

The image shows a close-up of a blue, perforated metal mesh. The mesh consists of interconnected, rounded rectangular cells with irregular, slightly irregular holes. The material has a metallic sheen and is set against a light blue background. The text 'WOLFR4M 3000' is printed in a bold, black, sans-serif font on the right side of the mesh.

WOLFR4M 3000

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 "WOLFR4M 3000" 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 Stifthalter 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,

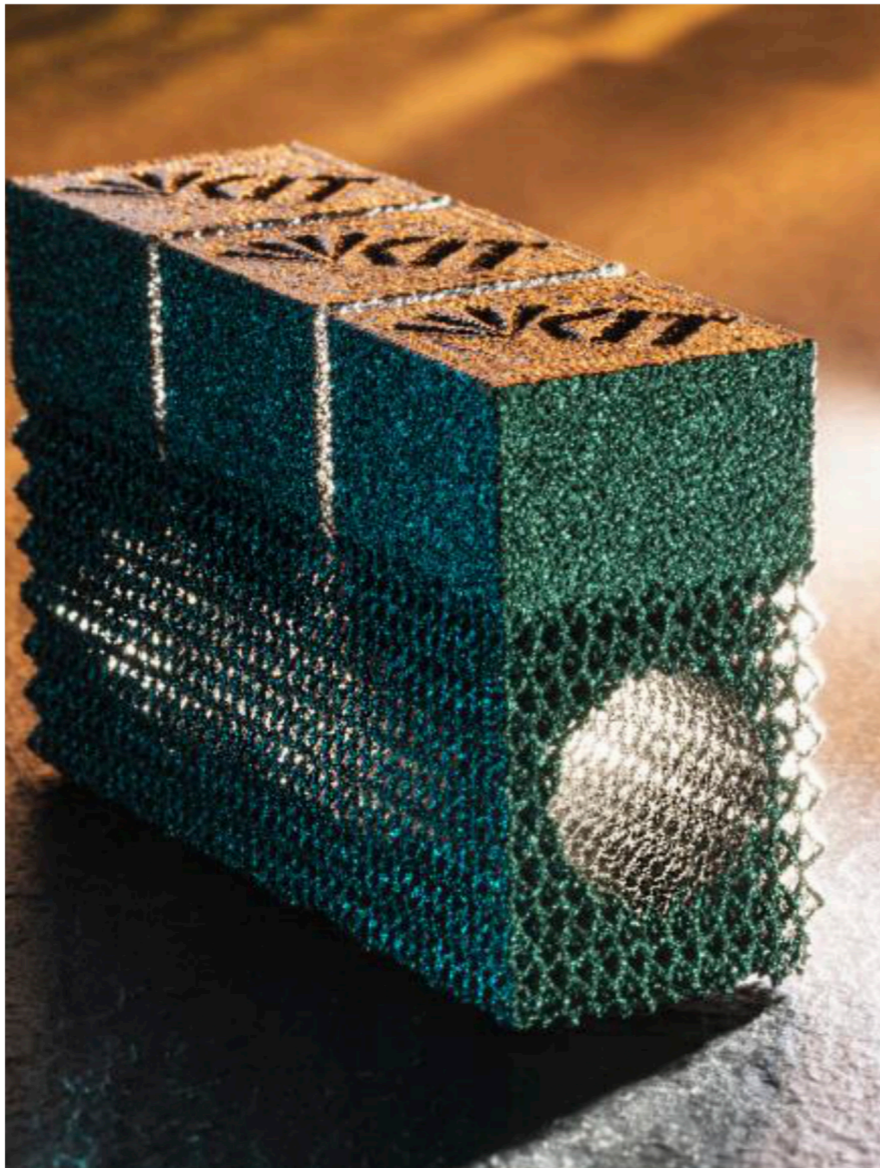
Paul-Andreas Maurer

Fachbereich Architektur

Fachhochschule Dortmund

Metall 3D-Druck

Metall-3D-Druck ist ein innovatives Fertigungsverfahren, das Metallpulver oder -draht verwendet, um komplexe, belastbare und leichte Bauteile herzustellen. Hauptverfahren wie Selektives Laserschmelzen (SLM), Direct Metal Laser Sintering (DMLS) oder Elektronenstrahlschmelzen (EBM) ermöglichen präzise Formgebung durch schichtweises Auftragen. Weitere Methoden wie Binder Jetting, Metal FDM oder Metal Jetting bieten zusätzliche Flexibilität. Anwendungen finden sich in der Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik, Automobilindustrie und im Werkzeugbau. Gedruckte Metalllegierungen wie Inconel, Edelstahl 316L, Titan- oder Aluminiumlegierungen bieten hohe Festigkeit, Korrosions- und Temperaturbeständigkeit. Durch gezielte Wärmebehandlung können mechanische Eigenschaften angepasst werden. Drucksysteme reichen von Desktop- bis zu Large-Format-Systemen, je nach Einsatzbereich und Produktionsvolumen.



Wolfram 3D-Druck | Quelle: ¹

Eigenschaften

Gedruckte Metallbauteile besitzen hohe Festigkeit bei vergleichsweise geringem Gewicht, was sie speziell für die Luft- und Raumfahrt sowie Leichtbauanwendungen attraktiv macht. Durch die feinkörnige Struktur nach schnellem Abkühlen sind Materialien einer höheren mechanischen Belastbarkeit gewachsen. Duktilität und Härte können durch Phasenanpassung und gezielte Wärmebehandlung weiter optimiert werden. Typische Metalle für den 3D-Druck sind Titan, Magnesium, Edelstahl, Nickel, Aluminium, Kupfer und Wolfram. Für besonders belastete Komponenten kommen Tool Steels oder Inconel-Legierungen zum Einsatz. Raumgitterstrukturen wie FCC, BCC oder HCP beeinflussen das Verformungs- und Bruchverhalten maßgeblich. Industrielle 3D-Drucksysteme erlauben Massenfertigung, Desktoplösungen hingegen werden für Prototypen verwendet. Metal FDM bietet kostengünstige Alternativen für Funktionsbauteile.

