

technik – education

4. Jahrgang

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung
im allgemeinbildenden Technikunterricht

1 | 2024

|| 1 a n e o n Arial

|| 1 n n e n Futura PT

|| 1 a n e o Source Sans Pro

www.tec-edu.net

tedu

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

[HTTPS://TEC-EDU.NET/TEDU](https://tec-edu.net/tedu)

HERAUSGEBER

Prof. Dr. Hannes Helmut Nepper
Dr. Armin Ruch, OStR
Dr. Dr. Dierk Suhr

Mail

herausgeber@tec-edu.net

Anschrift

Pädagogische Hochschule Schw. Gmünd
Institut für Bildung, Beruf und Technik
Abteilung Technik
Oberbettringer Straße 200
73525 Schwäbisch Gmünd
www.tec-edu.net

AUTOR*INNEN IN DIESEM HEFT

Simon Baier
Lucas Bareis
Daniel Beckenbauer
Fabian Csoch
Maximilian Fuchs
Markus Hummel
Lara Mayer
Jochen Pfeifer
Dierk Suhr
Katrin Wohlfromm

Inhalt

GRUSSWORT DER HERAUSGEBER.....2

UNTERRICHTSFORSCHUNG

D. SUHR

KONZEPTE EINER MINT-DIDAKTIK.....3

UNTERRICHTSFORSCHUNG

F. CSOSCH

SOZIALE ROBOTER IM TECHNIKUNTERRICHT16

UNTERRICHTSPRAXIS

K. WOHLFROM

KI-GENERIERTE PÄDAGOGISCHE AGENTEN30

UNTERRICHTSPRAXIS

M. FUCHS

EIN UNTERRICHTSTAUGLICHES 3D-DRUCKERGEHÄUSE37

UNTERRICHTSPRAXIS

D. BECKENBAUER

ARDUWOOD-ILLUMISPHERE45

UNTERRICHTSPRAXIS

M. HUMMEL

SMARTER BLUMENTOPF73

UNTERRICHTSPRAXIS

S. BAIER, L. BAREIS, LARA MAYER & J. PFEIFER

FERTIGUNG EINES NISTKASTENS IN DER GRUNDSCHULE..86

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber wieder.

Insbesondere bei unterrichtspraktischen Artikeln wird darauf hingewiesen, dass es unterschiedliche Sicherheitsbestimmungen gibt und jede Lehrkraft bei der Umsetzung selbst dafür verantwortlich ist, die Gefährdung zu beurteilen und die Vorschläge für die eigene Praxis entsprechend der jeweilige Vorschriftenlage anzupassen.

Titelbild: Armin Ruch

ISSN: 2748-2022

Ein unterrichtstaugliches 3D-Druckergehäuse

Planung, Konstruktion und Erstellung

Maximilian Fuchs

SCHLAGWORTE

3D-Druck
Sicherheit im Unterricht
CAD

ABSTRACT

Die Nutzung von 3D-Druckern im Bildungsbereich wächst stetig, wobei Sicherheit und Effizienz wichtige Überlegungen sind. Dieser Artikel behandelt die Konstruktion und Fertigung eines Gehäuses für 3D-Drucker, welches für den Einsatz an Schulen geeignet ist. Der Fokus der Konstruktion liegt auf der Kosteneffizienz, Sicherheit und Kompatibilität des Gehäuses mit allen handelsüblichen 3D-Druckern. Mittels Aluminium-Nutkonstruktionsprofilen und Plexiglas wird hier ein Gehäuse erstellt, welches verschiedene Sicherheitsfeatures wie etwa eine automatische Abschaltung, eine Absauganlage und eine Steuerung außerhalb des Gehäuses integriert. Der Artikel bietet eine praktische Anleitung zur Selbstanfertigung eines solchen Gehäuses, was es Schulen ermöglichen kann, mehrere Geräte kostengünstig zu betreiben. Die Integration des Fertigungsprozesses in den Unterricht zur Vermittlung von wichtigen technischen Fähigkeiten wird ebenfalls diskutiert.

EINLEITUNG

In zahlreichen Schulen deutschlandweit wird inzwischen unterstützend zum regulären Lehrplan 3D-Druck eingesetzt. So bspw. am Niklas-Luhmann-Gymnasium in Oerlinghausen, wo Schüler und Schülerinnen der 8. und 9. Klasse mit inzwischen sechs 3D-Druckern eine Smartphone-gesteuerte LED-Uhr produzieren (Lippische Landeszeitung, 2024), während an der Georg-Büchner-Schule in Erlensee 3D-Druck inzwischen als eigenständiges Schulfach gelehrt wird (Müller, 2023). Bei der Nutzung von 3D-Druckern können jedoch diverse Gefährdungspotenziale für die Schülerinnen und Schüler existieren, sofern gewisse Voraussetzungen nicht gegeben sind. Zu diesen Gefährdungspotenzialen zählen unter anderem Lärm, Überhitzung, Verbrennungen, Quetschungen und Emissionen. Diese können jedoch alle vermieden werden, wenn notwendige Sicherheits- sowie Gesetzesvorgaben eingehalten werden (Häberlen, Kröner & Wachter, 2021). Das Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung, kurz ZSL, hat eine Handreichung erstellt, welche die Anschaffung eines 3D-Druckers für den Schulgebrauch regelt. Diese Handreichung dient den Schulen als Arbeits- und Orientierungshilfe. Hierin wird explizit auf den Gesundheits- und Arbeitsschutz hingewiesen. Zunächst einmal muss der 3D-Drucker CE-gekennzeichnet und somit in Deutschland zugelassen sein. Die CE-Kennzeichnung ist eine Konformitätserklärung, in welcher der Hersteller bescheinigt, dass sein Produkt den aktuellen rechtlichen Anforderungen entspricht (TÜV Rheinland, o. J.). Zudem sollte die Gebrauchs- und Bedienungsanleitung in deutscher Sprache vorliegen. Bei der Wahl des Gerätes muss darauf geachtet werden, dass etwaige Risiken so geringfügig wie möglich bzw. im besten Falle nicht vorhanden sind. Vorbeugen können solchen Risiken bspw. ein geschlossener Druckraum mit Absaugung, eine Abschaltautomatik beim Öffnen der Tür, um das Hinein-

