

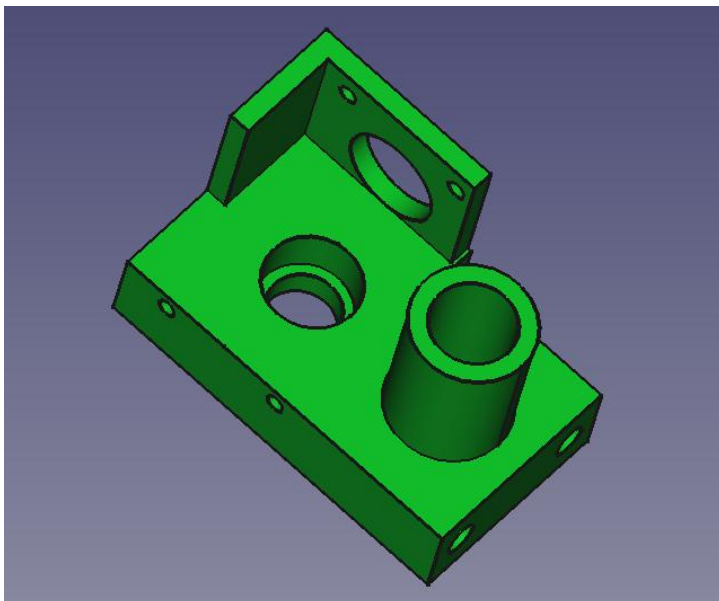
3D Printing in Repair Cafes

Basierend auf dem 3D Netzwerk Meeting in München - wo wir 3D Drucken in Repair Cafes analysierten - zeigte sich, dass viele Teilnehmer Probleme mit der Erzeugung der Digitalen Dateien haben, die für den 3 D Druck erforderlich sind. Im folgenden- allerdings recht einfachen - Beispiel will ich das Design einer einfachen Rohrschelle genannt „Gartenzaun Scharnier“ mal kurz aufzeigen.

Ich verwende das Programm FreeCAD. Das ist sehr mächtig und kann – trotzdem dass es gratis ist – eine Menge Dinge erledigen, die ich selbst nicht kenne oder ausprobiert habe. Es soll sogar möglich sein, auf einen Sitz auch die GCODE Dateien für den Drucker zu erstellen. Aber aus historischen und Zeitgründen bin ich nicht so tief in das Programm eingetaucht und will nicht verschweigen, dass ich kein Experte bin. Allerdings konnte ich alle meine bisherigen 3D Designs bis hin zum eigene 3D Drucker oder einem Laserengraver mit relativ einfachen Funktionen entwickeln und auch im 3 Druck realisieren.

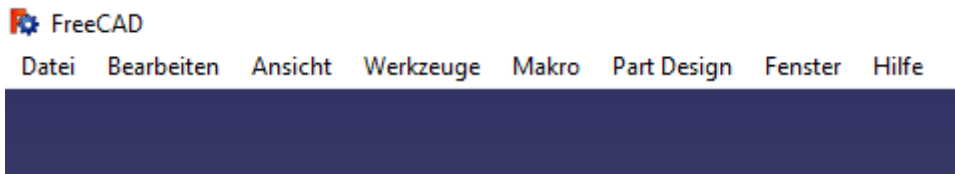
Für diese Demonstration der Rohrschelle – übrigens etwas was auch mal im Reparaturbetrieb vor kommen kann - verwende ich die Programmversion FreeCAD Version 0.15. Es gibt neuere Versionen - aber bisher habe ich diese Updates nicht gebraucht. Und: „Never change a running System“ auch Faulheit genannt.

Wenn man das Programm runter geladen und gestartet hat, zeigt es normalerweise eine Einführungsseite auf der man etwas rumstöbern kann. Hier gibt es wahnsinnig viele Informationen zum Programm und dessen Anwendung sowie Beispiele. Auch die Wikipedia Seite und viele Youtube Channels sind hilfreich. Aber mein Gehirn arbeitet langsam (aber sicher!) und diese Demos gehen einfach zu schnell! Man kann im Wiki https://www.freecadweb.org/wiki/User_hub auch sehen, dass FreeCAD ein richtig mächtiges Tool ist mit einer großen Auswahl an „Workbenches“. Wenn man mal durch die Liste der Workbenches klickt, findet man viele auch für den design Process nützliche Funktionen. z.B: die Drawing Workbench für die 3D nach 2D Conversion. (Ich kopiere in der Regel 3D Objekte mit dem „Snipping tool“ von Windows was hophop funktioniert. Aber hier kann man viel lernen. Und mit den einfachen Mitteln habe ich z.B. den Motorhalter, Z-Lagerbuchse, die Bohrungen der X Achse (rechts) und die Halterung der Spindelmutter konstruieren können.

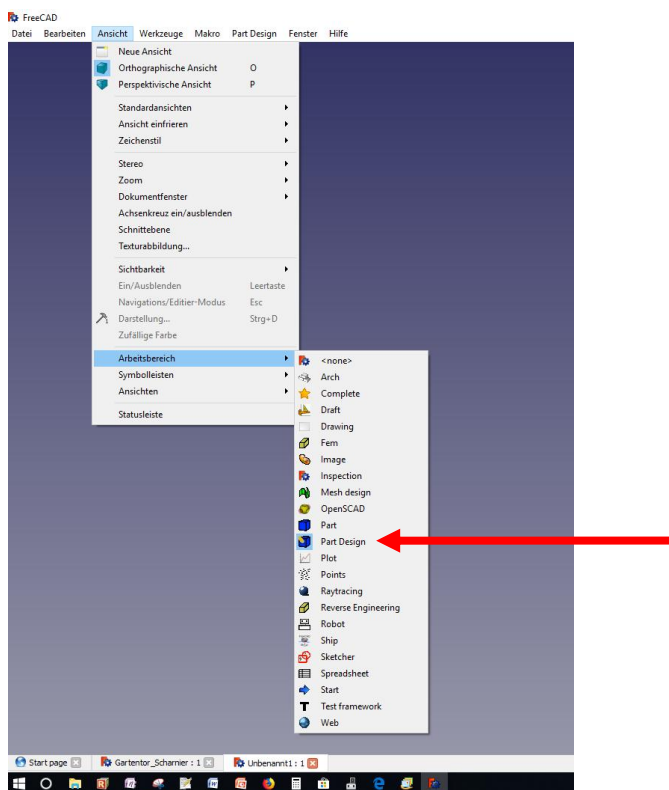


Nun die Beispielkonstruktion: Zum Einstieg in FreeCAD mache ich mal die Rohrschelle im Step by Step Verfahren langsam und zum „Mitprobieren“.

