

# Schraube in chic

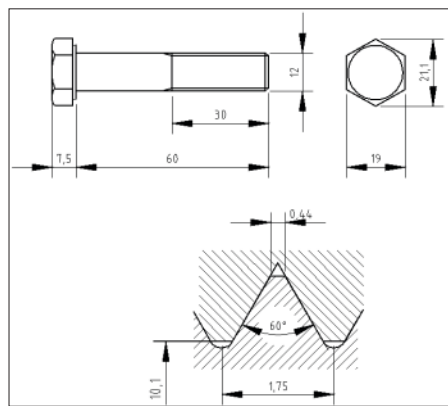
## 3D-Konstruktion und Rendering mit FreeCAD

In c't 13/17 haben wir gezeigt, wie man mit dem 2D-Zeichenprogramm LibreCAD arbeitet und eine DIN-konforme Sechskantschraube erstellt [1]. Mit FreeCAD schicken Sie das Normteil in die dritte Dimension.

Von Matthias Mett

Die 3D-Software steht als Open-Source-Projekt für Windows, macOS sowie diverse Linux-Distributionen zur Verfügung. Die Versionen unterscheiden sich in der Bedienung in kleinen Details. Wir haben mit der Windows-Version gearbeitet. Der Großteil des Programms ist bereits eingedeutscht, hie und da grüßen noch englische Wörter und schräge Übersetzungen – am besten belässt man die Sprache auf Englisch. Wie schon im Artikel „Keine Schraube locker“ dient als Beispiel die Sechskantschraube mit Schaft DIN EN ISO 4014 (DIN 931) M 12 × 60, um die Möglichkeiten von FreeCAD zu zeigen.

Das Programm bringt mehrere Arbeitsbereiche mit, welche unterschiedliche



Diese 2D-Zeichnung beinhaltet alle relevanten Bemaßungen für die 3D-Konstruktion der Schraube.

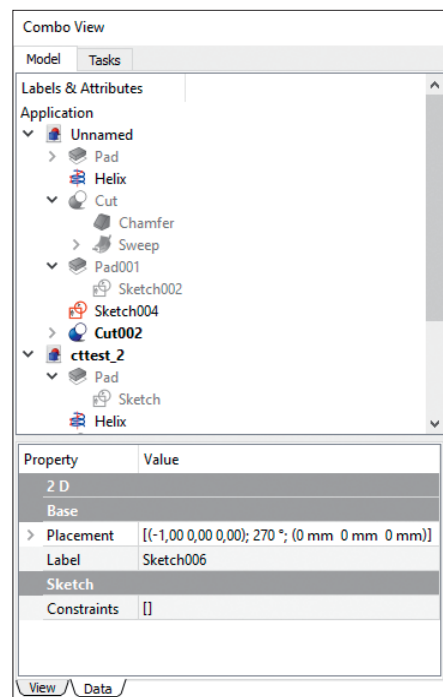
Werkzeugleisten bereithalten. Zwischen den Arbeitsbereichen wechseln Sie im Drop-Down-Menü in der oberen Menüleiste. Zuerst legen Sie in einem neuen Dokument im Part-Design-Arbeitsbereich mit „Create a new Sketch“ eine Skizze mit Ausrichtung XY-Ebene für das Werkstück an.

### Der Schaft

Los geht es mit dem Schaft. Zeichnen Sie mit „Create Circle“ einen Kreis mit dem Radius 6 mm auf den Koordinatenmittelpunkt. Die Zeichenwerkzeuge holen Sie mit einem Rechtsklick auf die Arbeitsfläche.

Schließen Sie die Zeichnung, indem Sie in der Modell- und Aufgaben-Verwaltung am linken Bildrand im Combo-View-Fenster auf „Close“ klicken. Das Combo-View-Fenster ist die Schaltzentrale von FreeCAD: Unter der Registrierkarte „Model“ sammelt das Programm dort alle Objekte in einer Baumansicht. Bei der Neuerstellung eines Objektes erscheint ein Aufgabenfenster in der zweiten Registrierkarte des Combo-View-Fensters unter „Tasks“. Dort fragt FreeCAD verschiedene Parameter ab, bevor man Arbeitsschritte dort abschließt. Unterhalb des Modellfensters blendet FreeCAD das Eigenschaftfenster ein. Hier verändern Sie die Bezeichnung oder Position eines Objektes.

Im nächsten Schritt entsteht aus dem Kreis ein Zylinder: Wechseln Sie mit der Taste „O“ in die axonometrische Ansicht. Markieren Sie den Kreis, extrahieren Sie ihn mit „Pad a selected Sketch“ um 60 mm und bestätigen Sie die Eingabe mit „Ok“. Der untere Teil des Zylinders erhält eine Abschrägung: Markieren Sie dazu den unteren Kreis des Zylinders und erstellen Sie eine Fase von 1 mm mit dem Button „Chamfer the selected edges of a shape“. Schauen Sie sich das Ergebnis an, indem Sie das Werkstück drehen, während Sie die rechte Maus- und die Shift-Taste gedrückt halten. Bei gedrückter Steuerungstaste verschieben Sie bei gedrückter rechter Maustaste die Ansicht.