greifen während des aktiven Druckvorgangs zu verhindern, verschiedene Temperatur- und Geschwindigkeitseinstellungen sowie die Auswahl des richtigen Filaments mit möglichst wenigen gesundheitsbedenklichen Stoffen. Auch sollten bei der Auswahl des geeigneten Druckers die räumlichen Gegebenheiten im Unterrichtsraum berücksichtigt werden. Das heißt, es muss im Vorfeld abgeklärt sein, ob der Drucker mobil sein oder fest stehen soll, wie groß der Drucker inklusive Gehäuse sein soll oder ob er in einem eigenen Raum oder im Klassenzimmer platziert werden soll, wobei bei letzterem auf die Betriebslautstärke Rücksicht genommen werden muss (Häberlen, Kröner & Wachter, 2021). Stand heute existieren zwar schon einige Modelle auf dem Markt, welche zumindest in Teilen den oben genannten Anforderungen entsprechen. Ein entsprechendes Gerät, welches trotzdem eine befriedigende Druckqualität verspricht, ist jedoch äußerst kostspielig. Die Preisspanne beginnt bei rund 1.000 Euro, wobei hier meist nur eine schlechte Druckqualität gegeben ist und das Gehäuse häufig noch zusätzlich erworben werden muss. Oft müssen für die Nutzung des Gerätes oder zugehöriger Software noch zusätzlich Lizenzen erworben werden, wie z.B. beim MakerBot Sketch. Dieses Modell ist, Stand heute, die einzige für den Gebrauch im Unterricht optimierte Lösung auf dem Markt. Die Anschaffung dieses Modells ist jedoch mit erhöhtem finanziellem Aufwand zur Beschaffung aller notwendigen Lizenzen verbunden, um die notwendige Software nutzen zu können. Es gibt verschiedene Lizenzpakete für eine unterschiedliche Anzahl an Lehrpersonen sowie Schülerinnen und Schüler. In Deutschland ist dieses Modell zudem aktuell nur über Umwege käuflich erhältlich („Classroom solution - MakerBot“, 2023). Das obere Ende der Preisspanne für 3D-Drucker, die in den Schulalltag integrierbar sind, liegt bei rund 13.000 Euro („UltiMaker S7 Pro Bundle mit Maertz Cabinet“, o. J.). Die Geräte, die sich am oberen

Ende der Preisspanne ansiedeln, sind jedoch meist eher für den industriellen Gebrauch gedacht und übersteigen weitgehend die Anforderungen, die für den Schulgebrauch notwendig sind. Aufgrund der hohen Anschaffungskosten ist es den meisten Schulen nicht möglich, zwei oder mehr Drucker zu kaufen und diese zu betreiben. Erschwerend kommt hinzu, dass die Wartung des 3D-Druckers aufgrund des Gehäuses, sollte das Gerät fest in diesem verbaut sein, erheblich erschwert wird. Im Hobbybereich ist es mittlerweile üblich, sich mittels verschiedener Materialien (Pappe, GFK, Holz oder Metall) ein Gehäuse für ursprünglich gehäuselose 3D-Drucker selbst zu bauen. Dieses Prinzip lässt sich auch auf den Einsatz von 3D-Druckern in der Schule übertragen. Die Vorteile, die sich bei der Herstellung eines individuellen Gehäuses für einen 3D-Drucker ergeben, überwiegen deutlich dem zeitlichen Aufwand. Die 3D-Drucker an sich sind meist billiger in der Anschaffung, sobald ein Modell ohne Gehäuse gewählt wird. Somit ergibt sich für Schulen eventuell auch die Möglichkeit, mehrere 3D-Drucker anzuschaffen.