Also hier der erste Schritt: Das Programm startet eventuell „jungfräulich“ und ziemlich knapp:



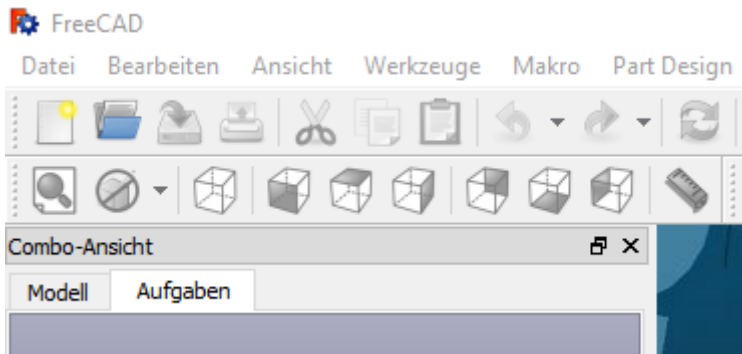
Nun muss man auf „**Ansicht**“ klicken. Da geht ein großes Auswahl Menu auf – such den Unterpunkt: „**Arbeitsbereich**“ und dann muss man die gewünschte „**Workbench**“ auswählen. Für die Rohrschelle ist „**Part Design**“ (siehe beim roten Pfeil!) völlig ausreichend.



Bei mir geht das Programm normalerweise mit dem **Basis Toolset** auf. Dann muss ich im Start Feld „**Part Design**“ auswählen.

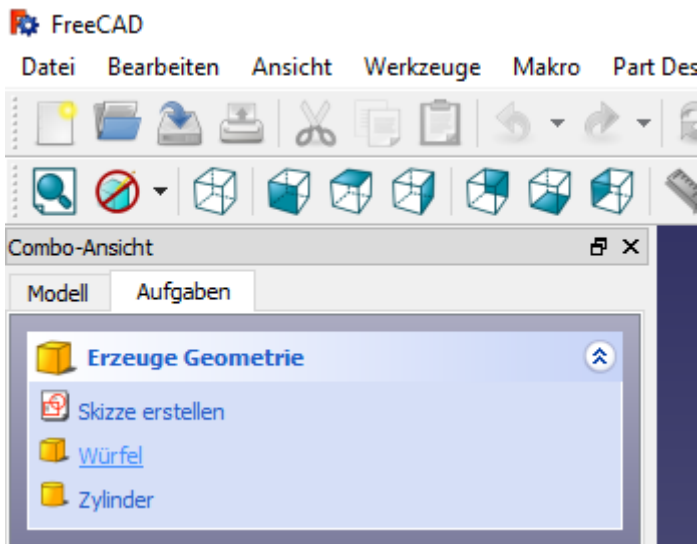


Also **Start** anklicken und aus einer langen Liste das Unterprogramm „**Part Design**“ auswählen. Eine neue Combo Ansicht erscheint:



Modell und Aufgabe sind später die wesentlichen Arbeitsreiter:

Um sauber arbeiten zu können gehen wir in „Datei“ und eröffnen über „**Neu**“ und „**Speichern unter**“ unser neues Projekt **Gartentor_Scharnier.FCStd**. Unser Bildschirm zeigt nun einen aktivierten Aufgaben Reiter.



Nun wählen wir „**Skizze erstellen**“ aus. Dadurch erscheint auf der Arbeitsfläche ein Fensterchen „**Orientierung**“. Wir wählen **XY-Ebene** und **OK**.

Die Arbeitsfläche hat nun ein Raster. Und in der linken Seite hat sich die „Combo Ansicht“ nach unten umfangreich erweitert. In „**Meldungen des Löser**“ werden die wichtigste Information zur Zeichnung gesammelt und auch ermittelt, ob die Zeichnung korrekt ist. Außerdem kann man sich das Zeichenraster passend einstellen.


Gezeichnet wird mit Elementen aus der **Zeichenelement Leiste**:



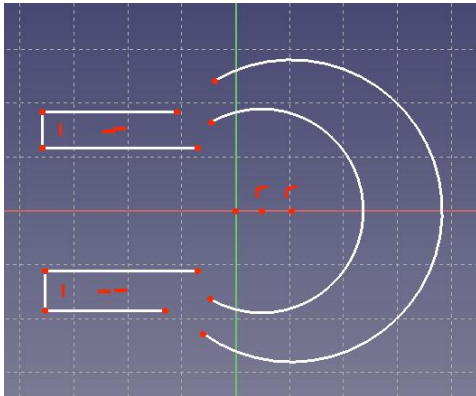
Die meisten und oft benutzten Zeichenelemente sind selbst erklärend. Bei den anderen muss man „Youtuben“ oder im Online Handbuch nachsehen. Ich habe solche Element fast nie benutzt - man kann sich meist anders helfen. Für meine Rohrschelle brauche ich vier einfache Elemente:

Zwei Kreisbögen: Innenradius der Schelle (35mm), den Außenradius (41mm - gezeichnet mit



und die Rohrschellen Spanner – beide gezeichnet als Polygone .

Ich zeichne mit diesen Elementen die Teile ohne Bemaßung einfach auf die Arbeitsfläche. Das Bild sieht dann (zwar etwas chaotisch aber) so aus. Der kleine rote Punkt im Achsenkreuz ist wichtig und sollte nicht durch Zeichenelemente „versteckt“ werden (auch wenn das manchmal verlockend ist!).



