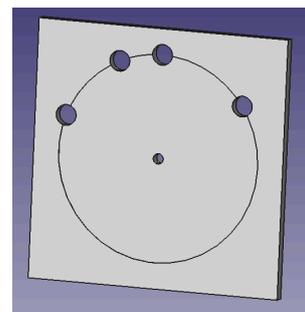
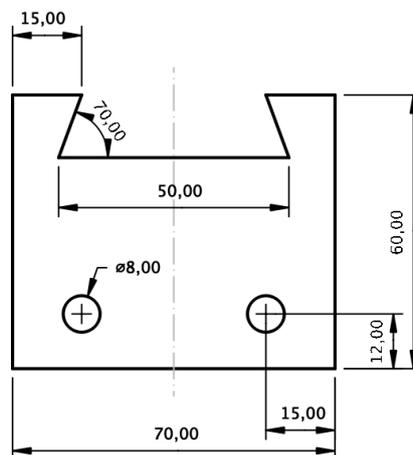


	A	B
1	Maße für das Kugellager	
2		
3	Kugellager Außendurchmesser	11
4	Kugellager Innendurchmesser	4
5	Kugellager Dicke	3
6		



FreeCAD Anleitung I

Version 0.20

JÜRGEN GRÄBER



2022-11-13

Inhaltsverzeichnis

Video-Tutorials	3
Kapitel 1	4
Einteilung des Arbeitsbildschirms von FreeCAD	4
Grundeinstellungen / Abkürzungen	5
Kapitel 2	6
Arbeiten mit einer CAD-Software	6
Kapitel 3	7
Demokörper	7
• Erzeugen einer Skizze	7
• Eine Skizze bemaßen	7
• Eine Skizze aufpolstern	7
• Eine Tasche erzeugen	7
Kapitel 4	12
Einkaufschip	12
• Skizze aus Einzelteilen zusammensetzen	12
• Skizze aufpolstern	12
• Tasche erzeugen	12
• Rundungen erzeugen	12
Kapitel 5	18
Führungsblock	18
• Skizze erzeugen mit.....	18
○ Horizontaler und vertikaler Beschränkung	18
○ Symmetriebeschränkung	18
○ Gleichheitsbeschränkung	18
• Vereinfachung der Konstruktion	18
Kapitel 6	22
Kleiderhaken	22
• Geschicktes Konstruieren unter Berücksichtigung der Symmetrien des Kleiderhakens.....	22
• Spiegeln von Objekten	22
Kapitel 7	27
Flansch und Trichter	27
• Einen Rotationskörper erstellen.....	27
Kapitel 8	31
Legostein	31
• In einer Konstruktion mit zwei Körpern arbeiten	31
• Übernahme von Geometrien mit einem Formbinder (Position der beiden Zapfen)	31
Kapitel 9	36
Spreadsheet	36
• In einem Spreadsheet (Tabelle) die Maße eines Kugellagers festhalten.	36

Kapitel 10	40
Bauteilanalyse und Miniprojekt	40
• Geschickte Vorgehensweise bei der Konstruktion eines Körpers	40
• Ein eigenes kleines Projekt umsetzen.	40
Kapitel 11	41
Technische Zeichnung	41
• Zeichenblatt mit verschiedenen Ansichten erstellen (Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht).....	41
• Verschiedene Ansichten einfügen.....	41
• Anzeige von verdeckten Kanten.....	41
• Bemaßung einfügen	41
• Änderung der Darstellungsgröße von Mittelpunktkreuzen und Bemaßungslinien.	41
Kapitel 12	46
Lochplatte	46
• Konstruieren mit Hilfslinien bzw. Hilfsgeometrien	46
Kapitel 13	50
Dreiecksplatte mit Schwerpunktaufhängung	50
• Konstruktion des Schwerpunkts mit Hilfslinien.	50
Kapitel 14	54
Tipps für das Konstruieren	54
1. Zwischenspeicherung und Versionierung	54
2. Konstruktionsschritte benennen und „leere Skizzen“ entfernen.	54
3. „Körper verschwindet“ – Skizze lässt sich nicht aufpolstern	55
4. Redundante Einschränkungen	55
5. Die falsche Schaltfläche gewählt (TechDraw)	55
Kapitel 15	56
Installationshinweise	56
Mac OS.....	56
Kapitel 16	57
Shortcuts	57
Shortcuts selbst definieren	57
Skizzen und Beschränkungen Bemaßung	58
Einschränkungen Ansichten	58

Zu den meisten Kapiteln gibt es auch ein Video:

Kapitel 3-9 in der Version FreeCAD 0.20



<https://youtube.com/playlist?list=PL2pwOSjXuHVCfFn11Ezr-Yvmgep1WWHY>

Kapitel 10-12 in der Version FreeCAD 0.18 (Beachte: Kapitelzuordnung stimmt nicht überein)



<https://youtube.com/playlist?list=PL2pwOSjXuHVD7ZGsTPb4MeIAwQs5a3ohm>

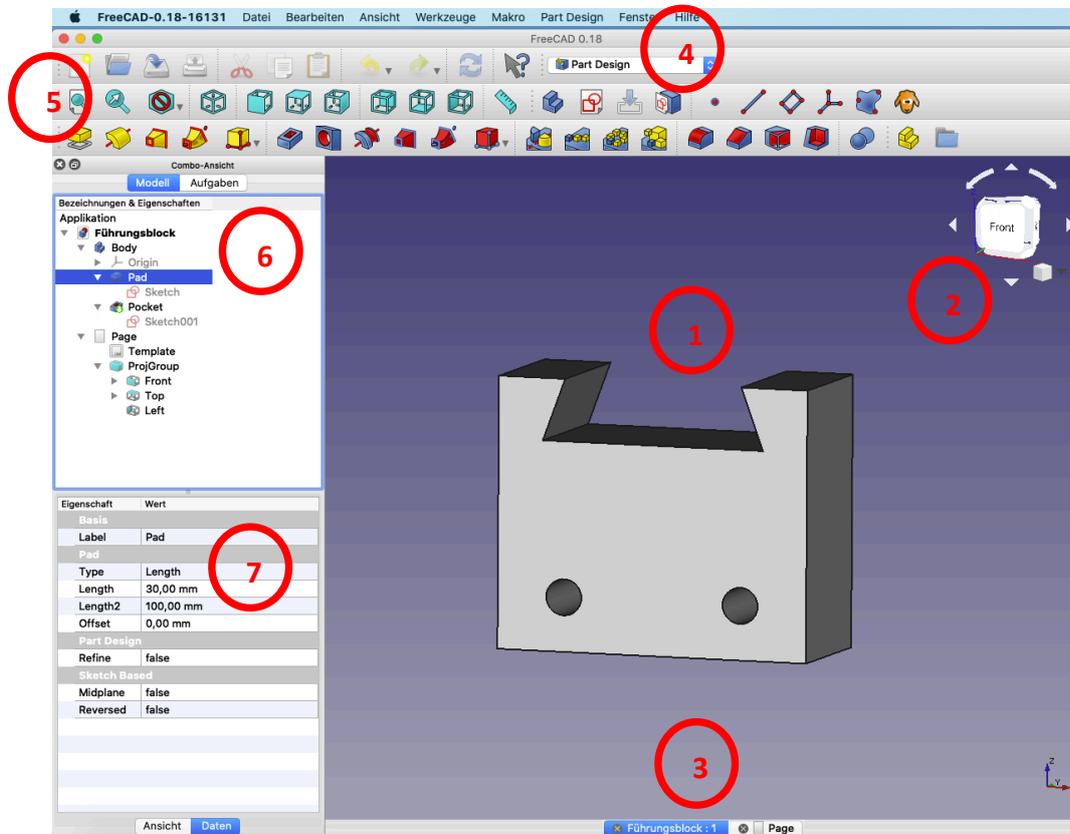
In den Playlists findest du auch noch weitere Videos, die in diesem Heft nicht vorkommen:

- Tipps und Tricks bei der Bemaßung
- Modellierung einer Halterung für ein LC-Display
- ...

Außerdem findest du bei YouTube noch viele weitere gute Videos, z.B. unter **flowwies Corner**.

Kapitel 1

Einteilung des Arbeitsbildschirms von FreeCAD



1) Konstruktionsbildschirm

Hier führst du alle Konstruktionsschritte durch

2) Ansichtenwürfel

Drehst du den Ansichtenwürfel, dreht sich auch dein Körper

3) Geöffnete Dateien

Die aktuelle Datei ist blau markiert.

4) Arbeitsbereiche

Für Skizzen, technische Zeichnungen, etc. gibt es unterschiedliche Arbeitsbereiche.

5) Befehle

Die wichtigsten Befehle werden hier als Symbole angezeigt.

6) Baumansicht

Jeder Konstruktionsschritt ist hier zu sehen.

Durch markieren und Betätigen der Leertaste können einzelne Konstruktionsschritte aktiviert und deaktiviert werden. Bei komplexeren Körpern lohnt es sich, die einzelnen Konstruktionsschritt sinnvoll zu benennen.

7) Eigenschaften

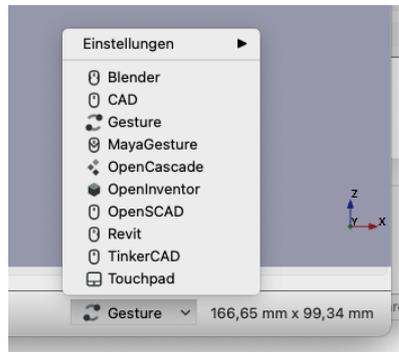
Dieses Fenster zeigt alle wichtigen Werte, die zu einem Objekt gehören an. Diese Werte können hier auch verändert werden.

Das Eigenschaftsfenster lässt sich zwischen „Ansicht“ und „Daten“ umschalten.

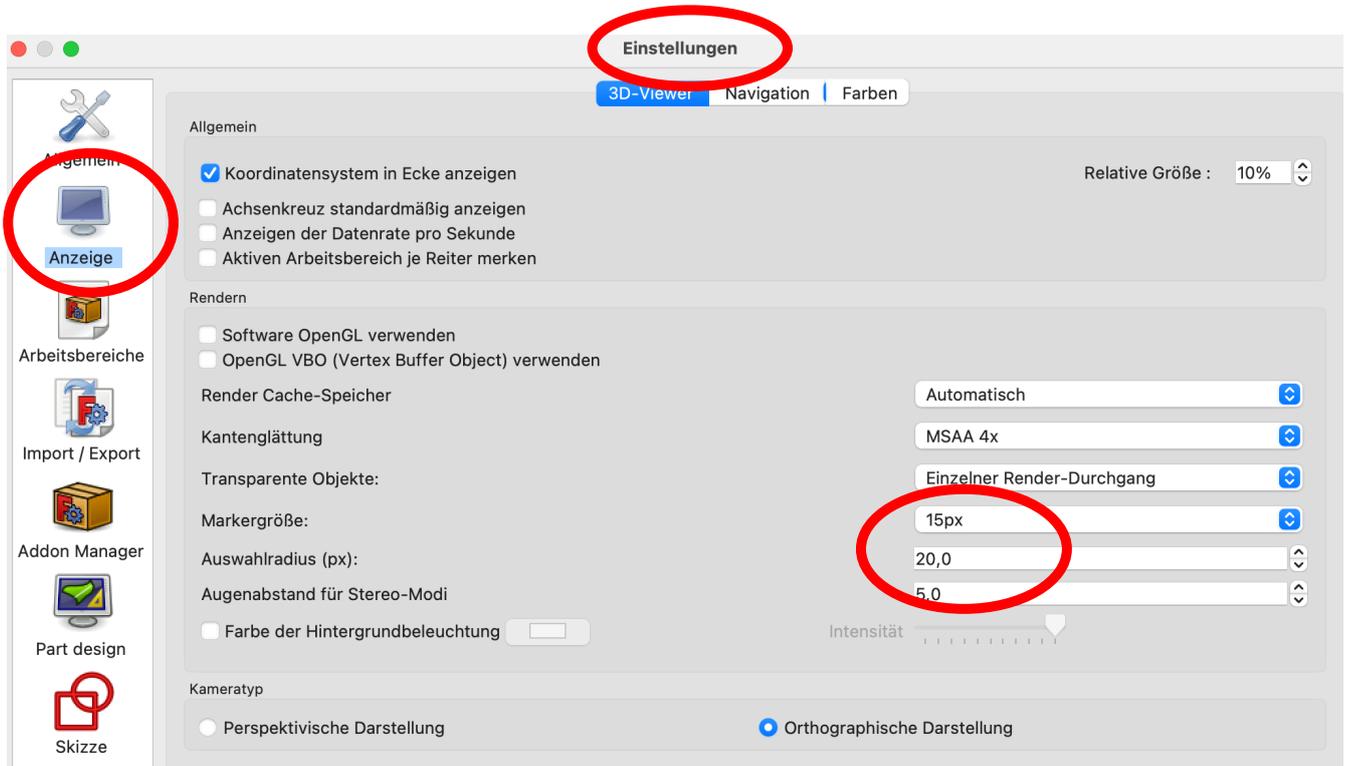
Grundeinstellungen / Abkürzungen

1.) Navigationsstil

Um später mit der Maus geschickt arbeiten zu können, empfiehlt es sich den Navigationsstil **Gesture** auszuwählen:
(unten rechts im Fenster)



2.) Menu „Einstellungen“ - Markergröße und Fang anpassen



- Die **Markergröße** gibt die Größe der Punkte in einer Skizze an. Größere Punkte können leichter markiert werden, zu große Punkte sehen nicht schön aus.
- Der **Auswahlradius** gibt den maximalen Abstand des Cursors von einem Punkt oder einer Linie an, um diese markieren zu können. Ausprobieren!

3.) Abkürzungen im Text:

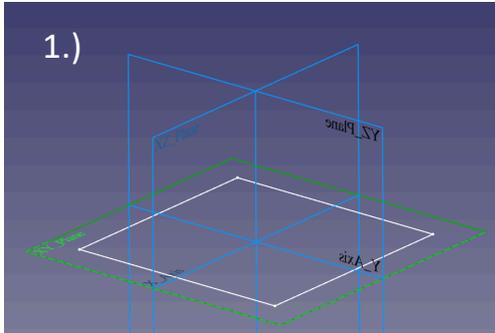
M1: Einfacher Mausklick mit der linken Maustaste
M2: Einfacher Mausklick mit der rechten Maustaste

M11: Doppelklick links

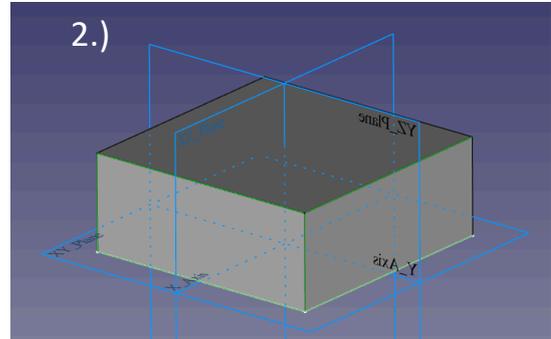
Kapitel 2

Arbeiten mit einer CAD-Software

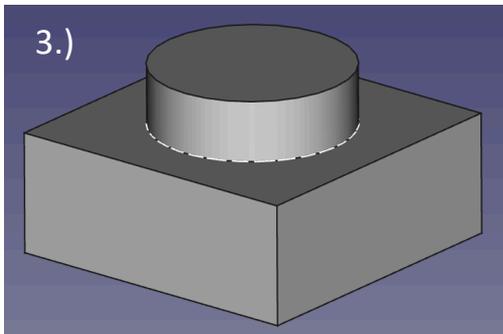
Eine gängige Vorgehensweise ist das Konstruieren mit Hilfe von Skizzen:



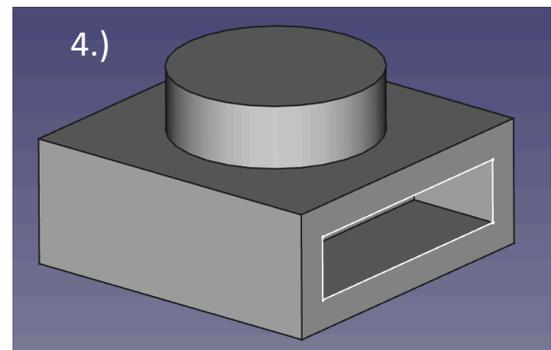
1.) Grundskizze erzeugen



2.) Skizze zu einem Körper aufpolstern



3.) Skizze auf der oberen Seite erzeugen und aufpolstern

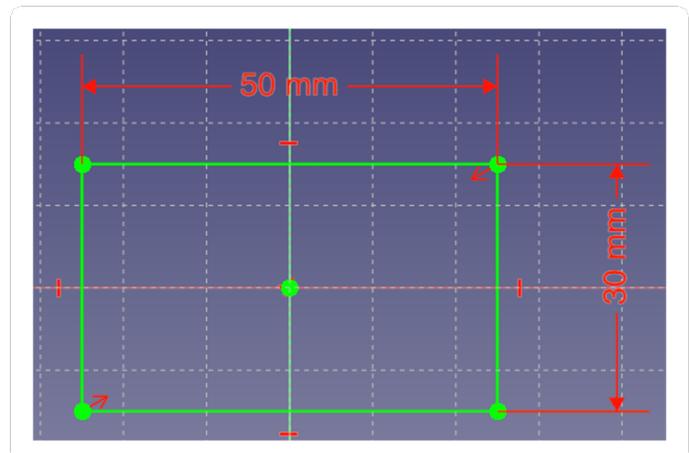


4.) Skizze auf einer der Flächen erzeugen und vertiefen.

Das Zeichnen der Skizzen findet dabei immer in einer Ebene statt. Für die erste Skizze stehen die XY-, XZ- und YZ-Ebene zur Verfügung. Danach kann jede beliebige Oberfläche eines Körpers als Skizzenebene gewählt werden.

Wichtig ist, dass die Skizzen immer aus einem **geschlossenen Linienzug** bestehen und im optimalen Fall auch **vollständig bemaßt** (eingeschränkt) sind.

Voll eingeschränkte Skizzen werden grün dargestellt:



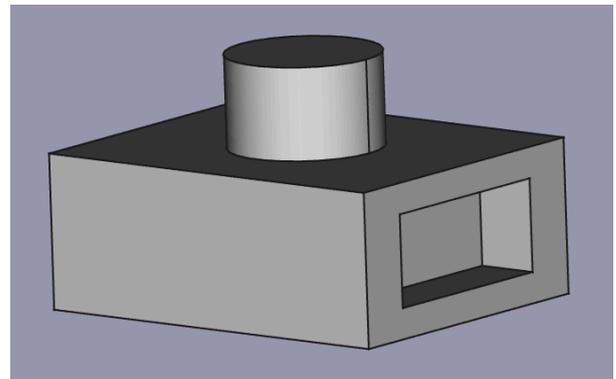
Kapitel 3

Demokörper

Darum geht's:

Einen ersten, einfachen Körper erstellen:

- Erzeugen einer Skizze
- Eine Skizze bemaßen
- Eine Skizze aufpolstern
- Eine Tasche erzeugen



1. Schritt: Quader erstellen

- Neues Dokument  erstellen.
- Wähle den Arbeitsbereich **Part-Design**

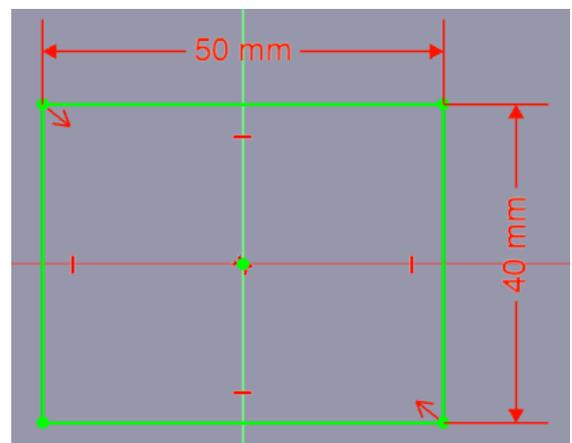
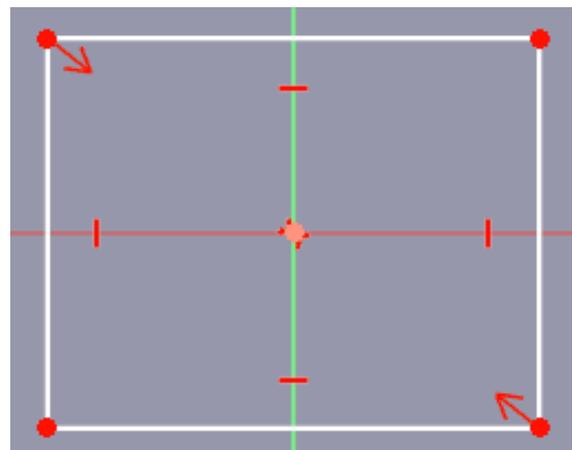
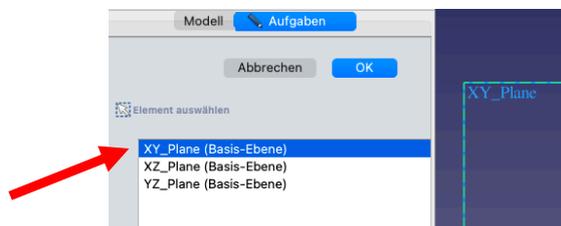
- Skizze  erstellen.
„XY-Ebene auswählen“

- Zeichne ein „zentriertes Rechteck“ mit Mittelpunkt im Ursprung.
 - M1 auf Ursprung (auf den Fang achten),
 - Rechteck aufziehen,
 - Eckpunkt mit M1 festlegen.

ESC oder M2 beendet den Befehl.

Einschränkungen (horizontal, vertikal, Symmetrie) kannst du an den roten Symbolen neben den Linien und an den Punkten erkenne.

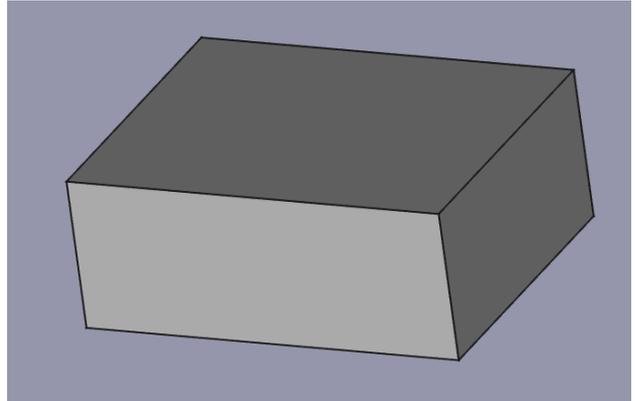
- Bemaße  die obere horizontale Kante des Rechtecks mit 50 mm. Dazu mit M1 die obere Kante markieren.
- Bemaße  die rechte vertikale Kante des Rechtecks mit 40 mm. Dazu mit M1 die rechte Kante markieren.
- Die Skizze ist vollständig eingeschränkt (bestimmt) und färbt sich grün.
- Skizze schließen!



- Polstere  die Skizze auf 20 mm auf.



- OK.



2. Schritt: Zylinder auf Oberseite erzeugen

- Oberseite mit M1 markieren.

- Neue Skizze  erstellen.

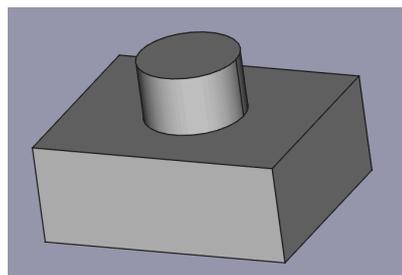
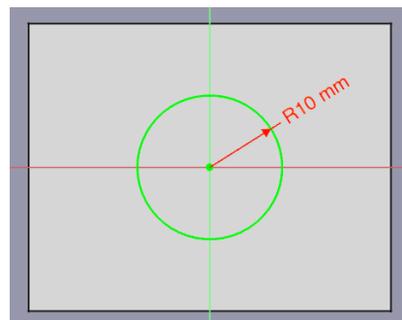
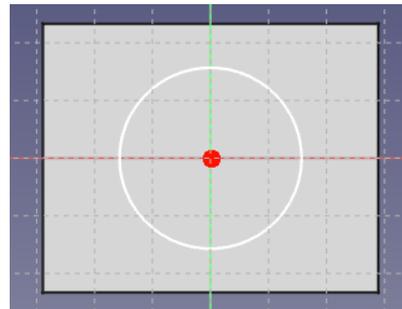
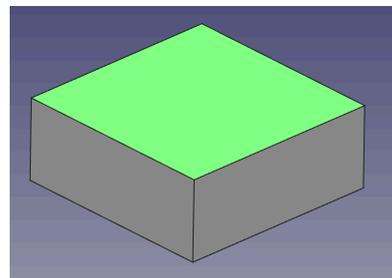
- Konstruiere einen Kreis  mit Mittelpunkt im Ursprung. (auf den Fang achten)

- Bemaße  den Kreis mit Radius 10 mm.

- Skizze schließen.

- (Kreis-) Skizze aufpolstern  auf 12 mm.

- OK.



3. Schritt: Fenster seitlich erzeugen

- Rechte Seite mit M1 markieren.



- Neue Skizze erstellen.

- Konstruiere ein „symmetrisches



Rechteck“ mit
Mittelpunkt auf der y-Achse.

