

FreeCAD Anleitung II

Fortgeschrittene Konstruktionen und Baugruppen

JÜRGEN GRÄBER



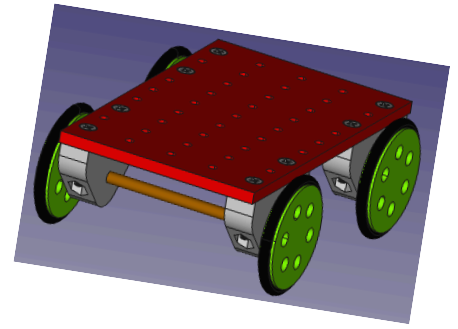
2020-5-21

Inhaltsverzeichnis

Projekt Carry – Ein Transportfahrzeug	2
Projekt Uhr	2
Video-Tutorials	2
Kapitel 1	3
Chassi	3
• Muster erzeugen mit dem „Mehrfach-Transformationstool“	3
Kapitel 2	7
Rad	7
• Rotationskörper erstellen	7
• Polares Muster erzeugen	7
Kapitel 3	11
Radlager	11
• Geschlossener Linienzug (geschickt!)	11
• Mit Hilfeebenen arbeiten	11
Kapitel 4	17
Achse und Schrauben	17
• Arbeiten mit geometrischen Körpern.	17
• Zusätzlichen Arbeitsbereich „Fasteners“ (Schrauben) installieren.	17
Kapitel 5	20
Carry	20
• Das Fahrzeug Carry als Baugruppe aus verschiedenen Einzelteilen zusammensetzen	20
Kapitel 6	26
Zifferblatt	26
• Regelmäßiges Achteck erzeugen	26
• Schriftzug erzeugen mit dem „Draft“-Arbeitsbereich.	26
Kapitel 7	30
Stundenzeiger	30
• Mit dem „Trimm“-Befehl eine geschlossene Skizze erstellen.	30
Kapitel 8	32
Minutenzeiger	32
• Mit dem „Trimm“-Befehl eine geschlossene Skizze erstellen.	32
Kapitel 9	35
Uhr	35
• Eine Uhr als Baugruppe aus Zifferblatt und Zeiger zusammensetzen	35
• Die Form der Zeiger nachträglich bearbeiten und die Baugruppe aktualisieren	35

Projekt Carry – Ein Transportfahrzeug

Ziel ist es, das Fahrzeug Carry aus verschiedenen Einzelteilen zusammen zu setzen. Dazu werden zunächst alle Teile einzeln konstruiert: Chassi, Rad, Radlager, Achse, Schraube und Mutter.



Dies geschieht in den folgenden Kapiteln 1 – 4.
Dabei lernst du auch weitere wichtige Befehle kennen.

In Kapitel 5 werden alle Teile zu einer sogenannten „Baugruppe“ zusammengesetzt. Die Konstruktionsdateien der einzelnen Teile müssen sich dazu in einem gemeinsamen Verzeichnis befinden.

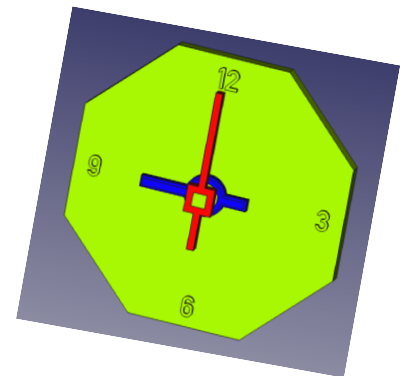
Beim Zusammenbau können einzelne Teile wie z.B. das Rad oder die Achse mehrfach eingesetzt werden.

Mehr darüber und über weitere „Tricks“ erfährst du in Kapitel 6.

Projekt Uhr

Um das Arbeiten mit einer Baugruppe zu erlernen, ist es evtl. einfacher, mit diesem Projekt zu beginnen.

(Anmerkung: Die Kapitel und Videos für Carry waren hier schon längst fertig und ich wollte sie nicht mehr ändern...)



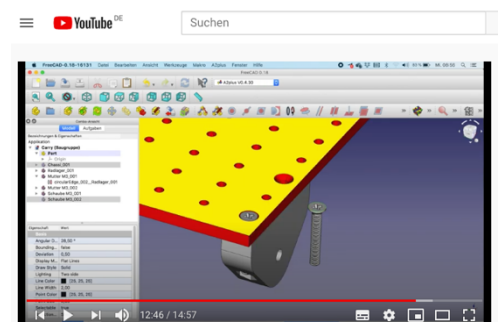
Die Uhr ist im Vergleich zum Fahrzeug „Carry“ deutlich einfacher aufgebaut. Sie besteht nur aus 3 Teilen: Dem Zifferblatt und den beiden Zeigern.

Veränderungen an den Teilen werden in den jeweiligen FreeCAD-Dateien vorgenommen. Diese werden anschließend durch eine Aktualisierung mit in die Baugruppe übernommen.

Bei der Modellierung des Zifferblatts und der Zeiger lernst du natürlich wieder neue Befehle und ein paar Tricks kennen.

Video-Tutorials

Zu den meisten Kapiteln gibt es auch ein Video:



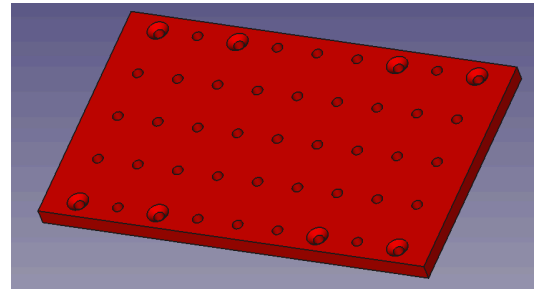
<https://www.youtube.com/watch?v=hJanMQTHAOI&list=PL2pwOSjXuHVD7ZGsTPb4MeIawQs5a3ohm>

Kapitel 1




Chassi

Darum geht's:

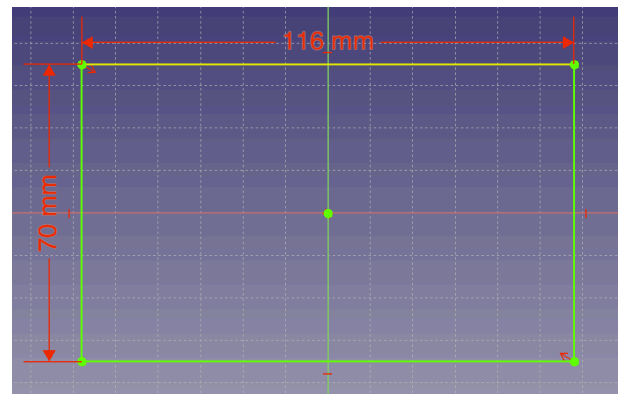
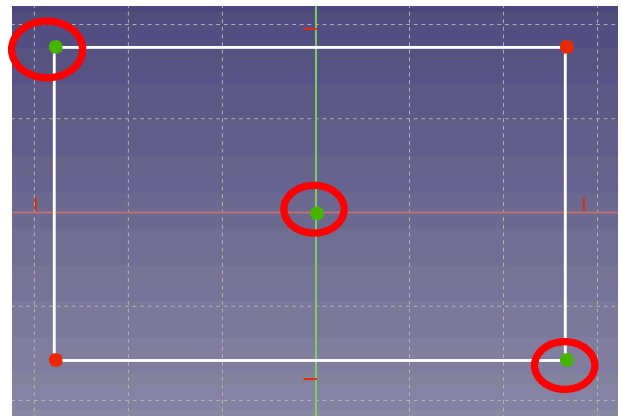
- Muster erzeugen mit dem „Mehrfach-Transformationstool“



1.) Skizze erzeugen

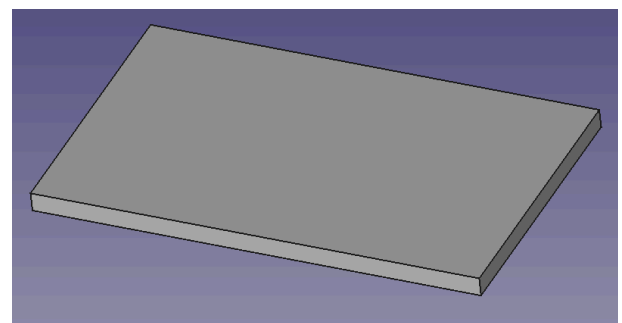
- Beginne ein neues Dokument 
- Wähle den Arbeitsbereich **Part-Design**
- Beginne mit einer neuen Skizze  in der XY-Ebene.
- Erstelle eine Rechteckskizze.
- Führe eine Symmetrie  zum Ursprung ein:
Markiere die beiden gegenüberliegenden Eckpunkte und zuletzt den Ursprung.
Die Reihenfolge ist wichtig!

- Bemaße die Skizze:



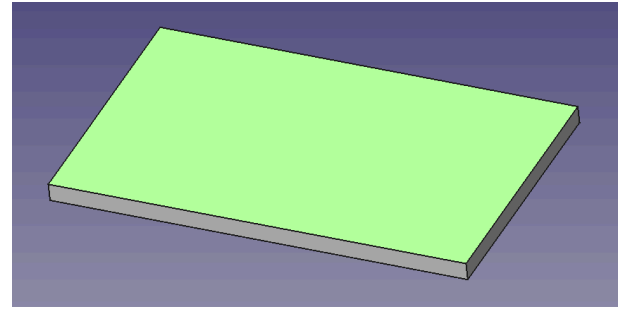
2.) Skizze aufpolstern


- Schließe die Skizze und polstere sie auf (5mm).

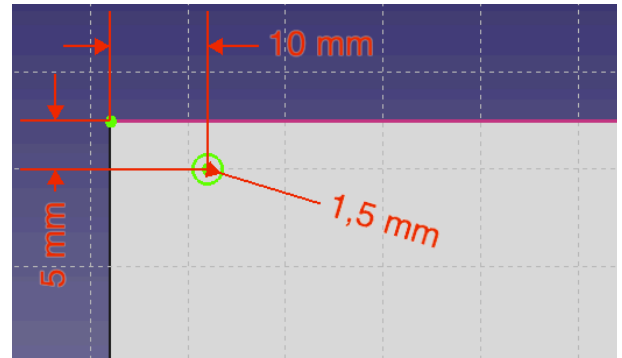


3.) Loch erzeugen

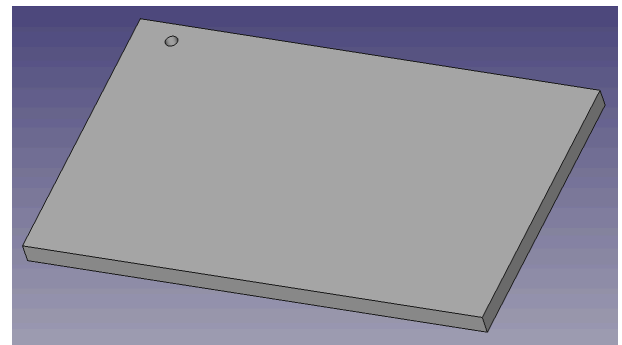
- Erstelle auf der Oberseite eine neue Skizze



- Wandle mit  die obere Kante zu einer Bezugskante um.
- Erstelle eine Kreisskizze an der linken oberen Ecke und bemaße sie entsprechend.

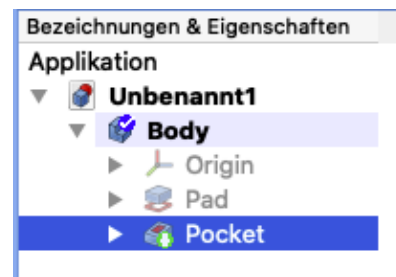


- Schließe die Skizze und erzeuge eine Tasche „durch alles“.



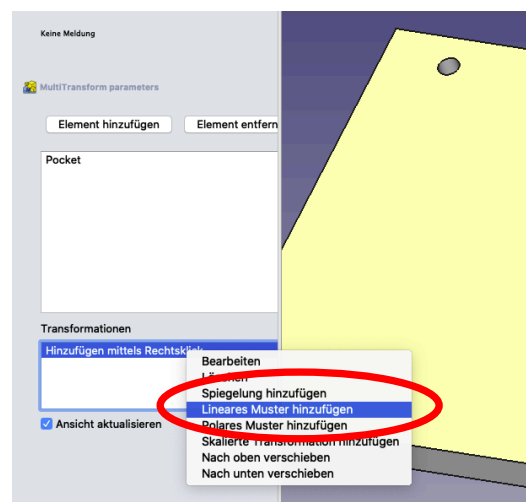
4.) Lochmuster erzeugen

- Markiere „Pocket“ (also das Loch) in der Baumansicht.



- M1 auf  (Mehrfachtransformation)

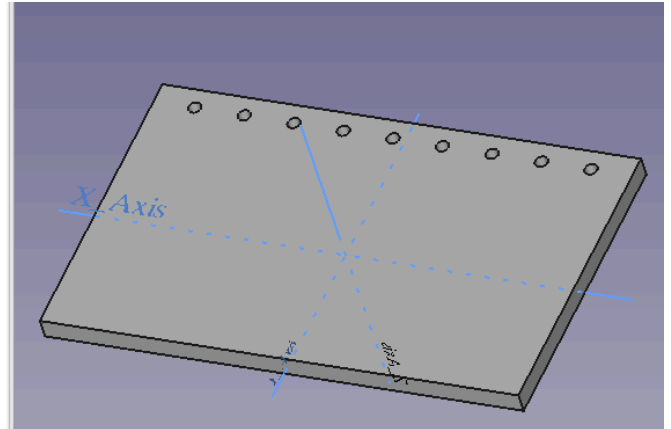
- M2 Im Feld „Transformationen“ und „Lineares Muster“ hinzufügen auswählen.



Auf einer Gesamtlänge von 96 mm sollen 9 Löcher entstehen.

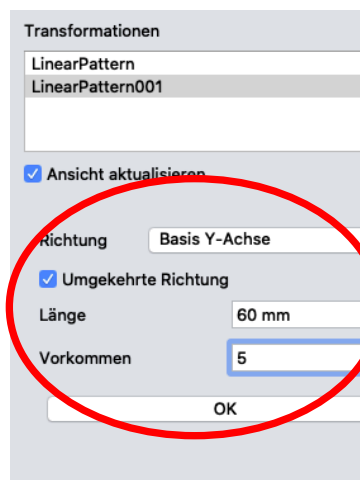


Der Abstand zwischen den Lochmittelpunkten beträgt:
 $96 \text{ mm} : 8 = 12 \text{ mm}$

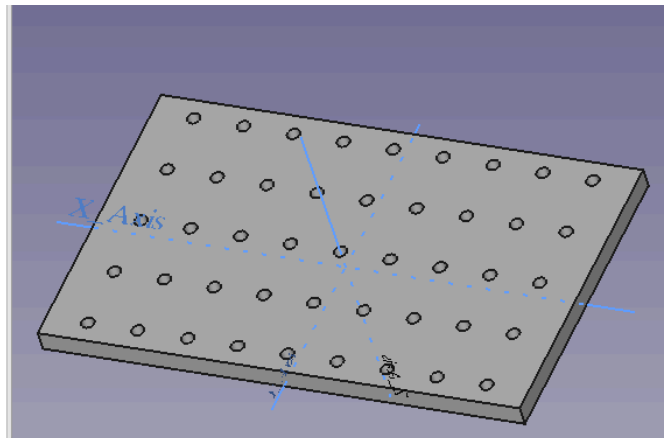


- M2 Im Feld „Transformationen“ und ein weiteres „Lineares Muster“ hinzufügen.

Trage die Richtung und Werte entsprechend ein.



Der Abstand zwischen den Lochmittelpunkten beträgt:
 $60 \text{ mm} : 4 = 15 \text{ mm}$

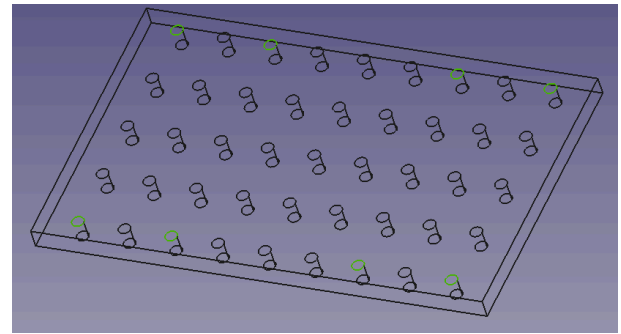



- Schließe mit OK. (ganz oben)

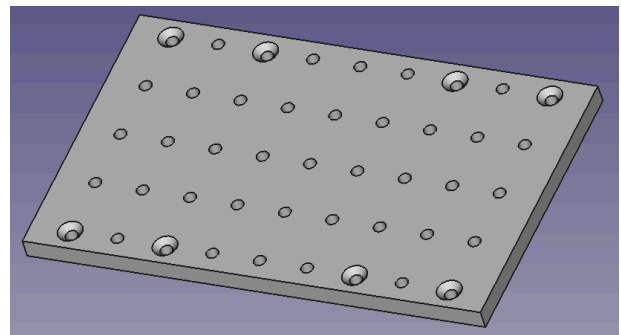
5.) Senkungen

Damit die (Senkkopf-) Schrauben später ganz in der Platte verschwinden, werden diese Löcher angesenkt.

- Wähle im Drahtgittermodus alle Kreise aus, an denen die Senkung vorgenommen werden soll.