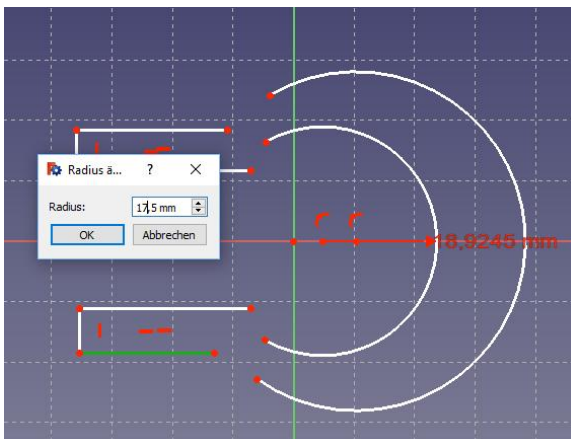
Im nächsten Schritt lege ich einige wesentliche Dimensionen fest. Das geschieht mit den **Bemaßungstools**:



(Wenn man langsam die einzelnen Elemente anfährt, kann man eine Funktionsbeschreibung erhalten:

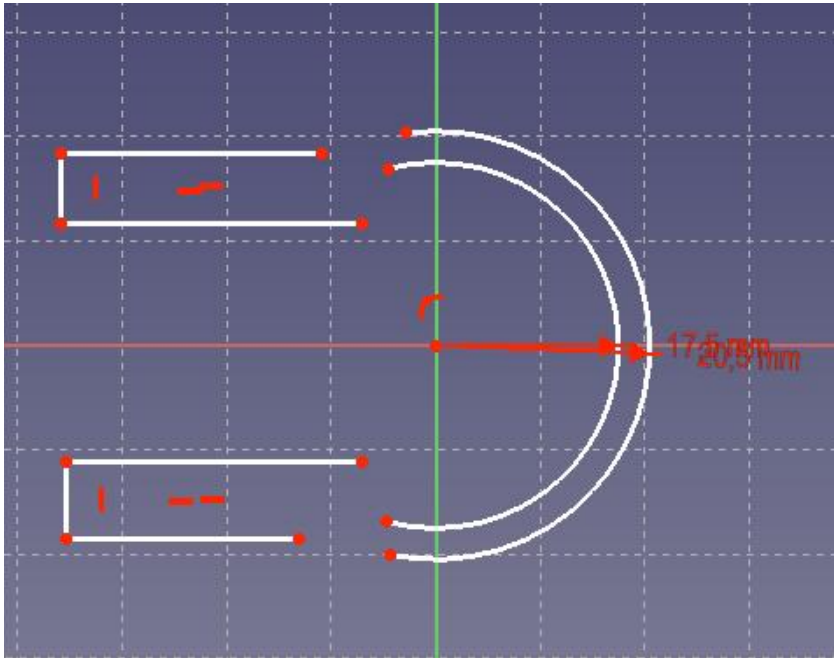
Beachte: Links in der Leiste ist der „**Rote Punkt**“ - eine extrem wichtige Funktion! Z.B. wenn man ein Polygon verwendet (wie oben) und versucht die Enden von Zeichnungselementen durch einfaches „**Verschieben der Endpunkte**“ zu verbinden – erhält man ev. eine nicht „**wasserdichte**“ Figur. Dies kann zu leeren Figuren führen. Wenn man die Enden mit dem **Roten Punkt** zusammenführt – wird sie automatisch „**wasserdicht**“ und damit korrekt druckbar.

Klicke auf den inneren Radius und der wird (bei mir)grün und dann auf das Radiustool (3. von rechts). Anmerkung: Wenn das Fensterchen für die Dimension aufgeht dann wird oft ein anderes Element grün. Hier eine der Linien – dadurch nicht verunsichern lassen!

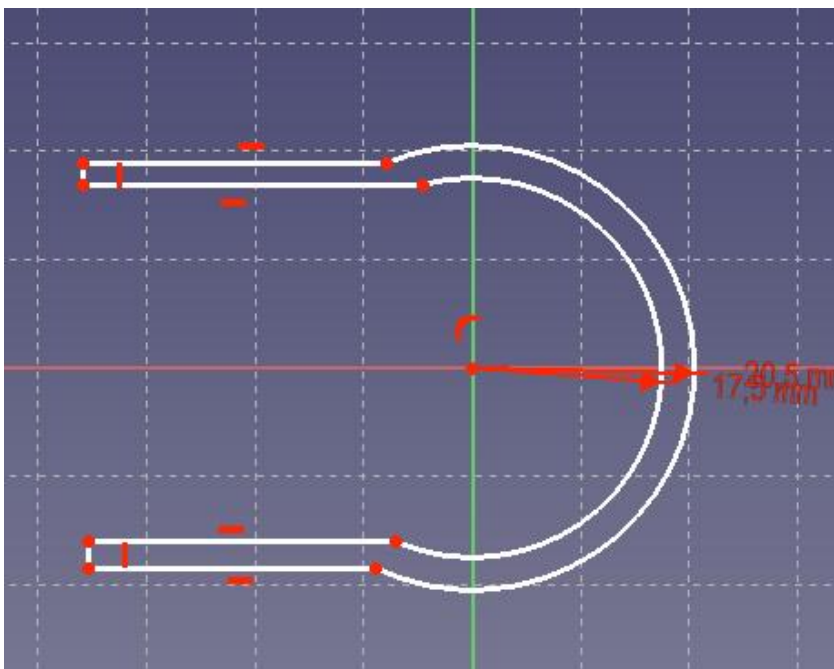


In das Fenster wird der erforderliche **Radius!** eingetragen und der Halbkreis schrumpft auf die gewünschte Größe. Das wiederholen wir für den Außendurchmesser mit 41mm.

Nun können wir die beiden Halbkreise zum Zeichnungsmittelpunkt konzentrisch machen. Dies passiert mit dem großen **Roten Punkt** in den am linken Ende der Bemaßungsleiste. Also: erst den roten Punkt in der Rastermitte anklicken, dann einen der Halbkreismittepunkte mit der Maus auswählen. Er wird auch grün und die Bemaßungsleiste wird aktiviert. Den **Roten Punkt** anklicken. Dann fallen automatisch Halbkreismittepunkt und Zeichnungsmittelpunkt zusammen. Dies für den großen Halbkreis wiederholen. Bei mir sieht das Bild dann etwa so aus:



Nun vereinigen wir die Klemmschenkelteile und das Rohrsegment mit dem Trick des „**Roten Knopfes**“: Jeweils zwei **Linienendpunkte!** in der Skizze anklicken und mit dem roten Punkt verbinden. Dann sieht das Ergebnis etwa so aus:



Sollten in dem Prozess nicht gewünschte Zeichnungselemente beim „Anklicken“ getroffen werden, dann einfach irgendwo im freien Rasterfeld mit der Maus klicken und die Selektionen werden aufgehoben. Neues Spiel – neues Glück!

