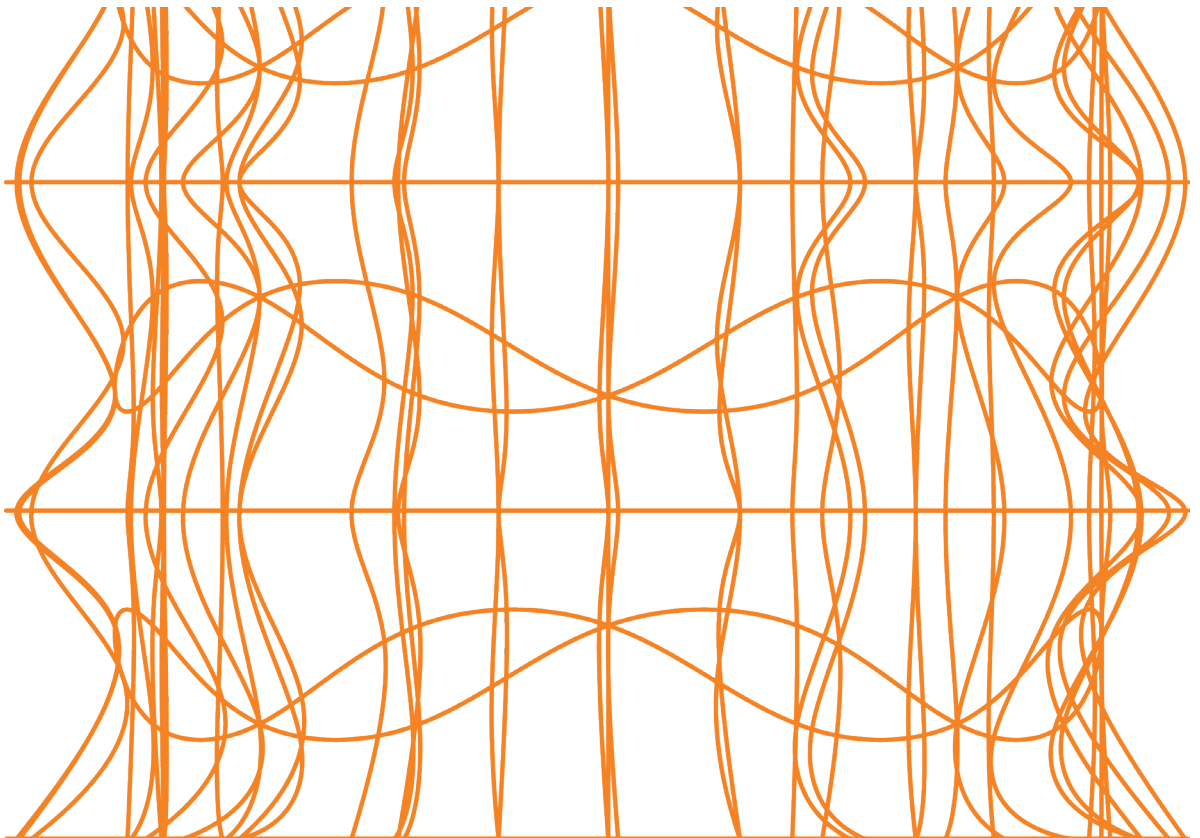


Parametrische Formfindung



DISCLAIMER

Inhaltliche Konzeption, Gestaltung, Entwicklung, Varianten, 3D-Drucke, Layout und Endprodukt wurden vollständig selbstständig erarbeitet.

Ein paar Texte dieser Dokumentation sind mit Unterstützung von KI (ChatGPT) entstanden.

Vanessa Pelger

vanessapelger@gmx.de

Modul:
BA06 D577
Dreidimensionales Repertoire 2
Design for Mono-Material

Betreuerin:
Linda Elsner

linda.elsner@htw-dresden.de

Gliederung

Einleitung

Inspiration

Concept Diagram

**Parametrisches
Regelwerk**

Variantenentwicklung

Formfavoriten

3D - Drucke

Lampe

Einleitung

3D Druck & Monomaterial

Der 3D-Druck hat sich in den letzten Jahren zu einem zentralen Werkzeug in Design, Architektur und Produktentwicklung entwickelt. Besonders im Kontext von Prototyping und Kleinserien bietet das additive Fertigungsverfahren zahlreiche gestalterische Freiheiten und ermöglicht eine unmittelbare Umsetzung digitaler Entwürfe in physische Objekte. Durch den schichtweisen Aufbau lassen sich auch komplexe Geometrien herstellen, die mit konventionellen Fertigungstechniken nur schwer oder gar nicht realisierbar wären.

In diesem Projekt kam das Material PETG (Polyethylenterephthalat-Glykol) zum Einsatz – ein thermoplastischer Kunststoff, der sich durch hohe Zähigkeit, Maßhaltigkeit und gute Lichtdurchlässigkeit auszeichnet. Das farbig-transparente Erscheinungsbild des PETG wurde gezielt genutzt, um Lichtwirkung und Oberflächenspiel in der finalen Lampenform zu betonen. Gedruckt wurde mit dem FDM-Verfahren (Fused Deposition Modeling), das eine präzise Umsetzung parametrisch generierter Formen erlaubt.

Parametrische Gestaltung

Im Zentrum des Projekts steht das parametrische Design – eine digitale Entwurfspraxis, bei der Form nicht als festes Objekt, sondern als Ergebnis dynamischer Beziehungen zwischen Parametern verstanden wird. Anstelle klassischer Modellierung erfolgt der Entwurfsprozess über regelbasierte Abläufe, bei denen Eingabewerte wie Höhe, Rotation, Dichte oder Formverlauf gesteuert und systematisch verändert werden können. Das erlaubt eine hohe gestalterische Varianz bei gleichzeitiger Kontrolle über Struktur, Proportion und Funktion.

Als Werkzeug wurde die Software Grasshopper eingesetzt, ein visuelles Programmierwerkzeug innerhalb von Rhino,

das den Aufbau sogenannter Concept Diagramme ermöglicht – strukturelle Netzwerke, die aus modularen Komponenten bestehen und komplexe Logiken abbilden können. Aus einem solchen Diagramm wurde ein parametrisches Regelwerk abgeleitet, mit dem sich gezielt Formvarianten generieren, dokumentieren und vergleichen ließen.

Ziel des Projekts war es, die Potenziale parametrischer Gestaltung in Kombination mit 3D-Druck zu erforschen und anhand eines monomateriellen Lampenobjekts exemplarisch umzusetzen.

Inspiration

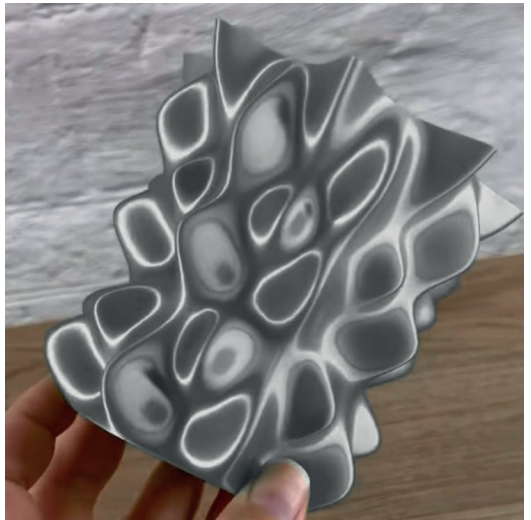
Formen & Funktion

Zu Beginn des Projekts stand die Recherche nach bestehenden Arbeiten im Bereich parametrisches Design. Besonders inspirierend waren dabei digital entworfene Vasen und Lampen, die auf Plattformen wie Pinterest zu finden sind.

Viele dieser Objekte nutzen klare geometrische Regeln: Wiederholungen, Rotationen, Skalierungen oder Verformungen, die visuell spannend wirken und oft mit 3D-Druck und somit mit einem Material hergestellt wurden.

Diese Beispiele zeigen, wie vielfältig Formen durch einfache Parameter verändert werden können – und wie Gestaltung, Materialität und Lichtwirkung dabei zusammenspielen. Vor allem Leuchten mit gewölbten und fließenden Strukturen waren interessant, da sie nicht nur formal, sondern auch atmosphärisch wirken.

Aus diesen Beobachtungen wurden grundlegende Prinzipien abgeleitet, die später in das eigene parametrische System eingeflossen sind.



Concept Diagram

Concept Diagram & Components

Das sogenannte Concept Diagram bildet die konzeptionelle und technische Grundlage des Projekts. Es handelt sich dabei um eine visuelle Struktur, in der der Entwurf Schritt für Schritt aufgebaut wird – nicht als feste Form, sondern als Abfolge von Regeln und Beziehungen zwischen Parametern.

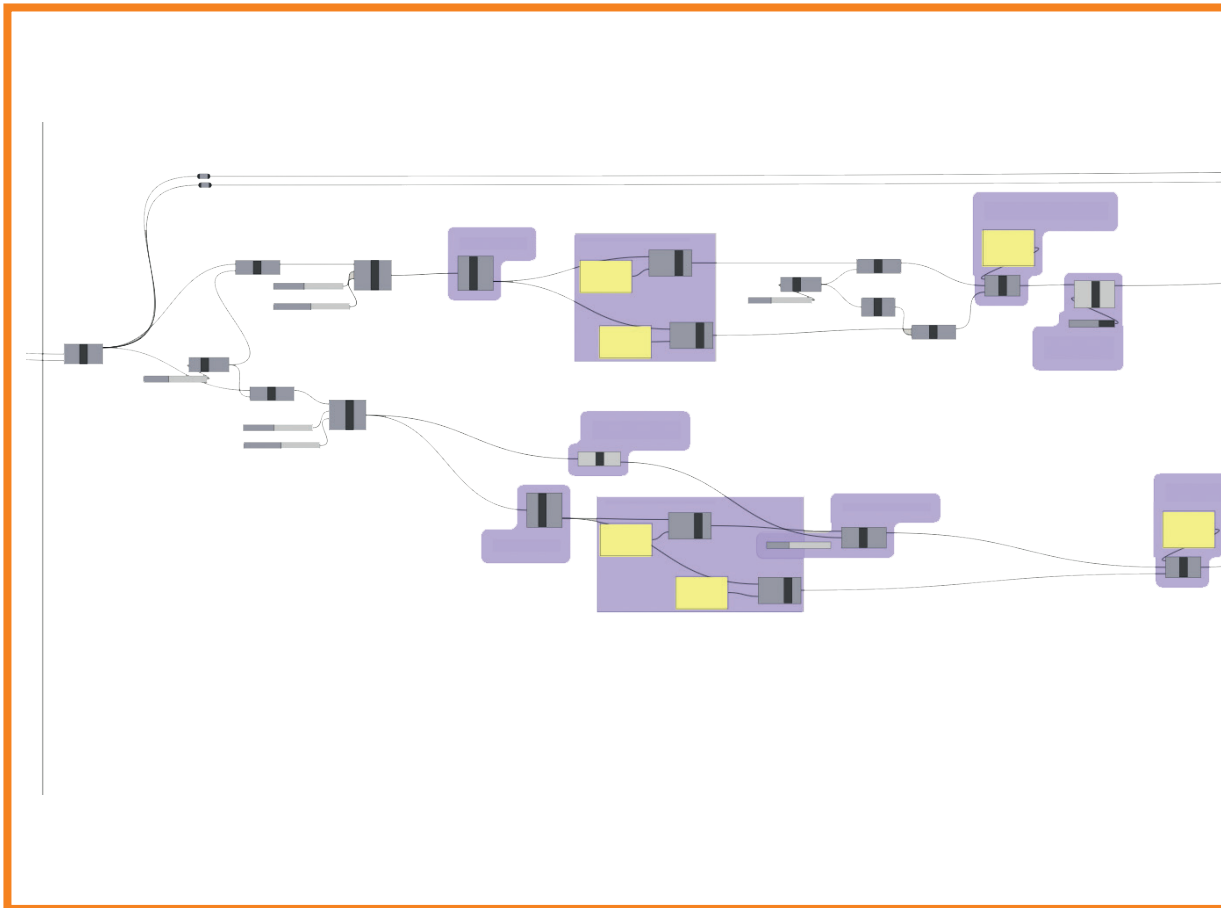
In Grasshopper, dem grafischen Programmierwerkzeug in Rhino, werden diese Regeln über sogenannte Components erstellt. Jede Component erfüllt eine bestimmte Funktion: Sie generiert Geometrien, verändert Daten, steuert Abläufe oder verknüpft Parameter miteinander. Durch das Verbinden dieser Komponenten entsteht ein Netzwerk, das flexibel angepasst und erweitert werden kann.

Das eigene Concept Diagramm wurde modular aufgebaut – zunächst durch einfache Grundformen, die dann mithilfe von Parametern wie Höhe, Rotation, Punktzahl, Kurvenhöhe und -tiefe oder Anzahl verändert wurden. Auf diese Weise ließ sich die Form schrittweise entwickeln und gleichzeitig nachvollziehen, wie jede Veränderung auf das Gesamtobjekt wirkt.