- Bemaße das Rechteck:
Höhe 12 mm
Breite 26 mm

Abstand Mittelpunkt-Ursprung: 10 mm

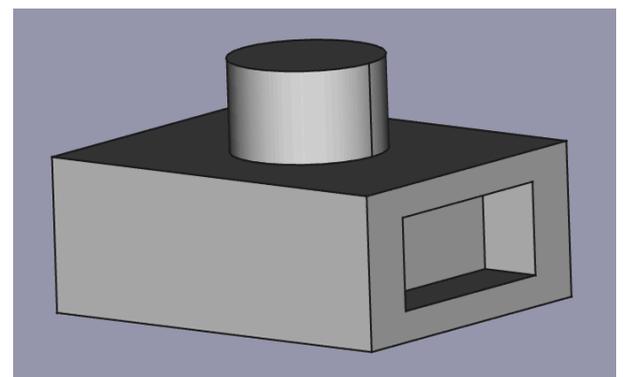
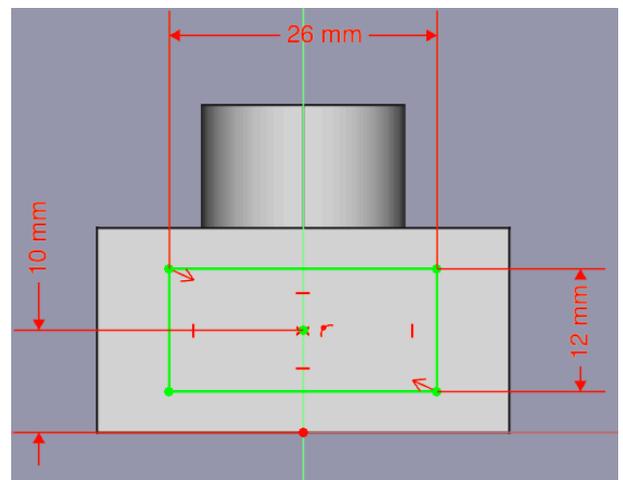
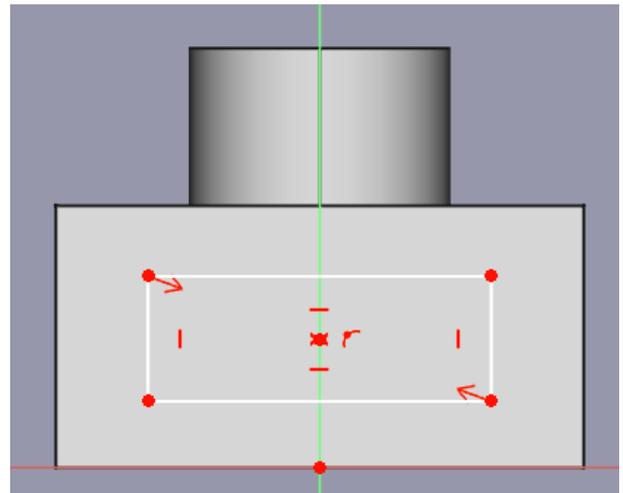
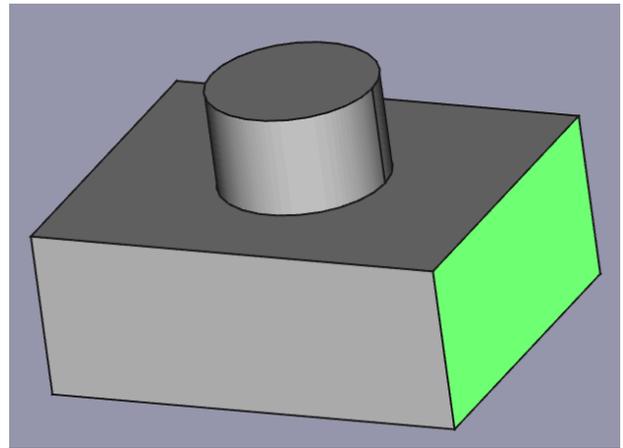
- Skizze schließen.



- Tasche erzeugen mit einer
Tiefe von 8 mm.

Dein Demo-Körper müsste nun genau so
aussehen:

- Speichere die Konstruktion ab.



4. Schritt: Baumansicht

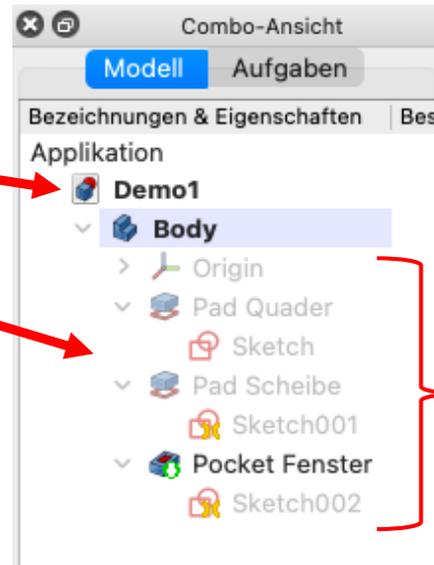
Speichern der Datei und Benennung der Arbeitsschritte

- Datei speichern „Demo1“
- Arbeitsschritte umbenennen.

Dies ist hilfreich für spätere Änderungen.

Tipp:

Am besten du benennst jeden Arbeitsschritt gleich nach dessen Erstellung um. Somit behältst du immer den Überblick!



Alle Arbeitsschritte befinden sich in einem Body.

5. Schritt: Bemaßungen direkt im Fenster Eigenschaften ändern

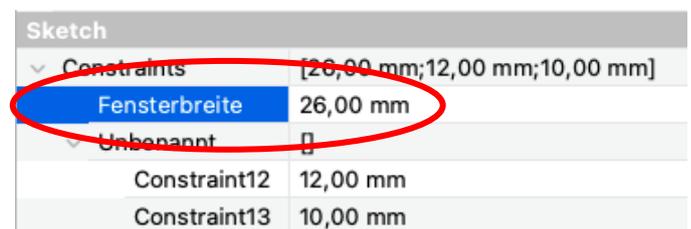
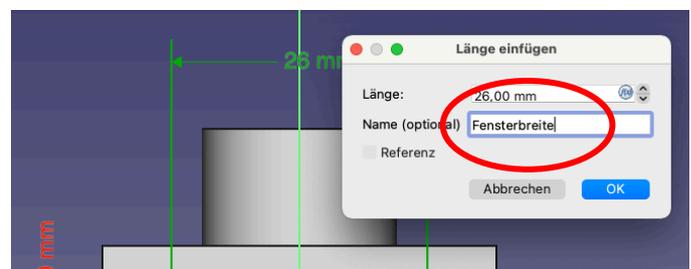
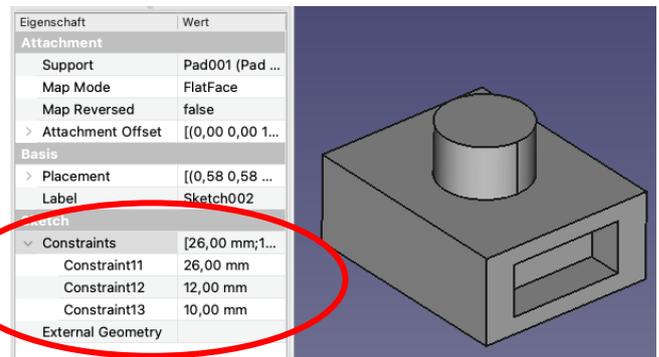
- M1 auf Sketch002 (Skizze für das Fenster)

Unter Eigenschaften findest du die Maße, die du in der Skizze vergeben hast.

Du kannst die Maße hier ändern und die Auswirkungen auf den Körper direkt beobachten.

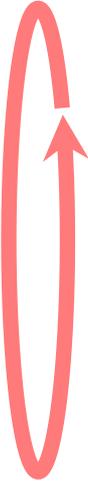
- Bei vielen Maßen fällt die Zuordnung schwer. Es bietet sich an, den Bemaßungen einen Namen zu geben, z.B. der Fensterbreite. Dazu Doppelklick auf die Bemaßung, Dialogfenster öffnet sich.

- Dieser Name (Parameter) wird dann entsprechend übernommen.

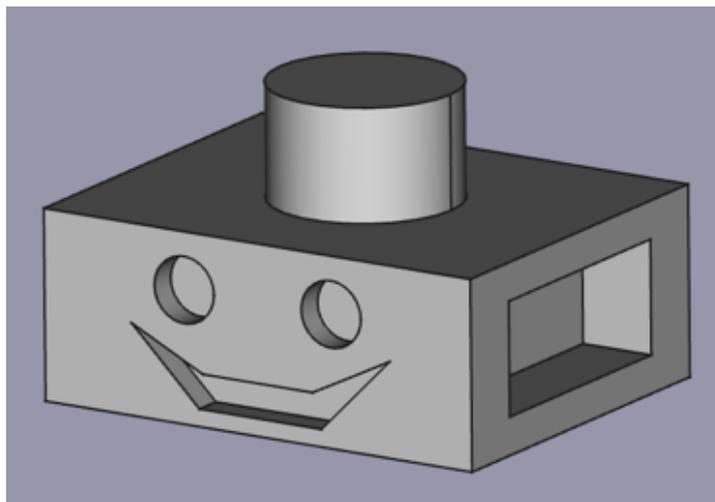


Allgemeine Vorgehensweise bei der Konstruktion

Dabei wird die folgende Schrittfolge ständig wiederholt:

- 
1. Eine Oberfläche markieren (so, dass sie grün wird)
(Bei der ersten Skizze eine der drei Raumebenen auswählen)
 2. Eine Skizze  auf dieser Fläche erstellen.
Beachte: Die Skizze muss aus einem geschlossenen Linienzug bestehen.
 3. Die Skizze bemaßen.
Von großem Vorteil sind vollständig bemaßte Skizzen (grün), da dadurch die weitere Konstruktion in der Regel einfacher werden.
 4. Die Skizze aufpolstern  oder „tascheln“ .

Aufgabe: Verändere den erstellten Demo-Körper nach eigenen Vorstellungen!

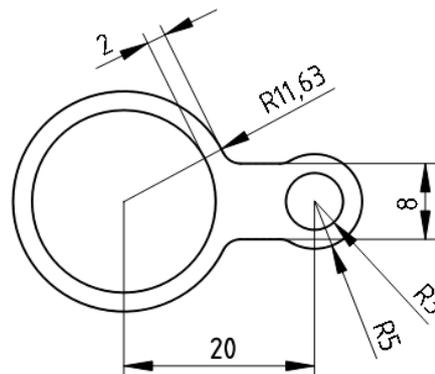
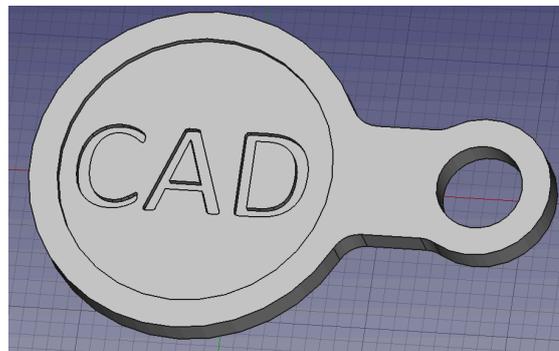


Kapitel 4

Einkaufschip

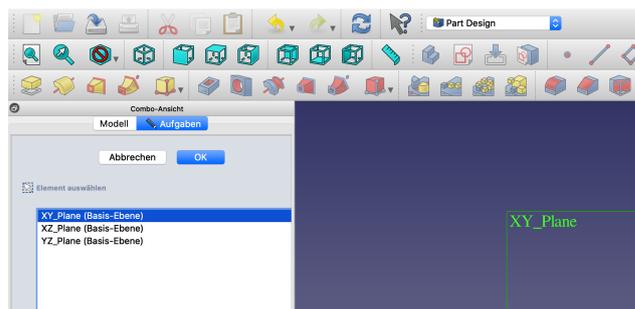
Darum geht's:

- Skizze aus Einzelteilen zusammensetzen
- Skizze aufpolstern
- Tasche erzeugen
- Rundungen erzeugen



1.) Skizzenebene wählen

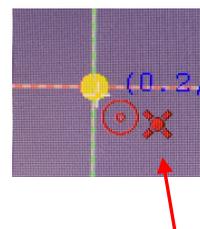
- Beginne ein neues Dokument 
- Wähle den Arbeitsbereich **Part-Design**
- Erstelle eine neue Skizze 
- Wähle die **XY-Ebene** aus und bestätige mit OK.



2.) Skizze erzeugen

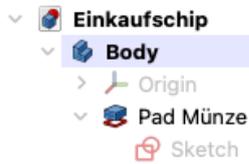
- M1 auf . Zeichne einen Kreis mit Mittelpunkt im Ursprung.

Der Ursprung ändert seine Farbe, wenn du mit dem Mauszeiger genau darauf bist. Außerdem kommt das Punktsymbol  neben dem Kreissymbol dazu.
- Markiere den Kreis. Bemaße  ihn mit $r = 11,63$ mm.
- Benenne dieses Maß mit „RadiusMuenze“
- Schließe die Skizze.

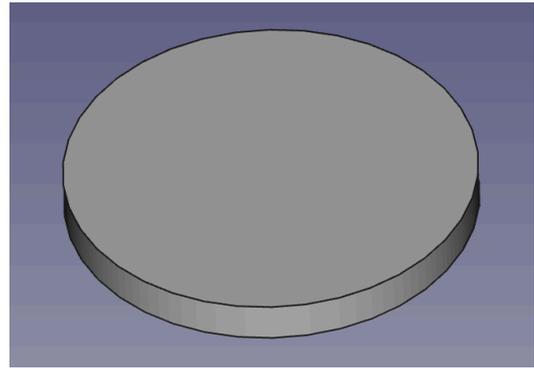


3.) Skizze aufpolstern

- Polstere deine Skizze mit  auf 2,33 mm auf.
- Benenne im Verzeichnisbaum das Pad zu „Pad Münze“ um.

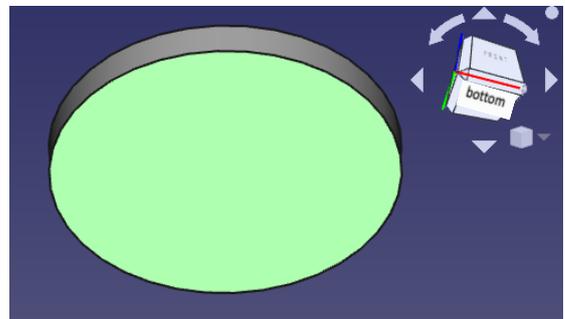


- Speichere die Datei unter „Einkaufschip“ ab.

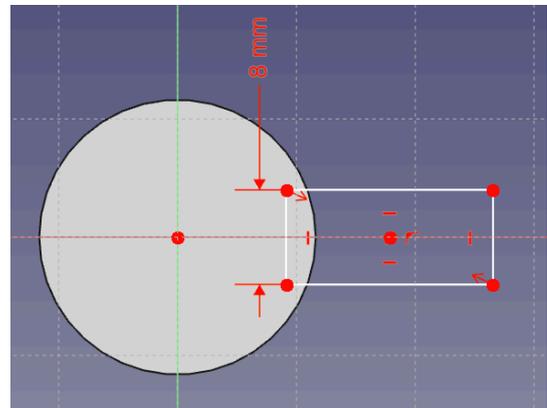


4.) Steg und Öse erzeugen.

- M1 auf die Unterseite
- Neue Skizze mit 



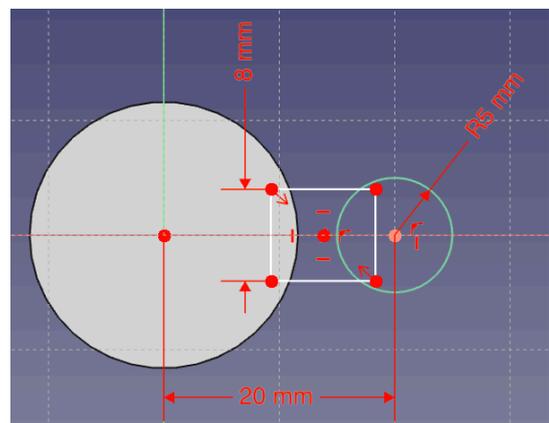
- Erzeuge mit  ein zentriertes Rechteck mit Mittelpunkt auf der x-Achse. Bemaße die Höhe des Rechtecks mit 8 mm. (Die Breite wird im nächsten Schritt angepasst.)



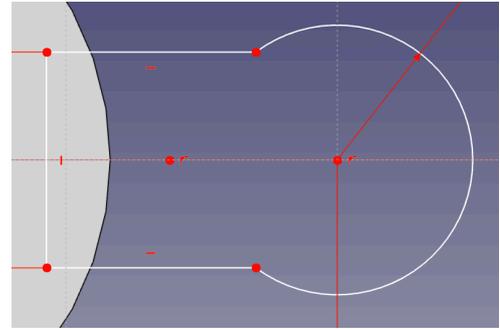
- Erzeuge einen Kreis  mit dem Mittelpunkt auf der x-Achse rechts neben dem Rechteck.

Bemaße den Radius mit 5 mm und den Abstand des Kreismittelpunkts zum Ursprung mit 20 mm.

- Passe die Breite des Rechtecks so an, dass es in beide Kreise hineinragt.



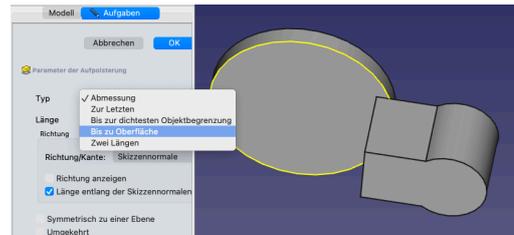
- Entferne mit dem Trimbefehl  alle Linienstücke, die sich innerhalb der Skizze befinden - einfach „wegklicken“! Als Ergebnis bekommst du eine Skizze, die aus einem geschlossenen Linienzug besteht.



- Schließe die Skizze.

- M1 auf .

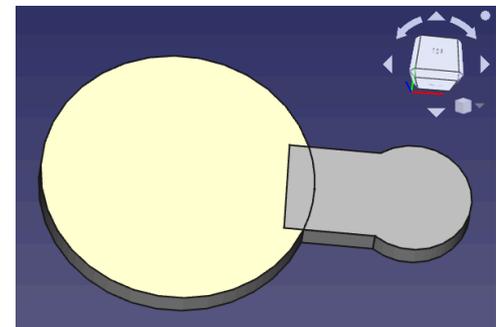
Die Skizze wird nun automatisch um 10 mm (in die falsche Richtung) aufgepolstert.



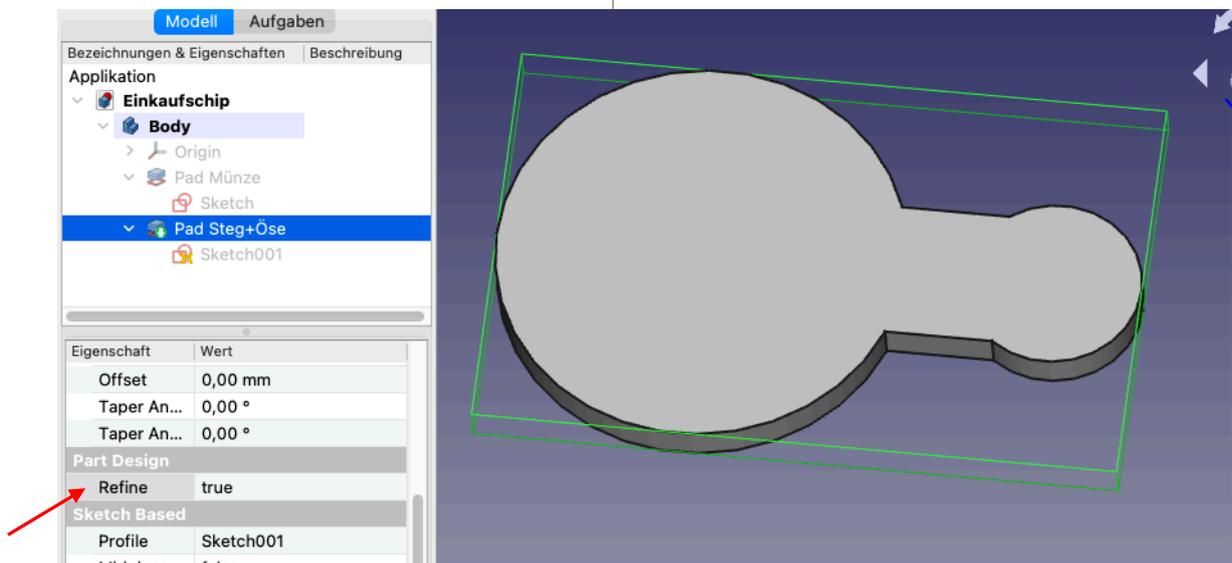
Wähle als Abmessung: „Bis zu Oberfläche“
Die Aufpolsterung verschwindet bis zum nächsten Schritt:

Drehe deinen Körper so, so, dass du die Oberseite anklicken kannst.

Die Aufpolsterung erscheint nun wieder.



- Benenne die Aufpolsterung zu „Pad Steg+Öse“ um.
- Damit der Einkaufschip als ein einziger Körper ohne Überlappung dargestellt wird, muss im Verzeichnisbaum „Pad Steg+Öse“ markiert und **Refine** auf **true** gesetzt werden.

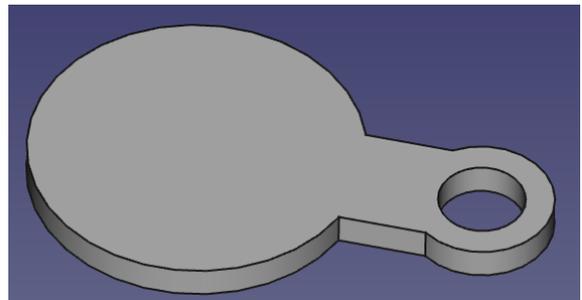
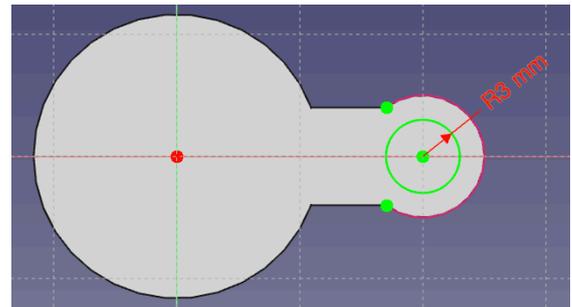
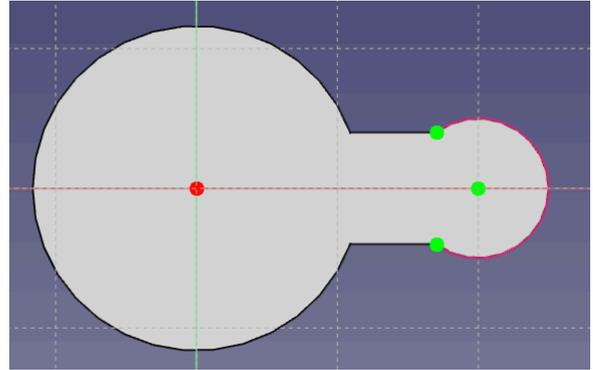
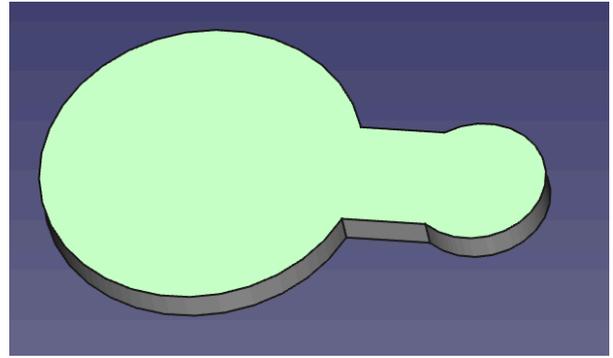


5.) Loch für Öse erzeugen

- M1 auf Oberseite
 - Erstelle eine neue Skizze 
 - Wähle den Befehl „Externe Geometrie“
-  und klicke den rechten Kreisbogen an. Dadurch wird nun u.a. der Mittelpunkt angezeigt, welcher für die weitere Konstruktion verwendet werden kann.

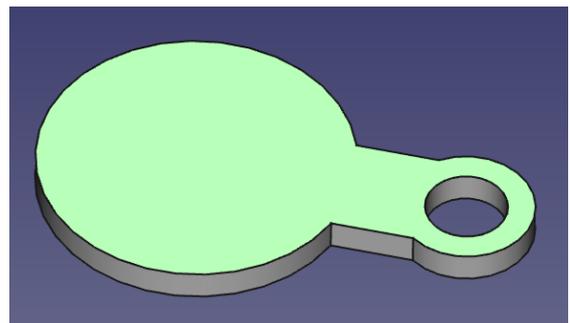
- Erzeuge mit  einen Kreis um den Mittelpunkt und bemaße ihn mit Radius 3 mm.
 - Schließe deine Skizze.
 - Erzeuge mit  eine Tasche, mit
- Variante 1: „durch alles durch“
Variante 2: „bis zu Oberfläche“ und wähle die Unterseite.
- Benenne die Tasche zu „Pocket Loch“ um.

Dein Körper müsste nun genau so aussehen:



6.) Vertiefung erzeugen

- M1 auf die Oberseite.
- Skizze erzeugen 



- Erzeuge mit  einen Kreis um den Mittelpunkt.

Es gibt zwei Bemaßungsmöglichkeiten:

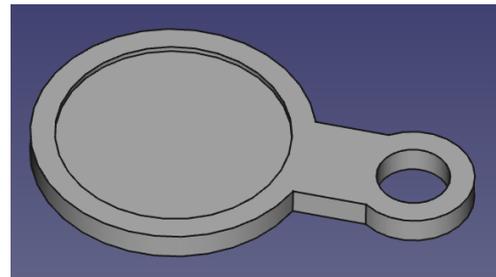
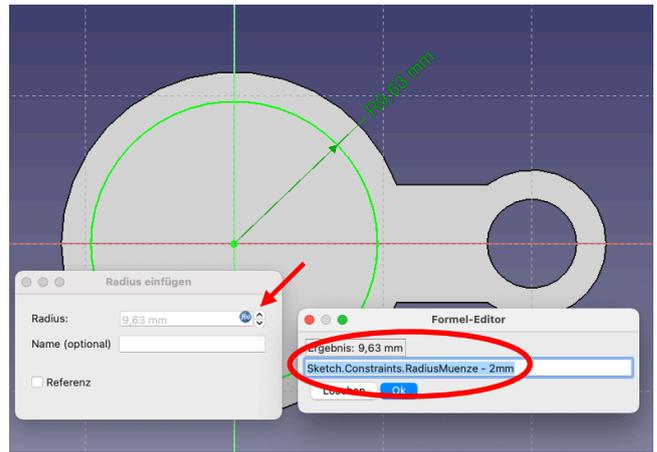
a) direkt mit 9,63 mm.