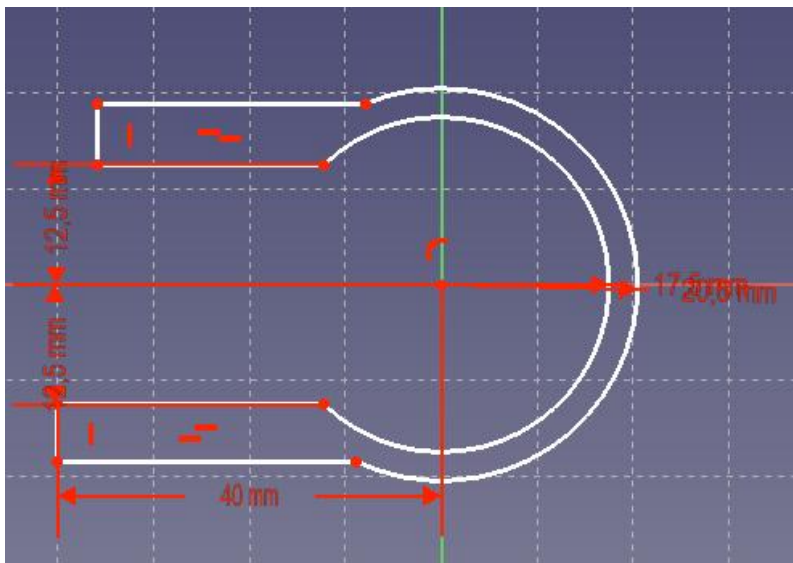
Nun müssen wir langsam die genaueren Bemaßungen einführen:

- 1) Die Länge der Klemmschenkel soll vom Mittelpunkt des Rohres etwa 40mm betragen.
- 2) Die Maulöffnung der Klemmschenkel soll 25mm betragen.
- 3) Die Stärke der Klemmschenkel soll 6mm betragen.

Wir tragen diese Maße für einen der beiden Schenkel ein. (oder wo es übersichtlicher ist aber nur einmal).

Eine Feinheit ist die Maulöffnung hier trage ich einfacher Weise 2 Maße mit 12,5mm ein und das geschieht symmetrisch zum Mittelpunkt des Rohres durch das Vermaßen des Schnittpunktes Innendurchmesser / Maulinnenseite und der Kreismitte mit einem indirekten Maß (Bemaßung (großes „I“ Zeichen).

Mit dem „Liegenden I“ (6. Zeichen von rechts in der Bemaßungsleiste) habe ich auch das Ende des unteren Schenkels bezogen auf den Kreismittelpunkt festgelegt. Nun sollte die Zeichnung etwa so aussehen:

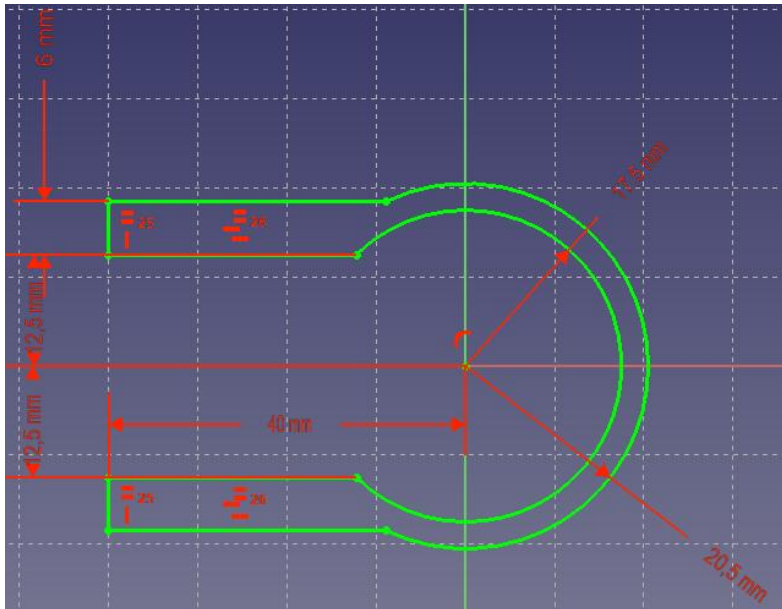


Nun kann man auch sehen, dass sich Innen- und Außenradius automatisch angepasst haben. Wenn Maßlinien „die Sicht verstellen“ kann man sie auch mit der Maus packen und passend verschieben.

Der nächste Schritt ist die Zuweisung der Stärke der Klemnteile und das Anpassen der beiden Schenkel. Die Schenkelstärke ist eine direkte Zuweisung eines Maßes und wird mit dem Doppelpfeil im der Bemaßungsleiste gemacht.

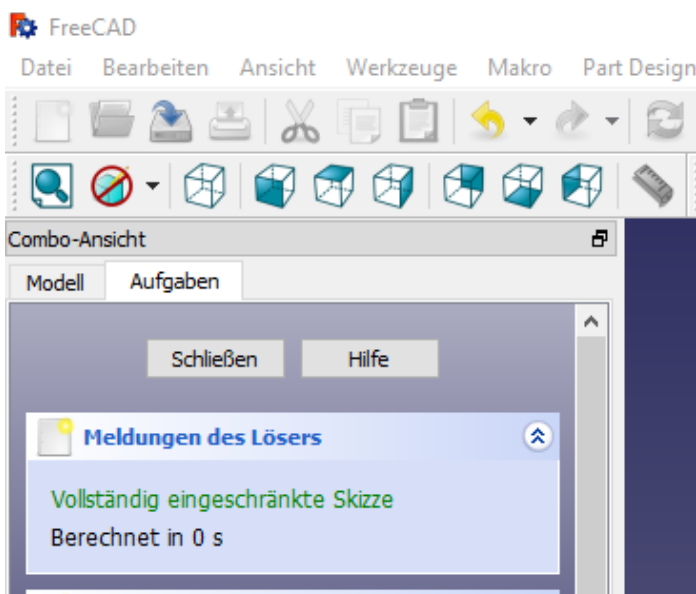
Also die Line der Schenkelbreite (Maß 6mm) anklicken, in die Bemaßungsleiste den Doppelpfeil (Direkte Maßzuweisung) anklicken. Im Bemaßungsfenster 6 eingeben. In einer technischen Zeichnung müsste man nun die Bemaßung immer auch für den 2. Schenkel eintragen. Bei FreeCad werden einfach die beiden sich entsprechenden Linien der Figur angeklickt und mittels des fetten horizontalen Gleichheitszeichen in der Bemaßungsleiste gleich gesetzt. Wenn dies abgeschlossen ist,

sollte sich die gesamte Zeichnung automatisch auf grün umschalten – was anzeigt, dass diese Zeichnung voll bestimmt ist. In vielen Fällen ist „voll bestimmt“ nicht erforderlich, wenn die Maße z.B. unkritisch sind - weil man irgendwo eine 6mm Bohrung braucht und den Radius zwar definiert hat aber die Lage der Bohrung nicht entscheidend ist. Hier kann man auch frei nach Schnauze und mit Augenmaß dahin verschieben, wo es halt passt. Dann kann man trotzdem die Zeichnung schließen. Auch eine Skizze mit dem Vermerk „**Skizze mit x Freiheitsgraden**“ kann korrekt gedruckt werden. Ihre Bearbeitung muss mit **OK** abgeschlossen werden.



