

Einweisung 3D-Druck FDM Kursunterlagen

- Vortragsfolien (für Office/Libreoffice)
- Vortragsscript (für Office/Libreoffice)
 - Übungs-Druckmodel

Stichwortliste

- (Folie 1)
- Vorkenntnisse der Teilnehmer?
- Struktur des Vortrags: Übersicht, Dateiformate, Bedienung der Maschine, Praxisteil

- (Folie 2)
- Druckprozess: Von einer Geometriebeschreibung zu Liste der Druckkopfbewegungen, die auf den Drucker geladen werden

- (Folie 3)
- 3D Objekt kann durch Liste von Punkten, die jeweils eine Fläche darstellen, beschrieben werden
- Ein solches Format ist **STL**. Dies ist meistens eine Textdatei, die eine lange Liste von Dreiecken enthält.
- [Am besten hier eine STL Datei öffnen]
- Jedes Dreieck wird durch 3 Punkte und einen Normalenvektor definiert
- Es können auch Flächen mit mehr Punkten vorkommen, die können aber immer in Dreiecke aufgeteilt werden (Triangulation).
- Anderes gebräuchliches Format ist **obj**, das auch Oberflächentexturen und -farben definiert.
- CAD-Formate enthalten oft zusätzliche Informationen und müssen oft umgewandelt und trianguliert werden. Programme wie **Blender** können dabei helfen.

- (Folie 4)
- 3D-Objekte kann man selbst erstellen,
- CAD-Software wie **FreeCAD**, **OpenSCAD**, **Fusion360** oder **Solidworks** eignet sich für technische Konstruktion. Alles wo Maßhaltigkeit wichtig ist.
- Graphicssuites, die oft für Film und Spieledesign verwendet werden, wie **Blender**, eignet sich besser für organische Strukturen und Kunst. Alles was schön aussehen soll
- 3D-Objekte oder auch Vorlagen für eigene Designs lassen sich auch auf Webseiten wie **Printables**, **Cults** oder **Thingiverse** finden.

- (Folie 5)
- **gcode** Dateien sind Listen von simplen Anweisungen, die die meisten 3D-Drucker, aber auch CNC-Fräsen verstehen
- [Am besten hier eine gcode Datei im Editor öffnen]
- Beispiele: „G0 X10 Y20“ → Bewege Druckkopf zur Koordinate mit x=10 und y=20
- „M109 S180“ → Heize Druckkopf auf 180 Grad auf

- (Folie 6)
- **Slicer** verwandeln geometrische Beschreibung (**stl**) in Handlungsanweisungen für den Drucker (**gcode**)
- Zwei typische Slicer im Open-Source-Umfeld: **Prusaslicer** und **Cura**. Wir nutzen Prusaslicer im Lab
- [prusaslicer öffnen]

- Da FDM Druck Schicht auf Schicht druckt, schneidet bzw. sliced ein Slicer das Object in horizontale Schichten auf
 - Da man nicht auf Luft drucken kann, müssen oft **Stützen** unter schwebenden Teilen gedruckt werden
 - Innerhalb eines Objektes wird meist viel Luft gelassen um Zeit und Material zu sparen. Die interne Struktur wird als **Infill** bezeichnet und ein Standardwert ist 20% Füllung.
 - Ein **Rand** wird oft zusätzlich gedruckt um die Haftung auf dem Druckbett bei kleinen Objekten zu verbessern
- (Folie 7)
 - Transfer der Datei auf die Drucker per SD-Karte oder **dashboard.flka.space**
- (Folie 8)
 - [Hier kann ein 3d-Drucker auf den Tisch zum Zeigen hilfreich sein]
 - Transportrollen befördern das Filament durch ein Heizelement, wodurch es schmilzt und als viskose Masse herauskommt
- (Folie 9)
 - Schichthöhen kann man selber wählen
 - Linienbreite kann man durch Druckkopfwechsel beeinflussen
 - Bei Überhang gilt die Faustregel, ab 45 Grad Stützen zu erwägen
 - Die richtige Temperatur hängt stark vom Filament ab.
 - Beheizung des Betts dient der Haftung
 - Da der Drucker blind druckt, merkt er nicht, wenn etwas schief läuft
- (Folie 10)
 - PLA. Einfach zu drucken, nicht spröde, bedingt kompostierbar, temperaturbeständig bis 50 Grad
 - PET/PETG. Einfach zu drucken, etwas stabiler, temperaturbeständig bis 75 Grad
 - TPU, Nylon, ABS und andere. Oft schwieriger zu drucken. TPU ist wie Gummi.
- (Folie 10)
 - Filamentwechsel ist bei unseren Druckern ein zweistufiger Prozess (ausser beim Mini)
 - Entladen: Das Filament klebt im kalten Zustand fest im Kopf. Keinesfalls ziehen
 - Der Drucker muss wissen, welche Temperatur er einstellen muss
 - Funktion im Drucker aufrufen, warten, bis Filament herausgeschoben wird
 - Eventuell mit Preheat ein neues Material wählen. Wenn man z.B. von PETG nach PLA wechselt.
 - Laden: Filament anspitzen und einführen. Dann Laden Funktion aufrufen und warten bis das richtige Filament herauskommt
- (Folie 11)
 - Druckbett vor dem Druck reinigen mit hochprozentigem Isoprophylalkohol und Küchentuch. Nur im kalten Zustand
 - Wegen Allergiegefahr vorsichtig damit umgehen oder Handschuhe tragen. Alternative für das Küchentuch ist ein dickes oder mehrlagiges fusselloses Tuch
 - Druckspitze bzw. Nozzle reinigen ist meist unnötig, dazu kann man eine Pinzette nehmen
- (Folie 12)
 - Nach dem Druck gut abkühlen lassen. Dann Bett abnehmen und etwas biegen.
 - Nach Möglichkeit kein Werkzeug benutzen. Die Oberfläche ist empfindlich.
 - Abwiegen (auch die Fehldrucke und Stützstrukturen) und bezahlen nicht vergessen
- (Folier 13)
 - [Praxisteil. Jeder Teilnehmer sollte in einer anderer Farbe drucken, eventuell auch mit Zusatzaufgaben]

- (Folie 14)
- Gewinde sind machbar. Durch Druckunterbrechung Muttern einlegen, mit LötKolben Gewindeinserts eindrücken, mit Gewindeschneider erzeugen oder bei großen Gewinden direkt drucken
- Anisotropie durch die Herstellung. Es entstehen unterschiedliche Materialeigenschaften je nach Lage des Drucks

- (Folie 15)
- **Warping**. Ecken lösen sich vom Bett ab.
 - Lösungen: Betttemperatur erhöhen.
 - Geschlossenes Gehäuse.
 - PLA statt PETG
- **Stringing**. Fäden zwischen den Teilen
 - Temperatur verringern (5-10 Grad)
 - PLA statt PETG
 - Einzug (retraction) erhöhen
 - Nachbearbeitung (Schleifen, Heissluftpistole)
- Erste Schicht haftet nicht
 - Bett reinigen
 - Temperatur der ersten Schicht leicht erhöhen (10 Grad)

- (Folie 16)
- Fragen?