Preisunterschiede für Zahnrad (Ø 3,5cm) in verschiedenen Metallen



Zahnrad aus Werkzeugstahl (Ø 3,5 cm)

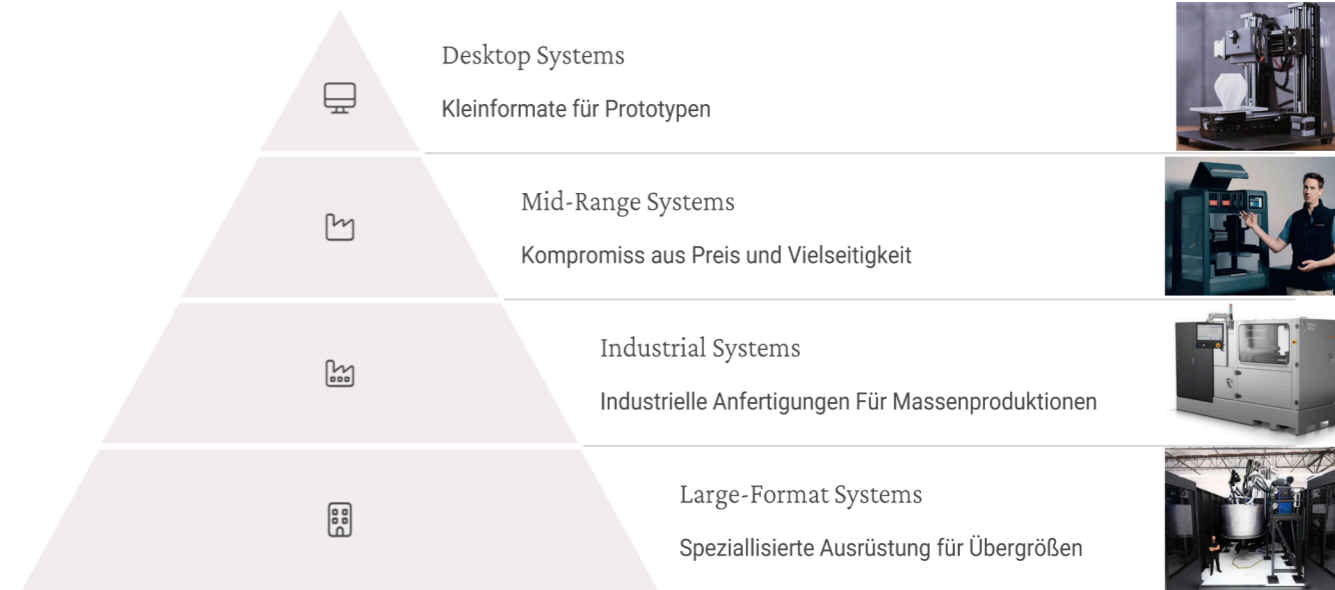
Material	Preis
Aluminium AlSi10Mg	ca. 155,00 €
Werkzeugstahl 1.2709	ca. 156,00 €
Edelstahl 1.4542	ca. 152,00 €
Nickelbasislegierung Inconel 718	ca. 276,00 €
Titan TiAl6V4	ca. 1.993,00 €

Preisunterschiede | Quelle: ²

Drucksysteme

3D-Drucksysteme für Metall unterscheiden sich stark in Größe, Leistung und Anwendungsbereich. Desktop-Systeme sind kompakte Geräte für Forschung und Prototyping, sie bieten einfache Handhabung bei begrenztem Bauvolumen. Mid-Range-Systeme stellen einen Kompromiss aus Kosten, Flexibilität und Bauraum dar – geeignet für kleine Serien und funktionale Bauteile. Industrielle Systeme ermöglichen hohe Präzision und reproduzierbare Qualität in der Massenfertigung. Sie sind ideal für Luftfahrt, Automobilindustrie oder Werkzeugbau. Large-Format-Systeme sind auf besonders große oder komplexe Metallteile ausgelegt und kommen bei spezialisierten Industrieanwendungen zum Einsatz. Die Auswahl des Druckertyps hängt von Material, Geometrie, Stückzahl und Produktionsziel ab. Fortschritte in Software, Kühlung und Prozesskontrolle steigern Effizienz und Bauteilqualität kontinuierlich.

Arten von 3d-Druckern



Orchidee

Dieser Entwurf wurde mit der Webversion der KI StableDiffusion generiert. Der Prompt den wir für dieses Bild benutzt haben lautete wie folgt:

A small glass bottle in the center, surrounded by an intricate 3D-printed structure that wraps around it like orchid petals. The 3D-printed material is delicate and detailed, mimicking the organic shapes and curves of orchid flowers. The vase combines transparent glass with a matte, slightly textured 3D-printed polymer. On top, a 3D-printed plastic lid with a diameter of 7 cm, made of off-white or semi-translucent PLA or PETG material. The lid features a central circular hole, large enough for real flowers to pass through. Soft natural lighting highlights the contrast between the smooth glass, the floral 3D-printed design, and the lid. Minimalistic background, focusing on the vase, photorealistic style, high detail."



Erste KI generierte Varianten - Orchidee | Quelle: StableDiffusionWeb

Koralle

Dieser Entwurf wurde mit der Webversion der KI StableDiffusion generiert. Der Prompt den wir für dieses Bild benutzt haben lautete wie folgt:

A small glass bottle in the center, surrounded by an intricate 3D-printed structure that wraps around it like coral formations. The 3D-printed material is delicate and detailed, mimicking the organic, branching shapes and textures of coral reefs. The vase combines transparent glass with a matte, slightly textured 3D-printed polymer. On top, a 3D-printed plastic lid with a diameter of 7 cm, made of off-white or semi-translucent PLA or PETG material. The lid features a central circular hole, large enough for real flowers to pass through. Soft natural lighting highlights the contrast between the smooth glass, the coral-inspired 3D-printed design, and the lid. Minimalistic background, focusing on the vase, photorealistic style, high detail.



Erste KI generierte Varianten - Koralle | Quelle: StableDiffusionWeb



Erste KI generierte Varianten - Knochenstruktur | Quelle: StableDiffusionWeb

Knochen

Dieser Entwurf wurde mit der Webversion der KI StableDiffusion generiert. Der Prompt den wir für dieses Bild benutzt haben lautete wie folgt:

A small glass bottle in the center, surrounded by an intricate 3D-printed structure that wraps around it like organic bone formations. The 3D-printed material is delicate and detailed, mimicking the porous, complex shapes and textures of natural bone. The vase combines transparent glass with a matte, slightly textured 3D-printed polymer. On top, a 3D-printed plastic lid with a diameter of 7 cm, made of off-white or semi-translucent PLA or PETG material. The lid features a central circular hole, large enough for real flowers to pass through. Soft natural lighting highlights the contrast between the smooth glass, the bone-inspired 3D-printed design, and the lid. Minimalistic background, focusing on the vase, photorealistic style, high detail.

