



MASTER-/DIPLOMARBEIT

3D gedruckte kinematische Architektur am Kirchenplatz *(Kinematische Soft Robotik)*

3D printed kinematic architecture at church square *(kinematic soft robotics)*

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung
des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs / Diplom-Ingenieurin
unter der Leitung von

Manfred Berthold
Prof Arch DI Dr

Christoph Müller
Univ Lektor DI Dr

E253 - Institut für Architektur und Entwerfen

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

Karoline Meixner

Wien, am 09.01.2023

Datum

Unterschrift

Abstract

Deutsch

Die Nachfrage nach neuen Materialien, innovativen Technologien und flexiblen Raumlösungen in der Architektur wird von immer größerer Bedeutung. Die Anforderungen wie Mangel an Rohstoffverfügbarkeit, Nachhaltigkeit oder Versiegelung von Flächen sollen durch neue architektonische Lösungen bewältigt werden. Untersucht wurde die Idee eine zweidimensionale Pneustruktur mittels Luft so zu verformen, sodass unterschiedlicher dreidimensionaler Raum entsteht. Es wurde eine Tragstruktur entwickelt, welche aus 3D-gedruckten Elementen besteht. Ziel war es eine Art Kunstinstallation zu entwickeln, die adaptierbar, flexibel und temporär ist. Diese Installation sollte mittels Luft veränderbar sein und sich somit je nach Benutzung anpassen können.

Thermoplastisches Polyurethan (TPU) wurde mit anderen Materialien verglichen und für die Konstruktion ausgewählt, da dieses flexibel, wasserdicht und luftdicht ist. Als Fertigungsverfahren der TPU-Konstruktion wurde der 3D-Druck gewählt, mit dem es möglich ist, schnell und präzise Bauelemente im Schichtverfahren herzustellen. Es wurde ein kinematisches Bauelement erforscht und entwickelt, welches sich durch Luftzufuhr verformt. Das fertige Element besteht aus mehreren runden Kissen, die mit einer Luftkammer im Inneren der Konstruktion verbunden sind. Am Anfang und am Ende eines solchen Elements dienen wassergefüllte Kissen als Fundament, da sie durch den schnellen Auf- und Abbau eine hohe Flexibilität gewährleisten.[1]

Die Arbeit baute auf zwei eigenen Projekten aus vorhergegangenen Lehrveranstaltungen auf, welche maßgebend für die Idee der Diplomarbeitsthematik waren. Zum einen das Master-Entwerfen *reaktive Architektur (253.F56)*, zum anderen das Modul *Experimenteller Hochbau (253.128)*. Als Basis des Forschungsprojektes diente die Publikation *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications* von Hong Kai Yap und Raye Chen-Hua Yeow, sowie die *PneuNets Bending Actuators* der *Whitesides Research Group* der Universität von Harvard. Modelliert, designed wurde unter zu Hilfenahme des *Soft Robotic Tool Kits*. [2] [3] [4]

Folgende Forschungsfrage wurde untersucht:

Die Idee eine zweidimensionale, flächige Pneustruktur mittels Luft so zu krümmen bzw. zu falten, sodass unterschiedlich großer Raum generiert wird. Faltsmethoden des Origami werden dem Prinzip der Soft Robotics gegenübergestellt und verglichen, sowie versucht zu kombinieren. Als Methodik gilt die Kinematische Soft Robotik.

[1] vgl. Fenner Precision Polymers, *NinjaFlex 3D Printer Filament (85A)*, 13.12.2022, Website <https://ninjatek.com/shop/ninjaflex/>
[2] vgl. Hong Kai Yap, Hui Yong Ng, Chen-Hua Yeow, *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications*, 13.12.2022
[3] vgl. Panagiotis Polygerinos, Bobak Mosadegh, Alexandre Campo, *soft robotics toolkit: PneuNets Bending Actuators*, 13.12.2022, Website <https://softroboticstoolkit.com/book/pneunets-bending-actuator>
[4] vgl. Dónal Holland, Conor J. Walsh, Max Herman, Sara Berndt, Evelyn J. Park, Panagiotis Polygerinos, Jeffrey Peisner, Colette Abah, *soft robotics toolkit*, 13.12.2022, Website <https://softroboticstoolkit.com/>

Englisch

The demand for new materials, innovative technologies and flexible space solutions in architecture is becoming increasingly more important. The challenges such as the shortage of the availability of raw materials, sustainability or the sealing of surfaces are to be handled by new architectural solutions.

The idea of using air to deform a two-dimensional pneu structure in such a way that different three-dimensional spaces are created was researched. A supporting structure was developed, which consists of 3D-printed elements. The goal was to develop an art installation that is adaptable, flexible and temporary. This installation should be changeable by means of air and thus be able to adapt to the user. Thermoplastic polyurethane (TPU) was compared with other materials and chosen for the construction because of its flexible, waterproof and airtight properties. 3D-printing was chosen as the manufacturing process for the TPU construction, which makes it possible to quickly and accurately produce structural elements using a layering process. A kinematic module was researched and developed, which deforms when air is added. The finished element consists of several round cushions connected to an air chamber inside the structure. At the beginning and at the end of such an element, water-filled cushions serve as a base, as they guarantee high flexibility due to the quick assembly and disassembly. [1]

This thesis was based on two projects from previous courses, which were decisive for the idea of the thesis topic, the Master *reaktive Architektur (253.F56)* and the Module *Experimenteller Hochbau (253.128)*. The research project was based on the publication *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications* by Hong Kai Yap and Raye Chen-Hua Yeow, as well as the *PneuNets Bending Actuators* from the *Whitesides Research Group* at the University of Harvard and the website *Soft Robotics Toolkit*. [2] [3] [4]

The following question was researched:

The idea is to bend or fold a two-dimensional, flat pneu structure by adding air in such a way that space of different sizes is generated. The folding principles of origami are contrasted and compared to the principle of soft robotics, as well as attempted to combine them. The used methodology is kinematic soft robotics.

3D gedruckte kinematische Architektur am Kirchenplatz

kinematische soft robotics werden mittels art-based research & design thinking untersucht

Untersucht wird die Idee eine zweidimensionale, flächige Pneustruktur mittels Luft so zu krümmen bzw. zu falten, sodass unterschiedlich großer Raum generiert wird. Faltmethoden der Origami werden dem Prinzip der Soft Robotics gegenübergestellt und verglichen, sowie versucht zu kombinieren.

Verfasser

Karoline Meixner BSc
Matrikelnummer 01306770
Studienkennzahl 066 443

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs/ Diplom-Ingenieurin unter der Leitung von

Betreuer

Ao.Univ.Prof. Arch. Dipl.-Ing. Dr.techn. Manfred Berthold
E253-Institut für Architektur und Entwerfen

Betreuer

Univ Lektor DI Dr. Christoph Müller
E253-Institut für Architektur und Entwerfen

*E253-Institut für Architektur und Entwerfen
Institut für Architekturwissenschaften*

*eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung*

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen Betreuern Ao.Univ.Prof. Manfred Berthold und Univ. Lektor DI Dr. Christoph Müller vielmals danken, mit deren fachlicher und konstruktiver Unterstützung es möglich war das Beste dieser Arbeit zu erreichen.

eidesstattliche Erklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Jegliche Ausführungen, die fremden Quellen wörtlich oder sinngemäß entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht worden.

Meixner Karoline

Karoline Meixner
Wien am 02.01.2023

Inhaltsverzeichnis

01 Einleitung	10		
02 Ziele der Arbeit	11		
03 Situationsanalyse	12		
3.1. Schwarzplan M1:5000	14		
3.2. Schwarzplan M1:2000	16		
3.3. Situierung Makrolage	18		
3.4. Situierung Mikrolage	20		
3.5. Fotos Kirchenplatz	22		
3.6. Drohnenvotos	28		
3.7. Umgebung Kirchenplatz	30		
3.8. Nutzungen am Kirchenplatz	32		
3.9. Die Kirche	34		
3.10. 3D Scan Eingang Kirche	36		
3.11. Merkmale des Kirchenplatzes	37		
3.12. Analyse des Kirchenplatzes	38		
3.13. 3D Scan der Kirche	40		
3.14. Schematische Analyse der Kirche	42		
3.15. Lageplan 1:1000	46		
3.16. Lageplan 1:500	48		
04 Methodik und Arbeitsprogramm:	50		
4.1. Hintergrund der Arbeit	52		
4.2. Research	54		
4.3. Soft Robotik Toolkit	55		
4.4. <i>High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications</i> ^[16]	56		
4.5. Silikon und PLA Schalung	58		
4.6. Ecoflex vs. Prusament PLA	60		
4.7. Was ist beim Herstellen zu beachten?	61		
4.8. Thermoplastisches Polyurethan (TPU)	62		
4.9. TPU und Silikon als Komposit	64		
4.10. kinematischer Finger nachgebaut	66		
4.11. Konzeptüberlegung	70		
4.12. Raum als Verlängerung der Kirche	72		
4.13. Wegführung Mensch bestimmt Verformung	73		
4.14. Konzepterarbeitung	74		
4.15. Raumkonzept	82		
4.16. Anforderungen an die kinematische Fläche	83		
4.17. Raumkonzept Idee	84		
4.18. Studie A	92		
4.19. Studie B	96		
4.20. Studie C	98		
4.21. Studie D	100		
4.22. Studie E	102		
4.23. Studie F	104		
4.24. Gegenüberstellung digitaler Studien	106		
4.25. Erste Druckversuche	108		
4.26. Abwandlung zur finalen Form	112		
4.27. Das Finger-Element	113		
4.28. Das Finger-Element als Fläche	116		
4.29. Funktionsweise	118		
4.30. Prinzip der Verformung	119		
4.31. Messung der Beanspruchung	120		
4.32. <i>PrusaSlicer 2.5.0.</i> ^[24]	127		
4.33. Gedruckte Modelle	128		
05 Ergebnis-Resultat:	152		
5.1. Das Konzept	154		
5.2. Typologien	155		
5.3. Das Finger-Element	156		
5.4. Finger-Element als kinematische Fläche	158		
5.5. Grundrissvarianten	160		
5.6. Flächennachweis	162		
5.7. Luftzufuhr Konzept	166		
5.8. Luftzufuhr Konzept Ansicht	168		
5.9. Verschiedene Perspektiven	170		
5.10. Tragwerk und Adaptilität (Bodenverankerung)	192		
5.11. Tragwerk und Adaptilität (Verbindung Finger-Elemente)	194		
5.12. Lamellen Anschlüsse	195		
5.13. Tragwerk und Adaptilität	196		
06 Plandarstellungen	198		
6.1. Ausgewählte Variante	200		
6.2. Draufsicht	202		
6.3. Grundriss	204		
6.4. Ansicht A-A	206		
6.5. Ansicht A-B	208		
6.6. Ansicht A-C	210		
6.7. Schnitt A	212		
6.8. Schnitt B	214		
6.9. Schnitt Fläche plus Markierung Detail	216		
6.10. Fassadenschnitt Detail A	218		
6.11. Renderings	220		
07 Zusammenfassung und Ausblick	246		
08 Kurzlebenslauf	247		
09 Modellfotos	248		
Quellenverzeichnis	274		
Programmverzeichnis	277		
Externe Daten, Texturen für Lageplan, Schwarzplan, 3D Umgebung	277		
Abbildungsverzeichnis	278		

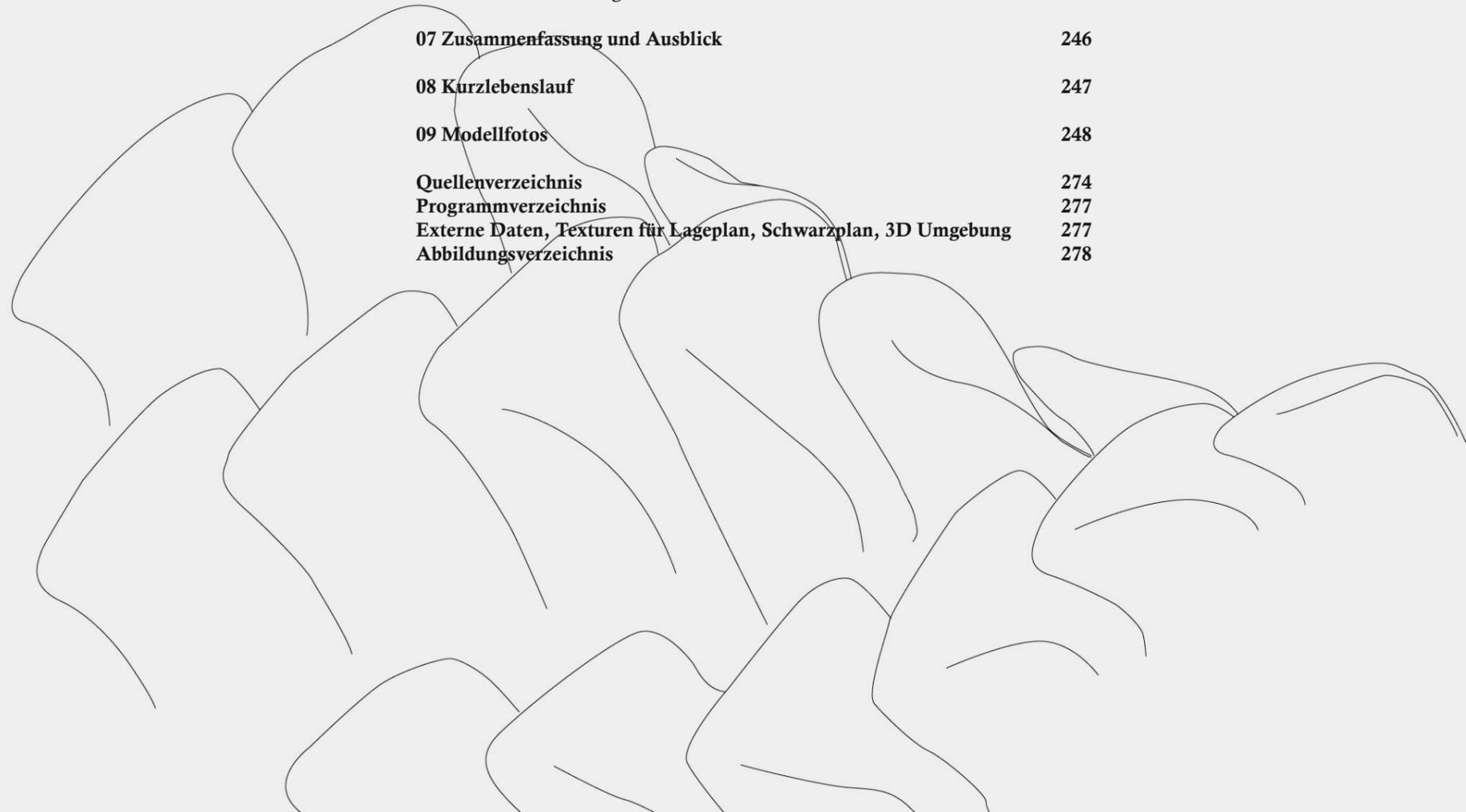
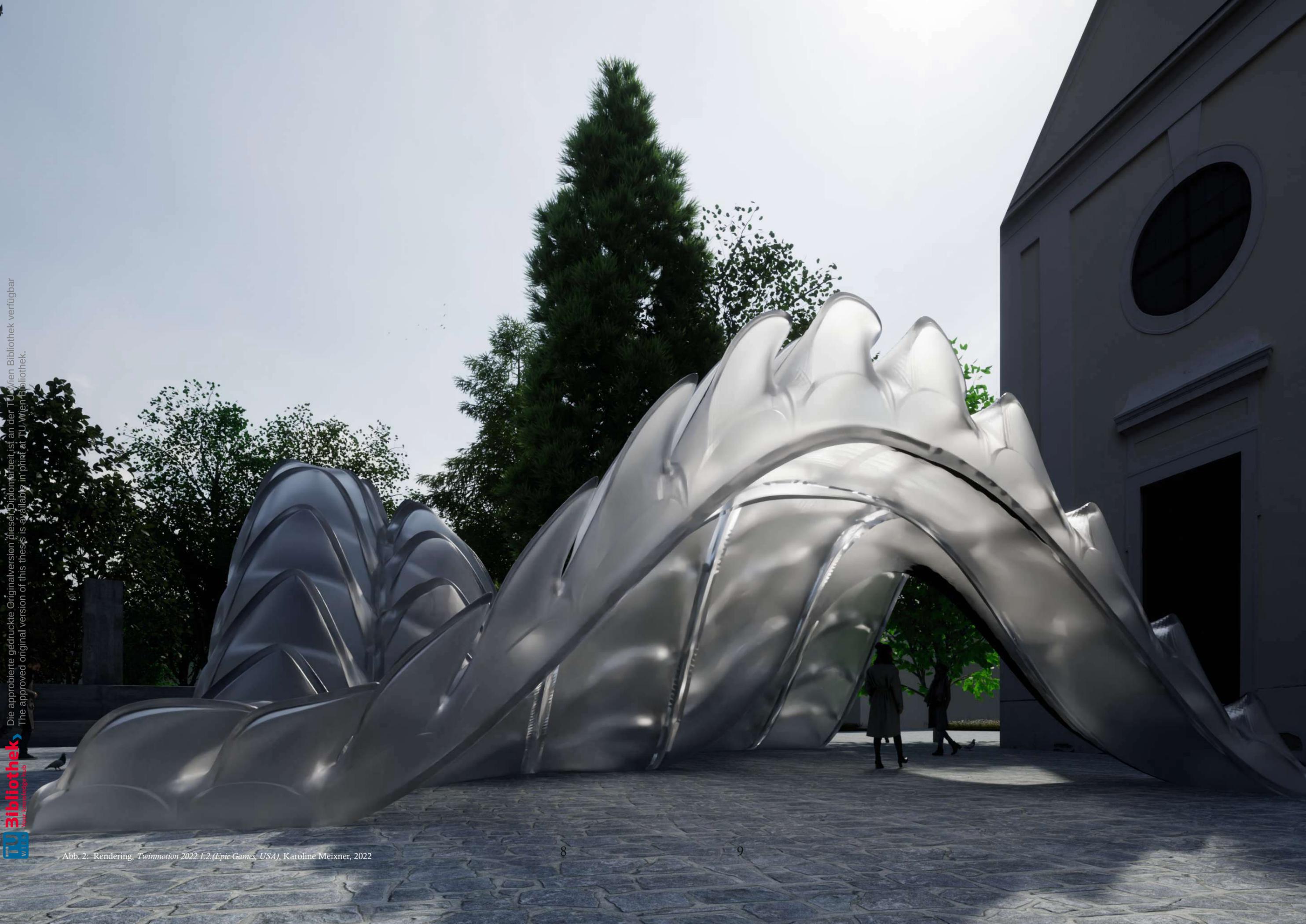


Abb. 2: Rendering, *Twinmotion 2022.1.2 (Epic Games, USA)*, Karoline Meixner, 2022



01 Einleitung

Moderne Architektur bietet durch innovative Technologien und Verwendung neuer Materialien viele Möglichkeiten. Sie gewährleistet neue Lösungsansätze für etwaige Problemstellungen. Durch äußere Einflüsse ist Architektur stetig im Wandel und muss sich an neue Herausforderungen stets anpassen können.

Im Vordergrund dieser Diplomarbeit soll die Auseinandersetzung mit variablen Raumszenarien stehen, sowie die Möglichkeit neuartige Konstruktions- und Materialarten einzusetzen. Die Arbeit beschäftigt sich mit 3D-gedruckter Architektur und flexiblen Materialien, die auf die Nutzungen des Menschen reagieren können. Durch 3D-Druck ist es möglich präzise und detailgenaue Bauelemente vorfertigen zu lassen, um späteren Folgeschäden bei unzureichender Herstellung entgegenzuwirken.

Diese Diplomarbeit soll ein Denkanstoß für Architekt:innen sein, wie in Zukunft neue innovative Architektur aussehen könnte.

02 Ziele der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, die Kernidee einer gefalteten Pneustruktur neu aufzugreifen und diese neu zu definieren. Eine zweidimensionale Fläche (Pneustruktur) soll sich mittels Luftzufuhr zu einem 3D Volumen schließen und somit Raum erzeugen. Die Schließung zu einem Raum ergibt sich durch Verformung mittels Luftzufuhr (Aufblasen eines Elements).

Unterschiedliche Szenarien sollen ausgearbeitet werden und die optimale Lösung gefunden werden. Die Idee der Arbeit besteht darin, eine kinematische Soft Robotics Fläche zu entwickeln, welche sich mittels Luft verkrümmen kann bzw. sich auffalten kann und somit Raum generiert.

Es ergibt sich somit folgende Frage:

Wie kann man eine Fläche verformen, damit der so gewonnene Raum auch statisch stabil bleibt.

Bedeutung erhalten hierbei die unterschiedlichen analogen Materialstudien, sowie digitale Szenarien, um die optimale Form zu finden. Mit den Daten diverser Materialstudien, sowie Maßstabsstudien soll eine schrittweise Annäherung an das finale Konzept erreicht werden, da das Material die Form beeinträchtigt. Das experimentelle Arbeiten, digital und analog, steht im Vordergrund der Arbeit.



03 Situationsanalyse



Die approbierte, gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved, original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

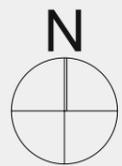


Abb. 4: Rendering, Twinmotion 2022 1.2. (Epic Games, USA), Blender (Blender Foundation, Niederlande) Karoline Meixner, 2022

Schwarzplan Parndorf

M 1:5000

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



0m 50m 100m

Abb. 5: Schwarzplan, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022
(Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open-Database-Lizenz)



Schwarzplan Parndorf
mit Konzept
M 1:2000

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



0m 50m 100m

Abb. 6: Schwarzplan, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022 (Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open-Database-Lizenz)

Situierung

Makrolage

Am Kirchenplatz

Der ausgewählte Bauplatz befindet sich im ländlichen Nordburgenland im Ort Parndorf, am Kirchenplatz. Die Gemeinde gehört zum Bezirk Neusiedl am See im Burgenland. Der Bauplatz befindet sich im nordöstlichen Teil des Ortes, im zentralen Anger des alten Ortskerns. [5]

Am Kirchenplatz finden jährlich unterschiedliche Festivitäten statt, bei denen die Gemeinschaft gefördert wird.

Nutzungen

Der Platz dient als Schauplatz für diverse Nutzungen, wie das Theatersommer Parndorf, verschiedenste Konzerte, diverse Märkte, sowie kirchliche Feiern. Der kleine Kirchenplatz bietet mit seinem Ambiente eine künstlerische, ruhige Atmosphäre, bei dem das Kirchengebäude im Vordergrund steht. [6]

Struktur des Ortes

Die Makrolage des Ortes zeigt die ländliche Struktur der Umgebung, die verschiedenen Gebäudetypologien, sowie den alten Ortskern, bei dem sich die Struktur des Angerdorfs von dem der neu zugebauten Siedlungen deutlich abhebt. [5]



Abb. 7: Makrolage, Twinmotion 2022 1.2. (Epic Games, USA), Karoline Meixner, 2022

[5] vgl. Wikimedia Foundation Inc., *Pfarrkirche Parndorf*, 02.10.2022, Website https://de.wikipedia.org/wiki/Pfarrkirche_Parndorf

[6] vgl. Verein Theater Sommer Parndorf, Obmann: Johann Maszl, *Verein Theater Sommer Parndorf*, 02.10.2022 Website <https://wp.theatersommer.info/start/>

Situierung

Mikrolage

In der Mikrolage lässt sich die Gebäudetypologie genauer erkennen, sowie die ländliche Umgebung. Entlang des Angers häufen sich Wohnbauten mit unterschiedlichen Hofformen, wie u.a. dem Streckhof an, während außerhalb des Angers vermehrt Einfamilienhäuser zu finden sind. Der Bauplatz liegt entlang der Angerstruktur und befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Gemeindeamt, der Salzgrotte, der Feuerwehr, sowie zu einem Park und einer Fahrradstation des ÖAMTC. Auch Gastronomie findet man in unmittelbarer Nähe, wie das Steakhouse Ladich und das Restaurant Landhaus. Folgt man der Hauptstraße Richtung Süden, kommt man zu einer Bank, der Post und weiteren Einzelhandelseinrichtungen. Die unterschiedlichen Nutzungen der Umgebung lassen auf ein hohes Synergiepotential am Bauplatz schließen.[7]



- 📍 **Verortung Kirchenplatz**
- 📍 **Verortung umliegende Gebäude**
- ▶ **Straßenverkehrsrichtung**
- **Angerstruktur**

Abb. 8: Mikrolage, Twinmotion 2022 1.2. (Epic Games, USA), Karoline Meixner, 2022

[7] vgl. Google LLC, Parndorf *Google Maps*, 10.12.2022, Website <https://www.google.com/maps/place/Parndorf/>