- b) M1 auf . Gib im Formeleditor folgenden Bezug zu „RadiusMuenze“ ein:

`Sketch.Constraints.RadiusMuenze - 2mm`

Damit ist der Rand immer 2mm breit.

- Schließe die Skizze.
- Erzeuge mit  eine Tasche (0,5mm)
- Benenne die Vertiefung zu „Pocket Vertiefung“ um.

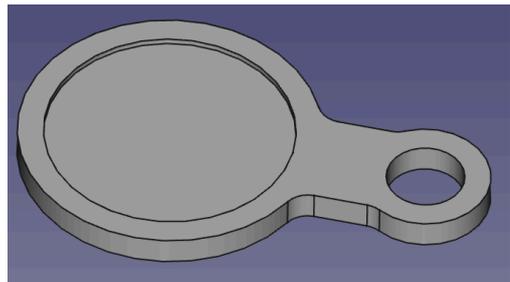
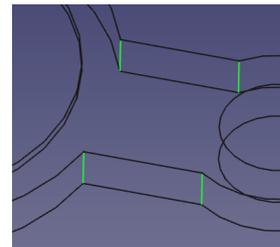


7.) Rundungen erzeugen

- Wähle den Drahtgittermodus:

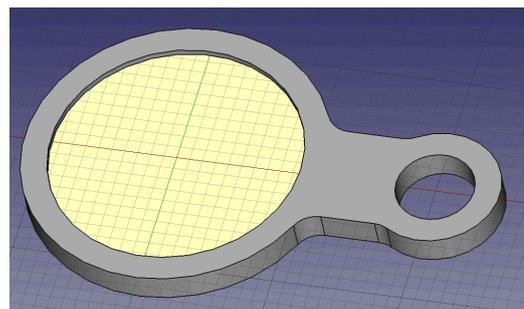


- Markiere (mit gedrückter STRG-Taste) alle Kanten, die abgerundet werden sollen.
- M1 auf  (Rundung erzeugen). Wähle für den Radius 2 mm.
- Wechsle zurück in den Original-Modus.

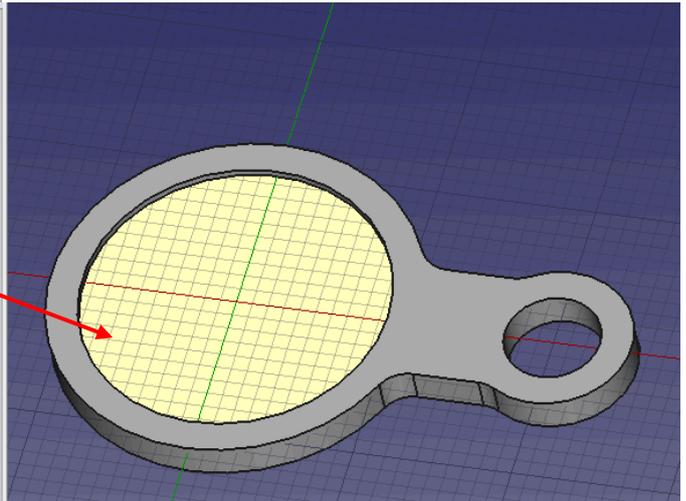
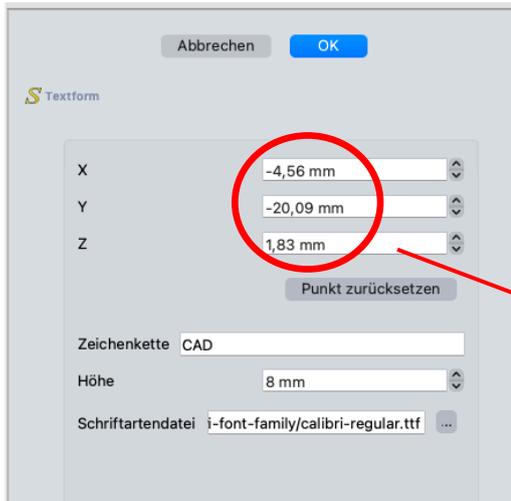


8.) Schriftzug erzeugen

- Wechsle in den **Draft**-Arbeitsbereich
- M1 auf die Vertiefung
- M1 auf  Benutzerdefiniert legt diese Fläche als Arbeitsebene fest.



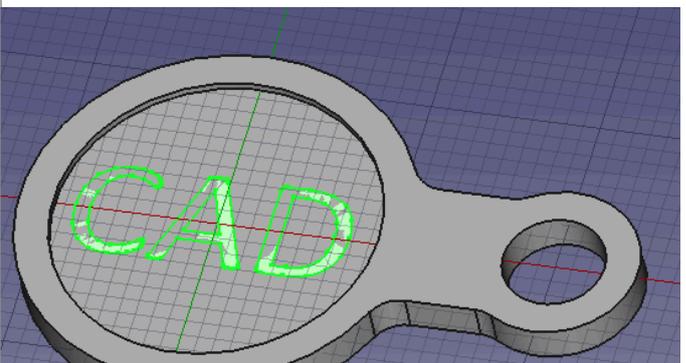
- M1 auf  erzeugt eine Textform:



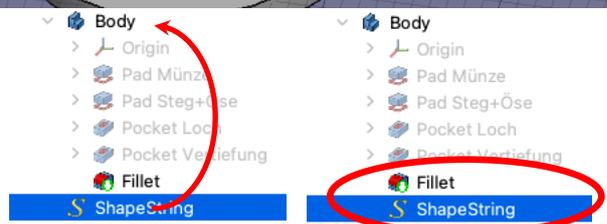
- Untere linke Ecke des Schriftzugs festlegen
- Schriftzug „CAD“
- Höhe 8mm
- Position und Winkel müssen noch angepasst werden, bis der Schriftzug an der richtigen Position ist:

- Schriftartendatei:
Hier wird eine Datei im *.ttf-Format benötigt. (aus dem Internet, gratis) oder bei Windows unter:
C:/Windows/Fonts/...

Eigenschaft	Wert
Attachment	
Support	
Map Mode	Deactivated
Basis	
Placement	[(0,00 0,00 1,00); 0,00 °; (-8,87 mm -...
Winkel	0,00 °
Achse	[0,00 0,00 1,00]
Position	[-8,87 mm -3,01 mm 1,83 mm]
x	-8,87 mm
y	-3,01 mm
z	1,83 mm
Label	ShapeString
Draft	



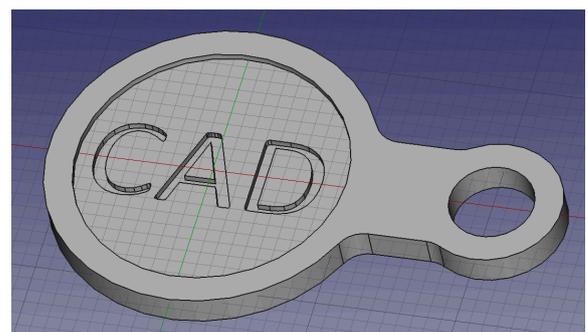
- Den ShapeString mit der Maus auf **Body** ziehen.
Er erscheint nun **direkt unter** dem vorletzten Arbeitsschritt Fillet.



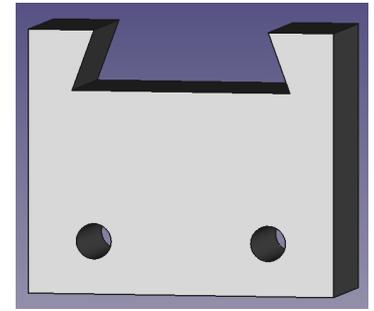
- Wechsle zurück in den **Part Design**-Arbeitsbereich

- Erzeuge eine Tasche  mit 0,5 mm.

- Speichere die Konstruktion ab.

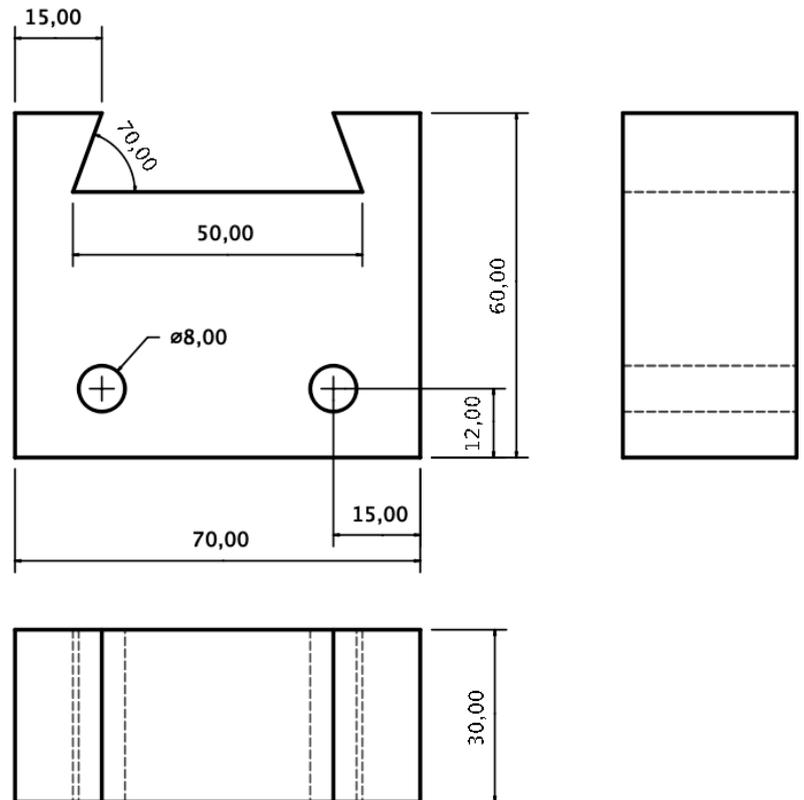


Führungsblock



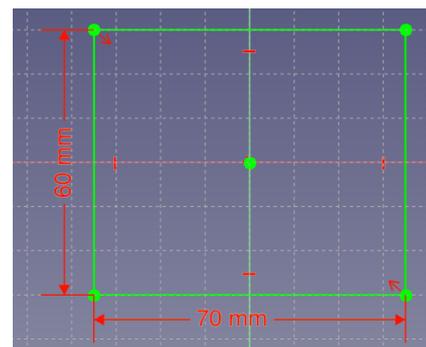
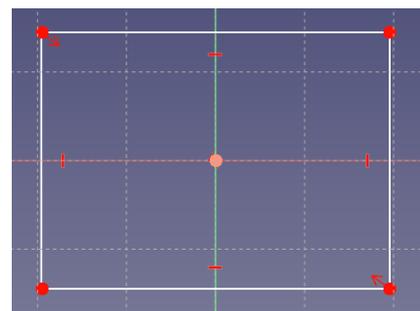
Darum geht's:

- Skizze erzeugen mit
 - Horizontaler und vertikaler Beschränkung
 - Symmetriebeschränkung
 - Gleichheitsbeschränkung
- Vereinfachung der Konstruktion

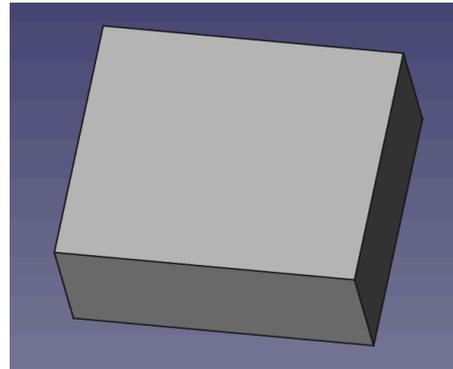


1.) Quader erstellen

- Beginne ein neues Dokument 
- Wähle den Arbeitsbereich **Part-Design**
- Erstelle eine neue Skizze  in der **XY-Ebene**.
- Erstelle mit  ein zentriertes Rechteck um den Ursprung.
- Bemaße das Rechteck.
Höhe 60 mm
Breite 70 mm.
- Schließe die Skizze.

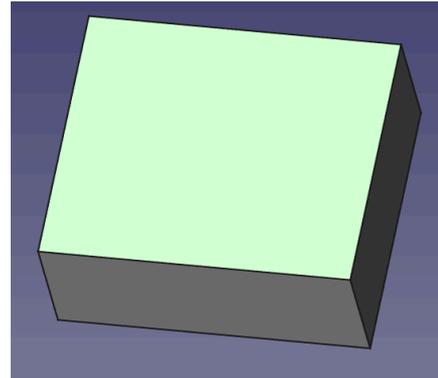


- Polstere  die Skizze auf 30 mm auf.
- Benenne das Pad zu „Pad Quader“ und speichere deine Datei unter „Führungsblock“ ab.

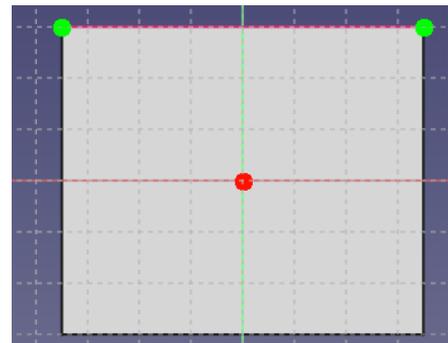


2.) Nut erzeugen

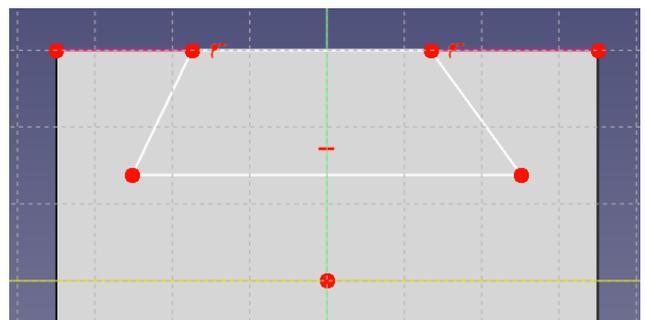
- M1 auf die Oberseite.
- M1 auf 



- Übernehme mit  die Geometrie der oberen Kante.



- Erzeuge mit  einen **geschlossenen** Linienzug in der Nut-Form.



Bevor du den nächsten Schritt ausführst:
Überprüfe, ob das Häkchen für das „Entfernen von redundanten Beschränkungen“ gesetzt ist.

Redundante Beschränkungen stellen doppelte und unnötige Beschränkungen dar. Es ist hilfreich, wenn diese automatisch entfernt werden.



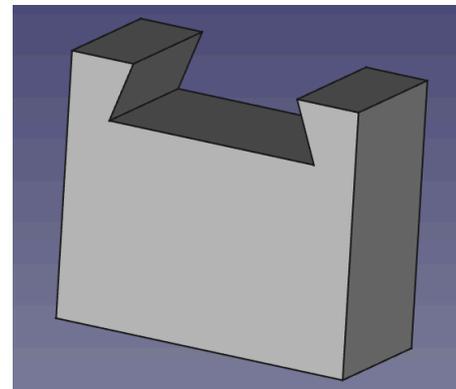
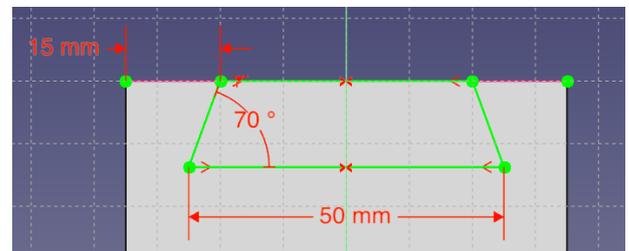
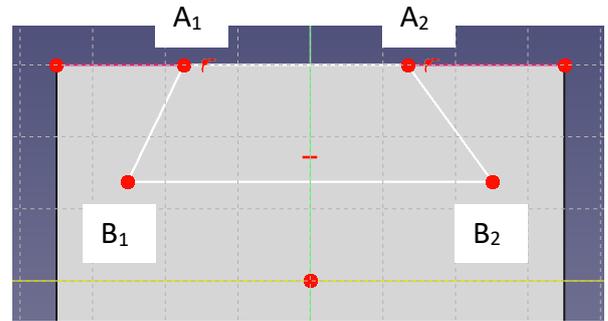
- Markiere die Punkte A_1 und A_2 sowie die y-Achse (Symmetrieachse).

- M1 auf 

A_1 und A_2 sind nun symmetrisch zur z-Achse.

- Führe auch für die Punkte B_1 und B_2 die Symmetrieeinschränkung zur y-Achse durch.

Die Symmetrieeinschränkungen kannst du an den kleinen roten Pfeilen erkennen.



- Bemaße die Skizze.
- Schließe die Skizze.

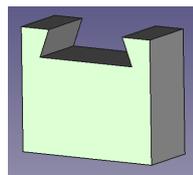
- Erzeuge eine Tasche 
- Benenne den Arbeitsschritt zu „Pocket Nut“ um.



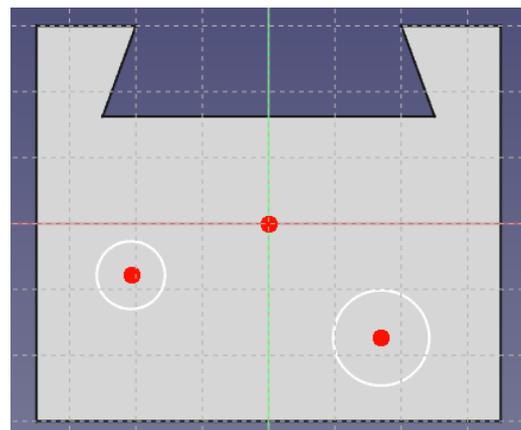
7.) Skizze für Löcher

- Markiere die Vorderseite und erstelle dort eine

Skizze 

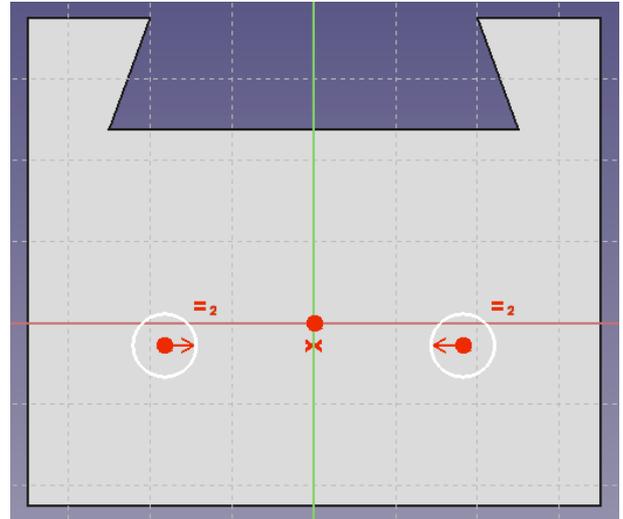


- Erzeuge zwei Kreise (absichtlich „schief“)



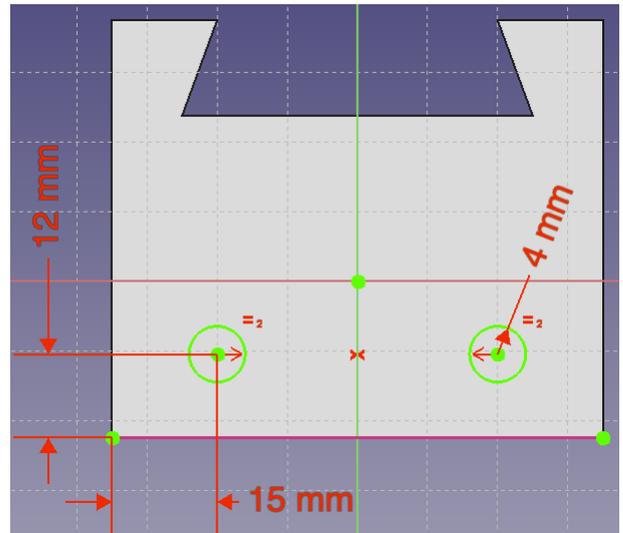
8.) Symmetrie- und Gleichheitsbeschränkungen

- Markiere beide Mittelpunkte und die y-Achse.
- Erzeuge mit  eine Symmetrie zur y-Achse.
- Markiere beide Kreise.
- Erzeuge mit  die Gleichheit der Radien.

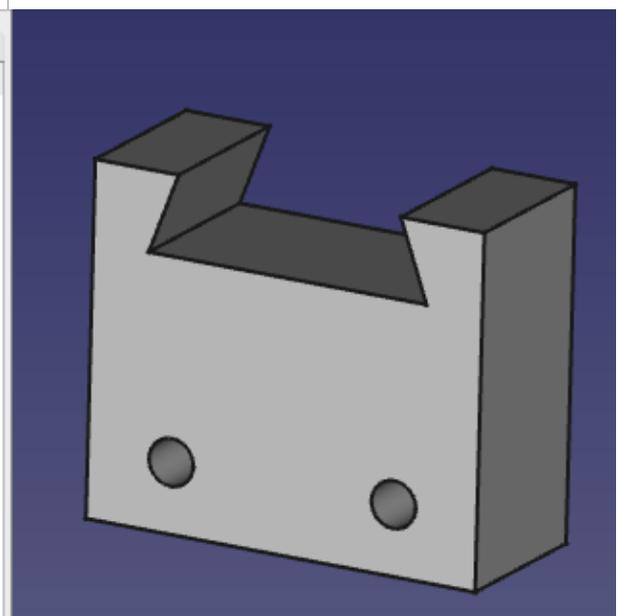
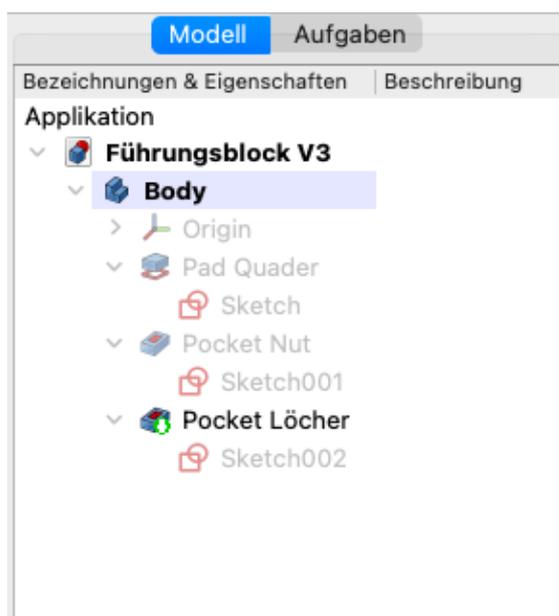


9.) Bemaßung

- Bemaße die Skizze entsprechend der Angaben.
(Dazu die untere Kante als Bezugskante markieren mit  markieren mit)
- Schließe die Skizze und erzeuge eine Tasche „durch alles“.



Dein Körper und deine Baumansicht müssten nun so aussehen:



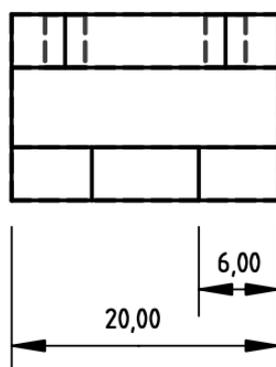
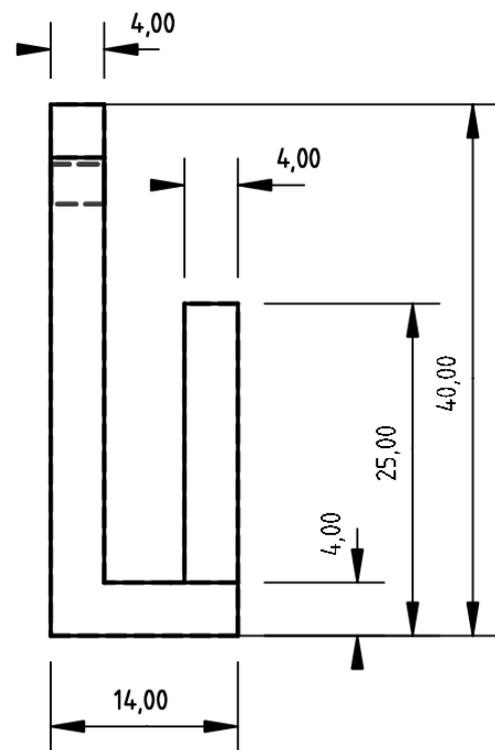
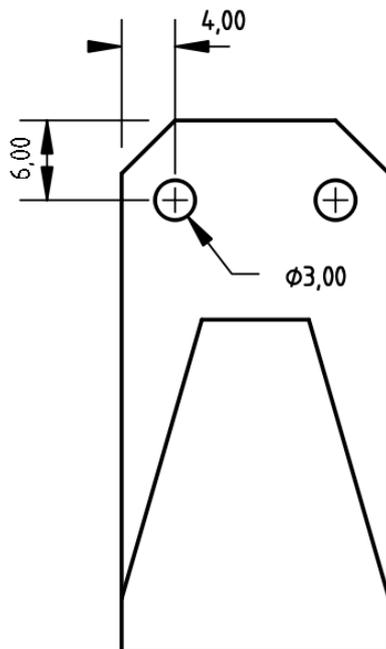
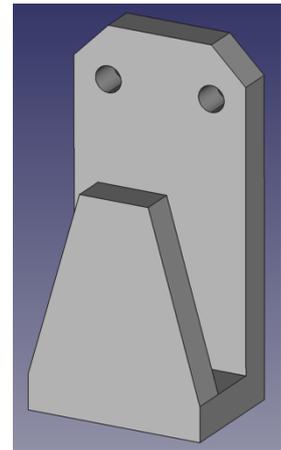
- Speichere die Konstruktion ab.