Vorentwurf

Hier ist ein Arbeitsmodell einer Vorentwurfsvariante zu sehen. Inspiriert wurden wir für diese Variante von einem Instagram-Video. Idee dieser Ausführung ist, dass es zwei Zylinder gibt. Ein Zylinder ist vom Durchmesser so viel größer als der andere, dass er über ihn drüber gestülpt werden kann. Die Zylinder sind vertikal eingeschnitten. Die Einschnitte ergänzen sich so, dass wenn man die Zylinder übereinander steckt, sie von außen betrachtet einen ganzen geschlossenen Zylinder darstellen (rechtes Bild). Wenn der äußere Zylinder um eine Einschnittbreite gedreht wird, entstehen Öffnungen, durch die das Licht, welches durch ein Leuchtmittel am Boden der Zylinder erzeugt wird, durch die Öffnungen zwischen den sich überlappenden Einschnitten, nach Außen scheinen kann. Durch das Drehen am äußeren Zylinder entsteht ein Effekt wie bei einem Lichtdimmer. Die Öffnungen können beliebig auf und zu gedreht werden. Dadurch können verschiedene Lichtverhältnisse geschaffen werden.



geöffnetes Arbeitsmodell Vorentwurf „gegenläufige Zylinder“ | Quelle: Sebastian Walter



Geschlossenes Arbeitsmodell Vorentwurf „gegenläufige Zylinder“ | Quelle: Sebastian Walter

KI generierter Entwurf

Mit der KI Tripo3D wurde die gelochte Struktur als fertiges 3D-Modell erzeugt. Der Prompt lautete wie folgt: A cylindrical object displayed from four different angles in the same image layout. The object is 30 cm high with a diameter of 20 cm, featuring a hollow interior and an outer layer that is 5 cm thick. The surface texture is rough and patterned, closely resembling cholla wood, with its distinctive natural holes and ridges. Each quadrant of the image should show the object from a diffe-

rent perspective: front view, side view, top-down view, and bottom view. The background should be neutral and simple, allowing the details of the wood's texture and form to stand out. The object should have realistic lighting to accentuate the natural textures and depth of the hollow interior.

Deckel und Sockel wurde händisch mit Rhino3D modelliert.



KI generiertes 3D-Modell | Quelle: Tripo 3D

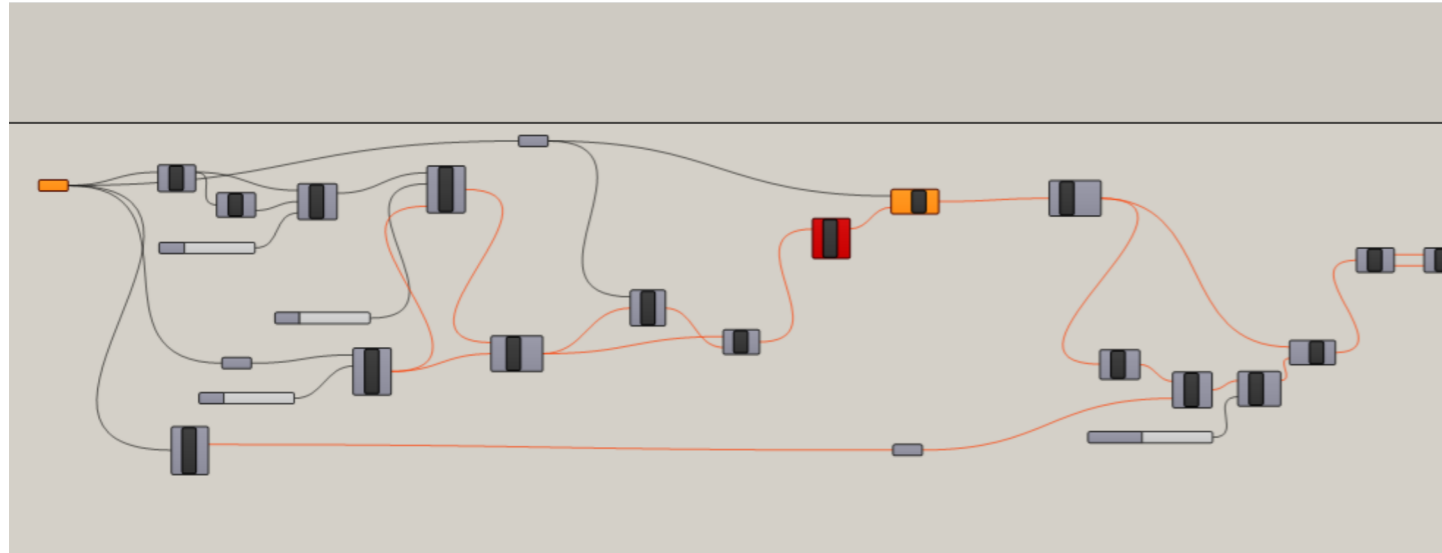
KI Entwurf trifft Vorentwurf

Das mit der KI Tripo3D generierte 3D-Modell wurde in das Programm Rhino3D importiert und dort weiter bearbeitet. Hier wurde eine Oberflächentextur hinzugefügt. Diese Oberflächentextur imitiert die Oberfläche von Presskork. Anschließend wurde das aus Tripo3D generierte Modell vertikal in der Wandmitte geschnitten, sodass zwei Teile entstehen. Ein innerer Zylinder und ein äußerer Zylinder. Die beiden Zylinder sind ineinander gesteckt. Der innere Zylinder ist am Sockel

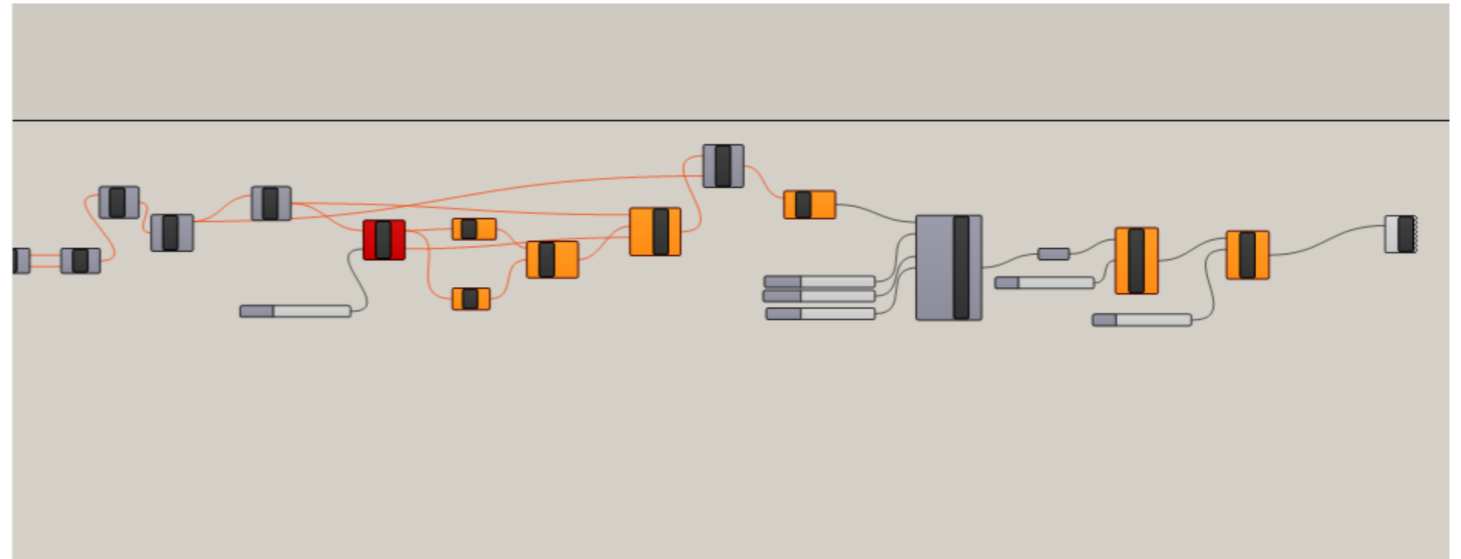
fest Verbunden. Der äußere Zylinder bildet mit dem Deckel eine Einheit und sitzt auf der Glasvase. So kann der äußere Zylinder gedreht werden und durch die sich verschiebenden Öffnungs-Überschneidungen entsteht ein Lichtspiel. Das durch die Löcher nach Außen scheinende Licht kann durch das Drehen des äußeren Zylinders verändert werden.