Konstruktion des Gehäuses und Modellierung in CAD

Nachdem die grundlegenden Kriterien für das zu erstellende Gehäuse zunächst identifiziert wurden, kann ein visuelles Modell erstellt werden. Die Modellierung mittels eines CAD-Programms bietet sich bei der Erstellung einer komplexen Konstruktion wie dieser aufgrund deutlicher Vorteile gegenüber der herkömmlichen Methode mit Stift und Zeichenbrett an. Zu diesen Vorteilen zählt u.a. die Parametrisierung, wodurch sich mittels wenig Aufwand die Dimensionen des Gehäuses ändern lassen. Ein weiterer Vorteil liegt bei der Modellierung mittels CAD darin, dass man während der Erstellung einen gesamtheitlichen Überblick über die Konstruktion behält und etwaige Konflikte zweier Bauteile frühzeitig erkannt werden können. Eventuell auftretende Probleme können schnell und ohne großen zeitlichen Aufwand behoben werden. Das Erstellen der Zeichnung sowie das der Teileliste erfolgt ohne großen Zeitaufwand am Ende der Konstruktion. Grundlage für die Konstruktion des 3D-Druckergehäuses war zunächst einmal ein Rahmen, durch welchen die äußeren Dimensionen der Konstruktion definiert wurden. Als Rahmenmaterial wurden Aluminium-Nutkonstruktionsprofile der Baureihe 8 gewählt, da diese als Konstruktionsmittel zugleich leicht und sehr stabil sind. Des Weiteren weisen Konstruktionsprofile eine hohe Kompatibilität mit Verbindungselementen auf, was den Zusammenbau und die Integration anderer Komponenten erleichtert. Das 3D-Modell der Konstruktionsprofile wurde mittels einer STEP-Datei im CAD-Programm FUSION-360 eingefügt. Ebenso eingefügt wurden sogenannte „Würfelverbinder“, welche die Profile an den Ecken miteinander verbinden. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Ecken immer einen rechten Winkel bilden und somit die Rahmenelemente fest verbaut sind, wodurch sich diese anschließend nicht mehr verdrehen lassen. Zudem erlauben die Würfelverbinder an der Unterseite der Rahmenkonstruktion den Anbau von feststellbaren Rollen. Hierdurch wird eine Mobilität des Gehäuses, um es etwa in verschiedene Klassenräume zu bewegen, gewährleistet. Die Querstreben wurden mittels Automatikverbindern mon-

tiert. Anschließend wurde damit begonnen, die Scheiben aus Plexiglas einzufügen. Hierzu wurde ein Einfassprofil verwendet, welches Plexiglas mit einer Dicke von zwei bis fünf Millimeter einfassen kann. Durch die Verwendung des Einfassprofils werden die Scheiben luftdicht versiegelt, sodass keine Dämpfe aus dem Druckraum gelangen können. Der nächste Schritt war die Konstruktion der Türen. Eine Herausforderung bei der Konstruktion war es, die Türen so zu konstruieren, dass die Dämpfe bzw. etwaige Gerüche nicht aus dem Druckraum entweichen können. Hierfür wurde eine Winkelleiste konstruiert, die über das Profil der Nutleiste der Konstruktionsprofile verfügt. Das Profil der Winkelleiste wurde hierbei 0,3 mm kleiner als das der Nutleiste der Konstruktionsprofile konstruiert, um sicherzustellen, dass die Winkelleisten nach der Herstellung durch 3D-Druck ohne größere Probleme in die Nutleiste geschoben werden konnten, ohne jedoch Spiel zwischen den Elementen zu erzeugen. Die Länge der Winkelleisten wurde mit 200 mm so gewählt, dass sie auf allen handelsüblichen Druckern gedruckt werden können. Damit eine luftdichte Verbindung hergestellt werden kann, sollte während der Montage der Winkelleisten Tesa Moll (Dichtungsmaterial) verbaut werden. Während des Einfügens der Scharniere, die ebenso mithilfe einer STEP-Datei ins Programm eingespeist wurden, mussten zum Zweck der Be-

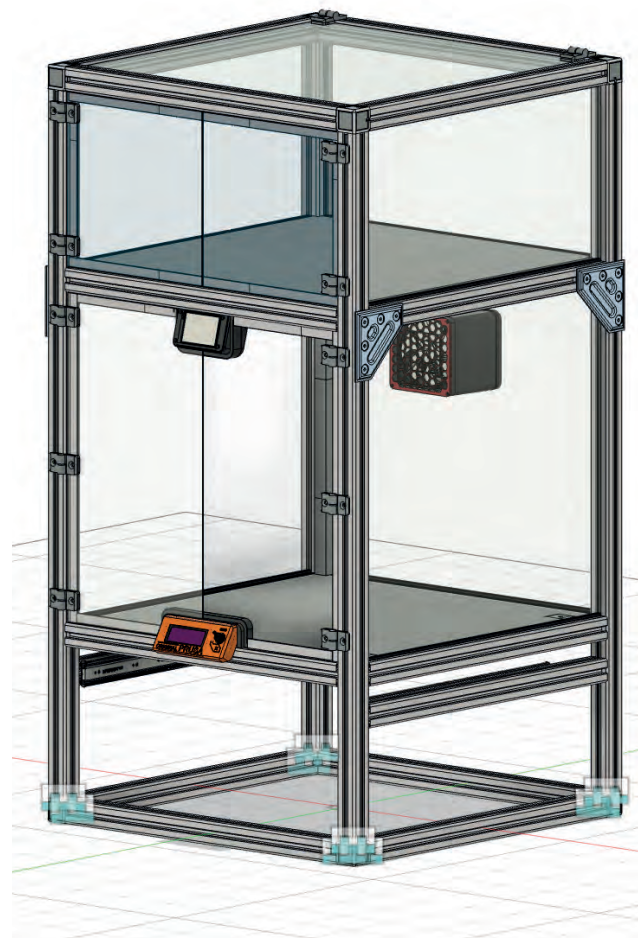


Abbildung 1: Fertige Konstruktion des Gehäuses (Eigene Abbildung)