Kapitel 6

Kleiderhaken

Darum geht's:

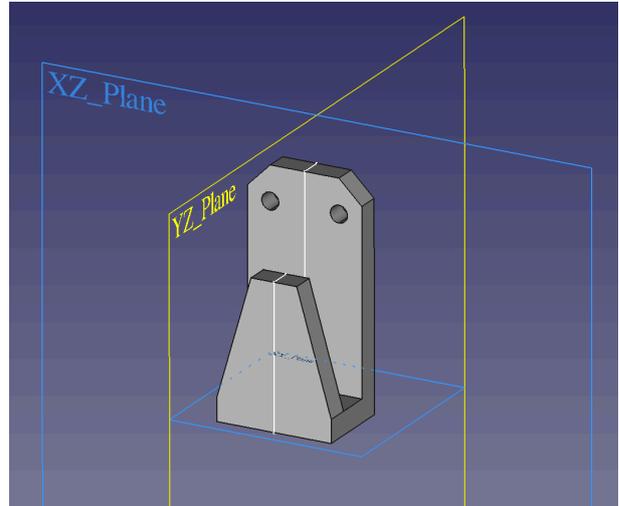
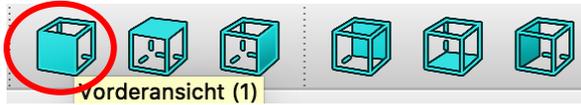
- Geschicktes Konstruieren unter Berücksichtigung der Symmetrien des Kleiderhakens
- Spiegeln von Objekten



1.) Vorbetrachtung

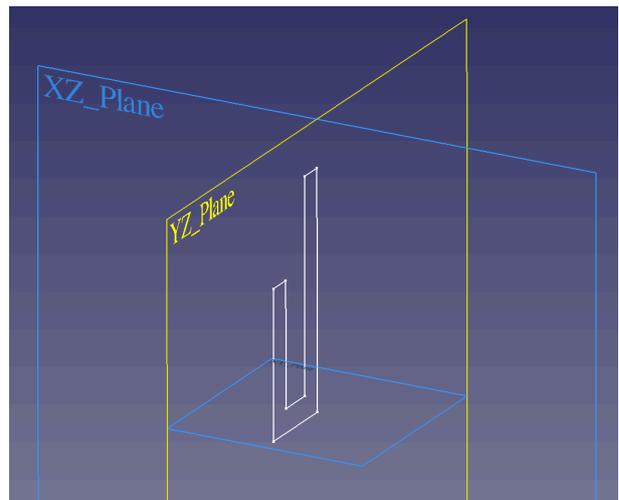
Der Kleiderhaken wird symmetrisch zur YZ-Ebene konstruiert.

(Damit sieht man den Kleiderhaken auch von vorne, wenn man die Vorderansicht wählt)



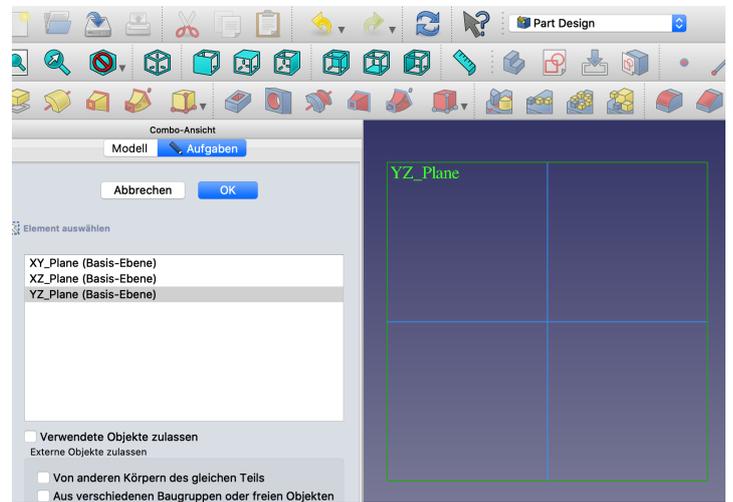
Lage der Skizze

In der YZ-Ebene wird nun die Skizze des Körpers gezeichnet, wie er von rechts zu sehen ist.



2.) Skizze erzeugen

- Beginne ein neues Dokument 
- Wähle den Arbeitsbereich **Part Design**
- Erstelle eine neue Skizze  in der YZ-Ebene.



3.) Skizze erzeugen

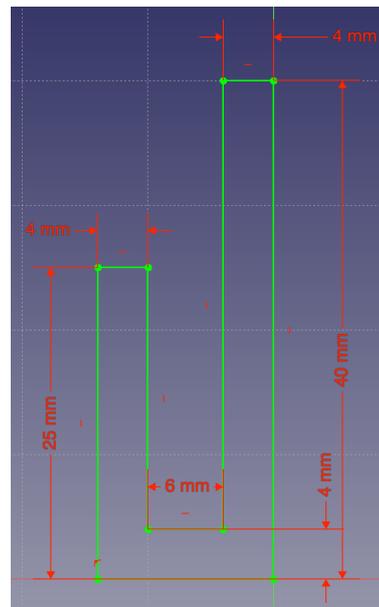


- Erzeuge mit dem Linienzug nebenstehende Skizze.

Die rechte untere Ecke der Skizze befindet sich hier im Koordinatenursprung.

Achte darauf, dass die einzelnen Linien horizontal bzw. vertikal sind.
(Das erkennst du an den kleinen roten Strichen neben der Linie, die schon beim Zeichnen angezeigt werden.)

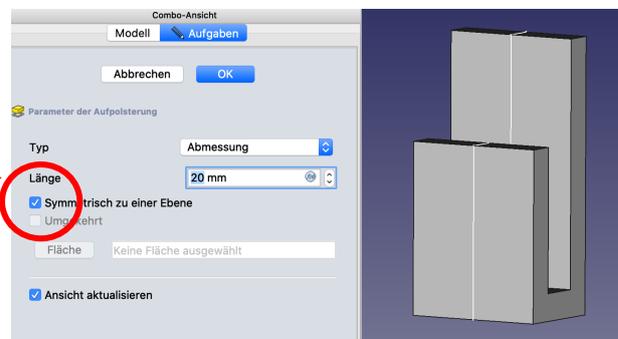
- Bemaße die Skizze.
- Schließe die Skizze.



4.) Aufpolstern

- Polstere die Skizze auf 20 mm auf.
- **Wähle „symmetrisch zu einer Ebene“.**
- Bestätige mit OK.

Bemerkung: Die Symmetrie zur YZ-Ebene ist für spätere Konstruktionsschritte wichtig!!



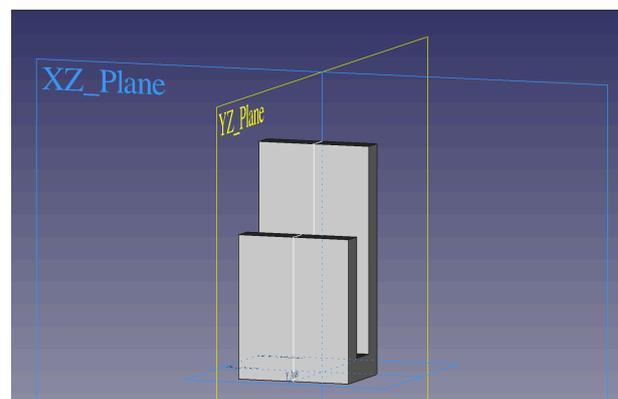
6.) Raumebenen aktivieren

Die Lage deines Körpers im Raum kannst du dir so anzeigen lassen:

- Gehe auf deine Baumansicht

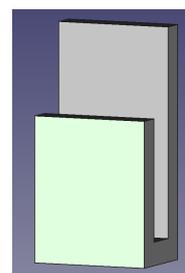


- Markiere „Origin“
- Mit der Leertaste kannst du die 3 Raumebenen aktivieren und deaktivieren.



7.) Ecken abschneiden

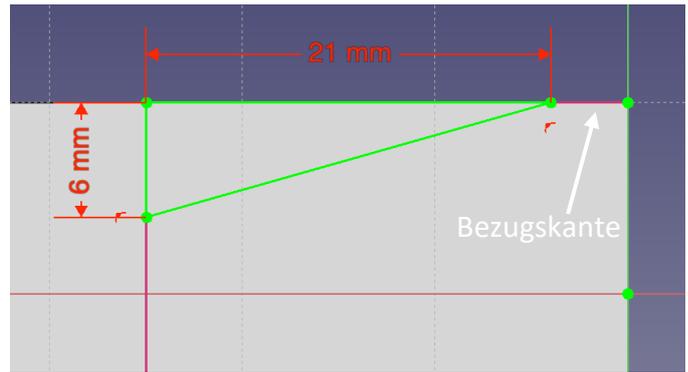
- Markiere die Vorderseite und erzeuge dort eine Skizze.



8.) Skizze erstellen und Tasche erzeugen

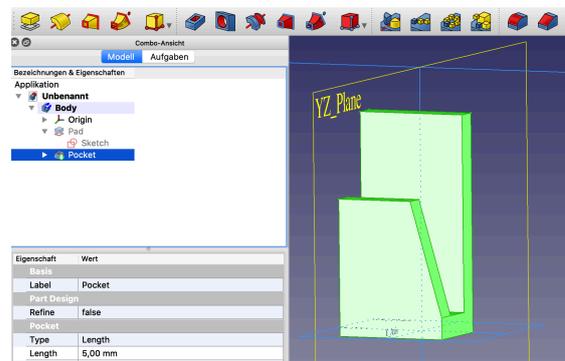
Die Ansicht hat sich um 90° gedreht. Das spielt aber keine Rolle.

- Markiere die obere Kante und wandle sie in eine Bezugskante  um.
- Erzeuge mit dem Linienzug eine Dreiecksskizze. Achte darauf, dass die Punkte auf den Linien oder der Ecke sind.
- Bemaße die Skizze.
- Schließe die Skizze und erzeuge eine Tasche (Pocket) der Tiefe 4 mm.



9.) Tasche spiegeln

- Wähle in der Baumansicht diese „Pocket“ aus.
- M1 auf 
- M1 auf „YZ-Plane“

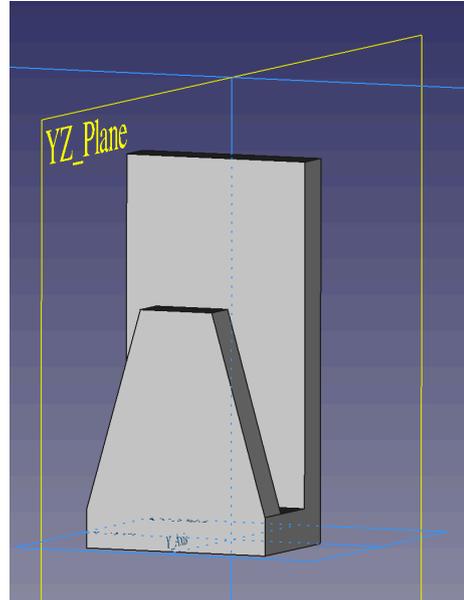


Dein Kleiderhaken müsste nun so aussehen:

Die Vorgehensweise mit der Spiegelung hat folgende Vorteile:

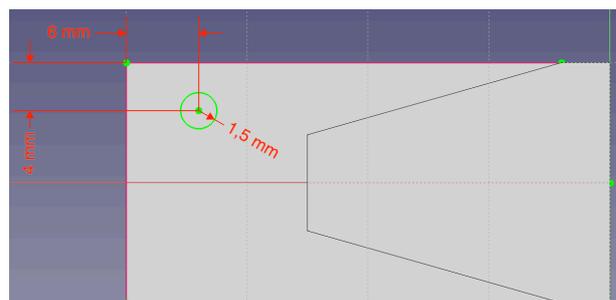
- Schnelle Konstruktion
Die Dreiecksskizze muss nur 1x gezeichnet werden.
- Alle Änderungen, die an der Dreiecksskizze vorgenommen werden, werden automatisch mitgespiegelt.

Probiere es aus, indem du die Bemaßungen für das abgeschnittene Dreieck änderst.



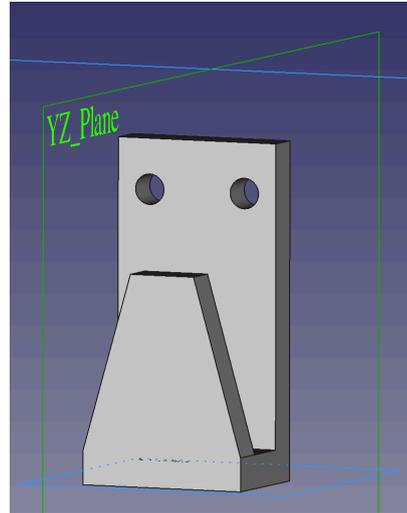
10.) Loch erzeugen

- Erzeuge eine Kreisskizze und bemaße sie.
- Skizze schließen.
- Erzeuge eine Tasche „durch alles“.



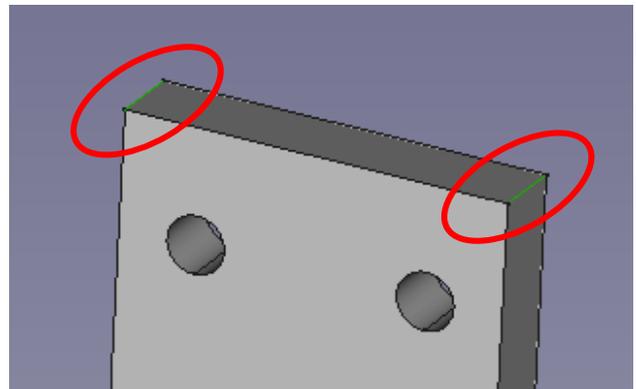
11.) Loch spiegeln

- Markiere die Bohrung (Pocket001) in der Baumansicht.
- M1 auf 
- M1 auf „YZ-Plane“



12.) Fase (Ecken brechen)

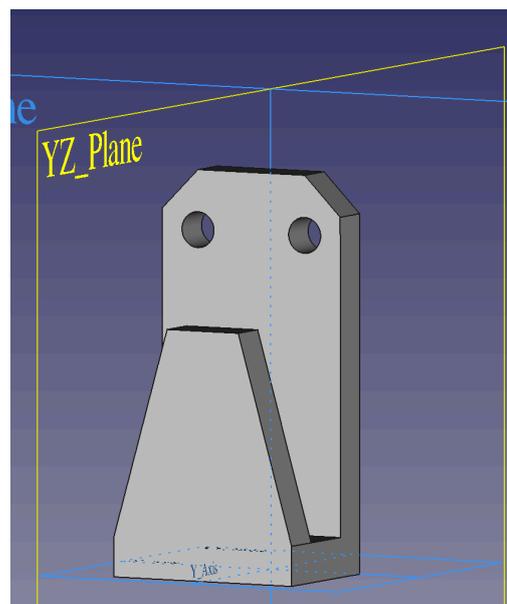
- Markiere die beiden Kanten (mit gedrückter STRG-Taste)
- M1 auf 
- Wähle als Größe 4 mm.
- Bestätige mit OK.



13.) Ergebnis

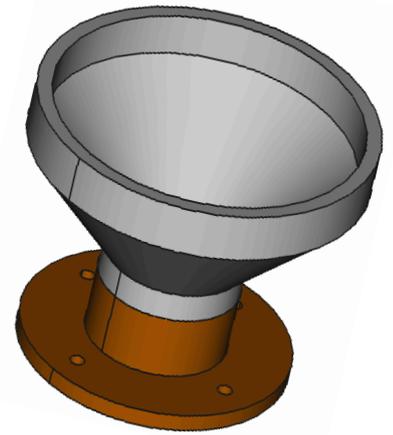
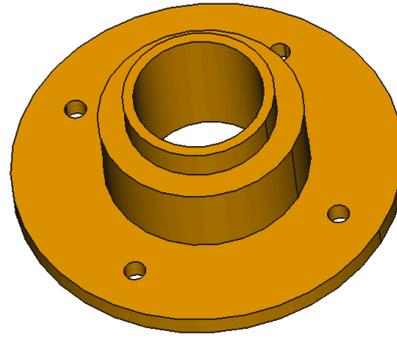
Dein Kleiderhaken sieht nun so aus:

- Speichere die Konstruktion ab.



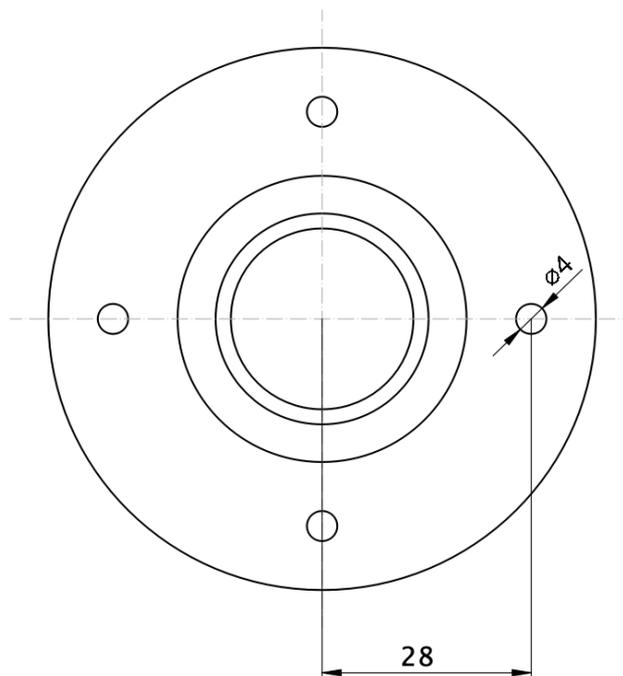
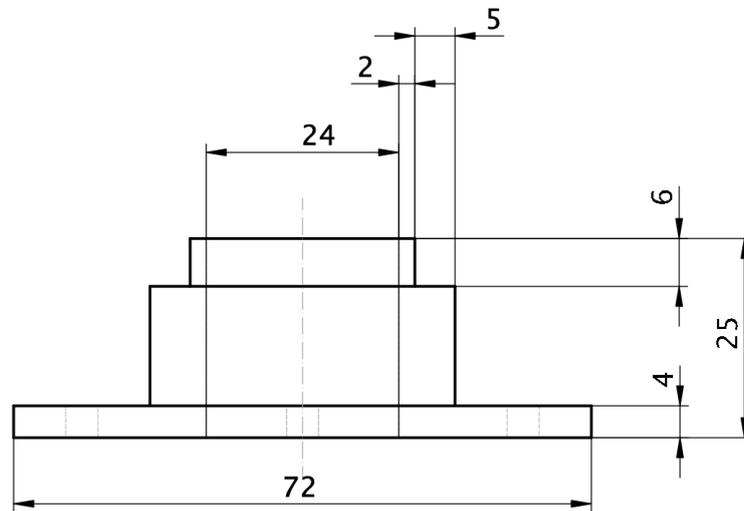
Kapitel 7

Flansch und Trichter



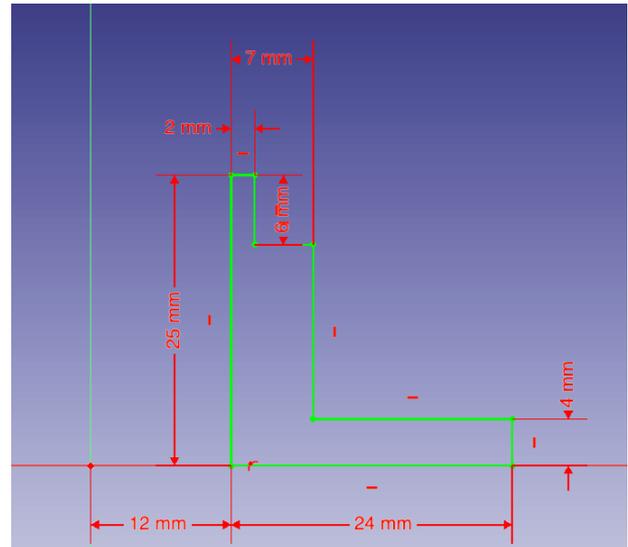
Darum geht's:

- Einen **Rotationskörper** erstellen
- Im zweiten Schritt wird auf den Flansch ein Trichter konstruiert. Dazu wird ein **zweiter Body** eingeführt und die Geometrie mit einem **Formbinder** übernommen.



1.) Skizze erstellen

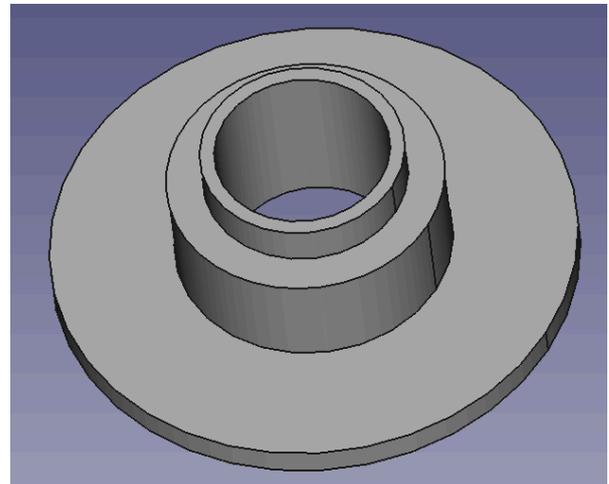
- Beginne ein neues Dokument 
- Wähle den Arbeitsbereich **Part-Design**
- Erstelle eine neue Skizze  in der **XZ-Ebene**.
- Erstelle mit  die nebenstehende Skizze und vergebe alle Einschränkungen und Bemaßungen.
- Schließe die Skizze.



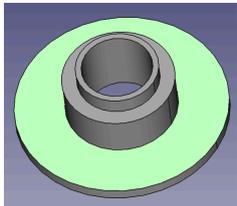
2.) Rotationskörper erzeugen

- Erzeuge mit  einen Rotationskörper um die z-Achse

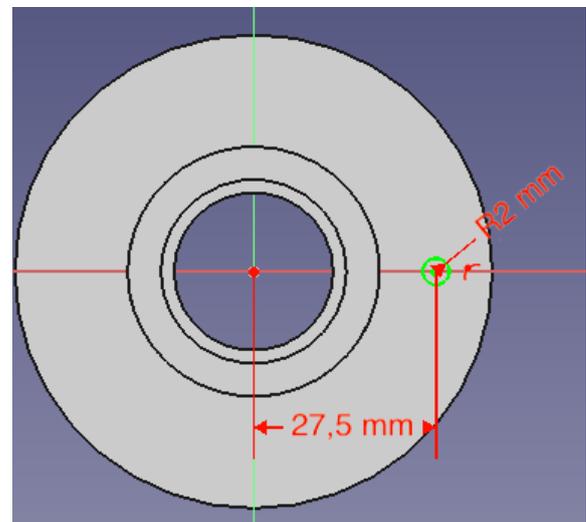
(Die z-Achse wird von FreeCAD in der Regel automatisch gewählt)
- Benenne diesen Konstruktionsschritt um in „Revolution Flansch“



3.) Bohrungen (Löcher) erzeugen

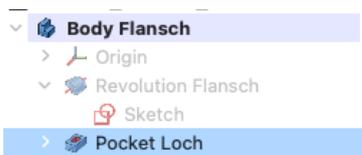
- Erzeuge auf dem Ring eine neue Skizze 
- 
- Zeichne einen Kreis mit Mittelpunkt auf der x-Achse und bemaße ihn mit Radius 2mm.

Bemaße den Abstand zum Mittelpunkt mit 27,5 mm.

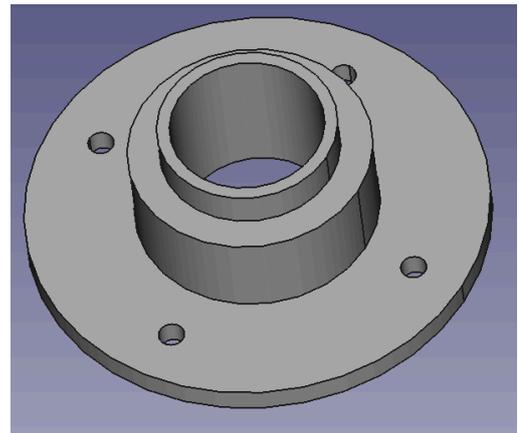
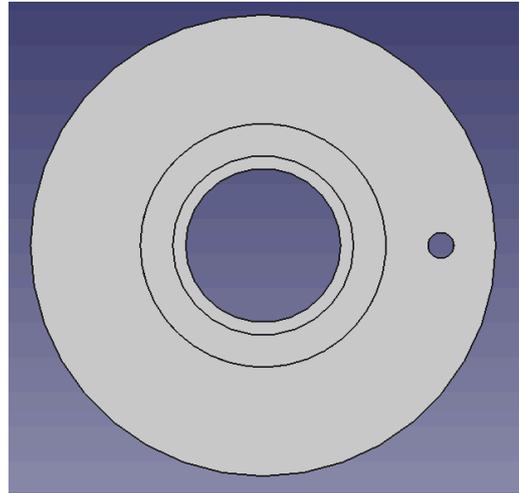


- Schließe die Skizze und erzeuge eine Tasche
- Benenne diesen Konstruktionsschritt um in „Pocket Loch“

- M1 auf „Pocket Loch“



- Erzeuge ein polares Muster  und wähle bei „Vorkommen“ die Anzahl 4.



4.) Konstruktion eines Trichters

- Erzeuge einen neuen Body  und nenne ihn in „Body Trichter“ um.

- M1 auf  erzeugt einen Formbinder.

M1 auf **Geometrie hinzufügen**.