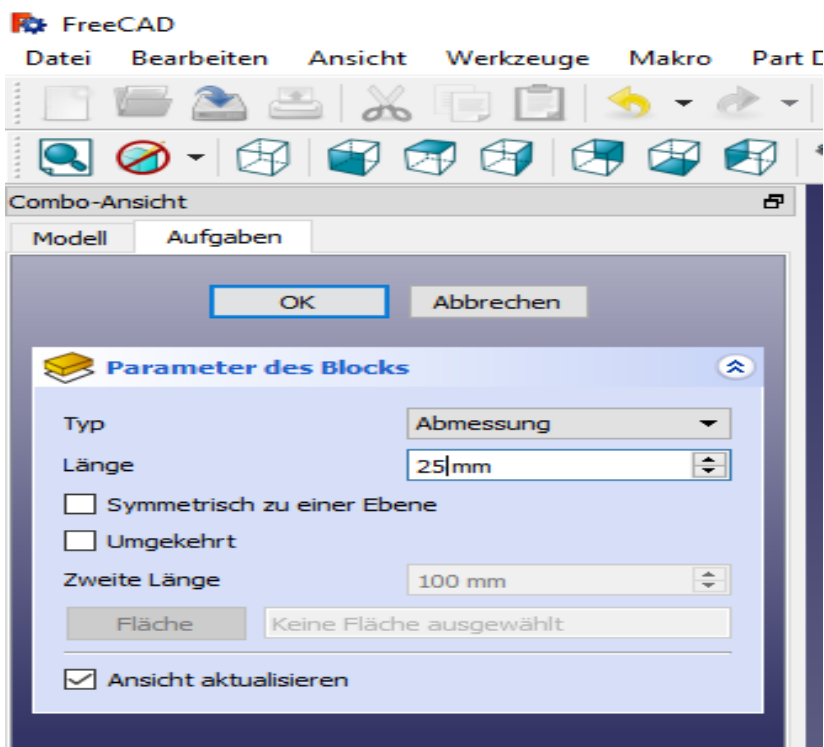
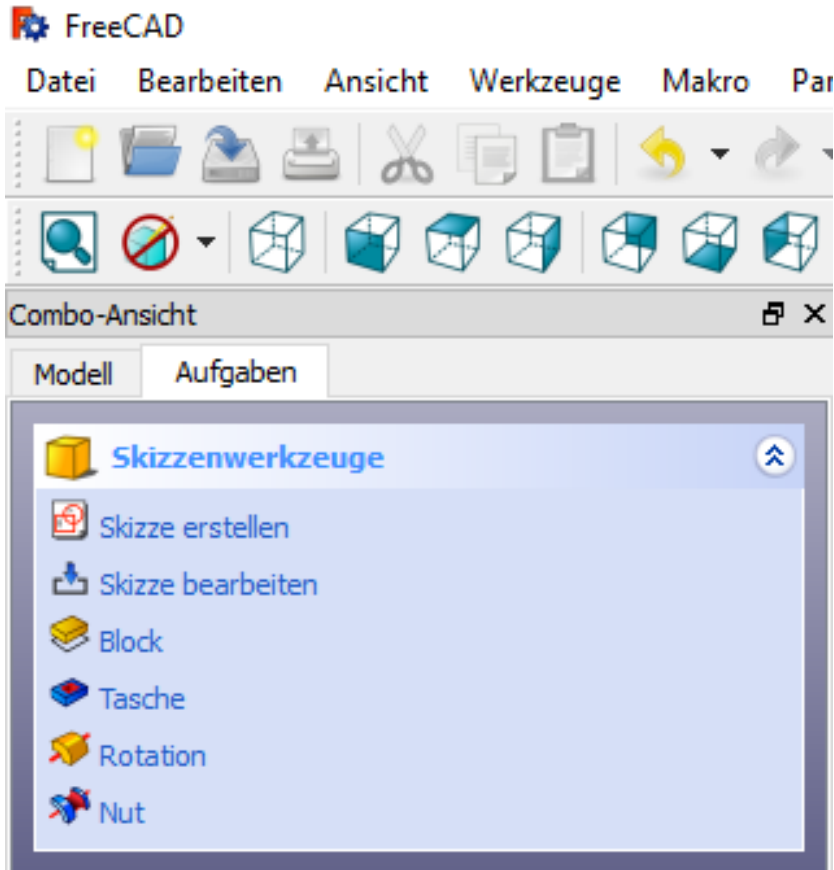
Im Aufgabenreiter wird die „vollständig eingeschränkte Skizze“ auch bestätigt. Normal konstruiere ich den Körper als Volumenkörper ohne Bohrungen und extrudiere mit „Block“.

In weiteren Entwurfsschritten mache ich dann mit „Tasche“ die erforderlichen Bohrungen. Dann kann man Bohrungen klar definiert in Ihrem Bezug anpassen und verschieben. Dazu ist es auch sinnvoll bei größeren Objekten im Modell die Unterpunkte „Pad“ „Pad001“ etc. in griffigere Begriffe umzubenennen (mit anklicken und Taste F2) in z.B. „**Grundkörper**“, „**Motorlager Block**“ .das Verinfacht spätere Änderungen enorm.

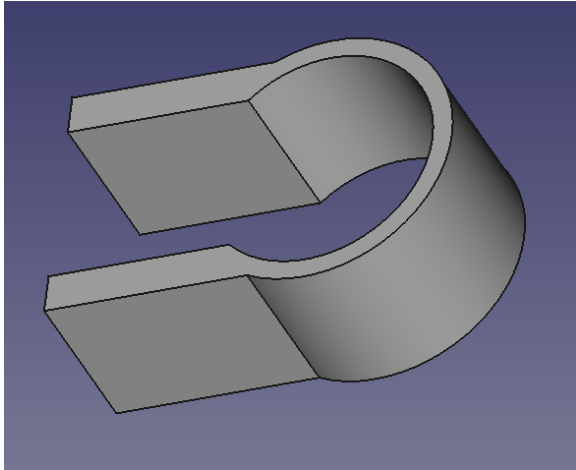


Das Feld Constraints enthält viele Informationen wie die Maße. Wenn man diese ändern will, kann man das hier erledigen. Diese Ansicht einfach durch „Schließen“ verlassen.