festigung des Plexiglas Adapterstücke mit einer Dicke von vier Millimetern konstruiert werden. Für die Türen des Druckraumes wurden drei, bei den anderen Türen zwei Scharniere verwendet. Grund hierfür war, dass das dünne Plexiglas stabilisiert werden und damit ein Durchbiegen verhindert werden sollte. Für das sich über dem Druckraum befindende Filamentkompartiment wurde neben zwei Türen auch eine, sich nach oben öffnende Klappe zur Erleichterung der Wartung eingeplant. Dies ist vor allem notwendig, wenn man einen Drucker mit mehreren Filamenten betreibt, da diese nach eigener Erfahrung öfters einen Zugang zu den Filamenten bzw. zu deren Puffer benötigen. Damit die Türen richtig schließen, wurden Magnete verwendet. Diese wurden an der oberen sowie an der unteren Kante eingeplant. Für die Konstruktion der Schublade wurde auf einen Schubladenbaukasten zurückgegriffen, da dies einfacher und kostengünstiger war, als eine Schublade selbst herzustellen. Nachdem der Rahmen somit fertig konstruiert war, folgte die Konstruktion der Absauganlage und der damit verbundenen Steuerung. Hierzu wurde aus Gründen der Komplexität auf schon bewährte Systeme zurückgegriffen. Zur Steuerung des Lüfters, der Temperatur und des Lichtes wurde ein Produkt der Firma JK Tech verwendet. Dieses erlaubt die Steuerung der verschiedenen Parameter mittels eines Touchscreens und zeigt die wichtigsten Daten übersichtlich auf einem Display an. Ebenso verfügt das Gerät über eine integrierte Feuererkennung. Zusätzlich zu diesem Schutzmechanismus wurde eine Kamera eingeplant. Diese wird mit einem RaspberryPi verbunden. Über den kleinen Computer kann mittels eines Browsers standortunabhängig auf die Kamera zugegriffen und der Drucker gesteuert werden. Ebenso werden an den Ra-

sperypi zwei Magnetschalter angeschlossen. Bei diesen handelt es sich um 12-Volt-Öffner, die an der Tür verbaut werden sollen. Sofern die Tür des Druckraumes geöffnet wird, sendet nun der RaspberryPi ein Signal an den 3D-Drucker, der den Druck daraufhin pausiert. Dies soll als Sicherheitsvorkehrung dienen, um ein ungewolltes Hineingreifen in den Drucker zu vermeiden. Das Design der Absaugungsanlage wurde vorgefertigt aus einer frei zugänglichen Sammlung von 3D-Druck Designs übernommen (Thingiverse.com, o. J.). Die Teile hierfür werden aus dem 3D-Drucker erstellt. Der zugehörige Hepa- sowie der Aktivkohlefilter müssen jedoch gesondert beschafft und in die Absaugungsanlage eingebaut werden. Damit während des Druckvorganges der 3D-Drucker von außerhalb des Druckraumes bedient werden kann, wurde speziell für den Prusa i3 MK3 eine Halterung für das Display und die Steuerung konstruiert. Durch die Konstruktion wird das Display des Druckers, das sich eigentlich direkt am Drucker befindet und somit nicht ohne ein Hineingreifen in den Druckraum bedient werden könnte, an die Außenseite des Gehäuses verlagert. Um die Wartungsfreundlichkeit zu gewährleisten, wurde die Halterung so konstruiert, dass sie lediglich durch das Hineinstecken mit der Nut verbunden wird und somit eine Presspassung entsteht. Sofern man den Drucker aus Wartungsgründen aus dem Gehäuse nehmen will, kann die Halterung nun einfach herausgezogen werden. Damit der 3D-Drucker auch innerhalb des Gehäuses einen definierten und stabilen Stehplatz hat, das Gehäuse jedoch auch über eine zweite Ebene verfügt, welche die Filamentrollen aufnimmt, mussten zwei Bodenbretter erstellt werden. Hierzu wurden vier Millimeter starke Aluminiumbleche genutzt. Für die Kabelführung wurde auf einen Kabelkanal