Um den Aufbau und die Funktionsweise des entwickelten Konzeptdiagramms aufzuzeigen, wird dieses Stück für Stück auf den nächsten Seiten erklärt.

Concept Diagram

Gesamtübersicht

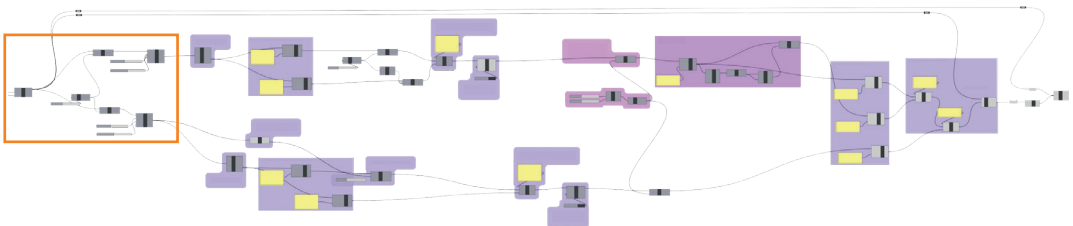




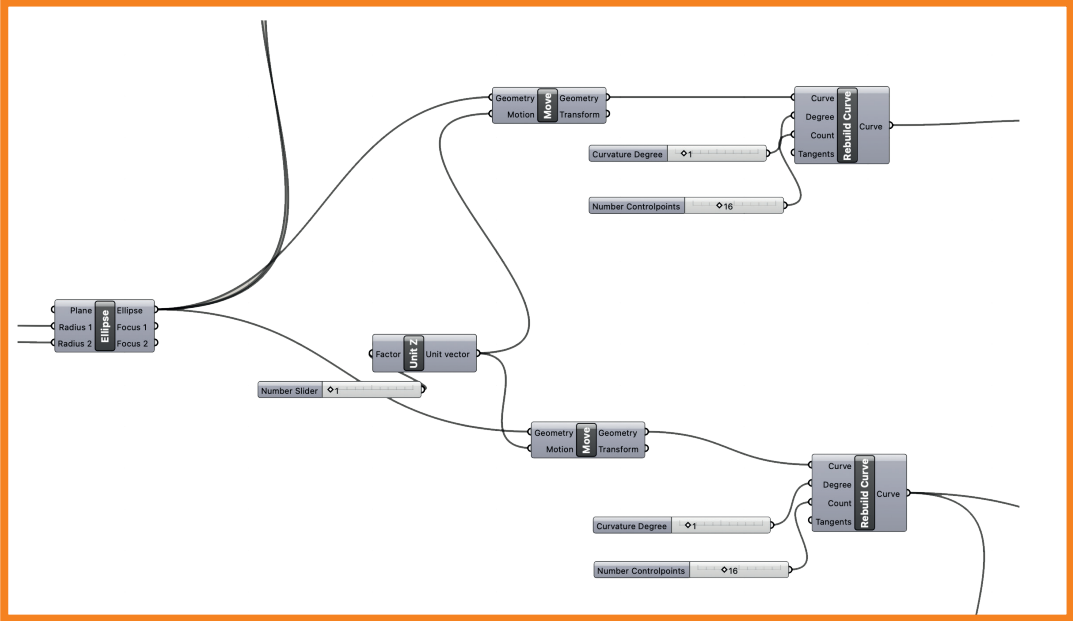
Concept Diagram

Mit den hier gezeigten Grasshopper-Components wird die Grundlage im Modellraum erzeugt. Zunächst wird ein Kreis mit einem Radius von 3 cm erstellt. Auf Basis dieser Ausgangsform werden zwei Geometrien abgeleitet, die entlang der Z-Achse um jeweils eine Einheit- also nach oben - versetzt sind.

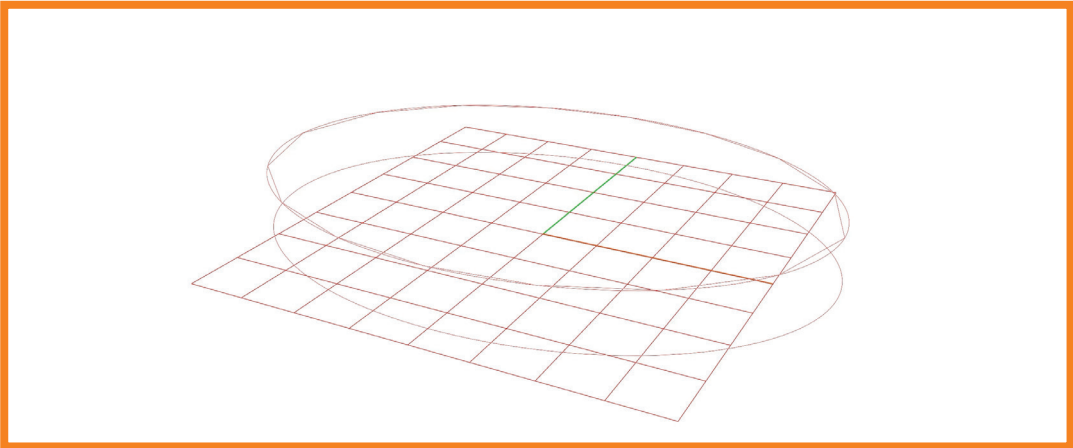
Somit entstehen jetzt zwei neue Kurven auf einer anderen Ebene. Diese Kurven wiederum werden durch 16 gleichmäßig verteilten Punkte geteilt. Dadurch entsteht eine polygonale Kontur mit 16 Ecken – aus dem ursprünglich runden Querschnitt wird eine geometrisch definierte, eckige Form.



Components



Modellraum



Concept Diagram

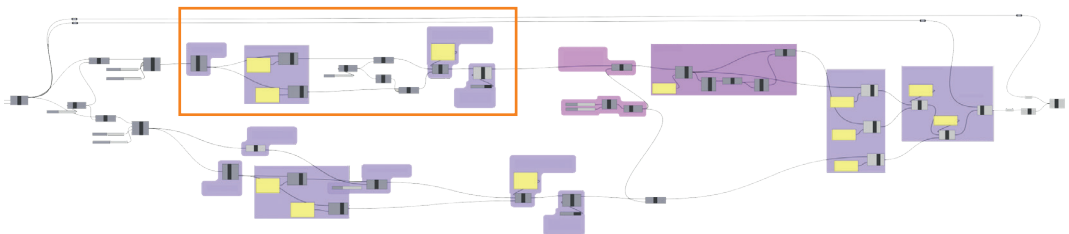
Jetzt wird eine der zuvor erzeugten Kurven näher betrachtet. Zunächst werden mithilfe des Control Polygon Components die Einzelpunkte der Kurve sichtbar gemacht, um die Struktur besser nachvollziehen zu können.

Anschließend kommen zwei Cull Pattern Components zum Einsatz, mit denen die Punkte paarweise selektiert werden.

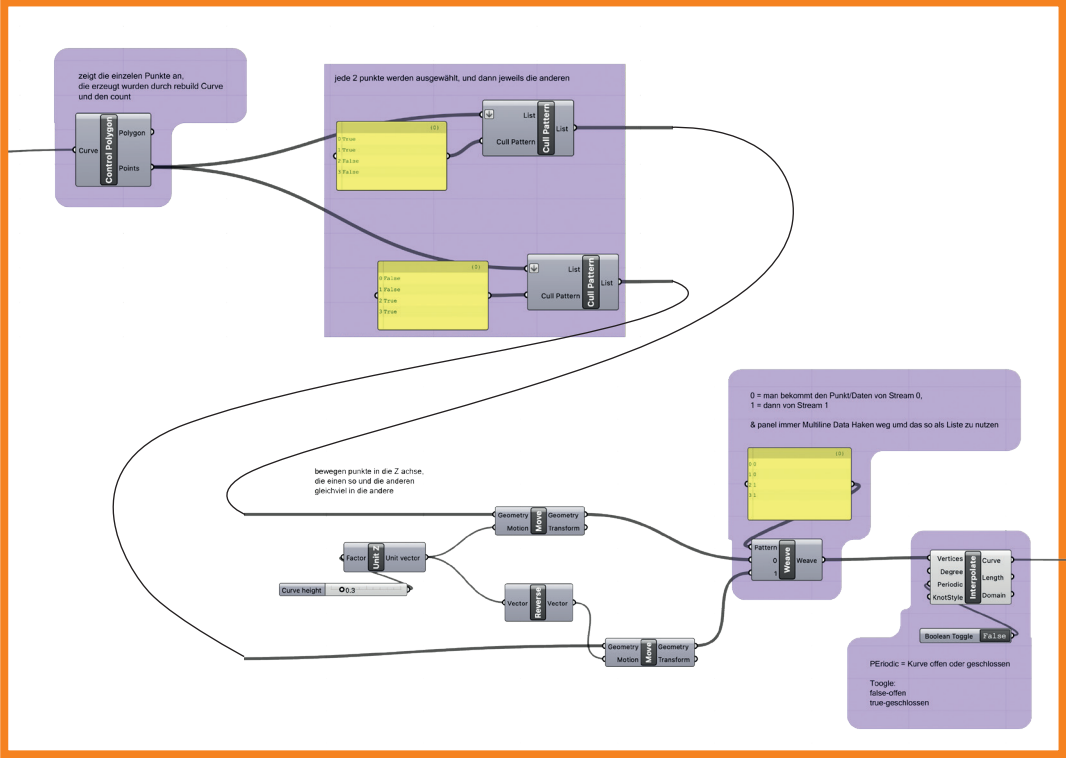
Diese Punktpaare werden dann entlang der Z-Achse verschoben: Das erste

Paar jeweils nach oben, das direkt folgende in gleicher Einheit nach unten. So entsteht eine rhythmische Höhenverlagerung innerhalb der Punktstruktur.

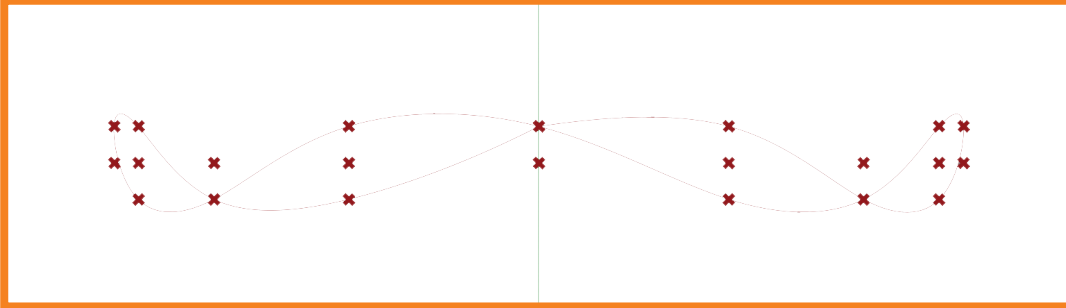
Anschließend wird mithilfe des Weave Components die neue Reihenfolge der Punkte festgelegt, wodurch eine wellenartige Abfolge entsteht. Diese wird mit einer Interpolationskurve (Interpolate) zu einer geschlossenen, fließenden Kurve verbunden.



Components



Modellraum

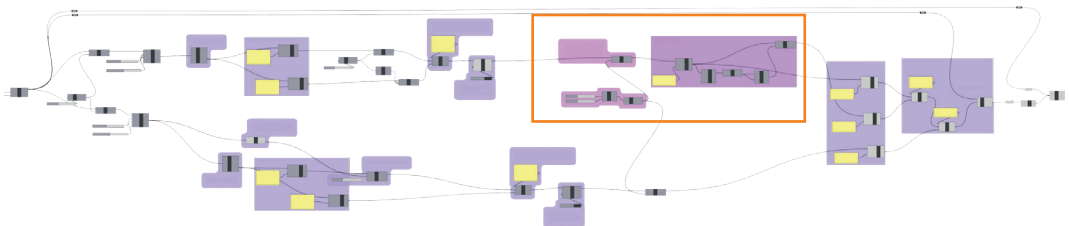


Concept Diagram

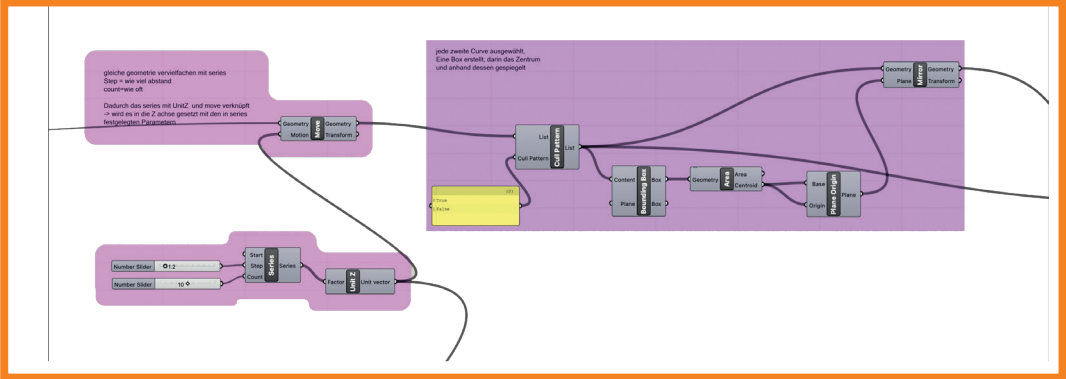
Im nächsten Schritt wird die zuvor erzeugte wellenartige Kurve mehrfach entlang der Z-Achse vervielfältigt. Mithilfe des Series Components wird dabei gesteuert, wie viele Wiederholungen erzeugt werden und welcher Abstand zwischen den einzelnen Kurven liegt. Diese Werte sind über Number Slider einstellbar und können flexibel angepasst werden.