Fotos Kirchenplatz



Abb. 9: Foto, Smartphone, Karoline Meixner, 2022



Abb. 10: Foto, Smartphone, Bibiana Meixner, 2022

Fotos Kirchenplatz



Abb. 11: Foto, Smartphone, Bibiana Meixner, 2022



Abb. 12: Foto, Smartphone, Bibiana Meixner, 2022

Fotos Kirche



Abb. 13: Foto, Smartphone, Bibiana Meixner, 2022

24

Fotos Kirche



Abb. 14: Foto, Smartphone, Bibiana Meixner, 2022

25

Fotos Kirche



Abb. 15: Foto, Smartphone Bibiana Meixner, 2022

26

Fotos Kirche



Abb. 16: Foto, Smartphone, Bibiana Meixner, 2022



Abb. 17: Foto, Smartphone, Bibiana Meixner, 2022

27

Drohnenfotos



Abb. 18: Drohnenfoto, *Johann Maszl*, Archiv



Abb. 19: Drohnenfoto, *Johann Maszl*, Archiv

Drohnenfotos



Abb. 20: Drohnenfoto, *Johann Maszl*, Archiv

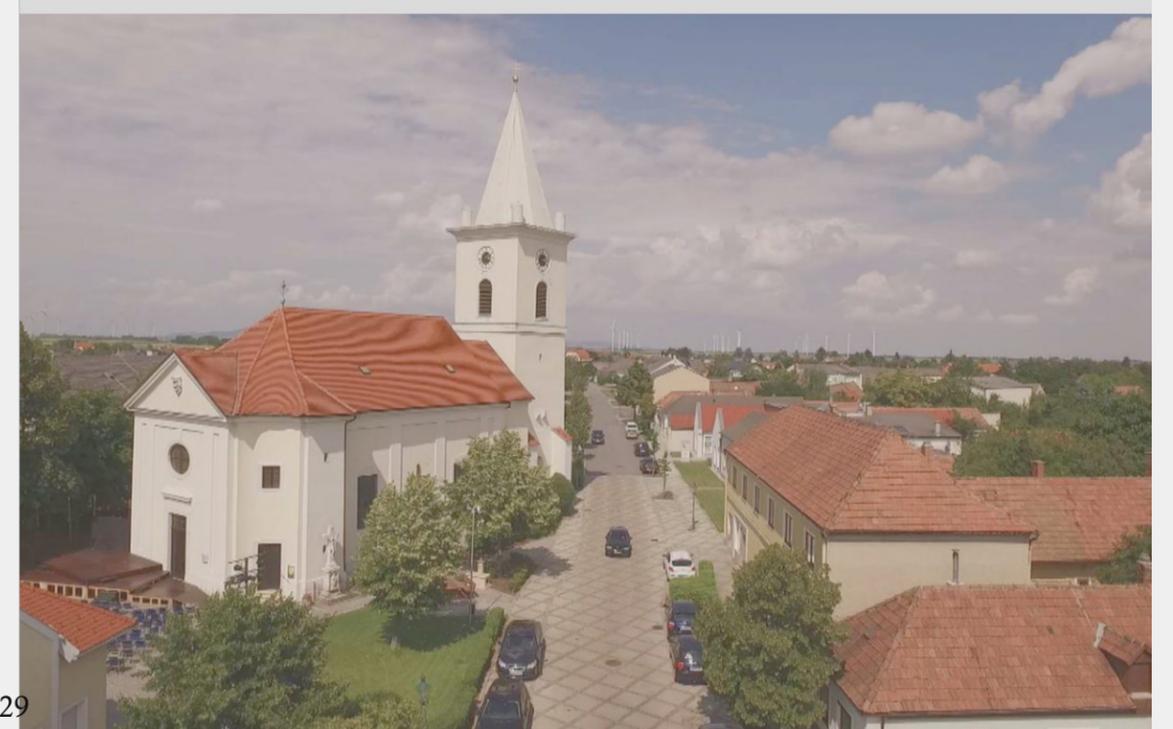


Abb. 21: Drohnenfoto, *Johann Maszl*, Archiv

Umgebung Kirchenplatz



Abb. 22: Foto, Smartphone, Karoline Meixner, 2022



Abb. 23: Foto, Smartphone, Karoline Meixner, 2022

Umgebung Kirchenplatz



Abb. 24: Foto, Smartphone, Karoline Meixner, 2022

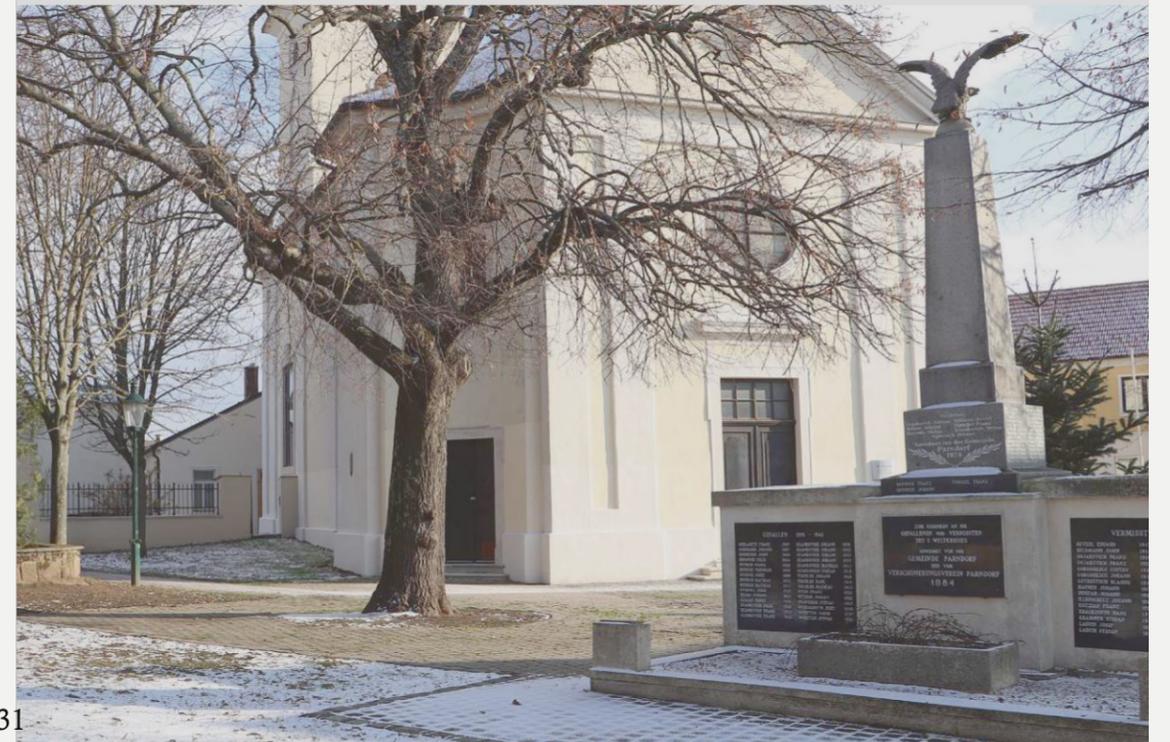


Abb. 25: Foto, Smartphone, Karoline Meixner, 2022

Nutzungen am Bauplatz

Die Nutzungen am Kirchenplatz sind vielfältig. Der Platz dient vor allem dem sozialen Zusammenkommen der Gemeinde. Bei bestimmten Festivitäten werden Tische am Kirchenplatz oder Punschhütten im Pfarrpark aufgestellt, um Essen und Getränke bereitzustellen. Der Platz wird ganzjährig genutzt, meist unabhängig vom Wetter.

Finden keine Veranstaltungen am Kirchenplatz statt, so wird dieser nur nach kirchlichen Messfeiern fürs kurze Zusammenkommen der Kirchenbesucher genutzt.

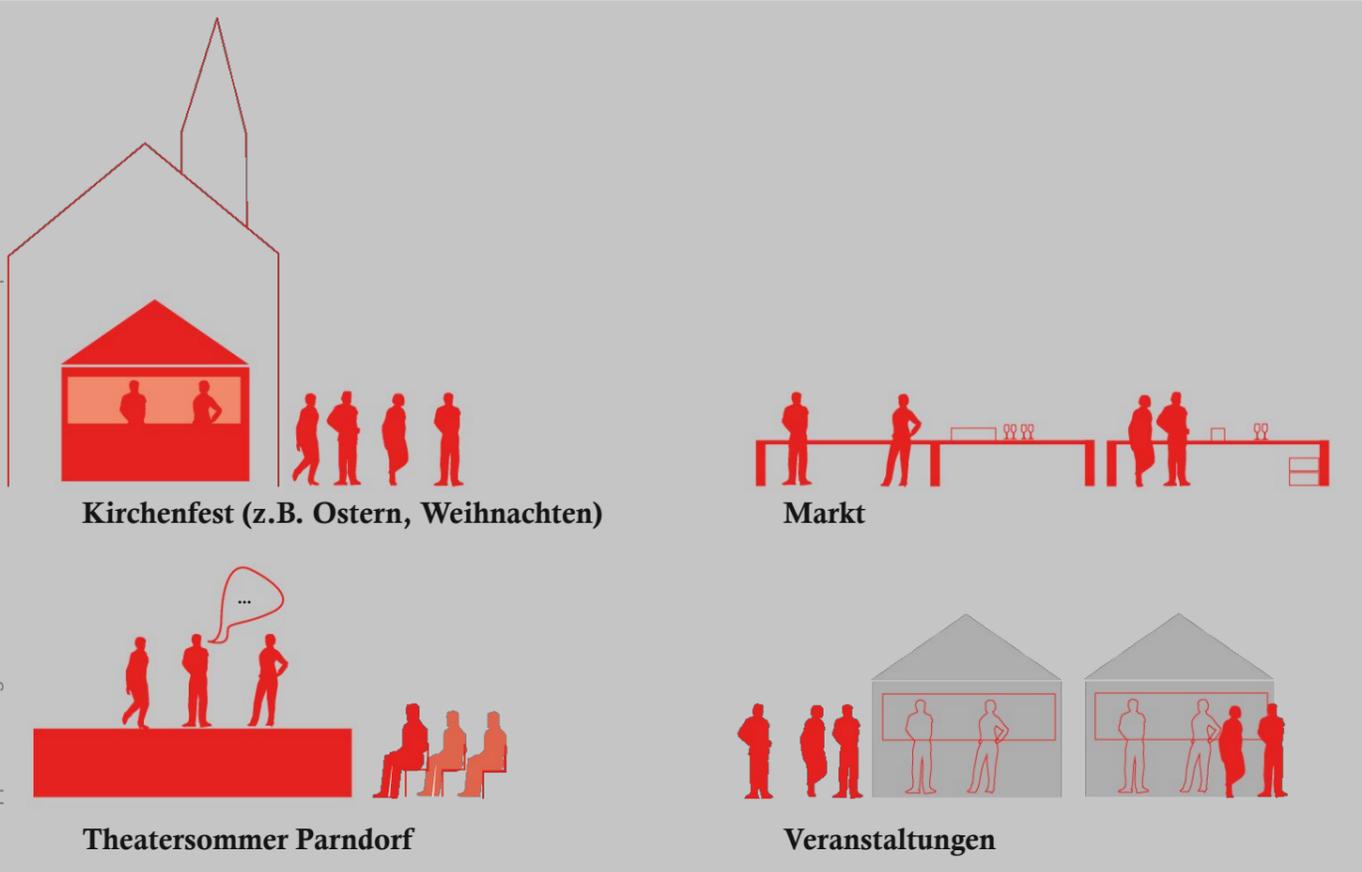


Abb. 26: Grafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Nutzungen am Bauplatz

01 Theatersommer Parndorf

Die erste Nutzung ist eine sich jährlich wiederholende Veranstaltung namens *Theatersommer Parndorf*. Jeden Sommer werden unterschiedliche Theaterstücke mit bekannten Künstlern aufgeführt. Hierzu zählen Theaterstücke wie *der Jedermann*, *das Kaffeehaus*, *der Verschwender* oder *ein Sommernachtstraum*. Die Bühne für das Theater besteht aus einer adaptierbaren Holzbühne, die zwischen Kirche und Bäumen aufgebaut wird. Die Bühne selbst hat meist keine umschließenden Wände, sondern nur Trennelemente für die unterschiedlichen Szenen. Für die Zuschauer stehen im Pfarrpark Tische bereit für die kulinarische Versorgung während der Pause.[6] [8]

02 Konzerte und Feste

Die zweite Nutzung lässt sich in Konzerte und Feiern gliedern. Mehrmals im Jahr werden Tamburizzakonzerte oder andere Musikkonzerte am Platz gespielt. Hierfür wird entweder direkt auf Sitzplätzen gespielt oder wiederum auf der Holzbühne. Je nach Konzert gibt es für die Zuseher Sitzplätze oder nur Stehplätze. Bei Festen wie u.a. dem jährlichen Laternenfest der Volksschule Parndorf wird der gesamte Kirchenplatz zum Schauplatz. Lehrer, Schüler, Eltern und Zuseher kommen am Platz zusammen, verteilen sich über den gesamten Platz und singen die dazugehörigen Lieder.

03 Märkte (u.a. Bauernmarkt)

Die dritte Nutzung bezieht sich auf Märkte, die im Ort des Öfteren stattfinden. Märkte wie beispielsweise ein Bauernmarkt oder ein kleiner Christkindlmarkt. Meist werden kleine Punschhütten oder Tische aufgestellt und dienen den Ausstellern als Ablage für ihre Güter. Den Nutzern des Marktes ist es freigestellt, wie sie sich bewegen. Auch hier gibt es keine Sitzplätze oder Aufenthaltsorte.

04 Kirchliche Feierlichkeiten

Die vierte Nutzung behandelt kirchliche Festivitäten wie u.a. Osterfeierlichkeiten, Weihnachtsfeiern, Erstkommunion, Firmungen, Hochzeiten und Glockenweihen. Diese Feiern finden meist direkt nach einem kirchlichen Gottesdienst statt. Auch hier werden Tische vor der Kirche aufgebaut, um Verpflegung bereitzustellen.



Abb. 27: Foto, Smartphone, Karoline Meixner, 2022

die Kirche

Architektur der Kirche

Die barocke Kirche *Hl. Ladislaus* wurde nach Plänen Johann Lucas von Hildebrandt 1716-1718 mit Einbindung des romanischen Vorgängerbaus errichtet.[9]

Im Zuge von Restaurierungsarbeiten wurden im Inneren der Kirche Deckengemälde des Malers Johann Gfall freigelegt und anschließend restauriert. Das Gemälde zeigt die Illusion eines überkuppelten Raumes.[5]

Kirchenplatz als Kulisse

Die Agglomeration der verschieden alten Gebäudeteile zeigt die Diversität des Bauplatzes, da man auch im Außenraum ein Spiel aus diversen Materialien findet.

Der Boden besteht aus unterschiedlich farbigen Pflastersteinen, die eine Art Rasterstruktur zeigen. Umrandet mit Bäumen und Lichtakzenten am Boden wird der Kirchenplatz zu einer Art Kulisse, bei der Mensch und Architektur eins werden.

Ebenfalls am Platz befindet sich ein Kriegerdenkmal, welches auf die gefallenen Soldaten des Ersten und Zweiten Weltkrieges hinweist.[10]

Unmittelbar neben der Kirche befinden sich drei sehr alte Bäume, die im Sommer nicht nur als Schattenspender fungieren, sondern auch bei Konzerten oder Theateraufführungen in die Kulisse integriert werden. Weitere Bäume, sowie der Pfarrpark befinden sich westlich der Kirche und münden in das anschließende Pfarrheim und dazugehörigen Pfarrgarten.

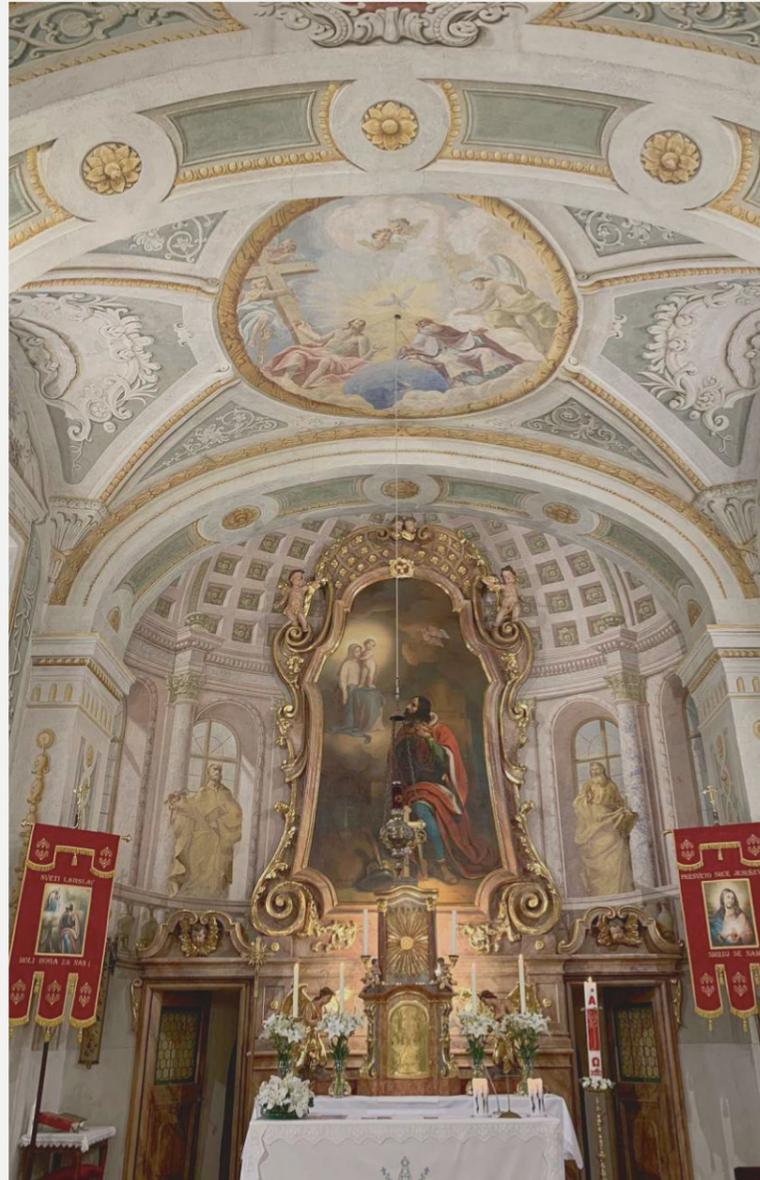


Abb. 28: Foto, Smartphone, Bibiana Meixner, 2022

die Kirche (Eingang)



Abb. 28.1.: Foto Kircheneingang mit Übermalung, Smartphone, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA) Karoline Meixner, 2022



Abb. 28.2.: Foto Kircheneingang, Übermalung, Smartphone, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA) Karoline Meixner, 2022

[5] vgl. Wikimedia Foundation Inc., *Pfarrkirche Parndorf*, 02.10.2022, Website https://de.wikipedia.org/wiki/Pfarrkirche_Parndorf

[9] vgl. rk-Pfarre Parndorf, *Parndorf/Parndorf*, 2.10.2022, Website <https://www.martinus.at/pfarre/1024/ueberunsonama>

[10] vgl. H. Wraunek, *Burgenland 3D*, , 02.10.2022, Website https://burgenland.denkmal-3d.at/parndorf_kriegerdenkmal.php

3D Scan Eingang Kirche (innen)



Abb. 28.3.: 3D Scan Kircheneingang, Polycam (Polycam Inc., USA) Smartphone, Karoline Meixner, 2022

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

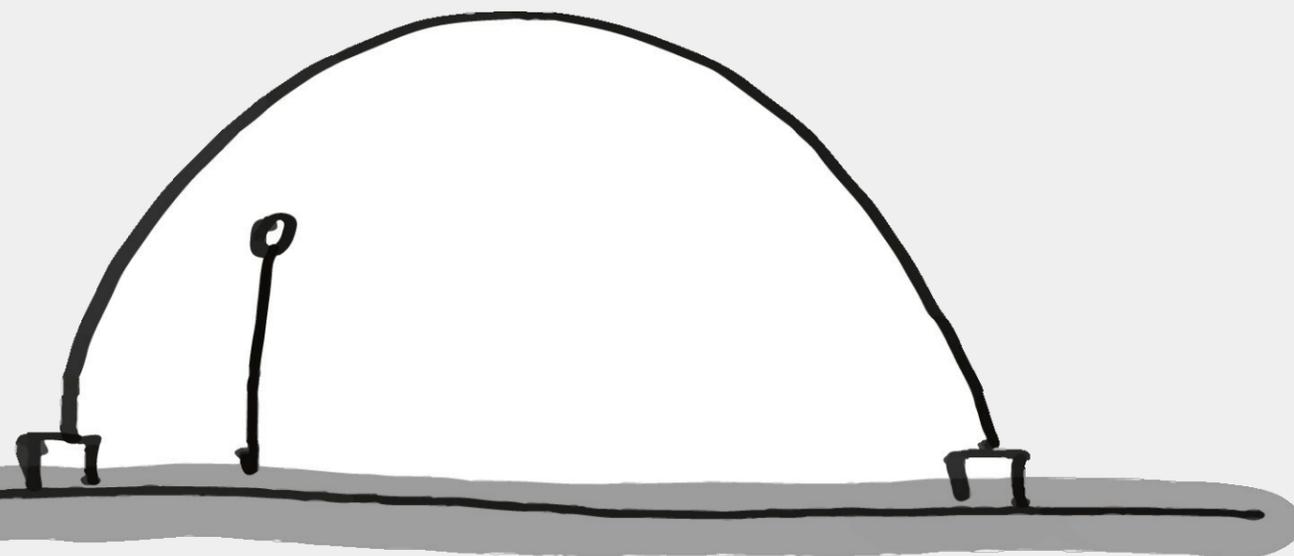


Abb. 28.4.: schematische Skizze Konzept, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022 36

Merkmale des Kirchenplatzes

Merkmale

Zusammengefasst lassen sich drei wichtige Merkmale am Bauplatz erkennen:

- der repräsentative Kirchenbau mit seiner prachtvollen Westfassade
- drei alte Bäume, sowie weitere Bäume im Pfarrpark
- das Kriegerdenkmal

Des Weiteren fällt die Rasterstruktur am Pflasterboden auf, die auf die Achsen der Kirche, sowie die Umgebung aufmerksam macht.

Rasterstruktur Boden (Draufsicht)

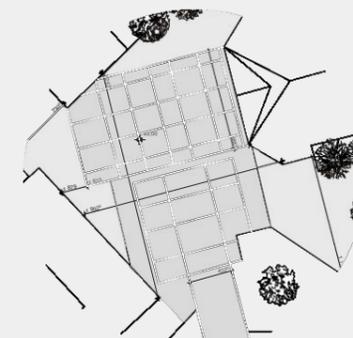


Abb. 29: Grafik, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022 (Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open-Database-Lizenz)

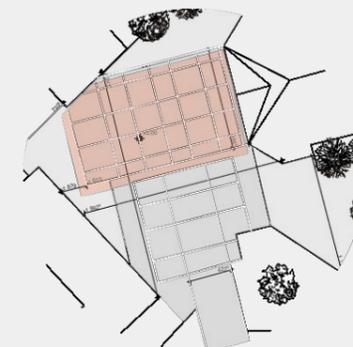


Abb. 30: Grafik, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022 (Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open-Database-Lizenz)

37

Kirche



Bäume



Denkmal



Abb. 31: Foto Kirche, Foto Bäume, Foto Denkmal, Smartphone, Bibiana Meixner, 2022

Analyse des Kirchenplatzes

Der Kirchenplatz kann in drei unterschiedliche Größen aufgeteilt werden. Je nach Nutzung und Flächenbedarf variiert die Gesamtquadratmetergröße von 157 m², über 369 m² bis hin zu 600 m². [7]

Die Rasterung der Bodenstruktur orientiert sich an den Achsen und Längen des Kirchenbaus. Die Westfassade der Kirche weist eine Länge von knapp 10m auf.

Je nach Nutzung grenzt der Platz an den Pfarrpark, das Denkmal, die Westfassade der Kirche, sowie ein Wohnhaus. Bei großflächiger Platznutzung verläuft dieser sogar bis zur Hauptstraße.

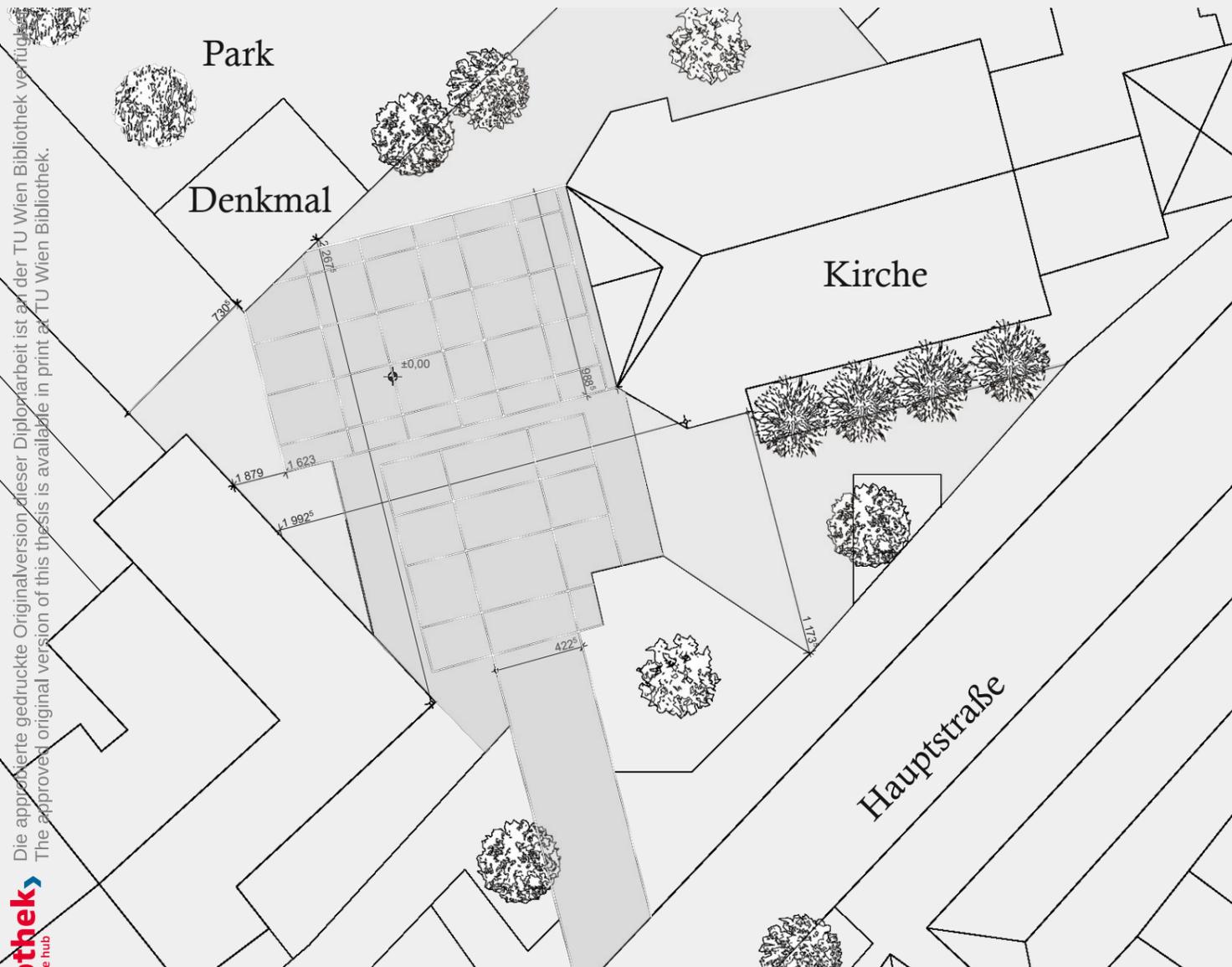
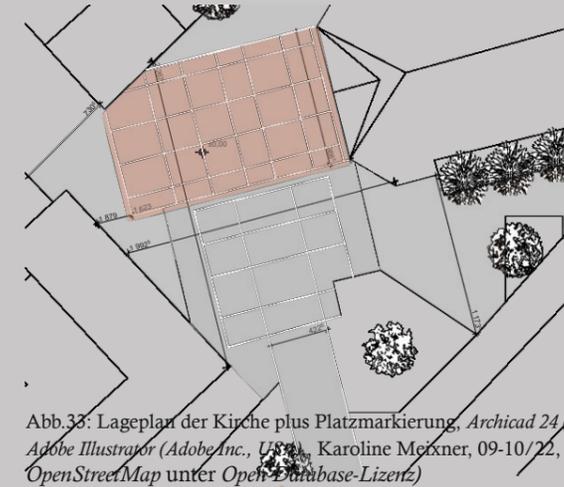


Abb.32: Lageplan der Kirche mit Platzbemaßungen und Einzeichnung der Bodenstruktur, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn) und Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 09-10/22, (Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open-Database-Lizenz)

[7] vgl., Google LLC, Hauptstraße 115, Parndorf, 10.12.2022, Website <https://www.google.com/maps/place/Parndorf/>

Analyse des Kirchenplatzes

Platz A



157 m²

Abb.33: Lageplan der Kirche plus Platzmarkierung, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn) und Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 09-10/22, (Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open-Database-Lizenz)

Platz B



601 m²

Abb.34: Lageplan der Kirche plus Platzmarkierung, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn) und Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 09-10/22, (Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open-Database-Lizenz)

Platz C



369 m²

39 Abb.35: Lageplan der Kirche plus Platzmarkierung, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn) und Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 09-10/22, (Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open-Database-Lizenz)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU BIBLIOTHEK
 Your knowledge hub
WIEN



3D Scan der Kirche

Zur besseren Veranschaulichung wurde der Kirchenplatz mittels Handscanner und dazugehöriger App *Polycam* (*Polycam Inc., USA*) eingescannt und die Daten anschließend am Computer bearbeitet. Dadurch ist eine genaue Messung des Platzes möglich, sowie die Darstellung der Fassaden- und Bodenstruktur.