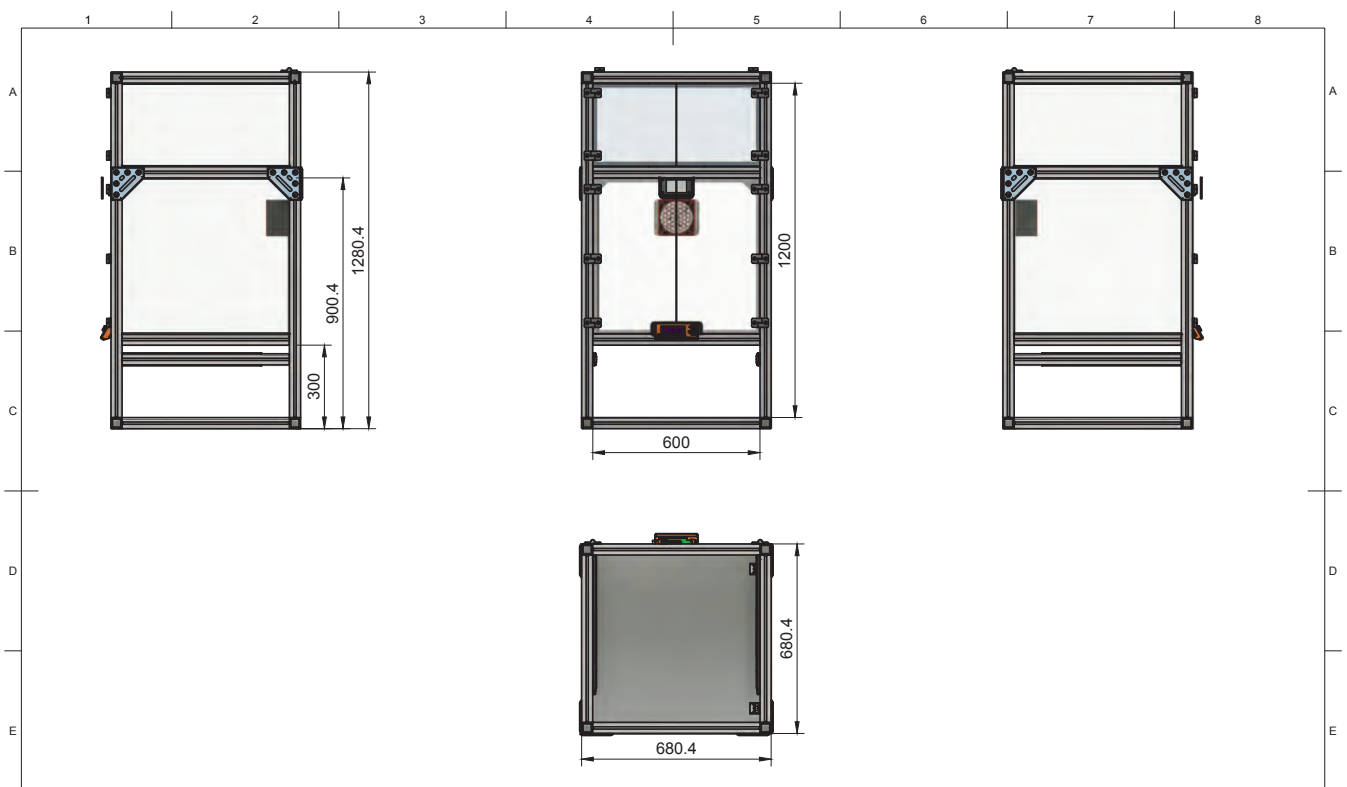


Abbildung 2: Technische Zeichnung des Gehäuses (Eigene Abbildung)



Abbildung 3: : Druckergehäuse Frontansicht (Eigene Abbildung)

zurückgegriffen. Dieser Kabelkanal wurde so konstruiert, dass er auf allen handelsüblichen 3D-Drucker gedruckt und im Anschluss einfach zusammengesteckt und verklebt werden kann. Zusätzlich wurden Öffnungen an den Stellen eingeplant, an welchen ein Kabel den Kanal verlassen muss.

FERTIGUNG DES GEHÄUSES

Bevor mit dem Zusammenbau des Gehäuses begonnen werden konnte, mussten zunächst die 3D-gedruckten Teile angefertigt werden. Hierzu wurden 48 3D-Druckteile für das Drucken vorbereitet und in 15 Druckvorgänge aufgeteilt. Insgesamt betrug die Druckzeit 42 Stunden. Das dafür benutzte Filament ist das Prusament PC Blend. Die Besonderheit dieses Filaments gegenüber herkömmlichen Filamenten wie PETG oder PLA, ist eine hohe Temperaturbeständigkeit bis zu 113° C sowie eine hohe Schlag- und Verschleißfähigkeit. Im Anschluss an den Druck mussten die Bauteile von überschüssigem Material oder etwaigen kleinen Druckfehlern be-



Abbildung 4: : Druckergehäuse Seitenansicht (Eigene Abbildung)

freit werden. Die Konstruktionsprofile sollte man am besten schon vordimensioniert erwerben. Um mit dem Zusammenbau der Rahmenkonstruktion beginnen zu können musste zunächst in vier 1.200 mm lange Konstruktionsprofile sowie in acht 600 mm lange Konstruktionsprofile auf beiden Seiten ein Gewinde geschnitten werden. Hierzu wurde in die bereits vorhandenen Stirnlöcher jeweils ein M8-Gewinde eingeschnitten. Insgesamt mussten mittels eines Gewindeschneider-Sets 24 Gewindebohrungen mit der Länge von jeweils 20 mm hergestellt werden. Im Anschluss wurden die Konstruktionsprofile mittels der Würfelverbinder zusammengefügt. Nachdem das Rahmenkonstrukt somit fertig gestellt ist, können die Plexiglasscheiben eingesetzt werden. Das Plexiglas kann ebenso schon fertig zugeschnitten bestellt werden. Aus Kostengründen wurde in diesem Aufbau jedoch darauf verzichtet und das Plexiglas musste mit Hilfe einer Kreissäge auf die gewünschten Maße zugeschnitten werden. Im Vorfeld des Einsetzens des Plexiglasses müssen die Einlassprofile an die dafür vorgesehenen Stellen in die Nuten angebracht werden. Im Anschluss kann das Plexiglas nun in die Einlassprofile und damit in die Nut des Konstruktionsprofils eingesetzt werden. Bevor man mit der Montage der weiteren Bauteile anfangen kann, wird die Winkelleiste eingesetzt. Aufgrund der in der Konstruktion gewählten Toleranz kann man die gedruckten Winkelleisten mit etwas Kraftaufwand verschieben. Im Anschluss werden die noch offenen Sei-