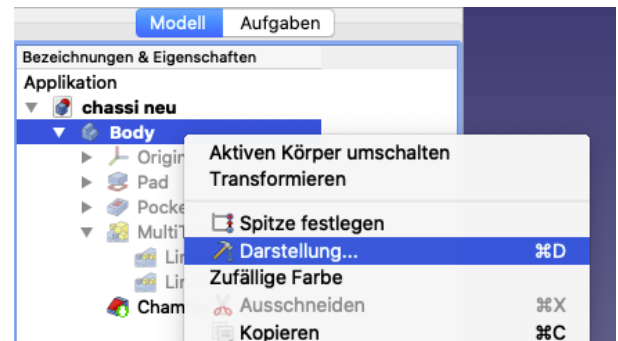


- Führe mit  die Senkung (Kantenbrechung) durch. (1,5mm)
- Wechsle wieder in die Normalansicht.



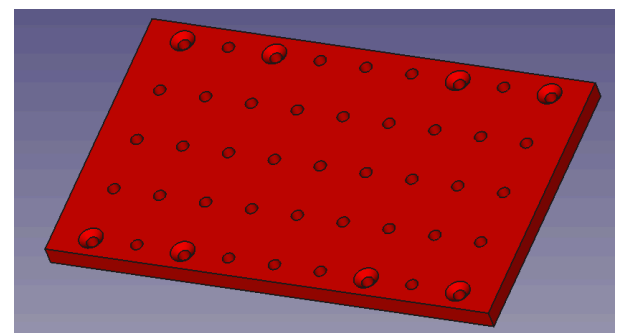
6.) Farbe wählen

- M2 auf „Body“ in der Baumannsicht.
- Im Menü Darstellung die Flächenfarbe auf rot setzen.



Dein Chassi müsste nun so aussehen.

- Lege ein Verzeichnis „Carry“ an und speichere dort das Chassi unter „Chassi.FCStd“ ab.

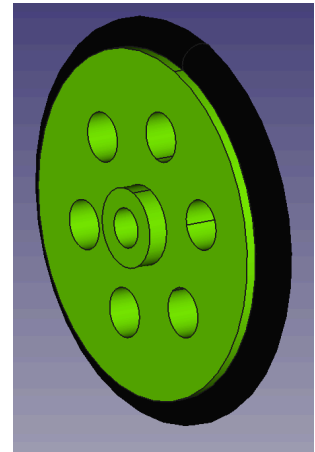


Kapitel 2

Rad

Darum geht's:

- Rotationskörper erstellen
- Polares Muster erzeugen

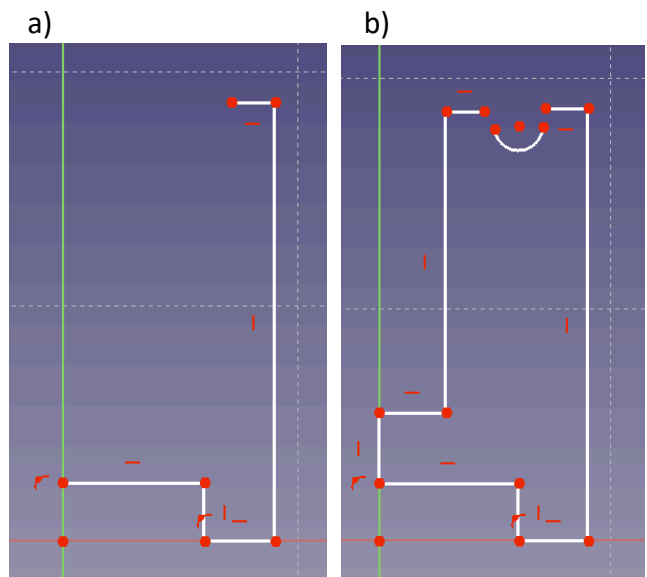


1.) Skizze erzeugen

- Beginne ein neues Dokument
- Wähle den Arbeitsbereich **Part-Design**
- Erstelle eine neue Skizze in der **XZ-Ebene**.
- Erstelle mit und folgende Linienzüge.

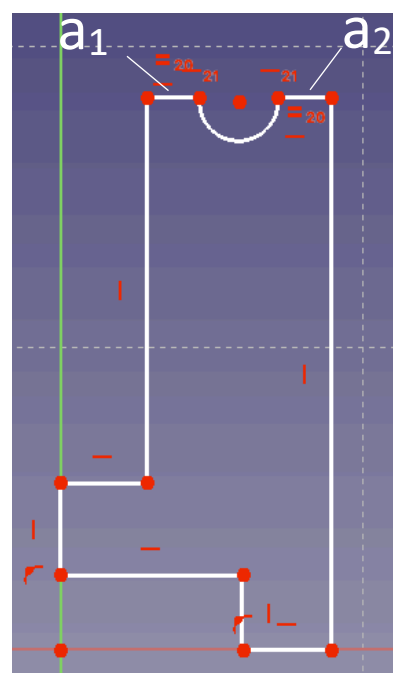
Achte dabei darauf, dass beim Zeichnen gleich die entsprechenden Beschränkungen (Punkt auf Punkt, Punkt auf Linie, horizontal, vertikal) berücksichtigt werden.

Du erkennst dies an den kleinen Symbolen neben den Linien.



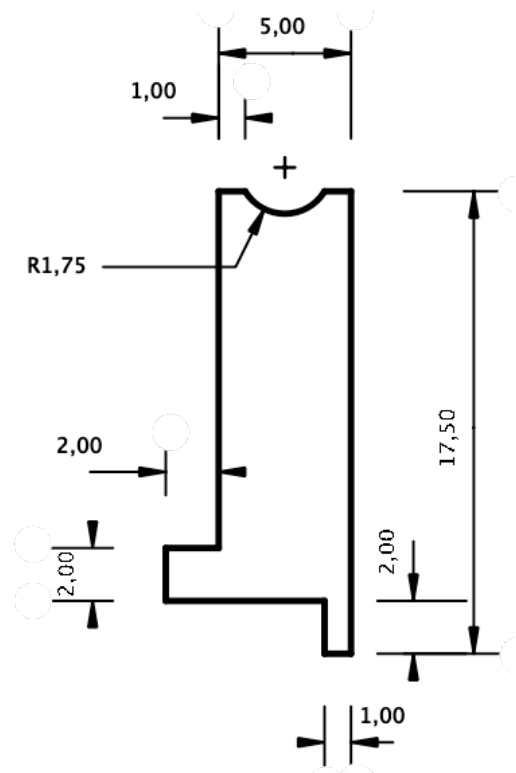
2.) Beschränkungen

- Erzeuge mit einen geschlossenen Linienzug.
- Bringe a_1 und a_2 mit auf die gleiche Höhe.
- Bringe a_1 und a_2 mit auf die gleiche Länge.




3.) Skizze bemaßen

- Bemaße die Skizze.
- Schließe die Skizze.

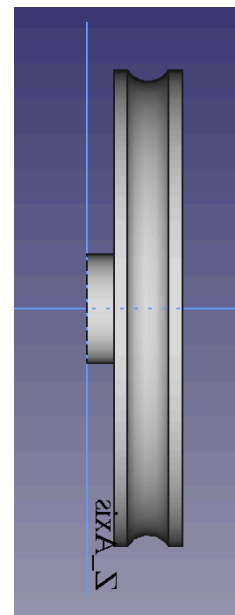


4.) Rotationskörper erzeugen

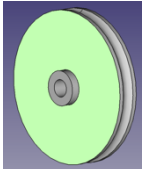
- M1 auf 
- Wähle „Horizontale Skizzenachse“.

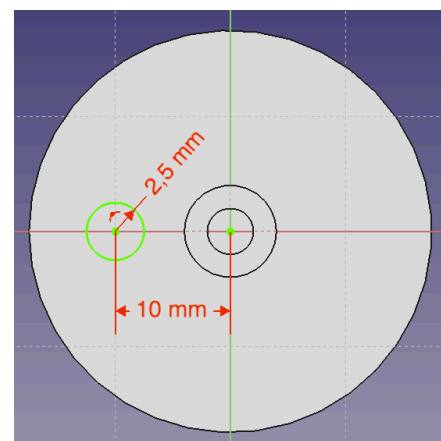


- Schließe mit OK.



5.) Lochskizze erstellen

- M1 auf die Innenseite des Rads. 
- Erstelle eine Kreisskizze mit Mittelpunkt auf der z-Achse.
- Bemaße die Skizze.
- Schließe die Skizze.
- Erstelle eine Tasche „durch alles“.



6.) Polares Lochmuster erzeugen

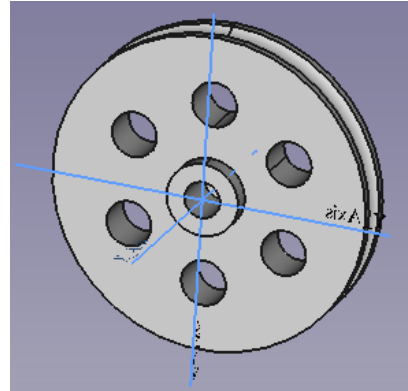
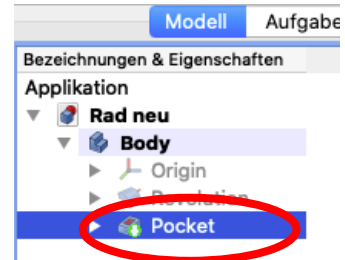
- M1 auf „Pocket“ in der Baumansicht.



- Erzeuge mit  ein polares Muster.



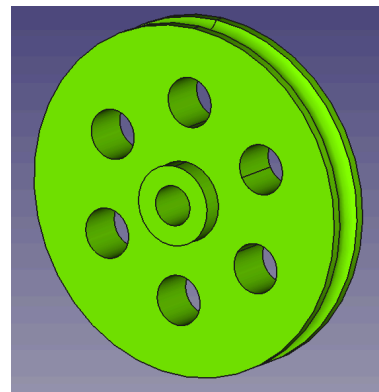
- Mit OK bestätigen.



6.) Farbe wählen



- M2 auf „Body“ in der Baumansicht.
- Im Menü Darstellung die Flächenfarbe auf grün setzen.

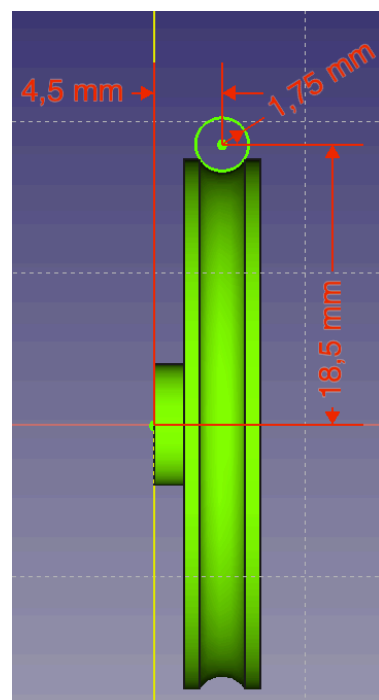
Dein Rad müsste nun so aussehen.




7.) Gummiring erstellen

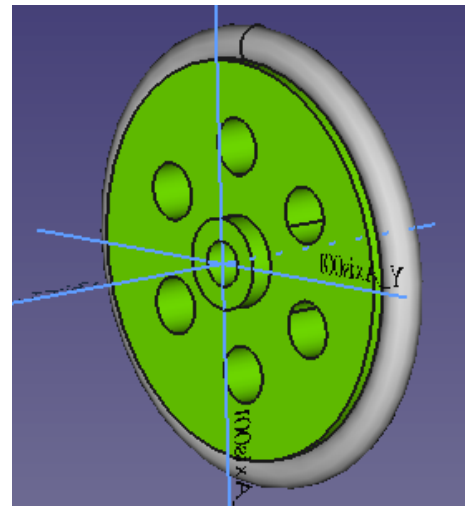
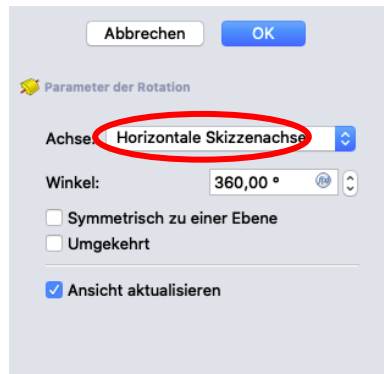
Der Gummiring wird als zweiter Körper in dieser Zeichnung erstellt. So kann er z.B. in einer anderen Farbe dargestellt werden.

- Beginne mit einem neuen Körper 
- Erstelle eine neue Skizze  in der XZ_Ebene.
- Erstelle eine Kreisskizze und bemaße sie.
- Schließe die Skizze.



- M1 auf 

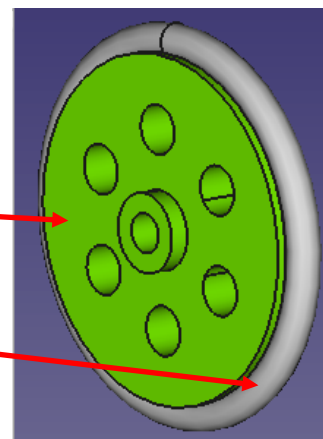
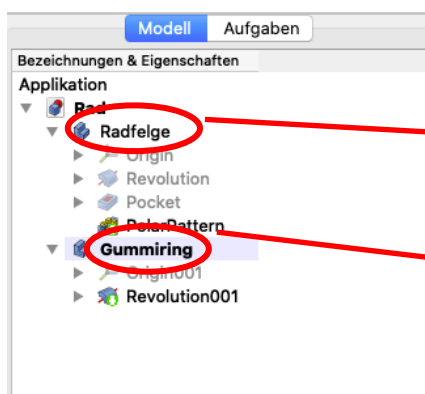
- Wähle „Horizontale Skizzenachse“.



- Schließe mit OK.

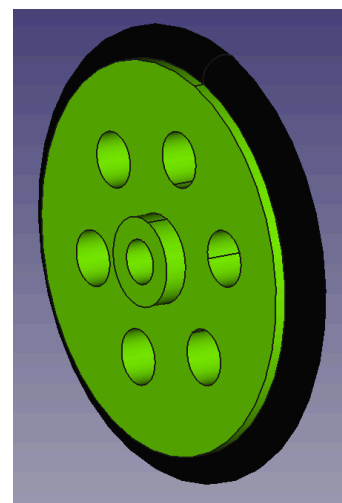
6.) Teile umbenennen

Zur besseren Unterscheidung.



6.) Farbe für Gummiring wählen

- M2 auf „Gummiring“ in der Baumansicht.
 - Im Menü Darstellung die Flächenfarbe auf schwarz setzen.
- Dein Rad müsste nun so aussehen.
- Speichere das Rad im Verzeichnis „Carry“ unter „Rad.FCStd“ ab.

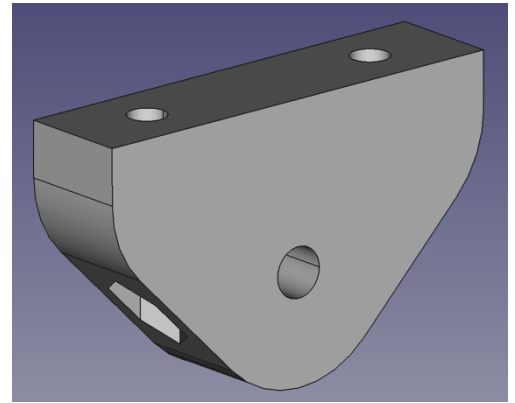


Kapitel 3

Radlager

Darum geht's:

- Geschlossener Linienzug (geschickt!)
- Mit Hilfsebenen arbeiten






Vorbemerkung: Linienzug mit dem Skizzenwerkzeug und der M-Taste

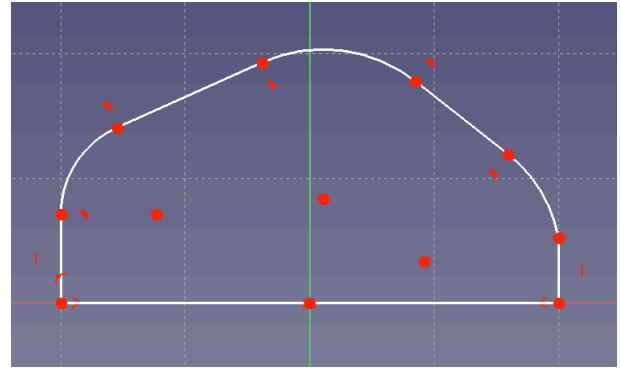
Hast du einen Linienzug begonnen, kannst du durch das mehrmalige Drücken der M-Taste entscheiden, wie es nach jedem Punkt weitergehen soll.

Dieses Beispiel veranschaulicht die 6 Möglichkeiten. Zuerst zeichnest du eine vertikale Linie.