Die so entstehenden Kurven werden dann mithilfe von Cull Pattern weiter selektiert – in diesem Fall wird jede zweite Kurve ausgewählt, um gezielt nur bestimmte Abschnitte weiterzuverarbeiten.

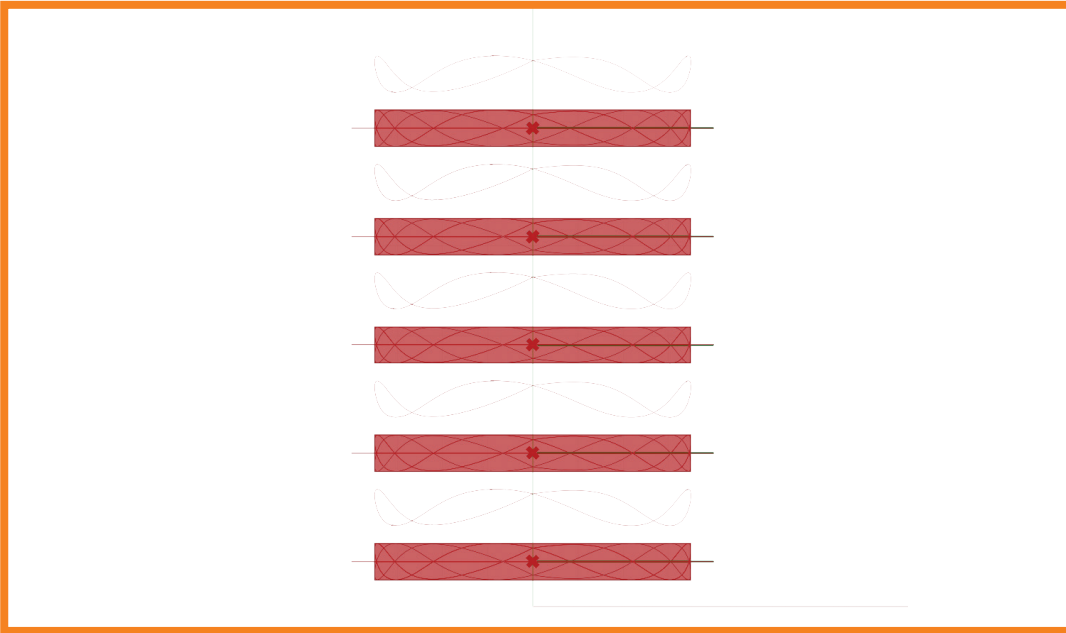
Anschließend wird eine Box definiert, innerhalb der die ausgewählten Kurven horizontal gespiegelt werden.



Components



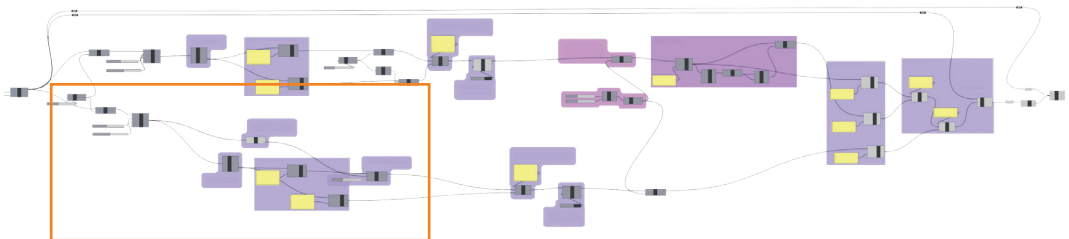
Modellraum



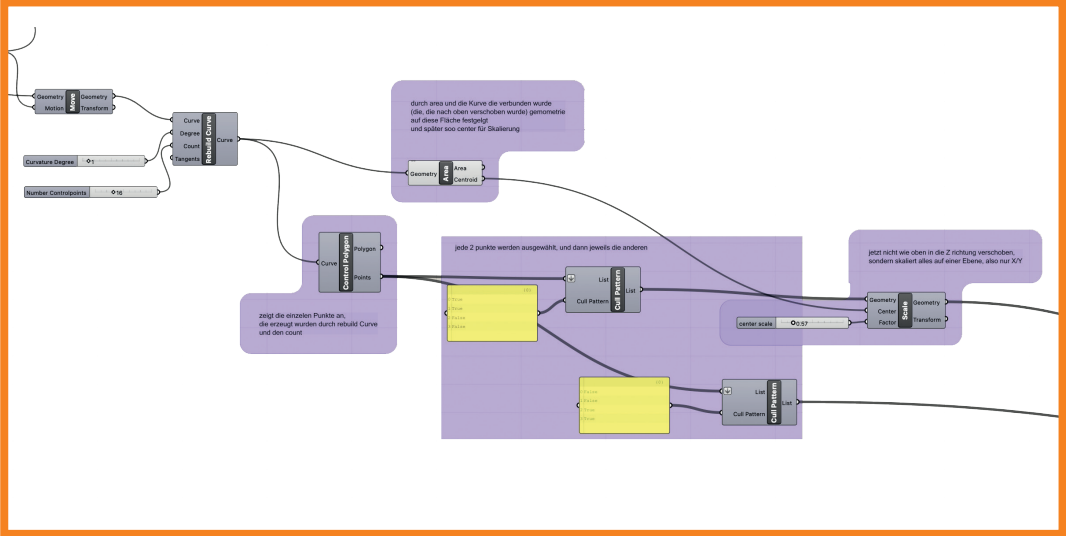
Concept Diagram

Zurück am Anfang des Diagramms wird nun die zweite Kurve betrachtet, die ebenfalls aus dem ursprünglichen Kreis abgeleitet wurde. Auch hier erfolgt eine Bearbeitung mit dem Cull Pattern Component, um Punkte paarweise auszuwählen. Im Unterschied zur ersten Kurve wird jedoch nur jedes zweite Punktpaar

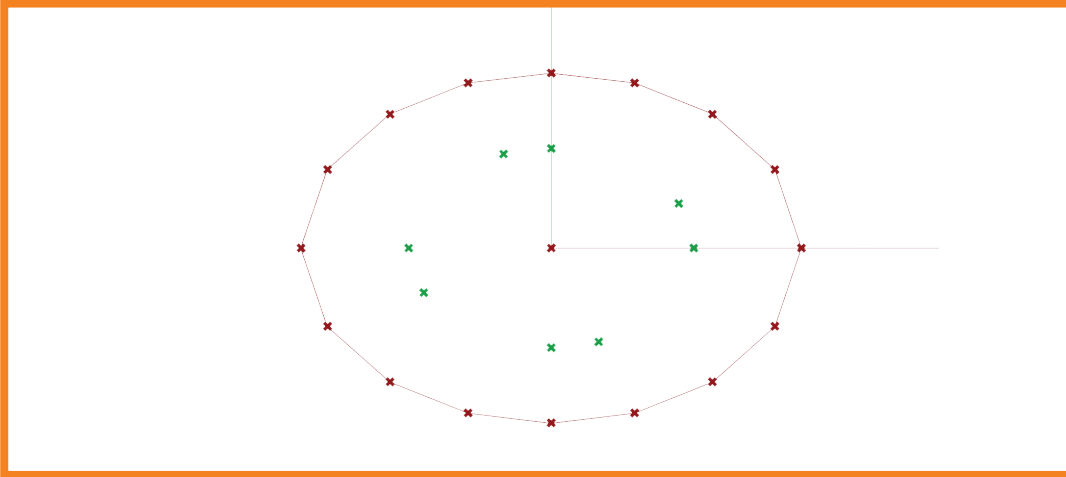
verschoben, und das ausschließlich in der horizontalen Ebene. Dadurch bleibt die Kurve planar, also flach, bekommt aber trotzdem eine rhythmische Verformung in der X- und Y-Richtung.



Components



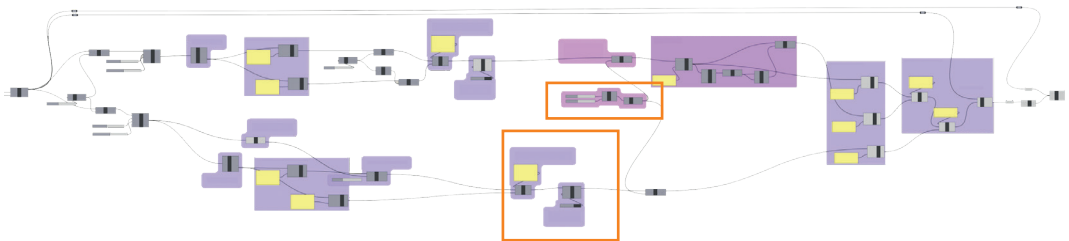
Modellraum



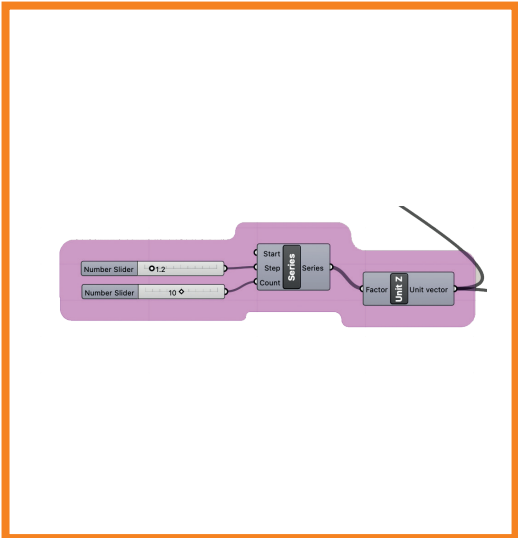
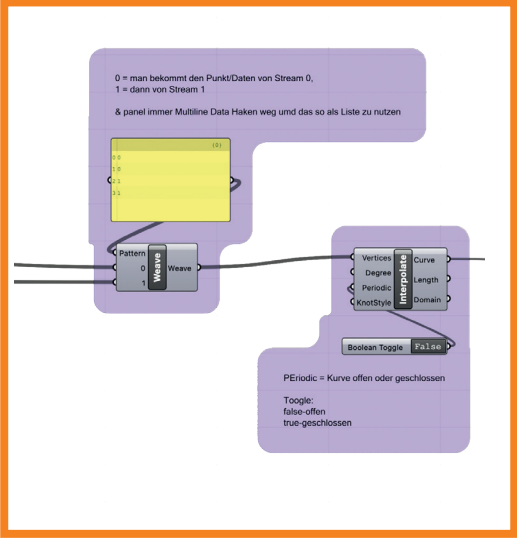
Concept Diagram

Auch diese flach verformte Kurve wird weiterbearbeitet: Mit dem Weave Component wird erneut jedes zweite Punktpaar verknüpft, wodurch eine neue, rhythmische Struktur entsteht. Diese wird mit Interpolate zu einer geschlossenen Kurve verbunden.

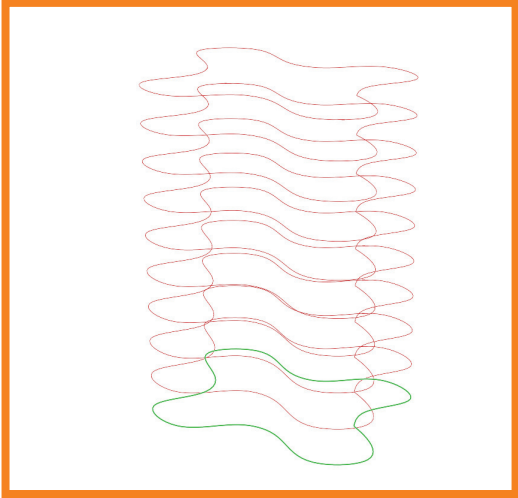
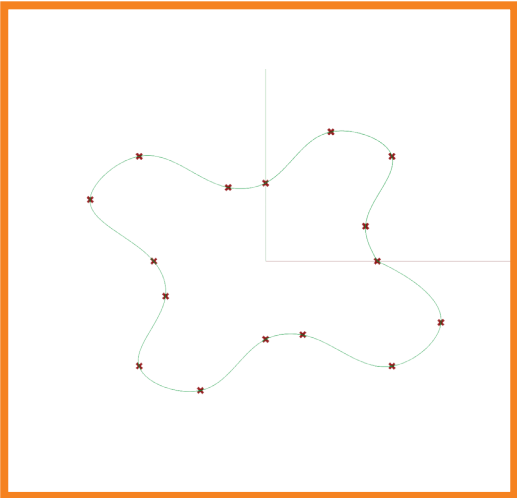
Wie bei der ersten Kurve erfolgt anschließend eine Vervielfältigung entlang der Z-Achse über Series. Dabei lässt sich die Anzahl der Wiederholungen sowie der Abstand wieder über Slider kontrollieren.