Da die Fassade der Kirche zu hoch für den Handscanner war, wurde dieser Teil des Scans mit einem Foto der Fassade ergänzt.

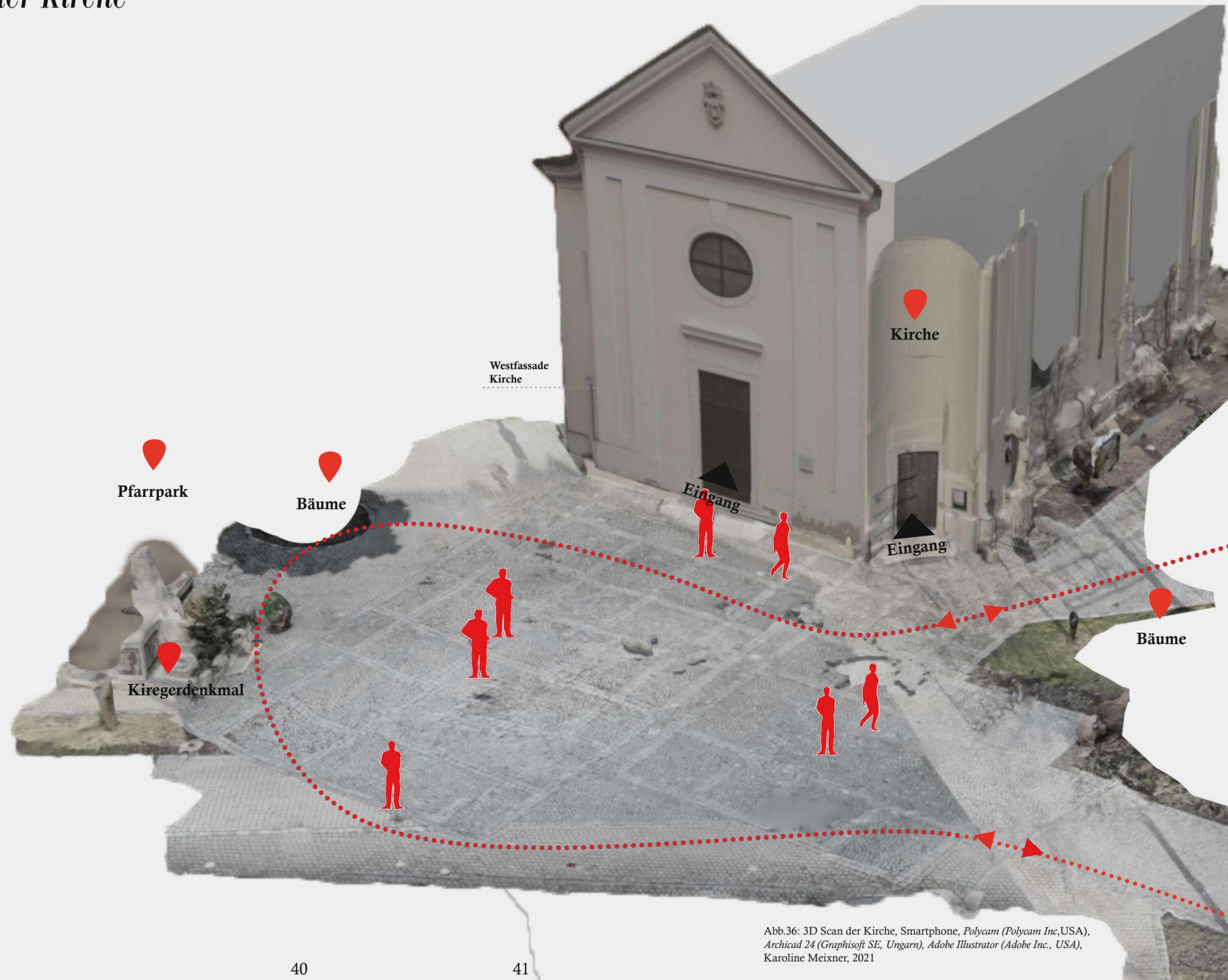
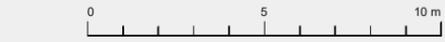
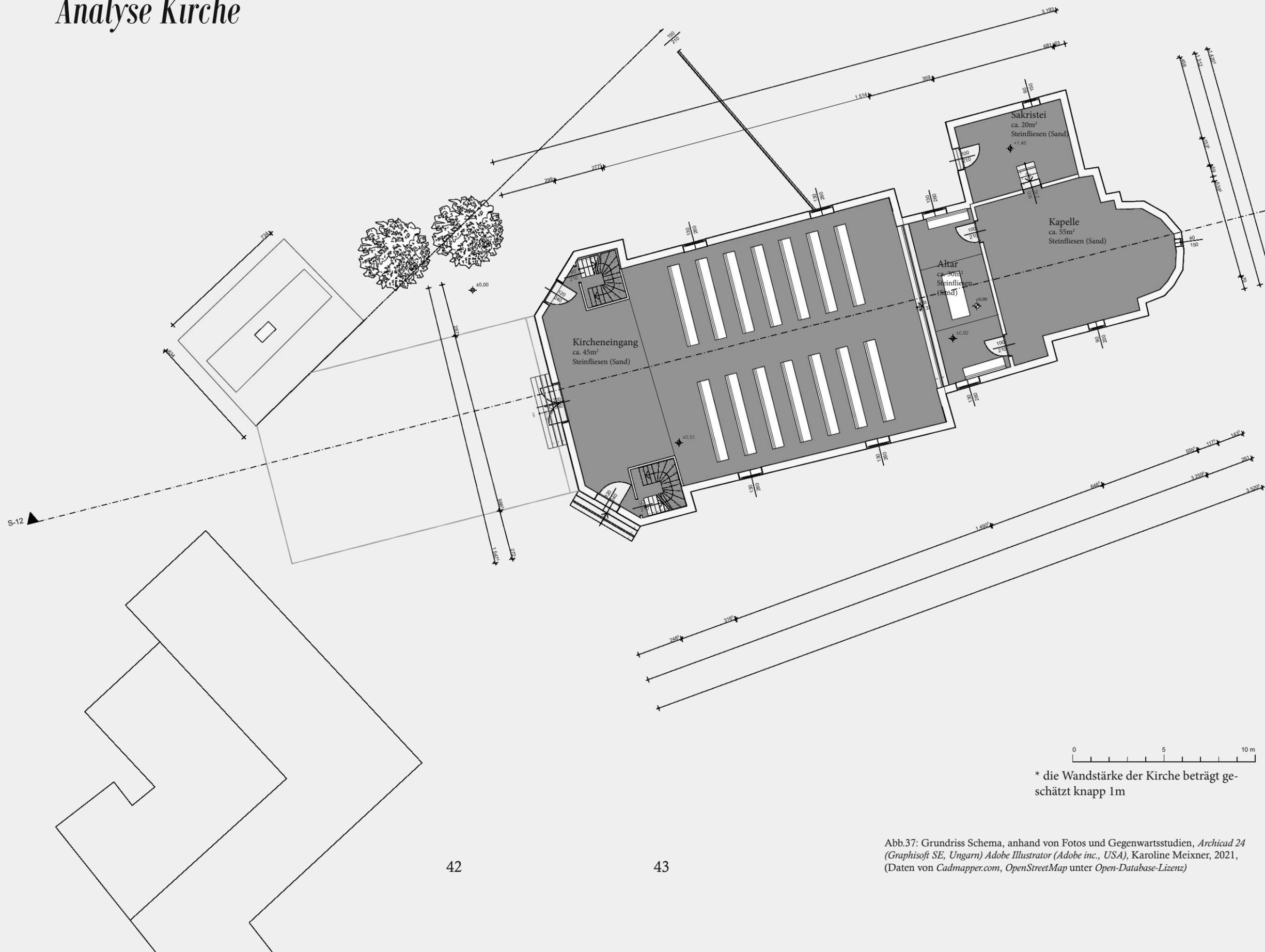


Abb.36: 3D Scan der Kirche, Smartphone, *Polycam* (*Polycam Inc., USA*), *Archicad 24* (*Graphisoft SE, Ungarn*), *Adobe Illustrator* (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2021

Schematische Analyse Kirche



* die Wandstärke der Kirche beträgt geschätzt knapp 1m

Abb.37: Grundriss Schema, anhand von Fotos und Gegenwartsstudien, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn) Adobe Illustrator (Adobe inc., USA), Karoline Meixner, 2021, (Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open-Database-Lizenz)

Schematische Analyse Kirche

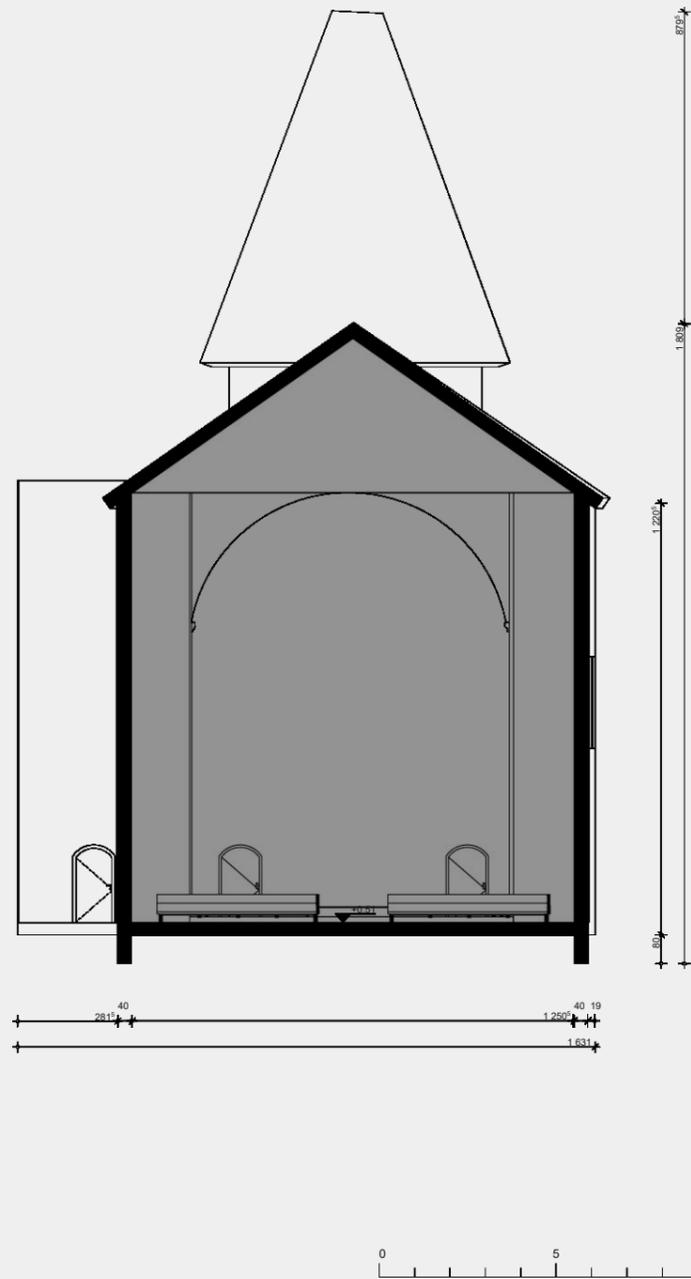


Abb.38: Schnitt Quer, anhand von Fotos und Gegenwartsstudie, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc, USA), Karoline Meixner, 2021 (Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open-Database-Lizenz)

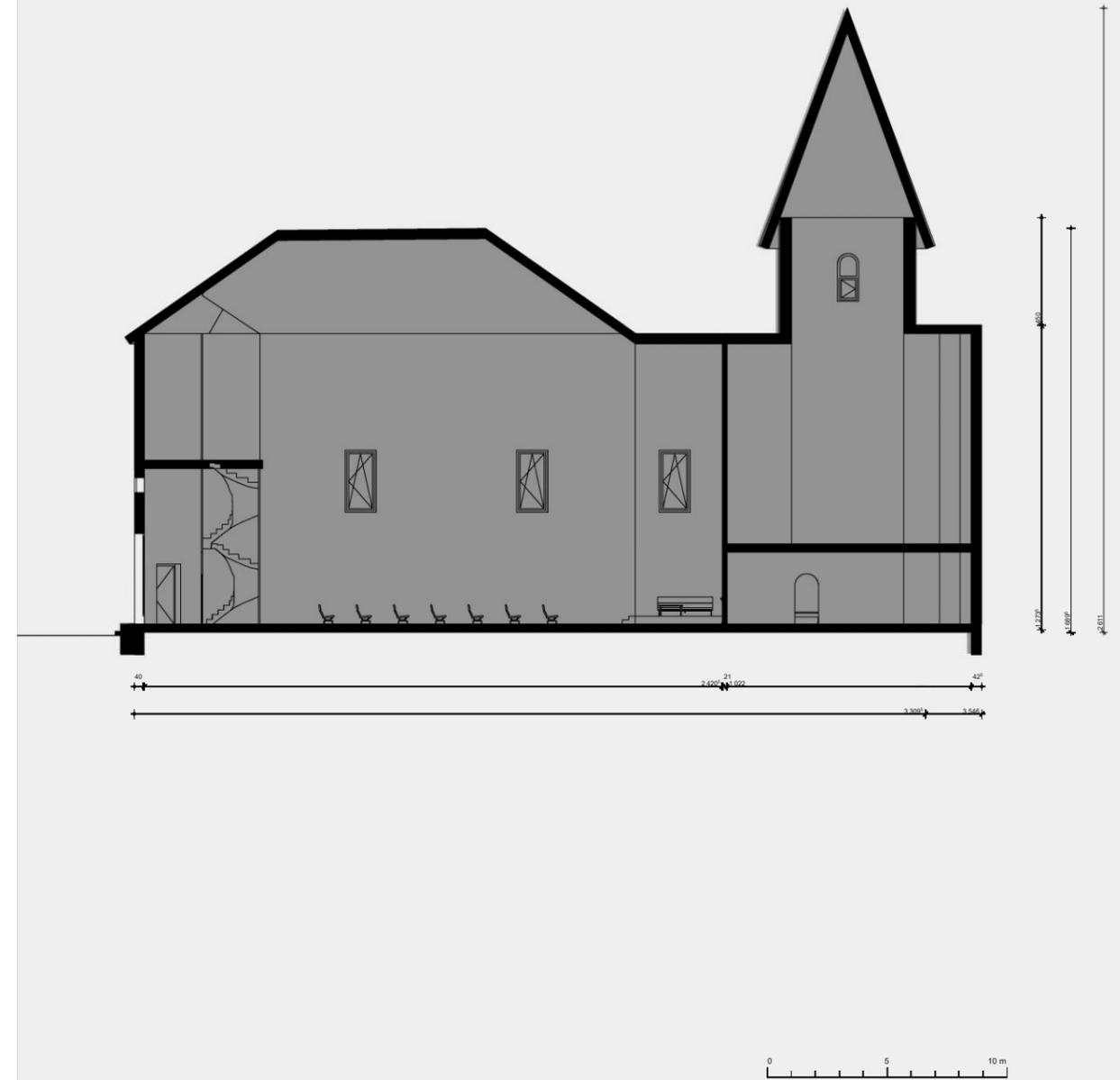


Abb.39: Schnitt Längs, anhand von Fotos und Gegenwartsstudie, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2021 (Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open-Database-Lizenz)

Lageplan

M 1:1000



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

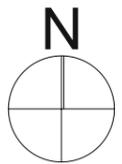


Abb.40: Lageplan, Daten aus Cadmapper.com, OpenStreetMap, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Blender (Blender Foundation, Niederlande) Karoline Meixner, 2022, (Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open-Database-Lizenz)

Lageplan

M 1:500

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

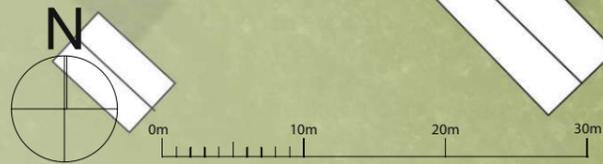


Abb.41: Lageplan. Daten aus Cadmapper.com, OpenStreetMap, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022, Blender (Blender Foundation, Niederlande), (Daten von Cadmapper.com, OpenStreetMap unter Open Database-Lizenz)

04 Methodik und Arbeitsprogramm

The at-probierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The original printed version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Abb. 42: Rendering, Twinmotion 2022 1.2.(Epic Games, USA), Blender 3.3.1. (Blender Foundation, Niederlande) Karoline Meixner, 2022



Hintergrund der Arbeit

253.F56 Master-Entwerfen 20w | Christoph Müller + Manfred Berthold Projekt „Pirouette“ von Karoline Meixner

Das Projekt *Pirouette* beschäftigte sich mit der Frage der Raumbildung anhand der Rotation einer einfachen Form am Kirchenplatz Parndorf. Als Form wurde die Schale gewählt, welche als formales Mittel galt und mit der unterschiedliche Raumvarianten inszeniert und analysiert wurden. Das Projekt spielte mit den Sichtachsen der Kirchenfassade und die des Denkmals. Das Hauptprinzip des Projektes lautete durch Rotation unterschiedlich großen Raum zu erzeugen und somit neue Raumvarianten für Nutzungen wie u.a. Theateraufführungen zu erhalten.[11]

Die Konstruktion einer sich rotierenden Kugel bestand aus einer zentralen Antriebseinheit, die entlang einer Führungsschiene zu bedienen war. Als Antriebseinheit wurden Motoren gewählt, die auch in der Bühnentechnik zu finden sind.[11]

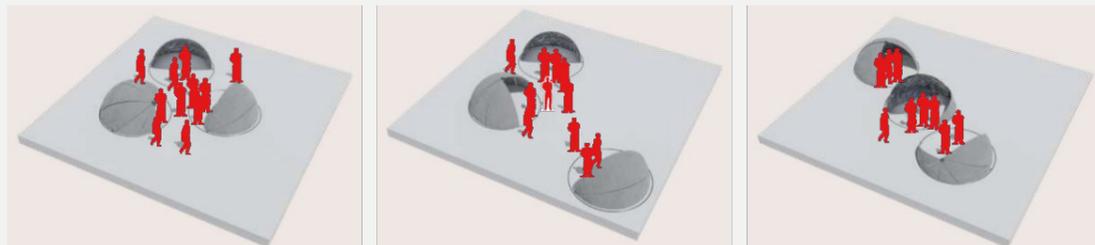


Abb.43: Raumszenarien, *Primaballerina*, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 12.02.2021

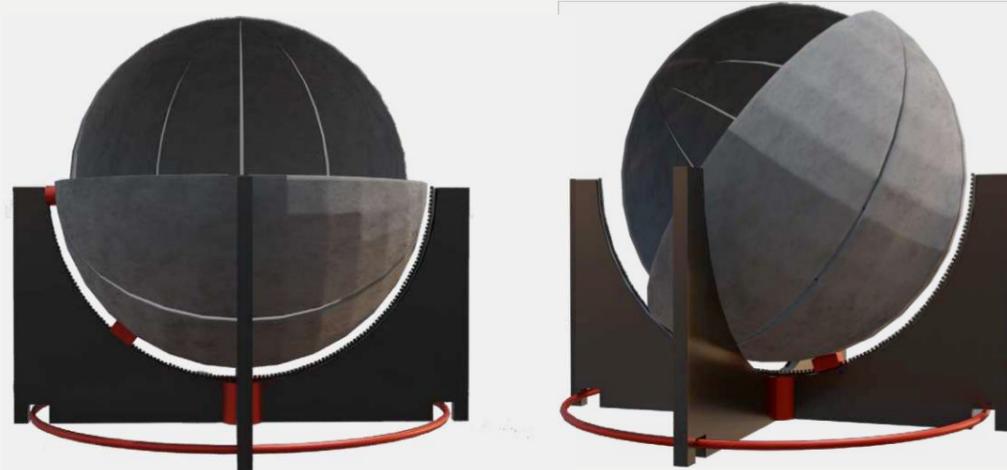


Abb. 44: Rendering, *Primaballerina*, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, Master Entwerfen reaktive Architektur WS20, 12.02.2021

Abb. 45: Rendering, *Primaballerina*, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, Master Entwerfen reaktive Architektur, 2020 WS, 12.02.2021

[11] vgl. Karoline Meixner, *Pirouette*, Master-Entwerfen reaktive Architektur (TU Wien), 2020W

Hintergrund der Arbeit

253.F56 Modul Experimenteller Hochbau 2021S | Manfred Berthold, Christoph Müller, Karl Deix, Oliver Enghardt, Jürgen Hennicke, Mladen Jadric, Carolin Lotz-Ramirez, Ines Nizic, Peter-Michael Schultes Projekt „gefaltete Pneus“ von Karoline Meixner, Ying Huang und Aya El Arnauti



Abb. 46: Rendering gefaltete Pneus, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Meixner Karoline, 19.06.2021



Abb. 47: Rendering gefaltete Pneus, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Meixner Karoline, 19.06.2021

Das Konzept des Projektes beruhte auf der Faltung einer Pneustruktur. Diese Pneustruktur bestand aus einem Element, welches sich durch Luftzufuhr unterschiedlich groß ausdehnen konnte. Durch eine Aneinanderreihung desselben Elements ergab sich eine Pneustruktur, welche diverse Nutzungsvarianten ermöglichte. Nutzungen wären u.a. Trennwände, Membrane oder adaptierbare Sitzmöbel. Der Pneu bestand aus mehreren Elementen, wie dem Innenring, der die Ausdehnung des gesamten Moleküls steuerte, sowie aus vier Pneu-Kissen, die am Innenring befestigt waren. Das Projekt wurde einerseits digital im Programm Blender erstellt und analysiert, sowie an einem 1:1 gebauten Modell studiert. Als Materialien dienten Polyethylen Folie und Luftpolsterfolie.[12]



Abb. 48: Foto, Smartphone, Aya Arnauti, 19.06.2021

53 [12] vgl. Karoline Meixner, Ying Huang, Aya Arnauti, *gefaltete Pneus*, Modul Experimenteller Hochbau (TU Wien), 2021 SS

Research

Faltung „Waterbomb Tessellation“ [13]

Untersucht wurde die sogenannte „Waterbomb Tessellation“ aus dem Buch *Twists, Tilings & Tessellation* von Robert J. Lang aus dem Jahr 2018. [13]

Die Faltung wurde mit dem Programm *Blender* (*Blender Foundation, Niederlande*) digital nachgebaut und in ein Pneu umgewandelt und vervielfältigt. Die ursprüngliche Origami Faltung sollte so abgewandelt werden, damit sie mittels Soft Robotik nachgebaut werden kann.