Der nächste Schritt ist der Übergang auf 3D Darstellung – hier durch **Block** bestimmt! Diesen Punkt anklicken. Die 2 D Zeichnung wird nun aufgepolstert. **Tasche** macht das Gegenteil

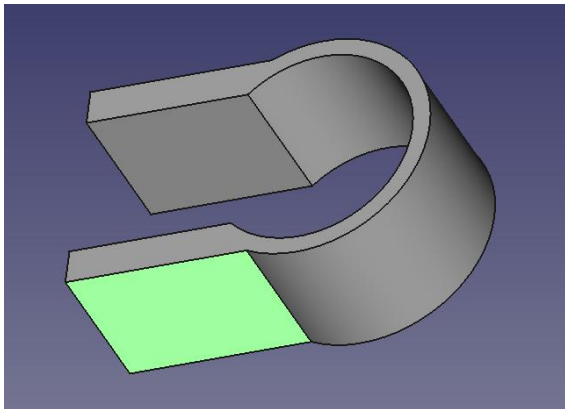


Mit OK bestätigen wir dass wir das Bauteil 25mm aufpolstern. Dann sollte die Figur auf dem Bildschirm nach Rotieren des Objektes so aussehen: (Achtung: Man braucht für die Bedienung des Programms eine **Radmaus**: Mittlere Radtaste und linke Taste gemeinsam drücken! Und Maus entsprechend bewegen. Die Radtaste alleine drücken verschiebt das Objekt im Arbeitsfeld!)

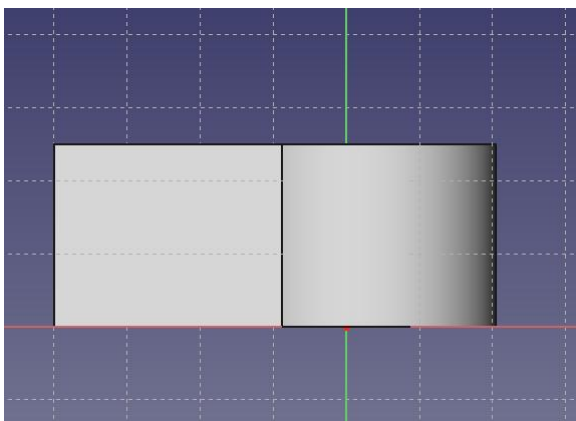


Nun wollen wir eine 6mm Bohrung etwa in der Mitte der Schenkel vorsehen. Mit **FreeCAD Part Design** ist dies nur auf ebenen Flächen möglich. (Anmerkung: In „Part“ kann man bei gebogenen Flächen einen entsprechenden Zylinder „durchschieben“ und dann von der Ur-Form „subtrahieren“ - dann entsteht auch ein Durchgangsloch.)

Also wählen wir durch Anklicken eine Fläche aus: (hier der grüne Schenkel)

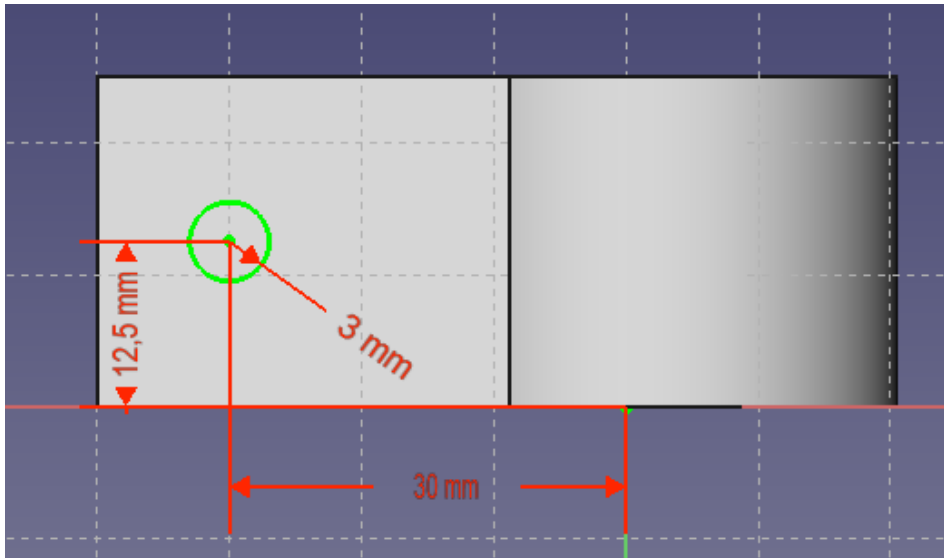


Unter den **Aufgaben** wählen wir „**Skizze erstellen**“ und erhalten diese Figur:



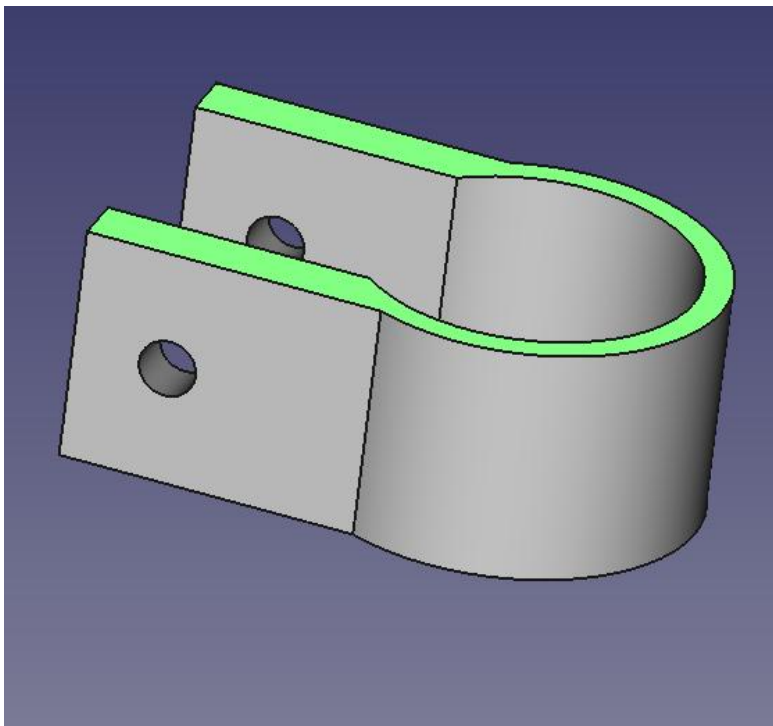
Anmerkung: Auch wenn man das nicht klar sieht, die Fläche liegt nun in der Zeichenebene! Und der **Bezugspunkt** der Zeichnung ist etwas rechts von der senkrechten Grünen Linie erkennbar.