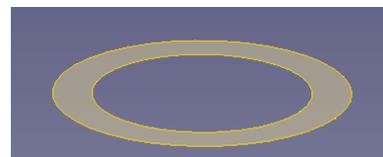
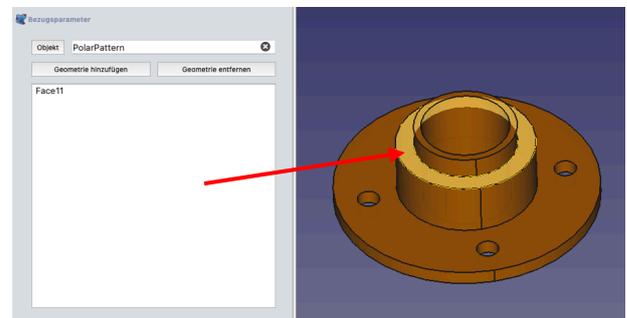
M1 auf den Ring.

Im Formbinder ist nun die Geometrie des Ringes gespeichert.

- OK
- Deaktiviere **Body Flansch** (Leertaste)
Jetzt ist nur noch der Formbinder zu sehen:

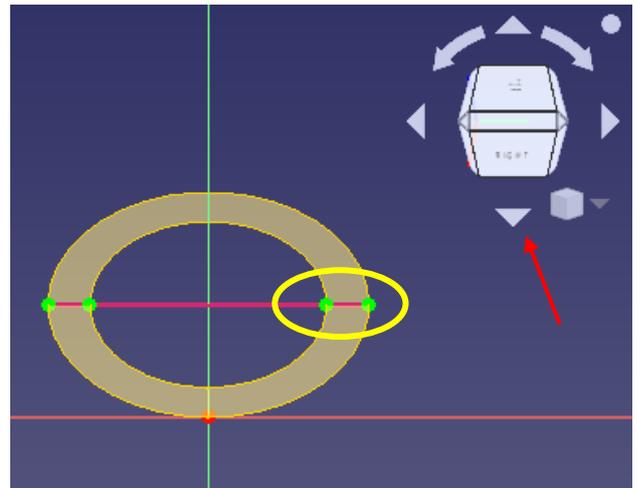
Flansch_Trichter

- Body Flansch
 - > Origin
 - > Revolution
 - > Pocket Loch
 - > PolarPattern
- **Body Trichter**
 - > Origin001



- Erstelle eine neue Skizze  in der **YZ**-Ebene.
Kippe mit Hilfe des Ansichtenwürfels die Zeichenebene.

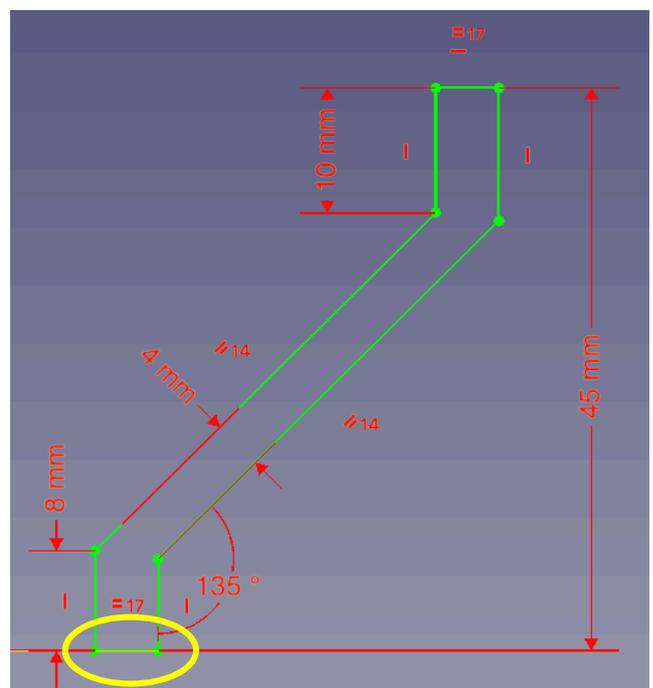
- Übernimm mit  die Geometrie des inneren und äußeren Kreises.
Wichtig sind im nächsten Schritt die beiden Konstruktionspunkte (s.Abb.)



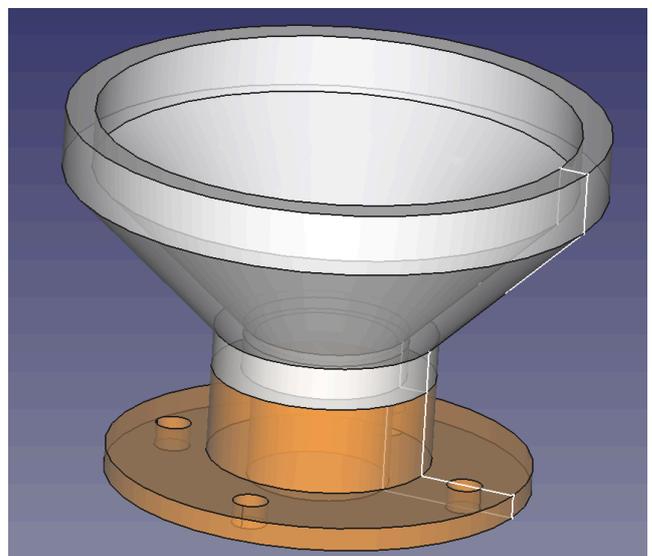
- Kippe die Zeichenebene wieder zurück.

- Erstelle mit  einen geschlossenen Linienzug (s.Abb.).
Verwende dabei die beiden Konstruktionspunkte aus dem letzten Schritt.
Achte auf horizontale und vertikale Einschränkungen und bemaße die Skizze, sodass diese vollständig eingeschränkt ist.

- Schließe die Skizze.



- Erzeuge mit  einen Rotationskörper um die z-Achse.
- Blende **Body Flansch** wieder ein. (Leertaste)
- Speichere deine Konstruktion unter „Flansch und Trichter“

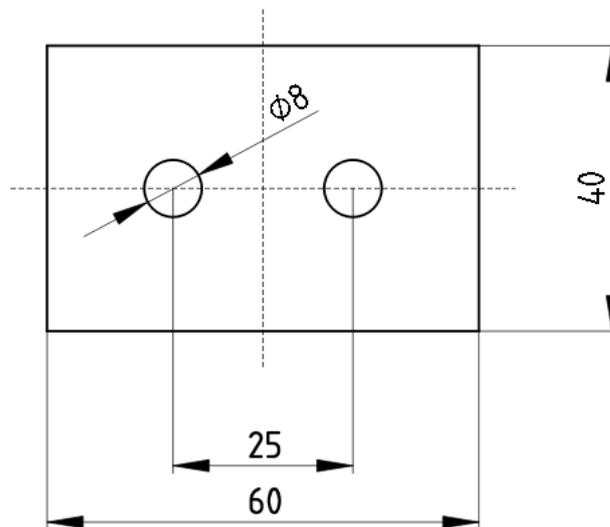
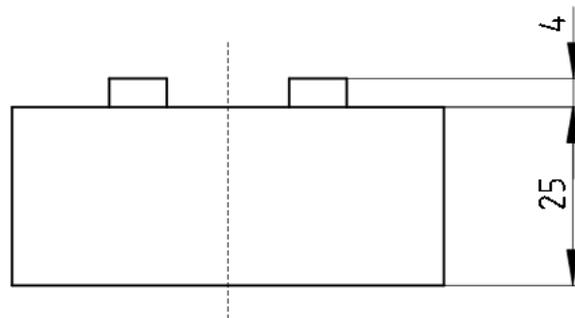
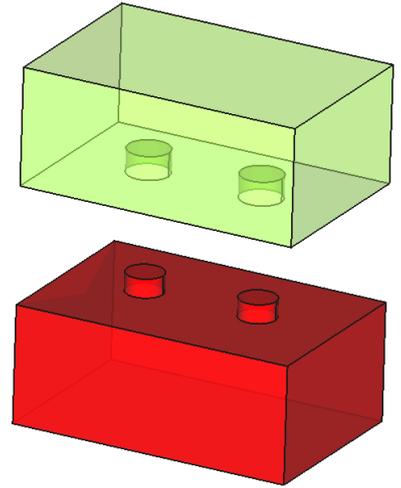


Kapitel 8

Legostein

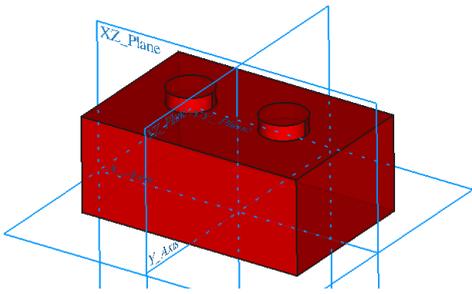
Darum geht's:

- In einer Konstruktion mit **zwei Körpern** arbeiten
- Übernahme von Geometrien mit einem **Formbinder** (Position der beiden Zapfen)



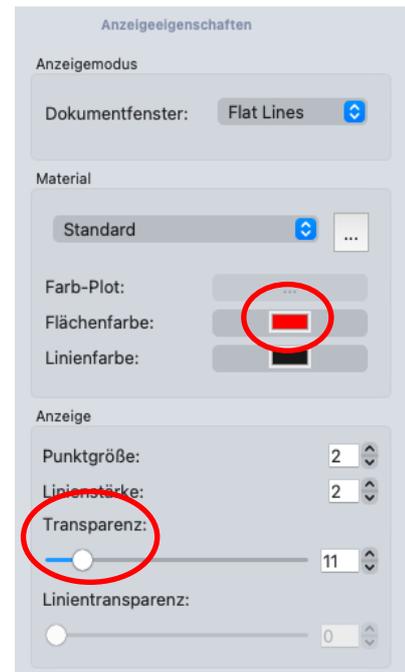
1.) „Legostein unten“ konstruieren

- Konstruiere den Legostein. Entnimm die Maße der technischen Zeichnung.



Beginne in der **XY**-Ebene und konstruiere symmetrisch zum Ursprung bzw. zur y-Achse.

- Benenne den Body in **Body Legostein unten** um.
- Ändere die Darstellung des Bodys (Rechtsklick auf **Body Legostein unten / Darstellung**), z.B. die Farbe und Transparenz.



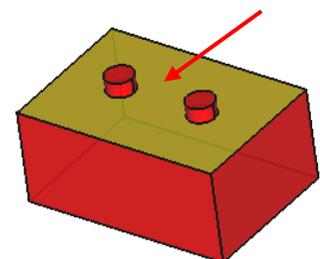
2.) „Legostein oben“ konstruieren, Formbinder

- Erzeuge einen weiteren Body  und benenne ihn in **Body Legostein oben** um.
- Der neue Body muss nun **aktiv** sein, d.h. in der Baumannsicht **fett** dargestellt sein. (Falls nicht, dann durch Doppelklick aktivieren).
- M1 auf  erzeugt einen Formbinder.

M1 auf **Geometrie hinzufügen**.
M1 auf die Oberseite des Legosteins.

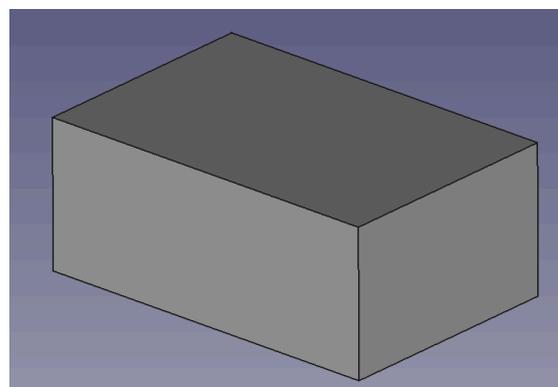
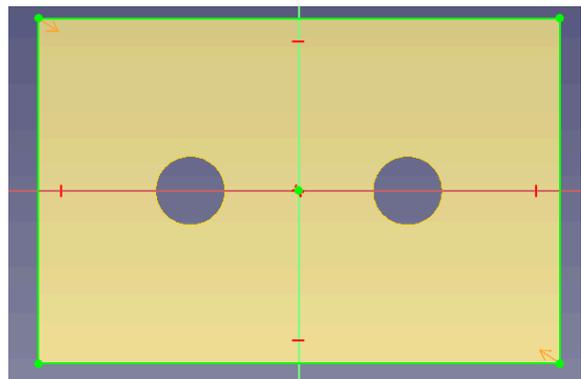
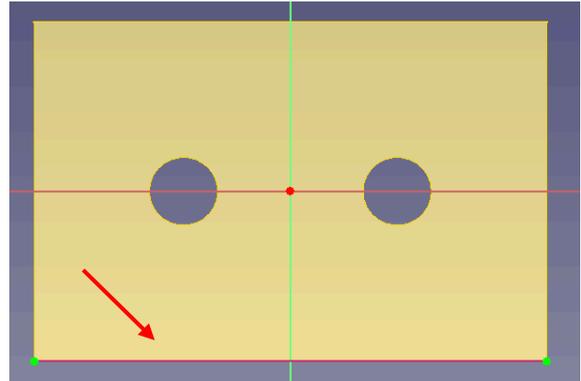
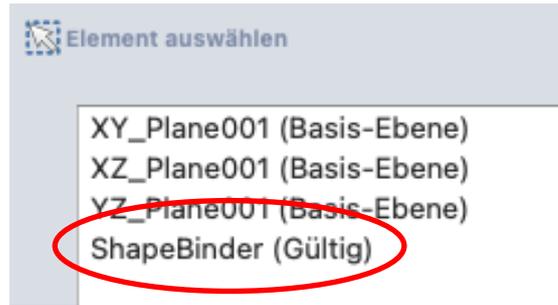
Im Formbinder ist nun die Geometrie der Oberseite gespeichert.

- Im Baumverzeichnis taucht jetzt der Formbinder (Shapebinder) auf und kann für die weitere Konstruktion des oberen Legosteins verwendet werden.



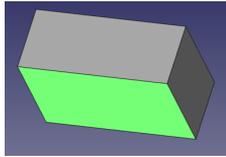
2.) „Legostein oben“ konstruieren

- M1 auf Formbinder
- Erstelle eine neue Skizze  und wähle nun „ShapeBinder“ aus.
- Deaktiviere „Body Legostein unten“:
(In der Baumansicht/Modell mit Leertaste)
Damit ist nur noch der Formbinder sichtbar.
- Übernimm mit  die Geometrie der unteren Kante.
- Mit dem Ursprung und dem unteren rechten Eckpunkt kannst du ein formgleiches Rechteck  konstruieren.
- Skizze schließen.
- Polstere die Skizze auf 25 mm auf.



3.) Löcher im „Legostein oben“ konstruieren

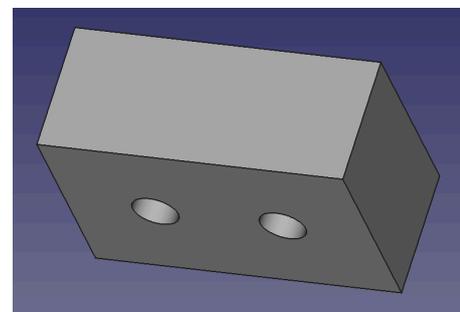
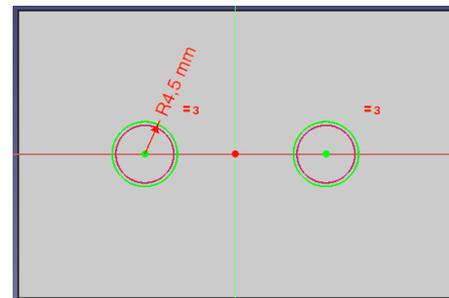
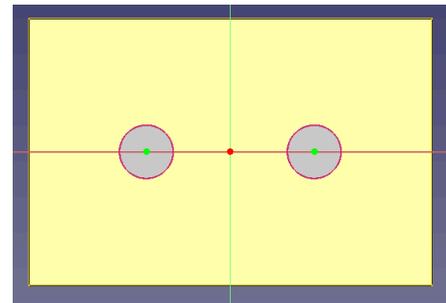
- Deaktiviere den Formbinder. (Leertaste)
- M1 auf die Unterseite des Quaders.



- Neue Skizze  erstellen.
- Aktiviere den Formbinder (Leertaste)
- Übernehme  die Lage der Kreismittelpunkte.
Dazu jeweils die Kreise anklicken
- Deaktiviere den Formbinder.
(Leertaste)
- Konstruiere zwei gleich große Kreise um die beiden Mittelpunkte und bemaße sie mit Radius 4,5 mm.

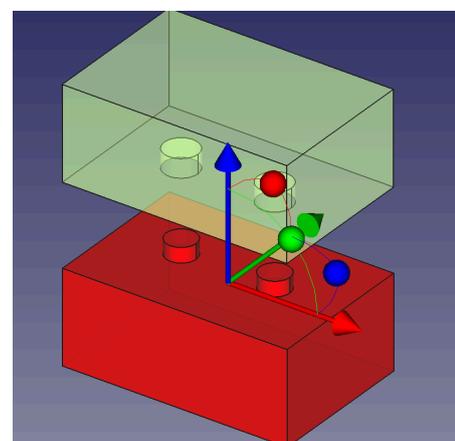
(Dieser Radius ist bewusst etwas größer gewählt, um beim 3D-Druck eine kleine Toleranz zu haben.)

- Schließe die Skizze.
- Erzeuge eine Tasche mit der Tiefe 5mm.



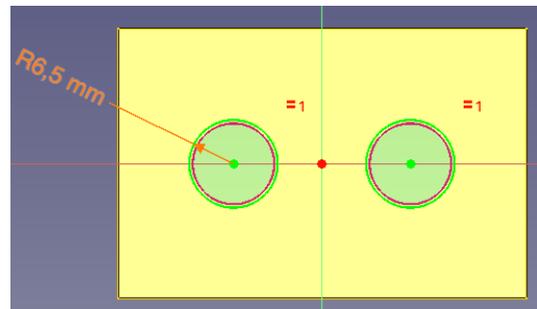
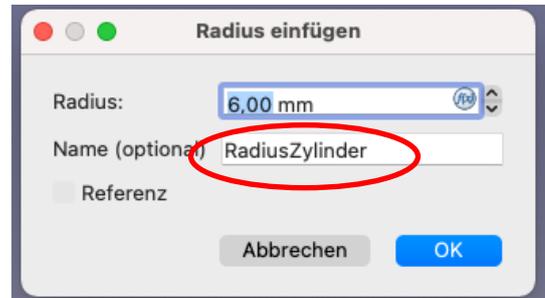
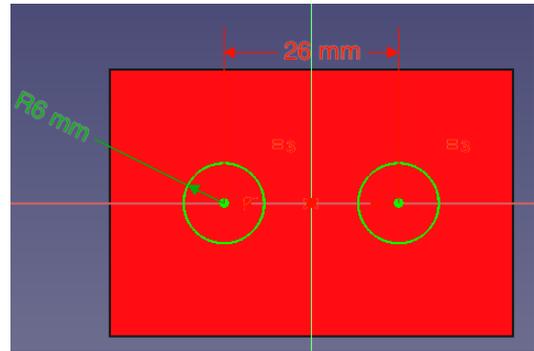
4.) Änderung der Darstellung

- Ändere die Farbe und die Transparenz des oberen Legosteins.
(Rechtsklick auf **Body Legosteine oben / Darstellung**)
- Verschiebe den oberen Legostein:
(Rechtsklick auf **Body Legosteine oben / Transformieren**)
Mit dem Mauszeiger die Pfeilspitzen greifen.



5.) Radien zueinander referenzieren

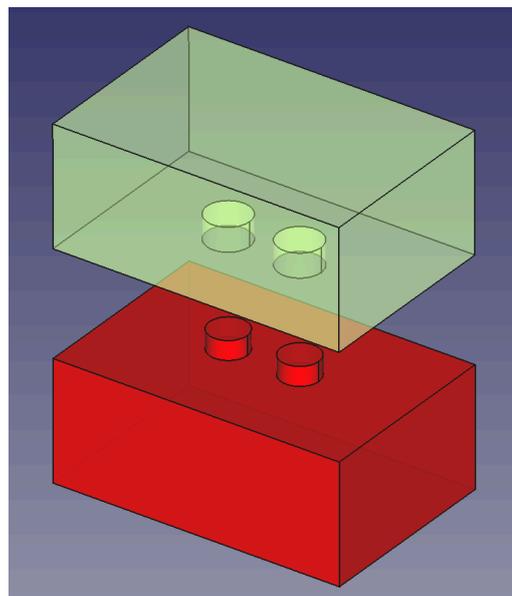
- Öffne die Skizze für die beiden Zylinder des **unteren Legosteins**.
- M11 auf die Bemaßung des Radius.
- Gib im Dialogfenster den Namen „RadiusZylinder“ ein.
- OK.
- Öffne die Skizze für die beiden Löcher im **oberen Legostein**.
- M11 auf die Bemaßung des Radius.
- Gib im Dialogfenster unter Formel  den Bezug zum Parameter RadiusZylinder ein. Addiere 0,5mm als Toleranz für den 3D-Druck.



5.) Änderung Zapfenabstand / Zapfengröße

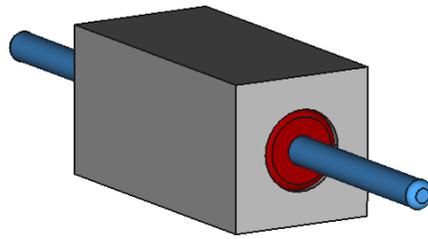
- Ändere den Abstand und / oder die Größe der beiden Zapfen.

Entweder direkt im entsprechenden Sketch oder über das Eigenschaftsfeld.
- Beobachte, wie sich nun auch der Abstand und die Größe der Löcher im oberen Legostein entsprechend ändern.



Kapitel 9

Spreadsheet



Darum geht's:

- In einem Spreadsheet (Tabelle) die Maße eines Kugellagers festhalten. Für jedes Maß ein Alias vergeben.
- In den Skizzenbemaßungen über den Alias auf die Maße des Kugellagers zugreifen.

1.) Spreadsheet anlegen

- Wechsle in den **Spreadsheet-**Arbeitsbereich
- Erstelle ein Spreadsheet
- Trage in der Spalte A die Namen aller Maße für das Kugellager ein, auf die später verwiesen werden soll.
- Trage in der Spalte B die entsprechenden Werte ein.

	A	B
1	Maße für das Kugellager	
2		
3	Kugellager Außendurchmesser	11
4	Kugellager Innendurchmesser	4
5	Kugellager Dicke	3

2.) Alias vergeben

Am Beispiel „Kugellager Außendurchmesser“:

- Rechtsklick auf Zelle B3
- Trage unter Eigenschaften / Alias „KugellagerAussendurchmesser“ ein.

Damit wird der neue Parameter **KugellagerAussendurchmesser** mit dem Wert 11 identifiziert. Das Feld B3 erscheint gelb.

Führe diesen Schritt auch für die beiden anderen Werte durch:
- KugellagerInnendurchmesser
- KugellagerDicke

Wichtig: Verwende keine Umlaute!

	A	B	C
1	Maße für das Kugellager		
2			
3	Kugellager Außendurchmesser	11	
4	Kugellager Innendurchmesser	4	
5	Kugellager Dicke	3	

Zelleigenschaften

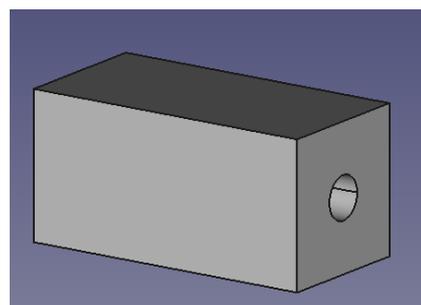
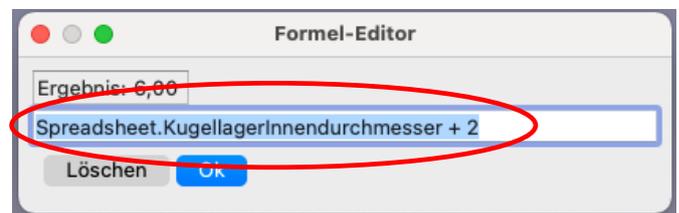
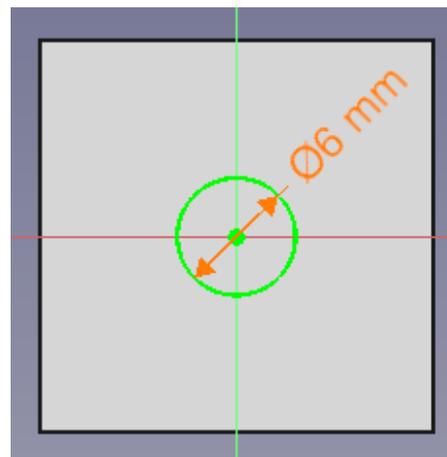
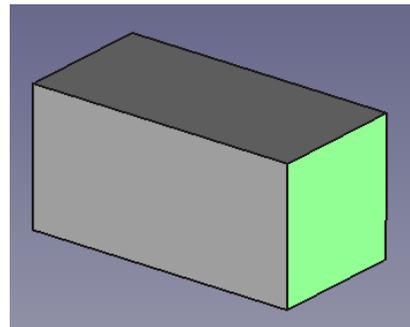
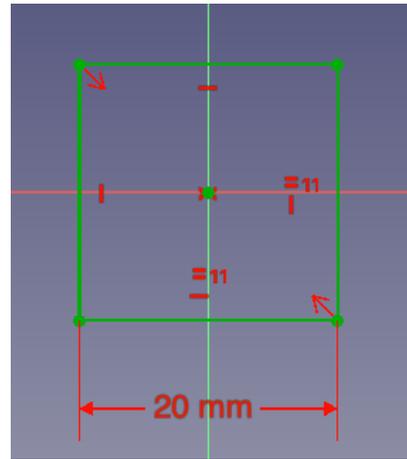
Farbe | Ausrichtung | Stil | Einheit anzeigen | **Alias**

Alias für diese Zelle:

Abbrechen OK

3.) Lager konstruieren

- Wechsle in den **PartDesign**-Arbeitsbereich.
- Beginne mit einer quadratischen Skizze  in der **YZ**-Ebene, die symmetrisch zum Ursprung ist.
- Bemaße die Kantenlänge mit 20 mm.
- Polstere die Skizze symmetrisch zur **YZ**-Ebene auf 40 mm auf.
- Erzeuge auf der rechten Seite eine neue Skizze 
- Konstruiere einen Kreis um den Mittelpunkt. Der Durchmesser des Kreises soll 2mm größer als der Kugellagerinnendurchmesser (= Achsdurchmesser) sein, damit die Achse etwas „Luft“ hat.
- Gib im Formel-Editor  den entsprechenden Bezug zum Spreadsheet ein.
- Schließe die Skizze und erzeuge eine Tasche , die durch den ganzen Quader geht.