Mit dem Combo-View-Fenster verwaltet man die einzelnen Bestandteile der Zeichnung und bearbeitet Teile davon in der Registrierkarte „Tasks“.

### Das Gewindeprofil

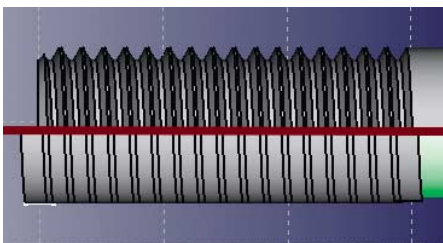
Für das Herausschneiden des Gewindes aus dem Schaft erstellen Sie im ersten Schritt einen Querschnitt. Dieser bestimmt die Gewindetiefe von 1,07 mm. Legen Sie eine neue Skizze in XZ-Ebene an und zoomen Sie auf die rechte untere Schraubenfase. Zeichnen Sie mit dem Polylinien-Werkzeug ein Trapez in der unmittelbaren Nähe der Fase. Seitenlängen und Winkel legen Sie mit Einschränkungen nachträglich fest: Für die erste Einschränkung markieren Sie die Endpunkte der kurzen Seite sowie die X-Achse (rote Linie) und erstellen eine Symmetriebeschränkung, indem Sie „s“ drücken. Wiederholen Sie den Vorgang für die lange Seite. Anschließend markieren Sie die linke Seitenlinie und legen mit Shift + v eine vertikale Abstandseinschränkung

von 0,44 mm fest. Markieren Sie die Y-Achse (grüne Linie) und einen Punkt der linken Trapezseite. Es folgt eine horizontale Abstandseinschränkung (Shift + h) von 5,05 mm. Eine Winkeleinschränkung von 60° komplettiert den Querschnitt: Markieren Sie dafür die obere und untere Trapezseite, gefolgt von „a“. Schließen Sie mit „Close“ die Zeichnung.

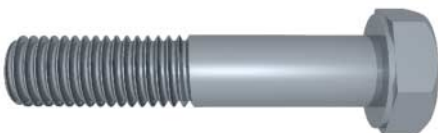
## Virtueller Gewindeschnitt

Die Begrenzung für das Gewinde ist fertig, nun schneiden Sie das Gewinde in den unteren Teil des Schafts. Wechseln Sie dazu in den Arbeitsbereich „Part“. Zur besseren Übersicht lässt sich der Schaft unter „Chamfer“ in der Modellverwaltung per Rechtsklick und „Toggle visibility“ ausblenden. Konstruieren Sie einen parametrisierten geometrischen Grundkörper mit dem entsprechenden englischsprachigen Knopf in der Werkzeugleiste und wählen Sie „Helix“ aus dem Dropdown-Menü in der Aufgabenverwaltung aus. Das Gewinde erhält folgende Werte: Steigung (Pitch) 1,75 mm, Höhe (Height) 31 mm, Radius 5,05 mm. Ein Klick auf „Create“ erzeugt die Helix. Wechseln Sie in die Modell-Registrierkarte, markieren Sie die Helix und klicken unter „Property/Data“ auf „Placement“. Drehen Sie die Helix unter „Angle“ um 90° und verschieben Sie sie anschließend bei „Position“ um -1 unter die Z-Achse. Beenden Sie die Arbeit mit „Close“ in der „Task“-Registrierkarte.

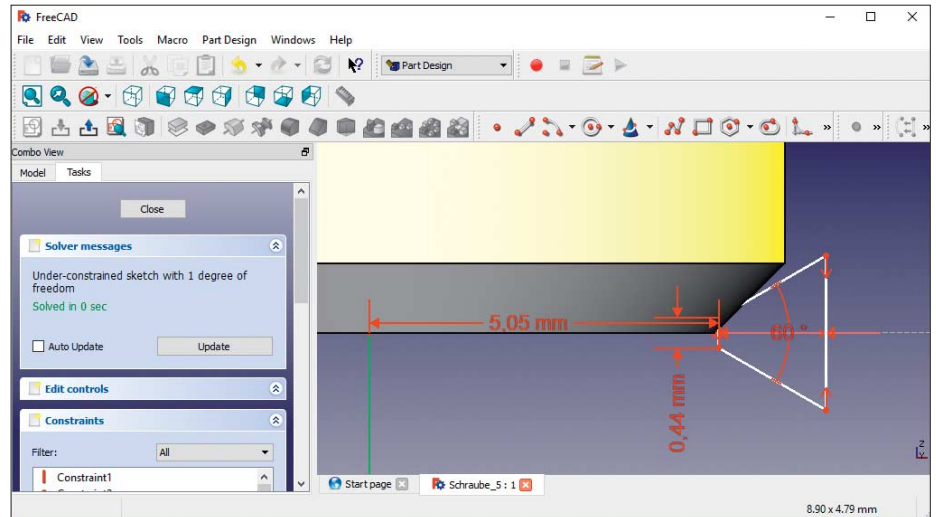
Jetzt entsteht aus Helix und Zylinder das Gewinde: Klicken Sie auf den „Utility to sweep“-Knopf in der Werkzeugleiste. Schicken Sie den Gewindequerschnitt des



