



**ARMS OF NATURE**



Baustofftechnologie | Vertiefung



## Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

liebe Studierende,

ich freue mich, Ihnen diese Broschüre im Namen aller am Seminar teilnehmenden Personen präsentieren zu dürfen. Wir möchten Ihnen die Ergebnisse des Seminars "Baustofftechnologie I Vertiefung" am Fachbereich Architektur der Fachhochschule Dortmund vorstellen. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter, der dieses Seminar leiten durfte, möchte ich Ihnen unter dem Titel "Smart Structures\_ 3D-Printing Meets Nature" einen Einblick in die Welt verschiedenster additiv gefertigter Objekte gewähren.

Unsere Studierenden haben sich im Verlauf dieses Seminars nicht nur intensiv mit den verschiedensten Themen der Baustofftechnologie auseinandergesetzt, sondern auch einen Schritt in die Welt der 3D-gedruckten Vasen bzw. deren Umhüllung gewagt. Das Ziel dieses Semesters war nicht nur das Vertiefen theoretischer Kenntnisse, sondern auch die Fertigung eines ersten Prototyps, der die kreativen Ideen und innovativen Ansätze der Studierenden deutlich macht.

In der Broschüre "Arms of Nature" präsentieren wir Ihnen die beeindruckenden Ergebnisse und Erkenntnisse, die während dieses Semesters gewonnen wurden. Die Studierenden haben nicht nur ästhetisch ansprechende Vasen geschaffen, sondern auch Prototypen entwickelt, die individuelle Anpassungsmöglichkeiten durch verschiedene zusätzliche Eigenschaften bieten. So wurden verschiedene Leuchten, Schmuckaufbewahrungen oder auch Stiftehalter entwickelt.

Diese Broschüre dient also nicht nur als Dokumentation der spannenden Projekte, sondern auch als Einladung an Fachpublikum, ProfessorInnen und Studierende, sich von den kreativen Potenzialen im Bereich der additiven Fertigung und Baustofftechnologie inspirieren zu lassen.

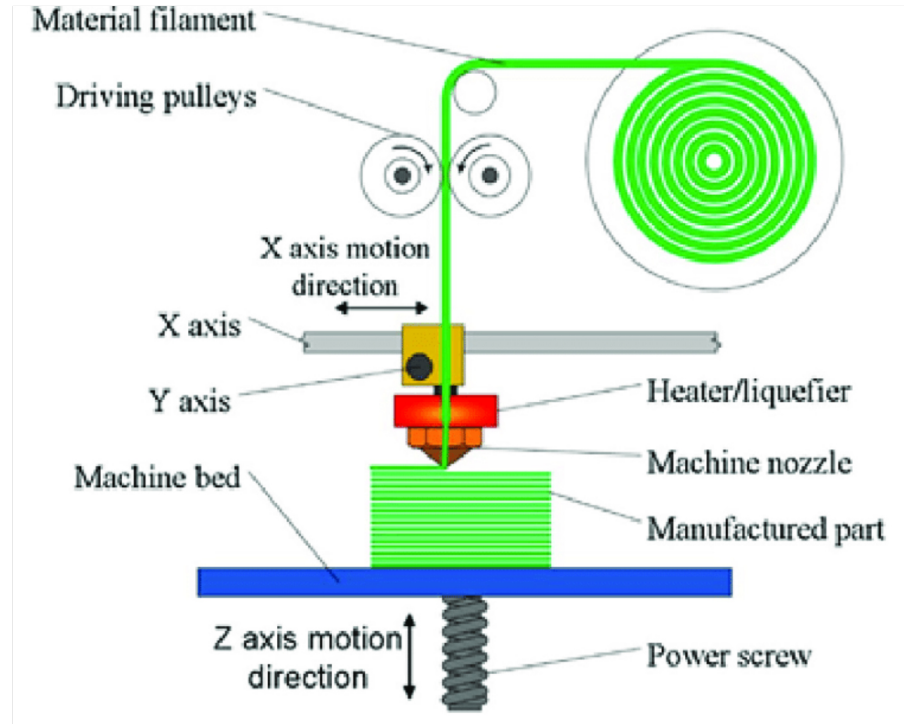
Ein herzliches Dankeschön gilt allen Beteiligten, besonders den Studierenden, die durch ihre Kreativität und Leidenschaft diesen Prototypenprozess ermöglicht haben. Ich hoffe, dass diese Broschüre nicht nur informative Einblicke bietet, sondern auch dazu ermutigt, sich intensiver mit den innovativen Möglichkeiten in der Baustofftechnologie und Architektur auseinanderzusetzen.

Mit freundlichen Grüßen,

Paul-Andreas Maurer  
Fachbereich Architektur  
Fachhochschule Dortmund

## Referat

Das Fused Deposition Modeling (FDM), auch Schmelzschicht- oder Düsen-schmelzverfahren genannt, ist ein 3D-Druckverfahren, bei dem ein thermoplastisches Filament im sogenannten Hotend auf 180–250°C erhitzt, verflüssigt und schichtweise durch eine Düse auf ein Druckbett aufgetragen wird. So entsteht das Modell Schicht für Schicht in drei Achsen. Die Technik geht auf ein Patent von 1992 zurück, nachdem zuvor andere Verfahren wie SLA und SLS entwickelt wurden. 2009 lief das FDM-Patent aus, was den Weg für breite kommerzielle Nutzung ebnete. Heute wird FDM in vielen Bereichen eingesetzt, z.B. für Prototypen, Ersatzteile, medizinische Modelle oder im Bildungsbereich.



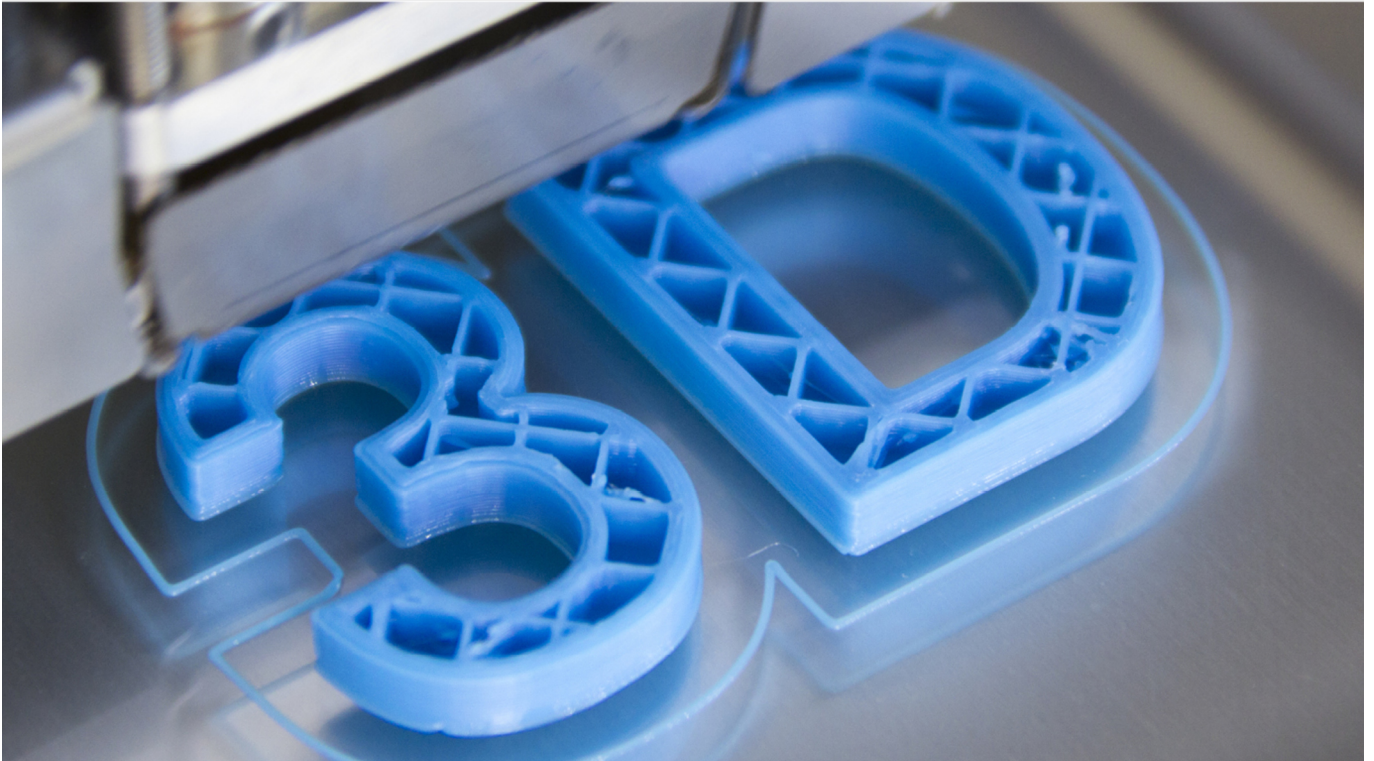
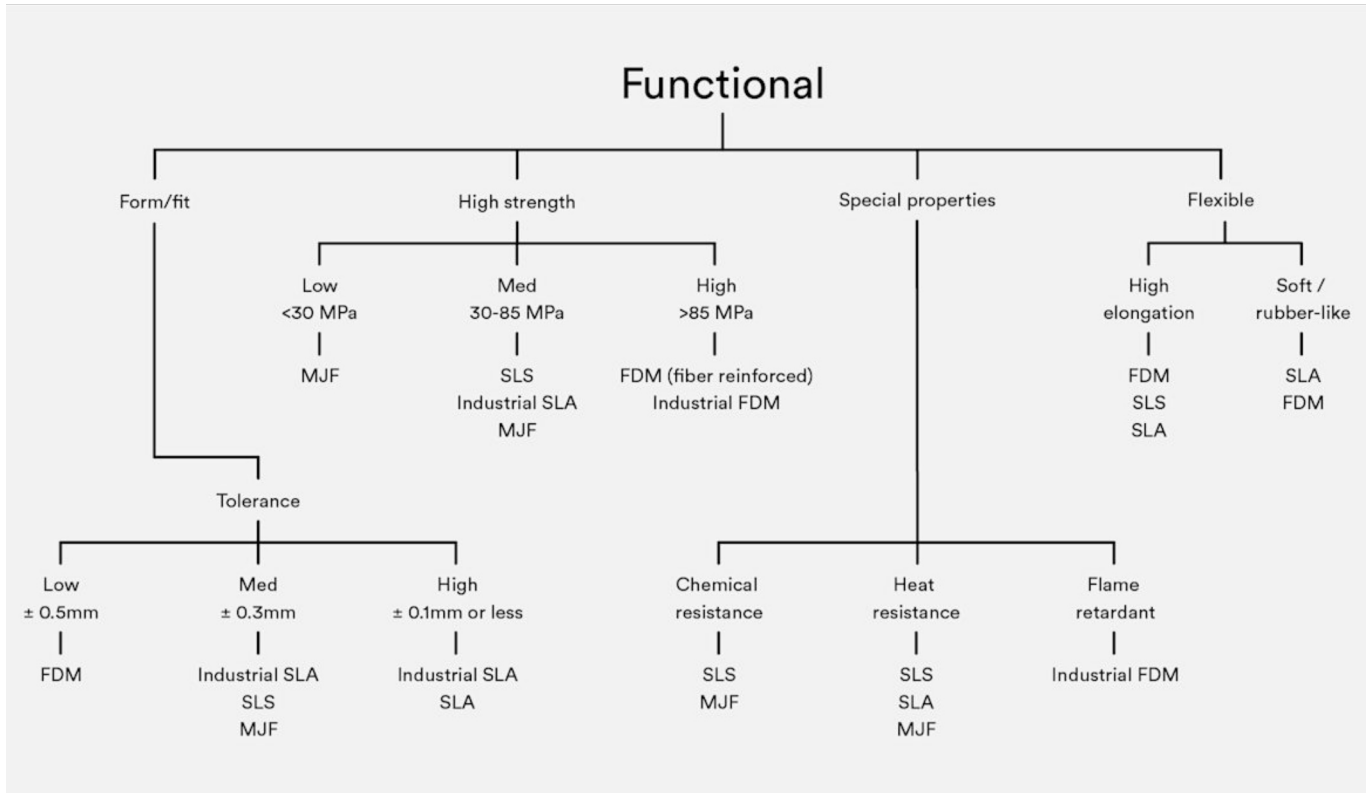