Tripo 3D-Modell mit vorheriger Idee kombiniert | Quelle: Sebastian Walter



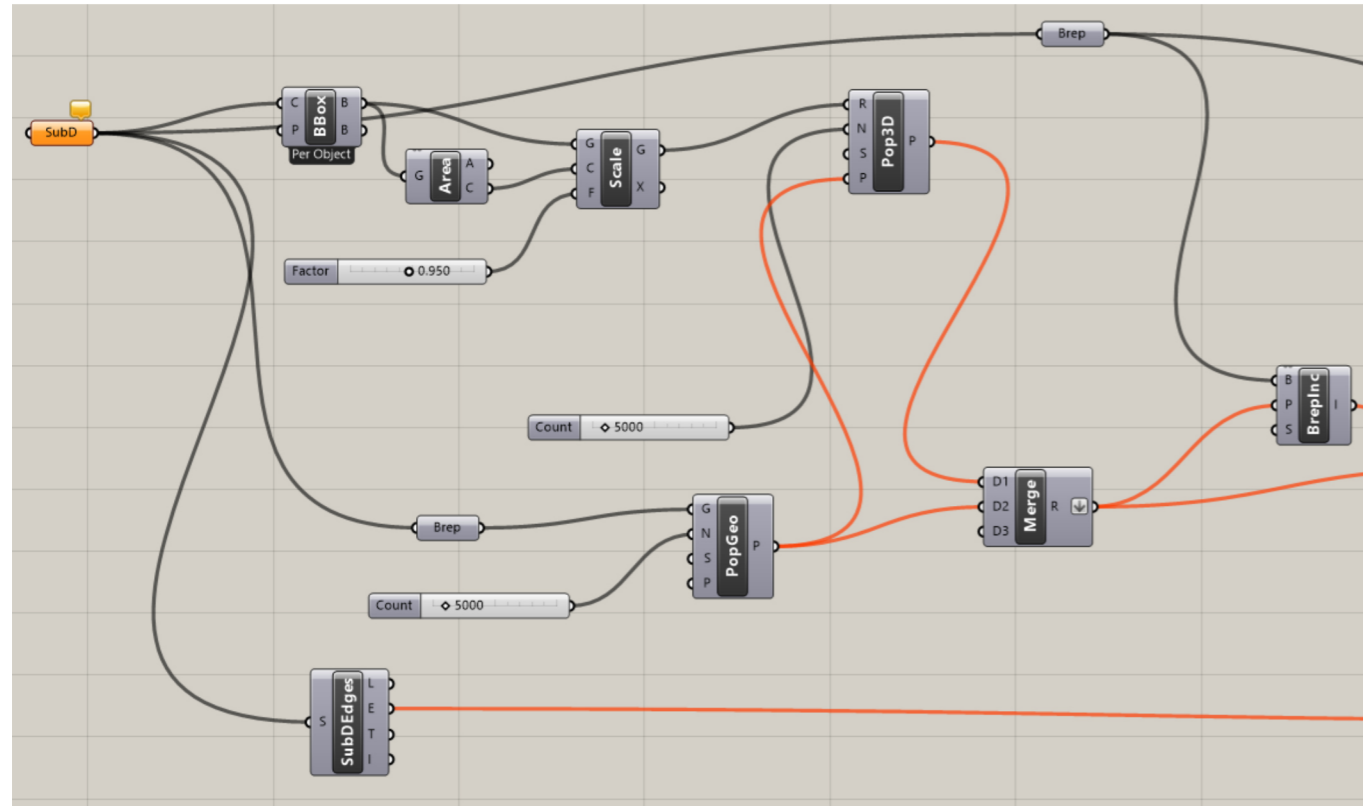
VoveriSubD Generator | Quelle: Leonard Speker



VoronoiSubD-Generator

Mit Grasshopper, dem visuellen Programmier-Tool für Rhino 3D, haben wir auf Empfehlung unseres Kommilitonen Leonard Speker einen Voronoi-Generator entwickelt, um eine biomorphe, druckbare Struktur zu erstellen. Ausgehend von einer definierten Grundform erzeugten wir in Grasshopper eine Punktverteilung, die als Grundlage für die Voronoi-Zellen diente. Diese Zellen bilden eine natürliche, netzartige Struktur, die sich durch Stabilität und Leichtbau auszeichnet. Wir pass-

ten Parameter wie Zellgröße und Wandstärke dynamisch an, um die Druckbarkeit sicherzustellen. Nach mehreren Iterationen exportierten wir das finale Modell als STL-Datei. Die so entstandene biomorphe Voronoi-Form wurde anschließend im 3D-Druck gefertigt und überzeugte durch Funktionalität und ästhetisches Design.