1.) Gerades Linienstück 	2.) Rechtwinkliges Linienstück 	3.) Rechtwinkliges Linienstück
4.) Tangentiales Bogenstück 	5.) Orthogonaler Bogen außen 	6.) Orthogonaler Bogen innen

1.) Geschlossener Linienzug

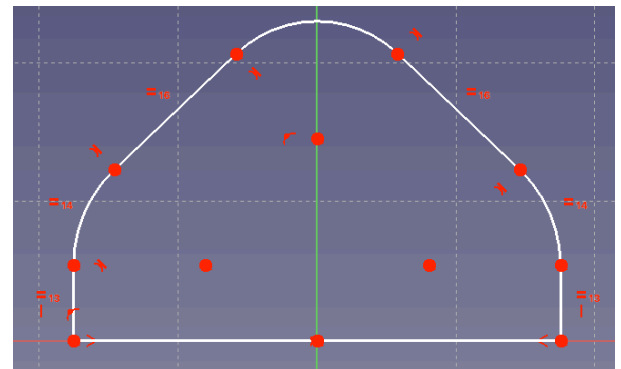
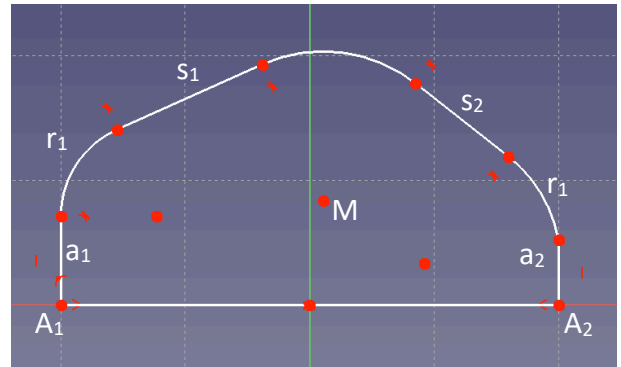
- Beginne ein neues Dokument 
- Wähle den Arbeitsbereich **Part-Design**
- Erstelle eine neue Skizze  der **XZ-Ebene**.
- Erzeuge mit  und der M-Taste einen geschlossenen Linienzug, der schon ungefähr die endgültige Form hat.



2.) Symmetrien und Beschränkungen

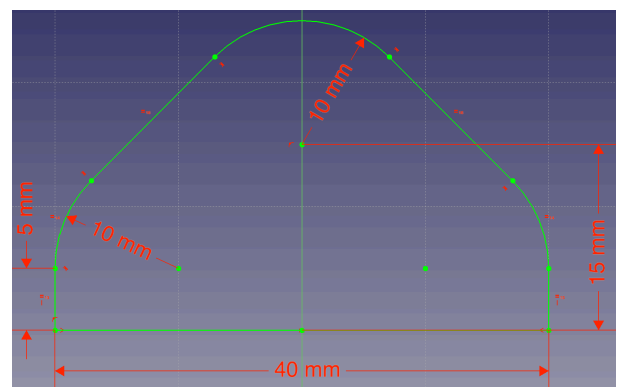
- A1 und A2 mit  symmetrisch zur z-Achse.
- M mit  auf die z-Achse zwingen.
- a1 und a2 (sollten schon vertikal sein) mit  auf gleiche Länge bringen.
- r1 und r2 mit  auf gleichen Radius bringen.
- s1 und s2 mit  auf die gleiche Länge bringen.

Die Skizze sollte nun symmetrisch zur z-Achse sein.



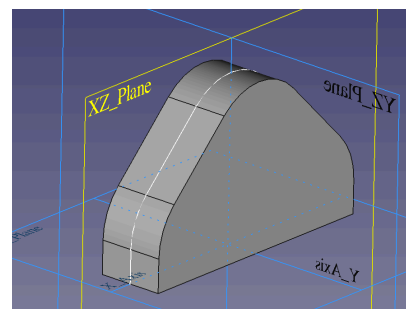
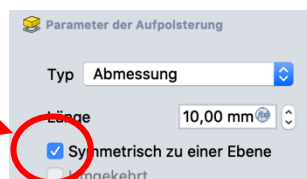
3.) Bemaßung der Skizze

- Bemaße entsprechend mit den angegebenen Werten.
- Die Skizze müsste nun vollständig eingeschränkt sein.
- Schließe die Skizze.



4.) Skizze aufpolstern

- Polstere die Skizze symmetrisch zur XZ-Ebene auf (10 mm).



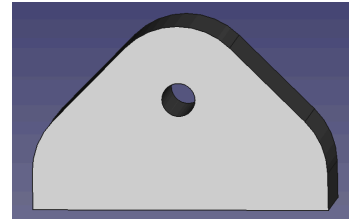
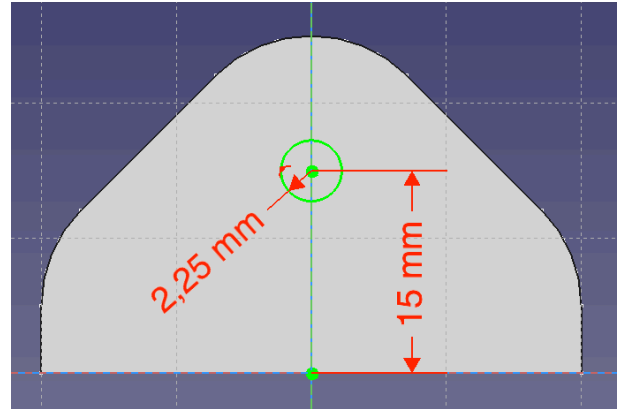
5.) Loch (für die Achse)

- Markiere die Vorderseite und erzeuge eine Skizze.
- Erzeuge einen Kreis mit Mittelpunkt auf der z-Achse.
- Bemaße entsprechend den Angaben.

Bemerkung:

Damit sich später im Radlager eine Achse mit 4mm Durchmesser gut drehen kann, wird der Radius hier etwas größer als 2mm gewählt.


Außerdem geraten die Löcher beim 3D-Druck i.d.R. etwas kleiner.

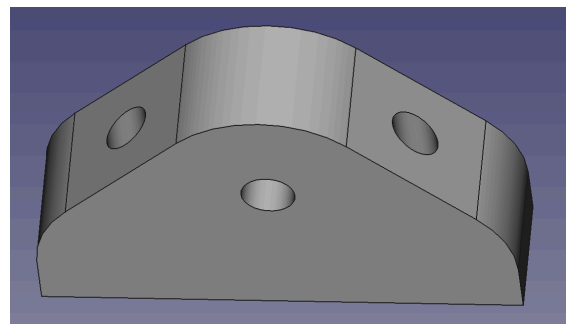
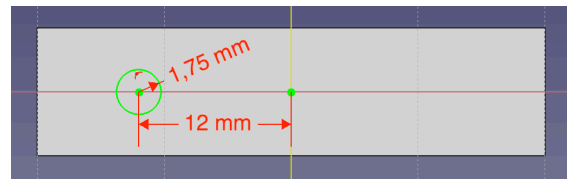
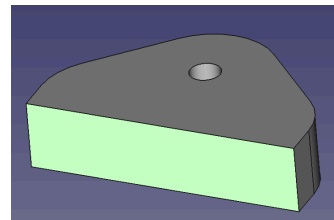


6.) Bohrungen

Für die Befestigung am Fahrzeugchassis werden zwei Bohrungen angebracht.

- Erzeuge dazu auf der Unterseite eine Skizze.
- Erzeuge einen Kreis mit Mittelpunkt auf der x-Achse.
- Bemaße entsprechend den Angaben.
- Schließe die Skizze und erzeuge eine Tasche „durch alles“

- Spiegele deine Bohrung mit  an der YZ-Ebene.

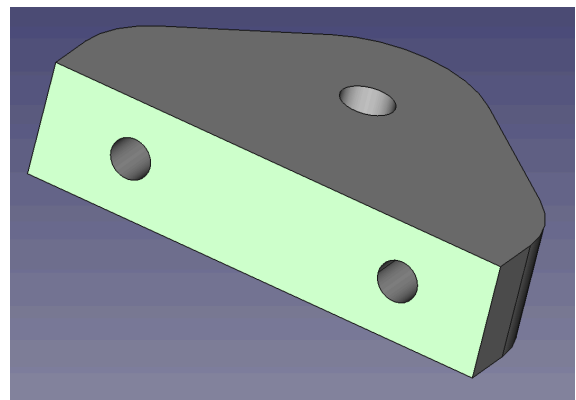


7.) Hilfsebene einfügen

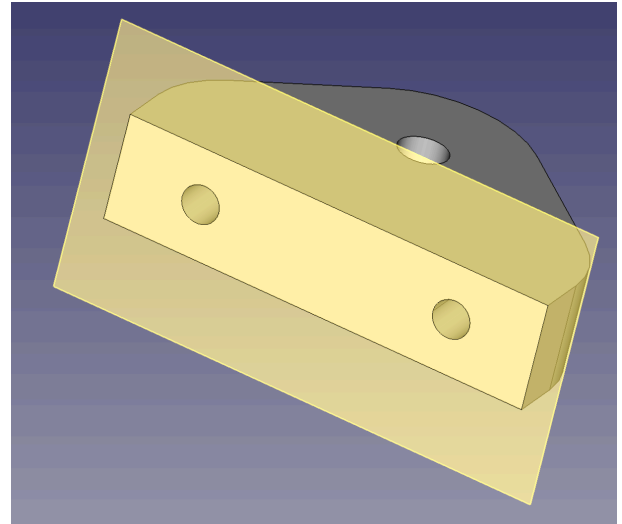
Für die Befestigung der Radlager werden später M3-Muttern verwendet. Diese sollen im Radlager versenkt werden, so dass sie sich beim Festziehen der Schrauben nicht mitdrehen.

Für die Konstruktion dieser Vertiefungen ist eine Hilfsebene sinnvoll.

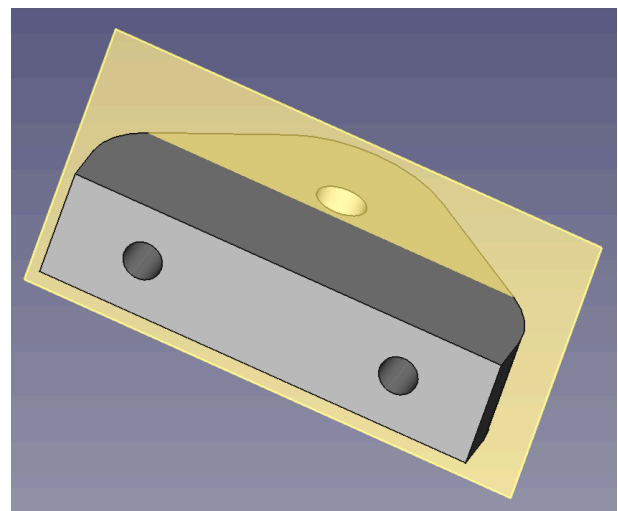
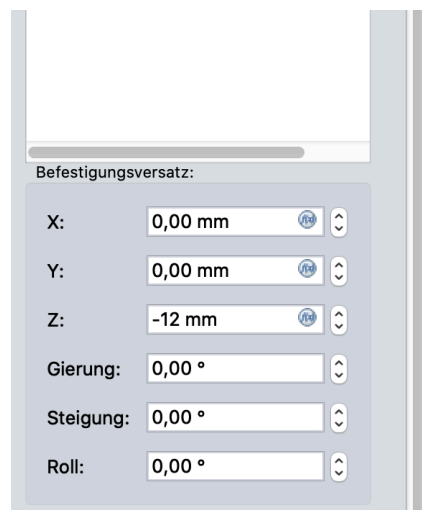
- M1 auf Unterseite des Radlagers



- M1 auf 
Hilfsebene wird angezeigt.



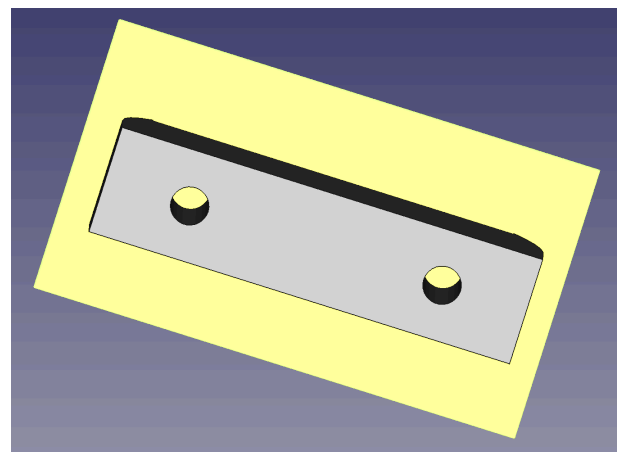
- Im Menü „Eigenschaften“ (nach unten scrollen) die Hilfsebene um 12 mm in negative z-Richtung verschieben.



- Mit OK (nach oben scrollen) bestätigen.


8.) Vertiefungen erzeugen


- M1 auf die Hilfsebene




- Erzeuge eine neue Skizze.

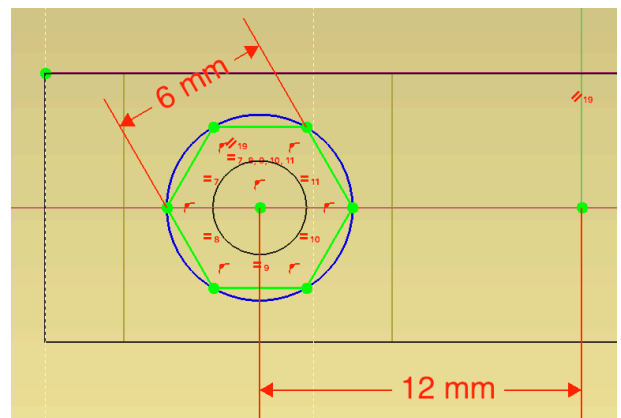
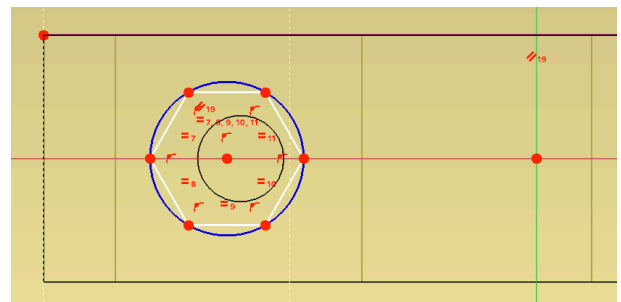
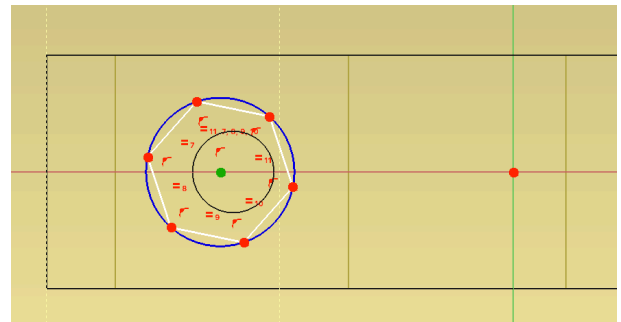
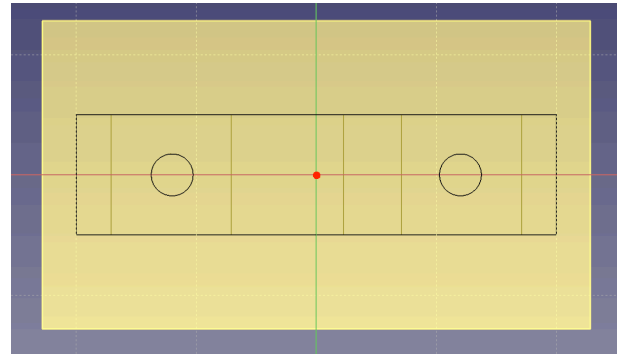
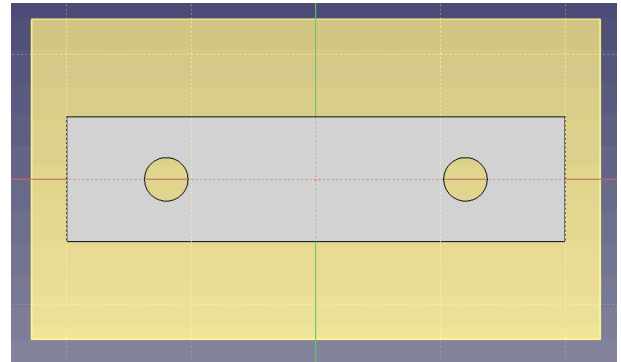
- Wechsle in den Drahtgittermodus. Damit verdeckt das Radlager nicht deine Skizze.

- Erzeuge mit  ein Sechseck (Mittelpunkt auf der x-Achse in der Nähe des Mittelpunkts der Bohrung).

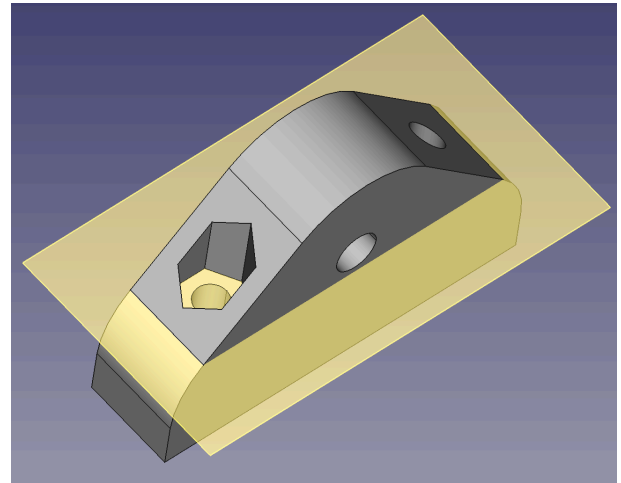
- Wandle mit  die obere Kante des Körpers in eine Bezugskante um.
- Markiere die Bezugskante und eine Kante des Sechsecks.

- Richte das Sechseck mit  parallel zur Bezugskante aus.

- Bemaße entsprechend den Angaben.
- Schließe deine Skizze.