3.) Vertiefung (Tasche) für Kugellager erstellen

- Erstelle auf der rechten Seite eine neue Skizze 

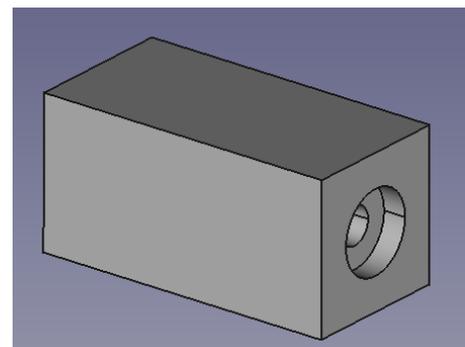
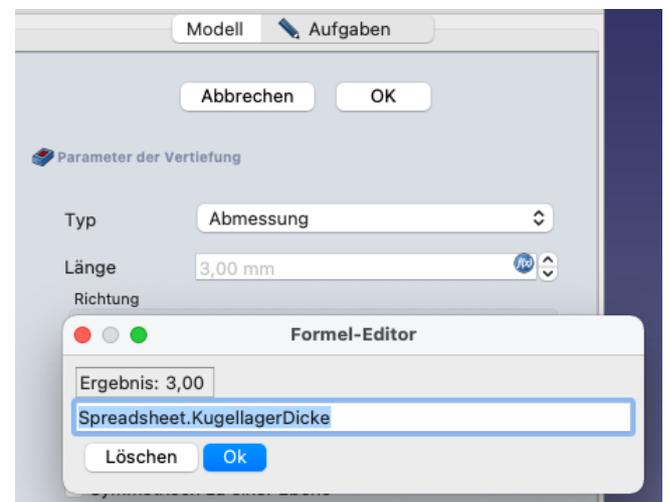
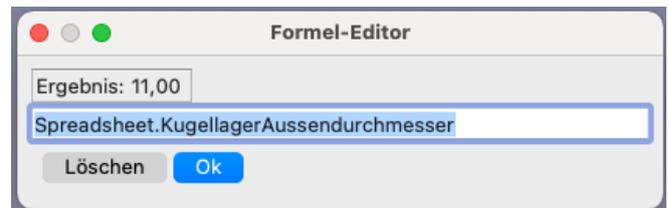
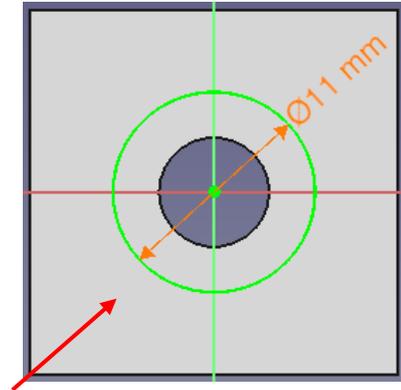
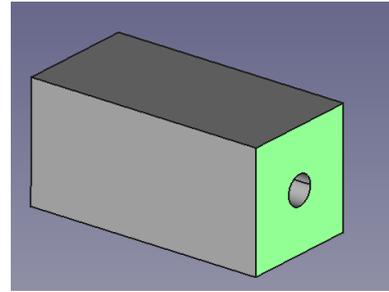
- Erstelle einen Kreis mit Mittelpunkt im Ursprung.

- Gib bei der Bemaßung  des Durchmessers im Formel-Editor  den entsprechenden Bezug zum Spreadsheet ein:

- Schließe das Dialogfenster und die Skizze.

- Erzeuge eine Tasche  und gib bei der Tiefe (Länge) im Formeleditor  den entsprechenden Bezug ein:

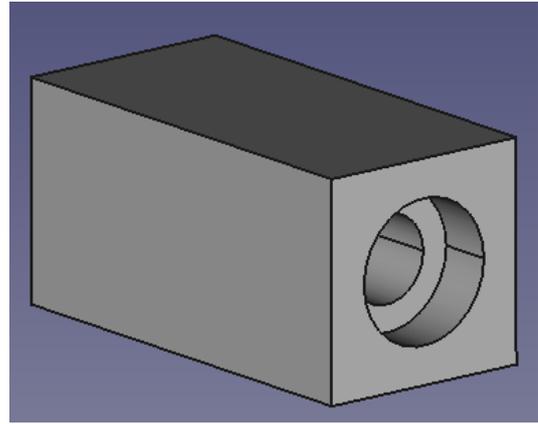
Dein Lagerbock müsste nun so aussehen:



4.) Maße im Spreadsheet ändern

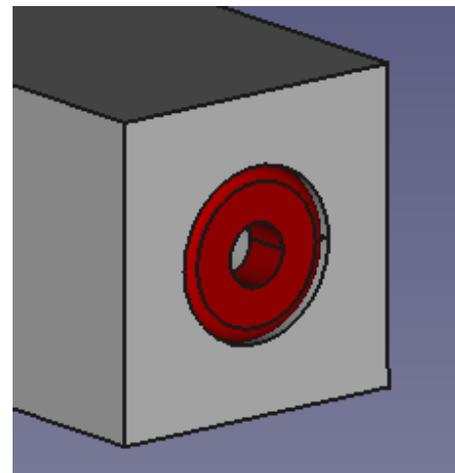
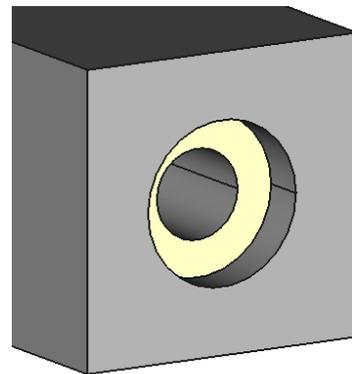
- Ändere die Maße für das Kugellager und beobachte die Änderungen in der Konstruktion:

	A	B	
1	Maße für das Kugellager		
2			
3	Kugellager Außendurchmesser	13	
4	Kugellager Innendurchmesser	6	
5	Kugellager Dicke	5	
6			



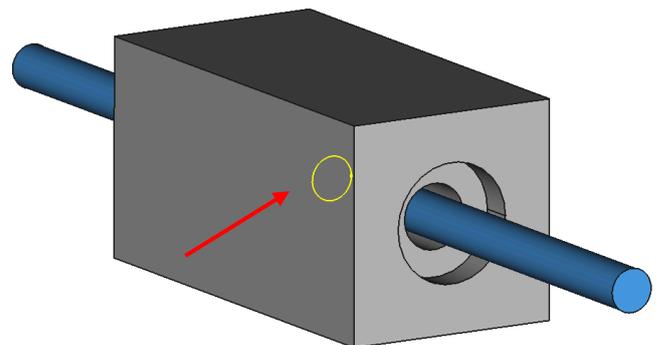
5.) Kugellager konstruieren

- Erstelle einen zweiten Body  für das Kugellager.
- Verwende den Ring (s. Skizze) als Formbinder .
- Konstruiere auf diesem Formbinder ein Kugellager:
Erstelle eine Skizze auf dem Formbinder und zeichne zwei konzentrische Kreise mit Mittelpunkt im Ursprung. Polstere die Skizze anschließend auf.
- Verwende bei der Bemaßung die Bezüge zum Spreadsheet.



6.) Achse konstruieren

- Erstelle einen dritten Body  für die Achse.
- Erstelle in der YZ-Ebene ein Kreisskizze um den Ursprung und polstere diese symmetrisch zur Ebene auf 100 mm auf.
- Verwende bei der Bemaßung die Bezüge zum Spreadsheet.



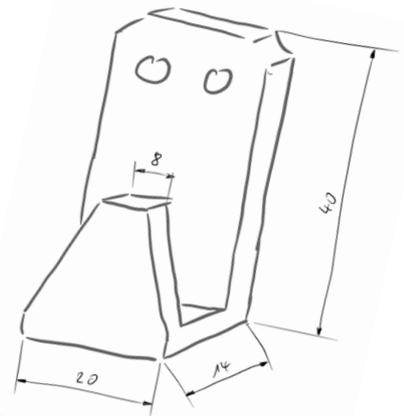
Kapitel 10

Bauteilanalyse und Miniprojekt

Darum geht's:

- Geschickte Vorgehensweise bei der Konstruktion eines Körpers
- Ein eigenes kleines Projekt umsetzen.

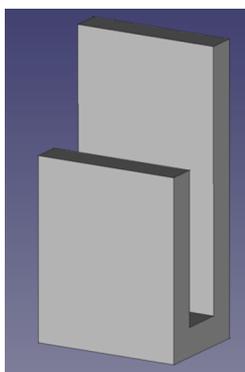
Anhand des Kleiderhakens aus Kapitel 6 wird dir hier in einigen Schritten dargestellt, wieso er auf diese Art und Weise konstruiert wurde. Die erste Idee des Kleiderhakens wurde mit einer technischen Skizze festgehalten. Nun folgt die



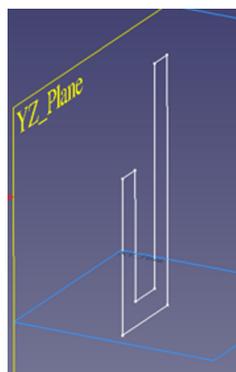
Bauteilanalyse:

- Wie könnte der Grundkörper aussehen?
- Welche Symmetrien weist der Körper auf?
- Wie könnte der Körper im Raum liegen?
In welcher Ebene wird die erste Skizze gezeichnet?
- Gibt es Teile, die z.B. gespiegelt werden können.

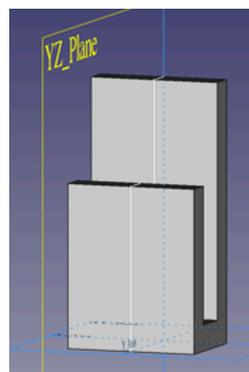
Daraus ergibt sich dann z.B. folgende Vorgehensweise:



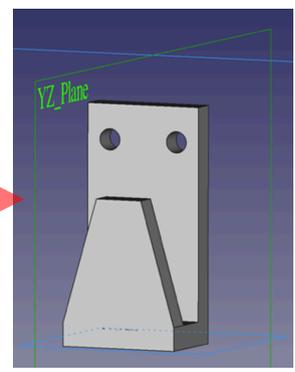
So könnte der Grundkörper aussehen.



So könnte **eine** Skizze für den Grundkörper aussehen.



Den Grundkörper **symmetrisch** zur YZ-Ebene aufpolstern.



Mit einer Spiegelung an der YZ-Ebene kann jeweils das zweite Loch oder die zweite Ecke erstellt werden.

Miniprojekt:

- 1.) Überlege dir ein eigenes Miniprojekt, z.B. die Halterung eines Ultraschallsensors.
- 2.) Skizziere deine Idee und führe anschließend eine Bauteilanalyse durch.
- 3.) Konstruiere anschließend die Halterung.



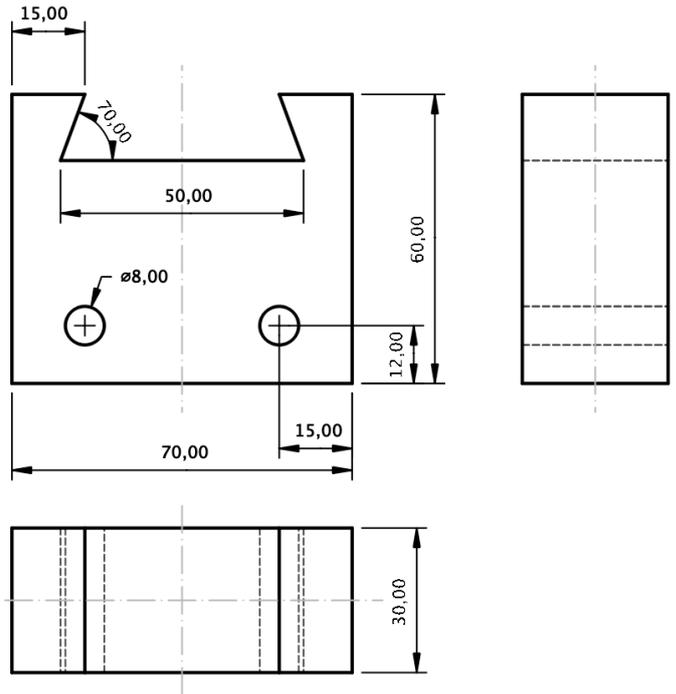
Kapitel 11

Technische Zeichnung

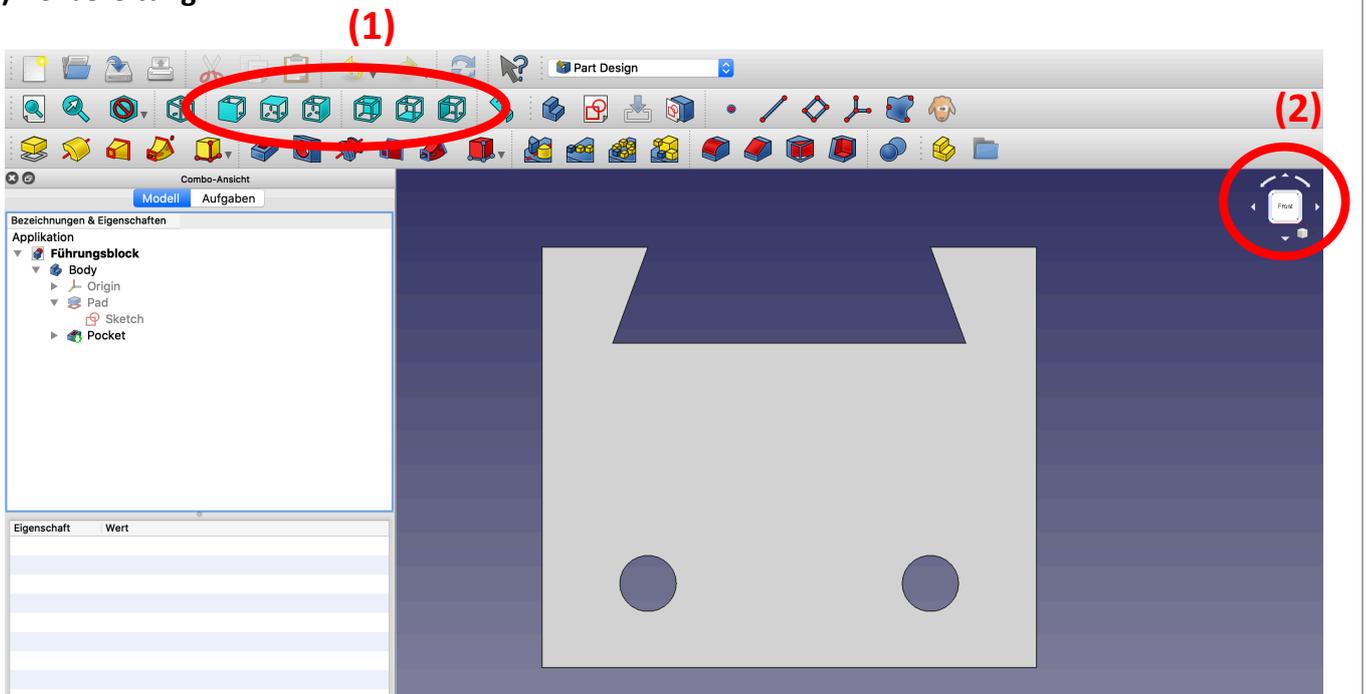
Am Beispiel des Führungsblocks

Darum geht's:

- Zeichenblatt mit verschiedenen Ansichten erstellen (Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht)
- Verschiedene Ansichten einfügen
- Anzeige von verdeckten Kanten
- Bemaßung einfügen
- Änderung der Darstellungsgröße von Mittelpunktkreuzen und Bemaßungslinien.



1.) Vorbereitung



- Öffne die FreeCAD-Datei „Führungsblock“
- Wähle mit Hilfe der Standardansichten (1) oder dem Ansichtenwürfel (2) die Ansicht deines Objekts aus, die als Vorderansicht in das Zeichenblatt eingefügt werden soll.

2.) Vorlagenauswahl (Zeichenblatt erstellen)

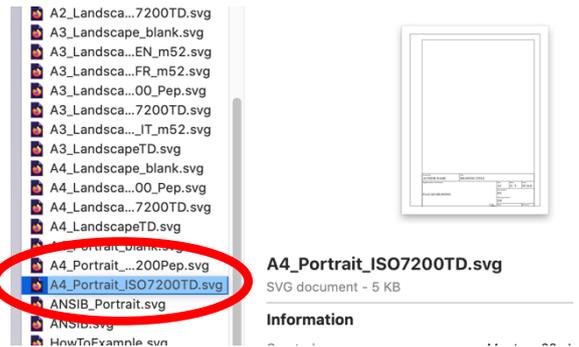
- Wechsle in den Arbeitsbereich „TechDraw“



- M1 auf  (Vorlagenauswahl)

Wähle z.B. A4_Portrait_ISO7200TD.svg aus.

In der Baumansicht kommt nun das Objekt „Page“ dazu.



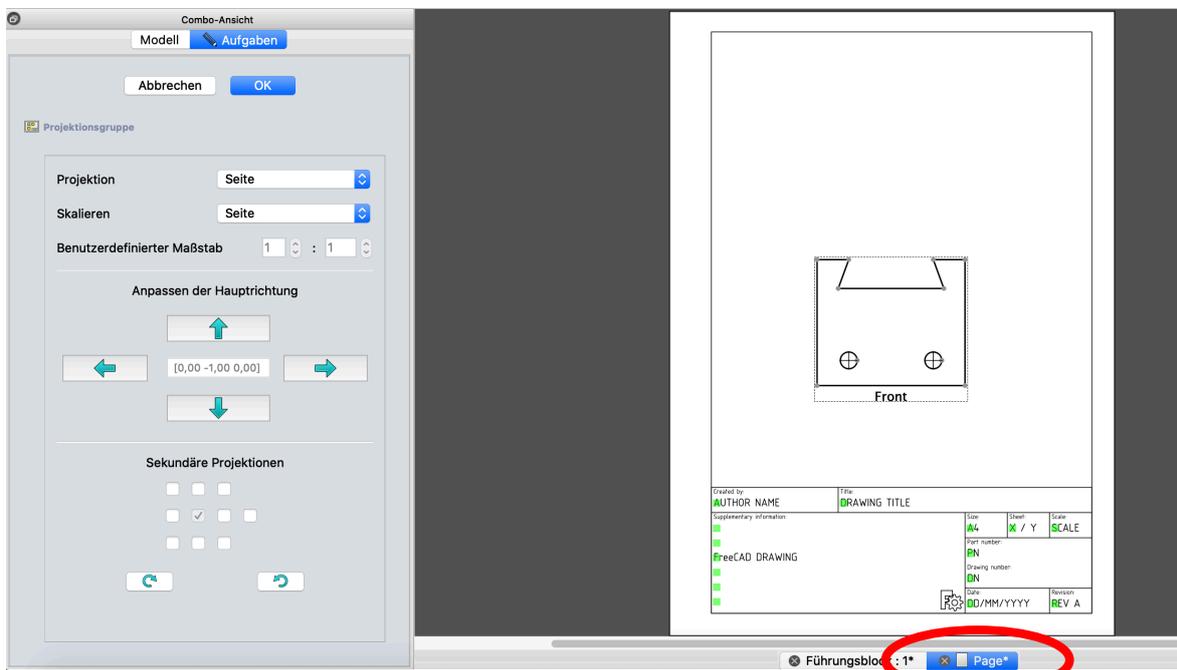
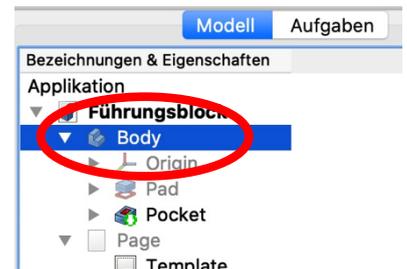
3.) (Vorder-) Ansicht einfügen

- M1 auf „Body“



- M1 auf 

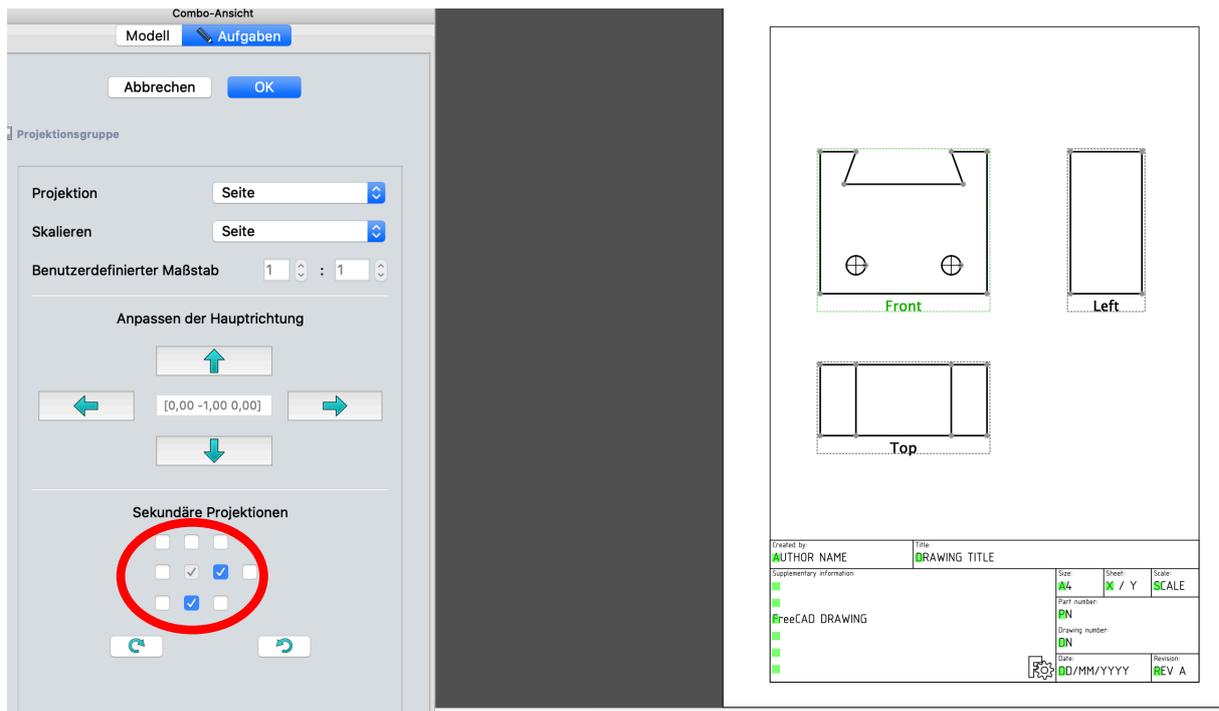
Damit wird die Vorderansicht des Objekts in die Zeichnung eingefügt.



Hinweis:

- Bei diesem Vorgang wechselt FreeCAD oftmals von der technischen Zeichnung zur Konstruktionsseite.
In diesem Fall einfach wieder „Page“ anklicken.

4.) Weitere Ansichten einfügen (Seiten- und Draufsicht)



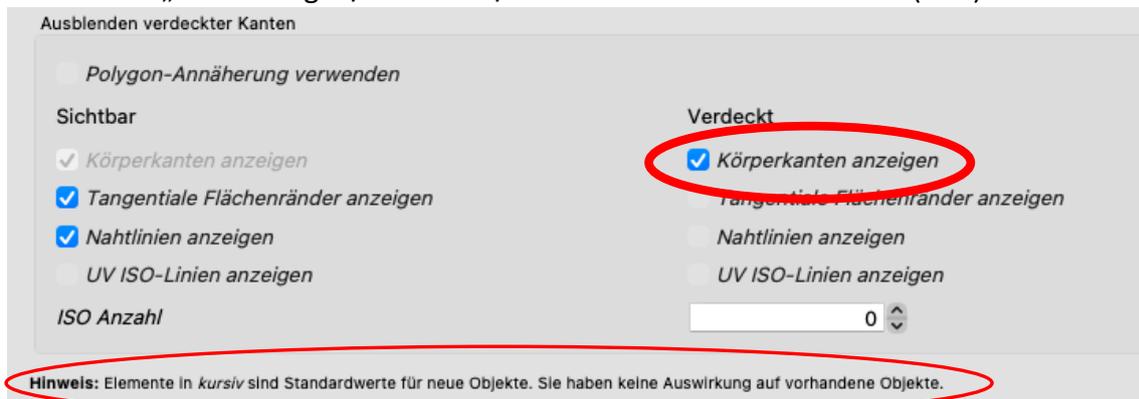
- Wähle mit „Sekundäre Projektionen“ die weiteren Ansichten aus, die eingefügt werden sollen.
- Verschiebe die Ansichten auf dem Zeichenblatt an die gewünschte Position.

