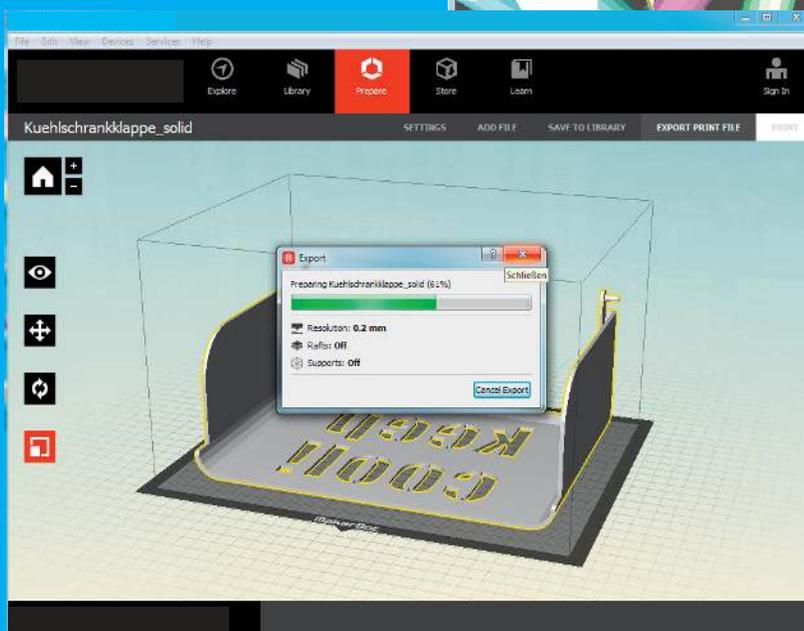
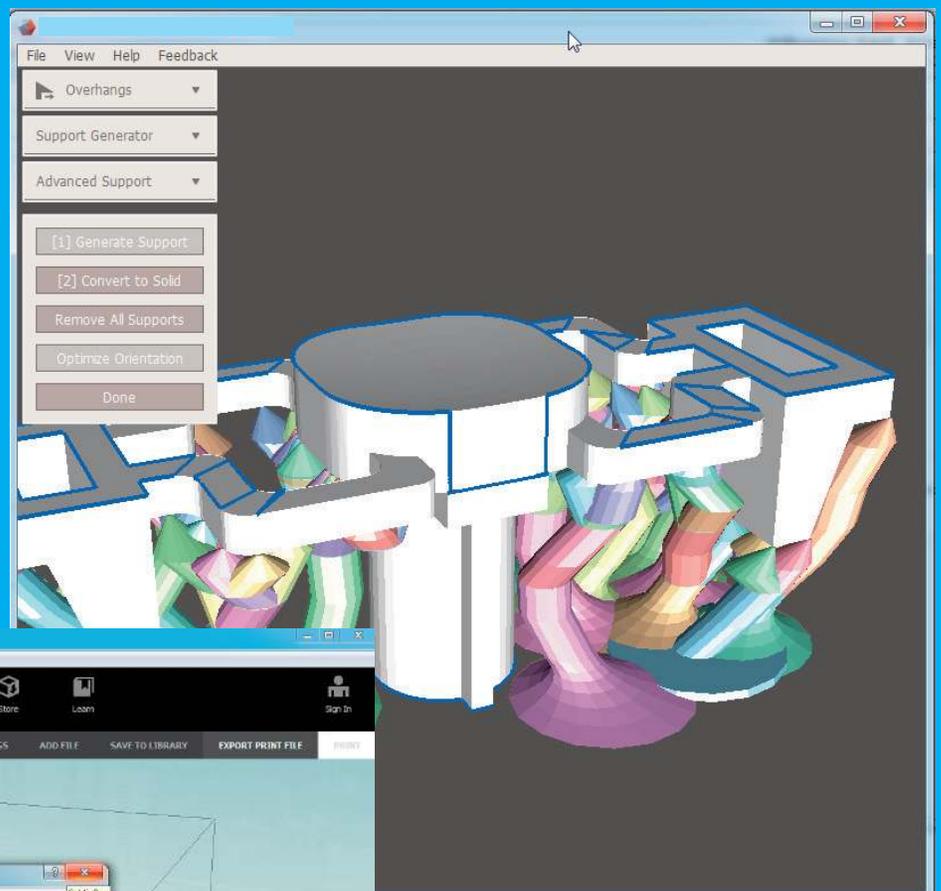


3D-Druck im Technikunterricht

Eine Handreichung



Alle Inhalte sind unter folgender creative-commons-Lizenz veröffentlicht:

Alle Bilder von den Autoren mit Ausnahme der Bilder auf
Seite 2, public domain von openclipart.org



Layout: Wolfgang Hochhäusler

Autoren: Cordula Volkert, Peter Schweiger, Wolfgang Hochhäusler, Simon Sperlich

3D-Druck im Technikunterricht eine Handreichung

Vorwort von Wolfgang Hochhäusler

War der 3D-Druck bis vor Kurzem noch eher eine Randerscheinung für Experten, schickt sich diese Technologie an, ein Breitenphänomen zu werden. Das liegt zum einen an einer intensiven Berichterstattung durch die Medien, zum anderen am Auslaufen von Patenten, die vor Jahren rund um den 3D-Druck erteilt wurden. Dies ermöglicht nun auch kleineren Firmen auf den Markt zu kommen und Consumer-Produkte zu erschwinglichen Preisen anzubieten. So hatte im vergangenen Weihnachtsgeschäft sogar ein bekannter Kaffeeröster einen kleinen 3D-Drucker im Programm.

Spricht man von 3D-Druck, subsummiert man darunter eine ganze Palette unterschiedlichster Verfahren zur Herstellung von dreidimensionalen Objekten aus Zeichenprogrammen, die in der Lage sind Volumenmodelle zu generieren. Im Schulbereich ist das zumeist ein CAD-Programm für den technischen Bereich (z. B. Solid Edge, MegaCAD), denkbar ist aber auch der Einsatz im künstlerischen Bereich mit dem Einsatz von eher bildnerisch orientierten Programmen (z. B. 3DS-MAX, blender, sculptris). In den allermeisten Fällen nehmen die Drucker von diesen Programmen das „stl-Format“ entgegen, ein Dateiformat, das dreidimensionale Oberflächen durch Dreiecke beschreibt. Der eigentliche Druck erfolgt auf ganz unterschiedliche Weise: Es gibt Drucker die mit Laserstrahlen Metallpulver verschmelzen, Drucker die mit UV-Licht flüssigen Kunststoff verfestigen, oder Drucker die flüssiges Zinn auf Leiterbahnen auftragen. Man könnte diese Reihe noch beliebig fortsetzen, jedoch wollen wir uns hier auf ein Verfahren festlegen, das im Konsumerbereich die größte Verbreitung gefunden hat: Der FDM-Druck. FDM (fused deposition modeling) bezeichnet ein Verfahren, das über eine Düse schmelzfähigen Kunststoff schichtweise aufträgt. Man könnte es mit dem Tintenstrahldruck vergleichen, nur dass hier statt der Tinte ein durch eine Temperatur von ungefähr 200° C verflüssigter Kunststoff austritt und durch absenken der Bauplatte eine Schicht über die andere gelegt wird.

In der vorliegenden Broschüre wollen wir die Möglichkeiten des 3D-Drucks im Fachunterricht in Technik an der Mittelschule beleuchten. Der 3D-Druck ersetzt dabei nicht das Erlernen klassischer Werktechniken wie sägen, feilen, bohren und umformen, ergänzt diese jedoch um neue Möglichkeiten. Der Zeichenunterricht, der ja bereits durch Erstellen von Volumenmodellen im CAD-Programm geprägt ist, kann jetzt direkt in einen Produktionsprozess übergehen.

Das vorliegende Geheft möchte eine Handreichung dazu geben, das Thema 3D-Druck im Unterricht umzusetzen.

Die Autoren

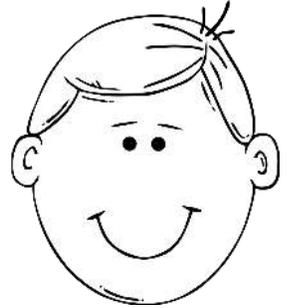


Cordula Volkert, Fachbetreuerin Technik, Fachlehrerin für Wirtschaft und Technik

Die Arbeit mit CAD-Programmen ist im Handwerk keine Zukunft mehr sondern die Gegenwart. Der 3D-Druck ist letztendlich die notwendige Ergänzung zur Arbeit mit einem CAD-Programm. Konstruktion und Produktion gehen Hand in Hand. Der Reiz beim 3D-Druck liegt auch darin, Formelemente nach eigenen Vorstellungen zu planen und zu produzieren. Oder in der Zukunft Ersatzteile einfach auszudrucken.