ten des Plexiglas mittels eines Konstruktionsprofils verschlossen. Das gleiche Vorgehen wurde ebenfalls für den Druckraum genutzt. Der nächste Schritt ist der Einbau der Bodenbretter. Hierfür müssen die schon vorher auf Maß gebrachten Aluminiumplatten jedoch zunächst entgratet und die Ecken rund gefeilt werden, um das Verletzungsrisiko zu minimieren. Bevor die Bodenplatte final montiert werden kann, müssen mittels der Nutsteine Winkel an die Aluminiumnutprofile angeschraubt werden. Im Anschluss kann die Bodenplatte mit den zuvor hergestellten Durchgangsbohrungen montiert werden. Es empfiehlt sich, die Bohrungen zu senken, damit eine ebene Oberfläche entsteht. Bevor die Türen angebaut werden können, müssen die Winkelleisten mit Tesa Moll (oder einem vergleichbaren Produkt) beklebt werden, um das Gehäuse abzudichten. Im Anschluss kann mit der Montage der Türen begonnen werden. Hierzu werden die Scharniere angeschraubt. Im Anschluss werden die Bohrungen hergestellt. Im nächsten Schritt wird dann das Plexiglas gebohrt und entgratet. Mit einer Senkkopfschraube, Unterlegscheibe und Mutter kann das Plexiglas mit dem Gehäuse verbunden werden. Bei den Türen des Druckraumes ist darauf zu achten, dass sowohl für die Drucker- wie für die Gehäusesteuerung Ausschnitte hergestellt werden müssen. Hierfür wurden extra zwei Schablonen hergestellt, um damit das Anzeichnen zu erleichtern. Im Nachgang wurde mittels eines Dremels die entsprechende Kontur ausgefräst und entgratet. Für die Türen des Filamentkompartements sowie bei der Klappe mussten keine weiteren Aussparungen angebracht werden.

Der letzte Schritt der Durchführung des Projektes war die Ausstattung des Gehäuses mit allen elektronischen Bauteilen. Hierfür wurde zunächst der Ausschnitt für den Lüfter mit einer eigens dafür gedruckten Schablone angezeichnet, ausgefräst und angepasst. Im Anschluss erfolgte die Montage des Lüfters und des damit verbundenen Filters. Hierzu wurde in das Gehäuse des Lüfters zuerst der 12-Volt-Computerventilator eingebaut. Daraufhin wurden zehn Aktivkohlematten hintereinander eingelegt und der Hepa Luftfilter dahinter eingebaut. Die fertige Absaugung wurde anschließend in den vorbereiteten Ausschnitt durch Einsetzen und Verschrauben verbaut. Der nächste Schritt war der Einbau der Gehäusesteuerung. Hierzu mussten die Platine sowie der Touchscreen in das Gehäuse eingebaut werden. Vorbereitend dafür mussten jedoch zunächst die LED-Beleuchtung sowie die Temperatursensoren an der Platine angeschlossen werden. Im Anschluss konnten die Beleuchtung sowie die Lüfter und die Steuerung für das Gehäuse an den vorher dafür definierten Platz an den Konstruktionsprofilen angeschraubt werden. Im nächsten Schritt konnte der Kabelkanal verbaut werden. Dafür wurde der Kabelkanal zusammengeklebt und die durchzuführenden Kabel durch diesen gefädelt. Der Kabelkanal wurde daraufhin am Gehäuse und der Bodenplatte befestigt. Im Anschluss wurden die Kabel mit dem Netzteil verbunden. Der Einbau der Halterung des Displays sowie der Steuerung erfolgte, indem die ab Werk vorhandenen Befestigungspunkte durch die neu gedruckten Teile zur Befestigung außerhalb des Gehäuses ersetzt wurden. Diese wurden im Anschluss an den Rahmen geschraubt. Dieser Rahmen wur-

de nun unter leichtem Kraftaufwand in die Nut des Konstruktionsprofils gesteckt. Im Anschluss wurde der untere Teil der Rahmenkonstruktion, in welchem sich die Schublade befindet, mit 2,5 mm dicken Kunststoffplatten verkleidet. Dazu wurden die Platten mittels Schrauben sowie Nutsteinen an die Konstruktionsprofile angebracht. Im gleichen Arbeitsschritt wurde die Stromversorgung mittels zwei M3-Schrauben und Muttern an die Verkleidung angebracht.

Abschließend wurden die zwei Magnetschalter zur Erkennung der Türöffnung während des Druckvorganges mittels der mitgelieferten Schrauben an die dafür vorgesehenen Positionen verschraubt und mit dem RaspberryPi verbunden. Die Magnete, die für den Betrieb notwendig sind, wurden mittels Verklebens an der Plexiglasscheibe montiert. Im gleichen Schritt wurde eine Kamera mitsamt Halterung im Druckraum montiert und ebenfalls mit dem RaspberryPi verbunden. Am Computer wurden die dafür verwendeten Pins im Programm Octoprint hinterlegt und so eingestellt, dass im Falle eines Öffnens der Türen während des Druckvorganges der Drucker pausiert.