Es wurde die *Waterbomb Tessellation* gewählt, da diese durch ihre Struktur unterschiedlich faltbar ist. Mit Hilfe von einem YouTube Tutorial[14] wurde eine digitale Studie erstellt, bei der versucht wurde die Faltungen nachzubauen. Abbildung 49 zeigt die fertige Form, welche sich anschließend durch Abwandlungen und Veränderungen ergeben hat.[13]



Abb.49: Rendering, *Blender* (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 2022

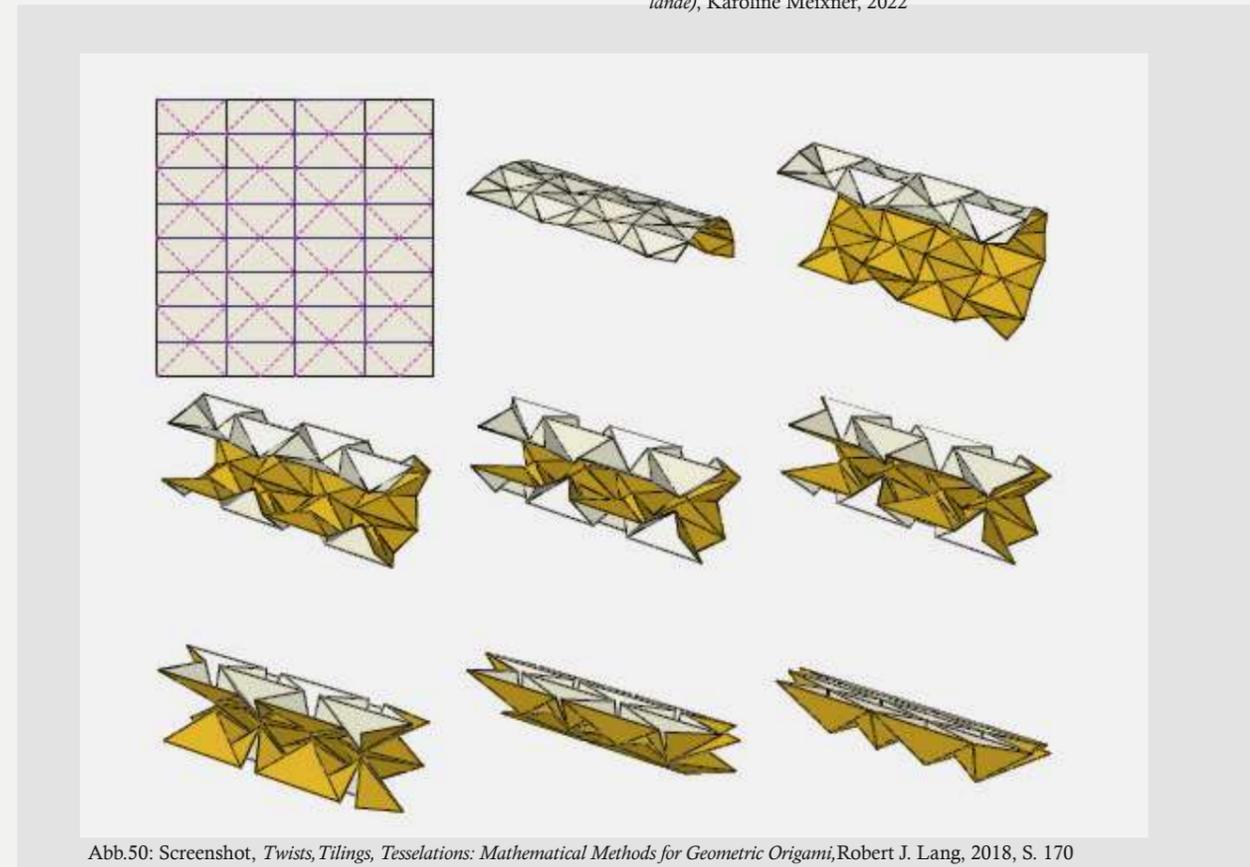


Abb.50: Screenshot, *Twists, Tilings, Tessellations: Mathematical Methods for Geometric Origami*, Robert J. Lang, 2018, S. 170

Soft Robotic Toolkit

(<https://softroboticstoolkit.com/>)

Soft Robotic Toolkit[15]

Die Website *Soft Robotic Toolkit* basiert auf Forschungsarbeiten der *Harvard University* und des *Trinity College Dublin*. Sie beinhaltet nützliche Informationen zur Thematik Soft Robotik, weitere Anleitungen, Druckdateien und Studien und ermöglicht in einem Forum den Wissensaustausch mit Anderen. Anhand dieser Informationen war es möglich erste Annäherungen zur Thematik Soft Robotik zu machen. Zu Beginn wurde mit sogenannten *PneuNets Bending Actuators* gearbeitet.[15]

Die *PneuNets Bending Actuators* wurden von *Whitesides Research Group* in Harvard entwickelt. Sie bestehen aus einzelnen Kammern, sowie Kanälen innerhalb eines Elastomers. Sobald in den Kammern Druck entsteht (z.B. durch Luft) wölben sich die Kammern auf und erzeugen somit Bewegung. [15]

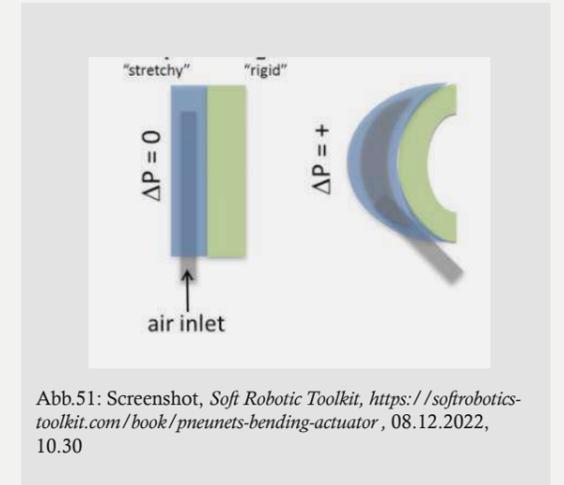


Abb.51: Screenshot, *Soft Robotic Toolkit*, <https://softroboticstoolkit.com/book/pneunets-bending-actuator>, 08.12.2022, 10.30

Die Druckdateien der jeweiligen *Actuator* findet man ebenfalls auf der Website. Somit war es möglich, die genaue Form zu drucken und mit Silikon zu füllen.[15]

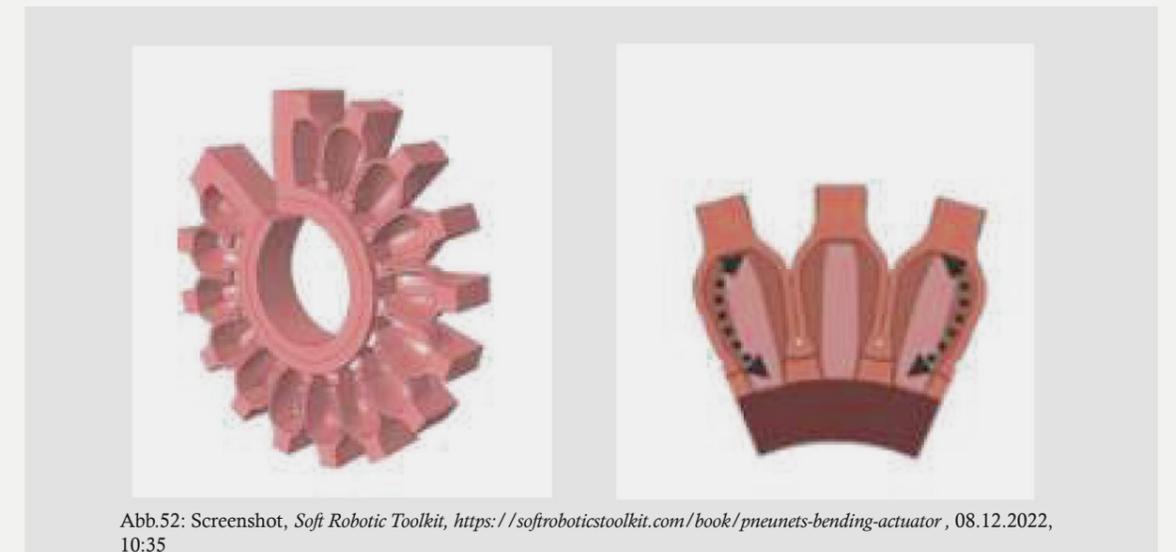


Abb.52: Screenshot, *Soft Robotic Toolkit*, <https://softroboticstoolkit.com/book/pneunets-bending-actuator>, 08.12.2022, 10:35

[13] vgl. Robert J. Lang, *Twists, Tilings, Tessellations: Mathematical Methods for Geometric Origami*, 2018, S.170

[14] vgl. Yacine3Dz, *I made My childhood favorite origami in blender* [YouTube-Video], 12.12.2021, Website <https://www.youtube.com/watch?v=Ow87g2U3qN0>

[15] vgl. Panagiotis Polygerinos, Bobak Mosadegh, Alexandre Campo, *soft robotics toolkit: PneuNets Bending Actuators*, 13.12.2022, Website <https://softroboticstoolkit.com/book/pneunets-bending-actuator>

„High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications“^[16] von Hong Kai Yap, Raye Chen-Hua Yeow, Hui Yong Ng

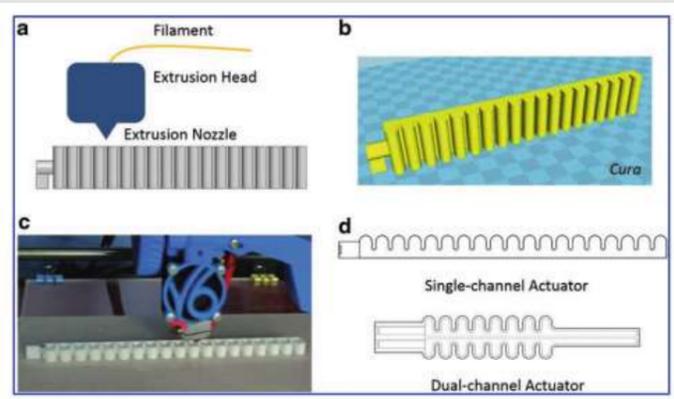


Abb.53: Screenshot, *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications*, Hong Kai Yap, Hui Yong Ng, Raye Chen-Hua Yeow, 2016, Seite 146

the inner and outer walls. This method is particularly suitable when the desired inner geometry (i.e., the design of the inner cavity) of the actuators is more complex. In this work, this method was used to print the dual-channel actuators that are able to achieve bidirectional bending movements (Fig. 3b).

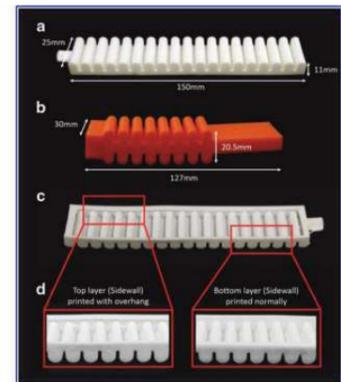


FIG. 3. Dimension of the printed (a) single-channel actuator and (b) dual-channel actuator. (c) Inner view of the single-channel actuator with base layer removed. (d) One of the sidewalls of the actuators showing printed details.

Abb.54: Screenshot, *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications*, Hong Kai Yap, Hui Yong Ng, Raye Chen-Hua Yeow, 2016, Seite 147

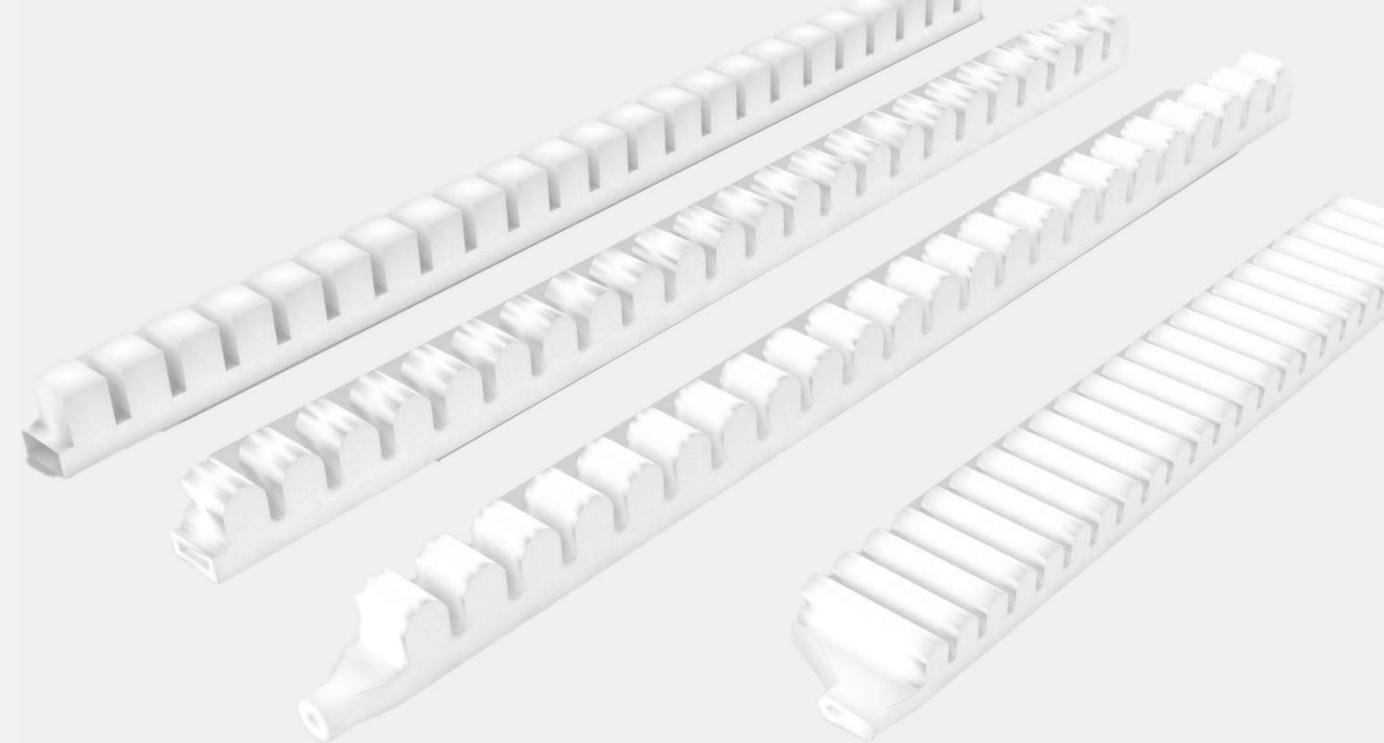


Abb.oben 55: Renderings, *Rhino 7* (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik) *Blender* (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.unten 56: Liniengrafik, *Adobe Illustrator* (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Die Forschungsarbeit *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications* von Hong Kai Yap und Raye Chen-Hua Yeow untersuchte die Möglichkeit pneumatische weiche Formen mittels 3D-Drucker zu produzieren, welche auf der *FDM-Technologie* (*Fused Deposition Modeling*) basieren. Sie untersuchten Materialeigenschaften des Druckmaterials, simulierten das mechanische Verhalten der gedruckten Aktuatoren und spezifizierten die Aktuatoren in Bezug auf u.a. ihre Biegefähigkeit und Haltbarkeit.^[16]

Anhand dieser Forschungsarbeit war es möglich ein Modell in *Blender* (*Blender Foundation, Niederlande*) nachzumodellieren und dieses anschließend mittels Kompressors aufzublasen. Die Maße des Elements, sowie Wandstärke wurden nur grob übernommen und anschließend im Programm abgewandelt und auf das Konzept umgeformt.

In weiterer Folge wurde ein eigenes Finger-Element erstellt, welches aus dem ersten Entwurf resultiert.

[16] vgl. Hong Kai Yap, Hui Yong Ng, Chen-Hua Yeow, *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications*, 2016, S.144-156

Silikon und PLA Schalung

Soft Robotics Toolkit Druckdatei [15]

<https://softroboticstoolkit.com/>

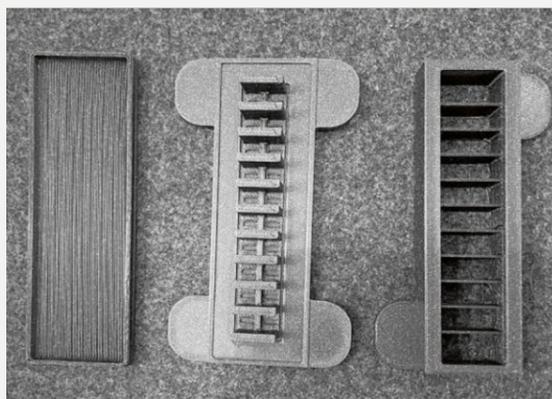


Abb.57: Foto, Druckdatei von *Soft Robotic Toolkit* [15], Material PLA Prusament, Smartphone, Karoline Meixner, 2021



Abb.58: Foto, Druckdatei von *Soft Robotic Toolkit* [15], Material PLA Prusament, Smartphone, Karoline Meixner, 2021



Abb.59: Foto, Druckdatei von *Soft Robotic Toolkit* [15], Material Ecoflex 00-30 und PLA Prusament, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Material Füllung:

Ecoflex™ 00-30 [17]

Mischungsverhältnis 1A:1B,
bei Raumtemperatur getrocknet

Material Schalung:

Prusament PLA [18], Farbe: Galaxy Black
1,75 mm

Form der Schalung:

heruntergeladen unter *Soft Robotics Toolkit* unter
https://softroboticstoolkit.com/_115/

Die Druckdatei wurde heruntergeladen, in *Blender* geöffnet, weiter in *PrusaSlicer* [24] geladen, um die Druckdatei für den 3D Druck umzuwandeln. Anschließend wurde die Schalung gedruckt und mit *Ecoflex 00-30* [17] gefüllt.



Abb.60: Foto MIT Finger von *Soft Robotic Toolkit* [15], Material Ecoflex 00-30, Smartphone, Karoline Meixner, 2021



Abb.61: Fotos, Silikonform von *Soft Robotic Toolkit* [15], Material Ecoflex 00-30, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

[15] vgl. Panagiotis Polygerinos, Bobak Mosadegh, Alexandre Campo, *soft robotics toolkit: PneuNets Bending Actuators*, 13.12.2022, Website <https://softroboticstoolkit.com/book/pneunets-bending-actuator>

[17] vgl. Smooth-On, Inc., Ecoflex™ Series, 12.12.2021, Website <https://www.smooth-on.com/product-line/>

[18] vgl. Prusa Research a.s., Original Prusa MINI+, Prusament PLA Prusa Galaxy Black, 15.12.2021, Website, <https://www.prusa3d.com/de/produkt/prusament-pla-prusa-galaxy-black-1kg-refill/>

[24] vgl. Prusa Research a.s., PrusaSlicer, 15.12.2021, Website, https://www.prusa3d.com/de/page/prusaslicer_424/

Silikon und PLA Schalung

Jellyfish Schale von Jono Sanders [19] [20]

<https://youtu.be/VMKFzP-wVIY>

<https://www.jonosanders.com/product/building-a-soft-robotic-jellyfish/>

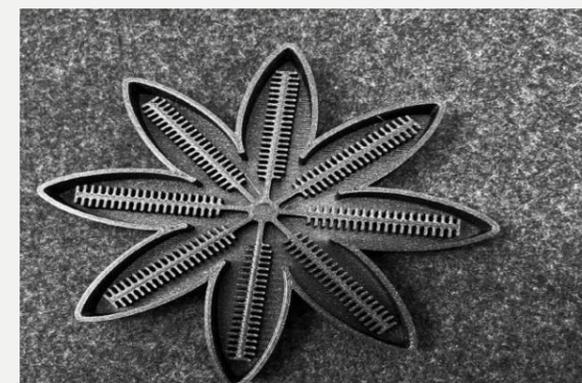


Abb.62: Foto Jellyfish Nachstellung von Jono Sanders (Schalung), Material PLA, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

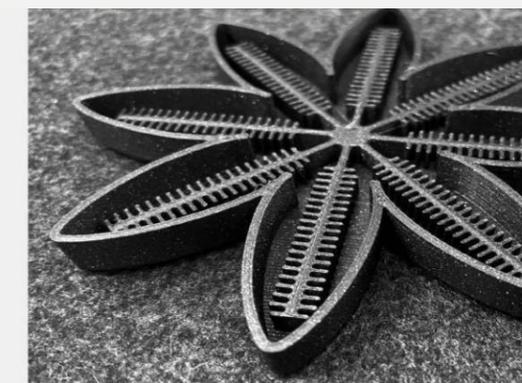


Abb.63: Foto Jellyfish Nachstellung von Jono Sanders (Schalung), Material PLA, Smartphone, Karoline Meixner, 2021



Abb.64: Foto Jellyfish Nachstellung von Jono Sanders (Schalung und Silikonfüllung), Material PLA, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Material Schalung:

Prusament PLA [18], Farbe: Galaxy Black,
1,75 mm

Material Füllung:

Ecoflex 00-30 [17]

Mischungsverhältnis 1A:1B

Form der Schalung: *Jellyfish Schale* von Jono Sanders, heruntergeladen unter <https://www.jonosanders.com/product/building-a-soft-robotic-jellyfish/> [19]



Abb.65: Foto Jellyfish Nachstellung von Jono Sanders, Material Ecoflex 00-30, Smartphone, Karoline Meixner, 2021



Abb.66: Foto Jellyfish Nachstellung von Jono Sanders, Material Ecoflex 00-30, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

[17] vgl. Smooth-On, Inc., Ecoflex™ Series, 12.12.2021, Website <https://www.smooth-on.com/product-line/>

[18] vgl. Prusa Research a.s., Original Prusa MINI+, Prusament PLA Prusa Galaxy Black, 15.12.2021, Website, <https://www.prusa3d.com/de/produkt/prusament-pla-prusa-galaxy-black-1kg-refill/>

[19] vgl. Jono Sanders, *Jellyfish Schale*, 17.12.2021, Website <https://www.jonosanders.com/product/building-a-soft-robotic-jellyfish/>

[20] vgl. Jono Sanders, *How to make a soft robotic jellyfish*, 01.12.2021, Website <https://youtu.be/VMKFzP-wVIY>

Ecoflex™ 00-30^[17] vs. Prusament PLA^[18]

Ecoflex™ 00-30^[17]

Die Firma *Smooth-On* beschreibt *Ecoflex™-Kautschuke* als Silikone die sehr weich, dehnbar und flexibel sind. Das Material lässt sich auseinanderziehen und zieht sich nach Beanspruchung ohne Verformung wieder zusammen. Beim Herstellungsverfahren hat Ecoflex 00-30 eine geringe Viskosität und lässt sich somit gut vermischen. Des Weiteren soll das Material bei einer Raumtemperatur von 23 °C gelagert und angewendet werden. Ecoflex 00-30 besteht aus zwei Komponenten und soll laut *Smooth-On* beim Herstellungsverfahren nach einem Mischungsverhältnis von 1A:1B gemischt werden.^[17]

Eigenschaften laut Herstellerseite:^[17]

- weich, dehnbar, flexibel
- reversibel
- Aushärtungszeit 4 Stunden
- Farbe: Translucent
- Zugfestigkeit: 200 psi
- Shore-Härte 00-30
- Viskosität (gemischt) 3,000 cps

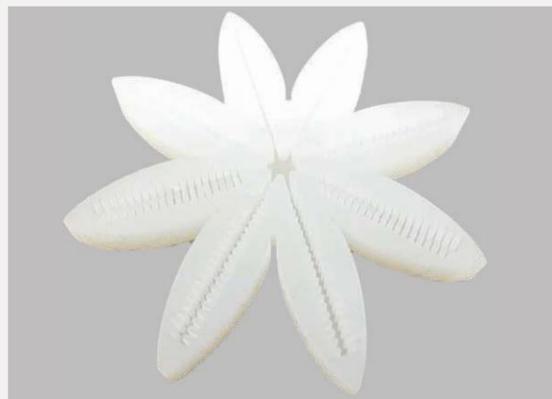


Abb.67: Foto Ecoflex 00-30 Jellyfish Jono Sanders, Smartphone, Karoline Meixner

Prusament PLA^[18]

Laut des Herstellers sollte die optimale Düsen-temperatur bei 215 °C liegen, das Heizbett bei 50-60 °C. PLA schmilzt schon bei einer Temperatur von 175 °C und kann über den Schmelzpunkt mehrmals erhitzt werden. Es ist ein hartes Material und kann allerdings durch seine Sprödigkeit schnell splintern.^[18]

Eigenschaften laut Herstellerseite:^[18]

- geringe Temperaturbeständigkeit
- schmilzt bei 175 °C
- spröde
- geringe UV-Beständigkeit
- nicht für den Außeneinsatz geeignet
- biologisch abbaubar



Abb.68: Foto, Druckdatei von *Sofi Robotic Toolkit*^[15], Material PLA Prusament, Smartphone ,Karoline Meixner, 2021

Was ist beim Herstellen zu beachten?

Zusammenfassend sind laut der Hersteller folgende Punkte zu beachten^[17] ^[18]

a. Druck: Filament soll luftdicht verpackt sein und nur für den 3D Druck aus der luftdichten Verpackung genommen werden

b. Druck: richtige Druckeinstellungen verwenden (Düsentemperatur 215 °C, Heizbett 50-60 °C)

c. Silikon: Mischungsverhältnis beachten

d. Silikon: Messbecher und Mischbecher verwenden

e. Silikon: Einweghandschuhe verwenden

f. Unterlage verwenden, um Boden zu schützen

g. *Ecoflex*^[17] bei einer Raumtemperatur von 23 °C lagern

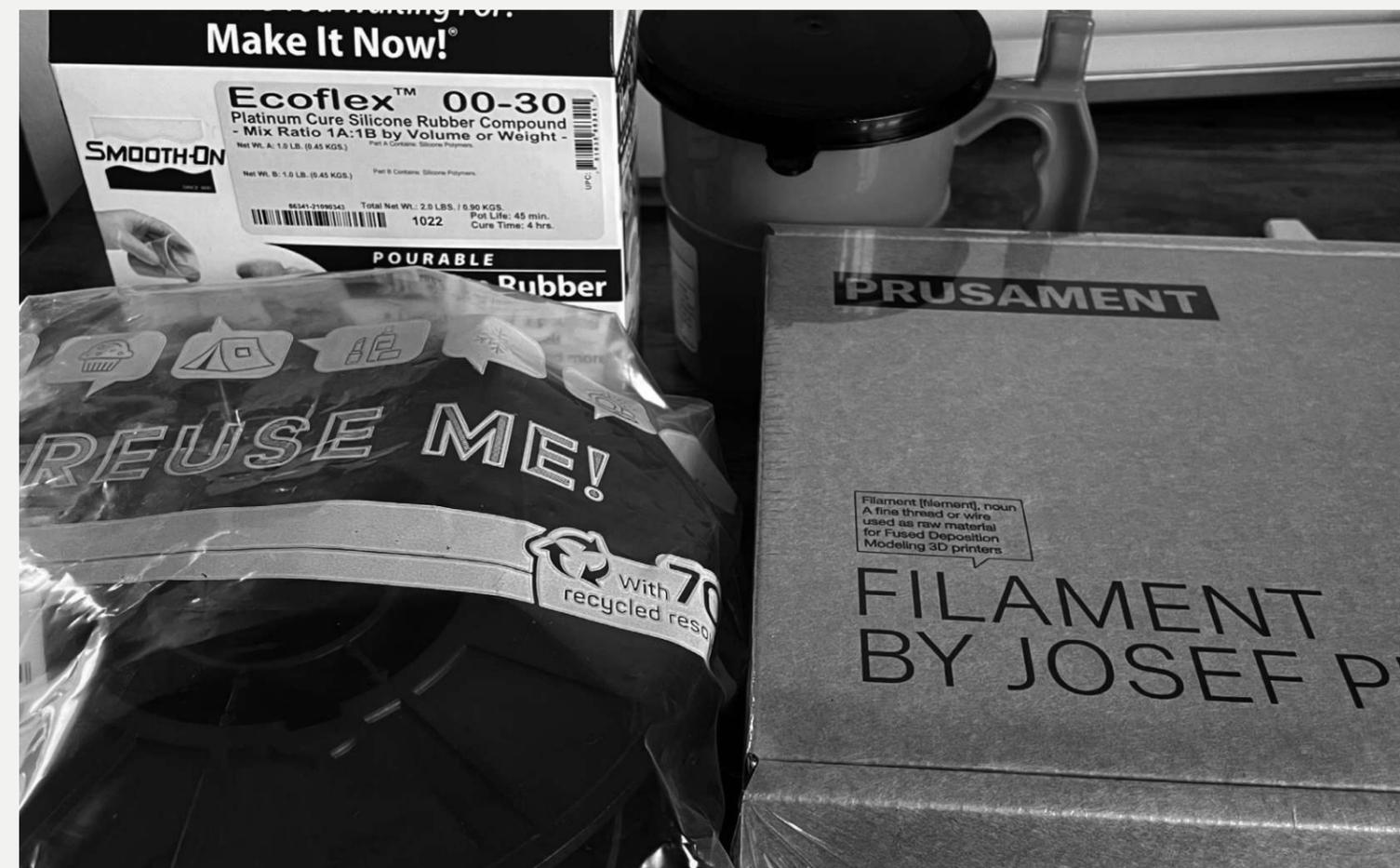


Abb.69: Foto, Materialien und Zubehör, Smartphone ,Karoline Meixner, 2022

[17] vgl. Smooth-On, Inc., Ecoflex™ Series, 12.12.2021, Website <https://www.smooth-on.com/product-line/>

[18] vgl. Prusa Research a.s., Original Prusa MINI+, Prusament PLA Prusa Galaxy Black, 15.12.2021, Website, <https://www.prusa3d.com/de/produkt/prusament-pla-prusa-galaxy-black-1kg-refill/>

[17] vgl. Smooth-On, Inc., Ecoflex™ Series, 12.12.2021, Website <https://www.smooth-on.com/product-line/>

[18] vgl. Prusa Research a.s., Original Prusa MINI+, Prusament PLA Prusa Galaxy Black, 15.12.2021, Website, <https://www.prusa3d.com/de/produkt/prusament-pla-prusa-galaxy-black-1kg-refill/>

Thermoplastisches Polyurethan (TPU)

[22]

NinjaFlex 85A (TPU)[22]

Thermoplastisches Polyurethan ist ein flexibles Elastomer. Es zeichnet sich durch Beständigkeit, Schlag-, sowie Abriebresistenz aus. Verwendung findet TPU in verschiedenen Bereichen wie z.B. die Automobilindustrie oder in der Modebranche.[21]

Für das Konzept wurde mit *NinjaFlex* der Firma *NinjaTek* mit einer Shore Härte von 85A gearbeitet. Der Hersteller beschreibt das Material als flexibel, chemisch resistent und langlebig. Die Düsentemperatur sollte zwischen 225°C – 250°C betragen, das Heizbett eine Temperatur von 50°C. Am Heizbett sollte eine Klebeschicht (z.B. Tixo) angebracht werden, da das Material sonst am Heizbett kleben bleiben könnte.[22]

Eigenschaften laut Hersteller: [22]

- flexibel
- langlebig
- chemisch resistent
- Zugfestigkeit, Streckgrenze: 580 psi (4 Mpa)
- Zugfestigkeit, Ultimate: 3,700 psi (26 Mpa)
- Härte: 85 Shore A
- Schmelztemperatur: 216° C



Abb.70: Foto, TPU Finger-Elemente, Smartphone ,gedruckt mittels 3D Drucker, Karoline Meixner, 2021-2011

[21] vgl. Sandra S., *TPU als Material für den 3D-Druck*, 3Dnatives SAS, 02.12.2022, Website <https://www.3dnatives.com/de/was-sie-ueber-tpu-beim-3d-druck-wissen-sollten/>

[22] vgl. Fenner Precision Polymers, *NinjaFlex 3D Printer Filament (85A)*, 13.12.2022, Website <https://ninjatek.com/shop/ninjaflex/>

Thermoplastisches Polyurethan (TPU)

[22]

Um das Material eigenständig auf Robustheit gegen Wasser und Feuer zu testen, wurden zwei Prüfungen mit einem gedruckten Stück TPU (*NinjaFlex 85A* [22]) durchgeführt.