Peter Schweiger, Fachberater für Informatik, Fachoberlehrer für Technik und Wirtschaft

Seit 2010 trugen mir eine Reihe Kolleginnen und Kollegen die Erneuerung unseres in die Jahre gekommenen CAD-Programms an. Mit der Einführung des modernen CAD-Systems SolidEdge war die logische Konsequenz den nächsten Schritt zu gehen und unseren Schülern die moderne Welt des „digital manufacturing“ nahe zu bringen. So habe ich die Initiative zur testweisen Einführung des 3D-Drucks gerne unterstützt.



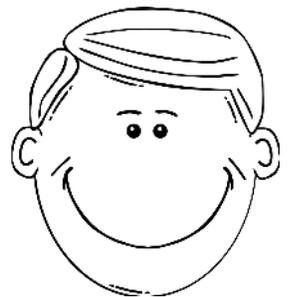
Simon Sperlich, Fachlehrer für Wirtschaft und Technik

In meinem Unterricht ist es mir wichtig, sowohl historisch-handwerkliche Tätigkeiten, wie das Treiben von Metall oder Holzverbindungen, als auch moderne Bereiche, wie die Elektronik und den Einsatz einer CNC-Fräse, zu integrieren. Der 3-D Drucker als Technik der Zukunft hat mich natürlich begeistert und ich bin gespannt, welche Möglichkeiten sich meinen Schülern und mir durch den Einsatz dieser neuen Technologie bieten werden. Den Dankesworten von Herrn Schweiger kann ich mich nur anschließen.



Wolfgang Hochhäusler, Fachoberlehrer für Wirtschaft, Technik und Informatik

Seit nunmehr 25 Jahren beschäftigt und fasziniert mich CAD, das erstellen perfekter Zeichnungen am Computer. Die Ausgabe erfolgte zunächst noch über den Plotter, später dann über die ersten erschwinglichen Tintenstrahl- und Laserdrucker direkt am eigenen Arbeitsplatz. Natürlich war man damals von der Echtzeitberechnung 3-dimensionaler Modelle noch weit entfernt. Diese Begeisterung an meine Schüler weiterzugeben ist noch heute der Hauptantrieb meiner Lehrtätigkeit.



Voraussetzungen (Software)

Die meisten 3D-Programme können das benötigte Dateiformat „stl“ erzeugen z. B. SolidEdge, autodesk Inventor, google sketchup, freeCAD.

Das „stl“-Format

STL steht für „surface tessellation language“ Sprache zur Beschreibung der Oberfläche durch Dreiecke.

solid name

facet normal n1 n2 n3

outer loop

vertex p1x p1y p1z

vertex p2x p2y p2z

vertex p3x p3y p3z

endloop

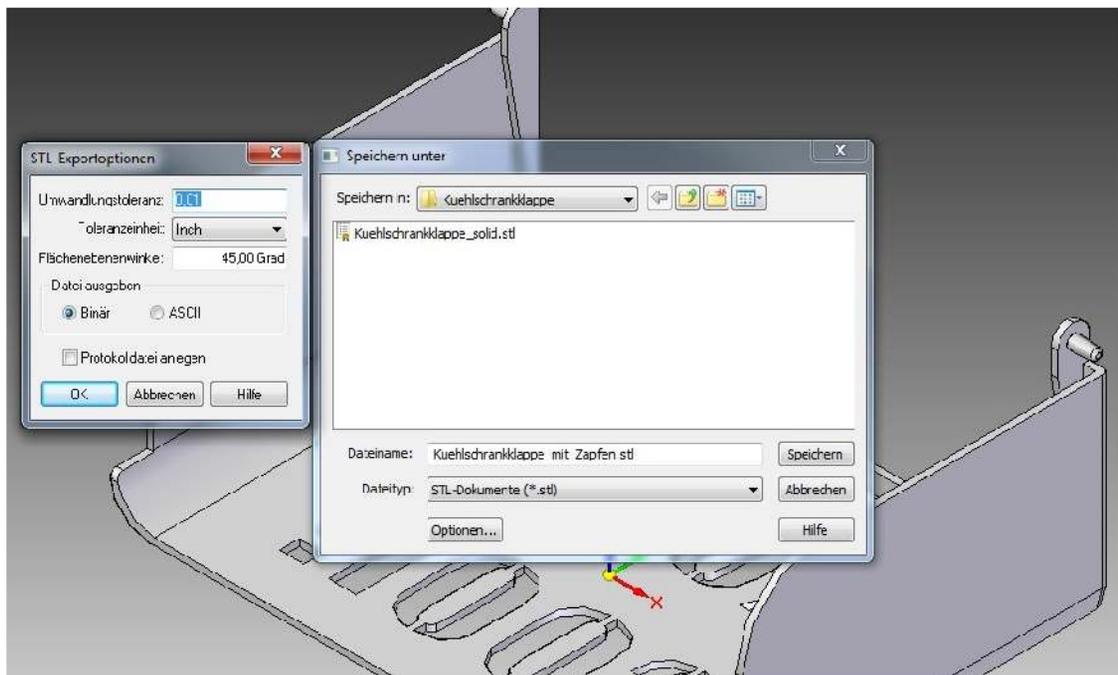
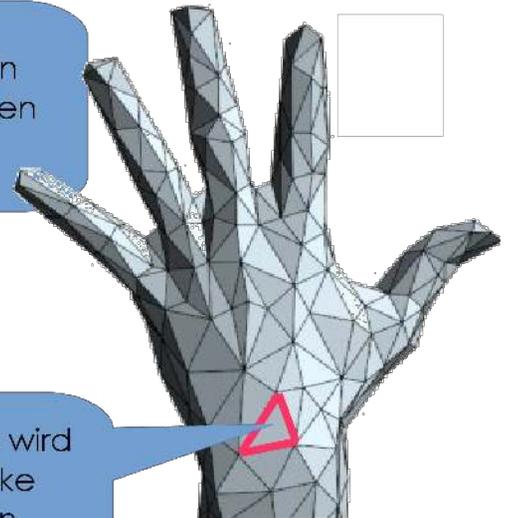
endfacet

endsolid name

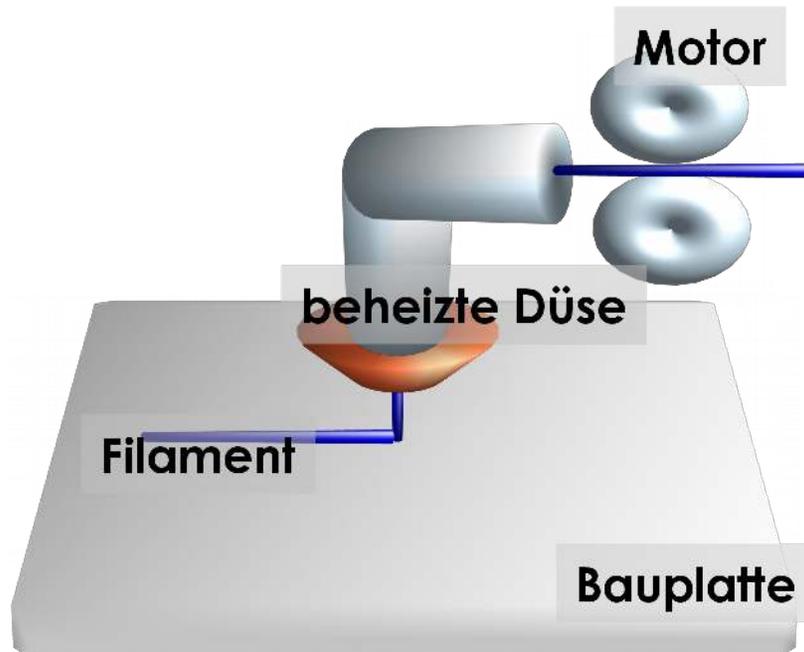
Solid im stl-Format speichern

Werte werden in Gleitkommazahlen angegeben

Die Oberfläche wird durch Dreiecke beschrieben



Das FDM-Verfahren (Fused Deposition Modeling) ist eine additive Fertigungstechnologie, welche thermoplastische Kunststoffe schichtenweise zum gewünschten Modell aufbauen. Je nach Drucker können Schichtdicken von 0,1 bis 0,3 mm realisiert werden.