VoveroiSubD Generator | Quelle: Leonard Speker



Erste Schritte mit dem VoveroiSubD Generator | Quelle: Sebastian Walter



Mit dem VoveroiSubD Generator erzeugte Strukturen | Quelle: Sebastian Walter

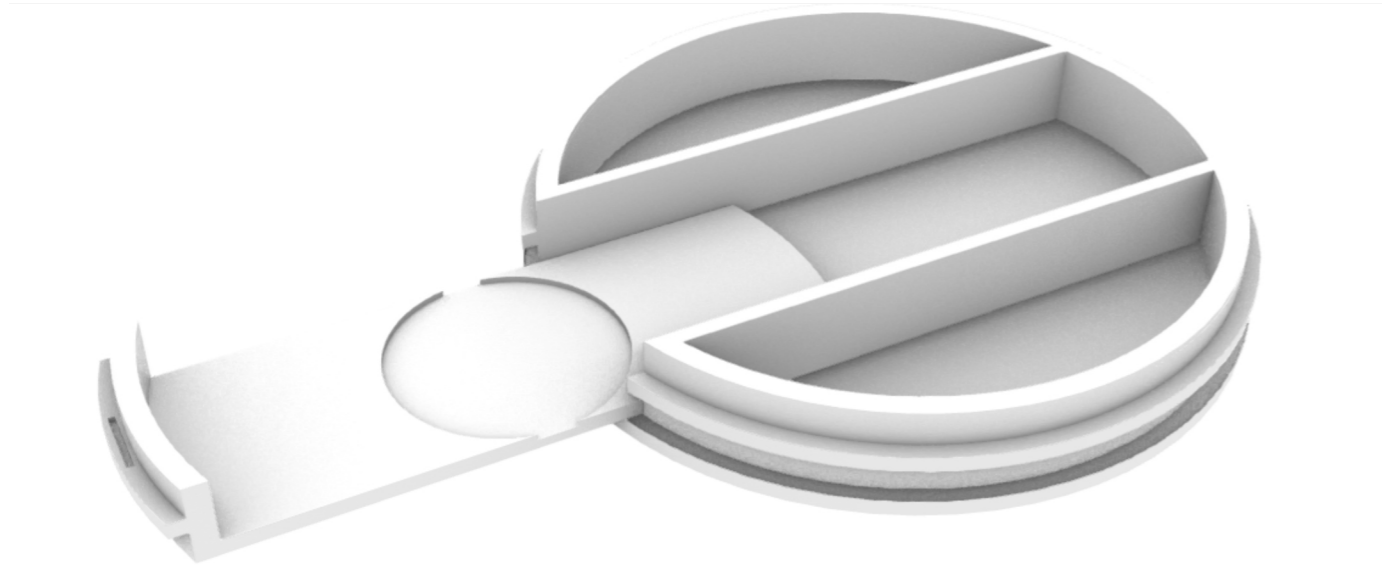


VoveroiSubD generierte Struktur | Quelle: Sebastian Walter

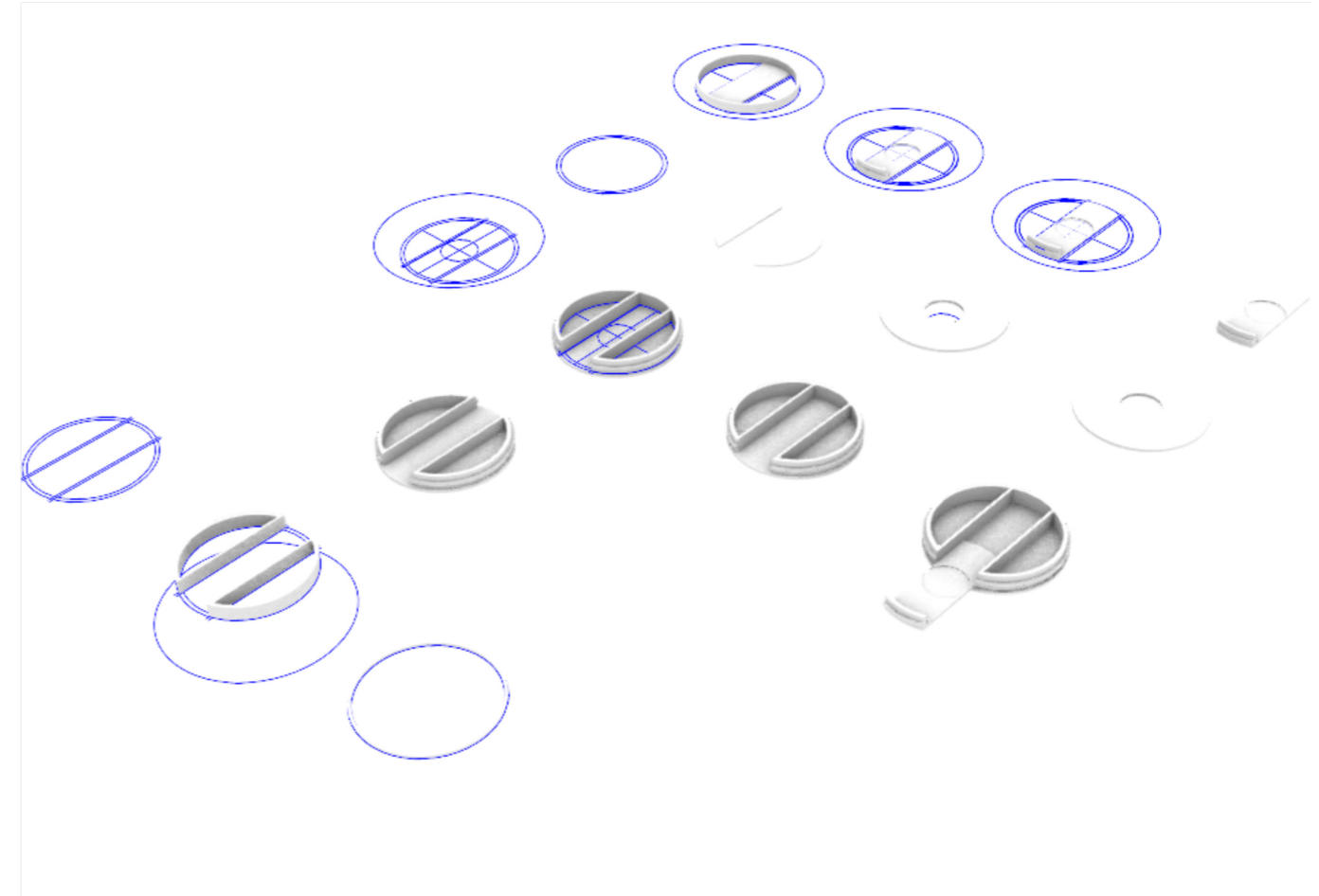
Sockel

Im Rahmen unseres Projekts haben wir mithilfe der CAD-Programme Fusion 360 und Rhino 3D ein präzises 3D-Modell eines Sockels mit integrierter Schublade entworfen. Fusion 360 kam vorrangig für die parametrische Modellierung und Baugruppenstruktur zum Einsatz. Besonders hilfreich war hierbei die Möglichkeit, Abhängigkeiten zwischen den Komponenten zu definieren – etwa zwischen der Schublade und der umliegenden Hülle. Dadurch konnten Toleranzen exakt geplant und Kollisionen vermieden werden. Rhino 3D nutzten wir ergänzend zur freien Formgestaltung und zum Verfeinern organischer Übergänge. Die NURBS-