Das Material zeigte eine hydrophobe Eigenschaft. Es diffundierte keine Feuchtigkeit durch das Material durch.

Bei der Feuerprobe mittels Feuerzeug und demselben Stück TPU, zeigte sich jedoch, dass das Material entflammbar ist und bei hoher Temperatur wieder schmilzt.

Da sich Materialien stetig neu verbessern und erforscht werden, wird davon ausgegangen, dass es aufgrund der vielversprechenden Eigenschaften in Zukunft TPU mit Brandschutzmittel geben könnte.

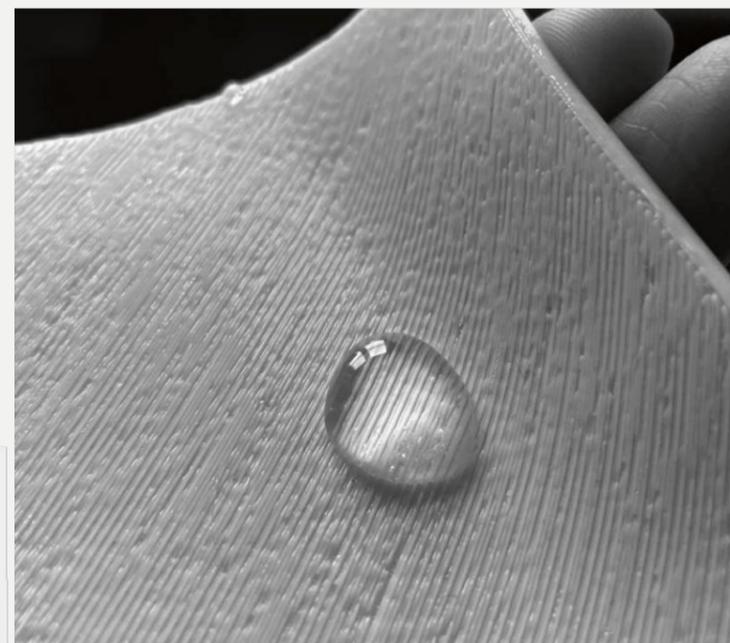


Abb.71: Foto Probe auf Wasserdichtheit, Smartphone, Karoline Meixner, 2022



Abb.72: Foto Probe auf Entflammbarkeit, Smartphone, Karoline Meixner, 2022

[22] vgl. Fenner Precision Polymers, *NinjaFlex 3D Printer Filament (85A)*, 13.12.2022, Website <https://ninjatek.com/shop/ninjaflex/>

TPU und Silikon als Komposit



Abb.73: Fotos getrocknetes Silikon mit TPU, Smartphone, Karoline Meixner, 2022



Es besteht die Möglichkeit TPU mittels Silikon zu verbinden. Somit wäre es möglich, die einzelnen Finger-Elemente zu einer Fläche miteinander zu verbinden.

Ein Komposit aus Silikon und TPU würde vor allem auf Grund der Flexibilität in Frage kommen.

Bei den Abbildungen handelt es sich um 3D-gedruckte Finger-Elemente aus *NinjaFlex 85A*^[22], welche mittels *Ecoflex 00-30*^[17] übergossen worden sind.

Abb.74: Foto getrocknetes Silikon mit TPU, Smartphone, Karoline Meixner, 2022

[17] vgl. Smooth-On, Inc., Ecoflex™ Series, 12.12.2021, Website <https://www.smooth-on.com/product-line/ecoflex/>

[22] vgl. Fenner Precision Polymers, *NinjaFlex 3D Printer Filament (85A)*, 13.12.2022, Website <https://ninjatek.com/shop/ninjaflex/>



Abb.75: Fotos getrocknetes Silikon mit TPU, Smartphone, Karoline Meixner, 2022

kinematische Finger nachgebaut

anhand „High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications“ [16]

von Hong Kai Yap und Raye Chen-Hua Yeow

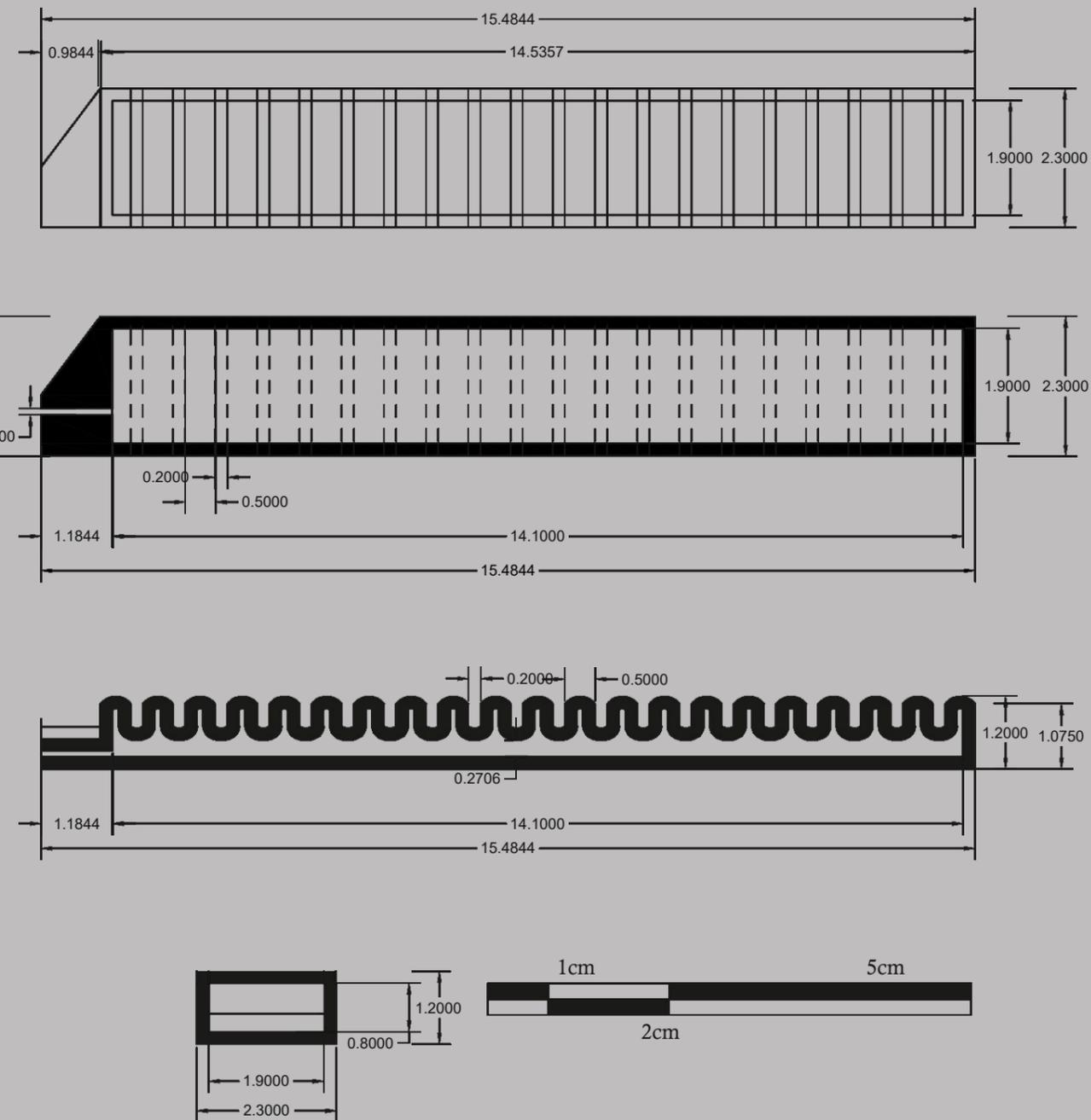


Abb.76: Grundriss, Schnitt, Draufsicht, schematisch nachgebauter kinematischer Finger von *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications* [16], Autocad (Autodesk, USA), Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner ,2021

[16] vgl. Hong Kai Yap, Hui Yong Ng, Chen-Hua Yeow, *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications*, 2016,S.144-156

kinematische Finger nachgebaut

anhand „High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications“ [16]

von Hong Kai Yap und Raye Chen-Hua Yeow



Abb.77: Foto 3D gedrucktes Modell, Nachbau kinematischer Finger von *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications* [16], ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Smartphone, ,Karoline Meixner, 2022



Abb.78: Foto 3D gedrucktes Modell, Nachbau kinematischer Finger von *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications* [16], mit Luftzufuhr und Silikon-schicht, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Smartphone, ,Karoline Meixner, 2022

[16] vgl. Hong Kai Yap, Hui Yong Ng, Chen-Hua Yeow, *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications*, 2016,S.144-156

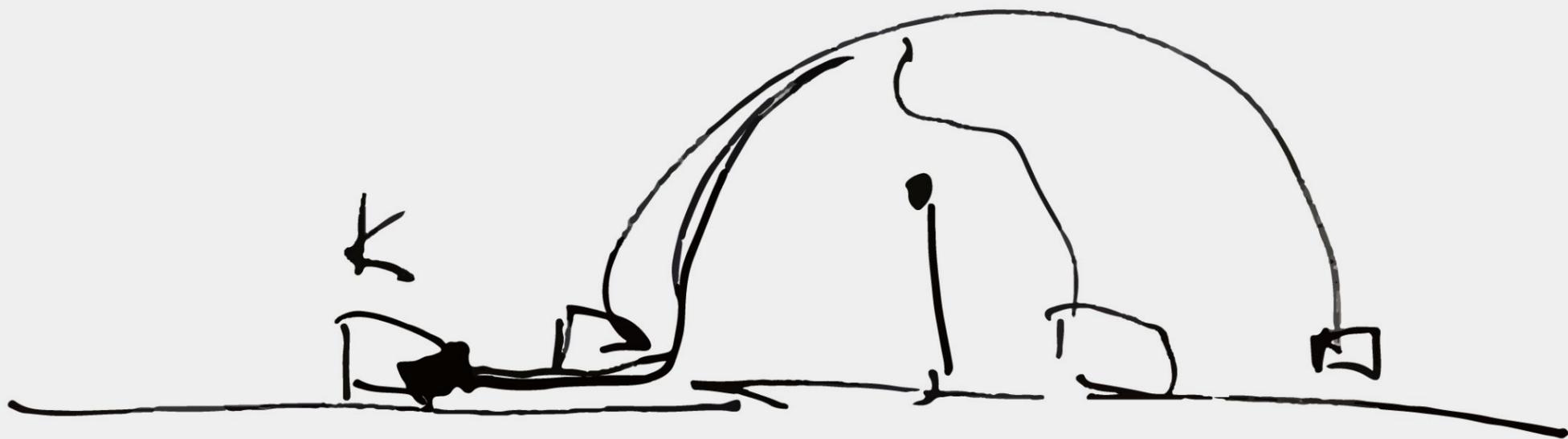


Abb.79: Schematische Skizze, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Konzeptüberlegung

Abb.80: Rendering, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021

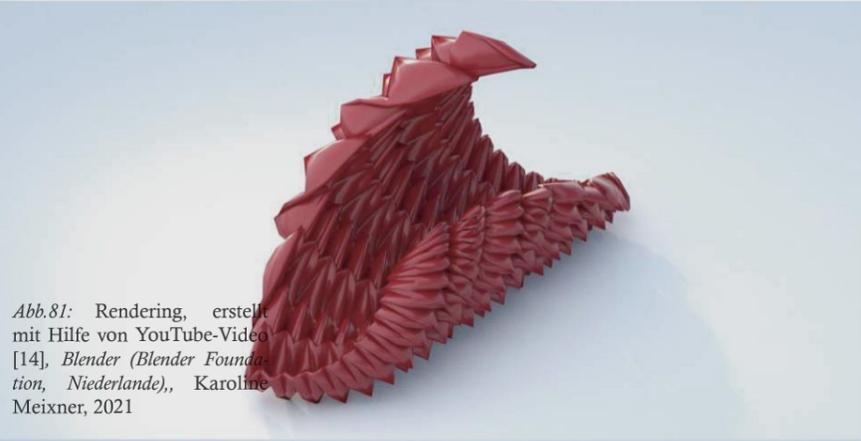


Abb.81: Rendering, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021



Abb.82: Rendering, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021

Die Idee der Arbeit war es, eine kinematische Soft Robotics Fläche zu entwickeln, welche sich mittels Luft verkrümmen kann bzw. sich auffalten kann und somit Raum generiert. Es **ergeben sich somit folgende Fragen:**

Welches Faltpattern eignet sich am besten für eine pneumatische Konstruktion. Wie kann ich eine Fläche falten oder verkrümmen, damit diese Raum generiert und statisch hält? Wichtig sind hierbei die unterschiedlichen analogen Materialstudien, sowie digitale Szenarien, um die optimale Form zu finden.

Grundgedanke der Arbeit war in praktischen Experimenten eine architektonische Form zu erzielen. Aufgrund dessen wurden digitale Studien erstellt, mittels 3D Drucker (Original Prusa Mini +[18]) gedruckt, einander gegenübergestellt und verglichen.

Die oberen Abbildungen zeigen die erste digitale Studie, bei der eine zweidimensionale Fläche mittels Luft zu einer gekrümmten Fläche wird und somit einen dreidimensionalen Raum generiert. Die Studie wurde im Programm Blender (Blender Foundation, Niederlande) erstellt. Die Grundidee war eine origamiähnliche Faltung, inklusive der Struktur von Origami zu erzielen.

[14] vgl. Yacine3Dz , I made My childhood favorite origami in blender [YouTube-Video], 12.12.2021, Website <https://www.youtube.com/watch?v=Ow87g2U3qN0>

[18] vgl. Prusa Research a.s., Original Prusa MINI+, Prusament PLA Prusa Galaxy Black, 15.12.2021, Website, <https://www.prusa3d.com/de/produkt/prusament-pla-prusa-galaxy-black-1kg-refill/>

Konzeptüberlegung



Abb.83: Renderings, Twinmotion 2022 1.2., Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021



Abb.84: Renderings, Twinmotion 2022 1.2. (Epic Games, USA), Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021

Um erste Raumeindrücke zu gewinnen, wurde die digitale Studie anschließend in Twinmotion 2022 1.2. (Epic Games, USA) visualisiert, um die Gegenüberstellung der Volumina der Kirche mit dem des Pneus zu vergleichen.

Des Weiteren wurde überprüft, ob die oberflächliche Struktur des Pneus mit dem Bauplatz harmonisiert.

Raum als Verlängerung der Kirche

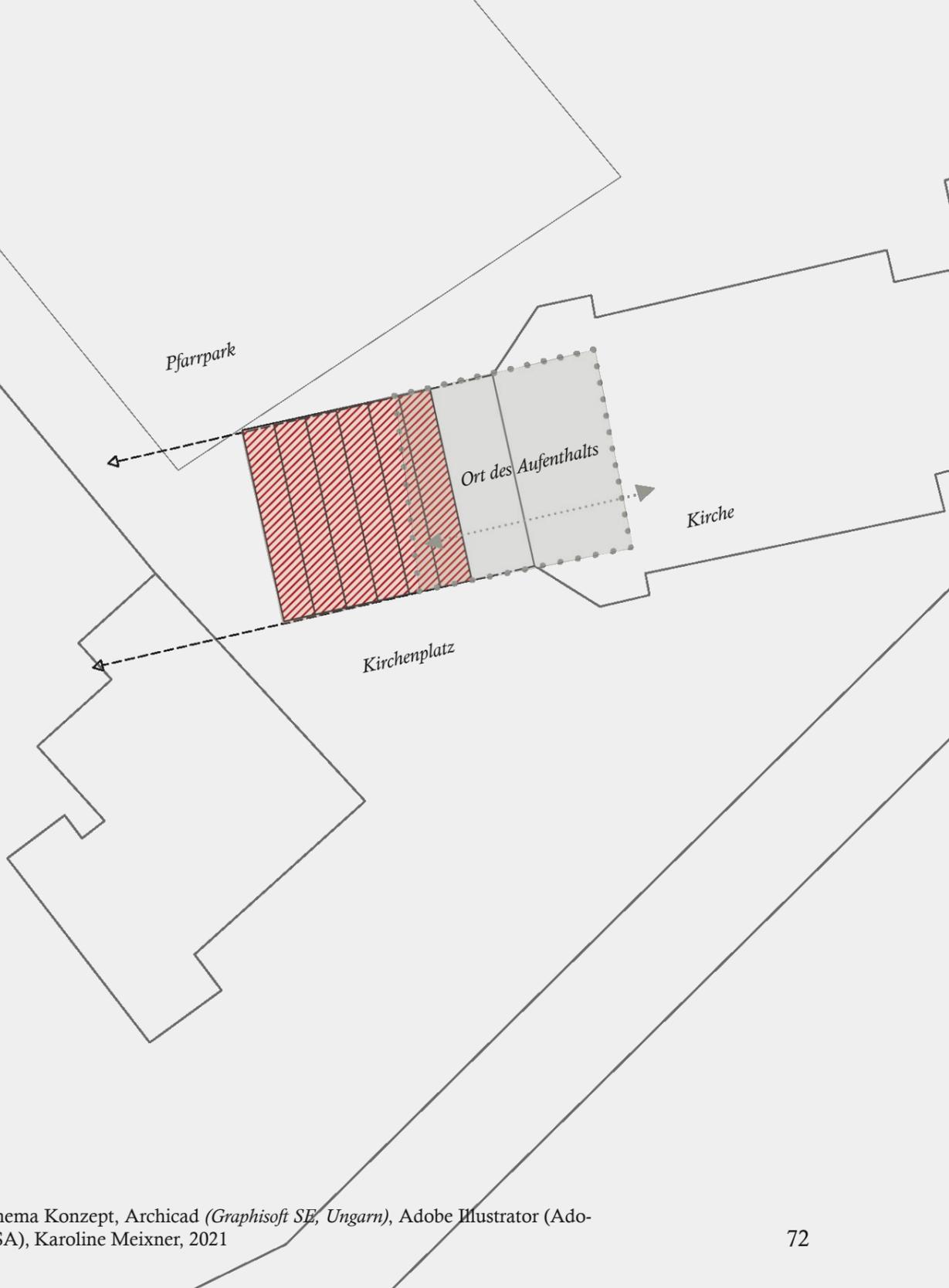


Abb.85: Schema Konzept, Archicad (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2021

Wegführung Mensch bestimmt die Verformung

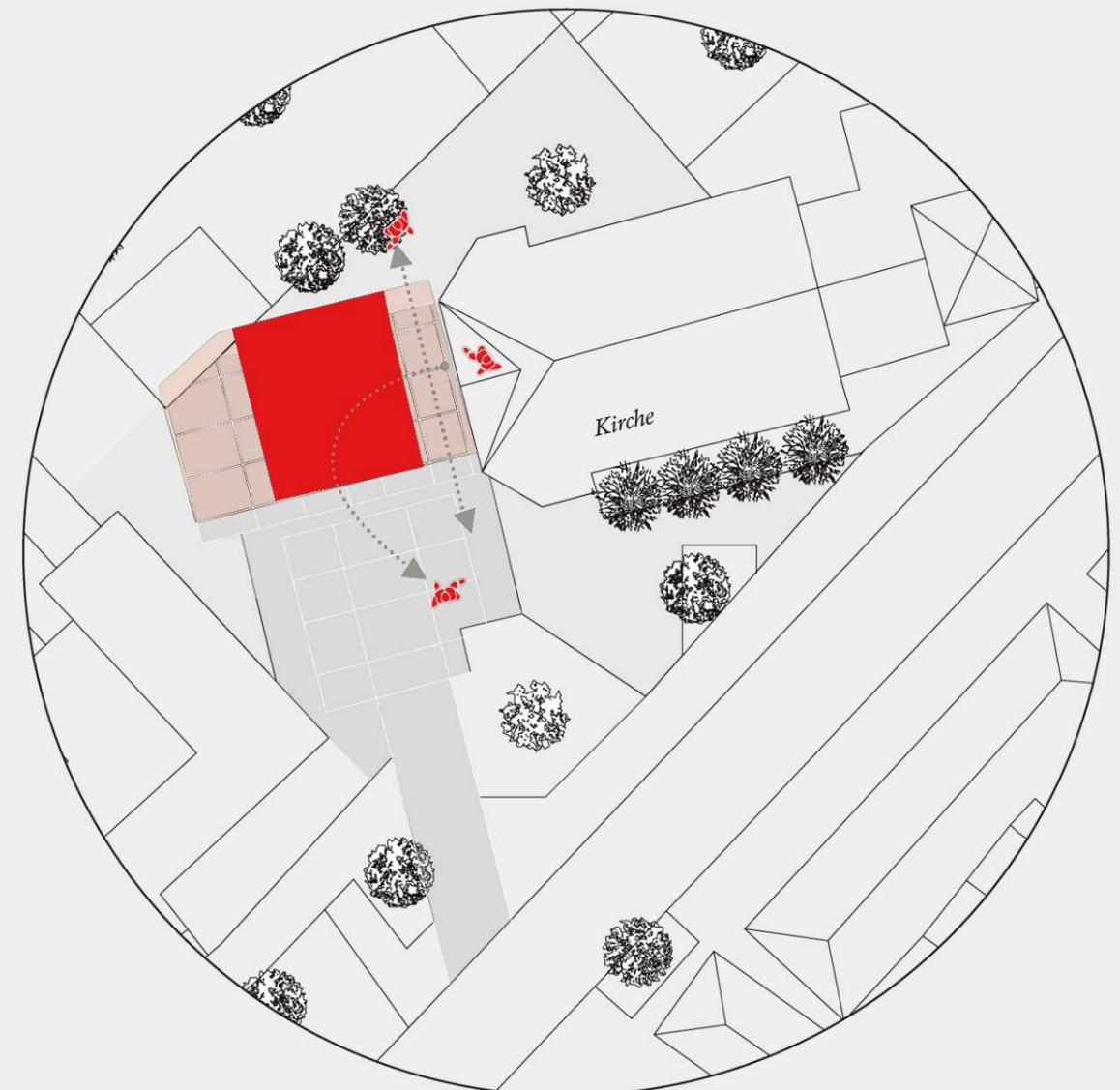
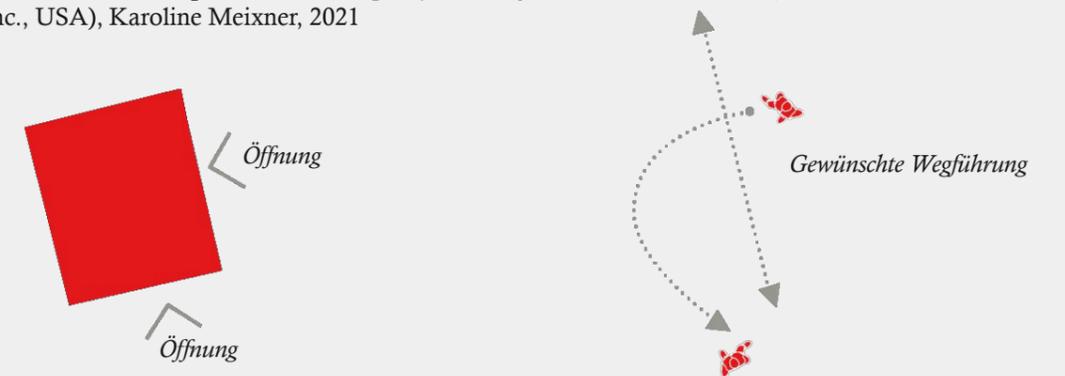


Abb.86: Schema Konzept, Archicad (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2021