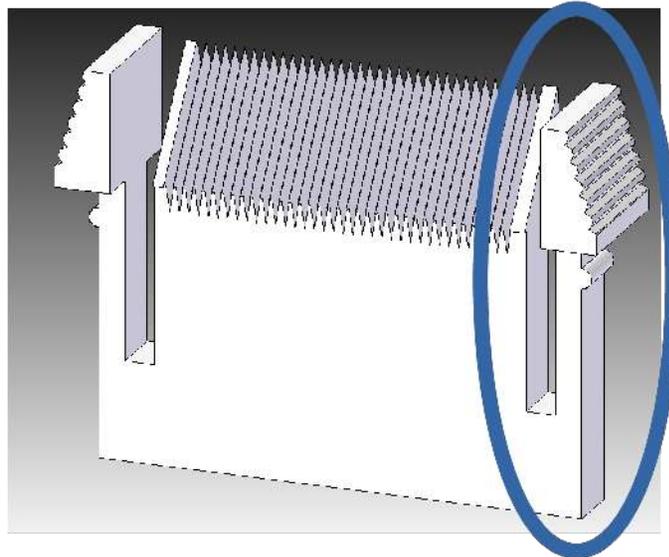


Prinzipiell können im FDM-Verfahren alle Thermoplaste verarbeitet werden. Diese haben jedoch völlig unterschiedliche Eigenschaften bezüglich Schmelztemperatur, Stabilität und Verzug. Daher ist die optimale Abstimmung des filaments auf den jeweiligen Drucker für einen erfolgreichen Druck sehr wichtig.

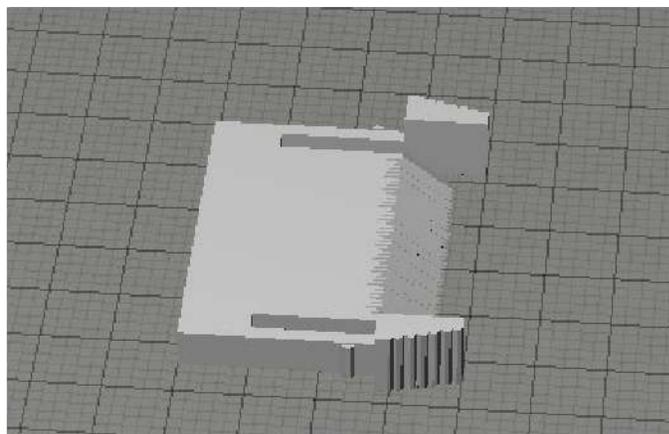
Die verbreitetsten Thermoplaste für diesen Zweck sind ABS (aus diesem Material bestehen u. a. Lego-Bausteine), PLA (aus verketteter Milchsäure, biologisch abbaubar), Polyamid (besser bekannt als Nylon, daraus werden auch Dübel hergestellt). Diese Materialien können mit Additiven eingefärbt, oder mit Gesteinsmehl und metallischem Pulver versehen werden um bestimmte Oberflächeneffekte zu erzielen.



Kaum Stabilität in Z-Richtung! Da die Stränge übereinander nicht so gut haften wie die durchgängigen Stränge, sind elastische Bauteile in senkrechter Richtung nicht stabil.



Lösung: „Liegender“ Druck. In Strangrichtung bleibt das Bauteil stabil und elastisch.



Drachenkreuz

Aufgabe:

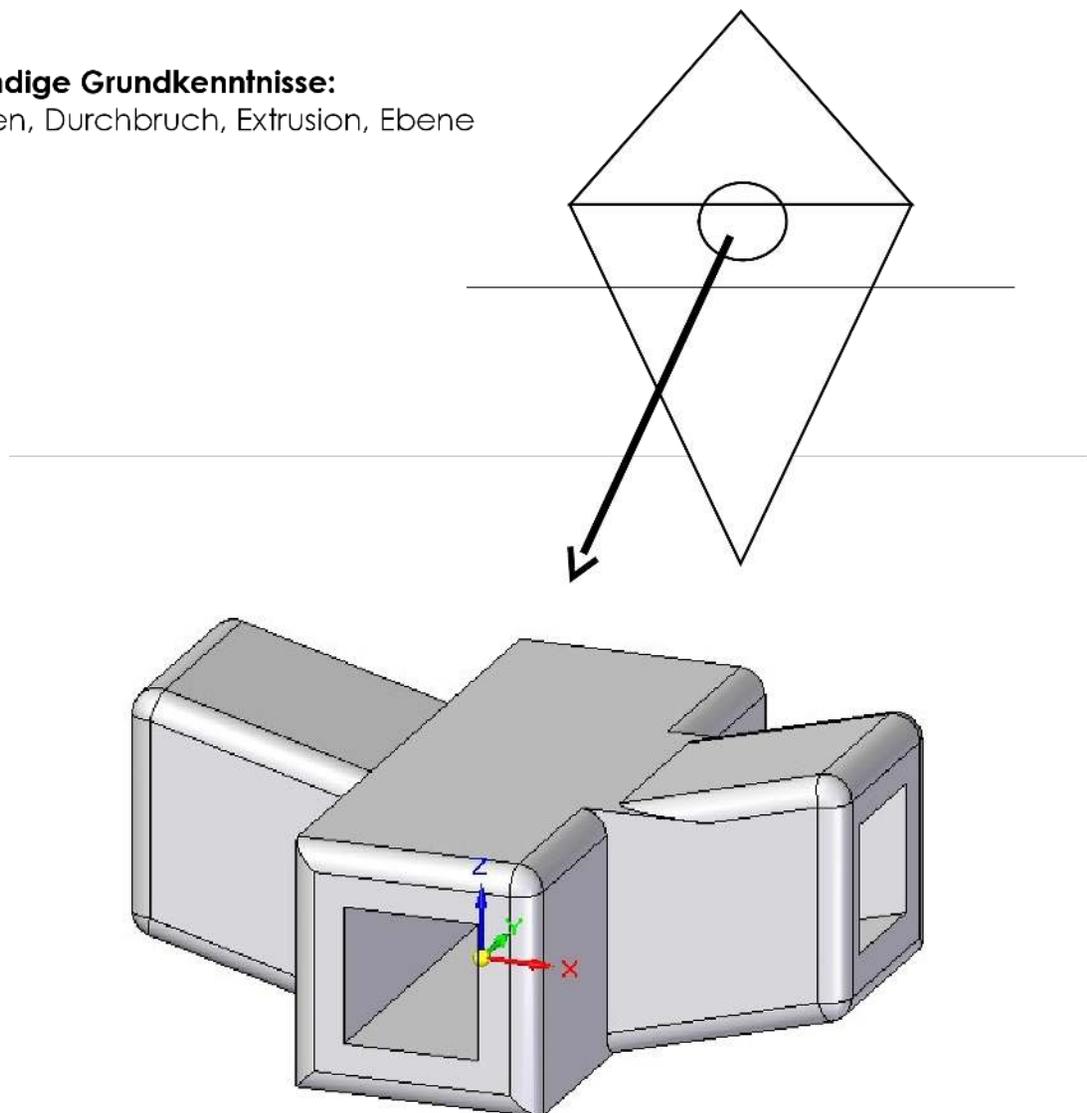
Aus Rund- oder Vierkantstäben soll ein flugfähiger Drache erstellt werden. Das Mittelkreuz wird im 3-D Drucker erstellt.

Angaben:

Grundlage bilden die Rund- oder Vierkantstäbe und die maximale Größe des Bespannstoffes (hier DIN A 3).

Notwendige Grundkenntnisse:

Skizzieren, Durchbruch, Extrusion, Ebene

**Bespannmaterial:**

Tyvek, Ripstopnylon, PVC-Folie

Kabelwickler

Aufgabe:

Das Kabel deines Kopfhörers muss immer erst entwirrt werden. Um dies zu umgehen planst du einen Kabelwickler.