Wir bohren nun ein 6mm Loch durch beide Schenkel: **Kreis Tool** auswählen und Kreis mit 3mm Radius (**Bemessungstools**) zeichnen und mit **Vertikal I** und **Horizontal I** (also relativ zum Bezugspunkt) vermaßen. Der Kreis wird Grün und die Skizze ist voll bestimmt. Unsere Zeichnung sieht wie folgt aus:



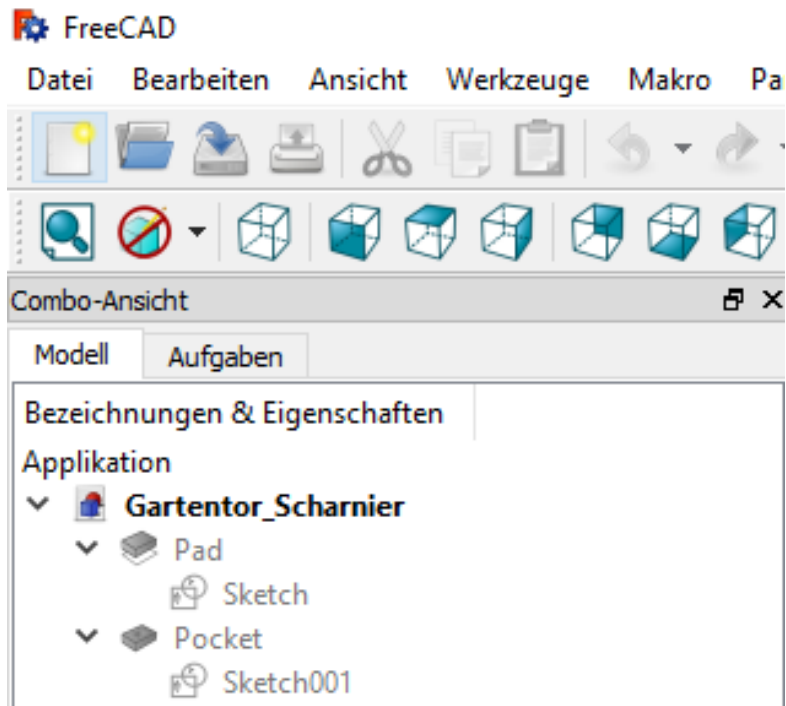
In Aufgabenreiter erscheint „**völlig eingeschränkte Skizze**“ – diesen Reiter mit OK schließen.

Im Aufgabefeld wählen wir nun „**Tasche**“ im nächsten Feld „**Parameter der Tasche**“ klicken wir auf **Abmessung** und wählen im Selektionsfeld „**Durch alles**“ und prompt sollte in der Zeichnung das Loch sichtbar werden. Und in der 3D Darstellung ist es auch gut sichtbar (**Maus Rad und Linke Taste unten halten!**) Mit OK bestätigen

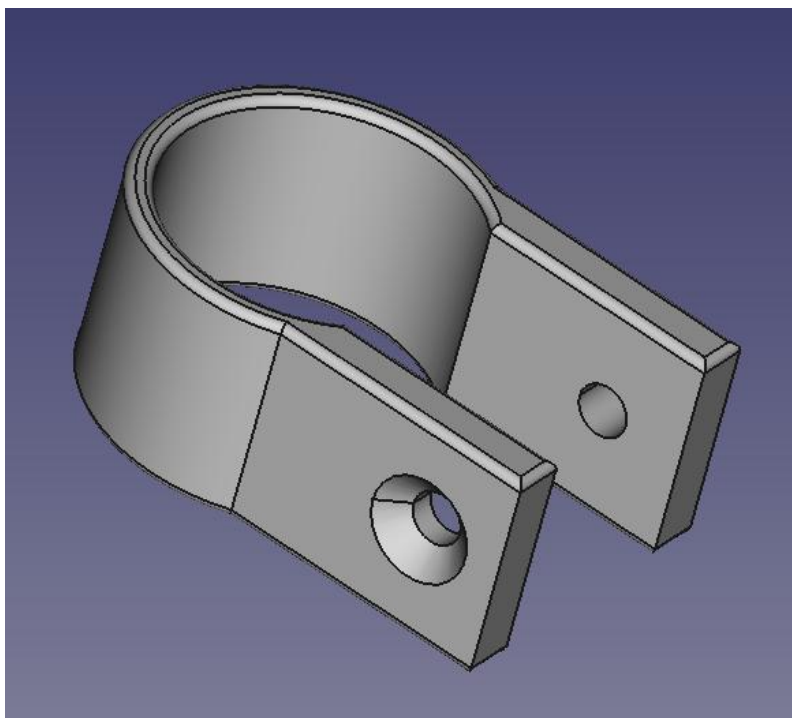


Mit diesem Stadium sollte das Design des Körpers komplett fertig gestellt sein.

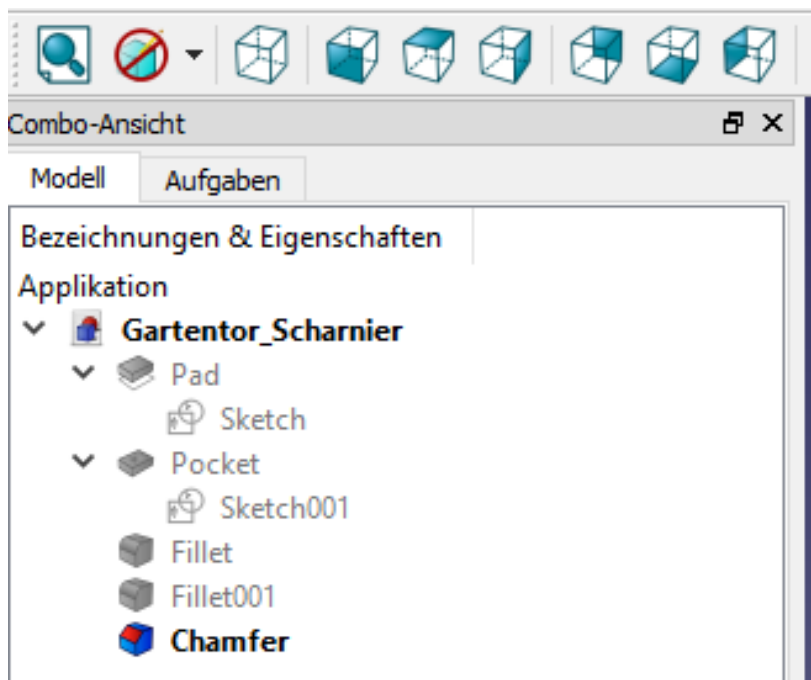
Wenn man noch eine Skizze oder ein neues Feature des Teiles braucht, sollte man dies nun fertigstellen. Die Übersicht im Modellbereich sollte nun wie im nächsten Bild aussehen: Klickt man auf den Haken vor **Pad** so wird die dazugehörige **Skizze** zugänglich. Nach einem Doppelklick wird die Skizze geöffnet und man kann sie nachbearbeiten. Klickt man auf Pad erscheint im Combo Bereich das Fenster für das Padding und man kann ev. die Dicke nachjustieren.