Bild 2 | Druckverfahren





Es lassen sich verschiedene Materialien verwenden: PLA ist umweltfreundlich und leicht zu drucken, aber spröde. ABS ist robust, verzieht sich aber leicht. PETG ist flexibel und lebensmittelecht, TPU elastisch und chemisch beständig, Nylon besonders stabil, jedoch schwer zu verarbeiten. Vorteile von FDM sind geringe Kosten, einfache Bedienung und vielseitige Materialwahl. Nachteile sind u.a. geringere Detailgenauigkeit, Verzug, Nachbearbeitungsaufwand und reduzierte Festigkeit in der Z-Achse.

## Prozess mit der KI

In unserem Seminar haben wir uns im Rahmen des Themas „Prozess mit der KI“ intensiv mit der Gestaltung eines 3D-gedruckten Pflanzgefäßes beschäftigt. Zu Beginn haben wir mithilfe eines KI-Programms (ChatGPT) ein Gefäß in Form eines natürlichen Kaktusturms entworfen. Im Zentrum unseres Designs steht eine klare Glasflasche, die in Form von natürlichen Armen wie man sie von echten Kakteen kennt umrahmt wird.

In diese Arme haben wir kleine, runde Taschen integriert, die Platz für Kakteen und andere Pflanzen bieten. Die Struktur wirkt organisch, natürlich gewachsen und zeichnet sich durch feine Oberflächenstrukturen aus. Im weiteren Verlauf haben wir uns mit der Konstruktion der einzelnen Bestandteile beschäftigt – insbesondere damit, wie wir die Arme stabil am Korpus befestigen können.

Dabei kamen wir auf die Idee, an der Innenseite der Vase Schlitzlöcher einzuarbeiten, in die wir Magnetstreifen einsetzen. In die Arme selbst haben wir ebenfalls kleine Magnete integriert, sodass wir diese einfach am Korpus anbringen können und sie sich durch die magnetische Anziehung sicher verbinden.

Prompt: Ein 3D-gedrucktes Pflanzgefäß in Form eines natürlichen Kaktus-Turms aus beige-mattem Material. In der Mitte steht eine klare Glasflasche, die von geschwungenen Armen umrahmt wird. In die Arme sind kleine runde Taschen für Kakteen und Pflanzen integriert. Die Struktur wirkt organisch, natürlich gewachsen und zeigt feine Oberflächenstrukturen. Neutraler Hintergrund bitte.



Bild 5 | KI Bild generiert



### Maße:

#### Flasche:

- 20 Ecken
- $\varnothing$  Basis: 75 mm
- $\varnothing$  Hals: 30 mm
- OK Etikett: 120 mm

#### Vase:

- $\varnothing$  außen: 90 mm
- $\varnothing$  innen: 76 mm
- $\varnothing$  Fuß: 110 mm
- Höhe Fuß: 30 mm

#### Plastik-Blumen-Topf:

- $\varnothing$  oben: 54 mm
- $\varnothing$  unten: 38 mm
- Höhe: 50 mm

## Phase 1: Entwicklungsphase

Die grundlegenden Überlegungen zur Vasenkonzeption basierten maßgeblich auf dem bereits im "Prozess mit der KI" erarbeiteten charakteristischen Grundmotiv des Kaktus. Aus dieser inspirierenden Vorlage entwickelte sich die Idee eines modularen Systems, das sich aus einem zentralen Stamm und mehreren individuell gestaltbaren Armen zusammensetzen sollte. Diese Arme waren gezielt dafür vorgesehen, mit unterschiedlichen Sukkulenten und Kakteen bepflanzt zu werden, wodurch der Vase eine lebendige und dynamische Komponente verliehen wurde. Eine herausragende Flexibilität sollte durch die magnetische Fügung der Arme an den Stamm erreicht werden. Dies ermöglichte eine einfache und schnelle Anpassung der Vase an wechselnde ästhetische Vorlieben, saisonale Dekorationen oder spezifische örtliche Gegebenheiten, wodurch ihr individueller Charakter stets neu definiert werden konnte.

Die Dimensionierung der gesamten Vase orientierte sich pragmatisch an den Gegebenheiten einer bereits vorhandenen Glasflasche. Deren markante und prägnante 20-eckige Form wurde in den Entwurf integriert und prägte so maßgeblich die Geometrie des Vasenkörpers. Besondere Aufmerksamkeit galt dabei der Integration der Flasche: Die vorhandene Prägung für das Etikett sollte vollständig im späteren Vasenkörper verschwinden, um eine ästhetisch ansprechende und durchgängige Oberfläche zu gewährleisten. Um dem potenziell hohen Schwerpunkt der bepflanzt und mit außen angebrachten Armen ausgestatteten Vase effektiv entgegenzuwirken, wurde ein deutlich breiterer und stabilerer Fuß konzipiert.

Der ästhetische Übergang zwischen diesem Fuß und dem zentralen Schaft wurde, in Anlehnung an das KI-generierte Vorbild, ausgerundet gestaltet, was dem Gesamtentwurf eine fließende Eleganz verlieh.

Für die präzise Dimensionierung der einzelnen Arme diente ein handelsüblicher Mini-Kaktus samt seinem Topf als initialer Referenzpunkt. Auf dieser Basis wurde zunächst der Arm\_01 entwickelt, dessen Formgebung sich eng an der natürlichen Wuchsform von Kakteen orientierte und der den Topf des Kaktus vollständig und diskret umschließen sollte. Als Weiterentwicklung und zur Erweiterung der gestalterischen Möglichkeiten entstanden darauf aufbauend Arm\_02 und Arm\_03. Die spezifischen Bedürfnisse von Sukkulenten, insbesondere ihre geringe Wurzeltiefe, ermöglichten eine flachere und kompaktere Gestaltung dieser Arme. Dies eröffnete entweder die Möglichkeit eines direkten Einpflanzens ohne Topf oder die Verwendung eingekürzter Pflanztopfe. Die insgesamt flachere Ausführung dieser Armvarianten trug zudem maßgeblich dazu bei, die durch den begrenzten Druckraum des 3D-Druckers und die festen Maße der Glasflasche und der daraus resultierenden Höhe der Vase optimal auszunutzen.