73 Abb.87: Schema Konzept, Archicad (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2021

Konzepterarbeitung



Abb.88: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

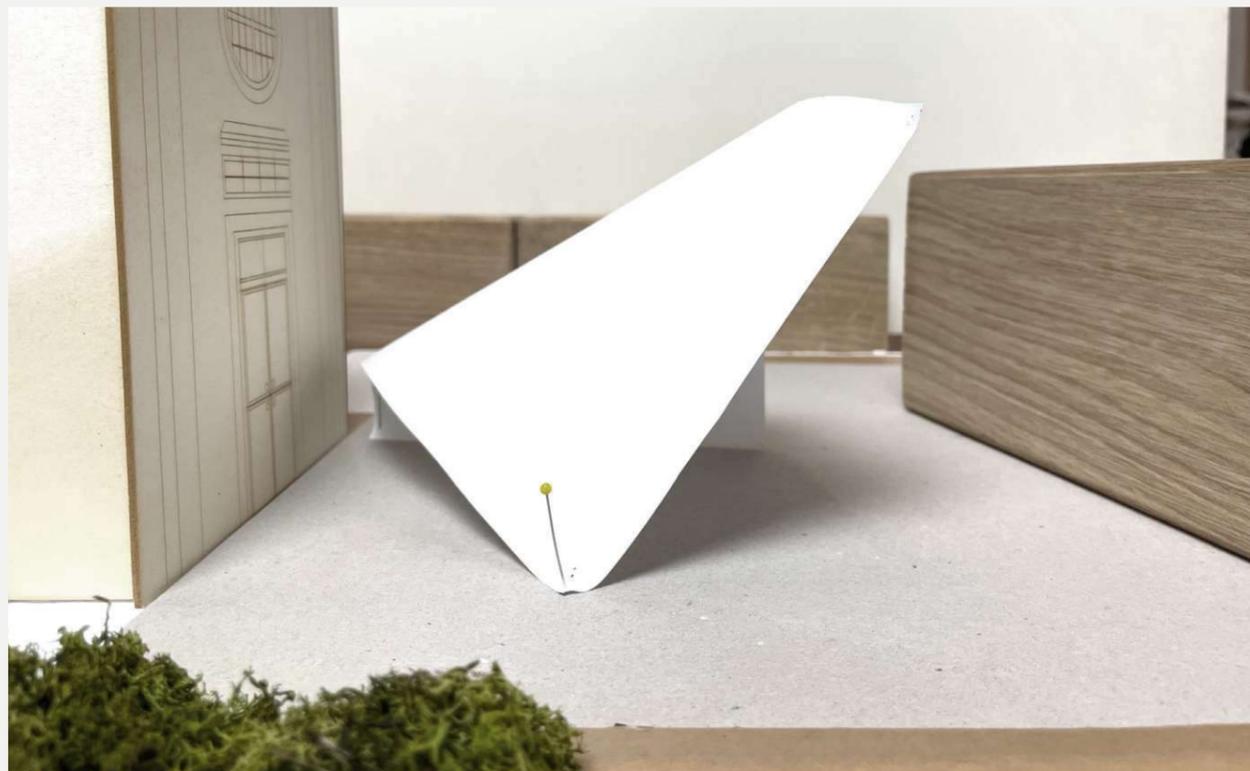
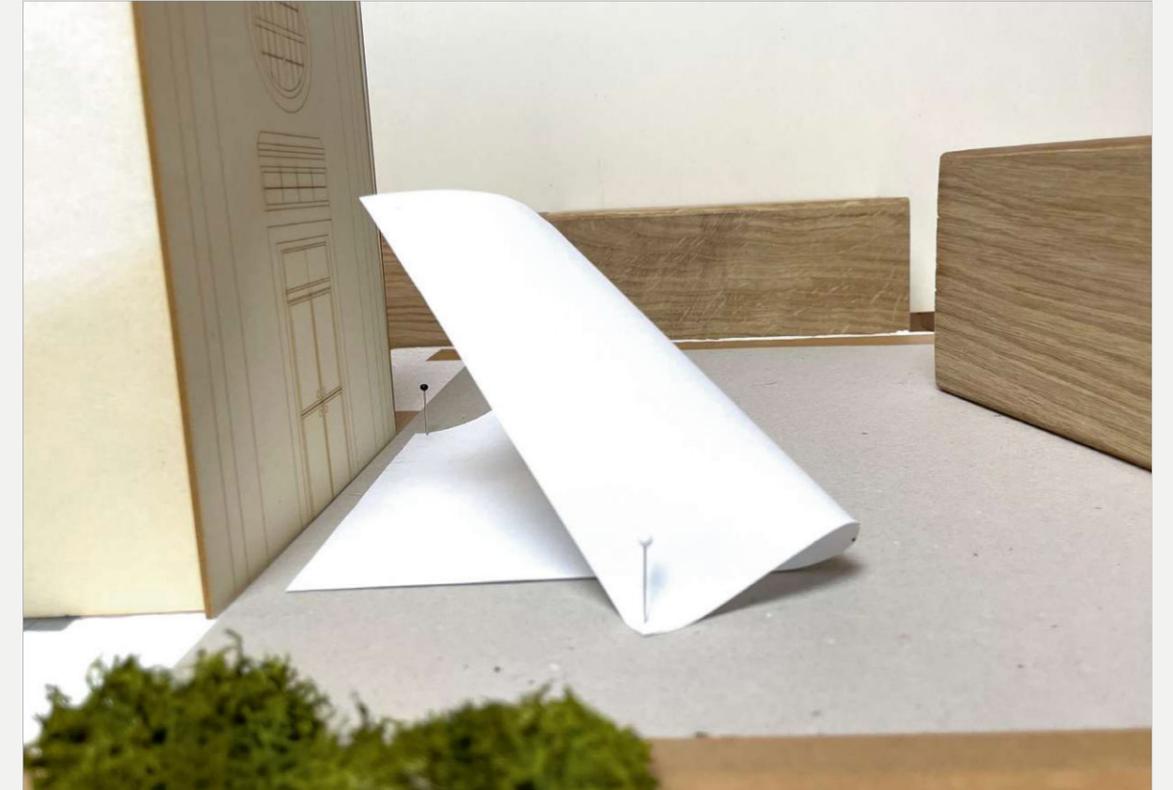


Abb.89: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Konzepterarbeitung



Abb.90: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021



75 Abb.91: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Konzepterarbeitung



Abb.92: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021



Abb.93: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Konzepterarbeitung

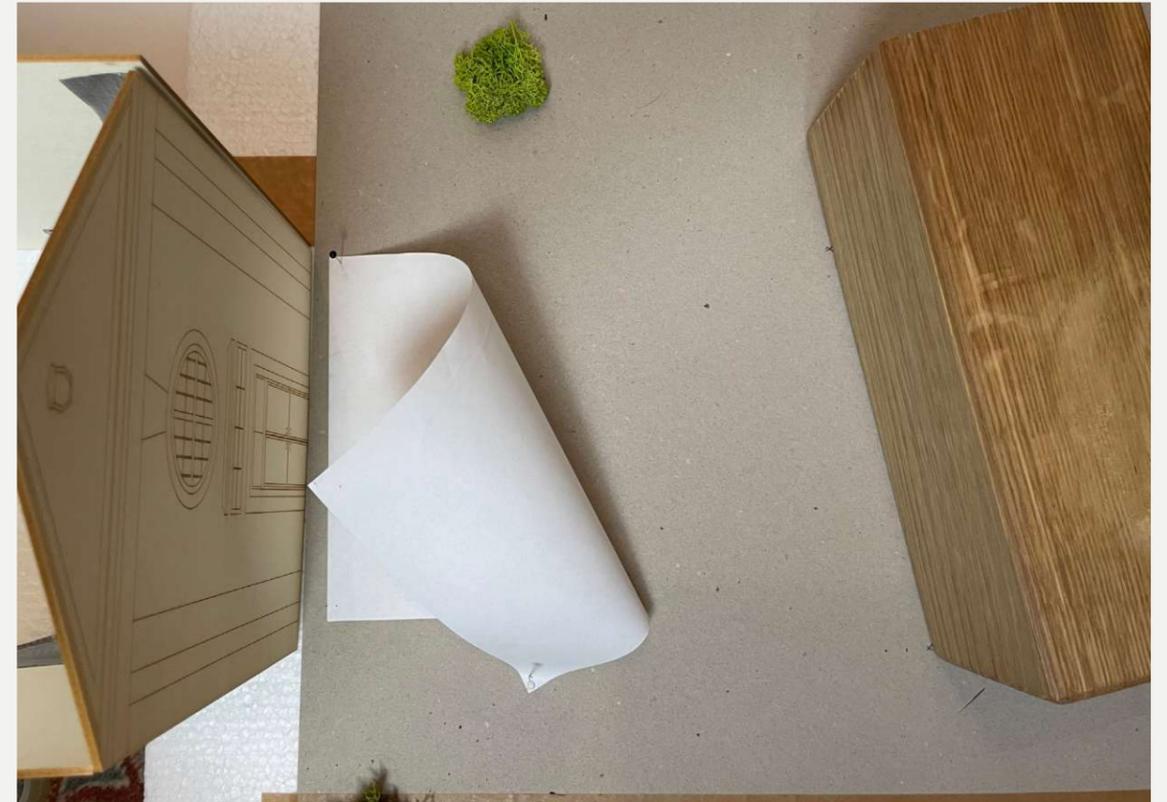


Abb.94: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021



Abb.95: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Konzepterarbeitung



Abb.96: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

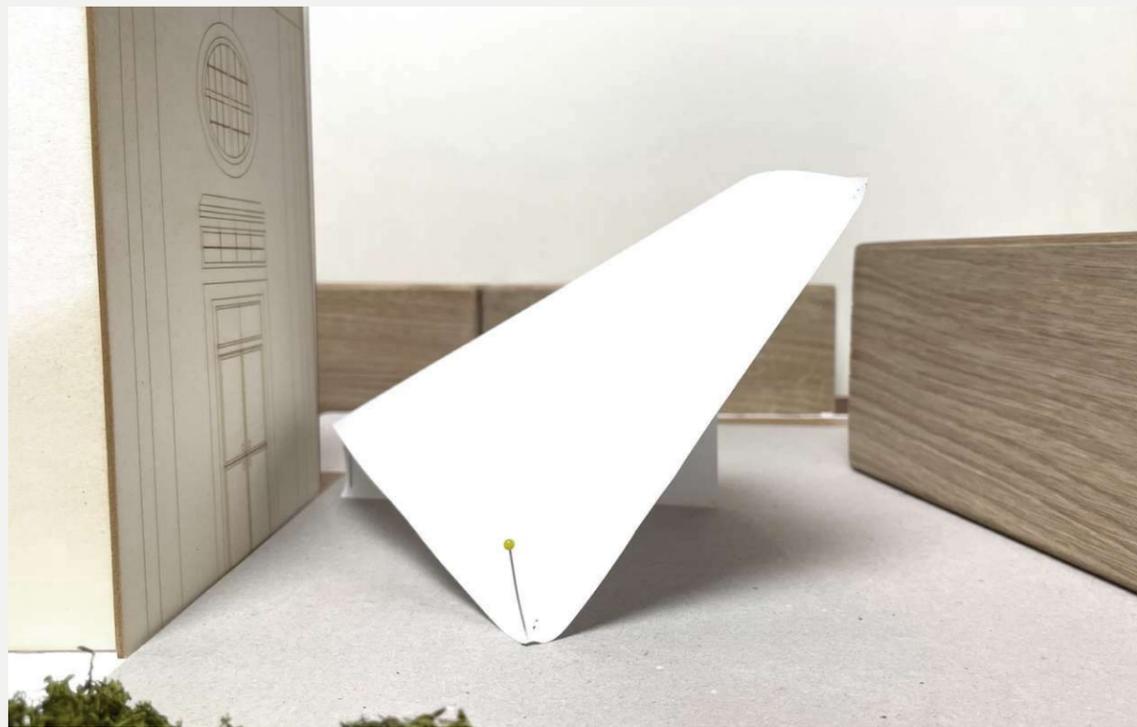


Abb.97: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Konzepterarbeitung



Abb.98: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

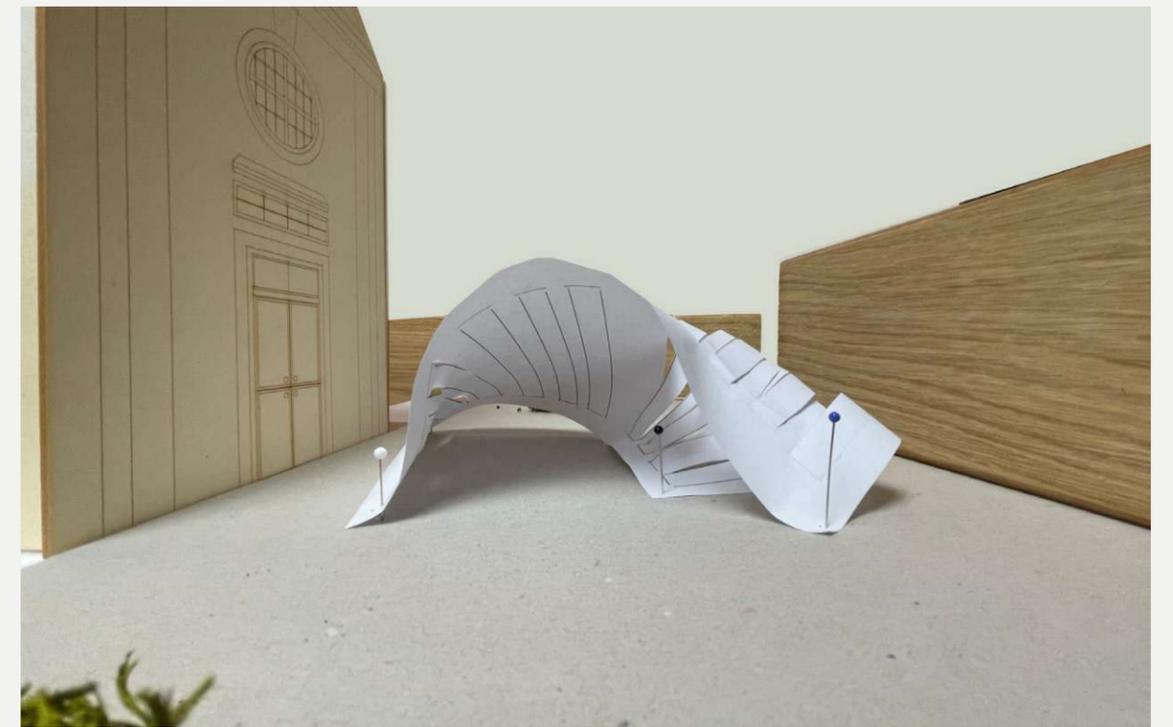


Abb.99: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Konzepterarbeitung

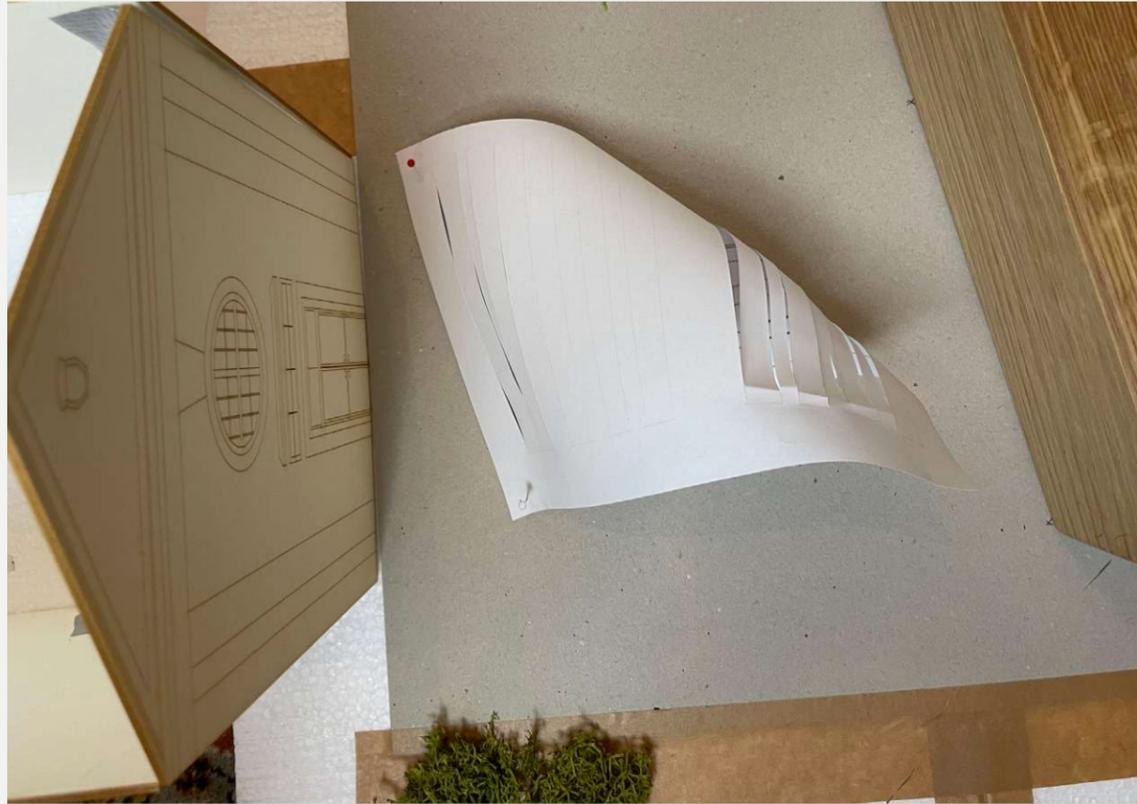


Abb.100: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

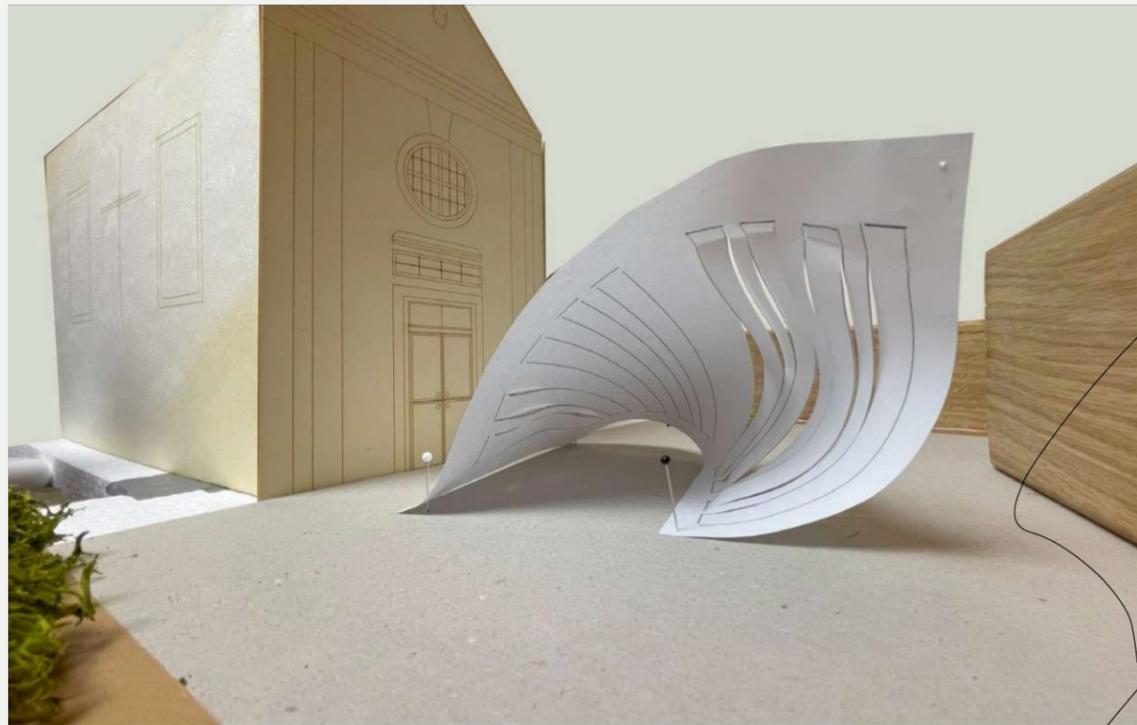
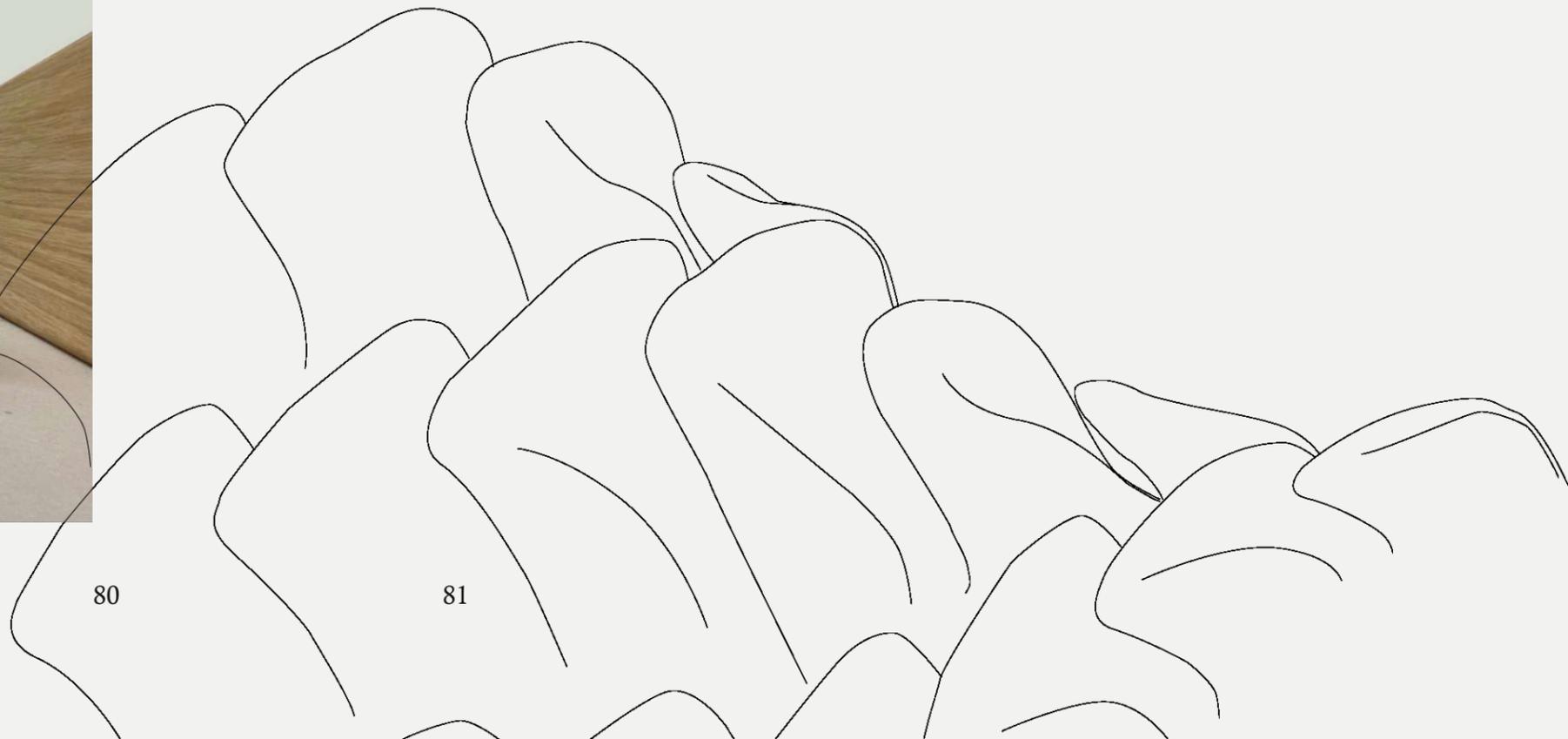


Abb.101: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.102 (rechts): Liniengrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA) Karoline Meixner, 2022



80

81

Raumkonzept

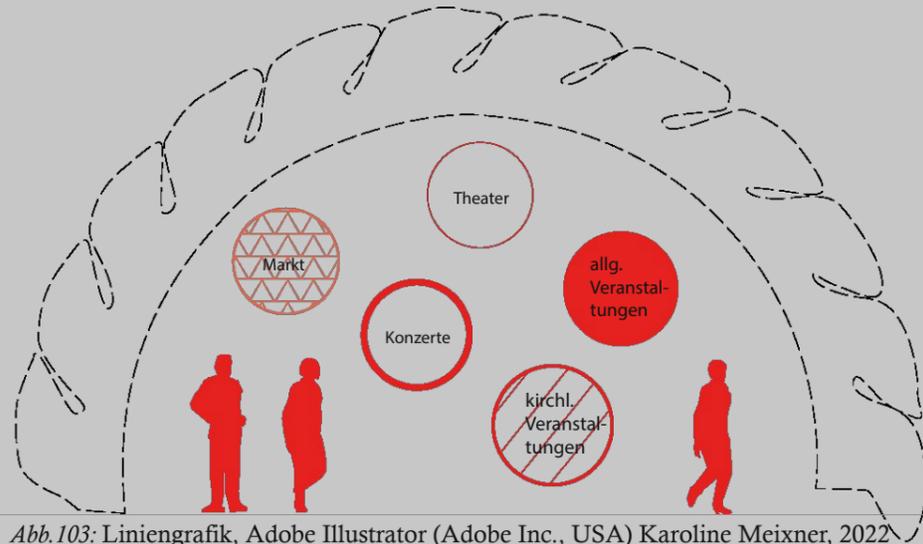


Abb.103: Liniengrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA) Karoline Meixner, 2022

Anforderungen an die kinematische Fläche

Was soll das Konstrukt alles können?

Es soll ein Element entwickelt werden, welches sich zu einer kinematischen Fläche zusammenfügen lässt. Folgende Eigenschaften soll es aufweisen:

- Ein adaptives Element bietet Möglichkeit zum Zusammenschluss.
- Es lässt sich temporär aufstellen.
- Es gibt Verankerungsmöglichkeiten.
- Eine robuste Außenhaut, die sich aufblasen lässt und gleichzeitig als Sitzmöglichkeit dient.
- Ein Spiel mit dem Lichteinfall, Transparenz und Transluzenz.

Es soll ein Element entstehen, welches von einer zweidimensionalen Fläche zu einem dreidimensionalen Raum aufgeblasen werden kann.

Nutzungen	Bespielte Fläche	Flächenaufteilung	Flächenaufteilung	Anordnung
Theater	157m ²	Publikum, Bühne	140m ² Bühne, 410 m ² Publikum	flächig
Markt	157m ²	m ² /Fläche	12m ² /Stand	einzelne Stände
Konzert	157m ²	Publikum, 2 Bühnen	140 m ² Bühne, 60 m ² Bühne	flächig
Erholung	157m ²	m ² /Sitzmöglichkeit	4m ² /Sitzmöglichkeit	einzelnd/flächig

Abb.104: Raumkonzept Schema, MS Excel (Microsoft Corporation, USA) Karoline Meixner, 2022

Vorhandenen Nutzungen am Kirchenplatz soll Raum gegeben werden.

Zu den Nutzungen zählen: Theater, Konzerte, Märkte (Adventmarkt, Bauernmarkt) kirchliche Feiern (Laternenfest, Ostern, Weihnachten, etc.) oder allgemeine Veranstaltungen (Glockenweihe, etc.).