Im vorherigen Bild des Körpers ist die obere Fläche bereits selektiert, um die Kanten zu verrunden. Dazu im Aufgabenreiter **Verrundung 1mm** anklicken und mit „Fase 3mm“ für die Senkkopfschraube haben wir das Endresultat.



Gehe im Combo Feld auf den Reiter „Modell“.



Hier sind die einzelnen Komponenten klar erkennbar:

Pad ist der Grundkörper - Sketch die dazugehörige Skizze

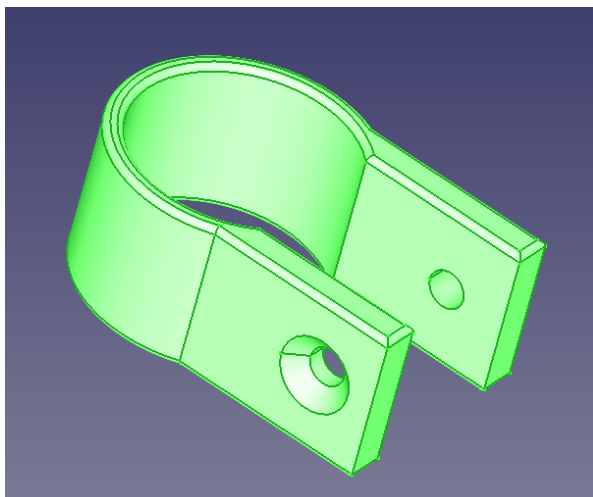
Pocket ist das 6 mm Loch – mit der Skizze001

Fillet sind die Verundungen und Chamfer die Senkung

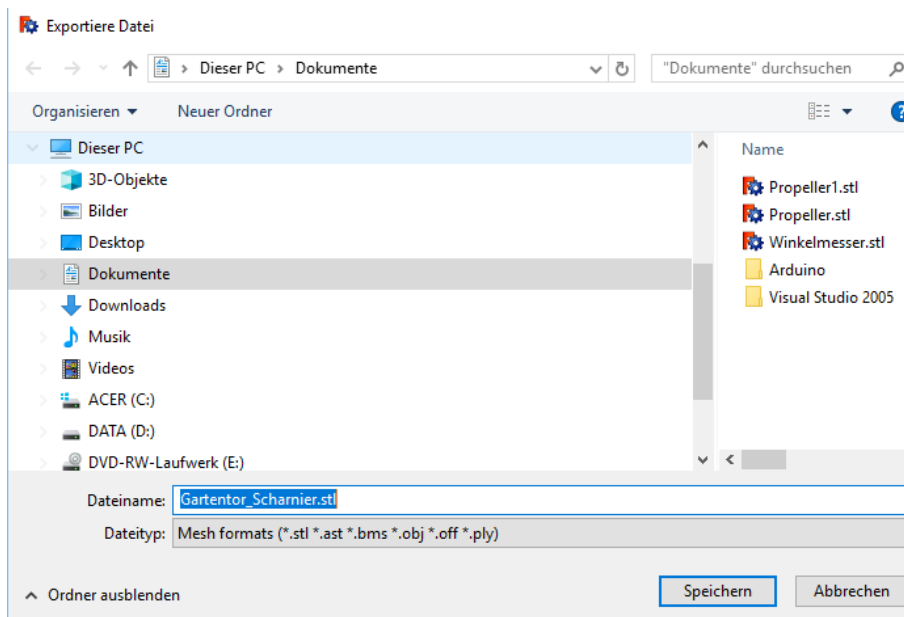
Bis hier ist alles wunderschön - und wie geht die Sache weiter zum 3D Druck?

Das File muss zur Weiterverarbeitung in ein .stl File convertiert werden (oder Mesh Format) exportiert werden.

Dies sind nur einige wenige Mausklicks. Zu Export muss man **alle Bestandteile** der Zeichnung auswählen. Dazu muss man auf den letzten Listeneintrag („**Chamfer**“) klicken und das erstellte Teil leuchtet komplett neonfarbig auf. (Anmerkung: Im letzten Listeneintrag liegt bei FCSTD Files die Gesamtinformation. Wenn man einen Punkt weiter oben anklickt – wird nur ein unvollständiger (Hohlkörper) exportiert! Der Druck misslingt!)



Klick auf Datei (Oberste Leiste unter dem FreeCAD Logo) und wähle „Exportieren“ aus. Das Speicherfenster geht auf. (Die Filebezeichnung hier blau Highliht sollte man vor dem Speichern mit **.stl** ergänzen, um es im Explorer gegenüber dem „.FCStd File“ kenntlich zu machen!



Dieses STL file kann dann an die Drucker Software übergeben werden, wenn dieser eine Slicer SW bereits enthält beinhaltet wie z.B. German RepRap RepetierHost.

Sinnvoll ist ab das Slicen mit einer externen Version des Programms *Slic3r* (Anmerkung die 3 ist korrekt, das heißt so!)

Zusammenfassung

Dies sollte eine kleine Einführung in die 3D Konstruktion sein und schabt nur leicht an den enormen Fähigkeiten von FreeCAD „Part“ und „Part Design“ Sie soll nun etwas die Scheu nehmen und Anregungen zum weiteren Experimentieren geben. Ich werde auch eine kleine Einführung in den Slicer Slic3r und das Drucken vor bereiten. Bei Fragen und Problemen kann ich im Rahmen meiner Fähigkeiten helfen. Ich bin auch kein FreeCAD Guru! Ab er nur durch rumexperimentieren, wird man schlau.

Uli Libal
Repair Cafe Landsberg
u.libal@mnet-mail.de