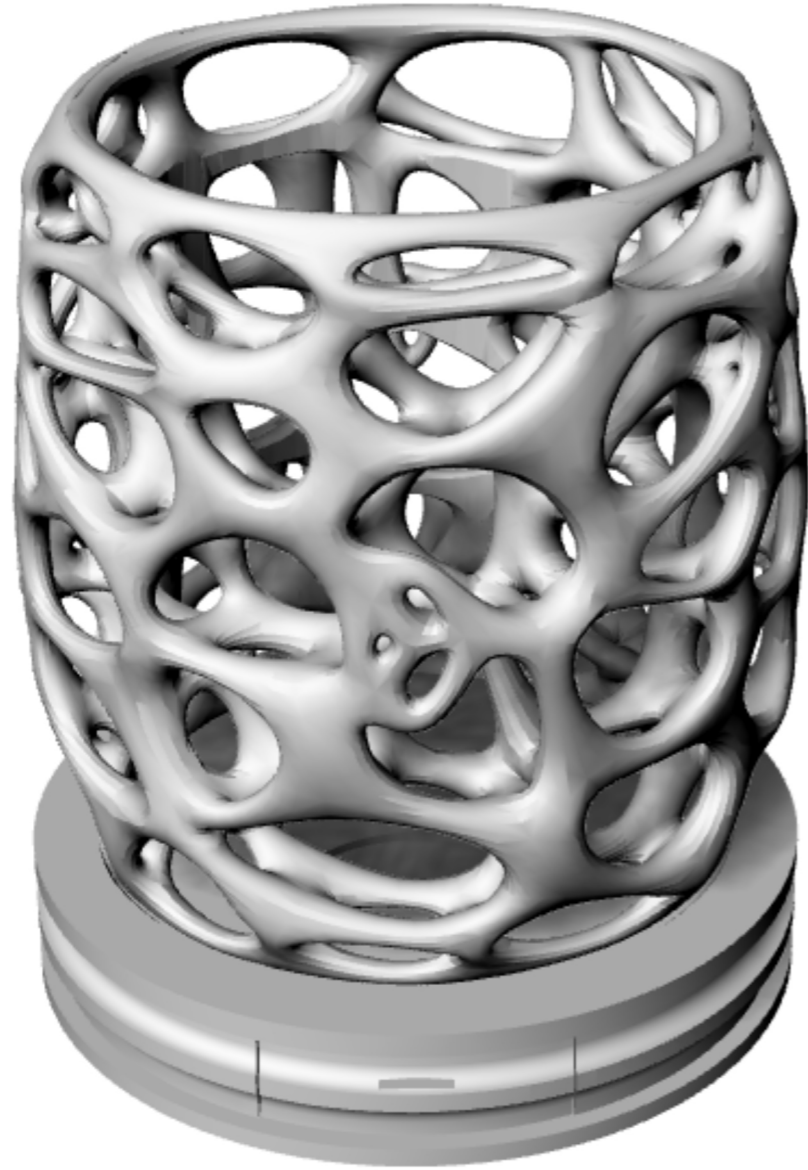
basierte Modellierung in Rhino erlaubte uns, Details flexibel und ohne Einschränkungen durch parametrische Zwänge zu modellieren. Der Wechsel zwischen beiden Programmen ermöglichte eine effiziente Arbeitsweise und kombinierte die jeweiligen Stärken optimal. Am Ende entstand ein präzises, druckfertiges Modell mit sauberer Führung, funktionierender Schublade und hoher Passgenauigkeit, wir haben Toleranzen von 0,5 mm eingeplant, ein gelungener Praxisbezug zwischen digitalem Design und additiver Fertigung.



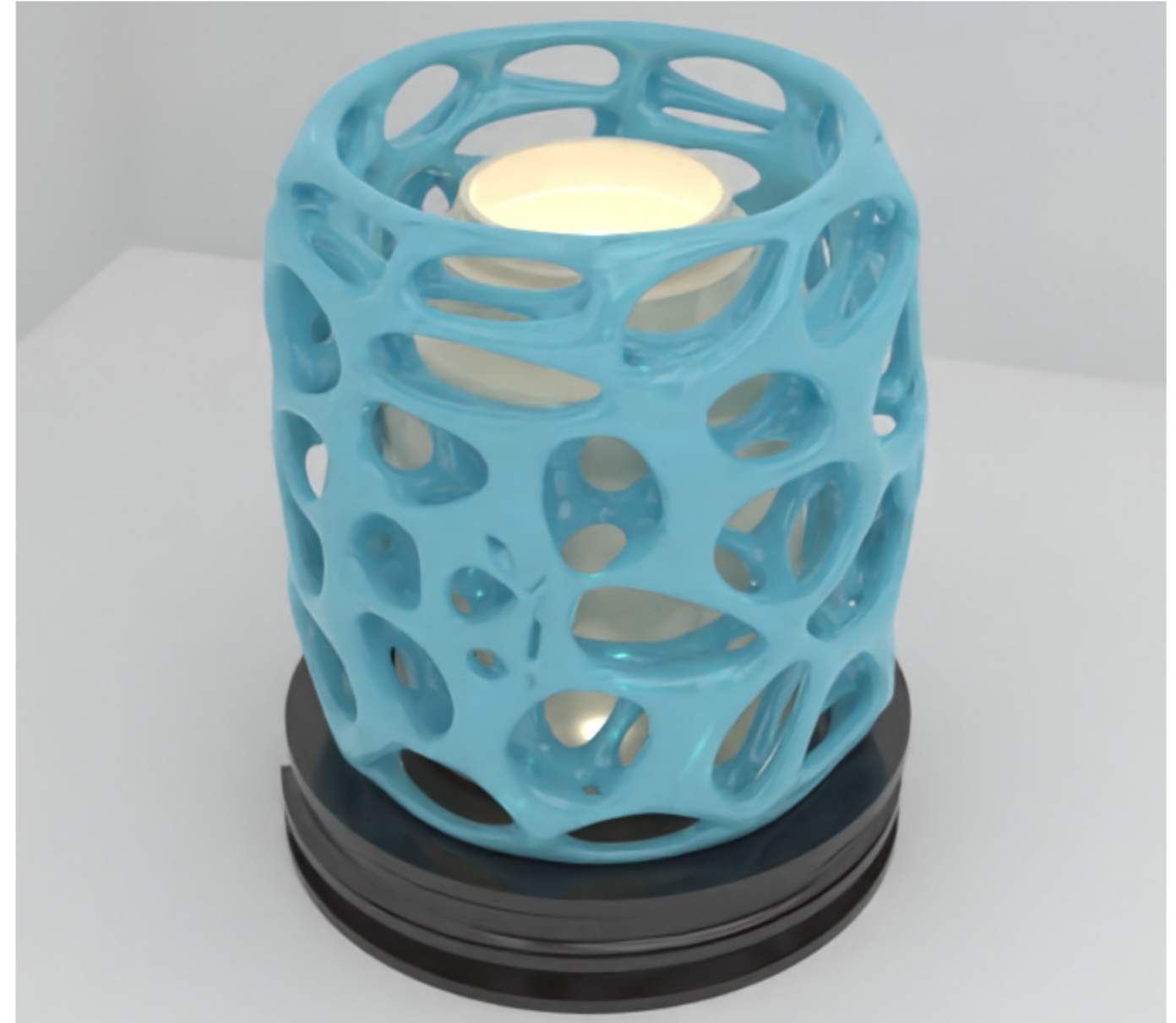
Sockel mit Schublade | Quelle: Fabian Leszinski, Sebastian Walter