UMSETZUNG IM UNTERRICHT

Die Konstruktion sowie Fertigung des 3D-Druckergehäuses könnte entweder unabhängig vom Schulunterricht geschehen, mit dem alleinigen Ziel, ein kostengünstiges Gehäuse für einen vergleichsweise günstigen 3D-Drucker herzustellen, um diesen im Schulkontext betreiben zu können. Jedoch ließe sich auch schon die Modellierung und Konstruktion sowie die Fertigung als Konstruktionsaufgabe in den Unterricht einbetten. Hierbei muss jedoch Rücksicht auf die Komplexität der Aufgabe genommen werden. Auch muss der der Konstruktionsprozess vom Fertigungsprozess unterschieden werden. Der Konstruktionsprozess wird im Rahmen des Schulunterrichts aufgrund der Komplexität der benötigten Software und der zu benutzenden Funktionen nur begrenzt möglich sein. Damit am Ende ein brauchbares Ergebnis entstehen kann, benötigt man mehrere Unterrichtseinheiten. Hier müsste geprüft werden, in welchem Rahmen sich eine solche Konstruktionsaufgabe mit dem Bildungs- und Lehrplan vereinbaren lassen könnte und welche Themenbereiche dadurch abgedeckt werden könnten. Eine andere Option wäre es, den Konstruktionsprozess im Rahmen einer AG umzusetzen. Den Fertigungsprozess hingegen könnte man mit Schülerinnen und Schülern, welche die 9. oder 10. Klasse besuchen, in Gruppenarbeit durchführen. Hierfür müssten aber gewisse Materialien von der Lehrkraft vordimensioniert sein, da es der Schülerschaft aufgrund von erhöhtem Verletzungsrisiko nicht gestattet ist, eine Kreissäge zu benutzen. Alle anderen, im Rahmen der oben beschriebenen Fertigung, genutzten Werkzeuge dürfen allerdings im Unterricht benutzt werden. Für die Ausschnitte kann statt der im Laufe des Projektes genutzten Hilfsmittel auch eine Handsäge bzw. eine Dekupiersäge eingesetzt werden. Die nötigen Fertigungsfähigkeiten wie z.B. das Schneiden von Gewinden oder die Bearbeitung von Kunststoff haben die Schülerinnen und Schüler meist schon in den vorangegangenen Klassenstufen erlernt. Der zeitliche Aufwand für die Fertigung beläuft sich

kumuliert auf 14 Stunden. Bei drei Unterrichtseinheiten pro Woche wären es dementsprechend ca. fünf Wochen Fertigungszeit, bis das Gehäuse fertiggestellt ist.

VORTEILE DES GEHÄUSES

Der große Vorteil des entstandenen Gehäuses ist die Kompatibilität mit allen handelsüblichen 3D-Druckern, auch solcher aus dem Hobbybereich. Es kann auf ein kostengünstiges Modell zurückgegriffen werden, wodurch vielen Schulen die Anschaffung dieser Technologie zugänglich gemacht werden kann. Bei der Wahl eines Druckers aus dem Hobbybereich kann die Software zudem frei gewählt werden. So können Lehrpersonal und Schulleitung sich für jene Software entscheiden, welche für die Schülerschaft am besten geeignet ist. Wird sich für diese Lösung entschieden, sind die Anschaffungskosten für Gehäuse sowie 3D-Drucker überschaubar und einmalig, es muss jedoch mit fortlaufenden Kosten für das Filament sowie mit etwaigen Wartungskosten gerechnet werden. Eine sichere Verwendung durch das hier konstruierte Gehäuse ist dann gewährleistet, wenn alle darin vorhergesehenen Komponenten, also auch die benötigten Lüfter und die Elektronik, verbaut sind. An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass es bis jetzt nur wenige gesetzliche Vorschriften bzw. Vorgaben dazu gibt, wie ein 3D-Druckergehäuse für den Schulgebrauch konzipiert sein sollte. Durch das hier konstruierte Modell sind jedoch alle aktuellen gesetzlichen Vorgaben erfüllt. Zusätzlich sind die aus eigener Erfahrung bekannten Risikopotenziale vermindert. Jedoch ist bei jeder Nutzung im Unterricht auch die Lehrperson, trotz aller Sicherheitsvorkehrungen, für eine risikofreie Nutzung verantwortlich. Für das konstruierte Gehäuse ist zwar durch die für Material anfallenden Kosten mit einem Anschaffungspreis von rund 1.100 Euro zu rechnen, jedoch muss hier darauf verwiesen werden, dass dahingehend noch Einsparungspotenzial vorhanden ist. So kann bspw. auf günstigere Konstruktionsprofile und Bauteile zurückgegriffen werden.

AUTORENINFORMATION

Maximilian Fuchs, M. Ed.
Maximilian Fuchs studiert an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg auf Lehramt der Sekundarstufe I mit den Schwerpunkten Mathematik und Technik und hat seine Bachelorarbeit zum Thema "3D-Druck in Schulen" verfasst. Nach dem Abitur und einer Ausbildung zum Fluggerätemechaniker, studiert er seit dem WiSe 20/21 an der PH LB. Da er sich schon seit 2016 mit dem 3D Druck beschäftigt und seitdem mehrere 3D-Druckergehäuse erstellt hat, strebte er es an, sein dadurch erlangtes Wissen in die Entwicklung und Erstellung eines für den Schulgebrauch optimierten 3D-Druckergehäuses einfließen zu lassen.



Literaturverzeichnis

- Lippische Landeszeitung. (2024). Oerlinghauser Gymnasiasten konstruieren digital steuerbare LED-Uhr. Lippische Landes-Zeitung.
- Müller, S. (2023). An der Georg-Büchner-Schule in Erlensee gibt es jetzt das Unterrichtsfach 3D-Druck. op-online.de.
- Häberlen, M., Kröner, K. & Wachter, H.-J. (2021). Sicherer Umgang mit 3D-Druckern in der Schule: Handreichung für allgemein bildende Schulen und vergleichbare Fächer an beruflichen Schulen in Baden-Württemberg.
- TÜV Rheinland. (o. J.). CE-Kennzeichnung. TÜV Rheinland. Zugriff am 13.1.2024. Verfügbar unter: <https://www.tuv.com/germany/de/ce-kennzeichnung.html>
- Classroom solution - MakerBot. (2023). MakerBot. Zugriff am 12.1.2024. Verfügbar unter: <https://www.makerbot.com/3d-printers/classroom-solu>
- UltiMaker S7 Pro Bundle mit Maertz Cabinet. (o. J.). Shopname. Zugriff am 17.1.2024. Verfügbar unter: <https://www.igo3d.com/ultimaker-s7-pro-bundle-maertz-cabinet>
- Thingiverse.com. (o. J.). HEPA + Active Carbon Filter for 3D printer housing by JKSniper. Thingiverse. Zugriff am 4.1.2024. Verfügbar unter: <https://www.thingiverse.com/thing:2105113>