Components



Modellraum



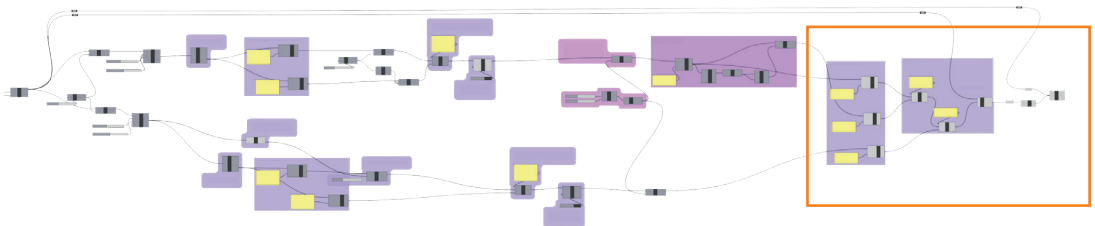
Concept Diagram

Im letzten Abschnitt des Concept Diagrams werden die drei zuvor erzeugten Kurvenserien – die auf- und abbewegte Kurve, ihre gespiegelte Variante und die planar verformte Kurve – miteinander kombiniert.

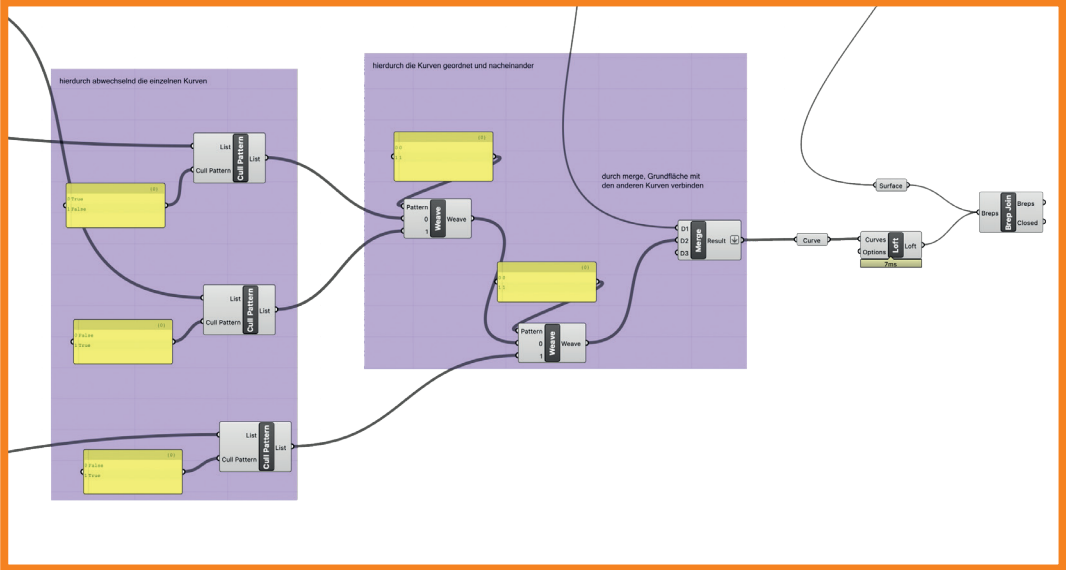
Zunächst wird mit Cull Pattern bei jeder Kurvenreihe jede zweite Kurve ausgewählt. Bei den beiden vertikal versetzten Kurven (normal und gespiegelt) werden diese dann abwechselnd kombiniert, sodass ein regelmäßiger Rhythmus entsteht. Diese Kombination wird an-

schließend nochmals abwechselnd mit der planaren Kurve ergänzt, wodurch ein komplexer, aber kontrollierter Aufbau aus verschiedenen Formtypen entsteht.

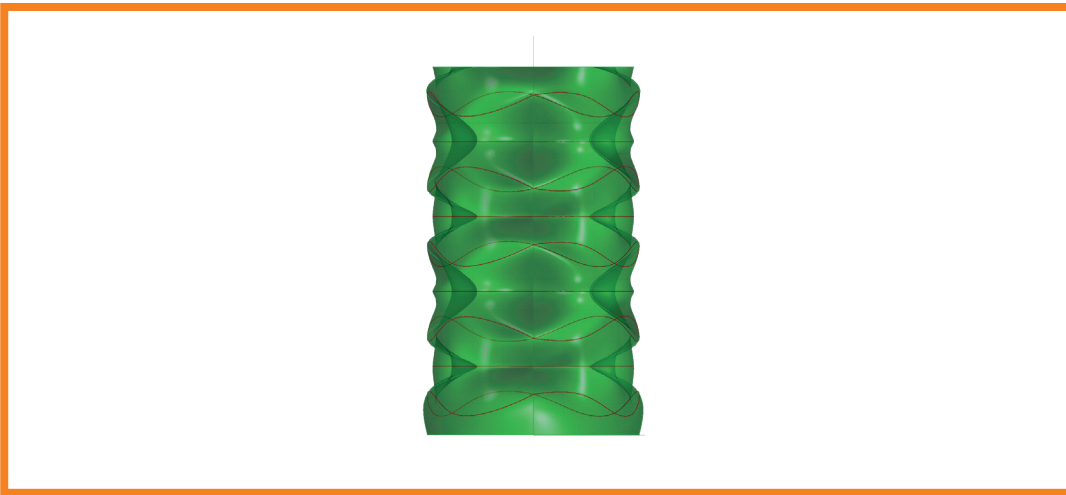
Im unteren Bereich des Modells wird aus der ursprünglichen Kreisgeometrie eine Grundfläche generiert. Abschließend wird der gesamte Körper in Rhino „gebaked“, also aus dem parametrischen System in ein festes 3D-Modell überführt. Dadurch lässt sich die Geometrie speichern, visualisieren und für den 3D-Druck weiterverarbeiten.



Components



Modellraum



Parametrisches Regelwerk

Parametrisches Regelwerk

Aufbauend auf dem Concept Diagramm wird nun ein parametrisches Regelwerk definiert, das die weitere Variantenentwicklung gezielt steuert. Während das Diagramm die Logik der Formgenerierung zeigt, übersetzt das Regelwerk diese in klar kontrollierbare Parameter.

Anstatt eine feste Geometrie zu modellieren, entsteht ein System von Regeln, das flexibel auf Eingaben reagiert. Jeder Parameter ist dabei mit einem festen Wertebereich versehen – definiert durch einen minimalen und maximalen Wert. Um die Varianten systematisch vergleichbar zu machen, wird jeder Bereich in vier Stufen unterteilt. So entsteht eine klare Matrix möglicher Ausprägungen.

Die Steuerung erfolgt in Grasshopper über Number Slider, wodurch sich alle Formänderungen in Echtzeit am Modell beobachten lassen. Jede Anpassung wirkt sich direkt auf die Geometrie aus und macht sichtbar, wie stark einzelne Werte die Gesamtform beeinflussen.

Das Regelwerk ermöglicht es, gezielt Varianten zu erzeugen, zu vergleichen und weiterzuentwickeln – stets innerhalb eines konsistenten Systems

Parameter	Einheit	Minimum	Maximum	Wertebereich
Anzahl der Punkte bei der hohen Kurve	Anzahl	16	28	16-20-24-28
Anzahl der Punkte bei der flachen Kurve	Anzahl	16	28	16-20-24-28
Kurvenhöhe	cm	0,3	1,2	0,3-0,6-0,9-1,2
Kurventiefe	cm	0,3	1,2	0,3-0,6-0,9-1,2
Abstand der Symmetrien	cm	1	2	1-1,3-1,6-2
Wiederholungen der Symmetrien	Anzahl	6	12	6-8-10-12

**Varianten-
entwicklung**

Vorgehensweise

Aus dem parametrischen Regelwerk entsteht eine Vielzahl möglicher Formen. Um diese Vielfalt gezielt zu untersuchen, werden systematisch Varianten erstellt, dokumentiert und miteinander verglichen. Zunächst ist die Basis der Variationsreihen ein Kreis mit einem Radius von 3 cm.

Als erste Reihe K00 werden alle Parameter gleichzeitig – in gleich großen Schritten über ihre jeweiligen vier Stufen. Dabei zeigen sich jedoch sehr starke Unterschiede zwischen den Varianten, was die Vergleichbarkeit erschwert. Die Formveränderungen fallen teils zu extrem aus und lassen sich gestalterisch nur schwer einordnen.

Im nächsten Schritt wird das Regelwerk gezielt eingeschränkt: Einzelne Parameter

werden konstant gesetzt, während andere weiterhin variiert werden. So entstehen klarere Reihen, in denen jeweils nur ein oder zwei Parameter verändert werden. In den zugehörigen Tabellen sind die konstant gesetzten Werte markiert, um die Entwicklung nachvollziehbar zu machen.

Insgesamt entstehen auf diese Weise zunächst vier Versionen, die sich durch eine steigende Anzahl an Konstanten auszeichnen:

K00: Alle Parameter sind variabel

K00_10: Eine Konstante

K00_2_10: Zwei Konstanten

K00_28_2_10: Vier Konstanten

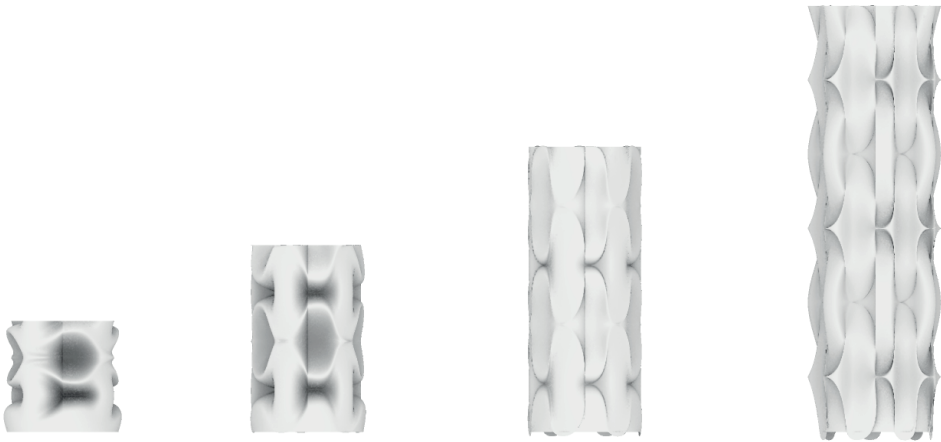
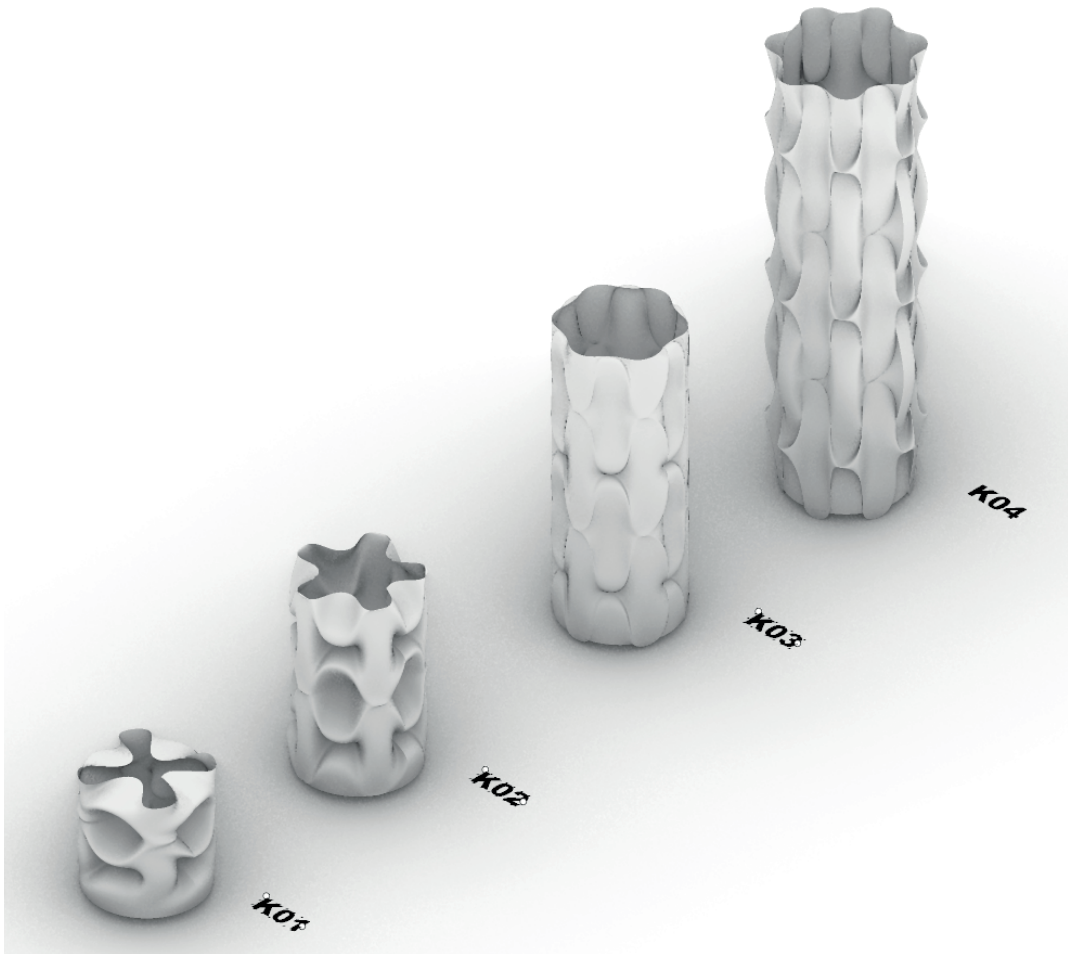
Danach wurde das System nochmal durchgespielt mit der Grundform des Kreises aber dieses Mal waren die Werte gegenläufig, also abwechseln aufsteigend und absteigend. Folgende Testreihen sind dabei entstanden:

- C00: Alle Parameter variabel
- C00_0,6: Eine Konstante
- C00_20_0,6: Zwei Konstanten
- C00_28_20_0,6: Drei Konstanten

Diese strukturierte Herangehensweise ermöglicht eine präzise Analyse der Formveränderungen. Gleichzeitig entsteht eine visuell nachvollziehbare Matrix aus Varianten.