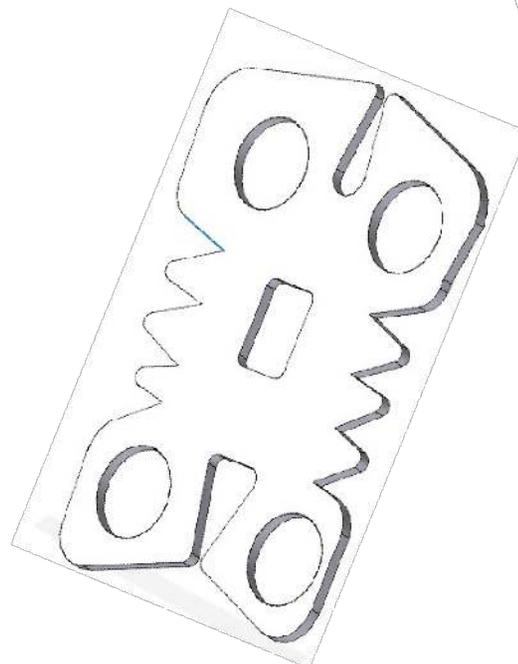
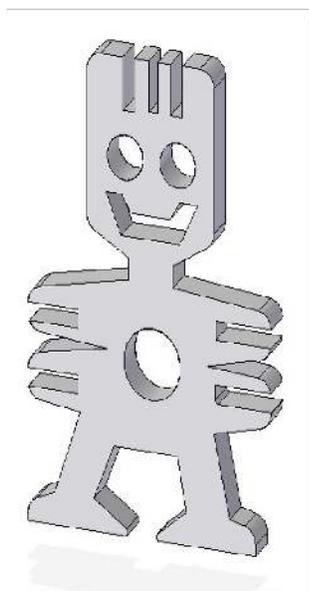
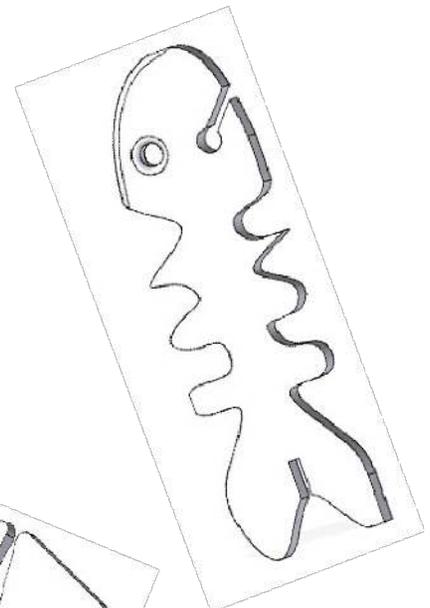
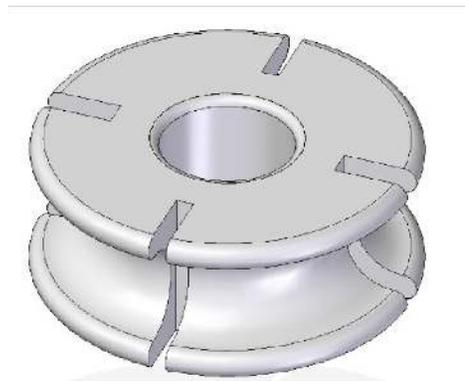
Angaben:

Grundlage bildet entweder eine Fläche von 50 x 30 x 4 oder ein Zylinder 50 x 17.

Kabeldicken: 2 mm und 3 mm

Notwendige Grundkenntnisse:

Rotation, Ebene,



Stiftaufsatz

Aufgabe:

Auf einen Bleistift soll eine Verzierung oder eine Halterung für einen Radiergummi konstruiert werden.

Angaben:

Ein Standardbleistift hat einen Durchmesser von 7,55 mm.
Die Außenmaße des Grundzylinders betragen 11,55 x 15.

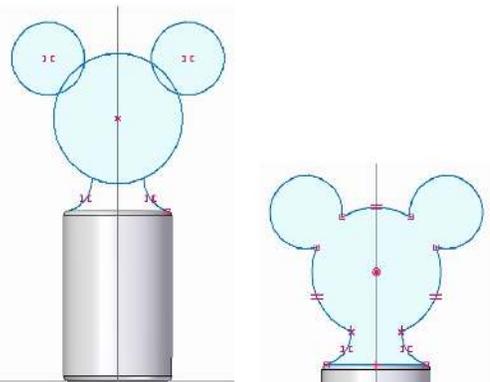
Notwendige Grundkenntnisse:

Dünnwand, Rotation, Ebene, Trimmen

Gearbeitet wird mit der Basisebene von vorne (xz)

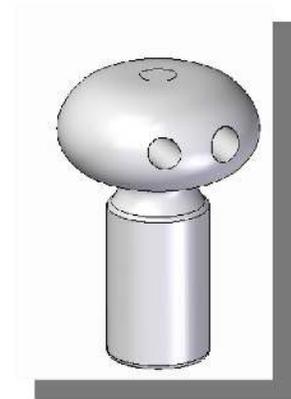
Arbeitsweise:

Skizze mit Kreisen und Skalierung.



Arbeitsweise:

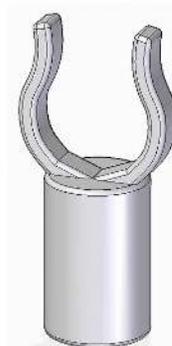
Rotation und Bohrung



Radiergummihalter

Arbeitsweise:

Skizze mit Kurve und Linie.



Tastaturfuß

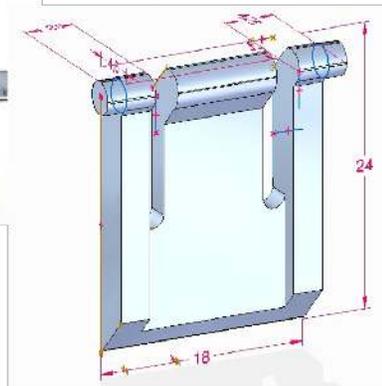


Aufgabe:

An deiner neuen Tastatur ist einer der Füße abgebrochen. Ein Ersatzfuß kann nicht gekauft werden. Mit Hilfe des 3D-Druckers kein Problem!

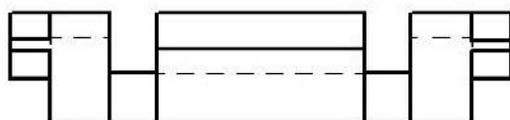
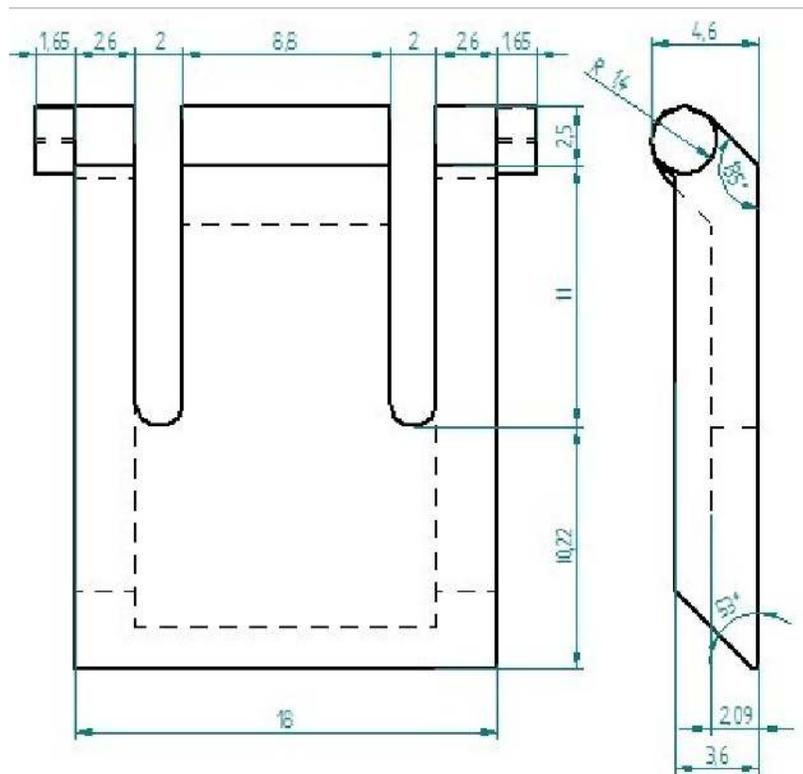
Angaben:

Die notwendigen Maße müssen vom Original abgemessen werden.