Bild 7 | Flaschenauswahl 1



Bild 8 | Flaschenauswahl 2



## Phase 2 Prototypen und Testdrucke

Die in der umfassenden Entwicklungsphase konzipierten 3D-Modelle wurden in dieser wichtigen Phase in konkrete physische Prototypen überführt. Dabei wurden strategisch Vertiefungen in der Außenwand der Vasenteile vorgesehen, die für die spätere präzise Einbringung von Metallstreifen dienten. Ebenso wurden spezifische Vertiefungen in den Armen integriert, um die Magnete passgenau aufnehmen zu können.

Aufgrund des naturgemäß begrenzten Bauraums des 3D-Druckers und zur signifikanten Materialeinsparung erfolgte eine Teilung des Stammes in mehrere Segmente. Diese Teilung bot überdies den Vorteil, eine nachträgliche, vertikale Skalierung des Stammes direkt im Slicer zu ermöglichen, ohne dass hierfür umständliche Anpassungen des komplexen Modells im CAD-Programm erforderlich wurden. Zur weiteren Optimierung der Druckbarkeit und zur Gewährleistung einer hohen Oberflächenqualität wurde eine zusätzliche Unterteilung der gesamten Vase in Deckel, Stamm und Fuß vorgenommen.

Nach der erfolgreichen Fertigung dieser ersten Teile wurden umgehend initiale Testdrucke angefertigt und erste Nachbearbeitungsversuche durchgeführt. Diese frühen physischen Prüfungen lieferten wertvolle Erkenntnisse über die grundlegende Druckqualität, die Maßhaltigkeit sowie die Handhabung und Fügbarkeit der einzelnen Bauteile, welche als Basis für weitere Optimierungen dienten.

## Phase 3 Anpassung an Erkenntnisse aus Phase 2

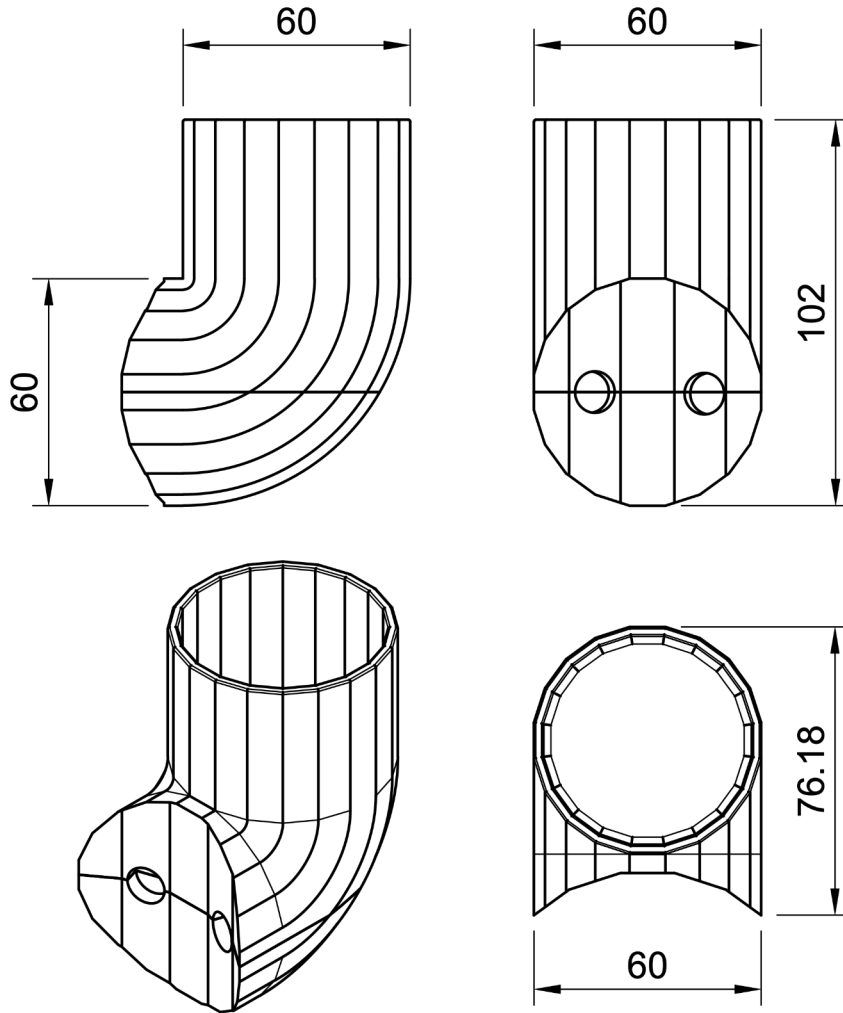
Basierend auf den wertvollen Erkenntnissen, die aus den ersten Prototypen und Testdrucken gewonnen wurden, erfolgten in dieser Phase umfangreiche und detaillierte Änderungen an der Konstruktion. Um die Fügung der einzelnen Bauteile signifikant zu verbessern und ein unerwünschtes Verdrehen der Segmente zueinander zu unterbinden – was eine durchgängigere und ästhetischere Kantenführung gewährleistete – wurde eine Verzahnung zwischen Fuß und Stamm konzipiert und implementiert.

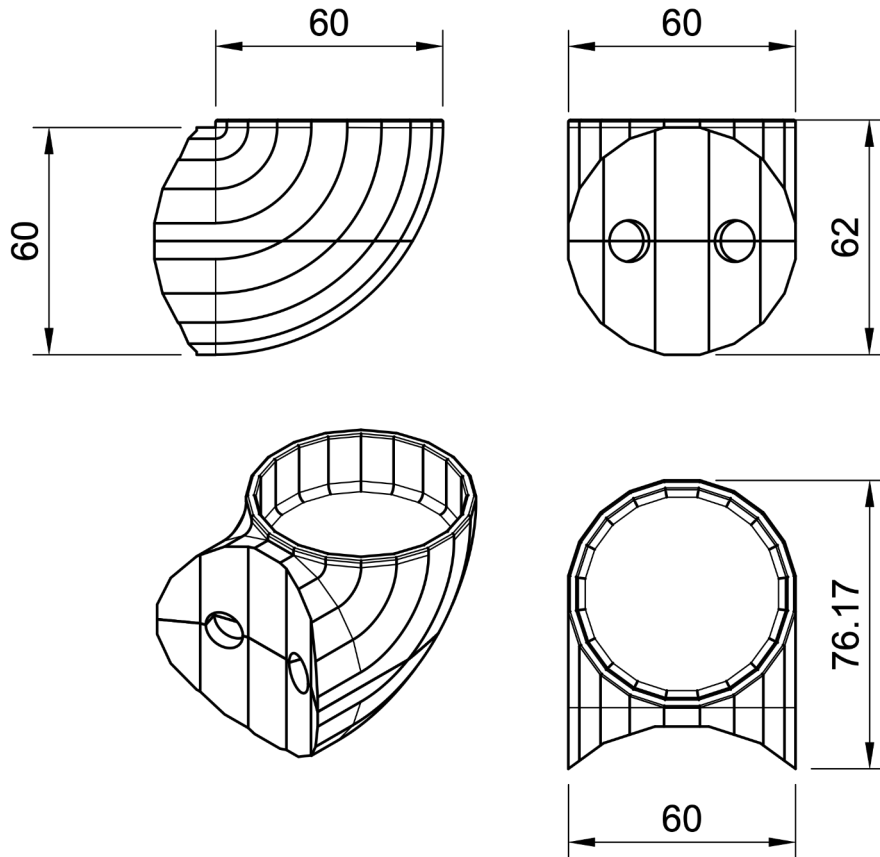
Ein entscheidender und wegweisender Optimierungsschritt war die Aufteilung der Arme in separate Ober- und Unterteile mittels horizontaler Schnitte und einer vollständigen Trennung der Körper. Dies führte zu einer Einsparung von 100% an Stützmaterial im Vergleich zu den ersten, noch weniger optimierten Prototypen. Dies steigerte nicht nur die Effizienz des Druckprozesses enorm, sondern reduzierte auch den Materialverbrauch und die Nachbearbeitungszeit erheblich.