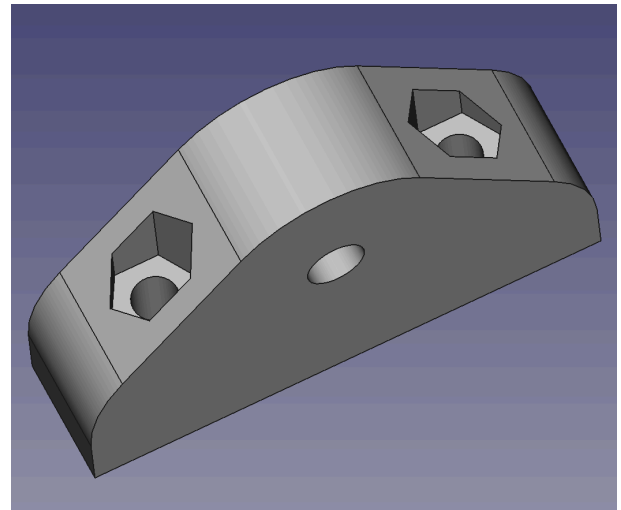
- Erzeuge eine Tasche „durch alles“



- Spiegele die Tasche auf die andere Seite.

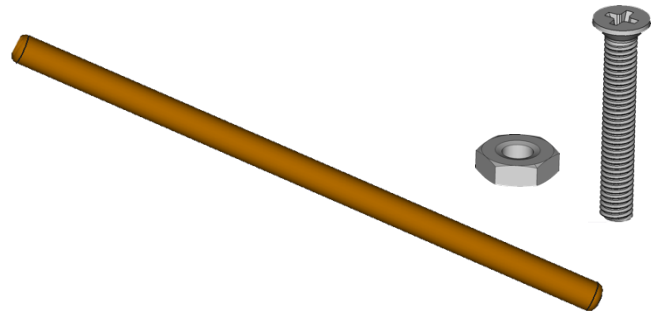
Dein Radlager ist nun fertig und müsste genau so aussehen.

- Speichere das Radlager im Verzeichnis „Carry“ unter „Radlager.FCStd“ ab.



Kapitel 4

Achse und Schrauben

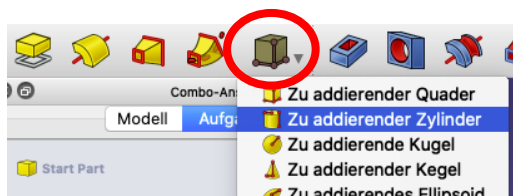


Darum geht's:

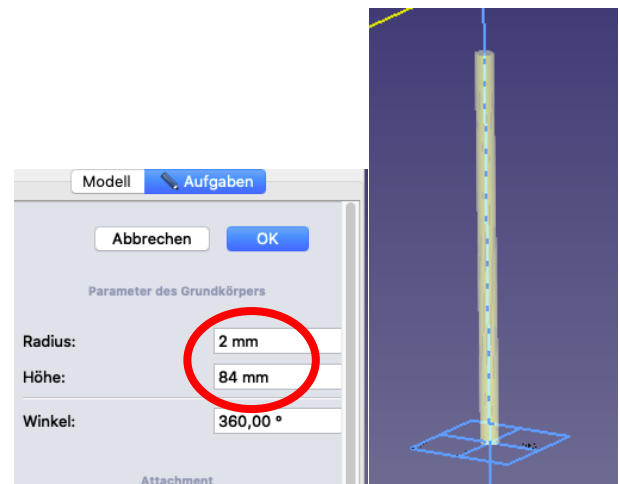
- Arbeiten mit geometrischen Körpern.
- Zusätzlichen Arbeitsbereich „Fasteners“ (Schrauben) installieren.

1.) Achse erzeugen

- Beginne ein neues Dokument
- Wähle den Arbeitsbereich **Part Design**.
- Wähle aus den geometrischen Körpern einen Zylinder aus:



- Gib die Maße für die Achse ein. Bestätige mit OK.

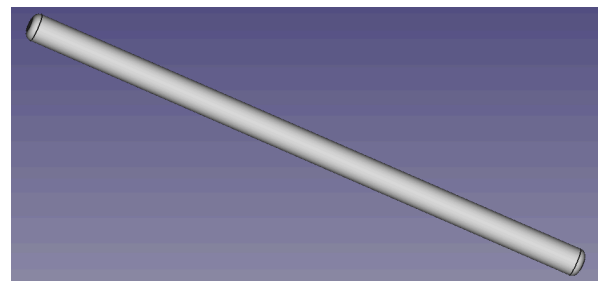


Radius 2 mm und Länge 84 mm

2.) Kanten abrunden

- M1 auf beide Kreiskanten
(Mit gedrückter STRG-Taste)

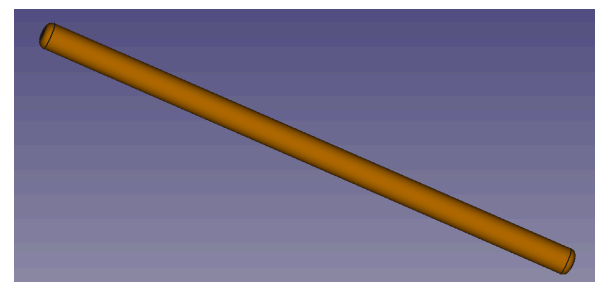
- Mit Kanten abrunden (1mm).



3.) Farbe wählen

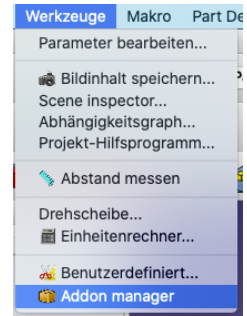
Die Achse wird später aus einem Rundholzstab hergestellt, der auf die Länge 84 mm abgesägt wird.
(Das 3D-Druckverfahren bietet sich hier nicht wirklich an.)

- M2 auf „Body“ in der Baumannsicht.
- Im Menü Darstellung die Flächenfarbe auf braun setzen.
- Speichere die Achse im Verzeichnis „Carry“ als „Achse.FCStd“ ab.



4.) Arbeitsbereich „fasteners“ (Schrauben) installieren.


- Öffne unter „Werkzeuge“ den „Addon manager“
- Installiere den Arbeitsbereich **fasteners**
Damit kannst du verschiedenste Schrauben- und Mutterformen erzeugen.



- Beginne ein neues Dokument .
Wechsle in den Arbeitsbereich **fasteners**.
Nun stehen verschiedenste Schrauben- und Mutterformen zur Auswahl:



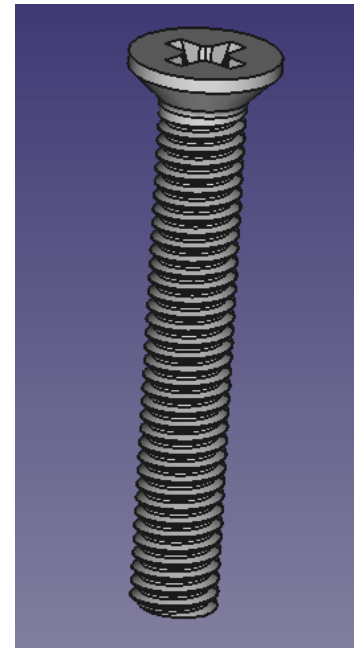
2.) Senkkopfschraube erzeugen

- M1 auf 
Es wird ein „Schrauben-Rohling“ erzeugt.
Für diesen müssen nun die richtigen Werte eingegeben werden:




Eigenschaft	Wert
Basis	
► Placement	[(0,00 0,00 1,00); 0,00 °; ...
Label	M3x20-Screw
Parameters	
diameter	M3
invert	false
length	20
match Ou...	false
offset	0,00 mm
thread	true
type	ISO7046

Gewinde




- Speichere die Schraube im Verzeichnis „Carry“ als „Schraube M3.FCStd“ ab.

3.) Mutter erzeugen

- Beginne ein neues Dokument .
- Du bist im Arbeitsbereich **fasteners**.

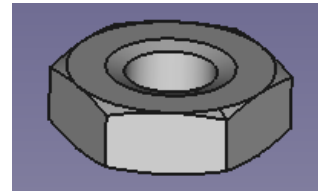


- M1 auf .
Es wird ein „Mutter-Rohling“ erzeugt.
Für diesen müssen nun die richtigen Werte
eingegeben werden:

Eigenschaft	Wert
Basis	
► Placement	[(0,00 0,00 1,00); 0,00 °; ...
Label	M3-Nut
Parameters	
diameter	M3
invert	false
match Ou...	true
offset	0,00 mm
thread	false
type	ISO4035

(Eine Gewinde kann bei Muttern erst ab M6 angezeigt werden)

- Speichere die Mutter im Verzeichnis „Carry“ als „Mutter M3.FCStd“ ab.

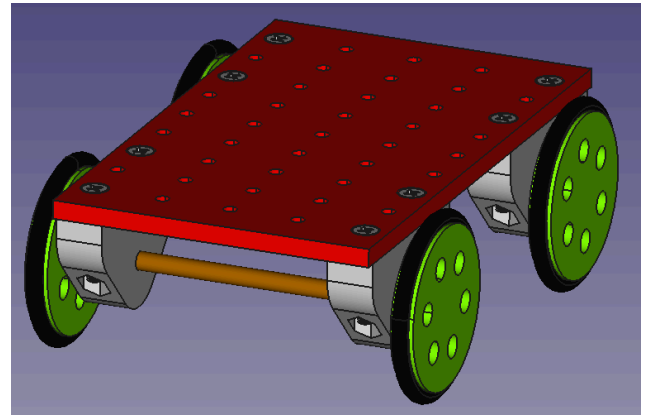


Kapitel 5

Carry

Darum geht's:

- Das Fahrzeug Carry als Baugruppe aus verschiedenen Einzelteilen zusammensetzen



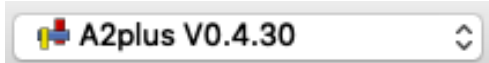
1.) Vorbereitung


In dem Verzeichnis „Carry“ müssen sich die FreeCAD-Dateien von allen Einzelteilen befinden:


- Chassi.FCStd
- Radlager.FCStd
- Rad.FCStd
- Achse.FCStd
- Schraube M3.FCStd
- Mutter M3.FCStd

2.) Arbeitsbereich A2plus

- Wechsle in den Arbeitsbereich A2plus

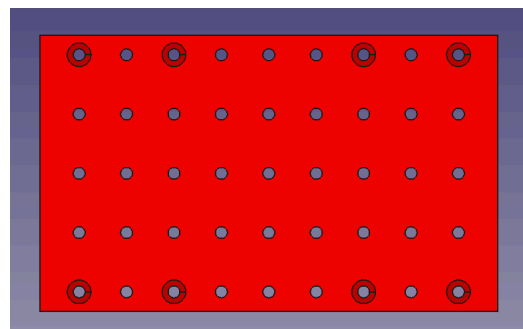


- Beginne mit einem neuen Dokument .

- M1 auf  beginnt eine Baugruppe.
- Speichere deine (noch leere) Datei im Verzeichnis „Carry“ unter „Carry.FCStd“ ab.
-

3.) Chassi einfügen

- M1 auf .
- Wähle im Menü „Chassi“ aus.




4.) Radlager einfügen

- M1 auf .
- Wähle im Menü „Radlager“ aus.

Das Radlager „hängt“ nun an deinem Mauszeiger und du kannst es einfach in die Nähe bringen, wo es gleich „eingebaut“ werden soll.


- Drehe die Ansicht nun und markiere den linken Kreis des Radlagers und den linken oberen Kreis im Chassi. (mit gedrückter STRG-Taste)

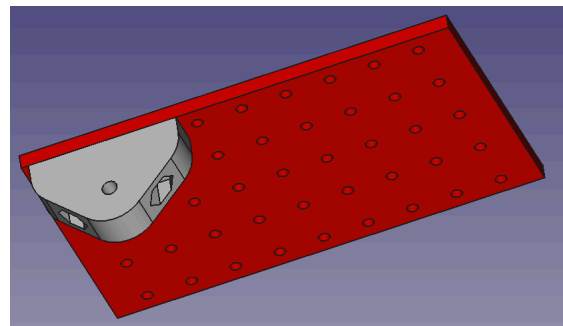
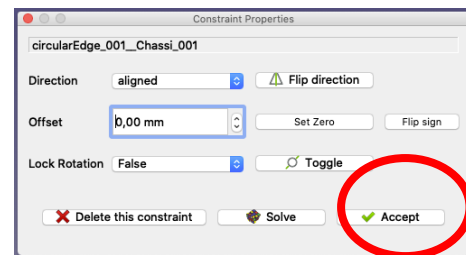
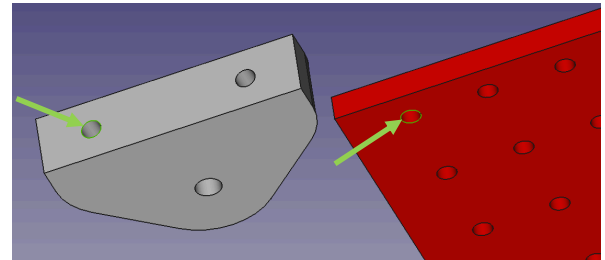
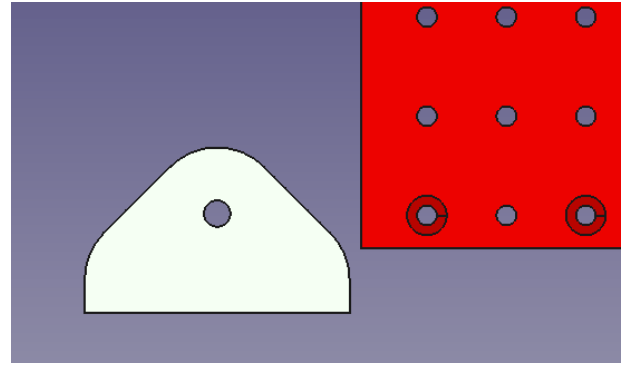
- M1 auf  bringt die beiden Kreise zur Deckung und damit das Radlager in die gewünschte Position.

- Wähle Accept.


Bemerkung:

Sollte das Radlager jetzt „schief“ stehen, dann musst du das gleiche Verfahren auch noch mit dem rechten Loch durchführen. Wechsle dafür am besten auf den Drahtgittermodus.

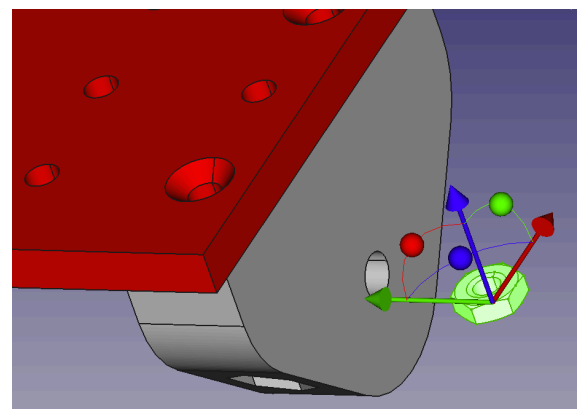
Alternativ können auch zwei Kanten mit  parallel ausgerichtet werden, also eine Kante des Radlagers und eine Kante des Chassi auswählen.



4.) Mutter einfügen

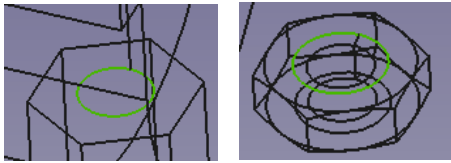
- M1 auf .
- Wähle im Menü „Mutter M3“ aus.
- Bringe die Mutter wieder in die Nähe des Radlagers.


Du kannst die Position der Mutter auch nachträglich ändern: Wähle „Transformation“.

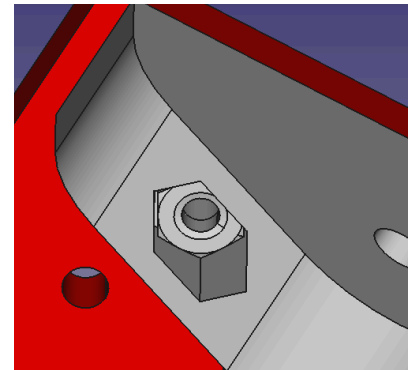
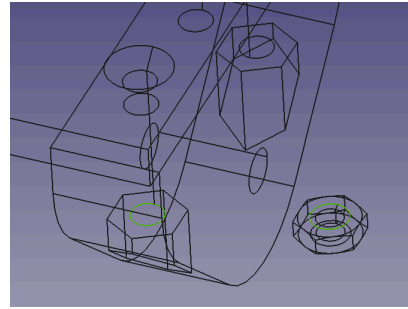


Mit gedrückter M1-Taste kann die Mutter mit Hilfe der Pfeilspitzen verschoben und der Kugeln gedreht werden.



- Wechsle in den Drahtgittermodus
- Markiere die beiden Kreise.

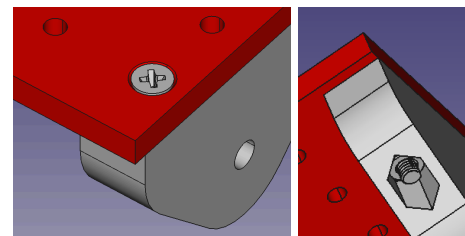
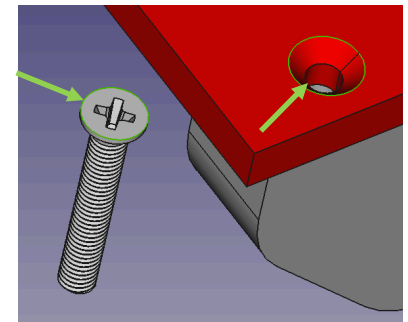


- M1 auf  bringt die beiden Kreise, bzw. deren Mittelpunkte und deren Flächen, zur Deckung.
- Wähle Accept.