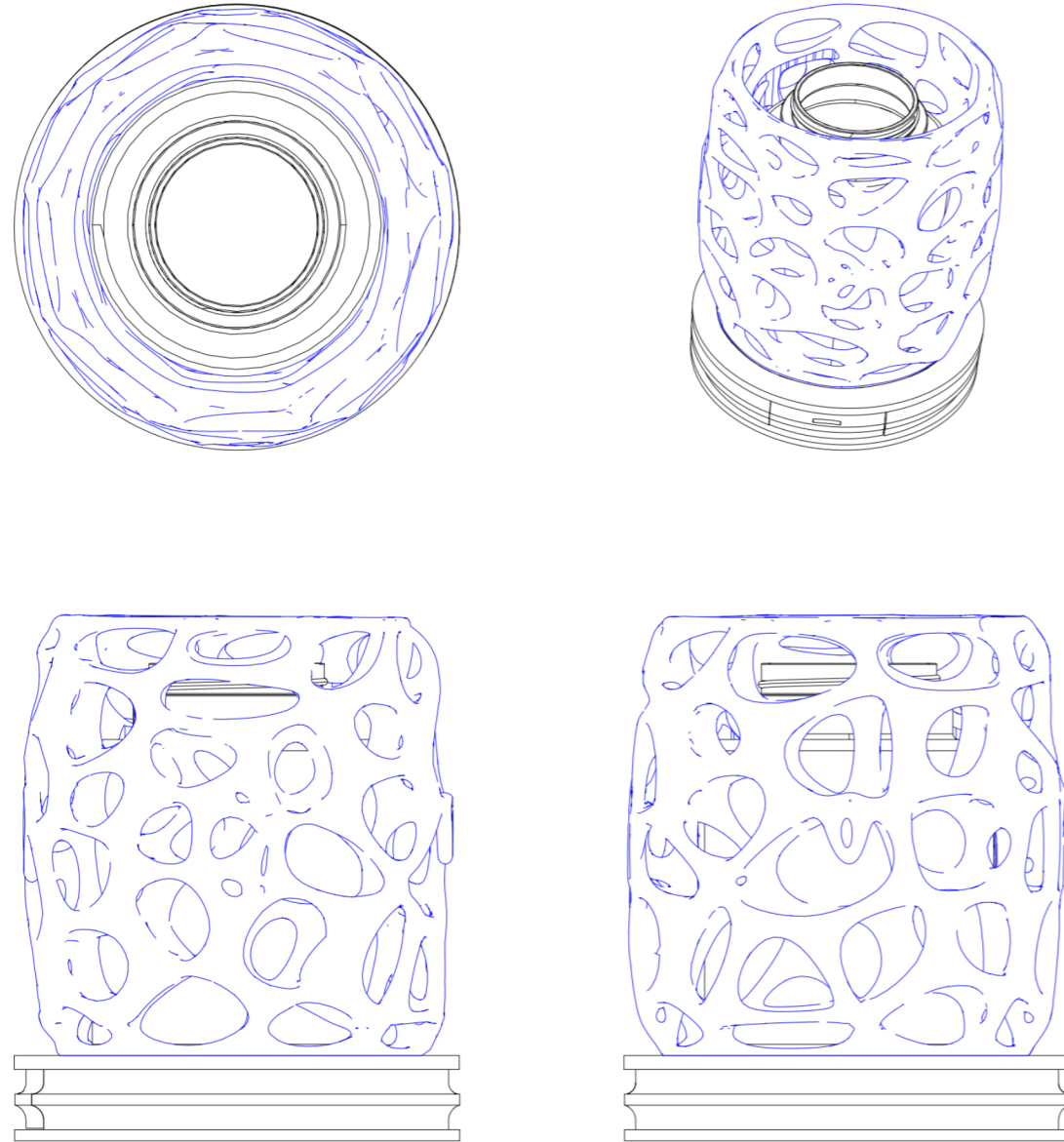
Entstehung des Sockels | Quelle: Fabian Leszinski, Sebastian Walter



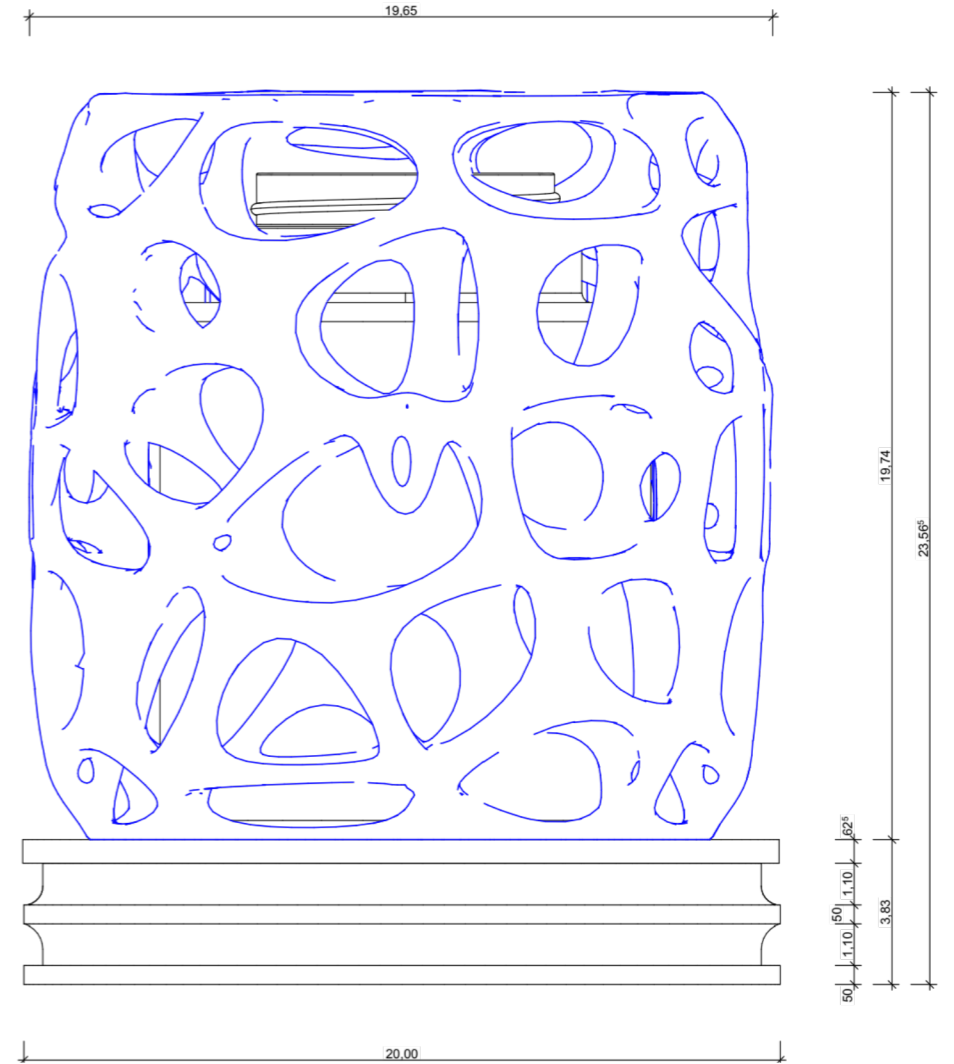
Visualisierung des Modells | Quelle: Fabian Leszinski



