

## Sicherheitsaspekte 3D-Druck im Unterricht

Die Sicherheitsaspekte, die betrachtet werden sollten, bevor der 3D-Druck im Unterricht genutzt werden kann, können in die folgenden Bereiche aufgeteilt werden: Hardware, Material, Software, Lagerung & Standort sowie Verhaltensregeln. Diese fünf Bereiche sollen hier kurz aufgeführt und kommentiert werden.

### Hardware-Entscheidungen

Bezüglich der Hardware-Anschaffung müssen mehrere Faktoren in Betracht gezogen werden. Zum einen müssen Sicherheitsfaktoren bezüglich der Geräte, Verbindungsmöglichkeiten sowie verschiedene Hersteller in der Auswahl eines Druckers betrachtet werden. Bezüglich der Reinigung und Wartung der Geräte kann es sinnvoll sein, auf eine interne AG oder externe Unterstützung zurückzugreifen.

### *Sicherheit*

Es muss bedacht werden, dass es sowohl offene als auch geschlossene Drucker gibt. Geschlossene Drucker haben den Vorteil, dass die erhitzte Druckdüse (und ggf. das erhitzte Druckbett) im Druckvorgang nicht berührt werden können. Offene Drucker sind hingegen oft preisgünstiger. Ebenso muss eine Entscheidung bezüglich des Drucksystems getroffen werden: So können sowohl Drucker mit einem offenen, als auch mit einem geschlossenen System gekauft werden. Hier muss beachtet werden, dass ausschließlich bei Druckern mit einem offenen Drucksystem Sicherheits- und andere Funktionen eingesehen werden können. Des Weiteren muss eine Entscheidung getroffen werden, ob ein 3D-Drucker mit oder ohne Filtersystem gekauft werden soll. Trotz der Versicherung der Industrie, dass die durch die Erhitzung von dem Material PLA entstehenden Gase nicht gesundheitsschädlich sind, muss dieser Punkt gewissenhaft betrachtet werden. 3D-Drucker mit integriertem Filtersystem sind kostenintensiver in der Anschaffung als Drucker, die ein solches System nicht besitzen. Eine könnte ansonsten sein, mobile Absaugen zu verwenden, falls es solche an der Schule gibt.

### *Verbindungsmöglichkeiten*

Um modellierte Objekte drucken zu können, müssen diese dem 3D-Drucker überführt werden. Dies ist meist via WLAN oder USB-Port möglich. Hier muss die Ausstattung der Schule betrachtet werden, um eine Entscheidung bezüglich der Verbindungsmöglichkeiten zu wählen.

### *Herstellerauswahl*

Sobald die Entscheidung gefallen ist, welchen Kriterien der Drucker genügen muss, rückt die Herstellerauswahl in den Vordergrund. Hier ist es wichtig zu beachten, dass der Hersteller eine kostenlose Servicehotline hat sowie zum 3D-Drucker eine deutschsprachige Bedienungsanleitung hinzulegt. Ebenso sollte auf erfahrene und etablierte Hersteller zurückgegriffen werden, deren 3D-Drucker eine CE-Kennzeichnung haben. Einige Hersteller bieten zu ihren 3D-Druckern mittlerweile Apps für das Mobiltelefon an, welche den Druckvorgang überwachen.

### *Reinigung & Wartung*

Ein weiterer Faktor ist die Reinigung und Wartung der 3D-Drucker. Hier sollte es einen fachlich kompetenten Ansprechpartner an der Schule geben, der bei Fragen unterstützend wirken kann. Ebenso könnte es hier sinnvoll sein, Schülerinnen und Schüler einzubinden.