5.) Schraube einfügen

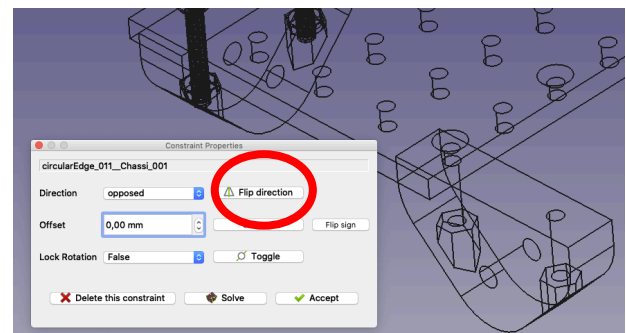
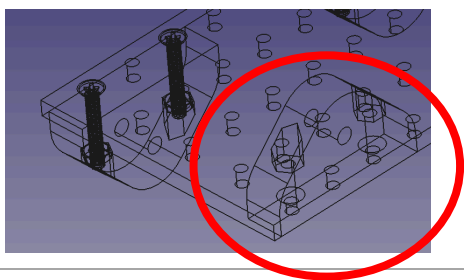
- M1 auf .
- Wähle im Menü „Schraube M3“ aus.
- Bringe die Schraube wieder in die Nähe des Radlagers.
- Markiere den oberen Kreis der Schraube und den oberen Kreis im Chassi-Loch.
- M1 auf  fügt die Schraube an der entsprechenden Stelle ein.
- Wähle Accept.



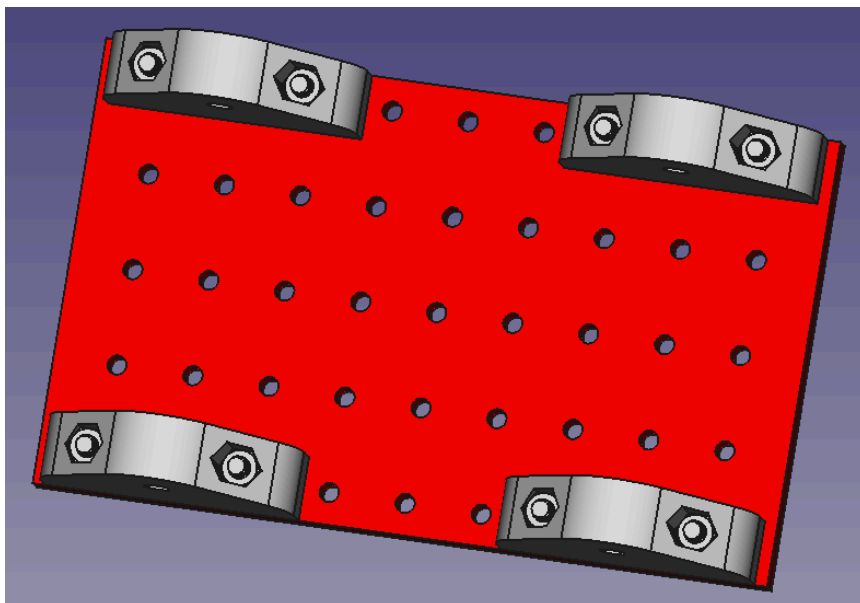
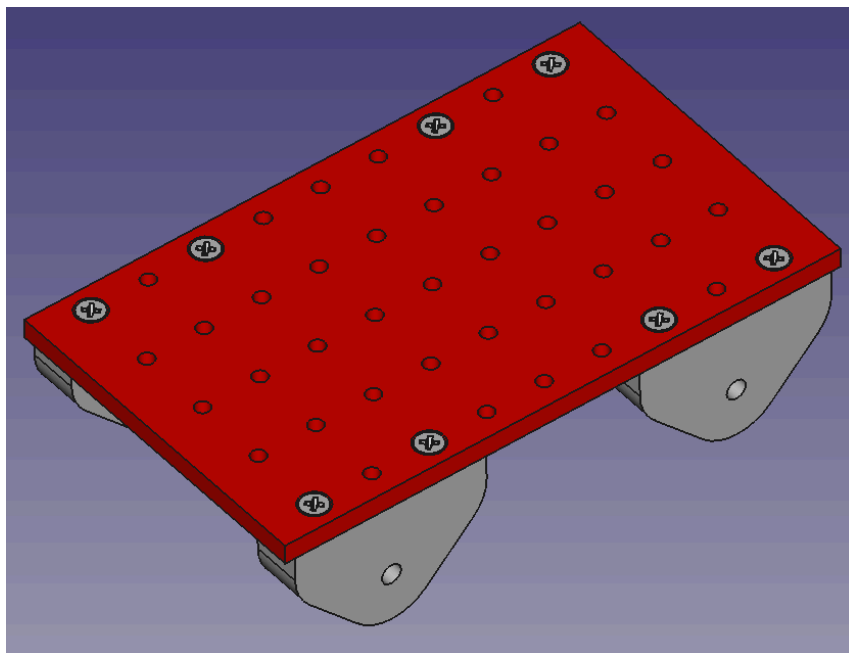
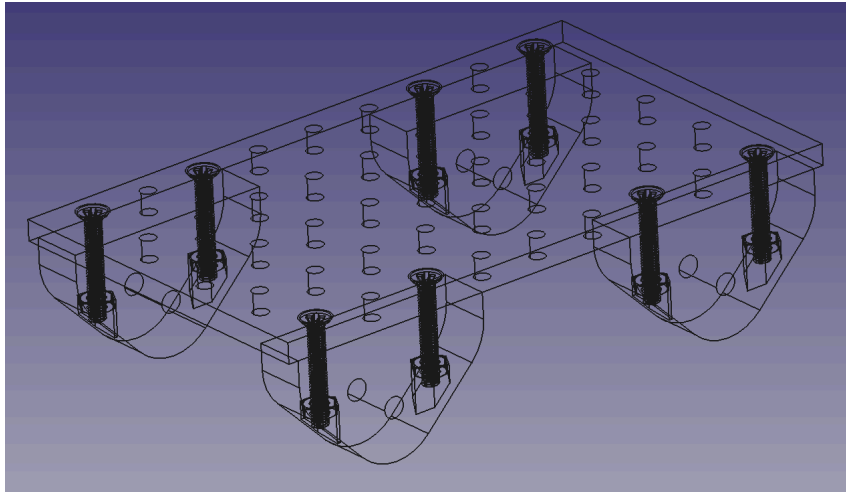
6.) Wenn es mal nicht passt....

- Füge nun auch die restlichen 3 Radlager mit Schrauben und Muttern ein.

Sollte das Radlager mal beim Einfügen falsch stehen, z.B. nach oben, dann kannst du mit „Flip direction“ nachbessern.





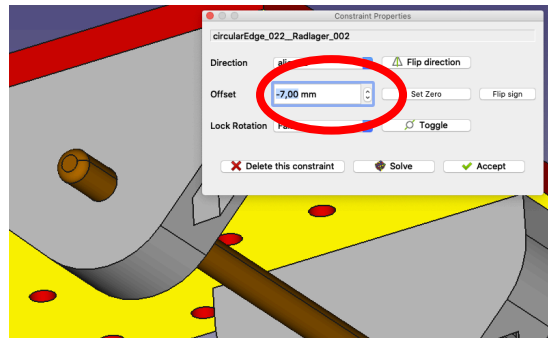
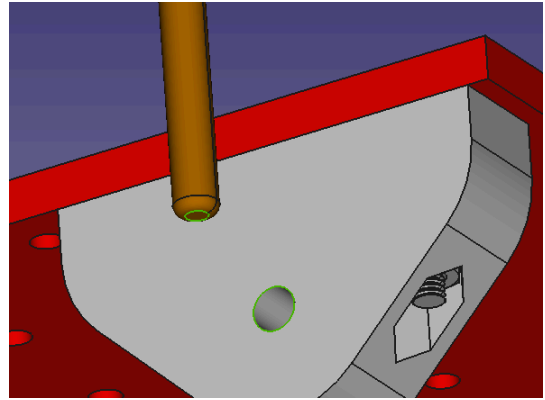
Carry sollt nun so aussehen:





Zwischenspeichern nicht vergessen!!

7.) Achsen einfügen

- M1 auf .
- Wähle im Menü „Achse“ aus.
- Bringe die Achse wieder in die Nähe des Radlagers.
- Markiere den äußeren Kreis der Achse und den äußeren Kreis im Radlager.
- M1 auf  fügt die Achse an der entsprechenden Stelle ein.
- Wähle einen Offset von -7,00 mm. Damit wird die Achse noch in die gewünschte Position verschoben. (Falls du die Achse an dem gegenüberliegenden Radlager eingefügt hast, muss der Offset -77,00 mm betragen).
- Wähle Accept.
- Füge auch noch die zweite Achse ein.



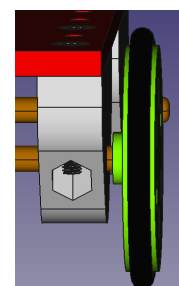
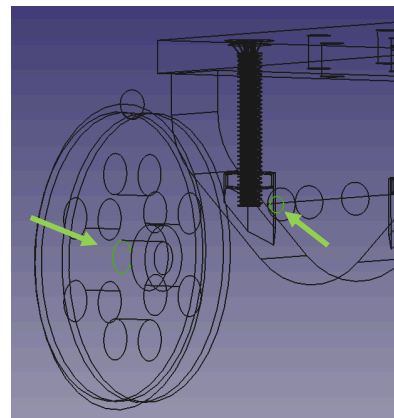
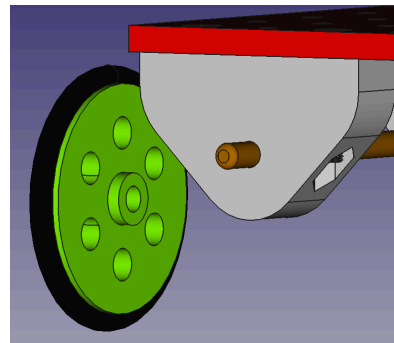
8.) Räder einfügen

- M1 auf .
- Wähle im Menü „Rad“ aus.
- Bringe das Rad in die Nähe der Achse.
- Wechsle in den Drahtgittermodus.
- Markiere den äußeren Kreis der Achse und den inneren Kreis im Rad.
- M1 auf  fügt das Rad an der entsprechenden Stelle ein.
- Wähle Accept.
- Füge auch noch die restlichen Räder ein.

Bemerkung:

Falls dein Rad falsch herum eingebaut wird, kannst du mit „flip direction“ das Rad richtig herum drehen.

Zwischen Radlager und Rad muss nun ein Abstand von 1 mm sein.

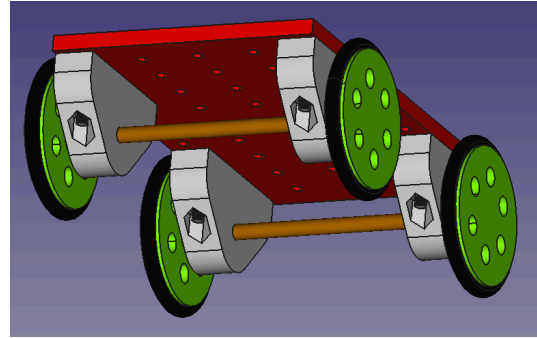
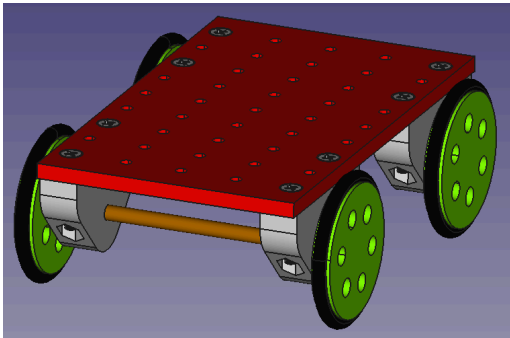


Geschafft! Herzlichen Glückwunsch!

Carry ist nun fertig und kann gedruckt werden. Wie das funktioniert, erfährst du im nächsten Heft. Für die Bereifung kannst du O-Ringe (Dichtungsringe) verwenden (34 x 3 mm).

Wie der Name schon sagt, soll Carry ein Transportfahrzeug sein. Vielleicht fällt dir etwas ein, was auf dem Chassi montiert werden könnte? Eine Ladefläche zum Beispiel oder ein Tank.


Konstruiere das neue Bauteil und füge es anschließend zu dieser Baugruppe hinzu. Viel Spaß!

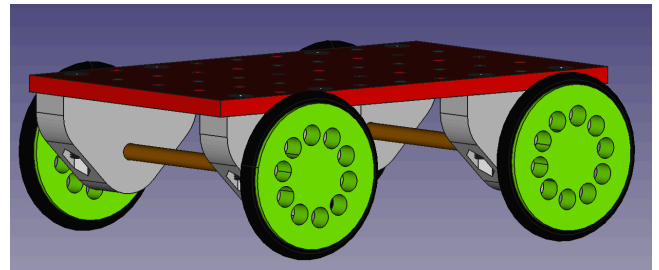


9.) Änderungen

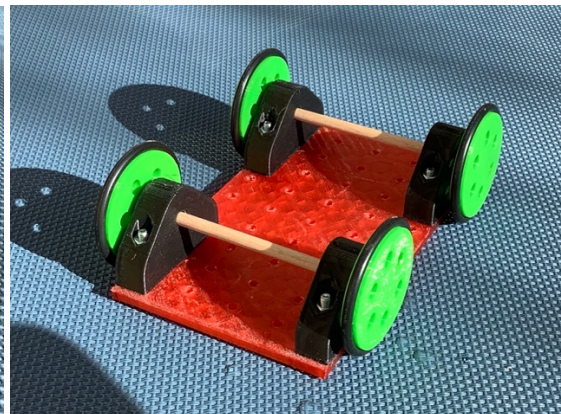
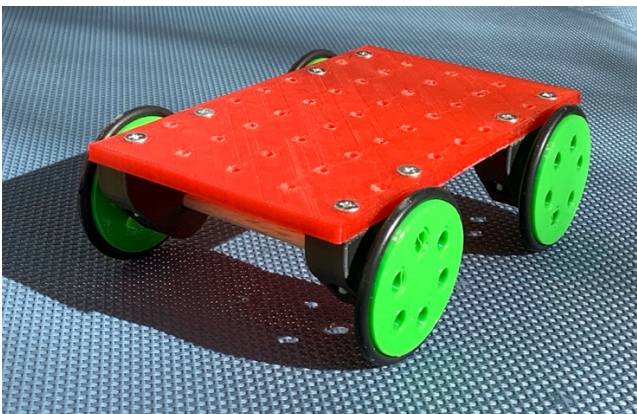
Sollen die Räder z.B. 10 Löcher haben, musst du dies in der Datei „Rad.FCStd“ ändern und speichern.

- Wechsle wieder zurück zu deiner Baugruppe.

- M1 auf  übernimmt die Änderungen für alle 4 Räder.



10.) Und so sieht das ganze ausgedruckt aus:

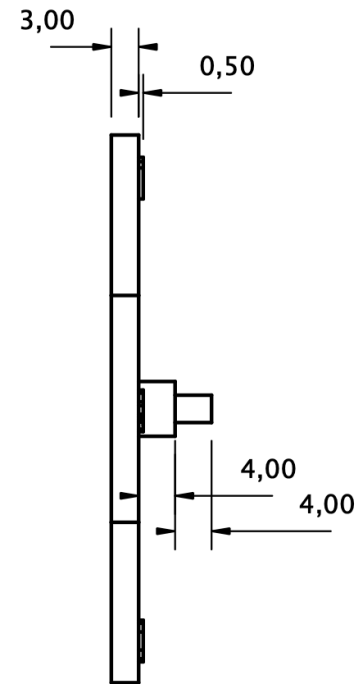
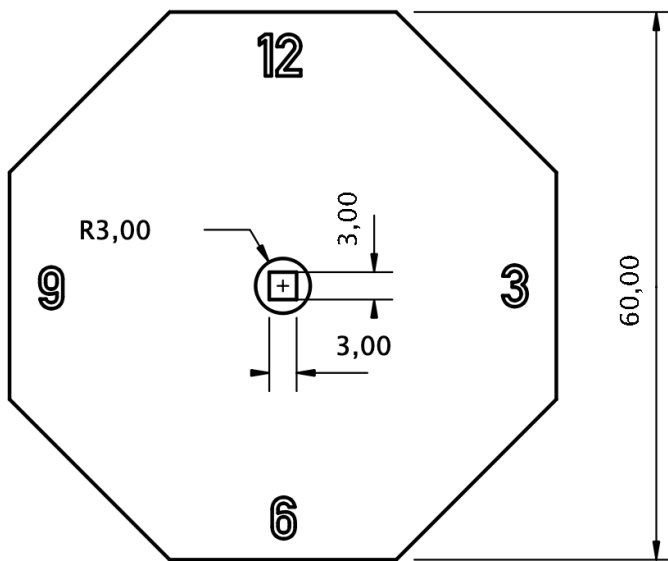
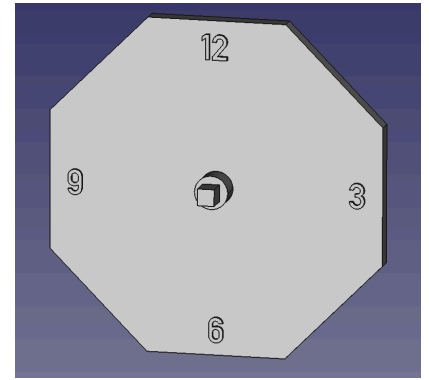


Kapitel 6



Zifferblatt

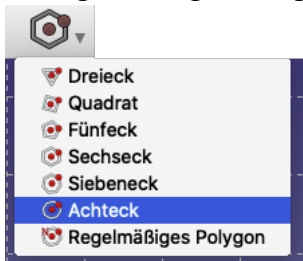
Darum geht's:

- Regelmäßiges Achteck erzeugen.
- Schriftzug erzeugen mit dem „Draft“-Arbeitsbereich.