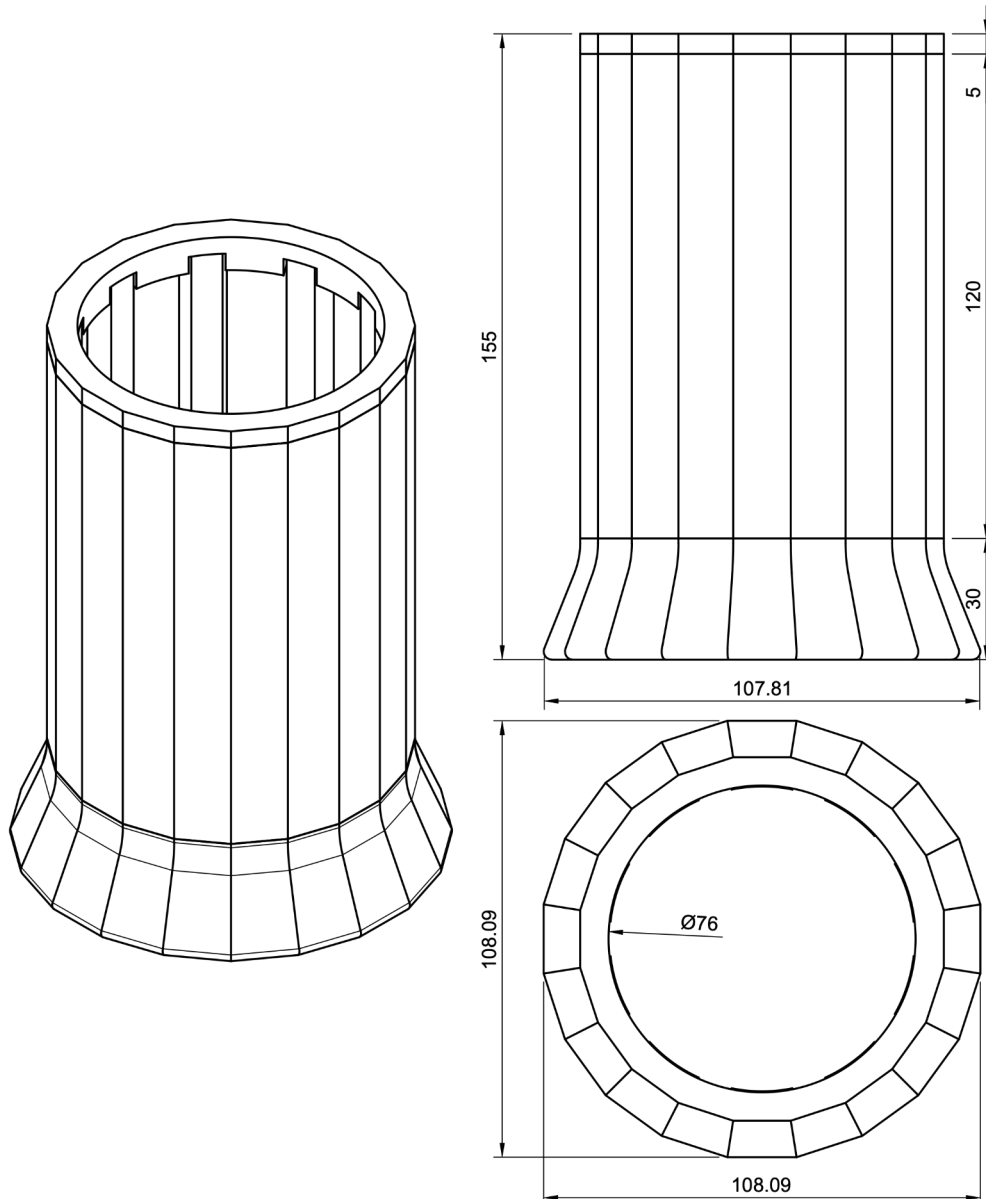
Als verlässliches und präzises Fügungsprinzip für die einzelnen Armteile wurde eine klassische Nut-Feder-Verbindung gewählt. Dieses bewährte Prinzip garantierte nicht nur eine außerordentlich hohe Passgenauigkeit der Bauteile zueinander, sondern gewährleistete auch eine hervorragende Druckbarkeit der separat konstruierten Feder, was die Fertigungseffizienz weiter erhöhte. Nach der Implementierung dieser signifikanten konstruktiven Anpassungen wurden umgehend weitere, iterative Testdrucke durchgeführt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse führten zu erneuten Modifikationen der Konstruktion, um die notwendigen Toleranzen für eine präzisere Endfertigung zu berücksichtigen.

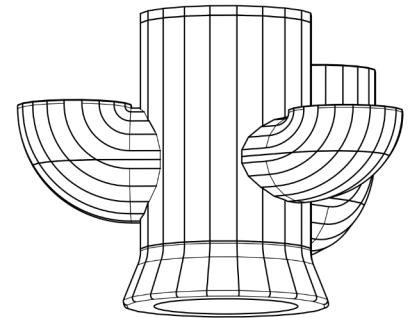
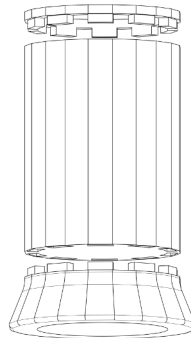
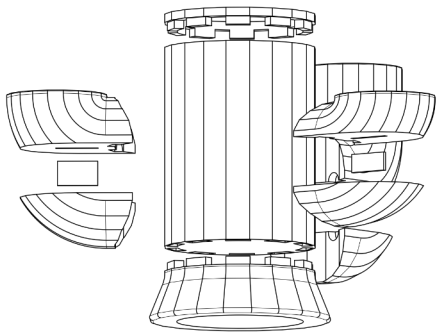
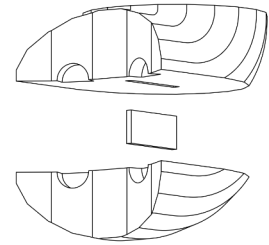
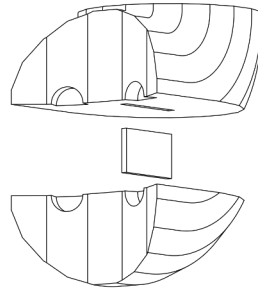
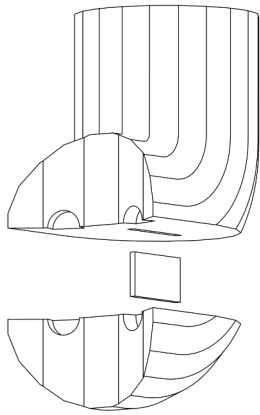