5.) Anzeige von verdeckten Kanten aktivieren

- Wähle unter „Einstellungen/TechDraw/Allgemein“ die Darstellung der verdeckten Kanten als Strichlinie:

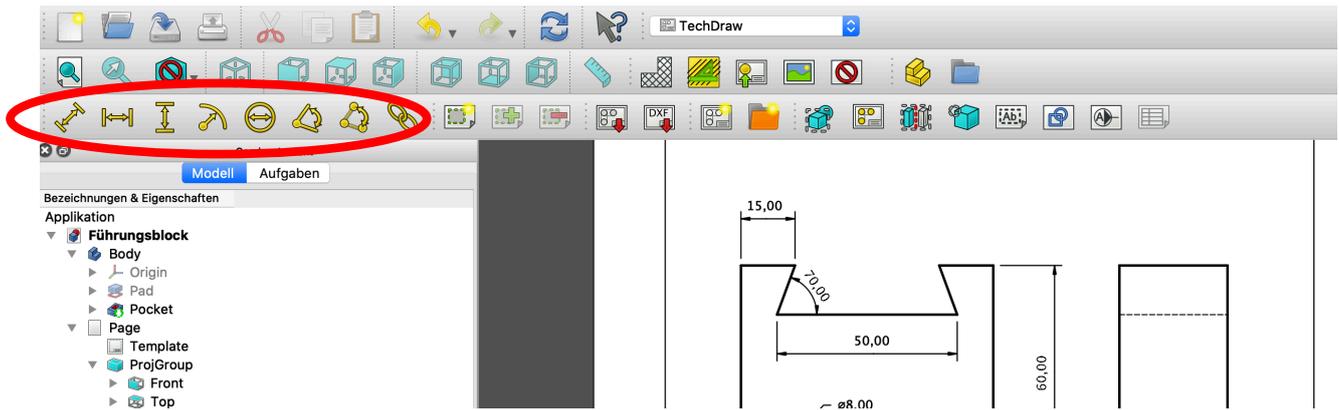


- Setze unter „Einstellungen/TechDraw/Ausblenden verdeckter Kanten(HLR)“ ein Häkchen:



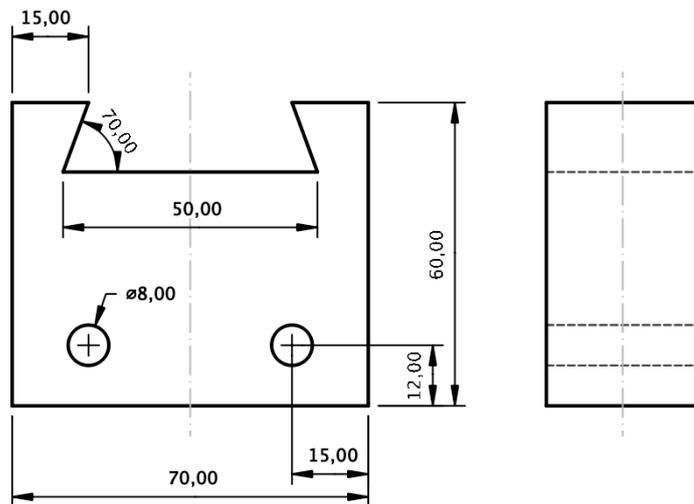
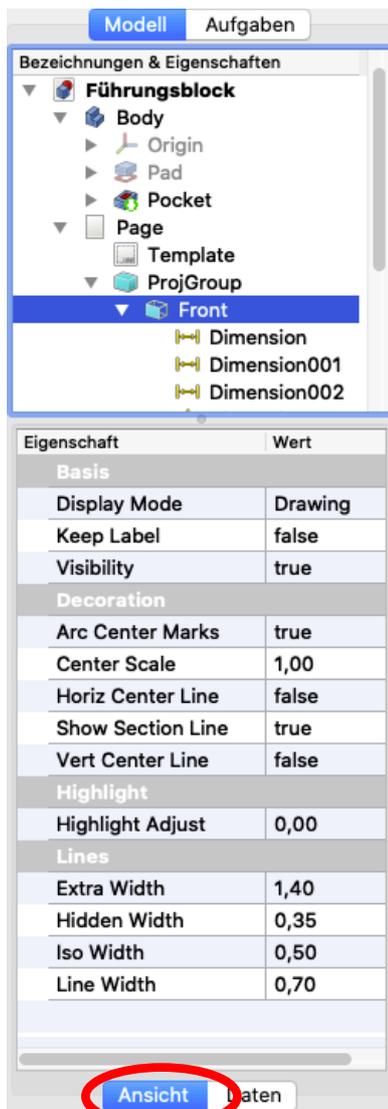
- Nun die Ansichten erneut einfügen. (siehe 4.) Häkchen bei „sekundäre Projektion“ erneut setzen)

6.) Bemaßung einfügen



- M1 auf die zu bemaßende Linie (oder die beiden Endpunkte)
- M1 auf das entsprechende Bemaßungswerkzeug.
- Bemaßungslinien neu anordnen, nach außen ziehen.... (M1 auf den Bemaßungswert)

7.) Überblick: Darstellungsmöglichkeiten von Körperlinien



Mittelpunktkreuze anzeigen
Größe der Mittelpunktkreuze

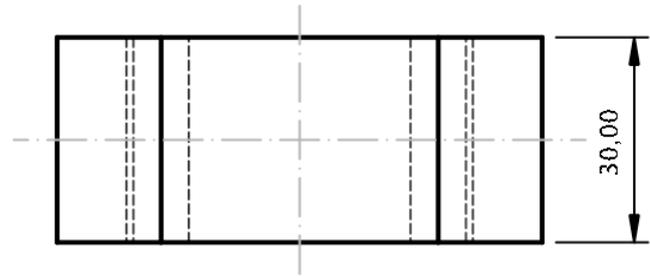
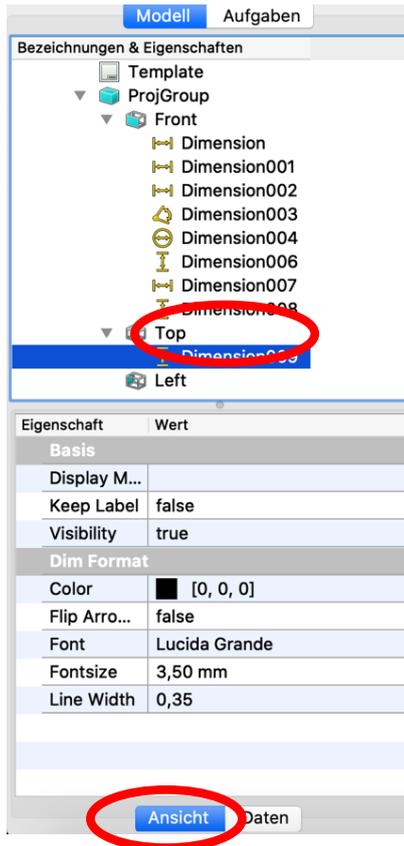
Symmetrielinie horizontal

Symmetrielinie vertikal

Liniendicke Verdeckte Kanten

Liniendicke Körperlinien

8.) Überblick: Darstellungsmöglichkeiten der Bemaßungslinien



Farbe der Bemaßung
Pfeilrichtung
Schriftart
Schriftgröße
Liniendicke der Bemaßung

10.) Pfeilform und -größe ändern, Format und Größe der Bemaßung ändern

- Unter „TechDraw/Bemaßungen“ kann die Pfeilform und -größe geändert werden:



- Auch die Größe und Form der Bemaßung kann hier angepasst werden.

11.) Ausfüllen des Datenblocks

Created by: Max Mustermann	Title: Führungsblock		
Supplementary information: Führungsblock	Size: A4	Sheet: 1 / 1	Scale: 1:1
	Part number: 1		
	Drawing number: 1		
	Date: 11/11/2020	Revision: REV A	

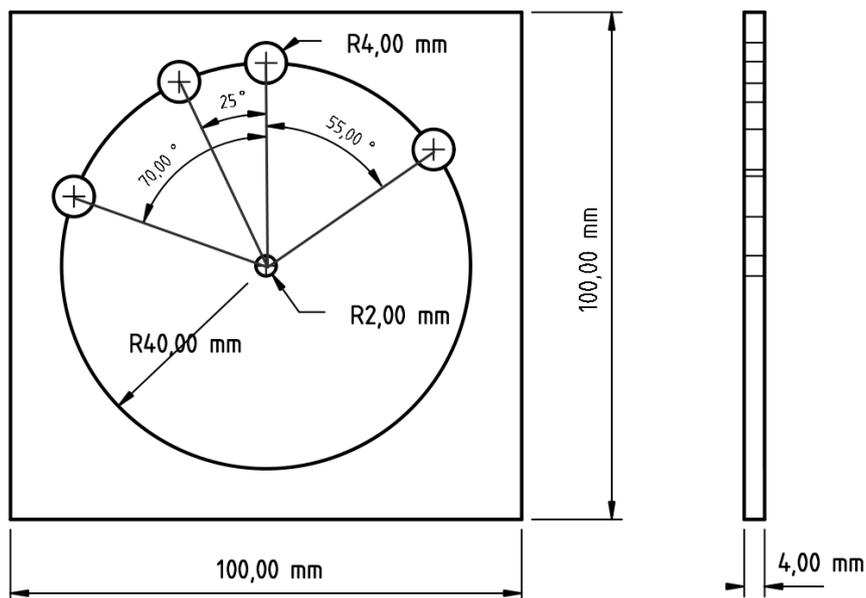
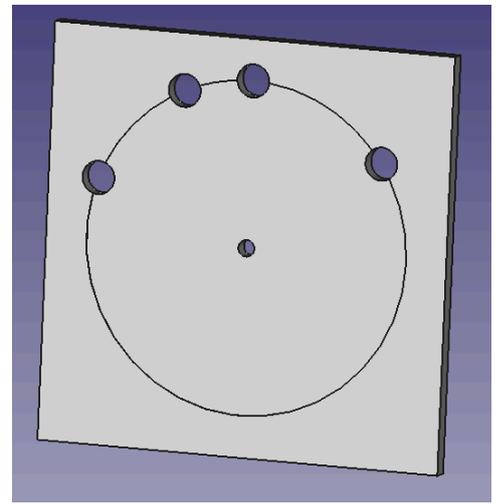
- M1 auf die „grünen Punkte“.
- Formular entsprechend ausfüllen.

Kapitel 12

Lochplatte

Darum geht's:

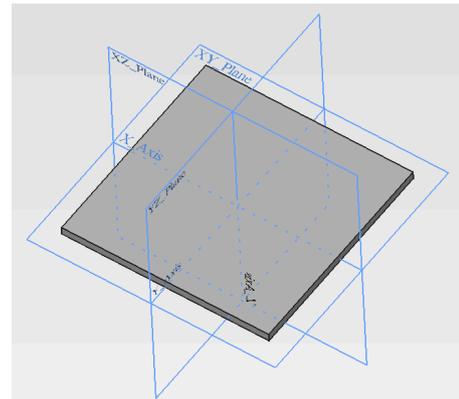
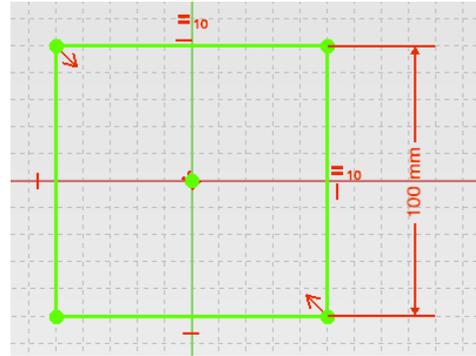
- Konstruieren mit Hilfslinien bzw. Hilfsgeometrien



Bei dieser Lochplatte liegen die 4 Löcher auf einem Kreis um den Mittelpunkt der Platte. Ihre genauen Positionen sind mit Winkeln bezüglich der vertikalen Mittellinie angegeben. (Dieses Beispiel ist rein erfunden und hat keinen ernsthaften Hintergrund. Eine Bemaßung in diesem Stil würde man vermutlich nie so machen. Mit diesem Beispiel sollst du den Einsatz von Hilfsgeometrien kennen lernen).

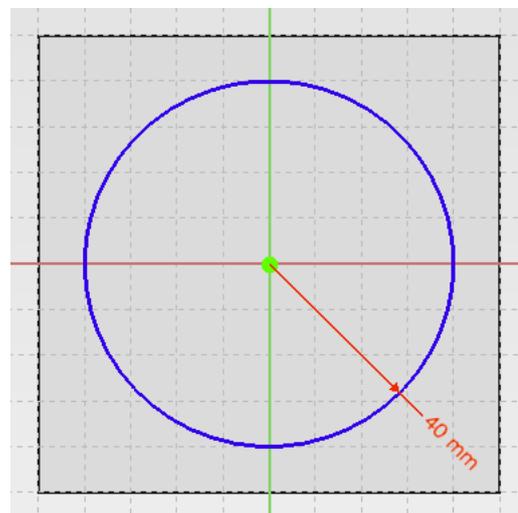
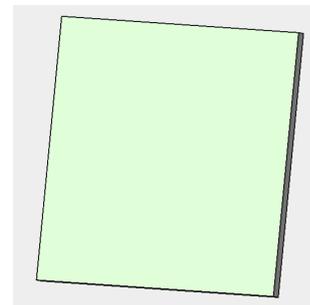
1.) Modellierung der Platte

- Beginne ein neues Dokument 
- Wähle den Arbeitsbereich **Part-Design**.
- Neue Skizze  in der XY-Ebene.
- Konstruiere ein zum Ursprung symmetrisches Rechteck .
- Erzeuge für die obere und rechte Kante eine Gleichheitsbeschränkung .
- Bemaße das Quadrat mit 100 mm.
- Schließe die Skizze.
- Polstere die Skizze auf 4mm auf.

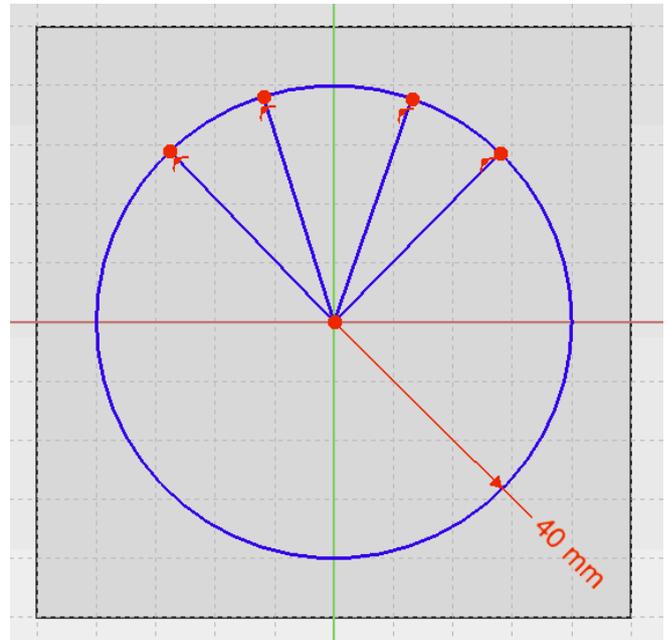
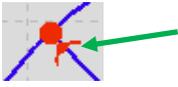


2.) Hilfs-Konstruktionsmodus

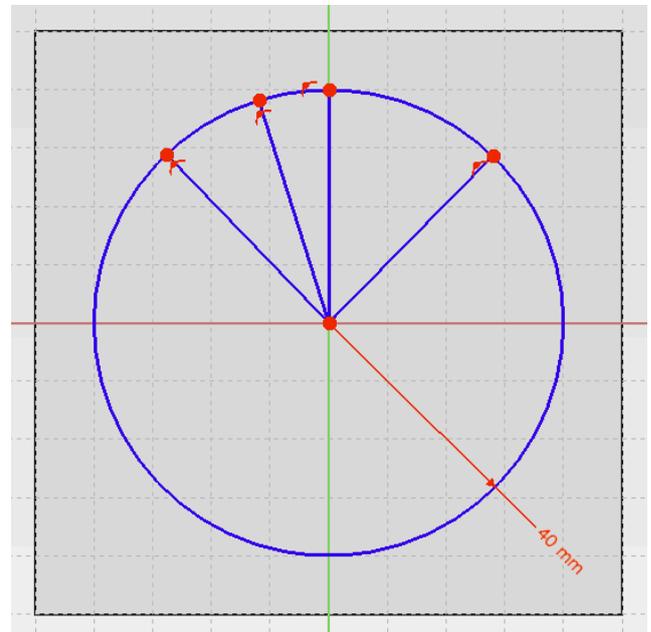
- Erzeuge mit  eine neue Skizze auf der Oberseite der Platte.
- Wechsle mit  in den Hilfs-Konstruktionsmodus. Alle Konstruktionsbefehle erscheinen nun blau.
- Erzeuge mit  einen Kreis um den Ursprung (erscheint blau) und bemaße ihn mit dem Radius 40 mm.



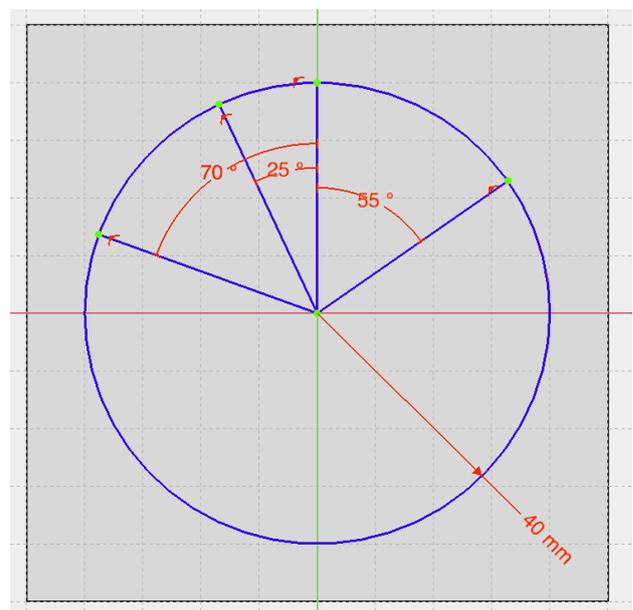
- Erzeuge mit  vier Linien mit Anfangspunkt im Ursprung und Endpunkt auf dem Kreis. Achte dabei auf das automatische Einfangen der Kreislinie



- Bringe den zweiten Punkt von rechts mit  zusätzlich auf die y-Achse. (Dazu den Punkt und die y-Achse vorher markieren).



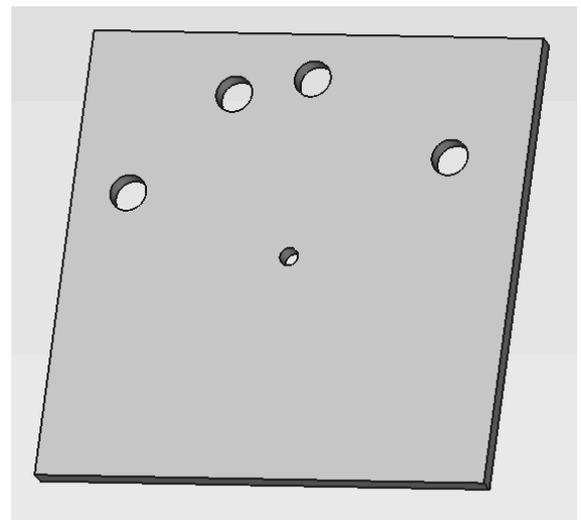
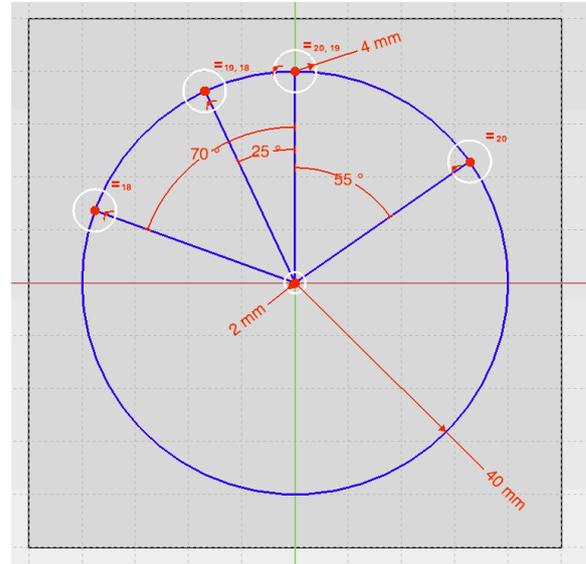
- Bemaße die Winkel mit . (Dazu die y-Achse und die entsprechende Linie markieren)



2.) Löcher erzeugen

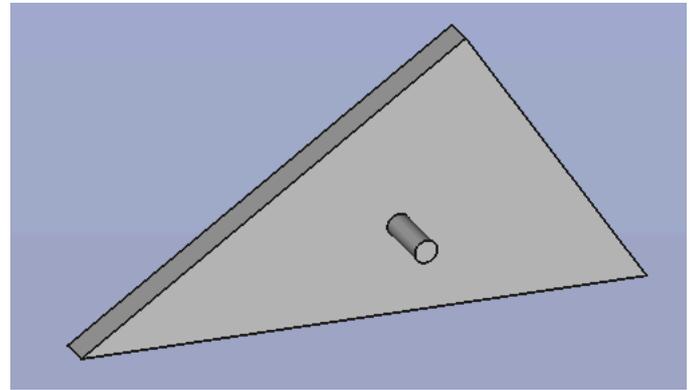
- Wechsle mit  wieder zurück in den normalen Konstruktionsmodus. Alle Konstruktionsbefehle erscheinen nun wieder weiß.
- Erstelle mit  4 Kreisskizzen um die Punkte auf dem blauen Kreis.
Erzeuge mit  eine Gleichheitsbeschränkung der 4 Radien. Bemaße sie anschließend mit 4 mm.
- Erstelle eine Kreisskizze im Mittelpunkt mit dem Radius 2 mm.
- Schließe die Skizze.
- Erzeuge mit  die Löcher in der Platte. (Durch alles durch)

Die fertige Platte sieht nun so aus:



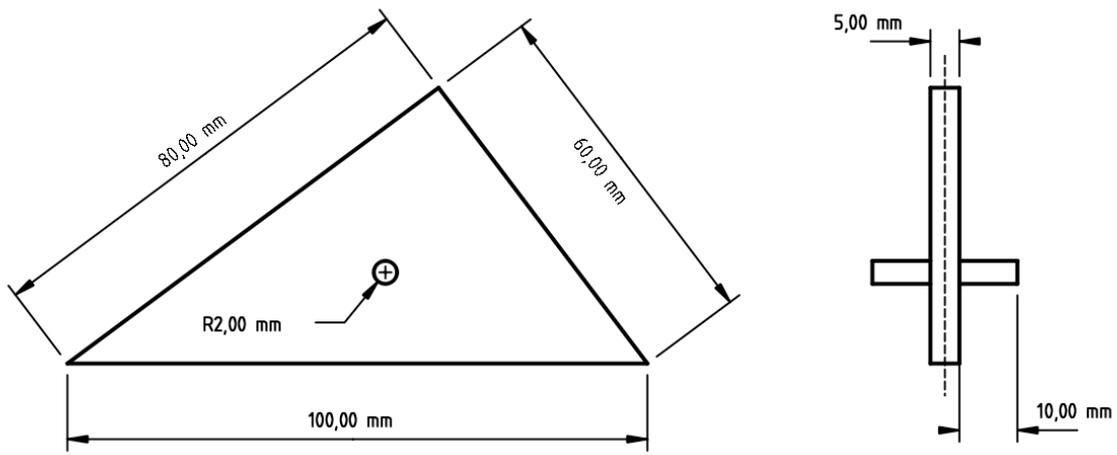
Kapitel 13

Dreiecksplatte mit Schwerpunktaufhängung



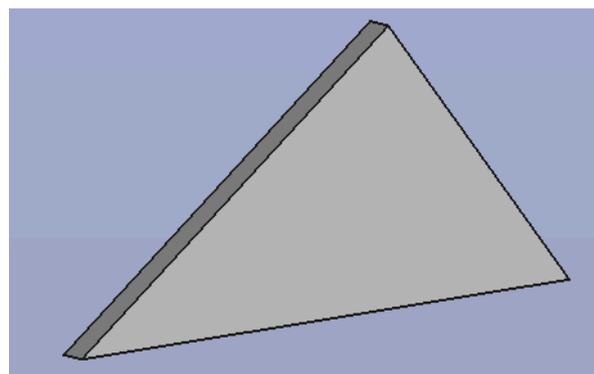
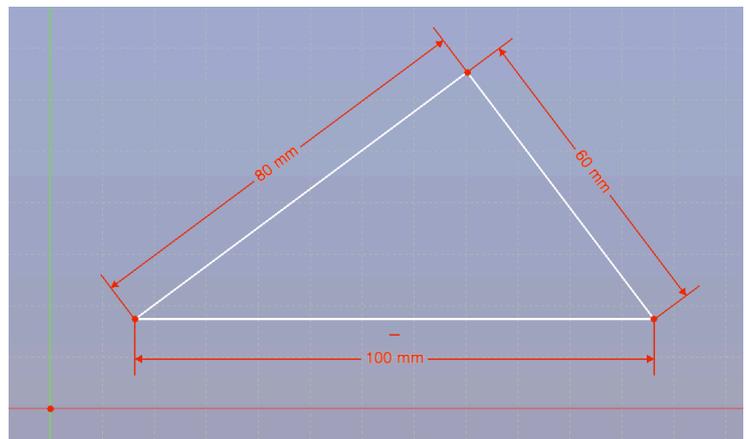
Darum geht's:

- Konstruktion des Schwerpunkts mit Hilfslinien.