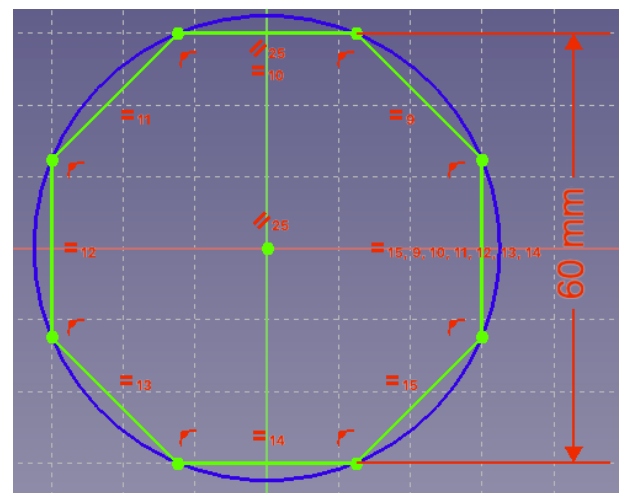



1.) Platte und Welle erstellen

- Beginne ein neues Dokument 
- Wähle den Arbeitsbereich **Part Design**
- Beginne mit einer Skizze  in der **XY-Ebene**.
- Erzeuge ein regelmäßiges Achteck mit

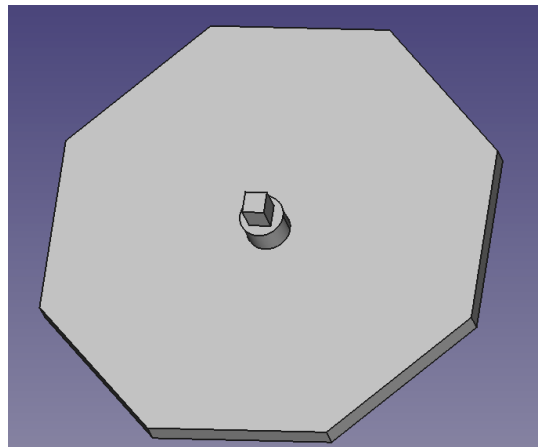
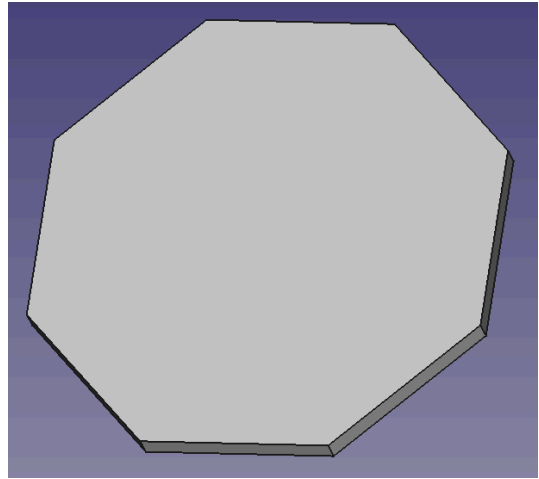


- Der Mittelpunkt liegt im Koordinatenursprung.
- Bemaße es mit 60 mm und schließe die Skizze.



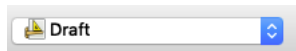
- Polstere die Skizze mit  auf 3 mm auf.

- Erzeuge eine Skizze auf der Vorderseite des Zifferblatts und konstruiere die Welle entsprechend der technischen Zeichnung.

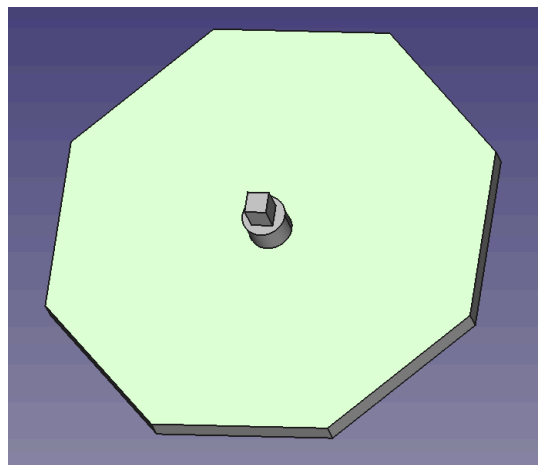



2.) Beschriftung der Uhrzeiten

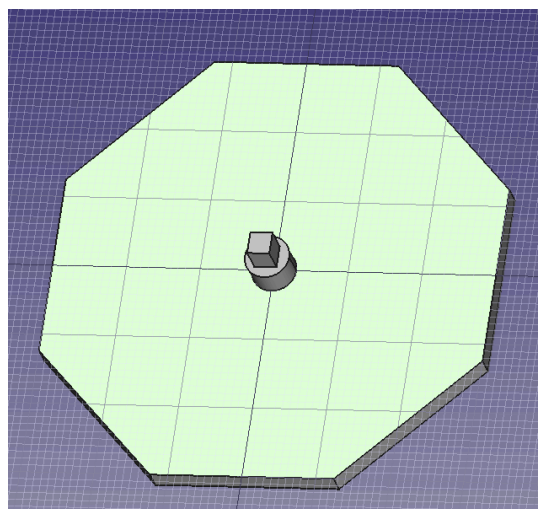
- Wechsle in den **Draft-Arbeitsbereich**




- Markiere die Vorderseite des Zifferblatts.

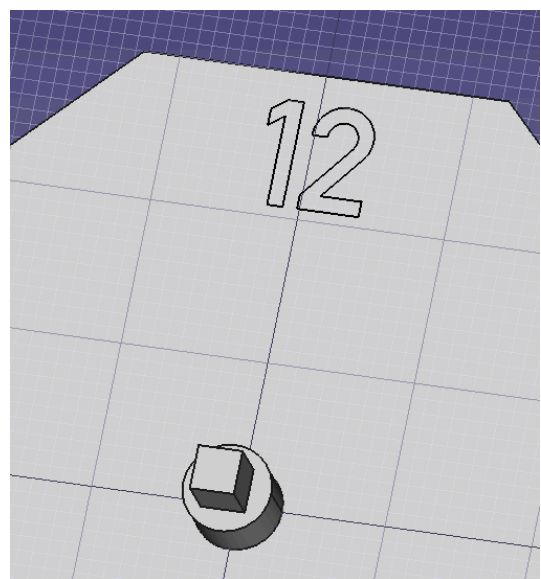
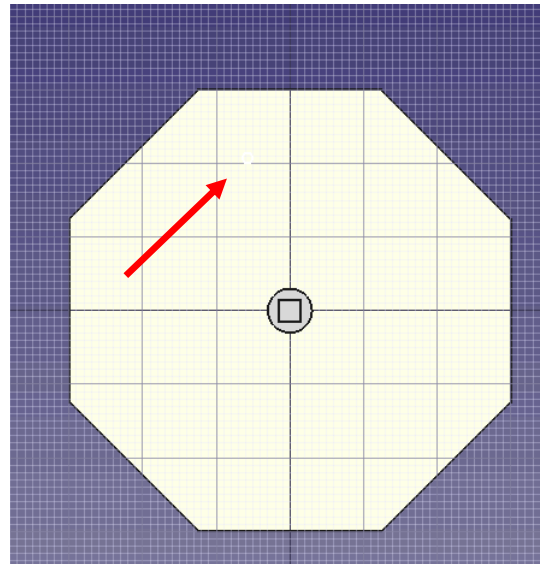


- Mit M1 auf  wird die Vorderseite zur Arbeitsebene.
Das Netz liegt nun auf der Vorderseite des Zifferblatts.



- M1 auf 

Lege mit M1 die linke untere Ecke des Schriftzugs fest.



Abbrechen OK

Textform

X -5,93 mm

Y 20,74 mm

Z 3,00 mm

Reset Point

Zeichenkette 12

Höhe 10,00 mm

Schriftartendatei din1451alt.ttf ...

Schriftzug

Größe

Schriftart

- Bestätige mit OK.

Bemerkung:

Die Schriftendatei muss im ttf- Format (true type font) oder otf-Format sein. Du findest diese im Internet z.B. unter: www.myfont.de

- Du kannst die Position, Größe, etc. des Schriftzugs später noch ändern.

Markiere „ShapeString“ und wähle „Daten“

Bezeichnungen & Eigenschaften


Applikation

- Uhr
 - Body
 - Origin
 - Zifferblatt
 - Sketch
 - Pad Runde Welle
 - Pad Eckige Welle
 - Page
 - ShapeString

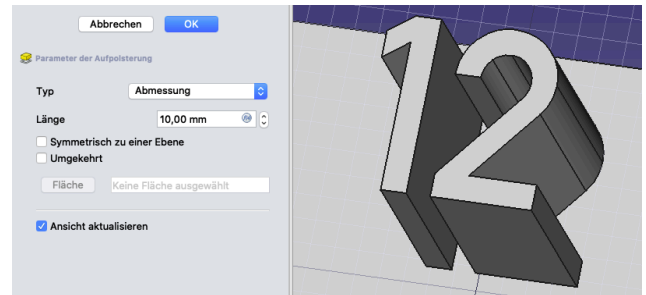
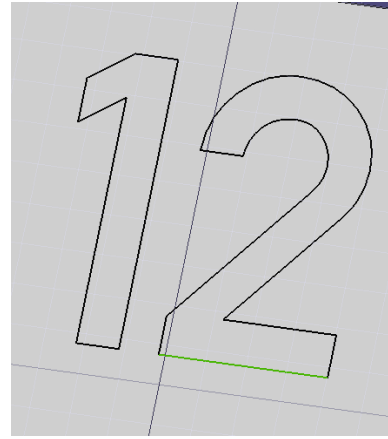
Eigenschaft	Wert
Attachment	
Map Mode	Deactivated
Basis	
Placement	[(0,00 0,00 1,00); 0,00 °; (-3,93 mm ...
Label	ShapeString
Draft	
Font File	/Users/juergengraeber/Dropbox/100 Fr...
Size	8,00 mm
String	12
Tracking	0,00 mm

Ansicht **Daten**

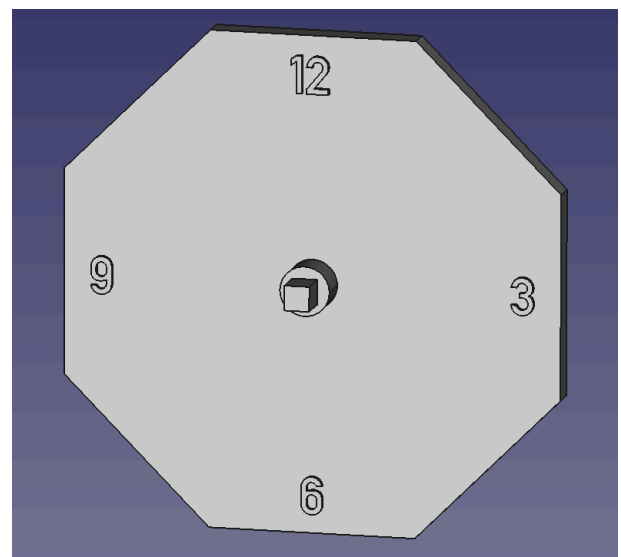
- Wechsle zurück in den **Part Design-Arbeitsbereich**
- Markiere **eine** Kante des Schriftzugs.

- M1 auf .

- Polstere den Schriftzug auf 0,5 mm auf.
- Erstelle entsprechend die Schriftzüge für die 3,6 und 9.



Dein Zifferblatt sieht nun so aus:

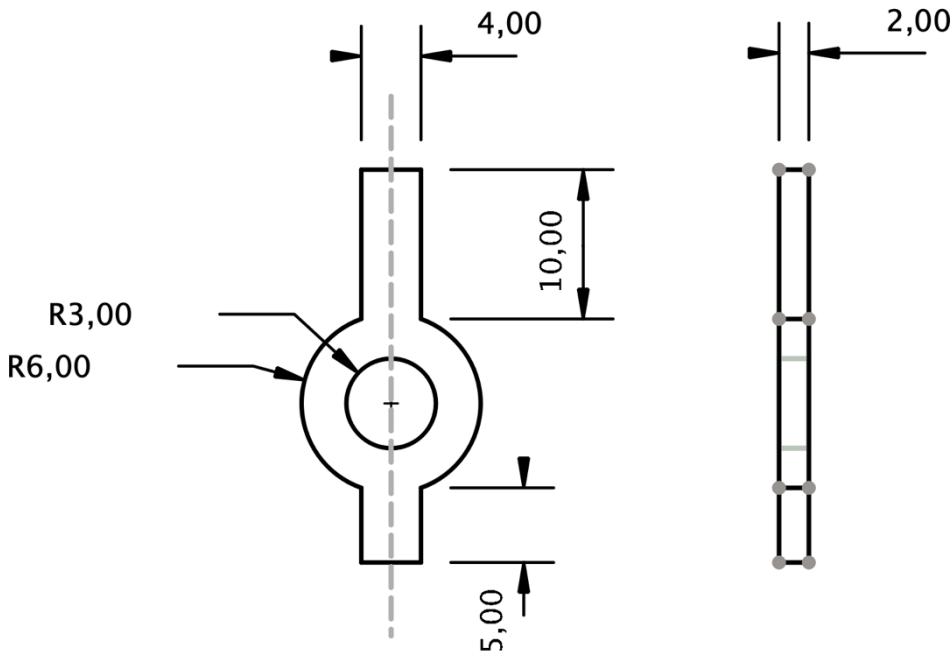
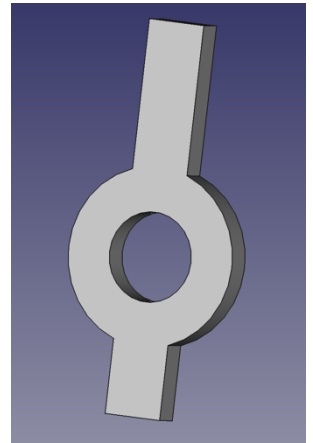


Kapitel 7





Stundenzeiger

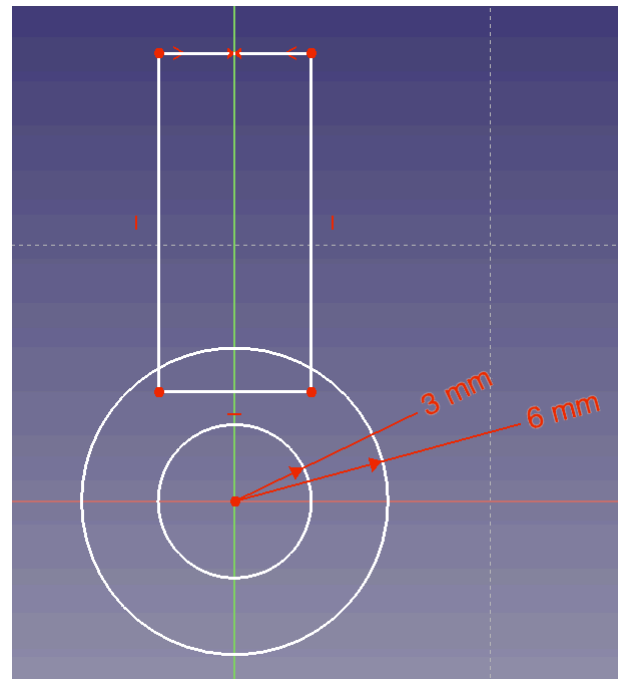
Darum geht's:


- Mit dem „Trim“-Befehl eine geschlossene Skizze erstellen.



1.) Skizze erstellen

- Beginne ein neues Dokument 
- Wähle den Arbeitsbereich **Part Design**
- Erstelle eine neue Skizze  in der **XY-Ebene**.
- Erzeuge mit  zwei Kreise um den Ursprung mit den Radien 3 mm und 6 mm.
- Erzeuge mit  ein Rechteck symmetrisch zur y-Achse. Das Rechteck soll zwischen die beiden Kreise hineinragen.





- Schneide mit  (Trimmen) die überstehenden Rechteckseiten ab. (Den überstehenden Teil einfach „wegklicken“).