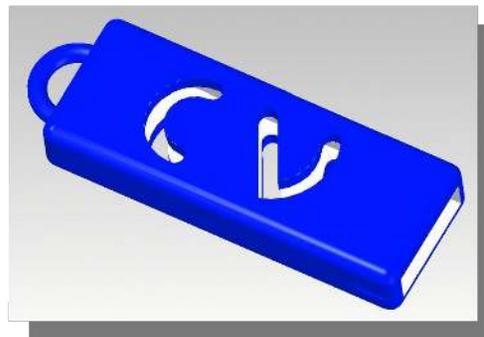


Notwendige Grundkenntnisse:

Ebene, Funktion Steuerrad,



USB-Garage



Aufgabe:

Im Technikunterricht benötigen wir einen USB-Stick für Hausübungen. In einer Sammelbestellung wurden für alle die gleichen Modelle gekauft. Zur Unterscheidung und zum besseren Transport konstruieren wir „Schutzgaragen“, die am Schlüsselbund oder ans Mäppchen gehängt werden können.

Angaben:

Der USB-Stick hat eine Größe von 60 x 21 x 10.
Die Außenmaße der Hülle betragen 70 x 26 x 15

Notwendige Grundkenntnisse:

Dünnwand, Rotation, Ebene, Spiegeln, Offset

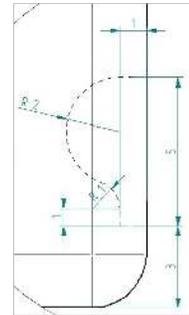
<p>1. Konstruiere den Grundkörper. Gehe dazu als Ausgang vom „gelben Punkt“ aus.</p>	
<p>2. Ergänze mit Dünnwand die Wandstärke von 2 mm nach innen.</p>	
<p>3. Ergänze den Durchbruch.</p>	
<p>4. Ergänze den Ringbügel: Wähle „Kreis“ und die Rückansicht. F3 Ergänze eine Kreis von 3 mm und eine Spiegelachse in der Mitte. Es handelt sich dabei um eine einfache Linie Lasse den Kreis um 180 ° um die Spiegelachse rotieren.</p>	



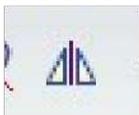
5. Ergänze eine koinzidente Ebene zur xy-Ebene (Draufsicht)



6. Konstruiere auf dieser Ebene die Umriss des Klippverschlusses. Achte darauf, dass die Skizze wirklich an der Wand beginnt und alle Ecken verbunden sind.

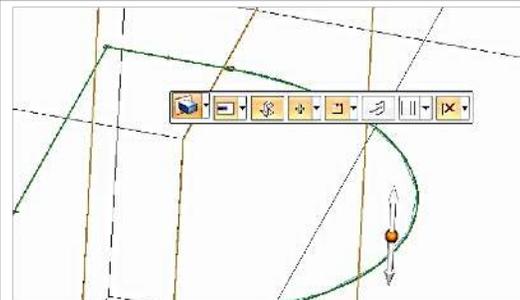


7. Ergänze in der Mitte eine Spiegelachse und spiegle die Skizze auf die andere Seite.



8. Skaliere die Flächen symmetrisch um 4 mm.

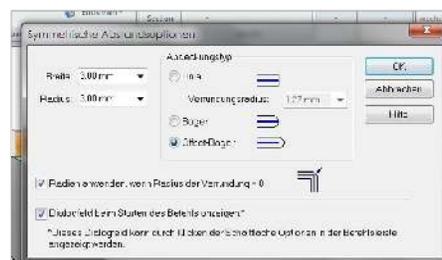
Um die Fläche besser markieren zu können arbeite dabei mit Ausschnittvergrößerung.



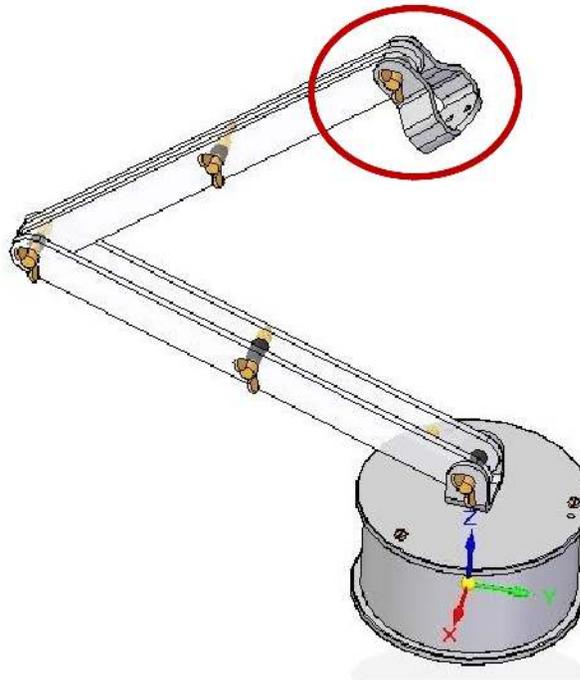
9. Runde zuletzt alle Kanten mit 2 mm ab.



10. Ergänze in die Fläche deine Initialen mit der Funktion „Symmetrischer Abstand“



Lampenhalter



Aufgabe:

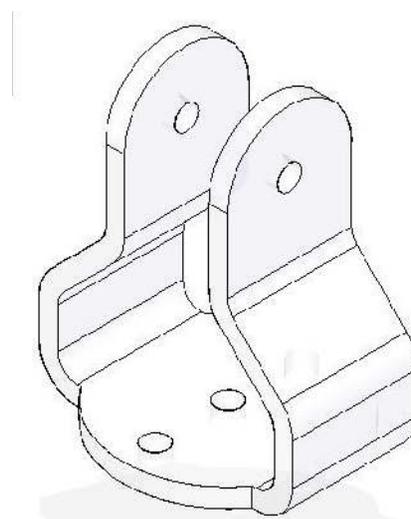
Wir stellen eine LED-Schreibtischlampe aus Polyacryl und Metall her. Die Halterung für die Lampenfassung planen wir mit unserem 3D-Drucker herzustellen

Angaben:

Die Lampenfassung ist kreisförmig und hat einen Durchmesser von 34 mm. 2 zentrierte Bohrungen sind 23,5 mm voneinander entfernt. Die den Halter fixierenden Schrauben sind M4-Flügelschrauben. Mittig soll ein Loch für die Kabeldurchführung gebohrt werden.

Notwendige Grundkenntnisse:

DIN-Blechteil, Lasche, Lappen, Bohrung



Thema

Aufgabe:

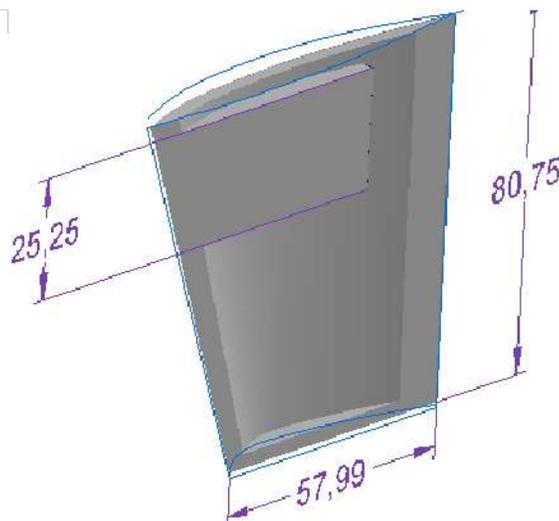
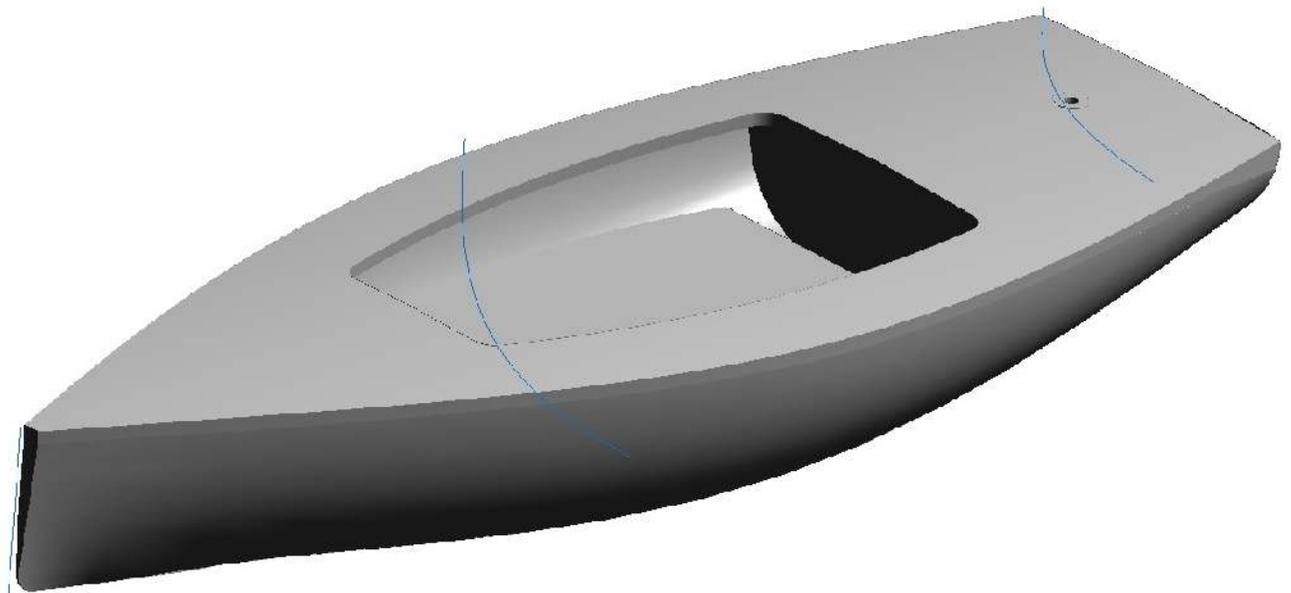
Erstelle ein schwimmfähiges Segelboot. Das Boot soll durch Schotts unsinkbar sein. Berechne über der Spantflächen eine „ebene“ Schwimmelage.