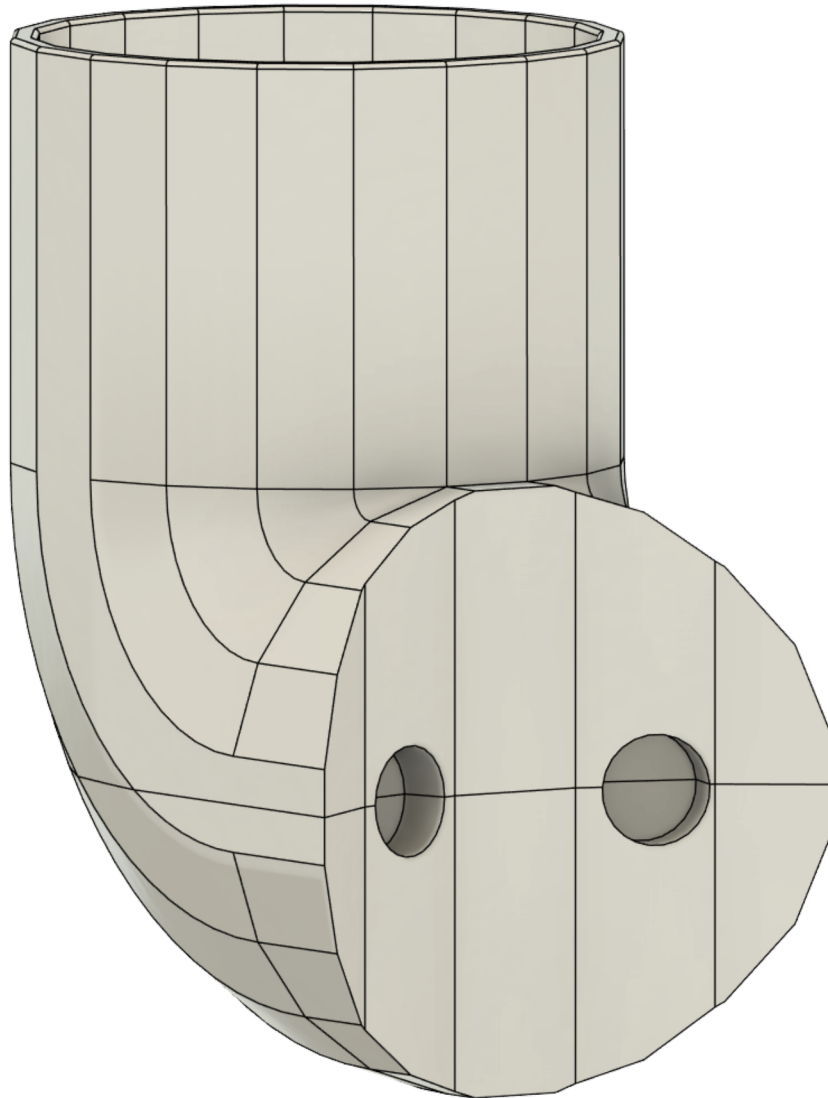
Bild 10 | überarbeiteter Prototyp

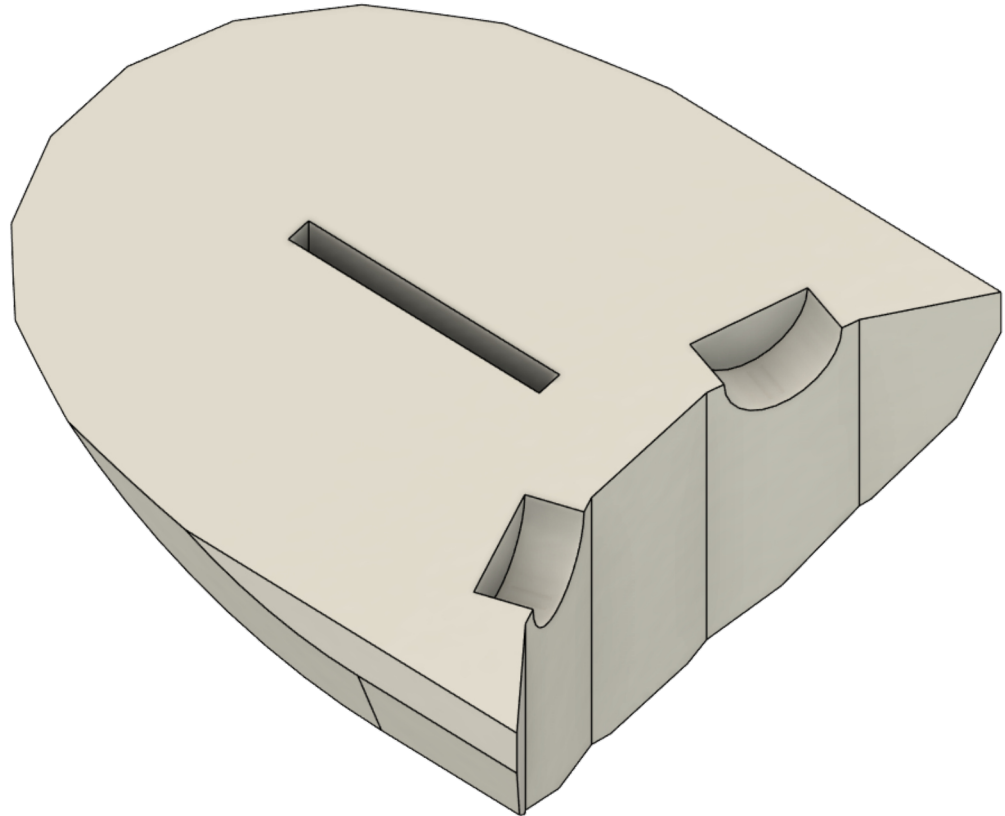




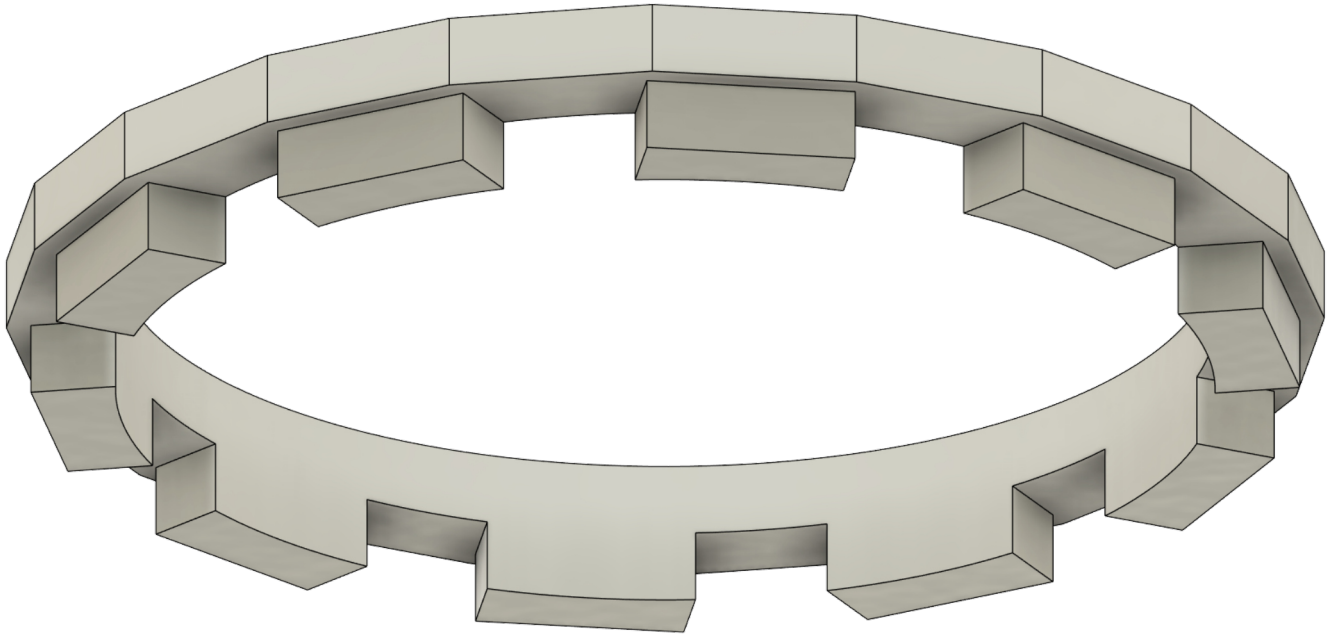


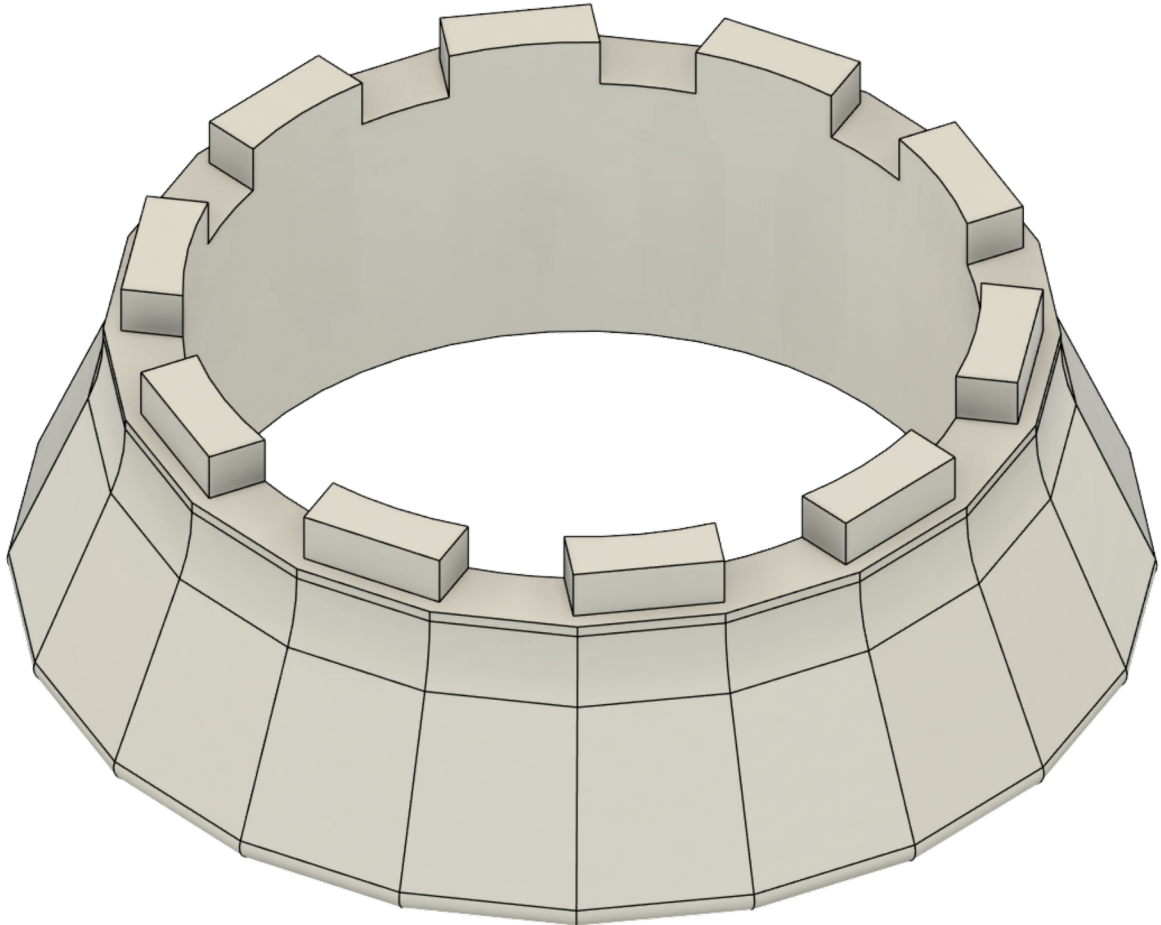




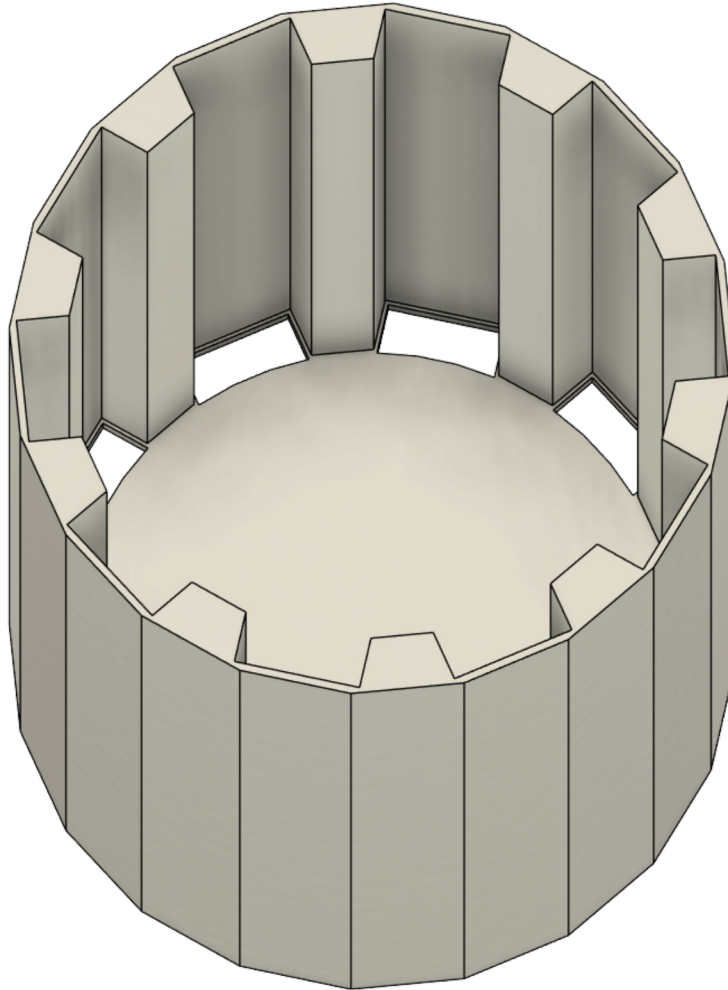


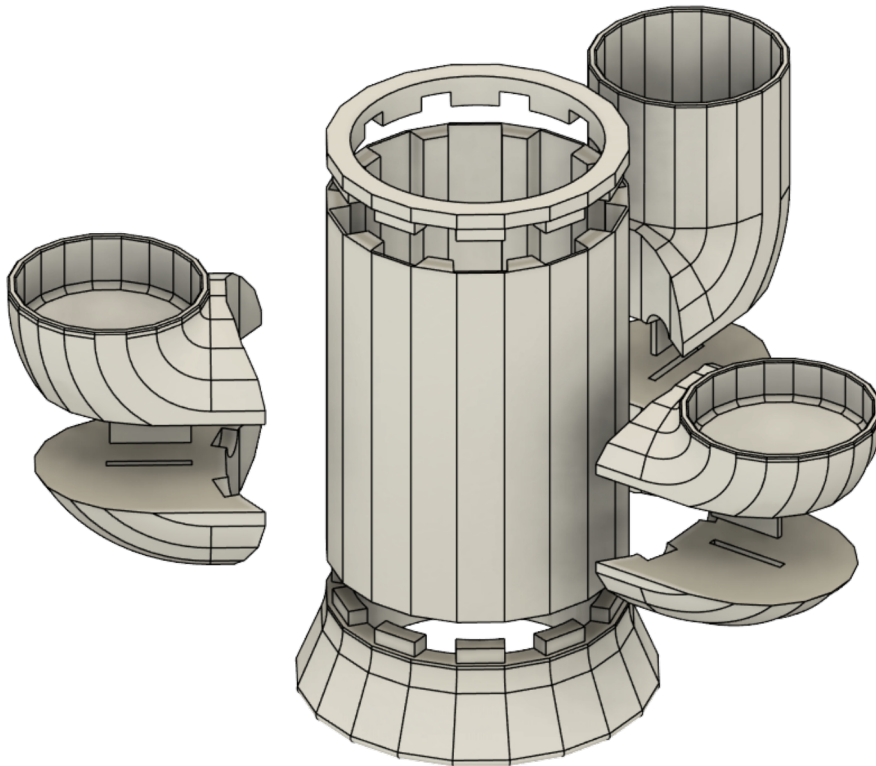
Steckverbindung

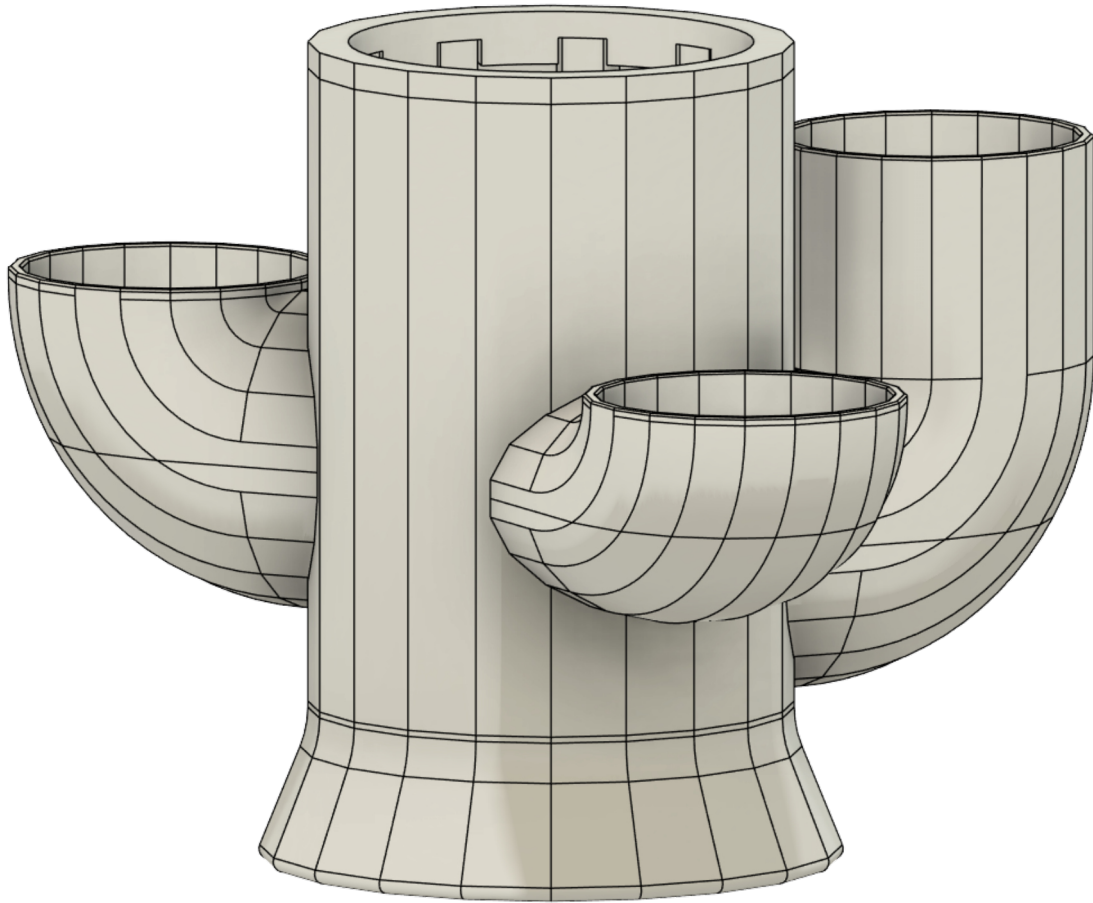




Socket







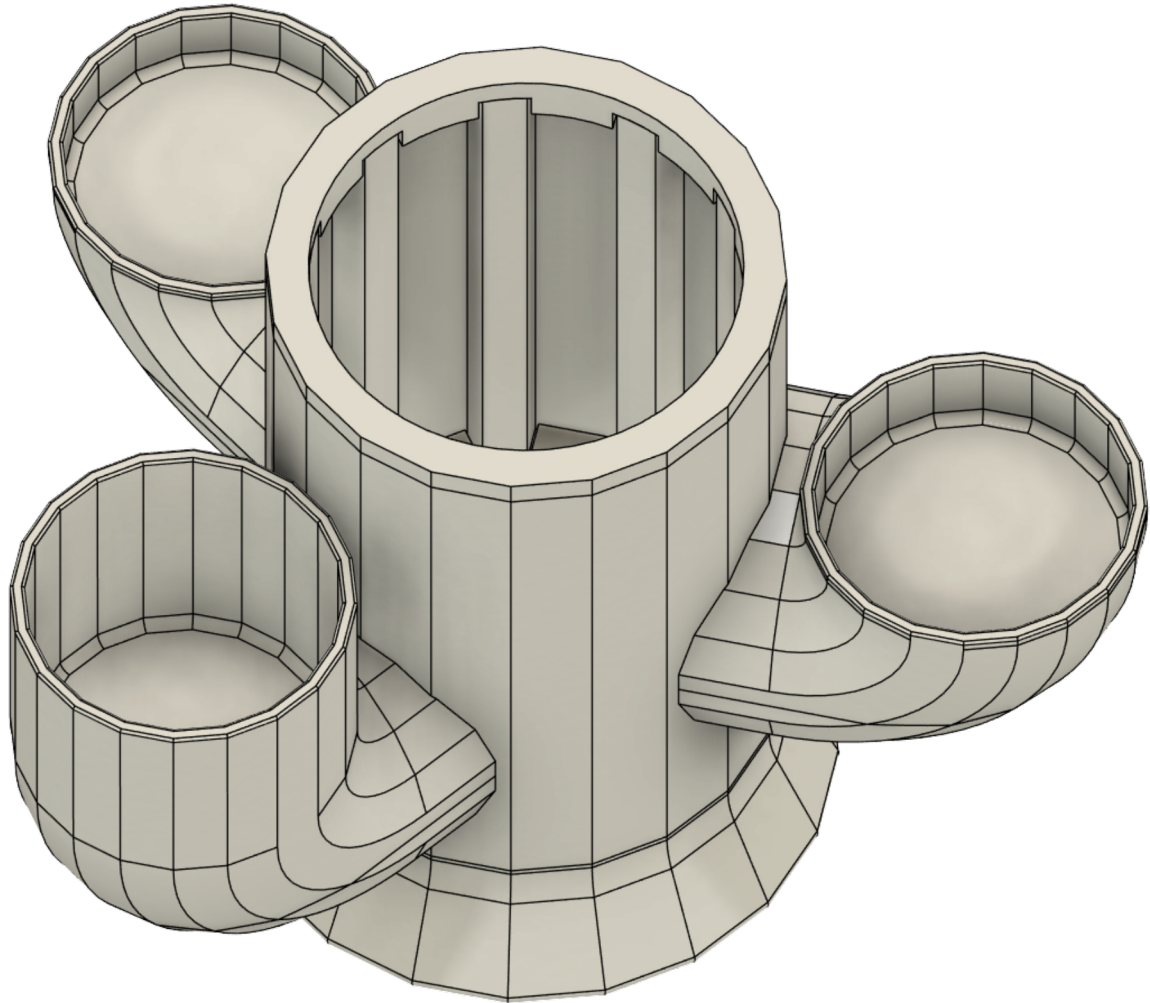






Bild 12 | Rendering 2