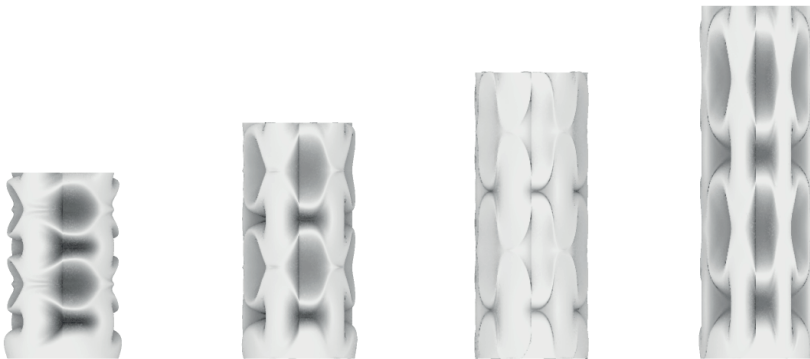
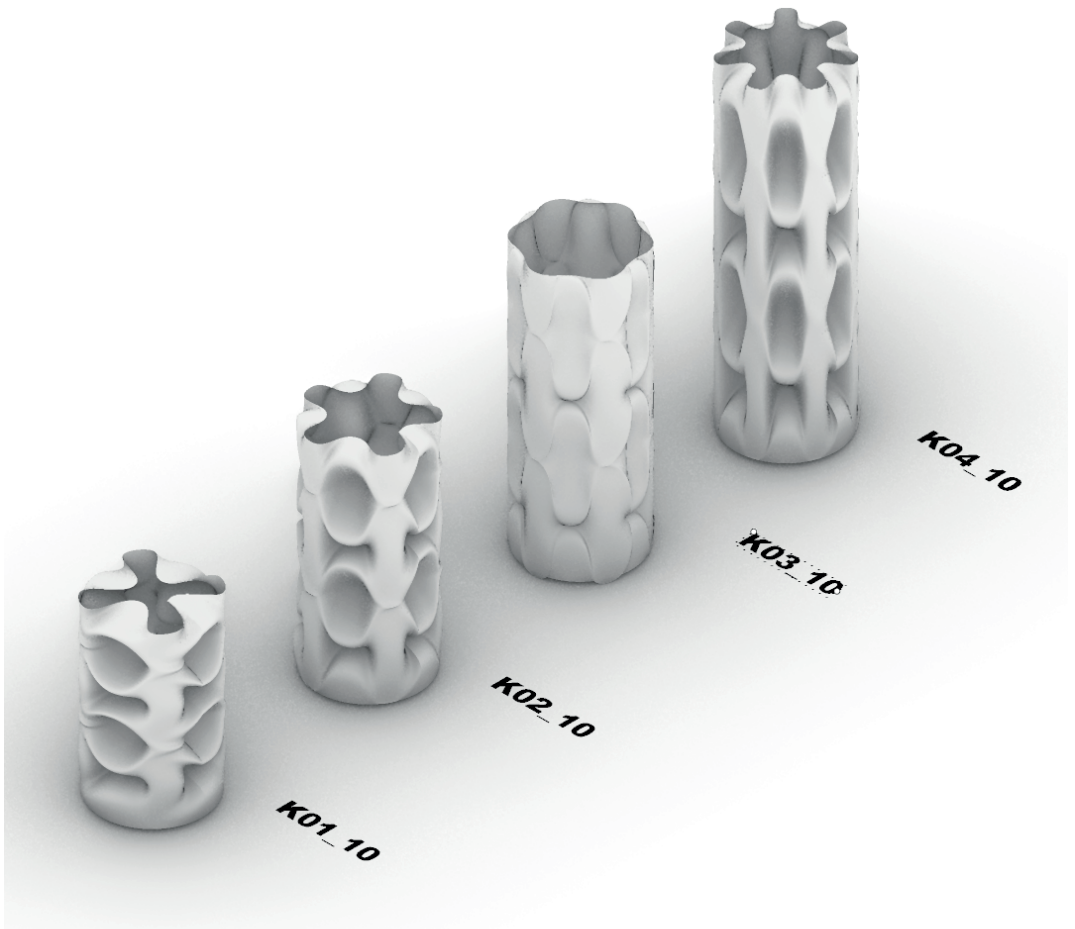
Kreis Varianten K00

Test mit Kreis, R = 3cm	Anzahl Punkte bei hoher Kurve	Anzahl Punkte bei flacher Kurve	Kurvenhöhe in cm	Kurventiefe in cm	Abstand der Symmetrien	Wiederholung der Symmetrien
K01	16	16	0,3	0,3	1	6
K02	20	20	0,6	0,6	1,3	8
K03	24	24	0,9	0,9	1,6	10
K04	28	28	1,2	1,2	2	12



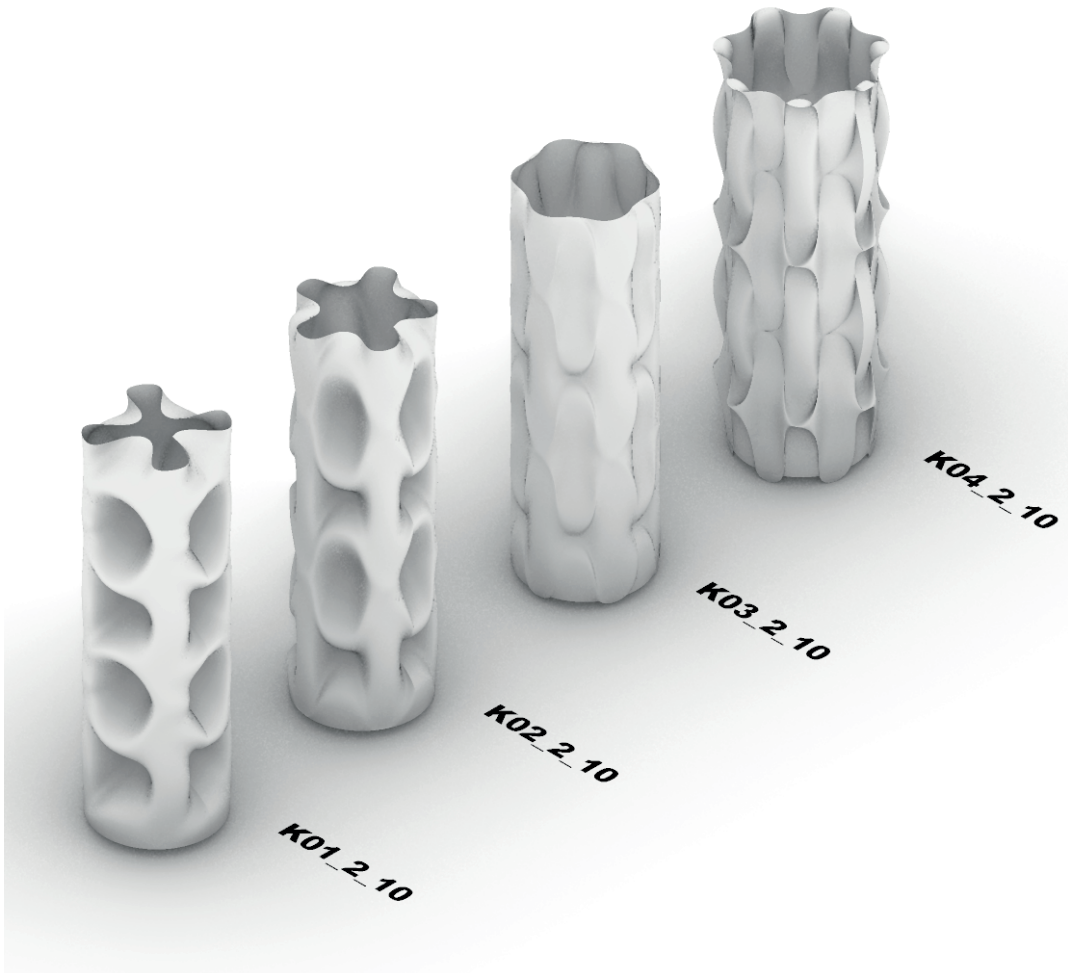
Kreis Varianten K00_10

Test mit Kreis, R = 3cm	Anzahl Punkte bei hoher Kurve	Anzahl Punkte bei flacher Kurve	Kurvenhöhe in cm	Kurventiefe in cm	Abstand der Symmetrien	Wiederholung der Symmetrien
K01_10	16	16	0,3	0,3	1	10
K02_10	20	20	0,6	0,6	1,3	10
K03_10	24	24	0,9	0,9	1,6	10
K04_10	28	28	1,2	1,2	2	10



Kreis Varianten K00_2_10

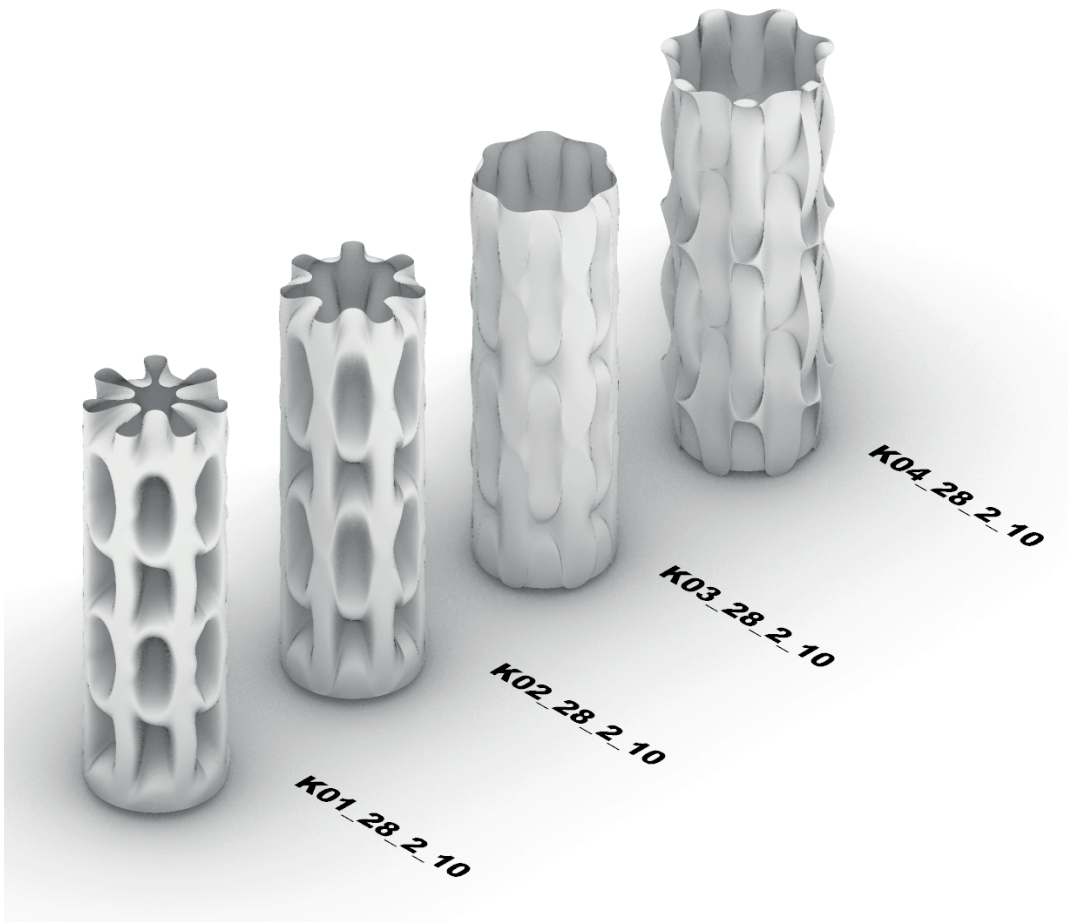
Test mit Kreis, R = 3cm	Anzahl Punkte bei hoher Kurve	Anzahl Punkte bei flacher Kurve	Kurvenhöhe in cm	Kurventiefe in cm	Abstand der Symmetrien	Wiederholung der Symmetrien
K01_2_10	16	16	0,3	0,3	2	10
K02_2_10	20	20	0,6	0,6	2	10
K03_2_10	24	24	0,9	0,9	2	10
K04_2_10	28	28	1,2	1,2	2	10