Die untere Hälfte zeigt das extrahierte Gewindeprofil – auf der oberen sieht man das fertige Gewinde.



So sieht das Ergebnis aus, wenn man es mit POV-Ray rendert.



Ein Trapez schneidet in den Schaft der Schraube und legt so die Gewindetiefe fest.

Gewindeprofils (Sketch001) in der Aufgabenverwaltung mit dem blauen Pfeil nach rechts in das „Sweep“-Fenster und bestätigen Sie mit „Sweep Path“. Im nächsten Schritt markieren Sie die Helix in der Modellverwaltung, wechseln zurück in das „Task“-Tab und klicken auf „Done“. Setzen Sie je einen Haken in die Checkboxes vor „Create Solid“ und „Frenet“ und bestätigen Sie die Klickerei nochmals mit „Ok“. Im Model-Tab schalten Sie jetzt wieder die Sichtbarkeit von „Chamfer“ ein. Markieren Sie mit gedrückter Steuerungstaste „Chamfer“ und Sweep in der Modellverwaltung. Drücken Sie jetzt in der Werkzeugleiste den Knopf „Make a cut of two shapes“ und FreeCAD berechnet das Gewinde.

Für das Zeichnen des Schraubenkopfes markieren Sie die obere Fläche des Schaftes und erstellen eine neue Skizze im Arbeitsbereich „Part Design“. Ein Kreis mit Mittelpunkt auf dem des Zylinders macht den Anfang. Der Radius beträgt 9,5 mm. Bestätigen Sie die Eingaben mit „Close“ in der Aufgabenverwaltung des Combo-View-Fensters. Extrahieren Sie den Kreis mit „Pad a selected Sketch“ um 1 mm, um den Abstandsring zu erzeugen. Markieren Sie nun die obere Fläche des Abstandsrings und legen Sie eine weitere Skizze an. Dort zeichnen Sie mit „Create Hexagon“ ein Sechseck, dessen Mittelpunkt ebenfalls auf dem des Zylinders liegt. Markieren Sie einen Eckpunkt und von diesem aus gesehen den übernächsten Eckpunkt. Geben Sie für die Abstandseinschränkung mit Shift + v die Schlüsselweite von 19 mm ein. Bestätigen Sie den Arbeitsschritt mit „Close“ und extrahieren

Sie das Sechseck um die noch fehlenden 6,5 mm. Profis runden die Kanten der Schraubenoberseite jetzt noch mit einem Fasenbogen ab. Das ist nicht ganz einfach und lässt sich am besten in einem Video darstellen, das Sie unter [ct.de/ygn2](http://ct.de/ygn2) finden.

## Das Rendering

Zum Rendern von fotorealistischen Darstellungen bindet man das Programm POV-Ray in FreeCAD ein. Nach dem Start von POV-Ray setzen Sie unter „Options“ die „Script I/O Restrictions“ auf „No Restrictions“. Wechseln Sie in FreeCAD in den Raytracing-Arbeitsbereich. Fügen Sie in den Einstellungen von FreeCAD unter dem Punkt „Raytracing“ den Pfad zum Programm ein. Jetzt können die beiden Programme miteinander kommunizieren. Erstellen Sie ein neues Raytracing-Projekt mit der Vorlage „RadiosityNormal“. Markieren Sie alle relevanten Schraubenteile in der Modellverwaltung und kopieren Sie diese in den Ordner des Render-Projekts mit dem Knopf „Insert a new part object into a Raytracing project“. Wechseln Sie in die perspektivische Ansicht und setzen Sie die Kamera-Eigenschaften in der Werkzeugleiste neu. Der Raytracing-Button rendert die Schraube, wobei POV-Ray das Ergebnis direkt als Bitmap darstellt.

([mre@ct.de](mailto:mre@ct.de)) **ct**

## Literatur

- [1] Matthias Mett, Keine Schraube locker, Mit LibreCAD eine DIN-konforme Schraube konstruieren, c't 13/17, S. 164

**Videos Fasenbogenerstellung und Rendering:** [ct.de/ygn2](http://ct.de/ygn2)