## Realisierung 3D Druck/Nachbearbeitung

Die Realisierung des Projekts erfolgte durch den 3D-Druck, der in vier separate Aufträge unterteilt wurde. Stamm, Fuß und Deckel wurden in einem gemeinsamen Druckauftrag gefertigt, während die jeweils drei Teile der drei Arme in separaten Druckaufträgen produziert wurden.

Anschließend erfolgte die umfassende Nachbearbeitung. Im ersten Schritt wurden

Unebenheiten und Stringing des 3D-Drucks geschliffen. Die Verbindung der Einzelteile erfolgte mittels Stecken, gefolgt von der Verspachtelung der Stöße und dem Modellieren der Übergänge. Um die aus der größeren Düse resultierende Druckstruktur auszugleichen, wurde Spritzspachtel eingesetzt. Das Schleifen erfolgte zunächst mittels eines Dremels und anschließend händisch mit einer Körnung von 80 bis 240, wobei dieser Prozess mehrfach wiederholt wurde, um eine glatte

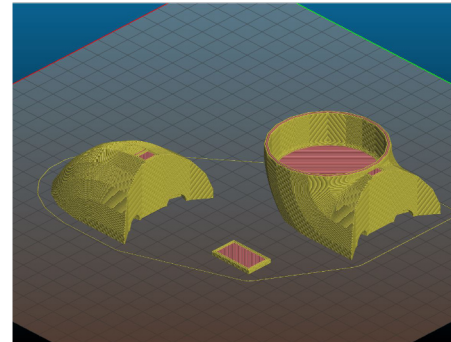
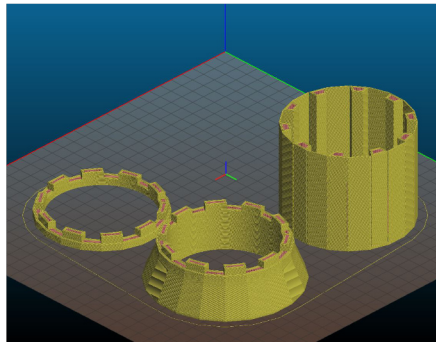
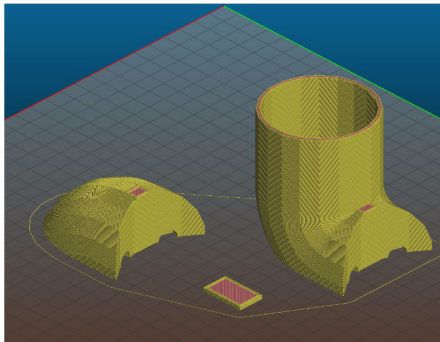