Kreis Varianten

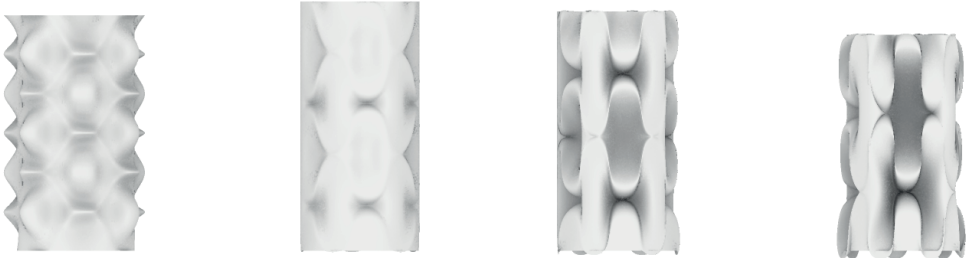
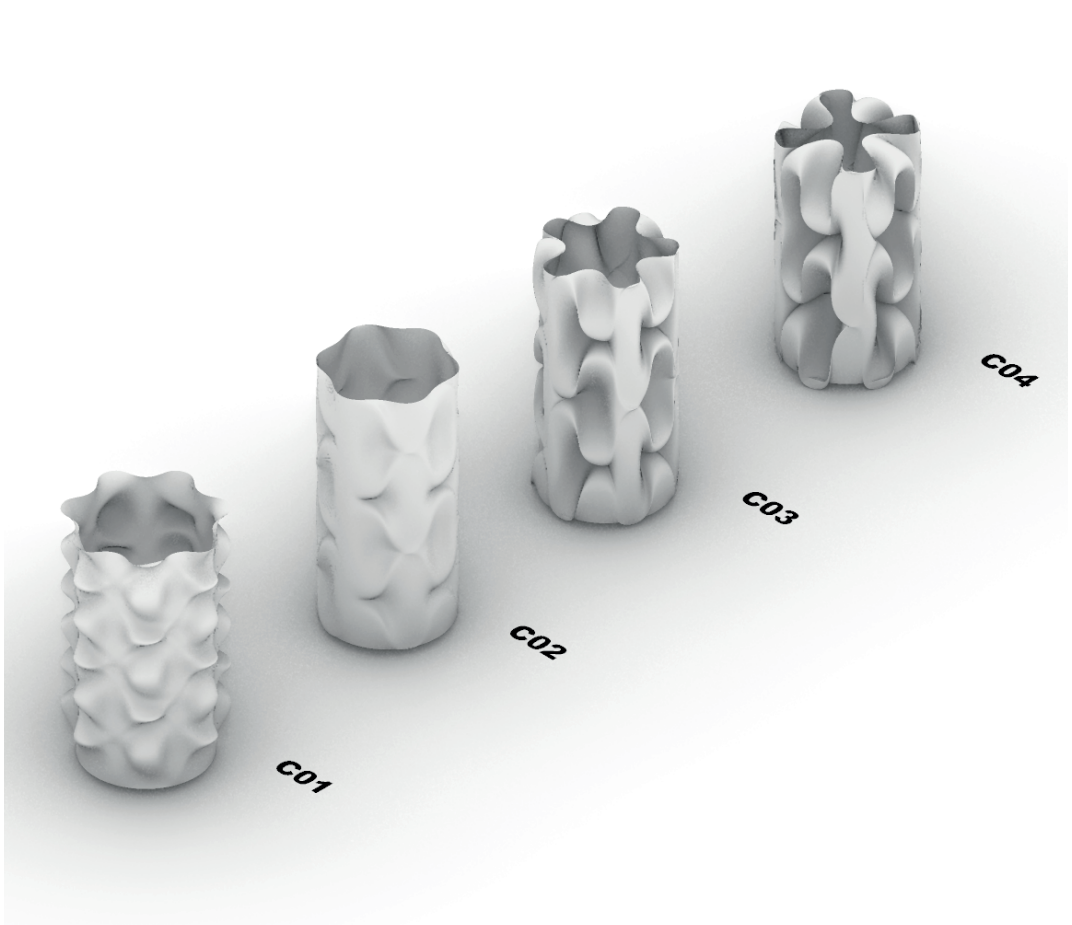
K00_28_2_10

Test mit Kreis, R = 3cm	Anzahl Punkte bei hoher Kurve	Anzahl Punkte bei flacher Kurve	Kurvenhöhe in cm	Kurventiefe in cm	Abstand der Symmetrien	Wiederholung der Symmetrien
K01_2_10	28	28	0,3	0,3	2	10
K02_2_10	28	28	0,6	0,6	2	10
K03_2_10	28	28	0,9	0,9	2	10
K04_2_10	28	28	1,2	1,2	2	10



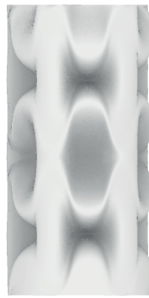
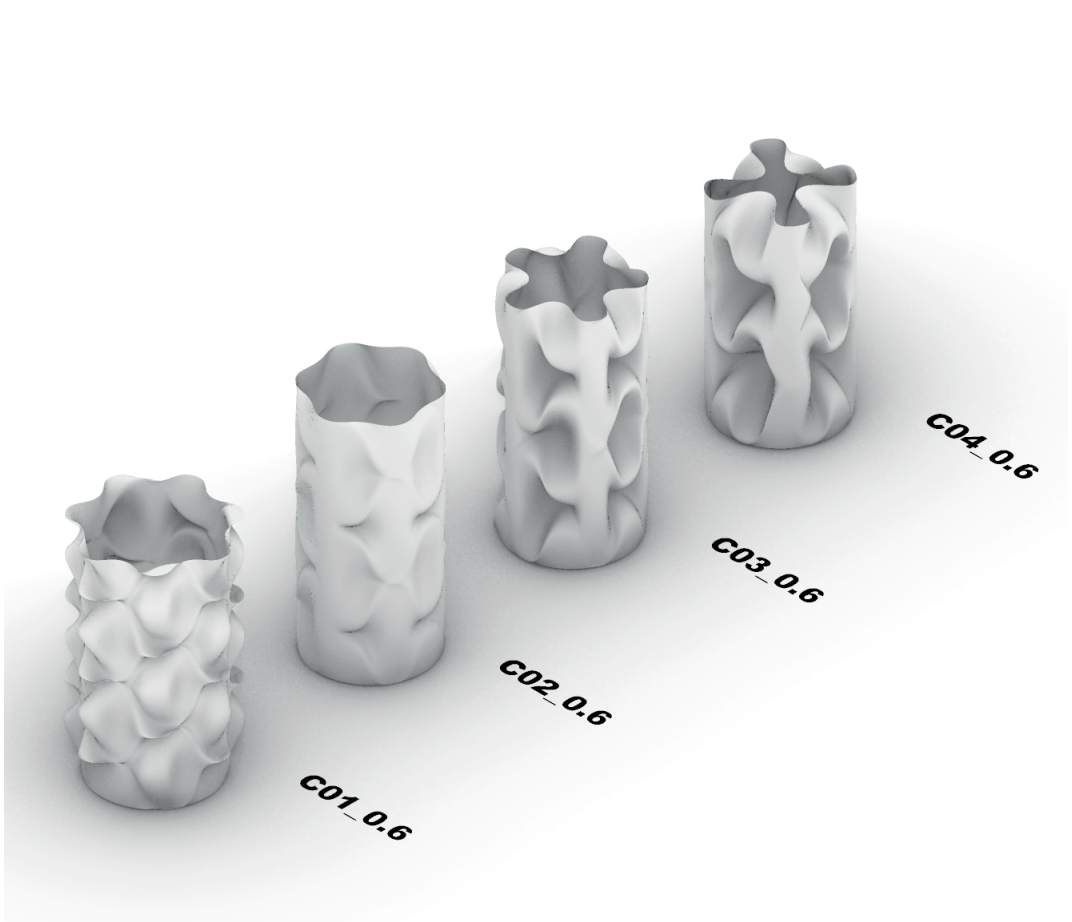
Kreis Varianten C00

Test mit Kreis, R = 3cm	Anzahl Punkte bei hoher Kurve	Anzahl Punkte bei flacher Kurve	Kurvenhöhe in cm	Kurventiefe in cm	Abstand der Symmetrien	Wiederholung der Symmetrien
C01	16	28	0,3	1,2	1	12
C02	20	24	0,6	0,8	1,3	10
C03	24	20	0,9	0,6	1,6	8
C04	28	16	1,2	0,3	2	6



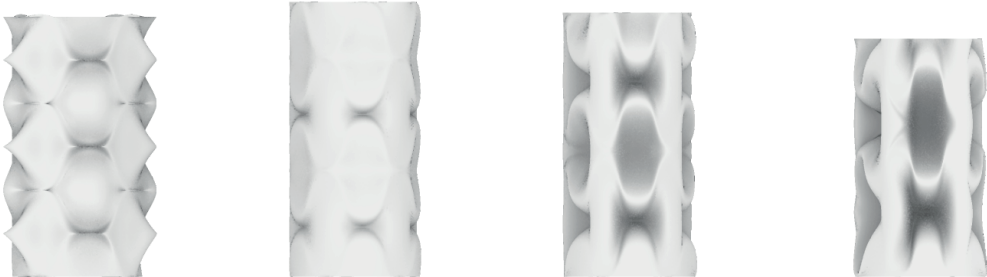
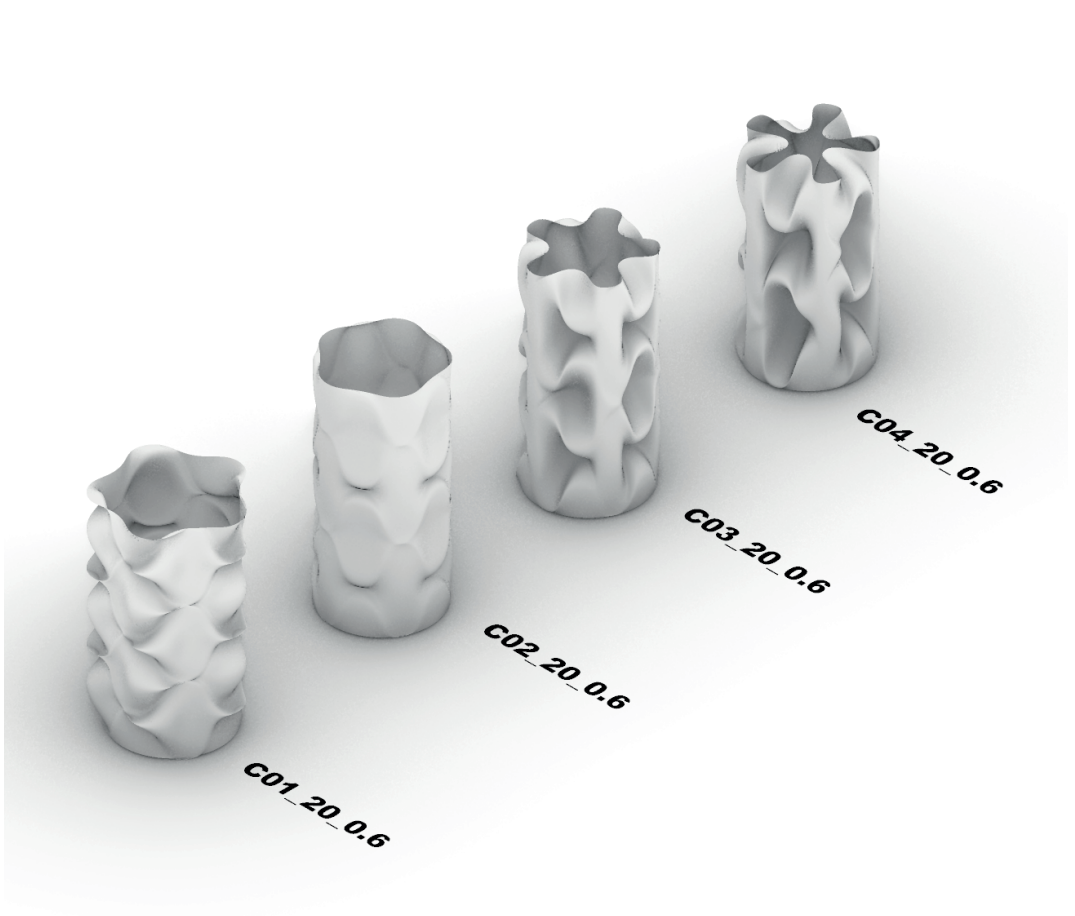
Kreis Varianten C00_0,6