Zur Orientierung wurde eine Art Raumprogramm erstellt, bei dem die Nutzungen des Platzes ungefähren Quadratmetergrößen zugeordnet worden sind. Diese wurden grob geschätzt.[7]

Abb.105 (rechts): Rendering, Rhino 7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik) Karoline Meixner, 2022

[7] vgl. Hauptstraße 115, Parndorf, Google Maps, 02.10.2022, Website <https://www.google.com/maps/place/Parndorf/>

Raumkonzept Idee

Die approbierte gedruckte Version dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

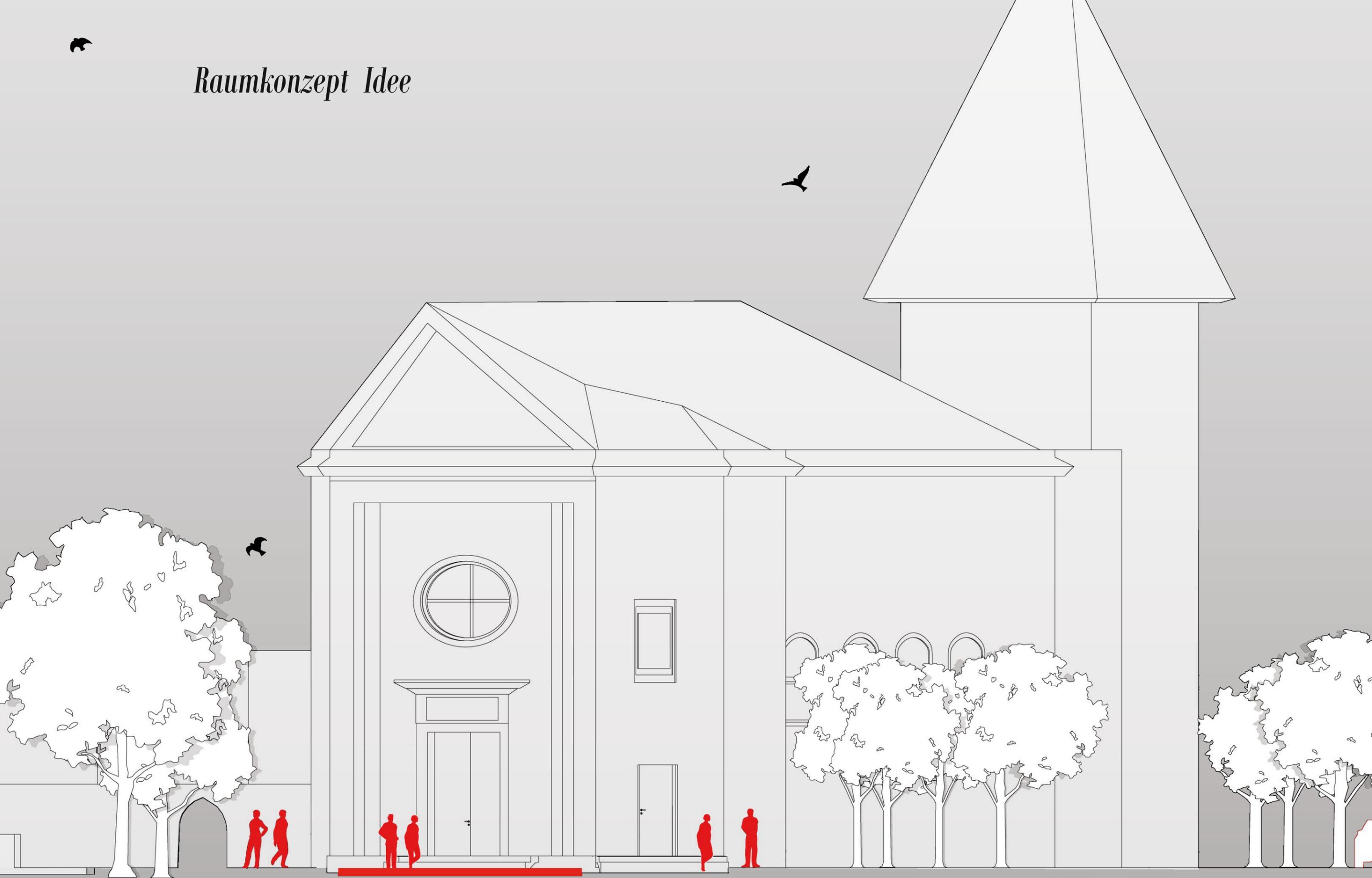


Abb.106: Ansicht Konzeptgrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Raumkonzept Idee

Die approbierte gedruckte Version dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

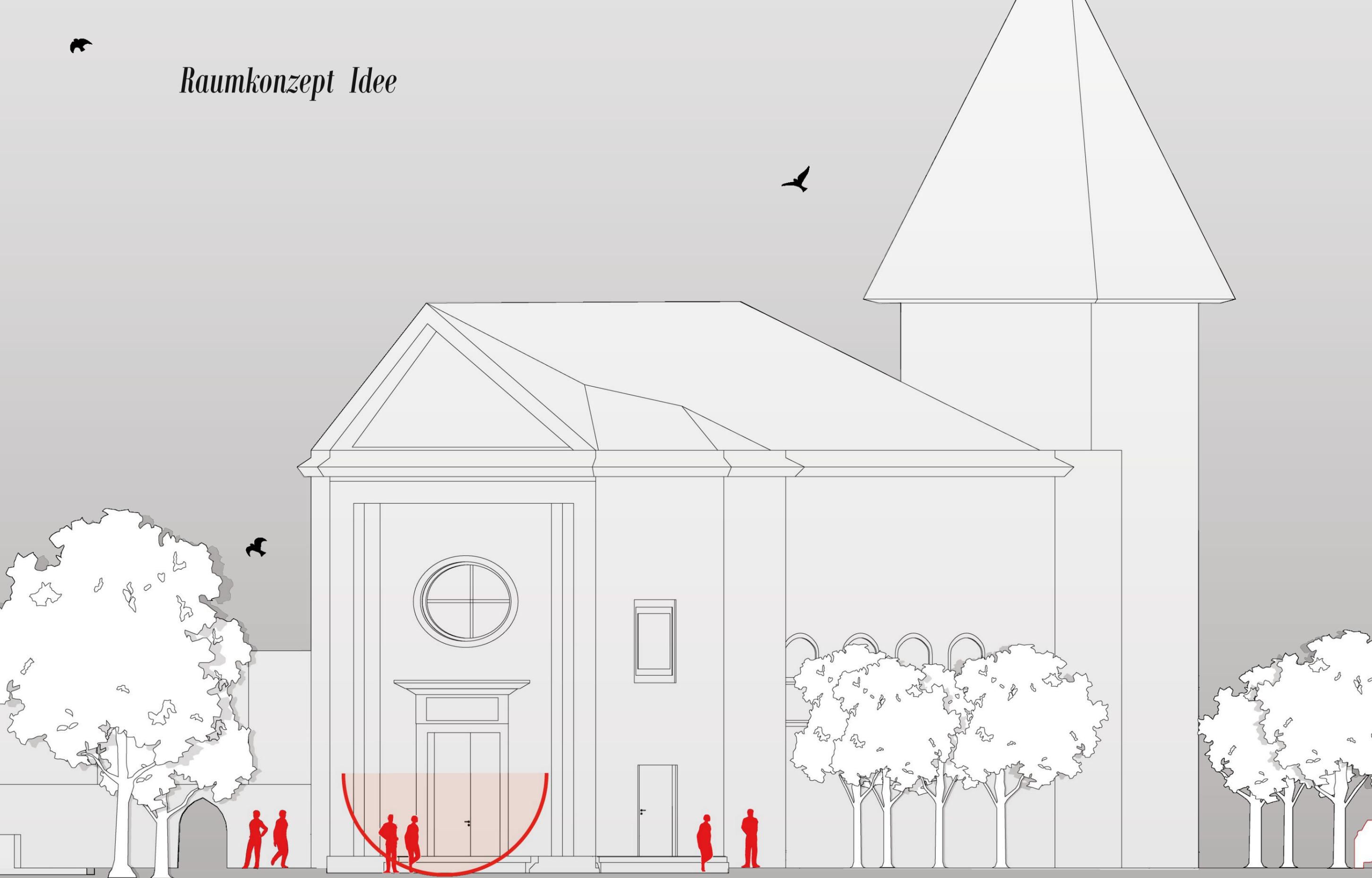


Abb. 107: Ansicht Konzeptgrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Raumkonzept Idee

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

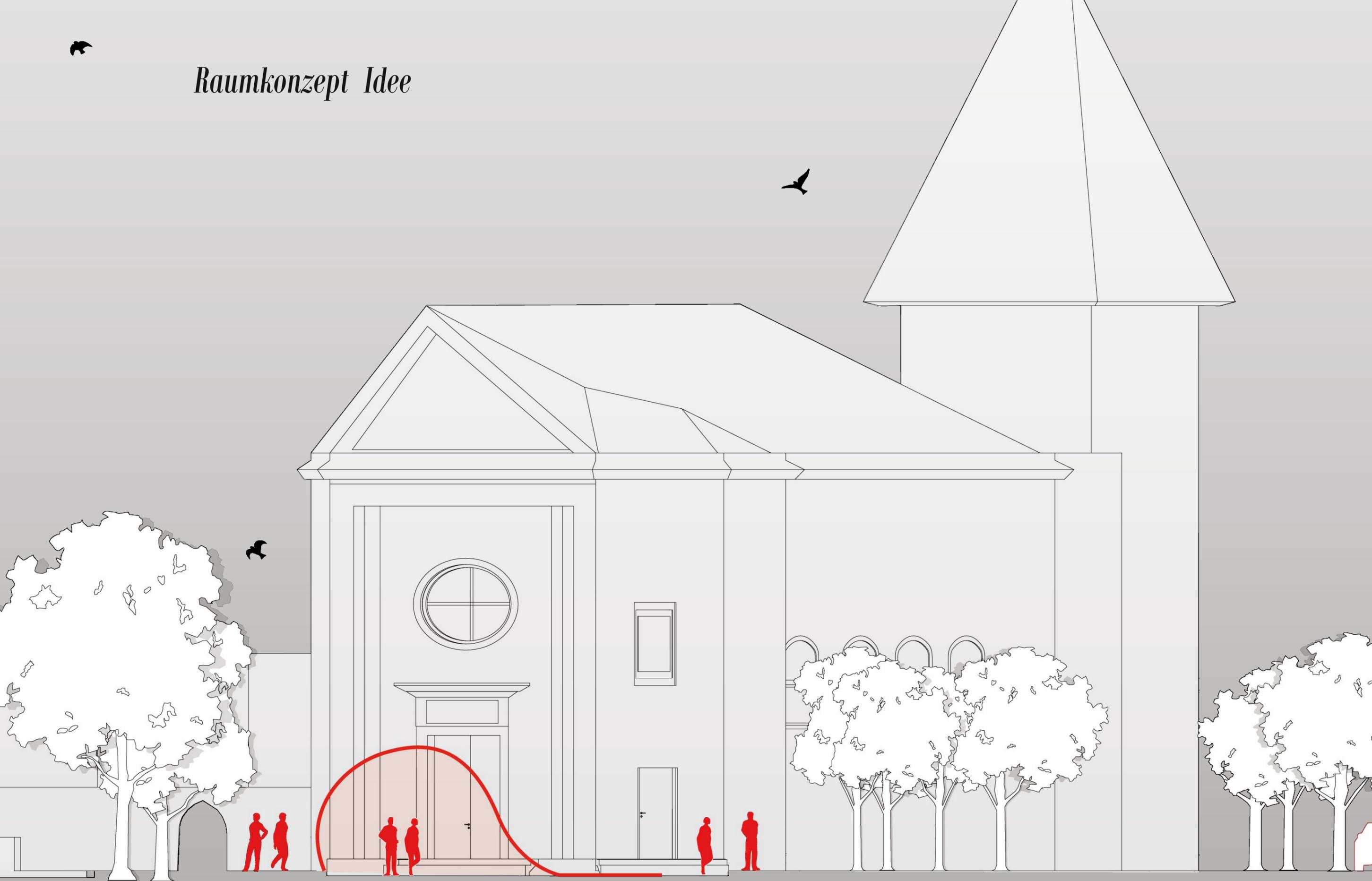


Abb.108: Ansicht Konzeptgrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Raumkonzept Idee

Die approbierte gedruckte Version dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

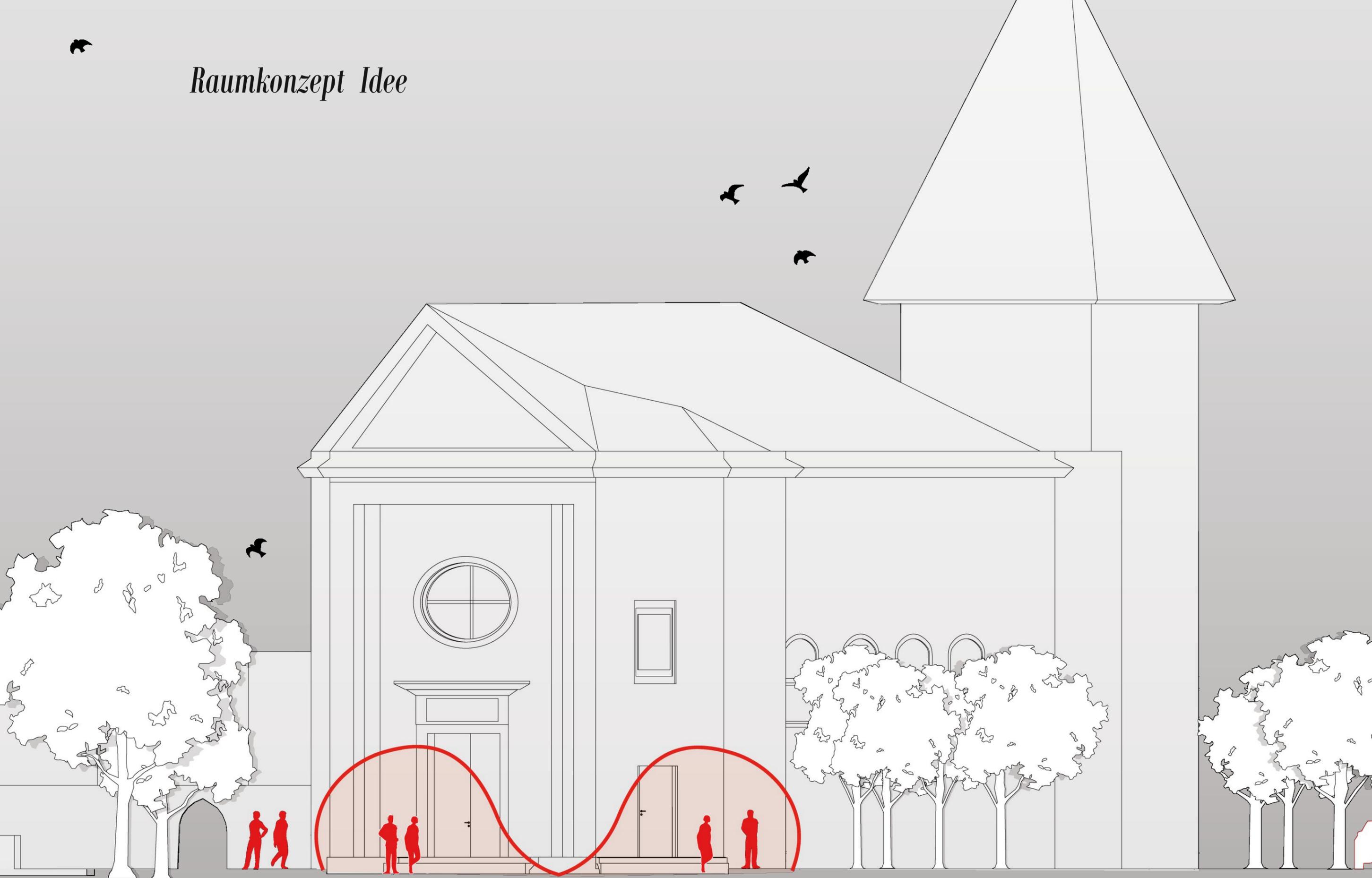


Abb.109: Ansicht Konzeptgrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Studie A

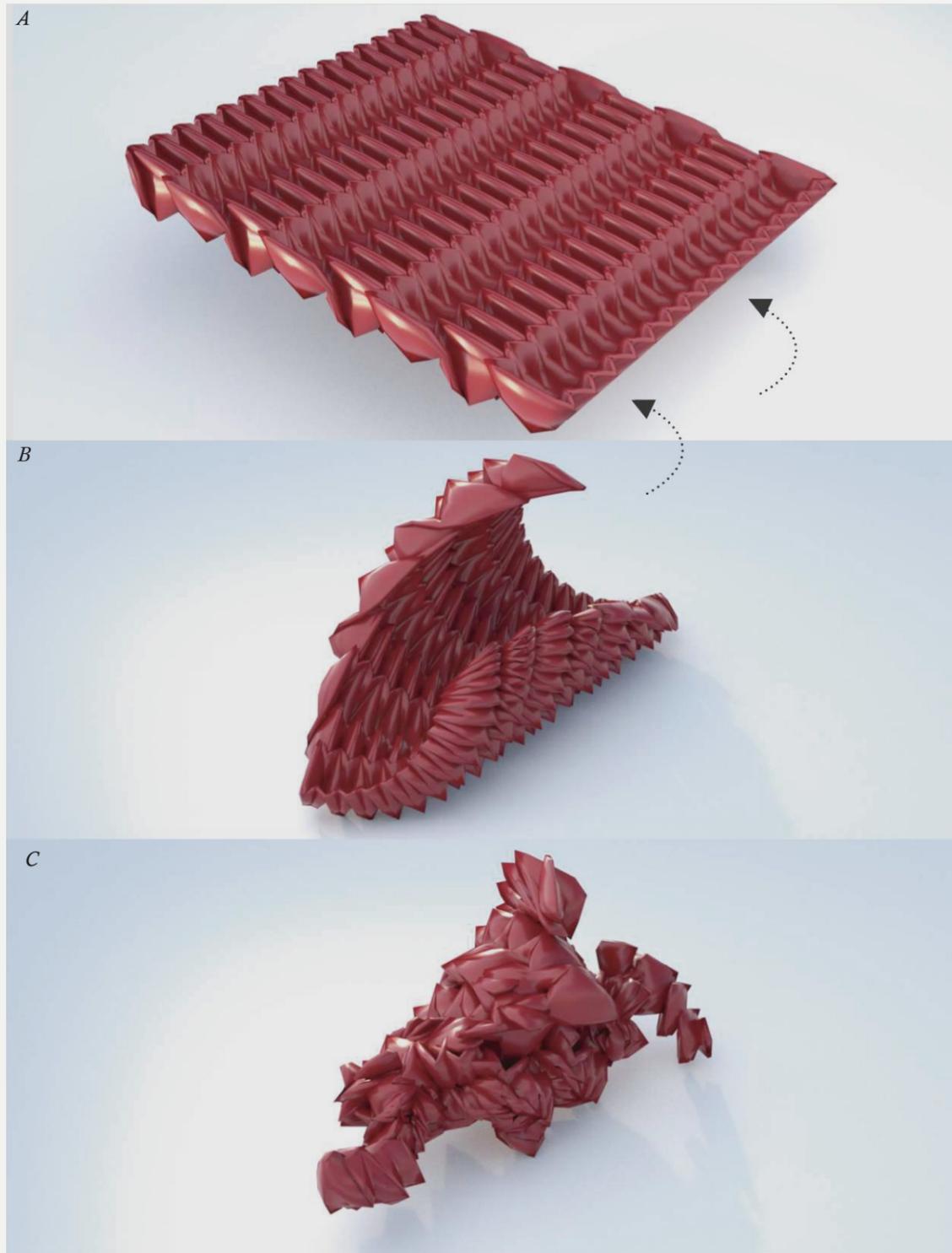


Abb.110 (A): Rendering Studie A, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2021
Abb.111 (B): Rendering Studie A, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2021
Abb.112 (C): Rendering Studie A, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2021

Studie A

Es wurden verschiedene digitale Studien im Programm *Blender (Blender Foundation, Niederlande)* erstellt und gegenübergestellt. Ziel der Studien war es, eine Form zu finden, die aus den einzelnen Finger-Elementen angesteuert wird, jedoch ein räumliches Gesamt-konstrukt ergibt.

Aus der Studie heraus ergab sich eine eher flächige Form mit einer zackigen, spitzen Oberfläche. Diese zackige Oberfläche diente als Stilmittel und bildete die formale Grundlage für die spätere, abgewandelte Form.



Abb.113: Rendering Studie A, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

Studie A



Abb.114: Rendering Studie A, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

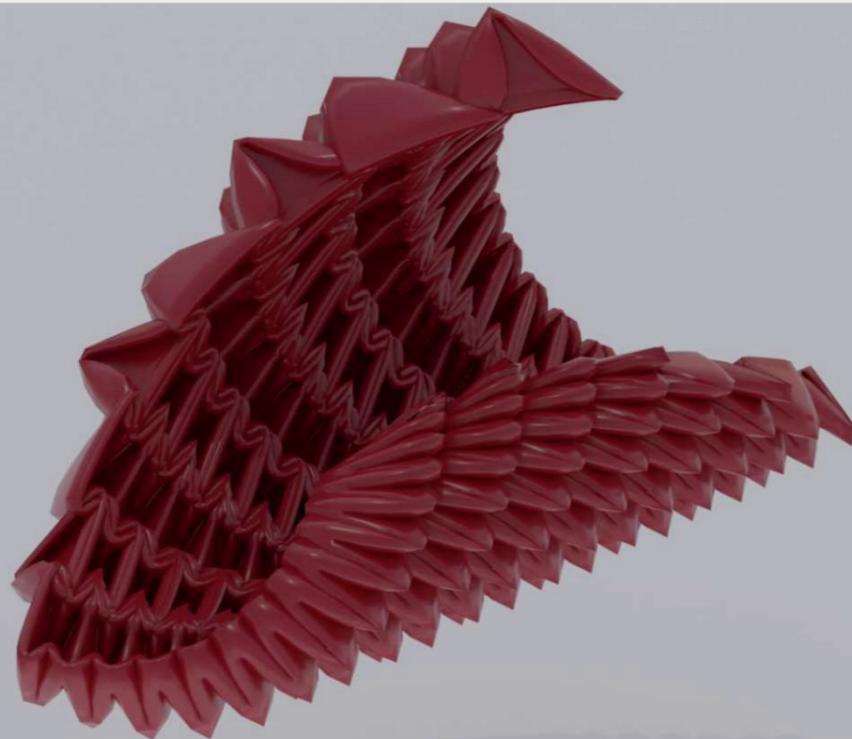
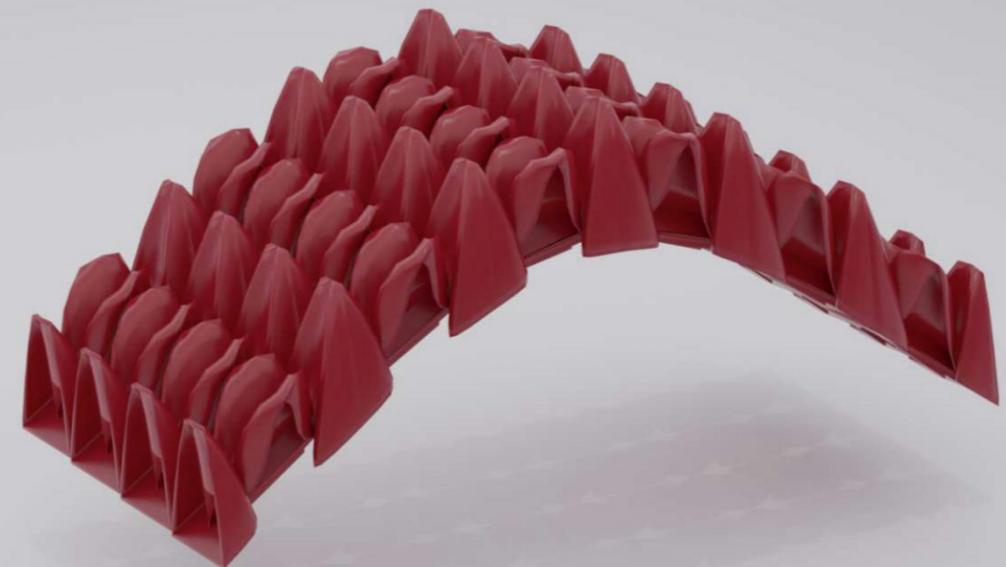


Abb.115: Rendering Studie A, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Studie A



Abb.116: Rendering Studie A, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022



95 Abb.117: Rendering Studie A, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Studie B

Studie B

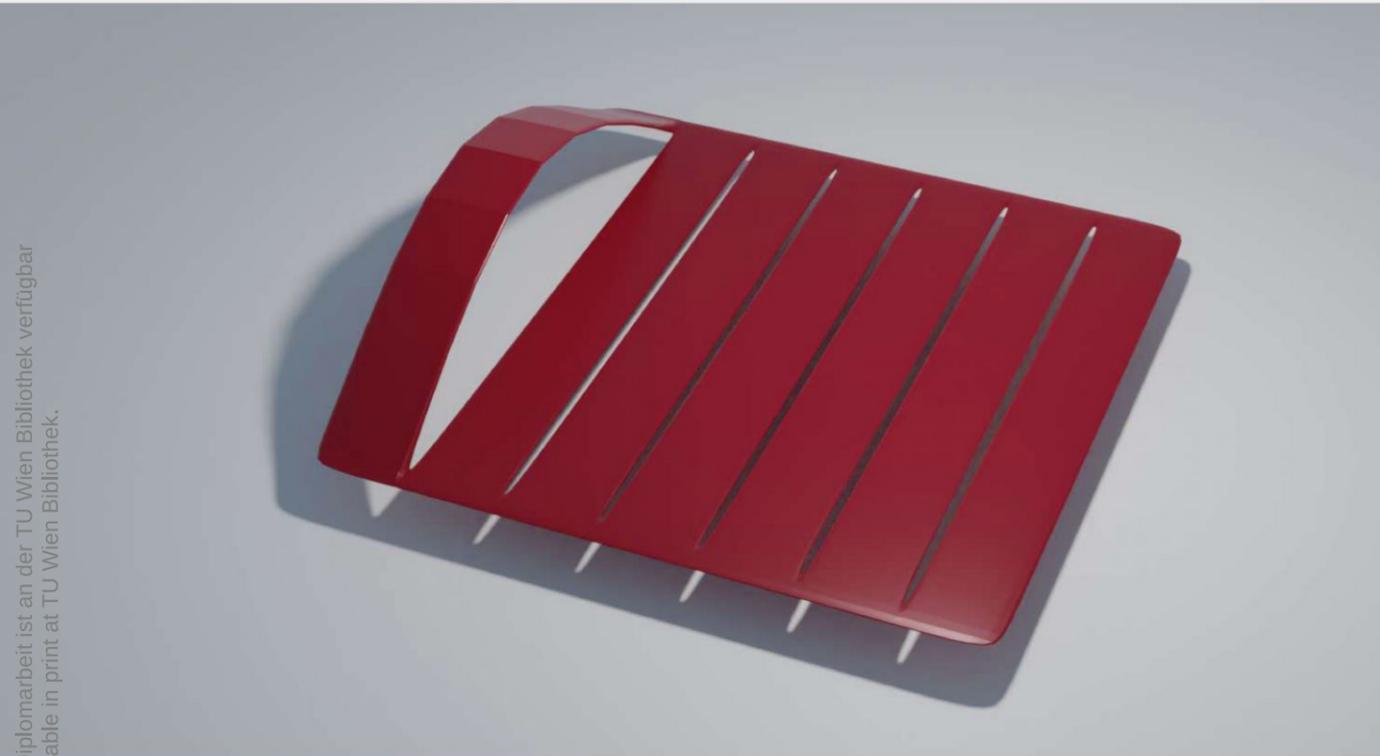


Abb.118: Rendering Studie B, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