Angaben:

Grundmaße: Die Länge des Modells soll ca. 300 mm die Breite ca. 100 mm betragen. Da die Maße den Bauraum übersteigen ist das Boot später in 3 Teile zu trennen, die einzeln gedruckt und später verklebt werden.

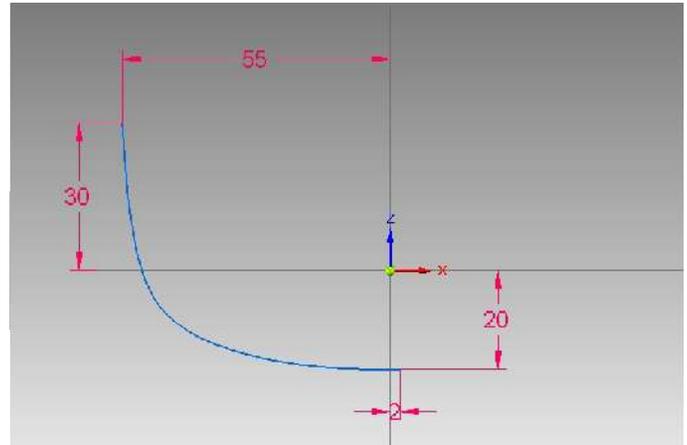
Notwendige Grundkenntnisse:

Extrusion, Ausschneiden, Rotation, Ebenen erstellen, Spiegeln, BlueSurf, Versträrken,

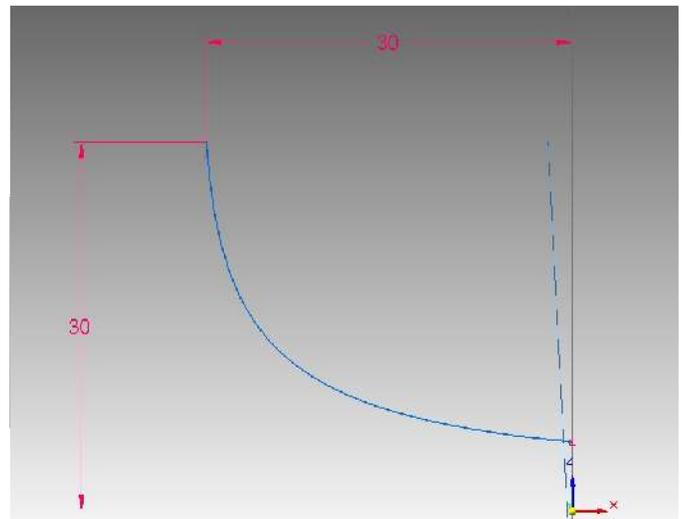


(halber Kiel)

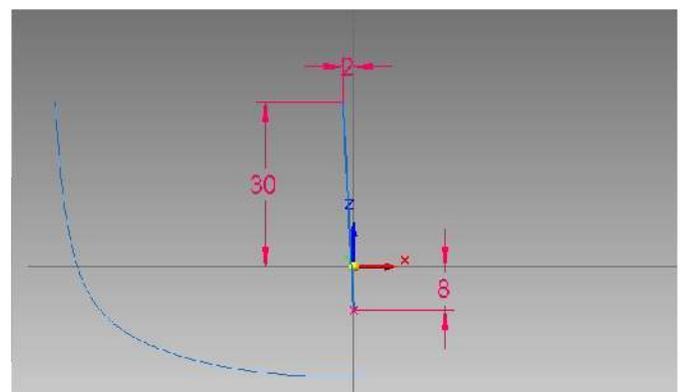
Am sinnvollsten beginnt man mit der Hauptspantkurve, die man auf der YZ-Ebene als Skizze erstellt.



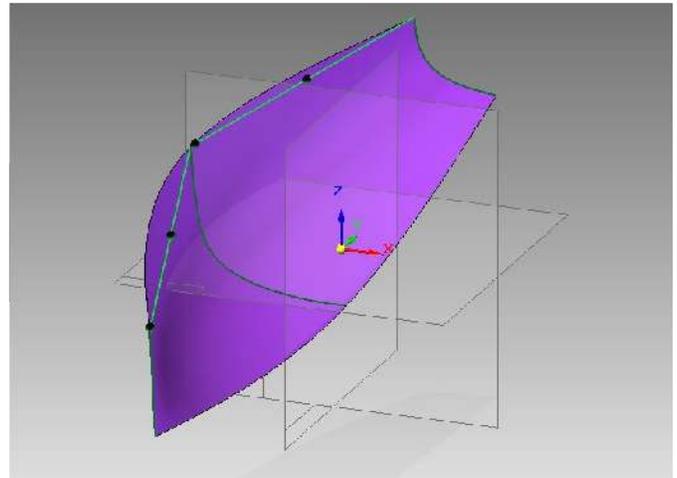
Für die Heckspantkurve wird in ca. 3/8 Bootslänge nach hinten eine YZ-Parallelebene erzeugt. Die Kurve wird ebenfalls als Skizze ausgeführt.



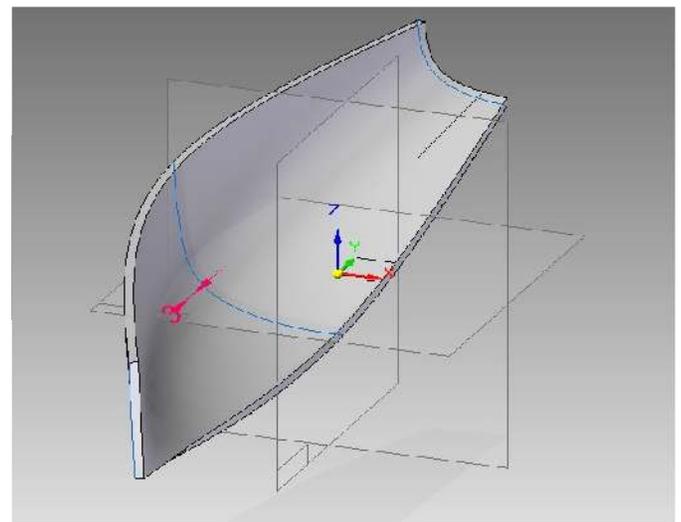
Die Bugspantkurve ist nur eine Gerade. Die auf eine YZ-Parallellebene 5/8 Bootslänge vor der Hauptspantkurve als Skizze erstellt wird.