Bild 16 | Endmodell vor Bearbeitung



Bild 17 | Nachbearbeitung 1

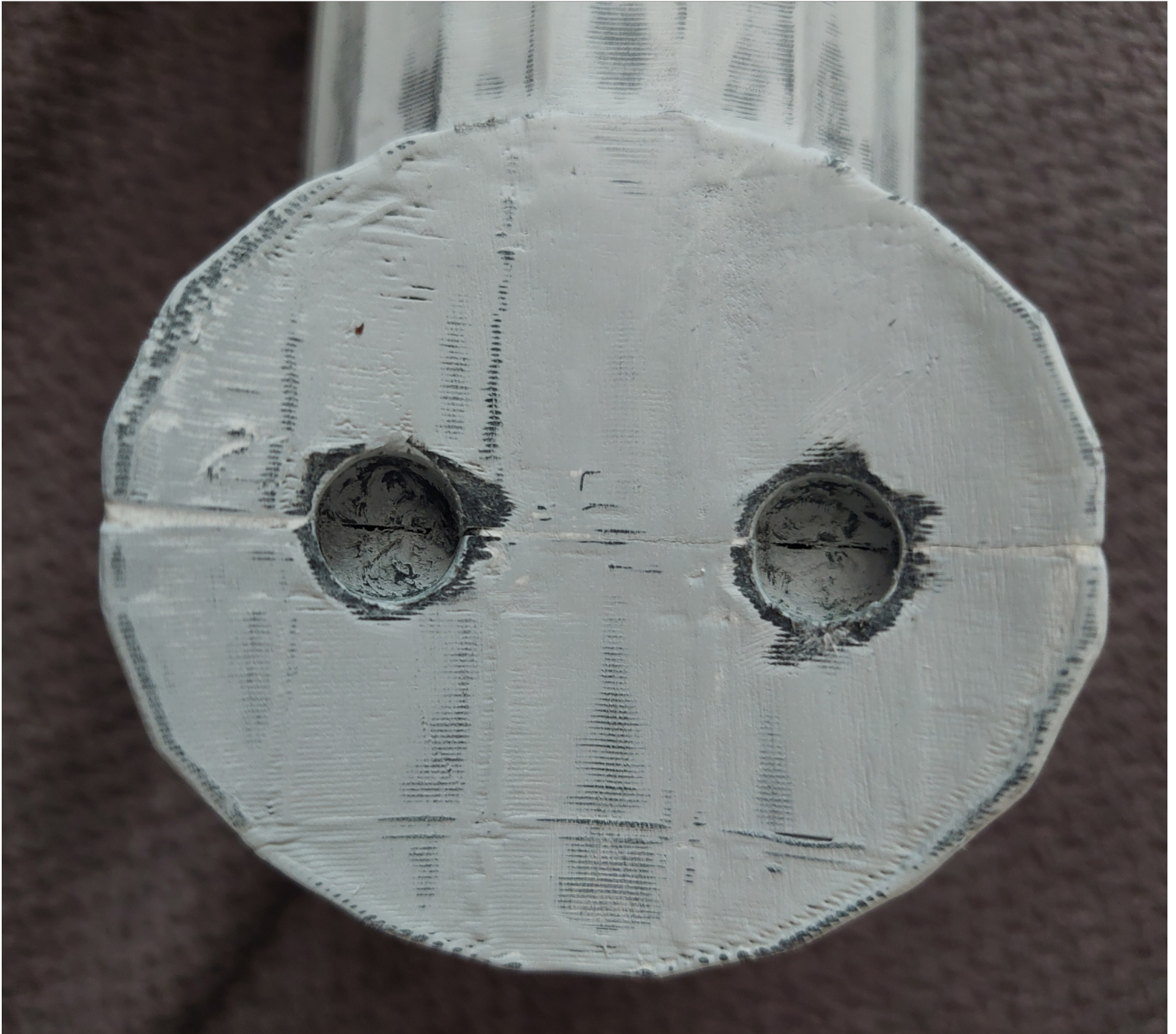


Bild 18 | Nachbearbeitung 2

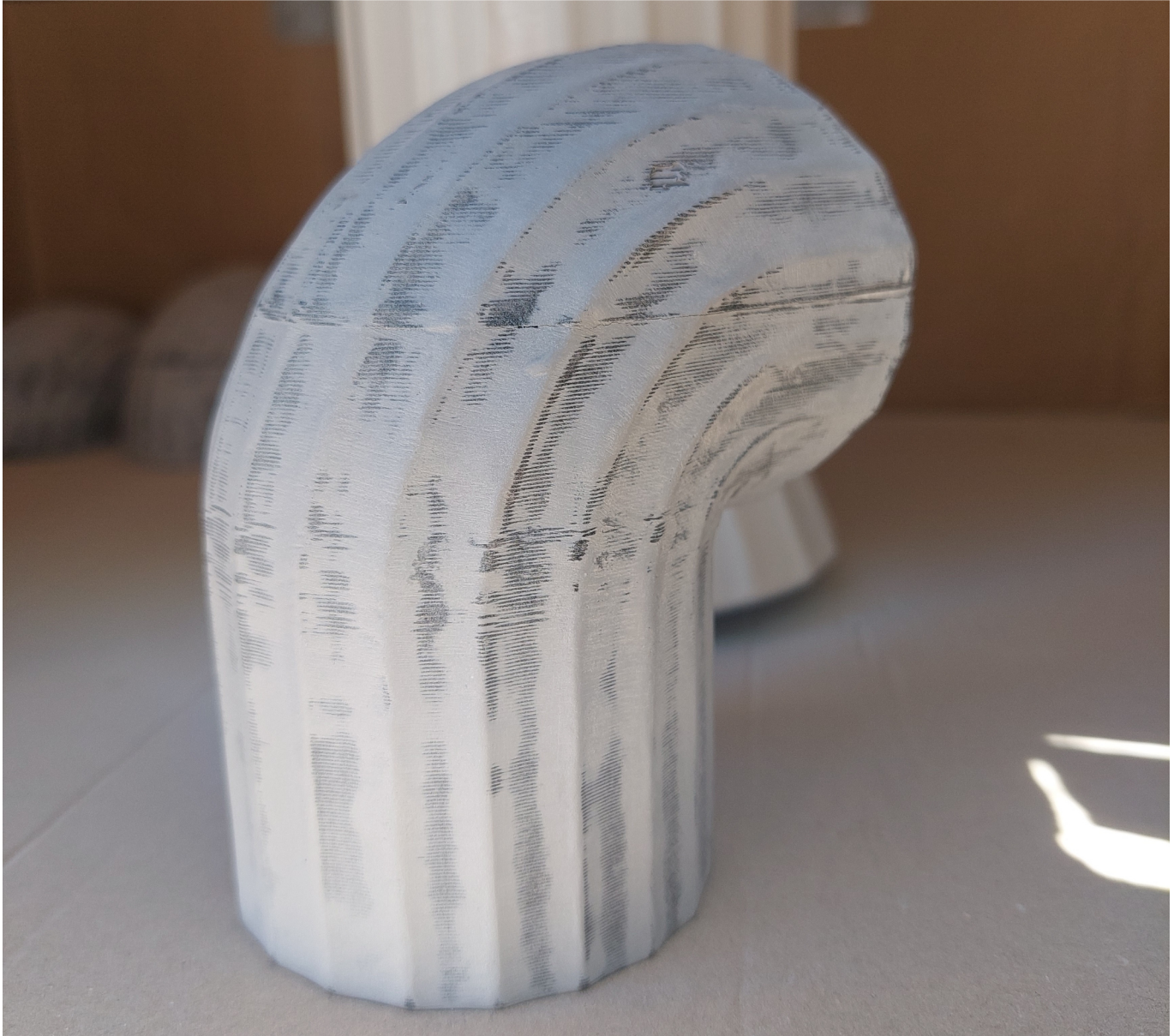


Bild 19 | Nachbearbeitung 3

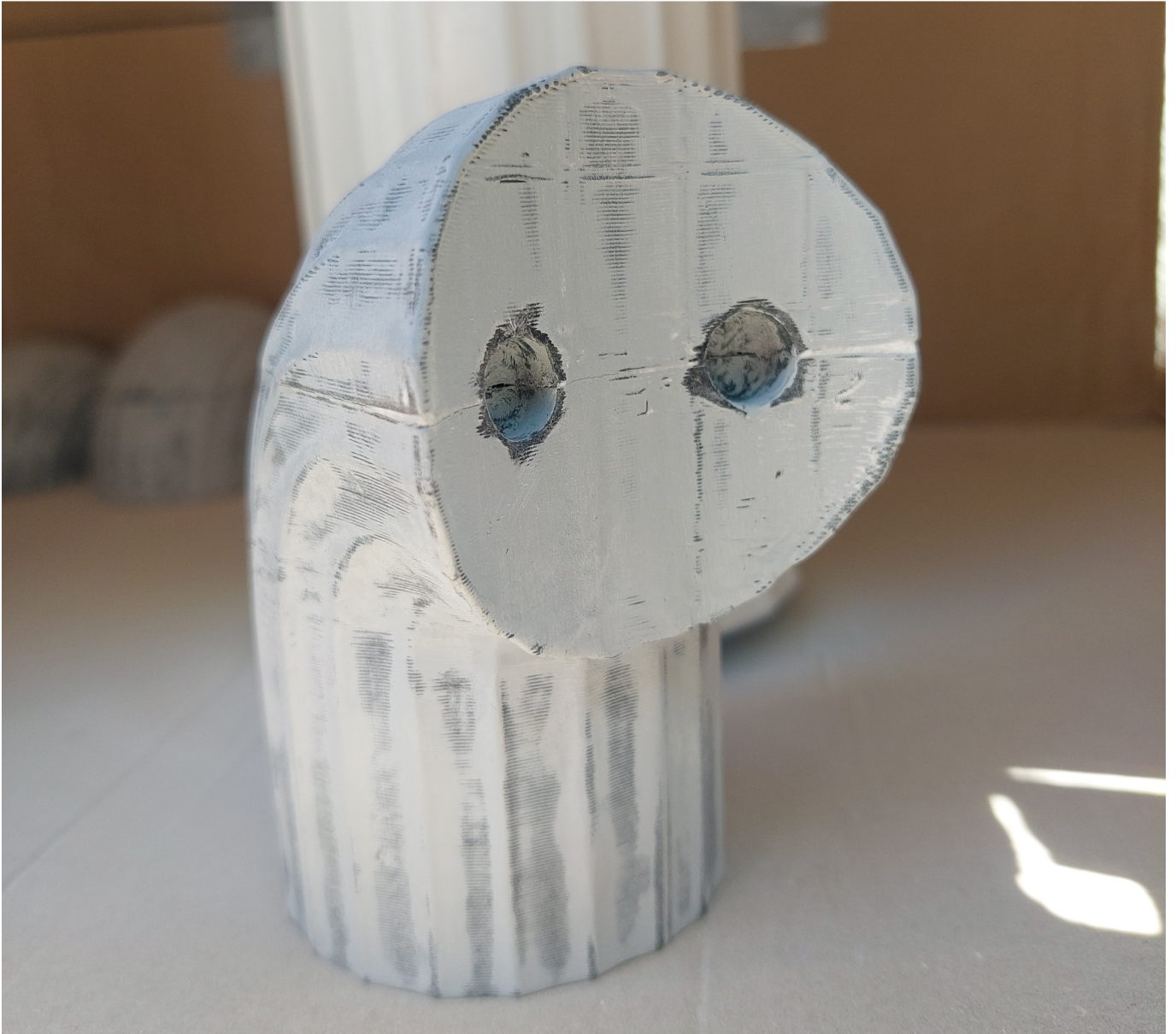


Bild 20 | Nachbearbeitung 4



Bild 21 | Modellfoto 1



Bild 22 | Modellfoto 2

# Bildverzeichnis

Bild 1: <https://www.researchgate.net/profile/Panagiotis-Angelopoulos-2/publication/343360446/figure/fig1/AS:928798757376000@1598454288191/FDM-technique-and-its-main-components-5.png>

Datum: 30.03.2025

Bild 2: [https://www.blumenbecker.com/fileadmin/\\_processed\\_/9/a/csm\\_3D-printing\\_713459970c.jpg](https://www.blumenbecker.com/fileadmin/_processed_/9/a/csm_3D-printing_713459970c.jpg)

Datum: 30.03.2025

Bild 3: [https://images.ctfassets.net/q2hzhf3j57e/5ebWKPofJJ2U3Cx4R3zXPQ/56b0192d3eccaed4f8c077d5ef3e3678/000\\_11\\_Knowledge\\_Base\\_14\\_-\\_Selecting\\_right\\_3DP\\_process\\_3DP-Properties.webp?fm=jpg&w=1200&h=1200&q=82](https://images.ctfassets.net/q2hzhf3j57e/5ebWKPofJJ2U3Cx4R3zXPQ/56b0192d3eccaed4f8c077d5ef3e3678/000_11_Knowledge_Base_14_-_Selecting_right_3DP_process_3DP-Properties.webp?fm=jpg&w=1200&h=1200&q=82)

Datum: 30.03.2025

Bild 4: [https://www.3dimensionals.de/web/image/789199-53ff3cd8/3dimensionals\\_ultimaker\\_material-station\\_ambiente\\_filament.jpg](https://www.3dimensionals.de/web/image/789199-53ff3cd8/3dimensionals_ultimaker_material-station_ambiente_filament.jpg)

Datum: 30.03.2025

Bild 5 erstellt mit KI (ChatGPT)

27.04.2025

Bild 6 -22

Quelle : Fabian Lütke-meier , Halid Demiralp

Zeichnungen und Isometrien mit Autodesk Fusion erstellt

Fabian Lütke-meier, Halid Demiralp



## **Fachhochschule Dortmund**

Fachbereich Architektur

### **Verfasser**

Fabian Lütke-meier

Halid Servan Demiralp

### **Semester**

Sommersemester 2025

### **Lehrgebiet | Modul**

Baustofftechnologie Vertiefung

### **Lehrender**

Paul-Andreas Maurer B.A.

### **Mitarbeit**

Dipl.-Ing. Daniel Horn M.Sc.

### **Deckblatt**

Fabian Lütke-meier

Halid Servan Demiralp

### **Fotografien**

Fabian Lütke-meier

Halid Servan Demiralp

### **Konzeption**

Dipl.-Ing. Daniel Horn M.Sc.

Paul-Andreas Maurer B.A.

Dayna Hülsevoort

### **Gestaltung und Umsetzung**

Paul-Andreas Maurer B.A.

Dayna Hülsevoort

### **Bindung**

Japanische Fadenbindung

### **Textüberarbeitung**

KI (ChatGPT)



# Fachhochschule Dortmund

University of Applied Sciences and Arts