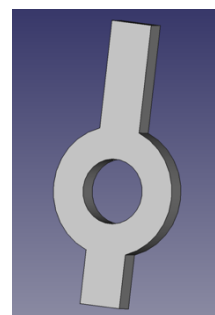
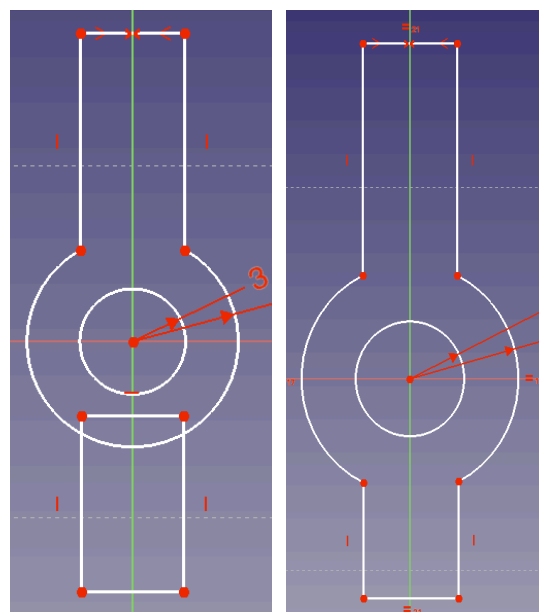
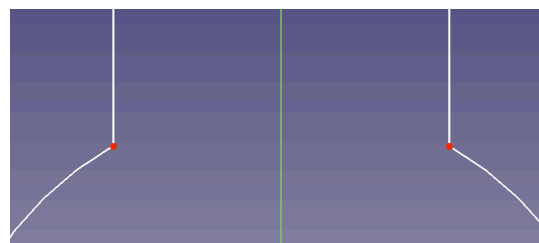
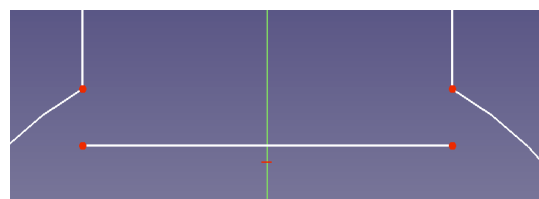
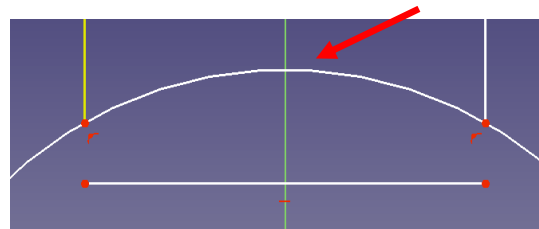
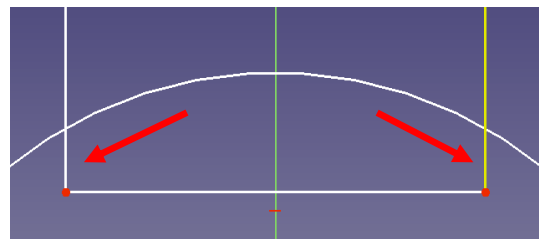
- Schneide ebenfalls den Bogen zwischen den vertikalen Linien heraus.

- Beende den Trimmbefehl mit ESC oder M2. Markiere nun die freie Linie und entferne sie.

Das Ergebnis ist ein geschlossener Linienzug.

- Erzeuge analog den unteren Teil des Zeigers.
- Die Breite des Zeigers (oberer und unterer Teil) soll gleich sein. Führe dazu eine Gleichheitsbeschränkung ein: Obere Kante des oberen Rechtecks und untere Kante des unteren Rechtecks markieren und  wählen.
- Bemaße die Skizze entsprechend der technischen Zeichnung.

- Polstere die Skizze mit  auf 2 mm auf.

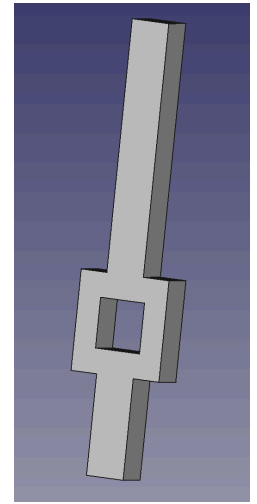
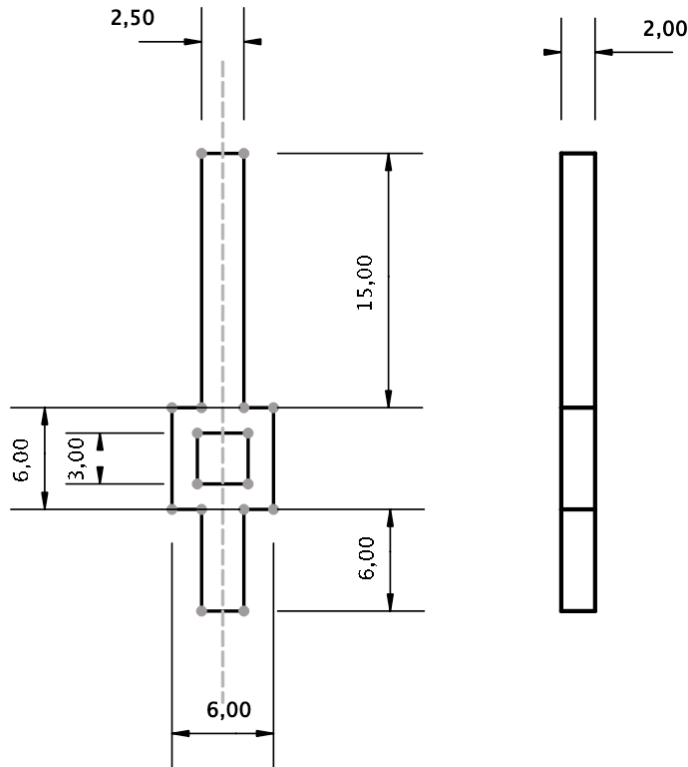


Kapitel 8




Minutenzeiger

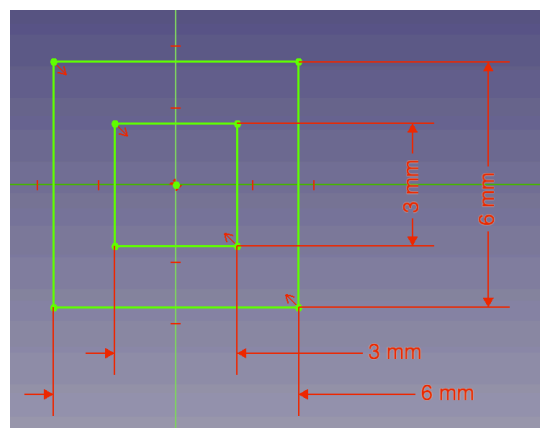
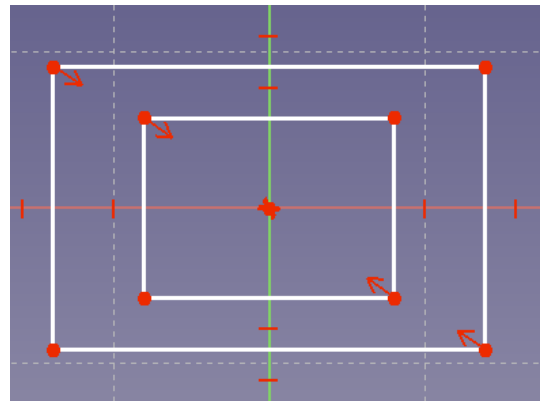
Darum geht's:


- Mit dem „Trimm“-Befehl eine geschlossene Skizze erstellen.

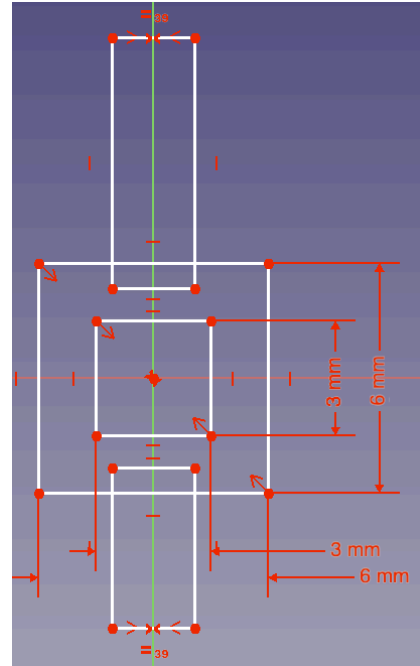



1.) Skizze erstellen

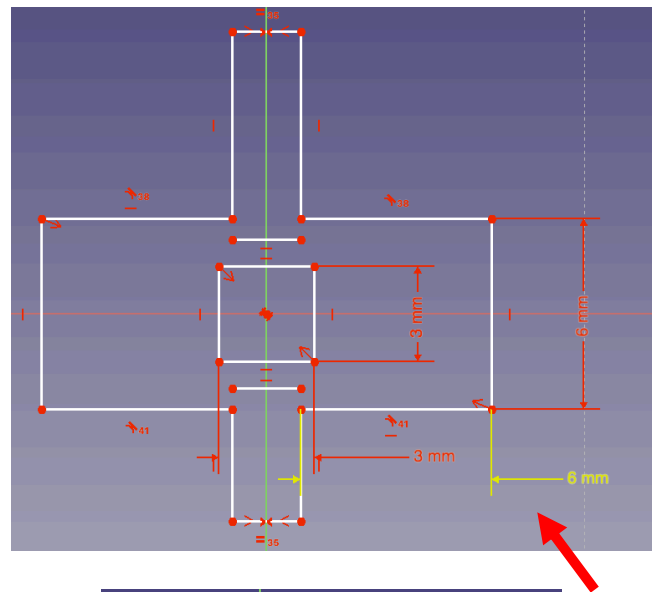
- Beginne ein neues Dokument 
- Wähle den Arbeitsbereich **Part Design**
- Erstelle eine neue Skizze  in der **XY-Ebene**
- Erzeuge mit  zwei Rechtecke symmetrisch zum Ursprung. (Symmetriebeschränkungen)
- Bemaße die Rechtecke so, dass daraus Quadrate der Kantenlängen 3 mm und 6 mm werden.



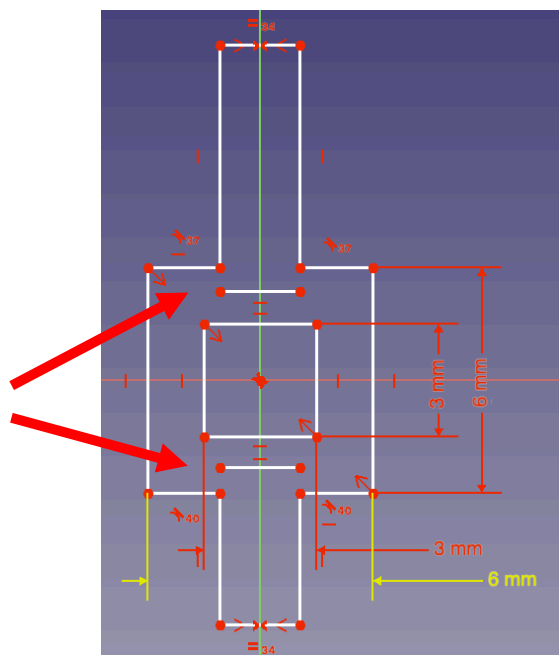
- Erzeuge mit  zwei Rechtecke symmetrisch zur y-Achse. Die Rechtecke sollen zwischen die beiden Quadrate hineinragen.



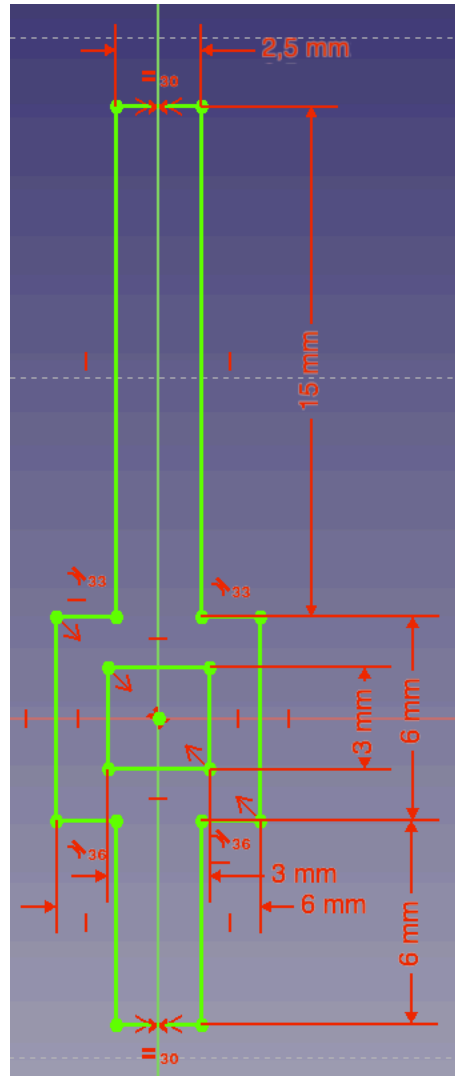
- Schneide mit  (Trimmen) die überstehenden Linienstücke ab. (Den überstehenden Teil einfach „wegklicken“).
- Das äußere Quadrat „springt“ nun auseinander. Das liegt an der Bemaßung der unteren Kante.
- Beende den Trimmbefehl mit ESC oder M2.




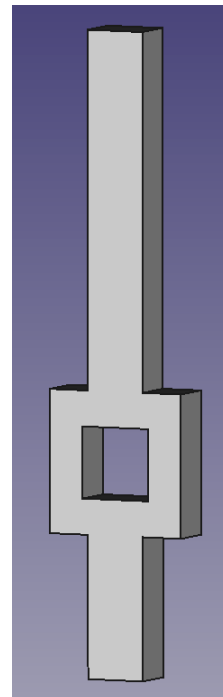
- Markiere diese Bemaßung, entferne sie und vergebe sie neu.
- Markiere die beiden freien Linien und entferne sie.



- Bemaße den Zeiger entsprechend der technischen Zeichnung.



- Polstere die Skizze mit  auf 2 mm auf.

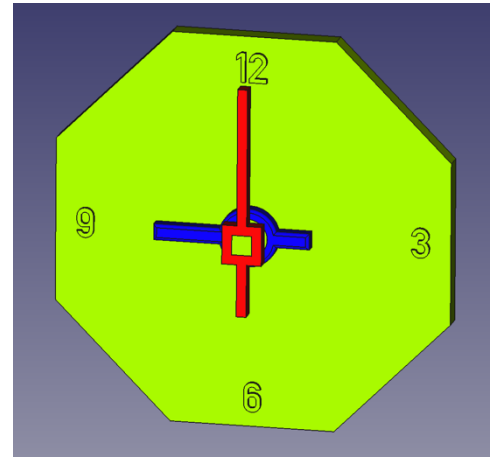


Kapitel 9

Uhr

Darum geht's:

- Eine Uhr als Baugruppe aus Zifferblatt und Zeiger zusammensetzen
- Die Form der Zeiger nachträglich bearbeiten und die Baugruppe aktualisieren



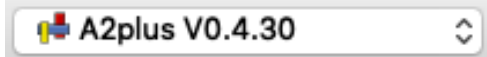
1.) Vorbereitung


In dem Verzeichnis „Uhr“ müssen sich die FreeCAD-Dateien von allen Einzelteilen befinden:


- Zifferblatt + Welle.FCStd
- Stundenzeiger.FCStd
- Minutenzeiger.FCStd

2.) Arbeitsbereich A2plus


- Wechsle in den Arbeitsbereich A2plus

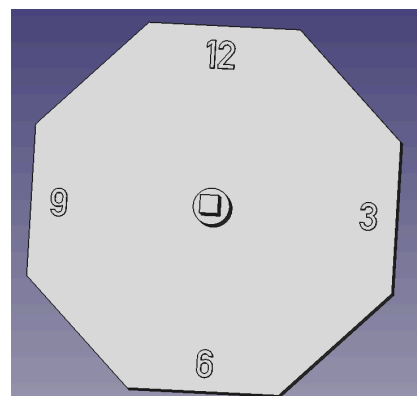


- Beginne mit einem neuen Dokument .

- M1 auf  beginnt eine Baugruppe.
- Speichere deine (noch leere) Datei im Verzeichnis „Uhr“ unter „Uhr.FCStd“ ab.

3.) Zifferblatt einfügen


- M1 auf .
- Wähle im Menü „Zifferblatt + Welle“ aus.



4.) Stundenzeiger einfügen

- M1 auf .
- Wähle im Menü „Stundenzeiger“ aus.