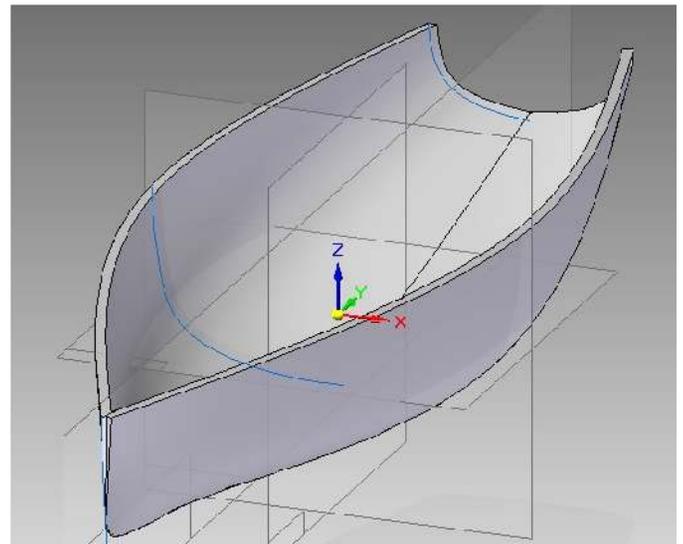
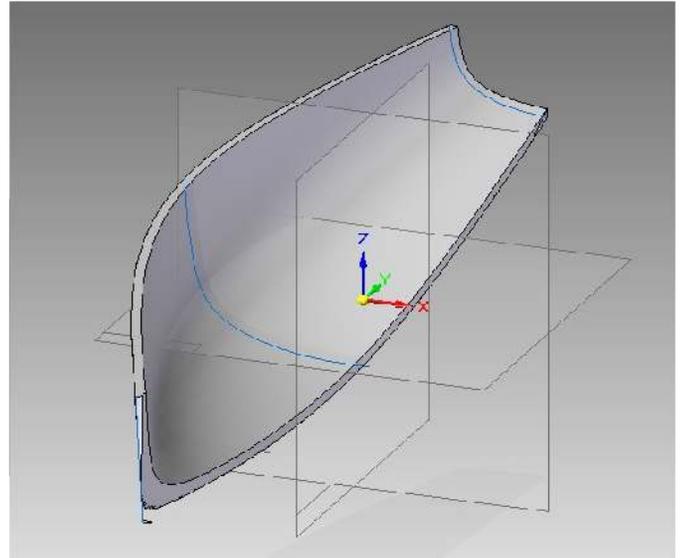
Mit der Funktion BlueSurf wird nun eine Hüllfläche erzeugt. Sie entspricht einer Rumpfhälfte.



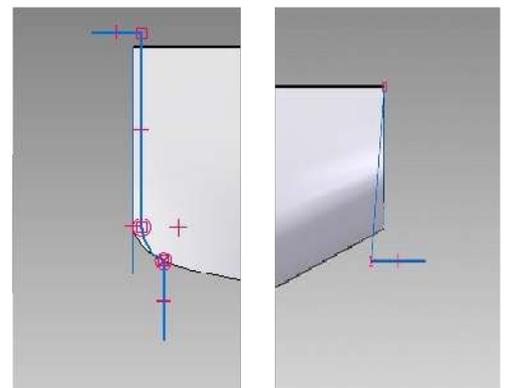
Durch Hinzufügen → Versträrken entsteht eine Rumpfhälfte. Eine Wandstärke von 3mm gibt dem Boot ausreichend Festigkeit.



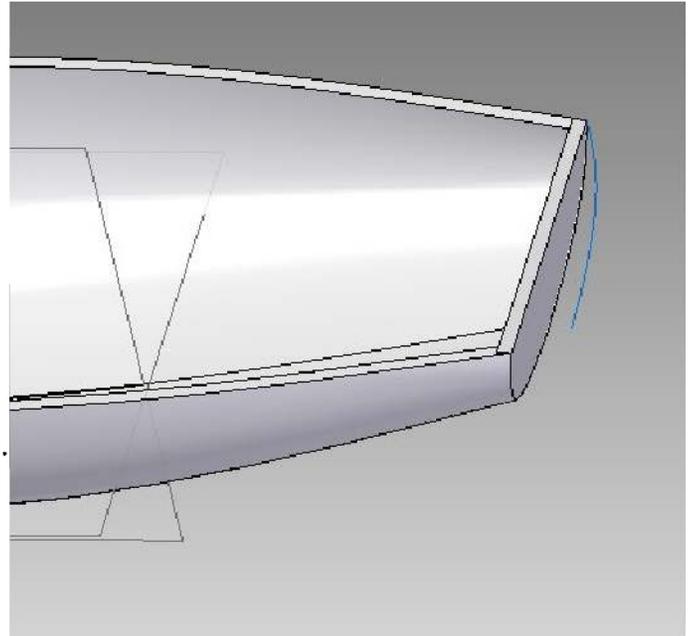
Die erstellte Rumpfhälfte muss nun in der XY-Ebene beschnitten werden um eine Ebene zum Spiegeln zu erhalten.. Nach dem Trimmen wird die Rumpfhälfte an der Schnittfläche gespiegelt.



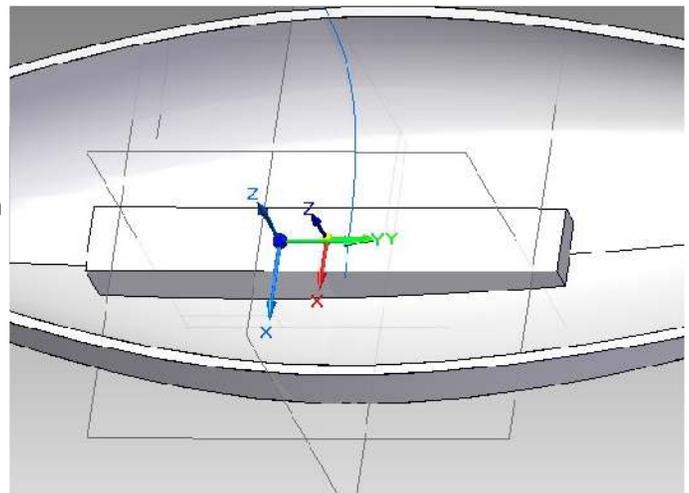
Anschließend wird auf der YZ-Ebene der Bugbereich und Heckbereich beschnitten.



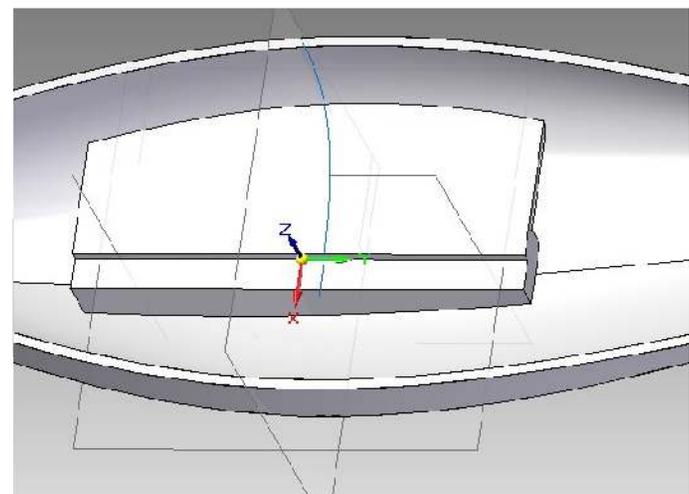
Als nächster Schritt wird die Heckschnittfläche als koinzidente Ebene gewählt und der Spiegel konstruiert. Wandstärke auch hier 3 mm.



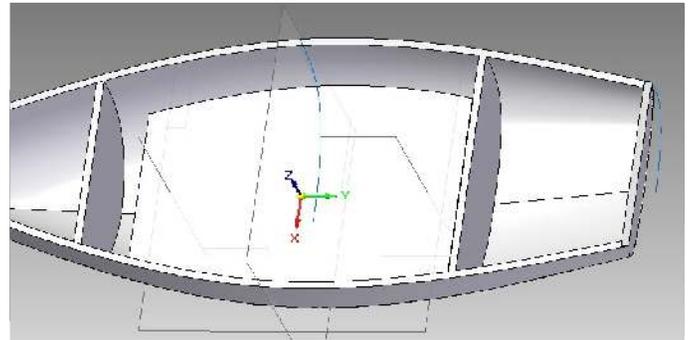
Auf der YZ-Ebene wird das Kielschwein eingezeichnet und jeweils 10 mm nach X und -X extrudiert.