### *Materialentscheidungen*

Sowohl die Nachhaltigkeit als auch die Sicherheit im Umgang sind zentrale Aspekte in der Auswahl des Baumaterials. PLA ist lebensmittelecht, da es unter anderem aus Maisstärke besteht, und hat eine Schmelztemperatur von 190-210°C. Dabei ist das Material bis maximal 65°C formstabil und sehr witterungsbeständig. Ebenso hat PLA eine hohe UV-Beständigkeit und bleicht damit nicht so schnell aus. Im Gegensatz dazu ist ein anderes, häufig genutztes, Baumaterial ABS zwar bis maximal 95°C formstabil, benötigt aber auch eine Hitze von 210-240°C um geschmolzen zu werden. Ebenso ist ABS synthetisch hergestellt und kann in der Verarbeitung giftige Gase in die Umluft abgeben.

Für den Umgang mit Baumaterial in der Schule empfehlen wir deswegen die Nutzung von PLA, da dieses Baumaterial zumindest industriell biologisch abbaubar, die benötigte Erhitzung geringer ist und die Verarbeitung keine schädlichen Dämpfe in die Umluft leitet. Im Bezug auf die Nachhaltigkeitsdiskussion sollte trotzdem sparsam mit dem Material umgegangen werden, da auch PLA ein Plastik ist. Vor einem Ausdruck sollte dementsprechend eine virtuelle Überprüfung des zu druckenden Objekts stattfinden.

### *Software-Entscheidungen*

Es werden zwei Arten von Software für den 3D-Druck genutzt: Die CAD-Software sowie die Slicer-Software. In der CAD-Software wird modelliert. Das bedeutet, dass in einem dreidimensionalen Raum ein Objekt durch verschiedene Konstruktionsmöglichkeiten erstellt wird. Hier bieten sich insbesondere für den schulischen Gebrauch webbasierte (z.B. TinkerCAD, Sketchup) oder „native“ (z.B. GeoGebra) Programme an. Je nachdem, wie die Schülerinnen und Schüler modellieren sollen, sollte eine entsprechende Software ausgewählt werden. Hierfür eignet sich also jede Software, die ermöglicht in einem dreidimensionalen Raum zu modellieren sowie das modellierte Objekt später in ein STL-Format zu exportieren.

Anschließend wird eine Slicer-Software benötigt, die das modellierte Objekt für den Druck vorbereitet. Auch hierfür existieren web-basierte Programme (z.B. Cura), die das Modell dann in eine druckbare Datei überführen.

### Lagerung und Standort

Weitere Entscheidungen, die getroffen werden müssen, wenn mit einem 3D-Drucker im Unterricht hantiert wird sind unter anderem Entscheidungen zur Lagerung des Geräts. Um den räumlichen Sicherheitsvorkehrungen zu genügen, sollte der Drucker an einem gut lüftbaren, freistehenden Platz in einem Raum stehen, in dem sowohl Rauchmelder als auch Feuerlöscher vorhanden sind. Eine gute Möglichkeit, falls der Drucker nicht in einem fest-installiertem Raum sein soll, der möglicherweise nicht das Klassenzimmer ist, bietet ein fahrbarer Untersatz wie beispielsweise ein nicht-entflammbarer Rollwagen.

### Verhaltensregeln im Umgang

Ebenso sollten gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern Verhaltensregeln im Umgang mit dem 3D-Drucker und gedruckten Objekten formuliert werden. Diese Verhaltensregeln sollten auf unternehmerische Aspekte (das bedeutet, dass die erstellten Objekte nicht verkauft werden dürfen) sowie auf generelle Aspekte wie beispielsweise das Verhalten vor, während und nach dem Druck sowie Sicherheitsregeln zum Umgang mit dem gedruckten Objekt, eingehen. Diese könnten beispielsweise das Fernhalten von Wärmequellen oder elektrischen Elementen sowie die Säuberung der Objekte, um Keimen und Schmutz vorzubeugen, beinhalten.

Für Rückfragen wenden Sie sich gern an das DiASper-Projektteam:

- Mira Wulff – [mwulff@ipn.uni-kiel.de](mailto:mwulff@ipn.uni-kiel.de)
- Dr. Marc Wilken - [wilken@leibniz-ipn.de](mailto:wilken@leibniz-ipn.de) ☎ 0431 / 880 1079