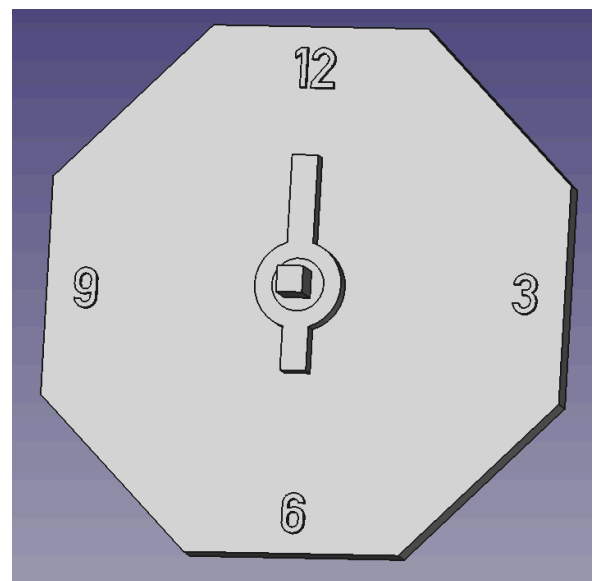
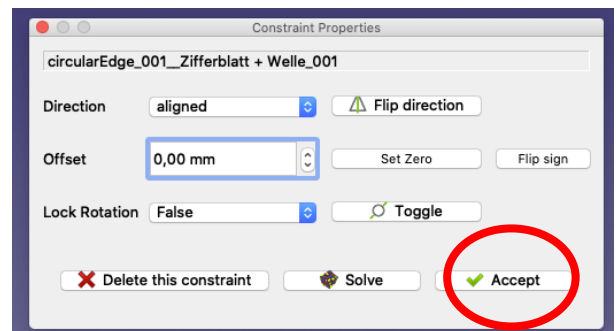
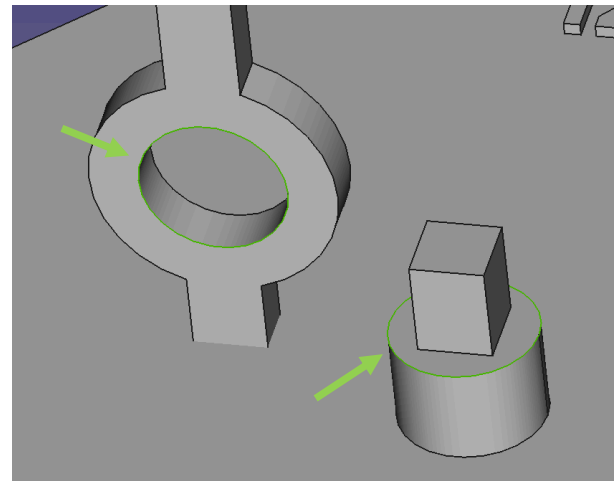
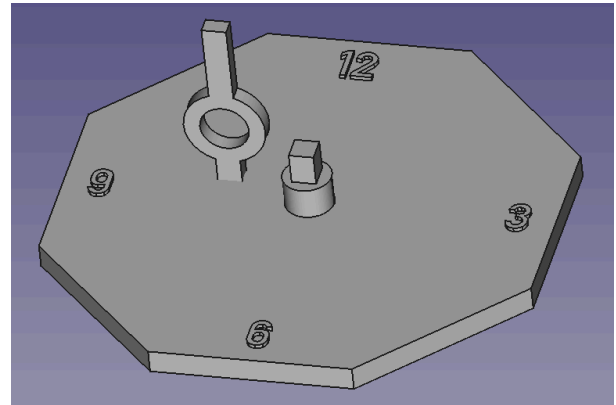
Der Stundenzeiger „hängt“ nun an deinem Mauszeiger und du kannst ihn einfach in die Nähe der Welle bringen.

- Markiere den inneren Kreis des Stundenzeigers und den oberen Kreis der Welle. (mit gedrückter STRG-Taste)
- M1 auf  bringt die beiden Kreise zur Deckung und damit den Stundenzeiger in die gewünschte Position.

- Wähle Accept.

Bemerkung:

Sollte der Stundenzeiger nicht bei 12 Uhr stehen, dann ist das zunächst einmal egal. Du wirst später noch sehen, wie man die Uhr „stellt“.



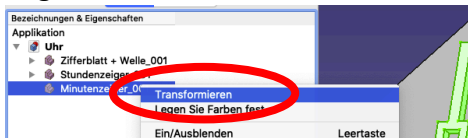
4.) Minutenzeiger einfügen

- M1 auf .
- Wähle im Menü „Minutenzeiger“ aus.


Der Minuten „hängt“ nun an deinem Mauszeiger und du kannst ihn einfach in die Nähe der Welle bringen.

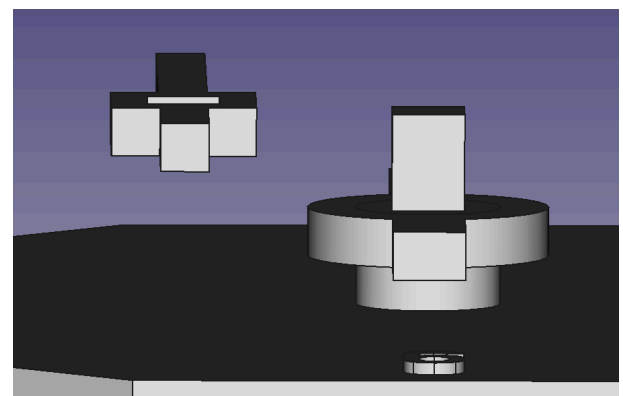
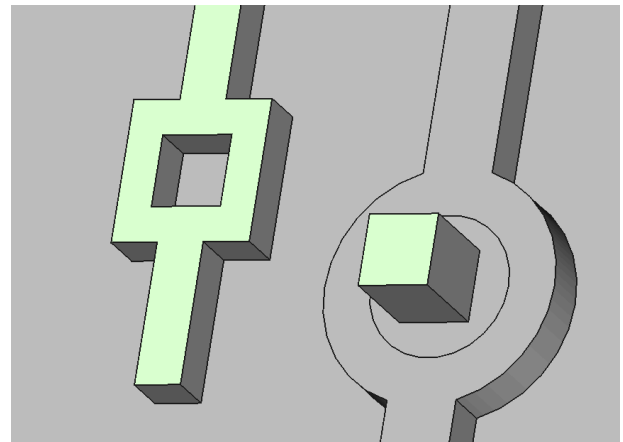
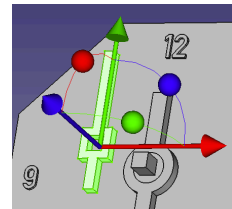
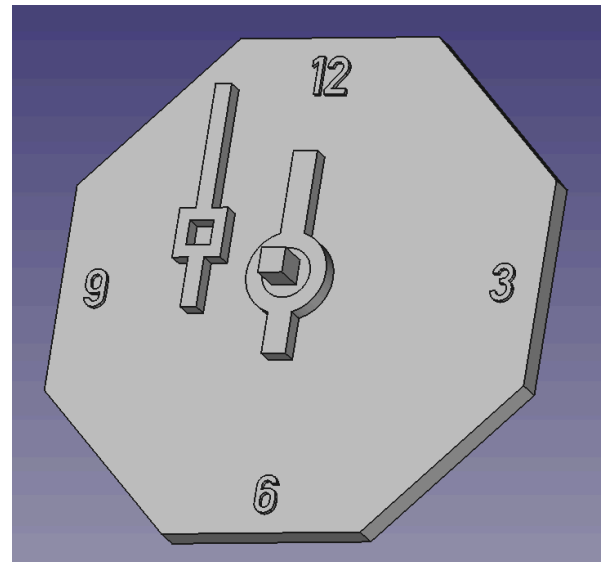
Bemerkung:


Du kannst die Position und Orientierung auch noch nachträglich ändern. Wähle dazu „Transformieren“ und verschiebe den Zeiger mit Hilfe der Pfeile oder drehe ihn mit den Kugeln.



- Markiere die obere Fläche des Zeigers und die obere Fläche der Welle. (mit gedrückter STRG-Taste)

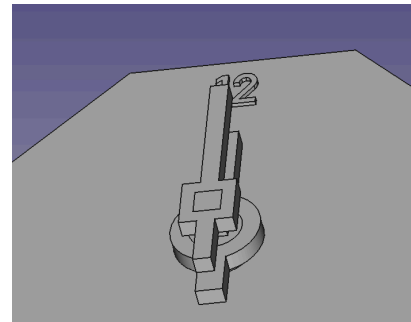
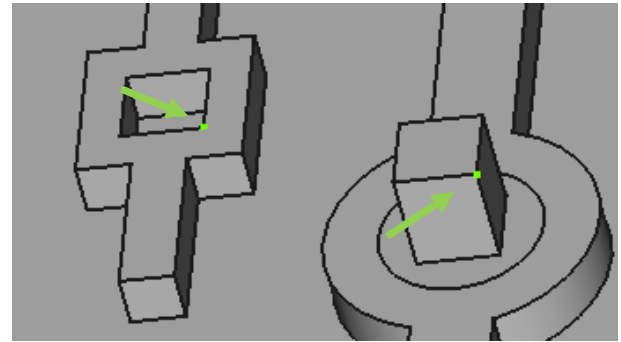
- M1 auf  bringt die beiden Flächen in die gleiche Ebene.
- Wähle Accept.



- Markiere zwei entsprechende Punkte am Zeiger und an der Welle.
- M1 auf  bringt den Minutenzeiger an die gewünschte Stelle.
- Wähle Accept.


Bemerkung:

Sollte der Minutenzeiger nicht bei 12 Uhr stehen, dann ist das zunächst einmal egal.



5.) Uhr stellen

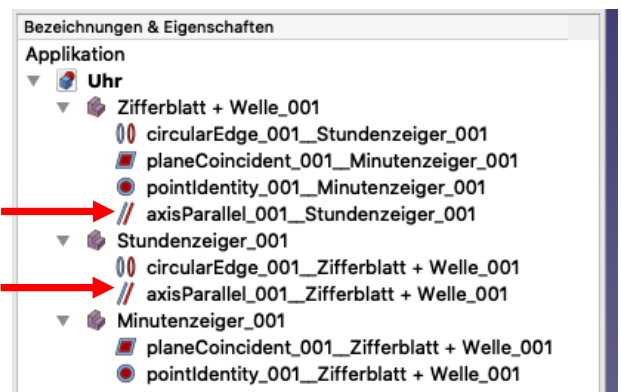
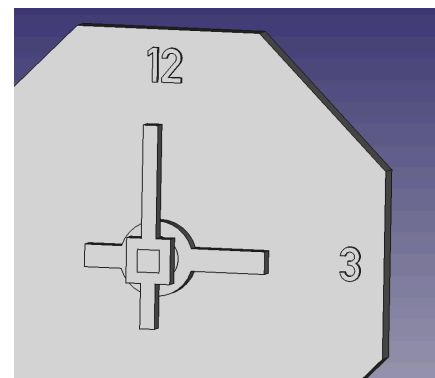
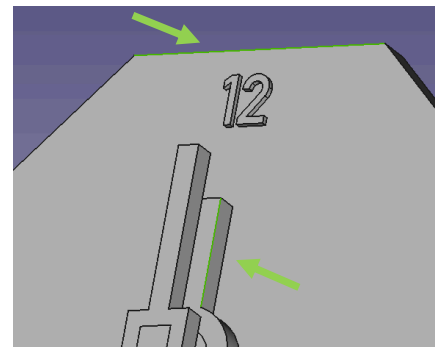
Die Uhr wird nun auf „3 Uhr“ gestellt.

- Markiere die obere Kante des Zifferblatts und eine „Längskante“ des Stundenzeigers.
- Mit M1 auf  werden diese Kanten parallel ausgerichtet und die Uhr damit gestellt.
- Bestätige mit Accept.

Bemerkung:

Ein Blick in die Baumansicht zeigt, dass einige Beschränkungen dazugekommen sind. Die zuletzt gemachte Beschränkung für den Stundenzeiger taucht sowohl beim Zifferblatt als auch beim Stundenzeiger auf.

Um z.B. den Stundenzeiger neu zu orientieren, musst du zuerst die entsprechenden Beschränkungen löschen. Probiere es aus!



6.) Form des Minutenzeigers bearbeiten

Um die Zeiger besser unterscheiden zu können, wird nun noch ihre Form verändert.

- Markiere den Minutenzeiger.

- M1 auf  (Importierte Zeichnungsdatei bearbeiten)


Die Zeichnungsdatei „Minutenzeiger“ wird geöffnet.

- Öffne die Skizze und ändere über die Bemaßung die Form des Zeigers.

Achtung: Hier kann es sein, dass FreeCAD in die „Uhr“-Zeichnung springt. Dann einfach wieder die „Minutenzeiger“-Zeichnung auswählen.

Du kannst ihn z.B. etwas länger und schmaler machen.

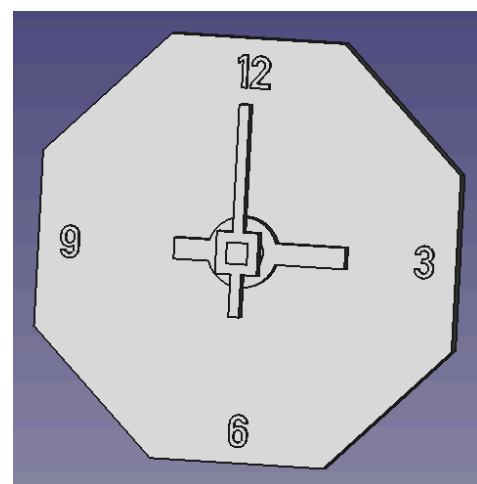
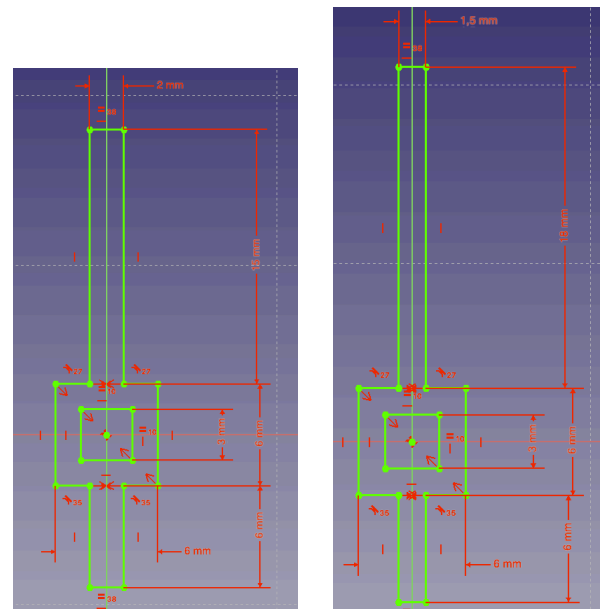
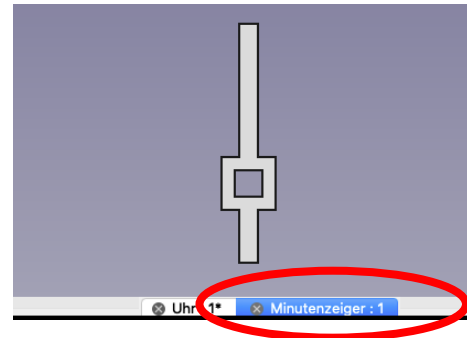
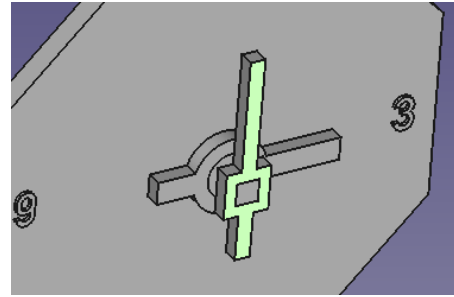
- Schließe deine Skizze.
(Die Form deines Zeigers muss sich nun ebenfalls verändert haben.)

- M1 auf  speichert deine Änderungen und wechselt zurück zur Uhr.

- Aktualisiere deine Uhr (Baugruppe)

mit .

- Dein Minutenzeiger erscheint nun länger und schmaler.

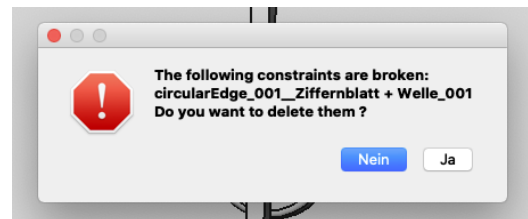
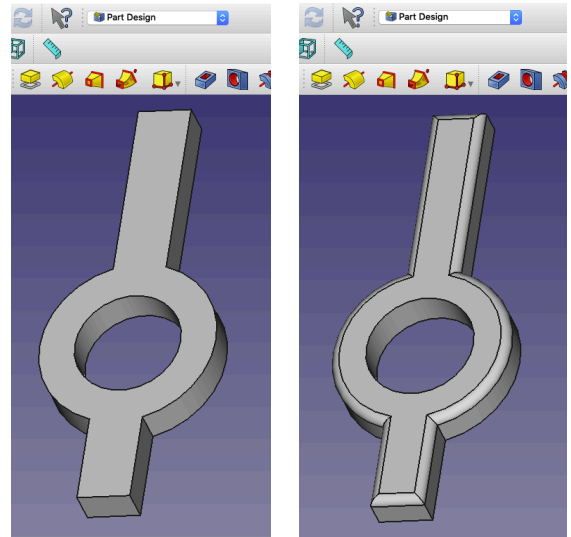


7.) Fehlermeldung „Constraints are broken...“

Solange bei einer Änderung nur die Bemaßung geändert wird, geht i.d.R. alles gut.

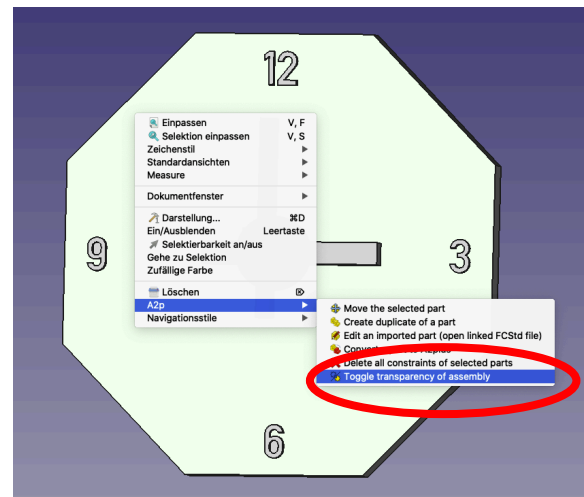
Wird aber z.B. eine Rundung vorgenommen, dann gibt FreeCAD bei der Aktualisierung eine Fehlermeldung aus.

Dann müssen die entsprechenden Beschränkungen neu definiert werden.



8.) Transparency-Modus

- Markiere ein Bauteil deiner Baugruppe (egal welches).
- M2 (Rechtsklick) öffnet ein Menü. Wähle "A2p/Toggle Transparency assembly"



- Die Uhr erscheint dann halbtransparent.

Du kannst auf gleiche Weise diesen Modus wieder ausschalten.