MATERIAL UND WERKZEUGE

Metallbauteile				
Element	Anzahl	Bauteilbeschreibung	Material	Bezugsquelle
1	18	Item_2633_profil-8-40x40-leicht-na_600_hoch	Aluminium	www.item24.de
2	8	Item_69878_wurfel-verbindingssatz-8_-2	Aluminium	www.item24.de
3	4	Item_2633_profil-8-40x40-leicht-na_1200_hoch	Aluminium	www.item24.de
4	4	Item_41124_winkel-8-40x40-zn-weissa_	Aluminium	www.item24.de
5	12	Item_49506_einfassprofil-8-4-6mm-sc_600-2	Aluminium	www.item24.de
6	6	Item_49506_einfassprofil-8-4-6mm-sc_550-2	Aluminium	www.item24.de
7	8	item_38808_Automatik-Verbindungssatz	Aluminium	www.item24.de
8	2	Bodenplatte 617 x617 x 4	Aluminium	www.item24.de
9	6	Item_49506_einfassprofil-8-4-6mm-sc_550-2	Aluminium	www.item24.de
10	25	M5 x 15 Senkkopfschraube	Stahl	www.item24.de
11	25	Untlertscheiben 5 x 2	Stahl	www.item24.de
12	25	M5 Muttern	Stahl	www.item24.de
13	25	Nutseteien 8 mit M6 Gewinde	Stahl	www.item24.de
14	25	M6 x 15 Schrauben	Stahl	www.item24.de
15	4	M4 Schrauben	Stahl	www.item24.de
16	4	M4 x 15 Schrauben	Stahl	www.item24.de
17	7	Item_63045_scharnier-8-pa-links-gra_180_hoch	Stahl	www.item24.de
18	5	Item_63089_scharnier-8-pa-rechts-gr_180_hoch	Stahl	www.item24.de

Druckteile				
Element	Anzahl	Bauteilbeschreibung	Material	Bezugsquelle
19	1	HEPA_H13_Filter v2	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
20	1	Lcd-supports1	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
21	1	Lcd-supports2	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
22	1	LCD-cover-ORIGINAL-MK3	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
23	4	Kabelschacht_200	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
24	1	Kabelschacht_200 Anfang	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
25	1	Kabelschacht_153_mitLoch	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
26	1	Kabelschacht Abbiegung links	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
27	1	Mount für RasperPi	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
28	1	Kabelschacht_Abbiegung_unten	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
29	24	Winkelleiste_200mm	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
30	2	Winkelleiste_187mm	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
31	2	Winkelleiste_70mm	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
32	2	Winkelleiste_149mm	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
33	2	Winkelleiste_60mm	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt
34	3	3D Printer Enclosure Electronics Parts	Kunststoff / PCBlend	https://www.jktech.si/en/store/3D-Printer-Enclosure-ELECTRONICS-V2-p142928919
35	2	Winkelleiste_70	Kunststoff / PCBlend	Eigens erstellt und gedruckt

Plexiglas				
Element	Anzahl	Bauteilbeschreibung	Material	Bezugsquelle
36	3	Plexiglas 580 x 620 x 2,5	Plexiglas	Baumarkt
37	3	Plexiglas 620 x 270 x 2,5	Plexiglas	Baumarkt
38	1	Plexiglas 600 x 600 x 2,5	Plexiglas	Baumarkt
39	2	Plexiglas 557 x 295 x 2,5 (1)	Plexiglas	Baumarkt
40	2	Plexiglas 295 x 295 x 2,5	Plexiglas	Baumarkt
41	2	TESA Moll 6 Meter	Kunststoff	Baumarkt

Plexiglas				
Element	Anzahl	Bauteilbeschreibung	Material	Bezugsquelle
41	1	Electronics V2 Platine mit Touchscreen	Diveres	https://www.jktech.si/en/store/3D-Printer-Enclosure-ELECTRONICS-V2-p142928919
42	2	LED Leuchten WS2812B	Diveres	Amazon
43	1	RaspeyPI	Diveres	Amazon
44	1	Kamera RaspeyPi	Diveres	Amazon
45	2	Magnetschalter mit Magneten	Diveres	Amazon
46	2	Verbindungskabel 3D Drucker	Diveres	Amazon
47	1	120 mm PC Lüfter 12V	Diveres	Amazon
48	1	Datenkabel	Diveres	Amazon
Schublade				
49	1	Schubladensystem Junker_RITMA 500 mm_RITMA500HS	Diverses	https://www.teleskopschienen-shop.de
50	1	Schubladenboden 626 x 476 xv16	MDF-Platte	Baumarkt
51	1	Schubladenfront 599 x 188 x 16	MDF-Platte	Baumarkt
52	1	Schubladenende 513 x 180 x 16	MDF-Platte	Baumarkt

Werkzeuge				
Element	Anzahl	Bauteilbeschreibung	Material	Bezugsquelle
	1	Klebstoff		
	1	Seitenschneider		
	1	Cutermesser		
	1	Inbusschlüsselset		
	1	Feilenset		
	1	Dremel		
	1	Säge		
	1	Schraubenziehereset		

tedu

1|2024