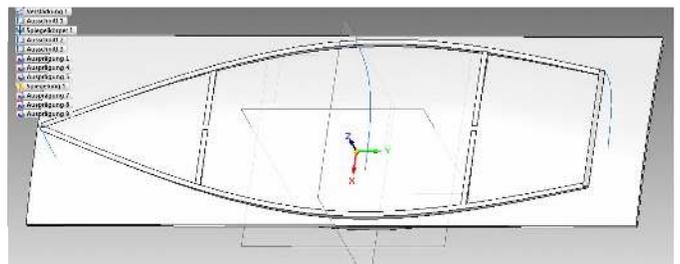
Der Cockpitboden wird ebenfalls in der YZ-Ebene konstruiert. Er wird anschließend gespiegelt.



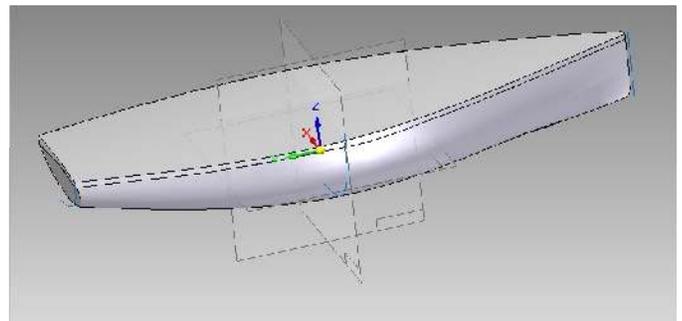
Für die Schotts wird eine XY-Parallelebene auf der Rumpfoberkante erstellt. Die Schotts werden hier nach unten bis zur Rumpfwölbung extrudiert.



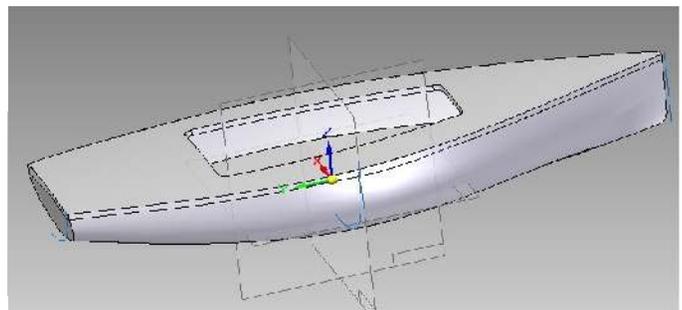
Das Deck wird als gewölbte Platte in der XZ-Ebene erzeugt und X, -X Richtung extrudiert.



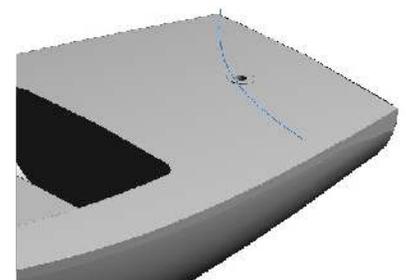
Anschließend wird es erst in XZ-Ebene mit dem Wölbungsradius und anschließend in XY-Ebene mit der Bootsform beschnitten.



Mit einer XY-Parallelebene wird der Plichtausschnitt festgelegt und durch das Deck geschnitten.



Für den Ruderocker wird das Boot im Heckbereich zunächst durchbohrt und anschließend eine Rohrkonstruktion eingefügt.

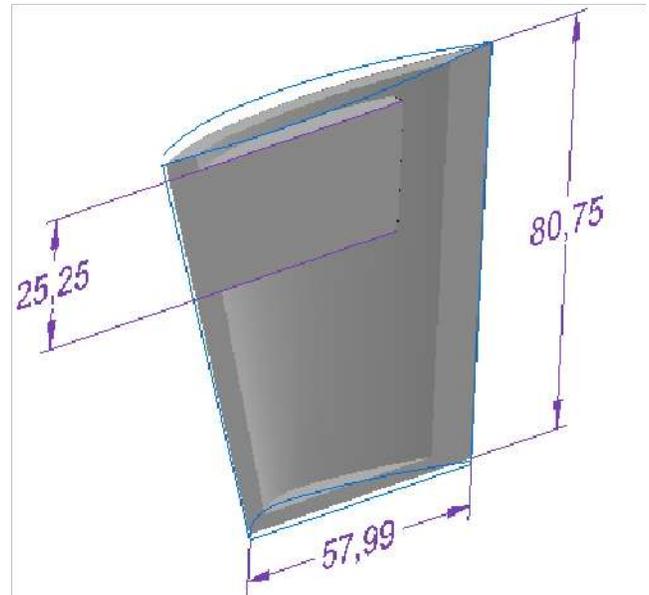


Die Kielkonstruktion erfolgt nach dem gleichen Prinzipien wie die Rumpfkonstruktion.

Im oberen Bereich muss ein Steg eingeformt werden, um die Befestigungsbolzen aufzunehmen.

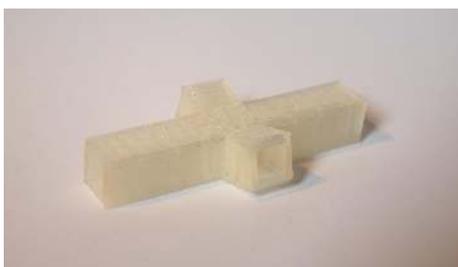
Die Kielhälfte wird anschließend gespiegelt. Die Teile sollten einzeln gedruckt und anschließend verklebt werden. Der Kiel ist mit Bleischrot aufzufüllen.

Das Ruder kann relativ frei geformt werden.

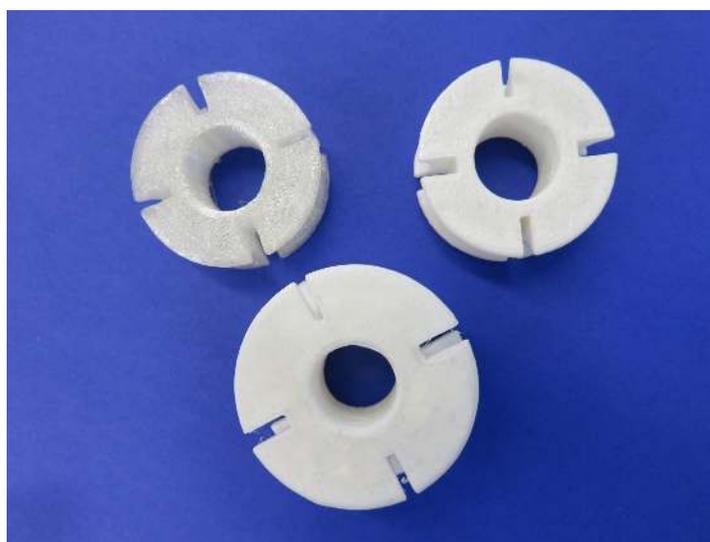


Die Bootkonstruktion muss nach einander in 3 Teile schnitten werden um in den Bauraum des Druckers zu passen

Kleine Druckgalerie



Drachenkreuz



Kabelwickler



Befestigungselement



Lampenkopf



Stifthalter



Gehäusedeckel mit Clipverschluß

Unserer besonderer Dank gilt der Abteilung Zentrum für Informationstechnologie im Bildungsbereich (ZIB) und der Leitung der Fachabteilung 4 des Münchner Referats für Bildung und Sport, die die finanziellen Mittel für dieses Projekt zur Verfügung gestellt haben. Ebenfalls danken wollen wir dem Staatlichen Schulamt München für die freundliche Unterstützung.

München im Juni 2015



Thema

Aufgabe: Erstelle ein schwimmfähiges Segelboot. Das Boot soll durch Schotts unmerkbar sein. Berechne über die Spardflächen eine „classical“ Schwimmanlage.

Angaben: Grundriss: Die Länge des Modells sei ca. 300 mm die Breite ca. 100 mm betragen. 1/4 Matte den Längsrand übersteigen ist das Boot später in 2 Teile zu trennen, die einzeln gedruckt und später verklebt werden.

Notwendige Grundkenntnisse: Extrusion, Ausschneiden, Rotation, Ebenen erstellen, Spiegel, BluePrint, Verstärken.



Kreis

Datum



USB-Garage



ericht benötigen wir einen USB-Stick für Hausübungen
lung wurden für alle die gleichen Modelle gekauft. Zu
g und zum besseren Transport konstruieren wir „Schut
und oder ans Mäppchen gehängt werden können.