Test mit Kreis, R = 3cm	Anzahl Punkte bei hoher Kurve	Anzahl Punkte bei flacher Kurve	Kurvenhöhe in cm	Kurventiefe in cm	Abstand der Symmetrien	Wiederholung der Symmetrien
C01_0,6	16	28	0,6	1,2	1	12
C02_0,6	20	24	0,6	0,8	1,3	10
C03_0,6	24	20	0,6	0,6	1,6	8
C04_0,6	28	16	0,6	0,3	2	6



Kreis Varianten C00_20_0,6

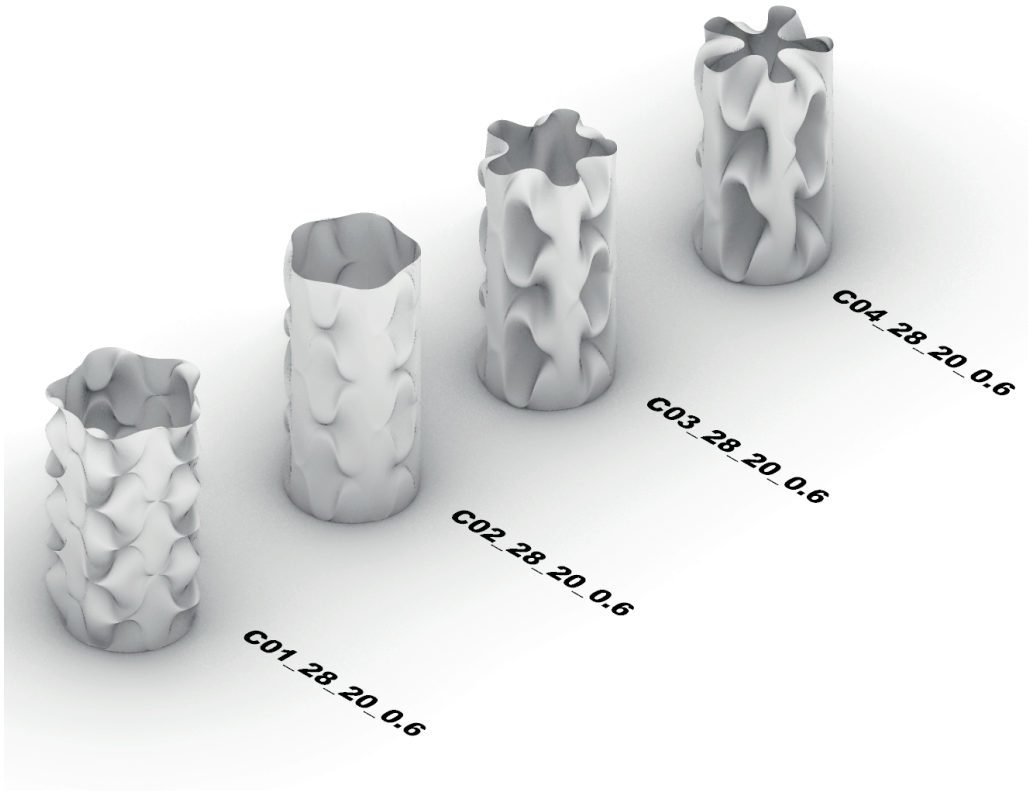
Test mit Kreis, R = 3cm	Anzahl Punkte bei hoher Kurve	Anzahl Punkte bei flacher Kurve	Kurvenhöhe in cm	Kurventiefe in cm	Abstand der Symmetrien	Wiederholung der Symmetrien
C01_20_0,6	16	20	0,6	1,2	1	12
C02_20_0,6	20	20	0,6	0,8	1,3	10
C03_20_0,6	24	20	0,6	0,6	1,6	8
C04_20_0,6	28	20	0,6	0,3	2	6



Kreis Varianten

C00_28_20_0,6

Test mit Kreis, R = 3cm	Anzahl Punkte bei hoher Kurve	Anzahl Punkte bei flacher Kurve	Kurvenhöhe in cm	Kurventiefe in cm	Abstand der Symmetrien	Wiederholung der Symmetrien
C01_28_20_0,6	28	20	0,6	1,2	1	12
C02_28_20_0,6	28	20	0,6	0,8	1,3	10
C03_28_20_0,6	28	20	0,6	0,6	1,6	8
C04_28_20_0,6	28	20	0,6	0,3	2	6



**Form-
favoriten**

Varianten Favoriten

Nach gründlicher Untersuchung und Bewertung der verschiedenen Varianten, wurde eine Auswahl getroffen und anhand dieser die Form mit anderen Grundformen exploriert. Hierbei wurden folgende Grundformen verwendet:

R00: Rechteck, Länge: 6cm, Breite: 4cm

RR00: Rechteck, Länge: 6cm, Breite: 4cm
gerundet, Radius:0,3cm

F00: Freiform 1

FF00: Freiform 2

D00 Dreieck, gleichseitig, Länge: 3,5cm
gerundet, Radius :0,4cm

Es wurden vier Favoriten aus K00 und C00 ausgewählt und diese mit den eben beschriebenen Formen ausgetestet.

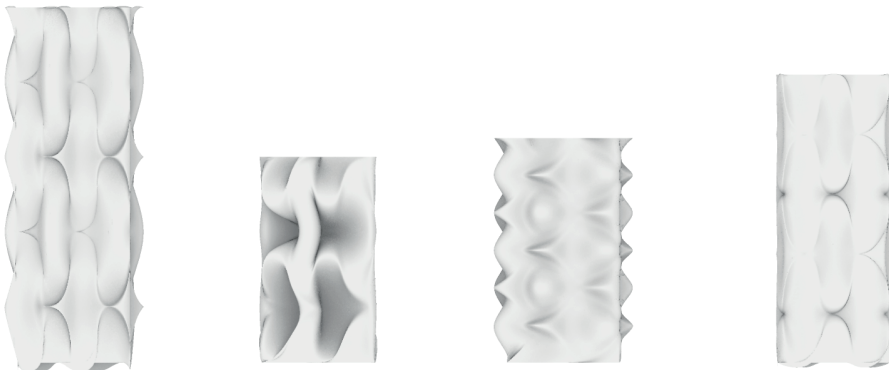
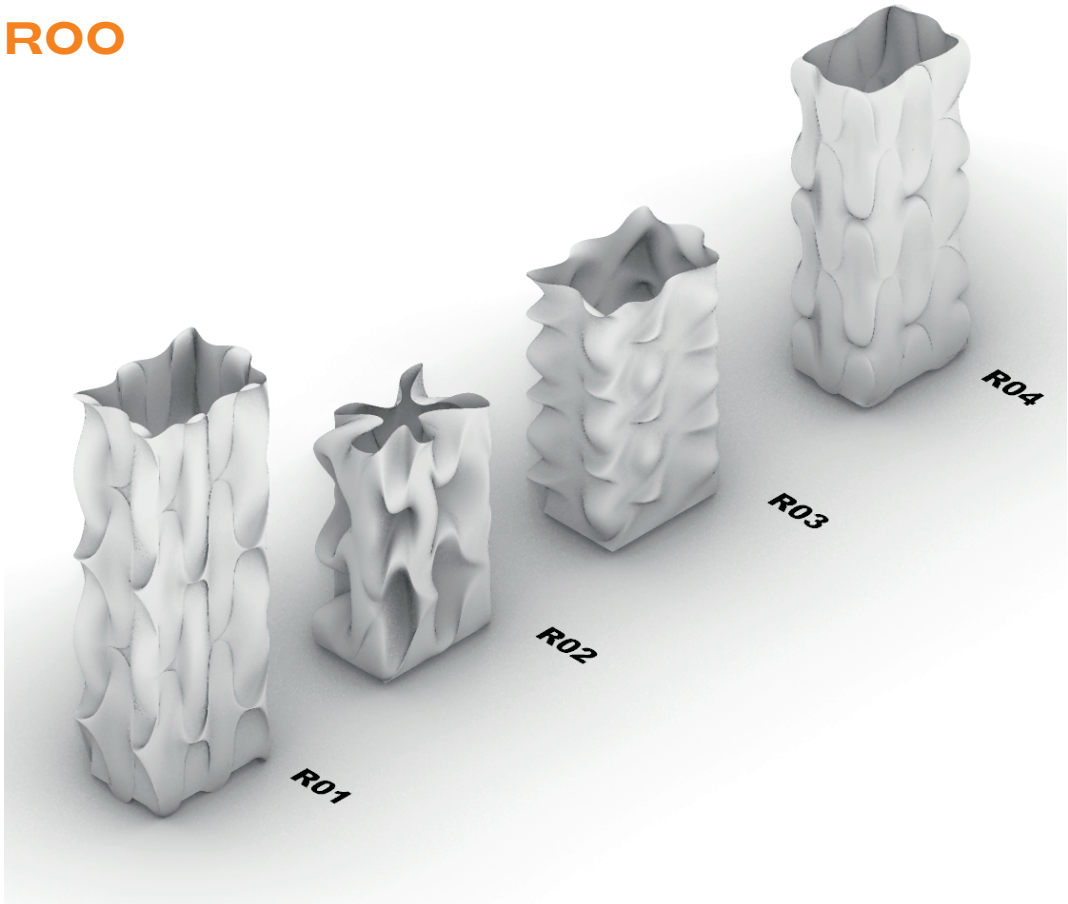
Dabei ist die Tabelle auf der rechten Seite entstanden. Die Basis hierfür sind die Modelle:

1. K04_28_2_10
2. C04_28_20_0.6
3. C01
4. K03

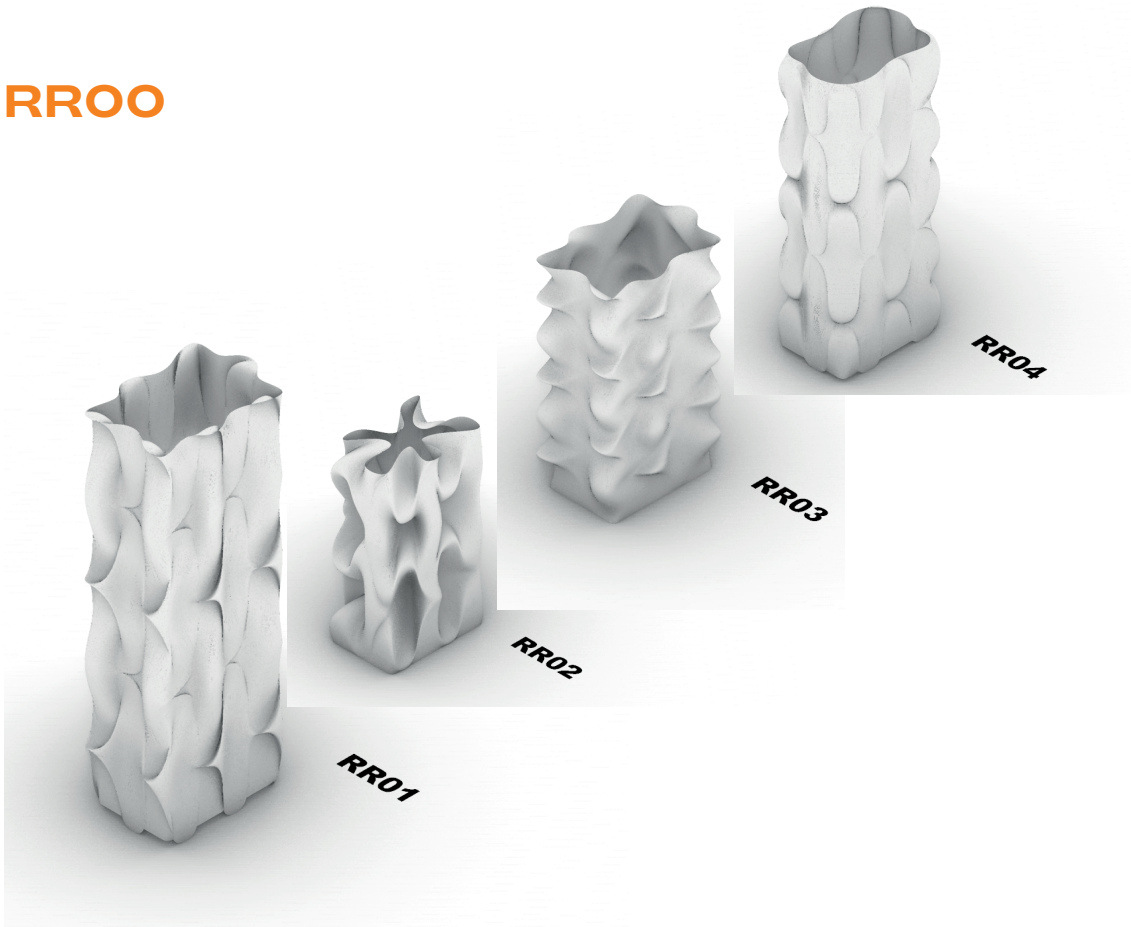
In dieser Reihenfolge sind auch die daraus entstandenen Varianten aufreigt in der Tabelle.