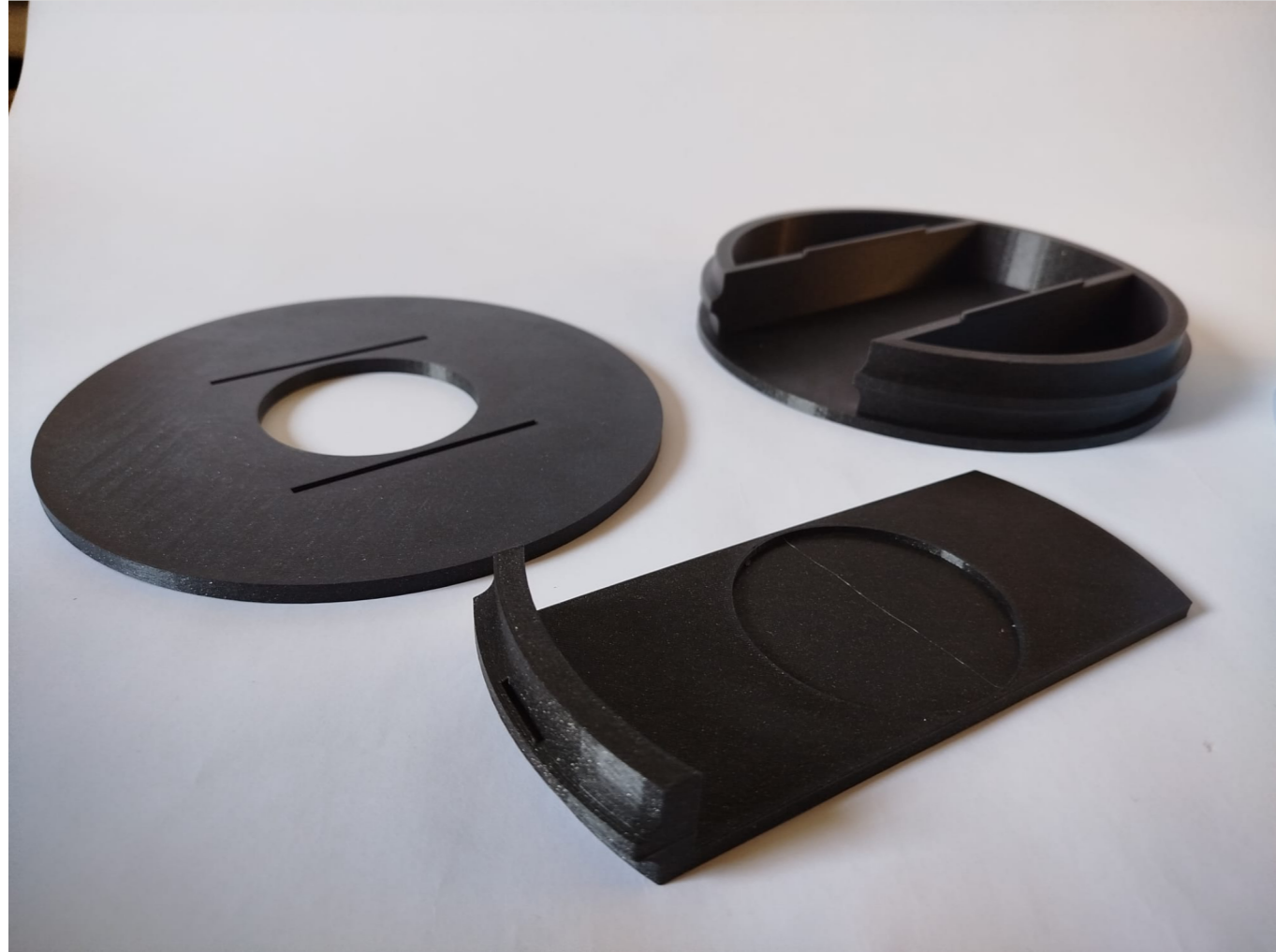
Visualisierung mit Texturen | Quelle: Fabian Leszinski



3 Tafelprojektion | Quelle: Sebastian Walter



Bemaßung | Quelle: Sebastian Walter



3D gedruckte Sockelteile | Quelle: Sebastian Walter



3D gedruckter Sockel mit Leuchte | Quelle: Sebastian Walter



Modellfoto 3D-Druck mit Vase und Blumen | Quelle: Fabian Leszinski



Modellfoto | Quelle: Fabian Leszinski



3D-Druck mit Vase und Beleuchtung | Quelle: Sebastian Walter



Licht- und Schattenspiel | Quelle: Sebastian Walter

Quellenverzeichnis

Bildquellen:

- 1 <https://physicsworld.com/a/3d-printing-technique-keeps-brittle-tungsten-crack-free/>
- 2 <https://3dactivation.ch/material/metall/>
- 3 <https://www.techradar.com/best/best-3d-printers>
<https://www.topstarmachine.com/three-types-of-injection-molding-machines-that-meet-the-needs-of-most-companies>
<https://spectrum.ieee.org/the-worlds-largest-3d-metal-printer-is-churning-out-rockets>
<https://no-limit-3d.com/desktop-3d-drucker/>

Texte:

Die Texte auf den Seiten 06,07,08,20,24 wurden größten Teils mit Chat GPT bearbeitet.

Impressum

Fachhochschule Dortmund

Fachbereich Architektur

Verfasser

Vorname_Nachname

Semester

Wintersemester 2023|24

Lehrgebiet | Modul

Baustofftechnologie Vertiefung

Lehrender

Paul-Andreas Maurer B.A.

Mitarbeit

Dipl.-Ing. Daniel Horn M.Sc.

Deckblatt

Vorname_Nachname

Fotografien

Vorname_Nachname

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

Fachhochschule Dortmund

University of Applied Sciences and Arts