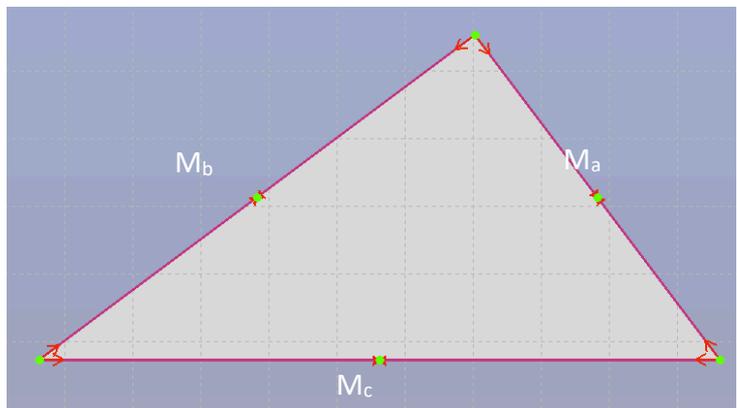
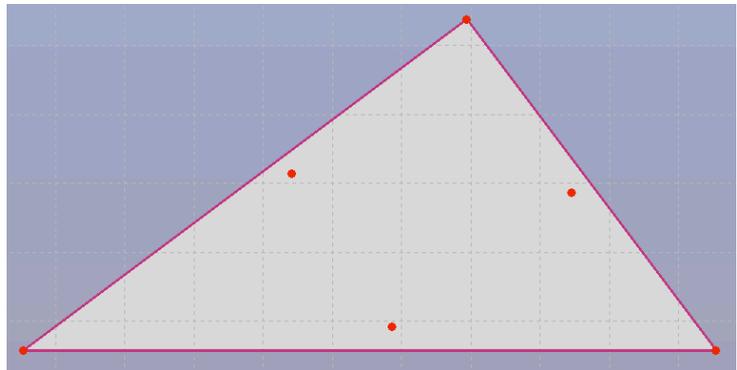
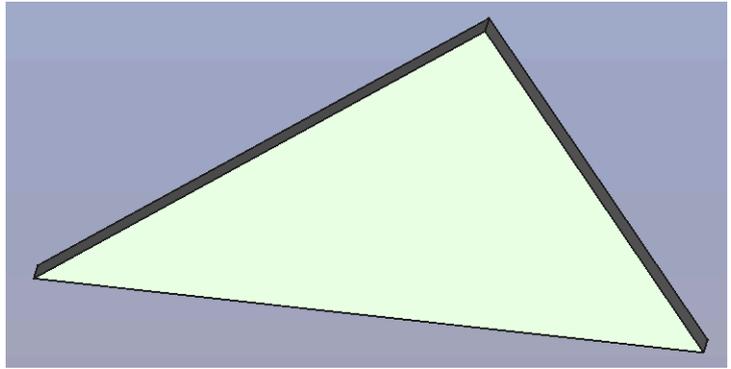
1.) Modellierung des Dreiecks

- Neues Dokument 
- Arbeitsbereich **Part-Design**
- Erstelle in der XY-Ebene eine Dreiecks- Skizze mit den Kantenlängen 80 mm, 60 mm und 100 mm.
- Polstere die Skizze auf 5 mm **symmetrisch zur XY-Ebene** auf.

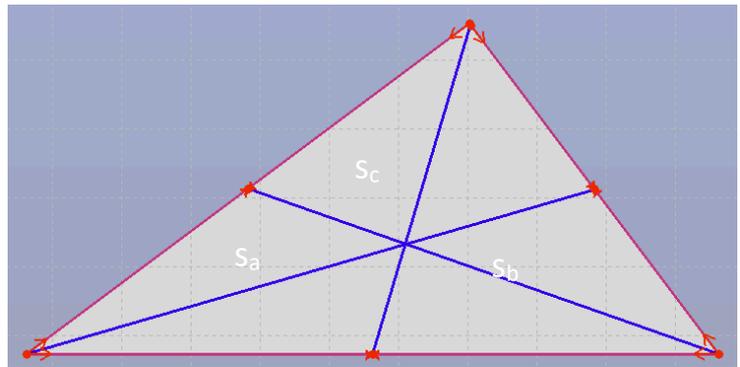


2.) Konstruktion des Schwerpunkts (mit Hilfskonstruktionslinien)

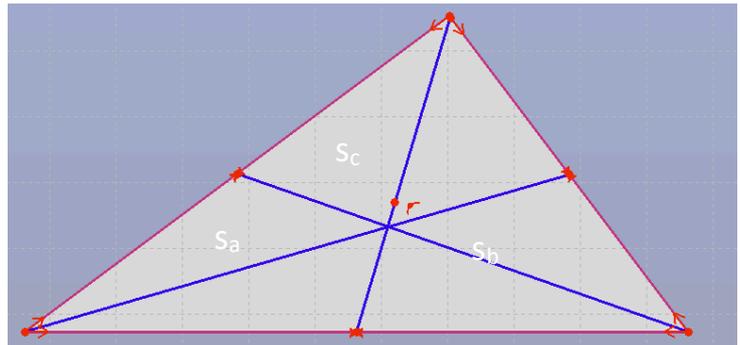
- Erzeuge mit  eine neue Skizze auf der Oberseite der Platte.
- Wechsle mit  in den Hilfs-Konstruktionsmodus. Alle Konstruktionsbefehle erscheinen nun blau.
- Wandle mit  die Dreiecksseiten in Bezugskanten um.
- Erzeuge mit  einen Punkt **neben** jeder Dreiecksseite. (Am besten in der Nähe der Seitenmitte.)
- Erzeuge mit  eine Symmetrie-Beschränkung für die Punkte:
Markiere zuerst die beiden Endpunkte einer Dreiecksseite und danach den zugehörigen Punkt.
So erhält du die Seitenmitten M_a , M_b und M_c .



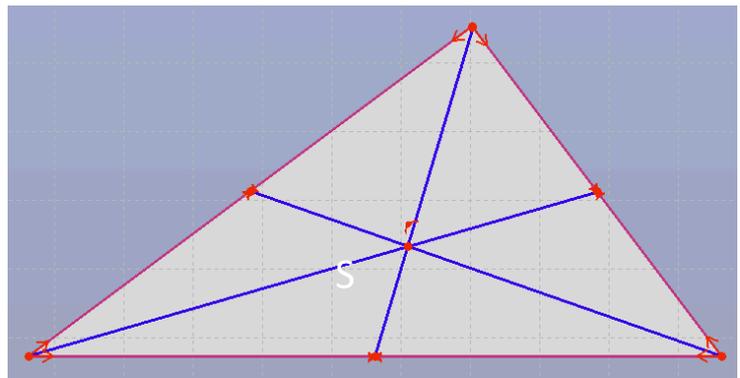
- Verbinde mit  die Eckpunkte mit den gegenüberliegenden Seitenmitten.
(→ Seitenhalbierenden s_a , s_b und s_c)



- Erzeuge mit  einen Punkt auf der Seitenhalbierenden s_c .



- Bringe den Punkt mit  zusätzlich auf die Seitenhalbierende s_a .
(Dazu den Punkt und s_a vorher markieren).

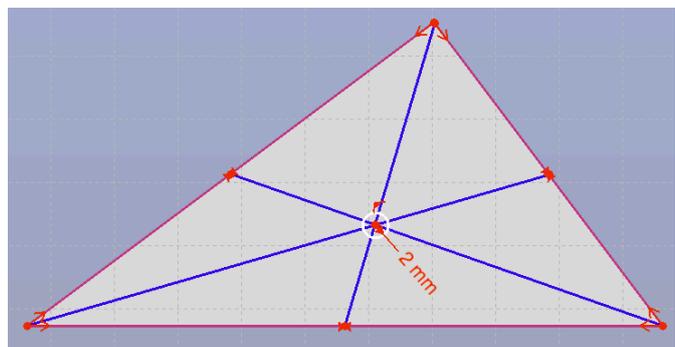


- Der Schnittpunkt der Seitenhalbierenden ist der Schwerpunkt S.

- Wechsle mit  wieder zurück in den normalen Konstruktionsmodus.
Alle Konstruktionsbefehle erscheinen nun wieder weiß.

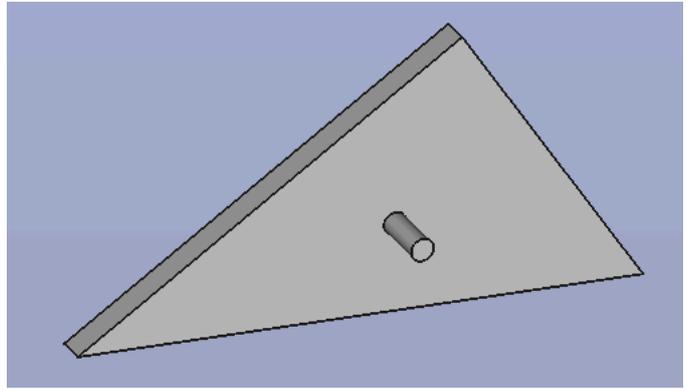


- Erstelle mit  eine Kreisskizze um den Schwerpunkt S.
Bemaße den Kreisradius mit 2 mm.

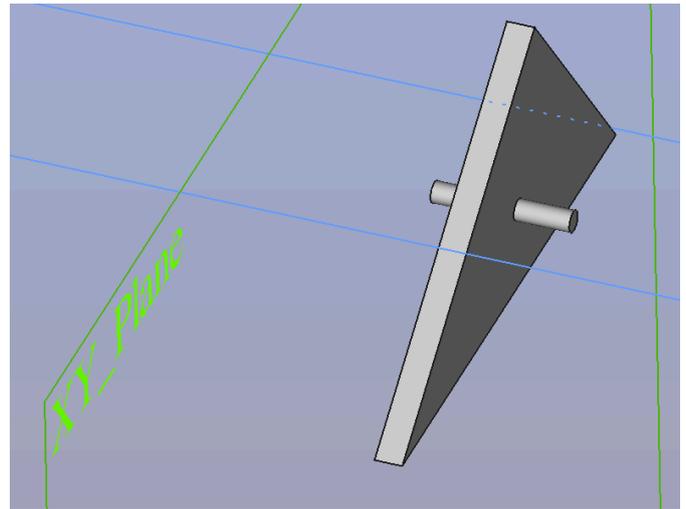


- Schließe die Skizze.

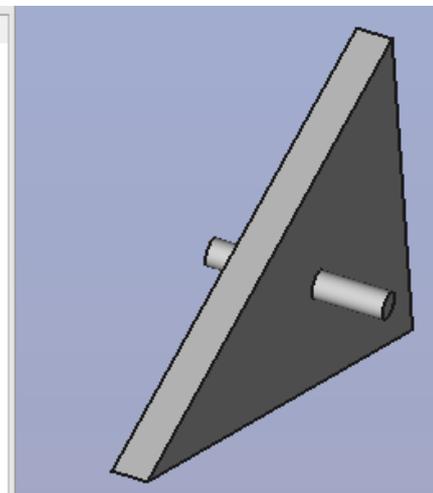
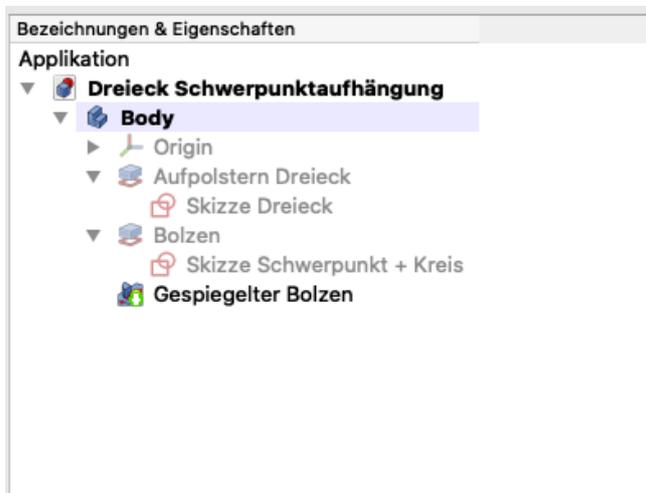
- Polstere die Skizze auf 15 mm auf.



- Spiegle mit  den Bolzen an der XY-Ebene.



So müsste das Dreieck nun aussehen:



Kapitel 14

Tipps für das Konstruieren

1. Zwischenspeicherung und Versionierung

FreeCAD legt während des Konstruierens keine automatischen Sicherungen an. Daher ist es sinnvoll, nach größeren Konstruktionseinheiten den Zwischenstand abzuspeichern. Verwende dabei am besten auch eine fortlaufende Versionsnummer. Dann kannst du später auf frühere Versionen zugreifen.

Beispiel:

Datum	Name	Versionsnummer	evtl. Kommentar was gemacht wurde
2020-05-11	Katapult_V01_	(Grundkonstruktion)	
2020-05-12	Katapult_V02_	(Wurfarm)	
2020-05-12	Katapult_V03_	(Räder)	

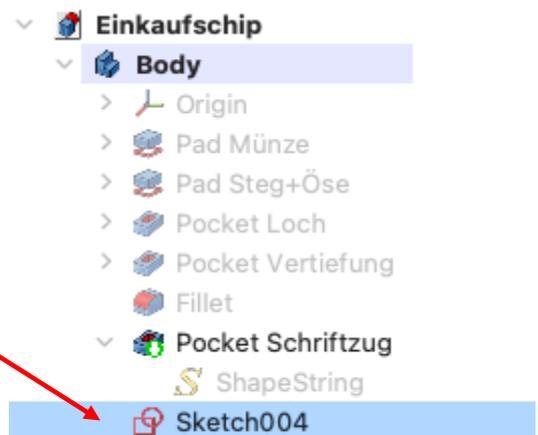
Hilfreich: Durch die feste Struktur des Namens werden die Dateien in deinem Ordner in chronologischer Reihenfolge dargestellt.

Tip: Denke auch daran, in regelmäßigen Abständen eine Sicherungskopie deiner Dateien auf einem anderen Datenträger anzulegen! Dadurch kannst du dir sehr viel Arbeit sparen, wenn z.B. einmal ein USB-Stick verloren geht.

2. Konstruktionsschritte benennen und „leere Skizzen“ entfernen.

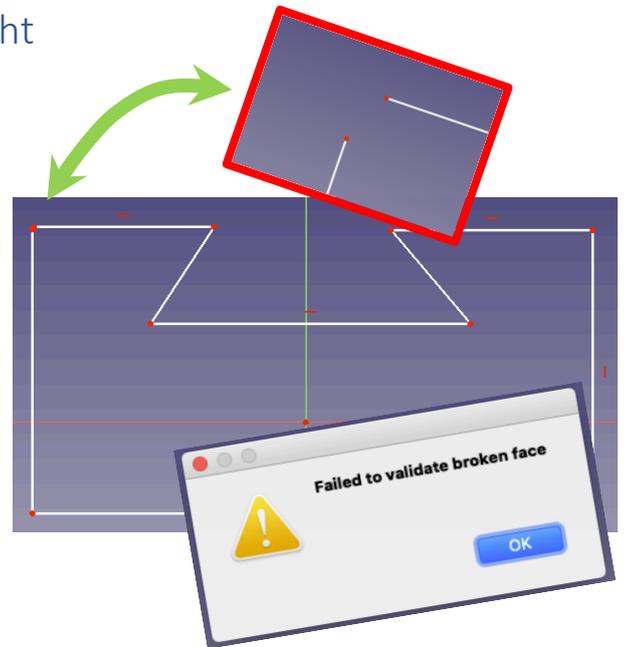
Willst du auf einen bestimmten Konstruktionsschritt zugreifen, um z.B. ein Maß zu ändern, dann hilft dir eine übersichtliche Baumstruktur, in der alle Konstruktionsschritte benannt sind.

Lösche außerdem alles „leeren“ Skizzen, die keine Verwendung finden.



3. „Körper verschwindet“ – Skizze lässt sich nicht aufpolstern

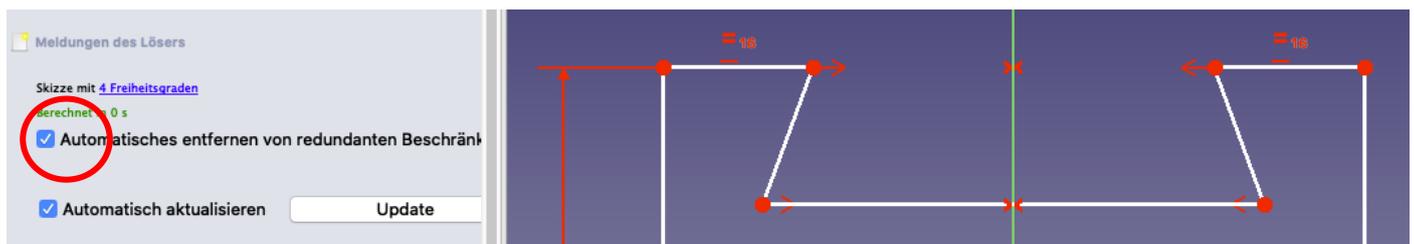
Eine Skizze muss immer aus einem geschlossenen Linienzug bestehen, damit du sie aufpolstern kannst. Manchmal sieht eine Skizze geschlossen aus, ist es aber nicht. Hier ist z.B. die linke obere Ecke nicht geschlossen. Beim Aufpolstern bekommst du eine Fehlermeldung.



Lösung: Beide Punkte anklicken und mit  (Koinzidenz) verbinden.

4. Redundante Einschränkungen

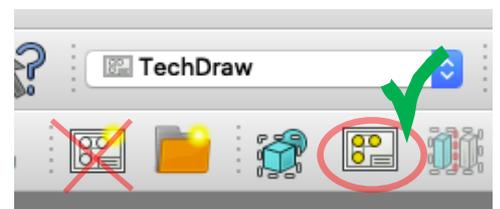
Setze, falls noch nicht geschehen, das Häkchen bei „Automatisches Entfernen von redundanten Beschr.“. Damit wird bei Beschränkungen, die sich teilweise doppeln, die aktuelle übernommen und die ältere entfernt.



5. Die falsche Schaltfläche gewählt (TechDraw)

Ansichten einfügen

Die Vorlage der Technischen Zeichnung ist angelegt, doch das ersehnte Objekt will sich nicht einfügen lassen. Stattdessen öffnet sich immer wieder eine Vorlage...



Winkel bemaßen

Hier gibt es zwei Möglichkeiten:

- 1.) Über die beiden Schenkel
- 2.) Über 3 Punkte



Bitte nicht mit der Bemaßung eines Radius verwechseln!

Kapitel 15

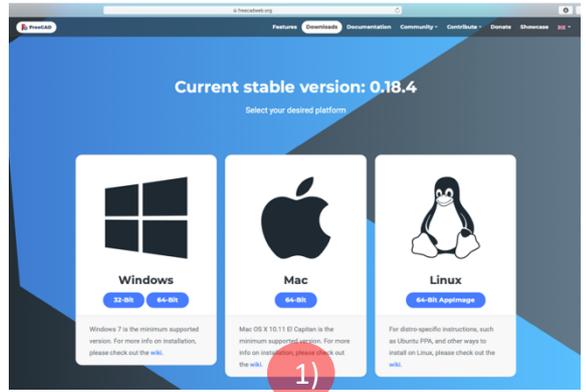
Installationshinweise

FreeCAD ist für die 3 gängigen Betriebssysteme Windows, Mac und Linux verfügbar und kann von der FreeCAD Homepage <https://www.freecadweb.org> heruntergeladen werden.

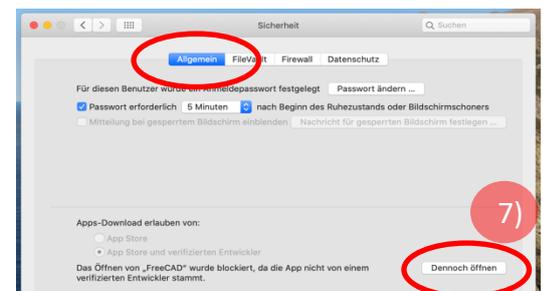
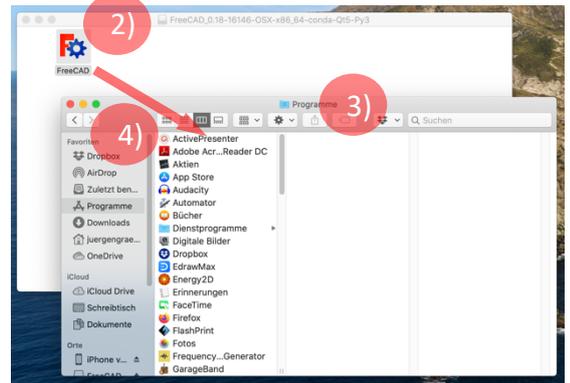
Bei Mac Os musst du etwas Besonderes beachten:

Mac OS

FreeCAD ist eine Software von einem nicht verifizierten Entwickler. In den Sicherheitseinstellungen muss daher dem ersten Start des Programms zusätzlich zugestimmt werden. Bei allen weitere Starts ist das dann nicht mehr notwendig.



- 1) Herunterladen des FreeCAD-Pakets
[FreeCAD_0.18..... .dmg](#)
- 2) Öffne das Programmpaket (Doppelklick).
In einem Fenster erscheint das FreeCAD-LOGO
- 3) Öffne ein weiteres Finder-Fenster und wechsele in den Ordner „Programme“.
- 4) Ziehe mit der Maus das FreeCAD-LOGO in den Programme-Ordner.
- 5) Öffne das Programm FreeCAD (Doppelklick)
In dem Fenster „FreeCAD“ kann nicht geöffnet werden,
klickst du auf „Abbrechen“.
- 6) Öffne die Systemeinstellungen und öffne den Bereich „Sicherheit“.
- 7) Im Reiter „Allgemein“ musst du auf „Dennoch öffnen“ klicken.
- 8) Im nächsten Fenster kannst du FreeCAD nun öffnen.

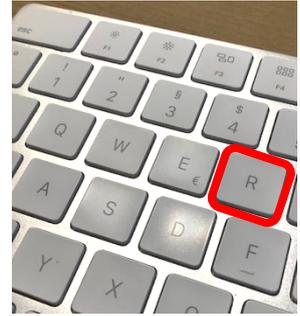


Kapitel 16

Shortcuts

Darum geht's:

- Shortcuts sind Tastatur-Befehle. Sie sind i.d.R. schneller auszuführen und beschleunigen das Arbeiten mit FreeCAD deutlich.

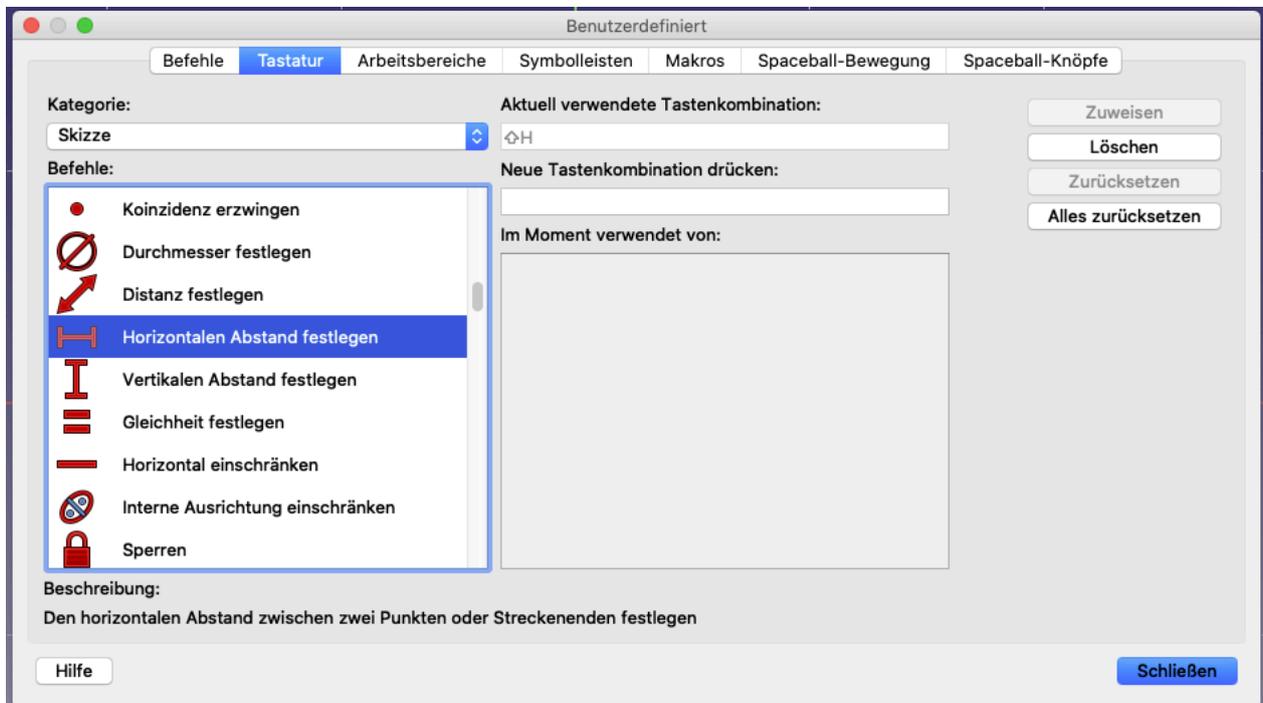


Hinweis: Shortcuts werden z.T. bei FreeCAD mit angezeigt:



Shortcuts selbst definieren

Unter „Werkzeuge/Benutzerdefiniert“ öffnet sich dieses Fenster. Unter „Tastatur“ kannst du Shortcuts verändern und erstellen.



Skizzen und Beschränkungen

Punkt		G, Y
Linie		G, L
Linienzug		G, M
Rechteck		G, R
Zentriertes Rechteck		G, V
Quadrat		G, P, 4
Regelm. Vieleck		G, P, R
Kreisbogen		G, A
Kreis		G, C
Bezugskante		G, X

Bemaßung

Horizontale Bemaßung		L
Vertikale Bemaßung		I
Entfernung		K, D
Durchmesser		K, O
Radius		K, R
Autom. Radius/Durchm.		K, S
Winkel		K, A

Einschränkungen

Punkt-Koinzidenz		C
Punkt-auf Linie		O
Vertikal		V
Horizontal		H
Parallel		P
Senkrecht		N
Tangential		T
Gleichheit (Länge, Radius, ...)		E
Symmetrie		S
Achsausrichtung entf.		Z, R

Ansichten

Einpassen		V, F
Orthogr. A.		V, O
Perspekt. A.		V, P
Front /Top /...		1 / 2 / ...
Isometrisch		0
Darstellungsarten	Original Flache Linien Schattiert Drahtgitter Punkte Versteckte Linie Keine Schattierung	V, 1 V, 2 V, 3 V, 4 V, 5 V, 6 V, 7

Tipp:

Drucke diese Seite aus, laminiere sie und stelle sie an deinem Arbeitsplatz auf. So hast du die Shortcuts immer im Blick!

Die Halterung dafür kannst du dir recht einfach selbst konstruieren und ausdrucken 😊