Test Formen	Anzahl Punkte bei hoher Kurve	Anzahl Punkte bei flacher Kurve	Kurvenhöhe in cm	Kurventiefe in cm	Abstand der Symmetrien	Wiederholung der Symmetrien
(1) R01 RR01 F01 FF01 D01	28	28	1,2	1,2	2	10
(2) R02 RR02 F02 FF02 D02	28	20	0,6	0,3	2	6
(3) R03 RR03 F03 FF03 D03	16	20	0,3	1,2	1	12
(4) R04 RR04 F04 FF04 D04	28	28	0,9	0,9	1,6	10

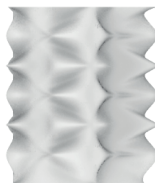
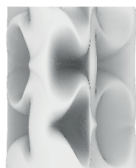
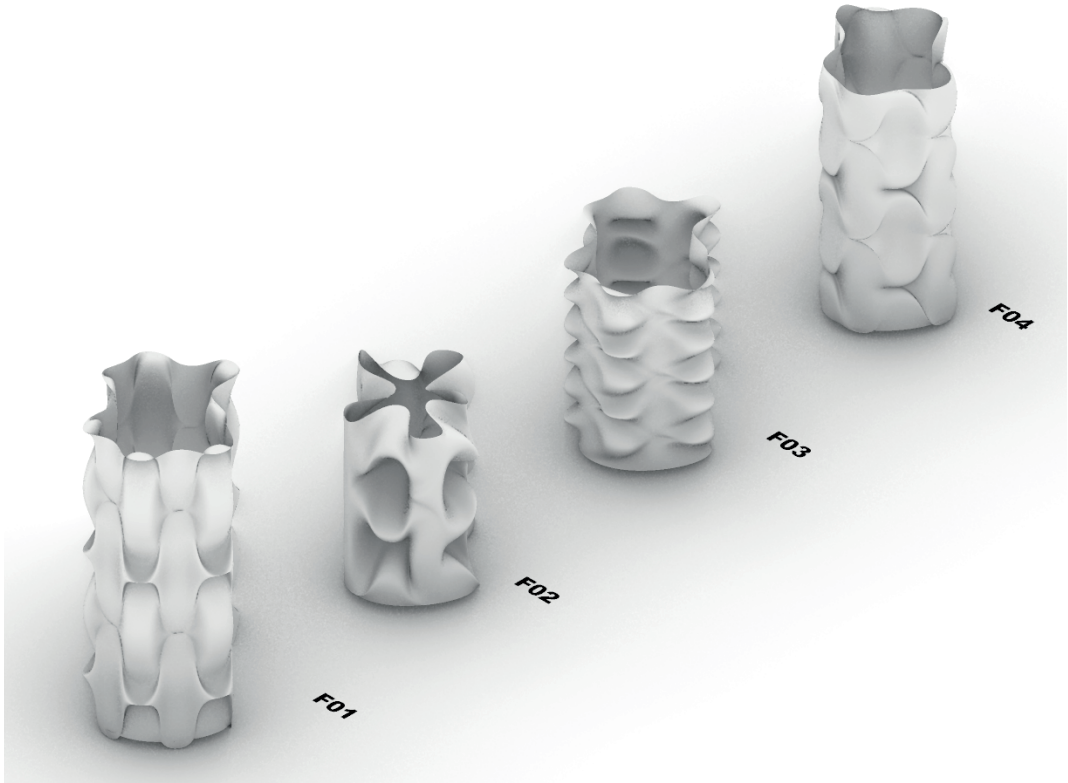
ROO



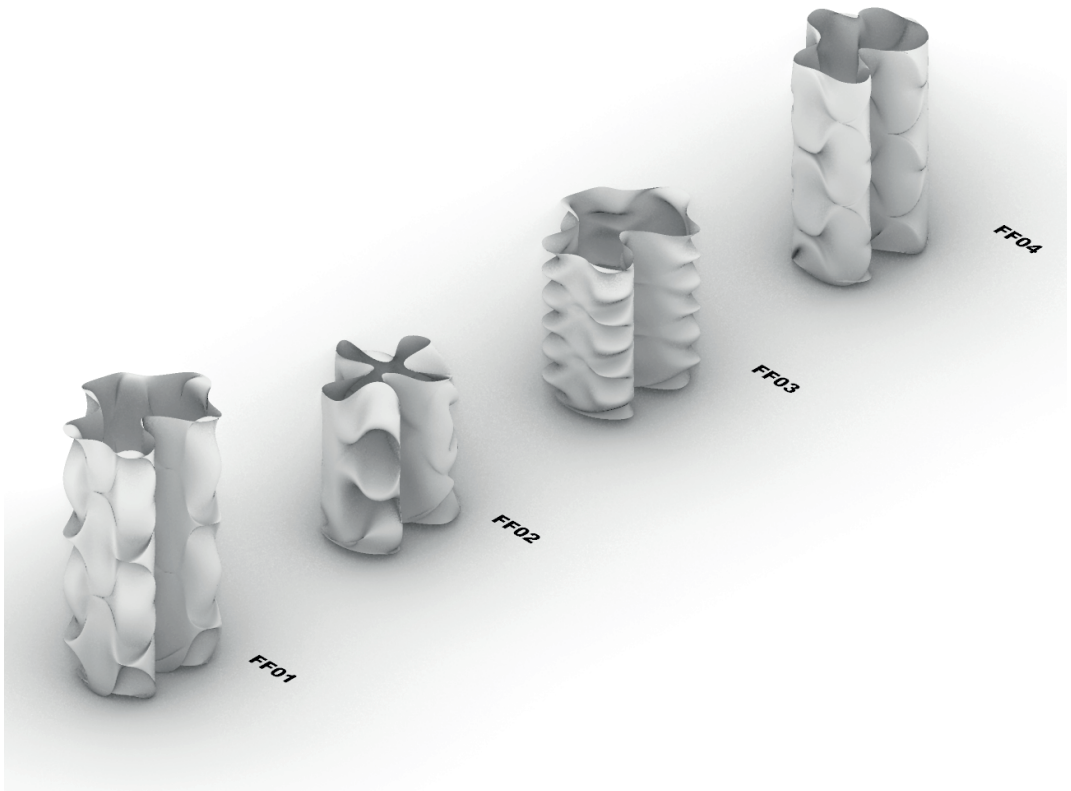
RR00



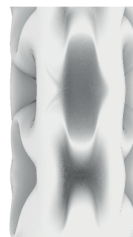
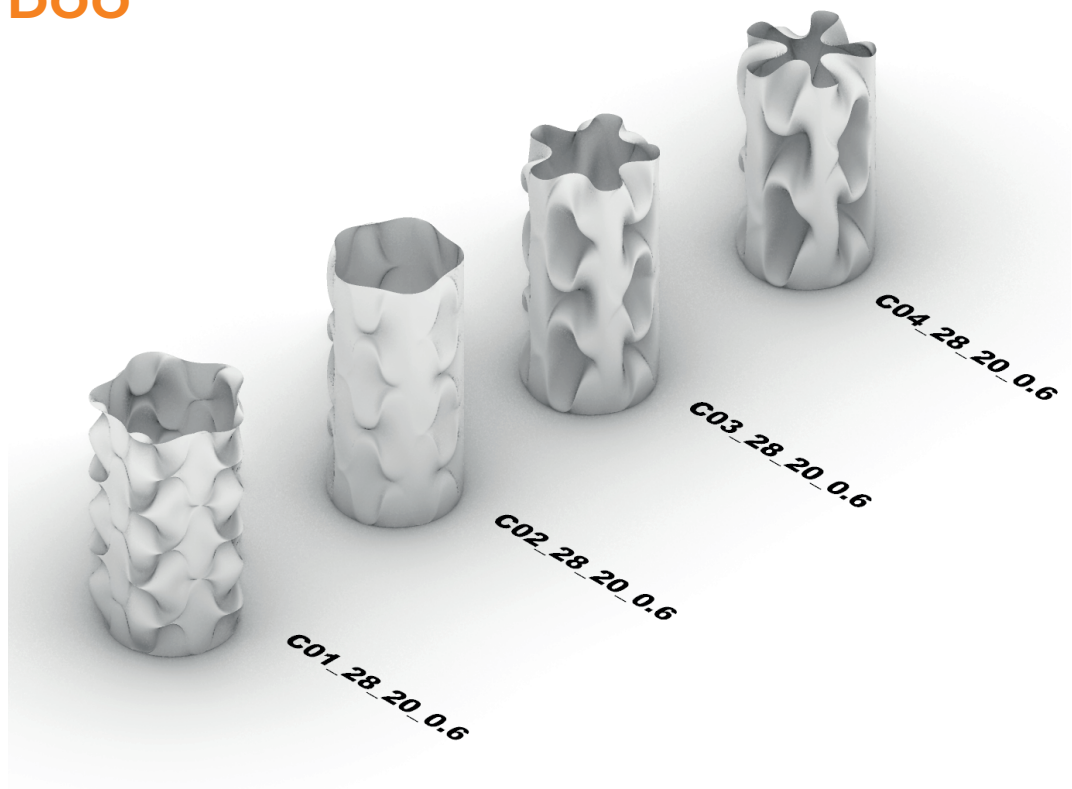
FOO



FF00



DOO



3D Druck

Auswahl der Modelle

Aus der Variantenentwicklung werden gezielt mehrere Modelle für den 3D-Druck ausgewählt. Die Auswahl basiert auf formaler Vielfalt, Druckbarkeit und Materialwirkung. Dabei wird nicht nur auf auffällige Unterschiede in der Geometrie geachtet, sondern auch auf strukturelle Stabilität, Wandstärke und Lichtwirkung – wichtige Kriterien im Hinblick auf die spätere Anwendung als Leuchte.

Gedruckt wird testweise zuerst mit weißem PLA. Dann wird gewechselt zu dem Material PETG, das sich durch gute Druckbarkeit, Festigkeit und eine leicht transparente Oberfläche auszeichnet. Vor allem die transluzente Eigenschaft des Materials wird gezielt genutzt, um Licht zu streuen und die strukturellen Details der Geometrie sichtbar zu machen.

Folgende Varianten werden gedruckt:

- C03_0.6
- K00
- C01
- K04_28_2_10
- FF01
- FF04
- D04

Die Drucke ermöglichen eine direkte Überprüfung der digitalen Modelle im physischen Raum. Dazu wurden manche Geometrien ein wenig gestutzt damit oben wie unten eine gerade Fläche entsteht.

Folgend sind die Druckergebnisse zu sehen.



K00



C03_0.6



D04



CO1



KO4_28_2_10



FFO1



FFO4

Lampe

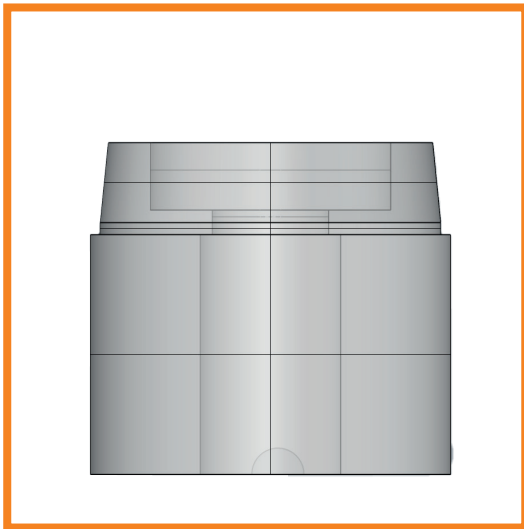
Produkt- entwicklung

Für das finale Objekt ist eine Variante aus der vorherigen Variantenentwicklung ausgewählt und gezielt weiterentwickelt. Grundlage bildet das Modell C01, das für den Einsatz als Leuchte auf 1,5-fache Größe skaliert wird, um die Lichtwirkung zu verstärken.

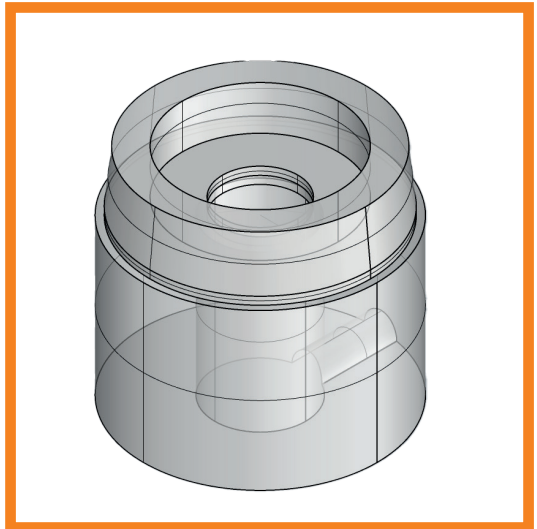
Ergänzend wird eine einfache Bodenkonstruktion entwickelt, die sowohl als Halterung für die Glühbirne als auch als Standfuß dient. Diese soll dabei sehr schlicht und zurückhaltend sein. Und ist direkt in Rhino konstruiert.

Somit entsteht ein gutes Zusammenspiel aus funktional und verspielt mit dem Standfuß und der parametrisch generierte Form des Lampenschirms.

Das Ergebnis ist eine funktionale und gestalterisch eigenständige Tischleuchte, die ein warmes und beruhigendes Licht erzeugt.



Halterung
frontal



Halterung
Perspektive