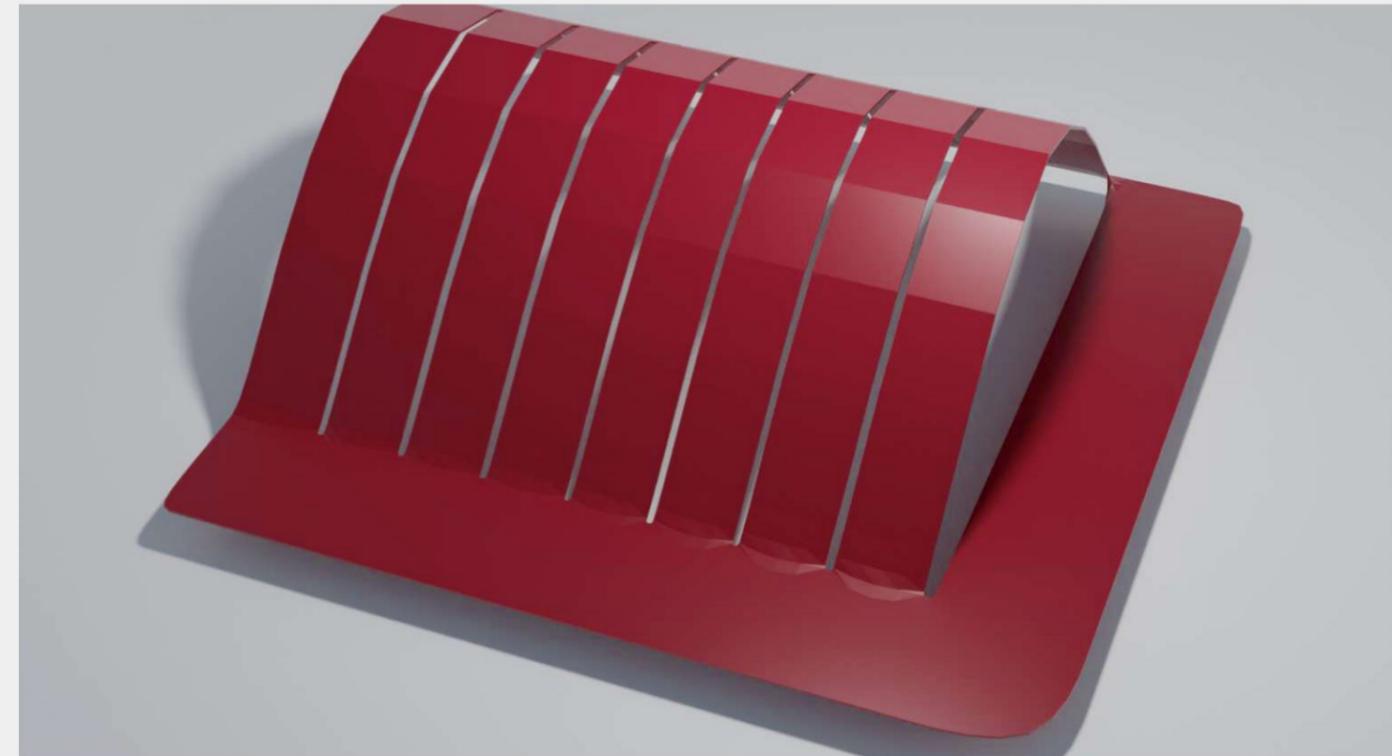


Abb.120: Rendering Studie B, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

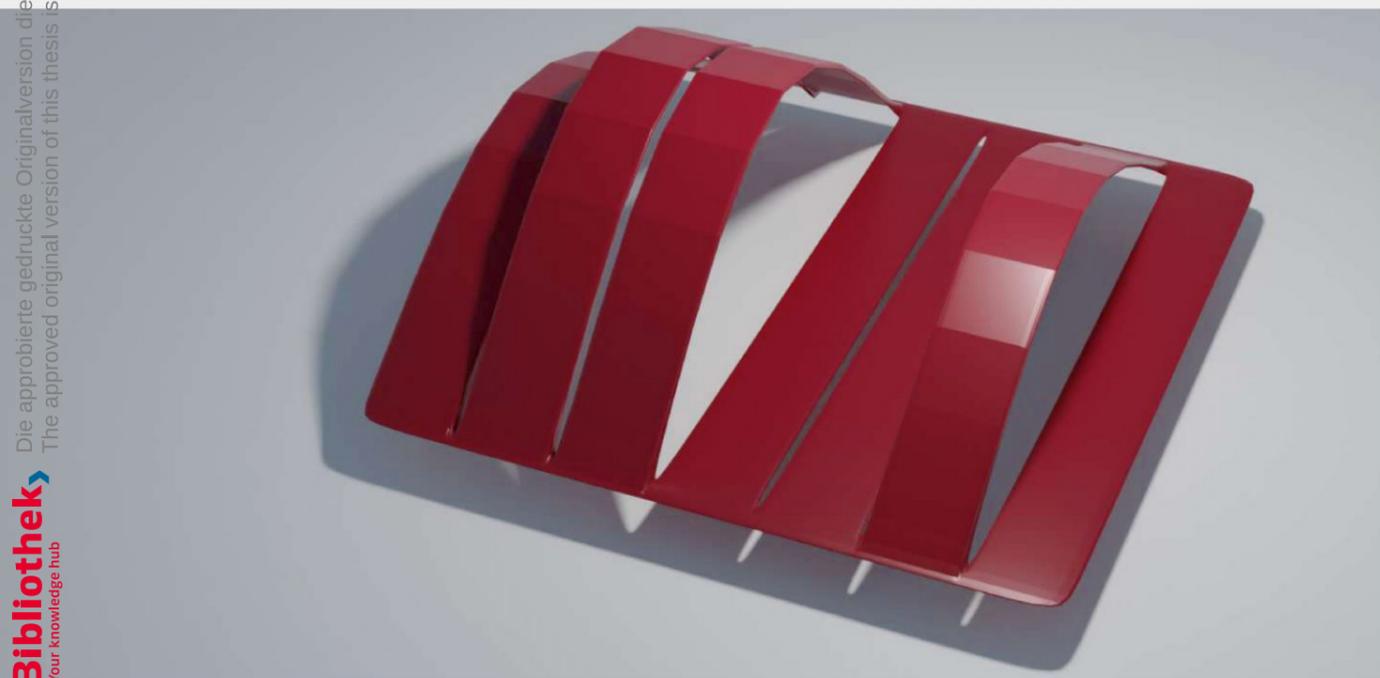


Abb.119: Rendering Studie B, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022



Abb.121: Rendering Studie B, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

Studie C

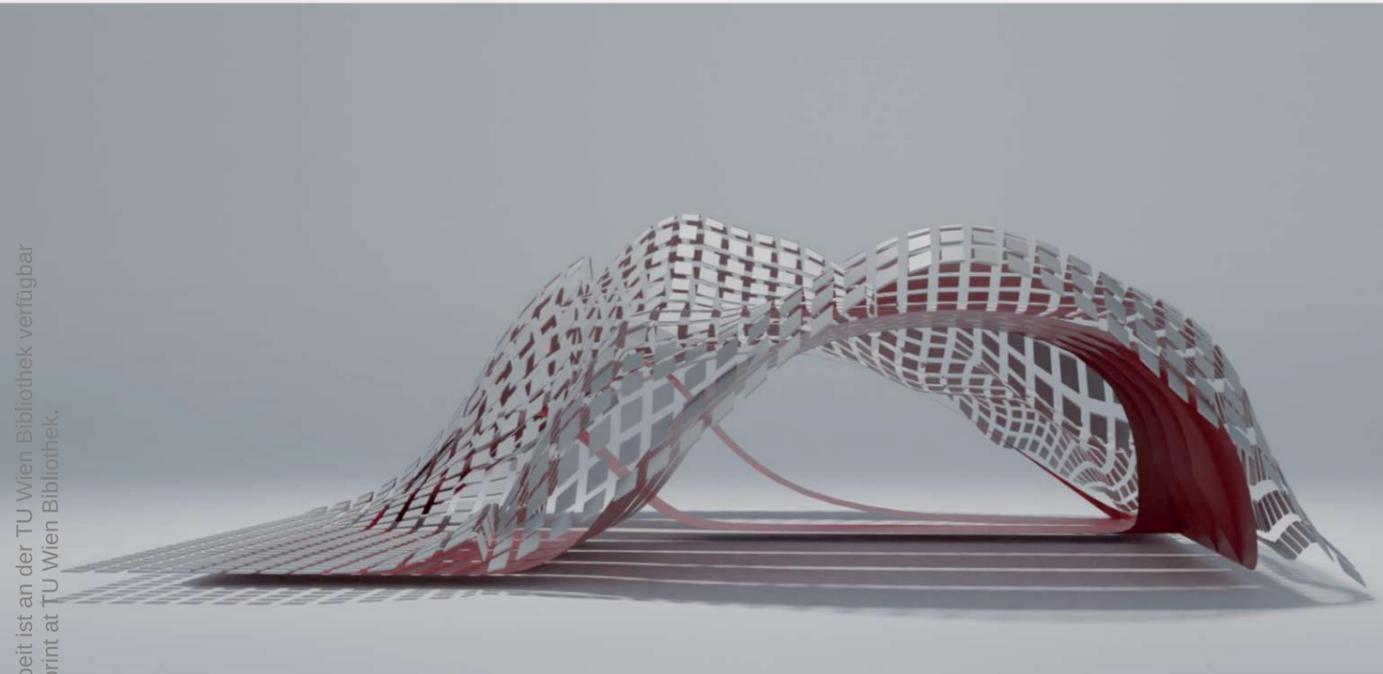


Abb.122: Rendering Studie C, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Studie C

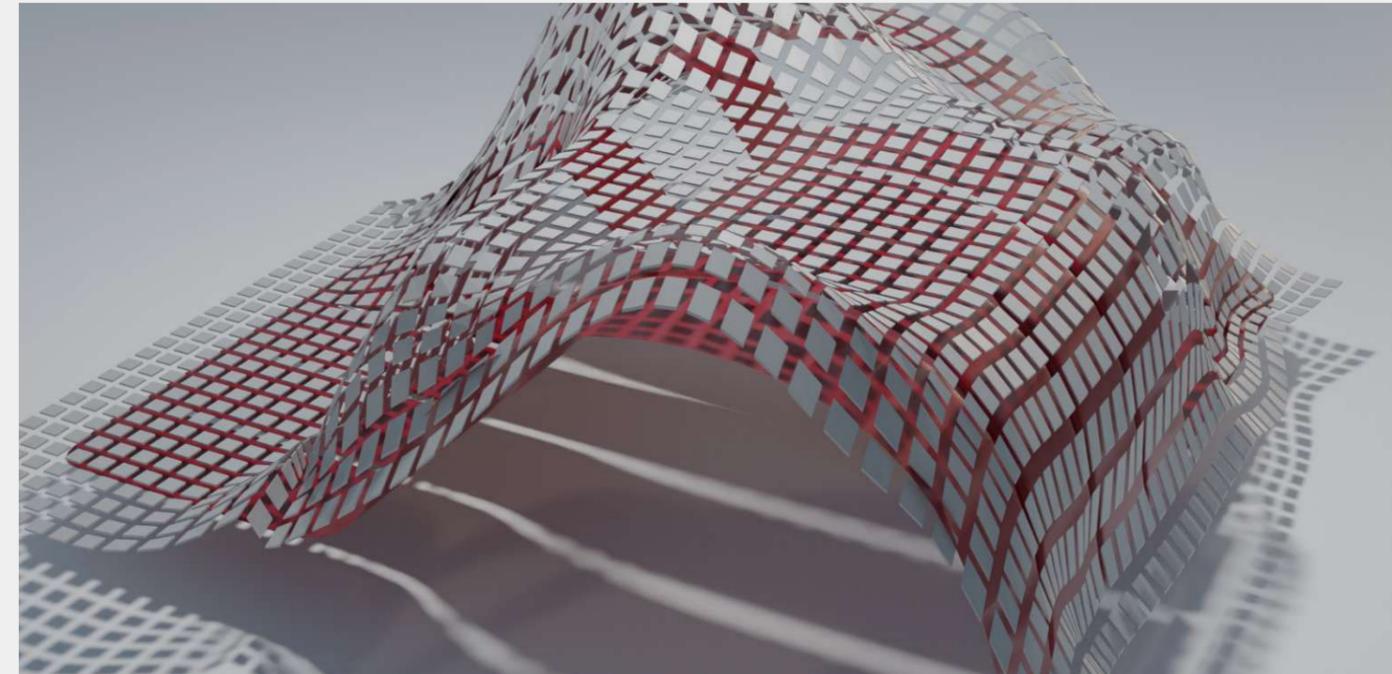


Abb.124: Rendering Studie C, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

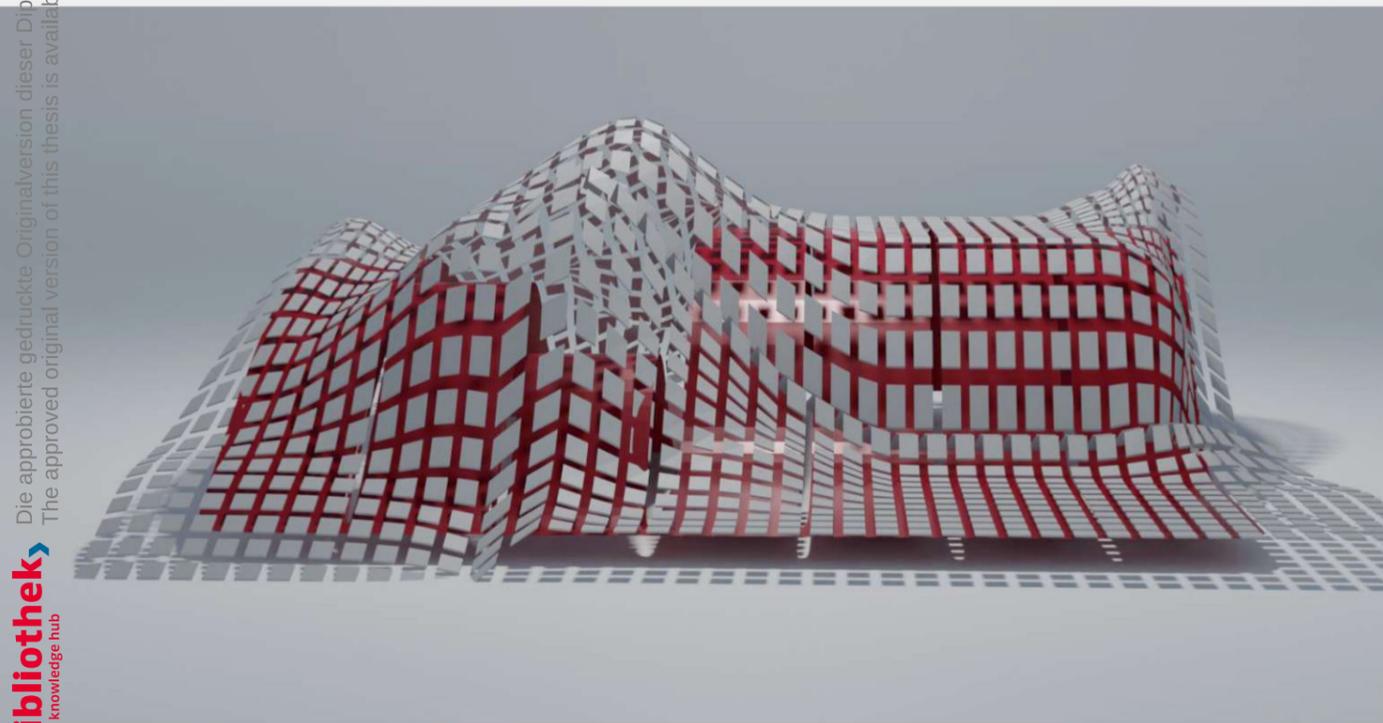


Abb.123: Rendering Studie C, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

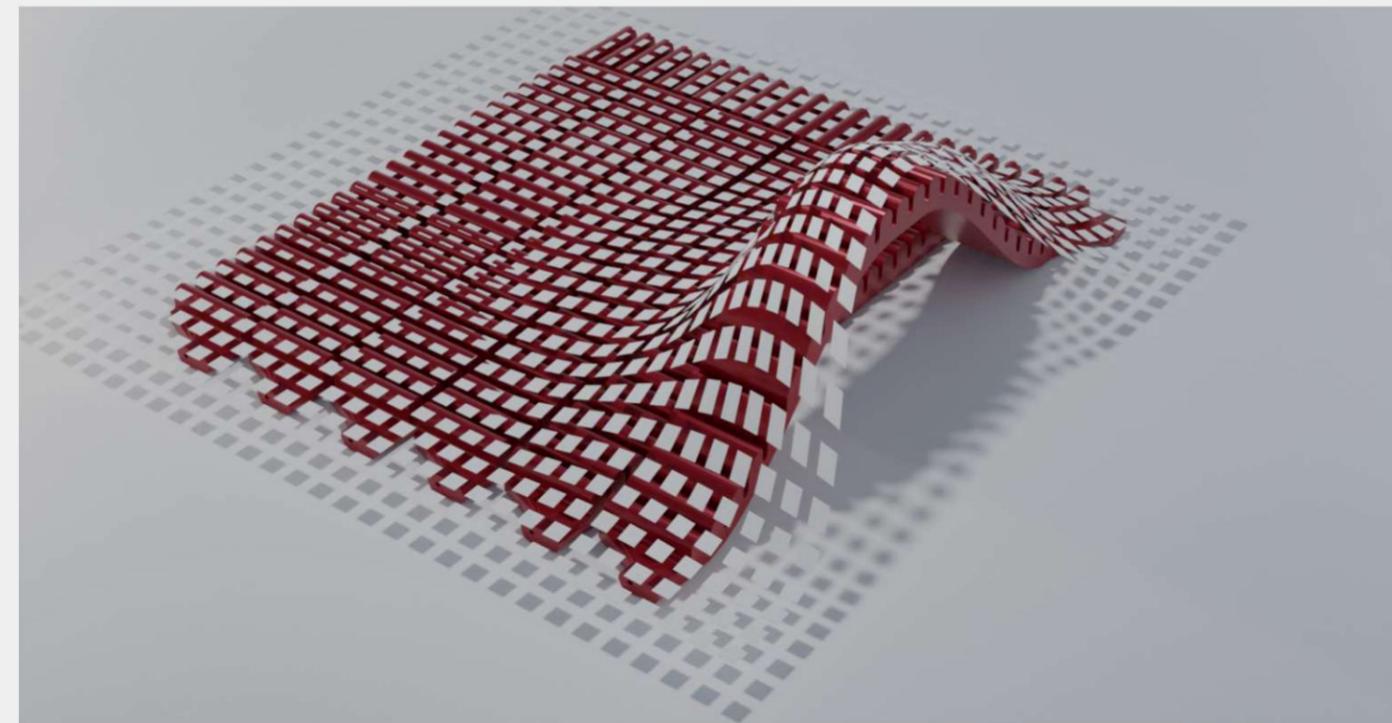


Abb.125: Rendering Studie C, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Studie D



Abb.126: Rendering Studie D, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

Studie D

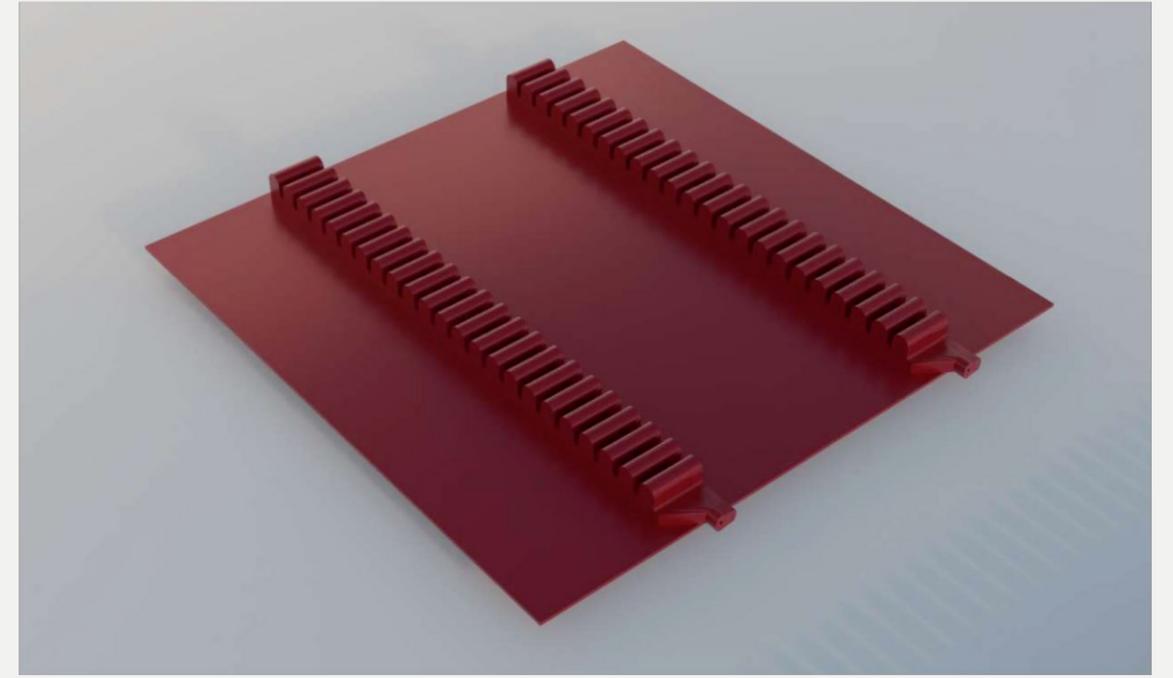


Abb.128: Rendering Studie D, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

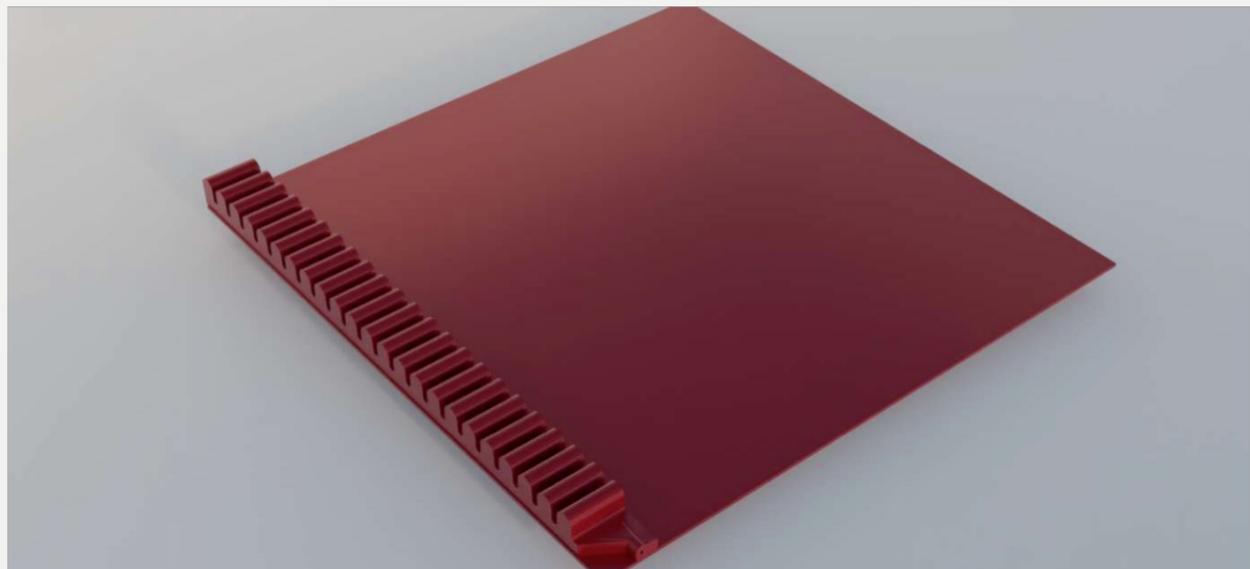


Abb.127: Rendering Studie D, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

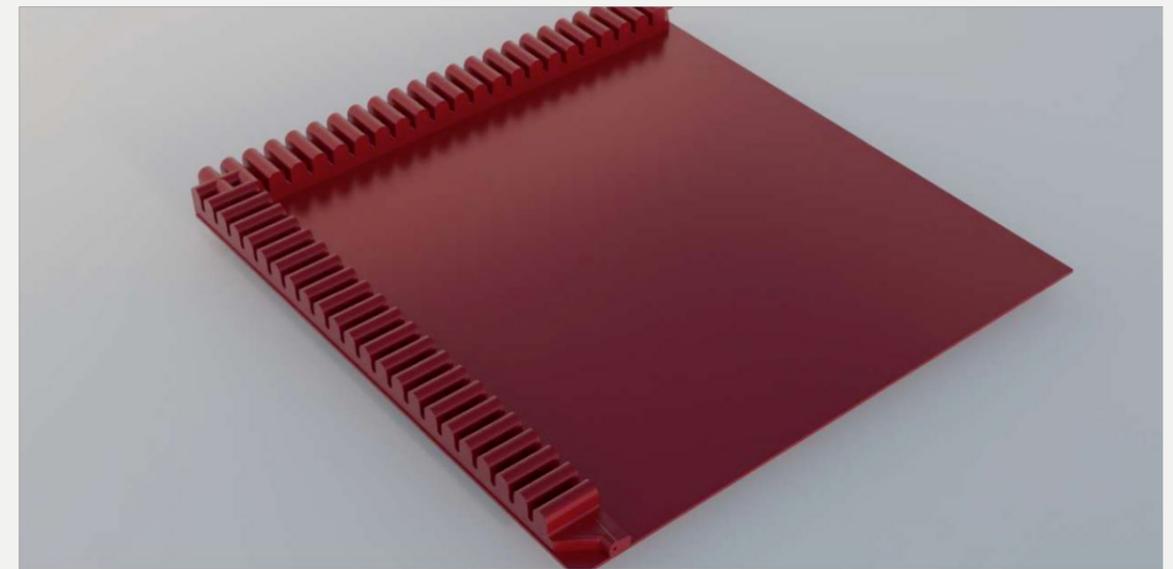


Abb.129: Rendering Studie D, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

Studie E

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

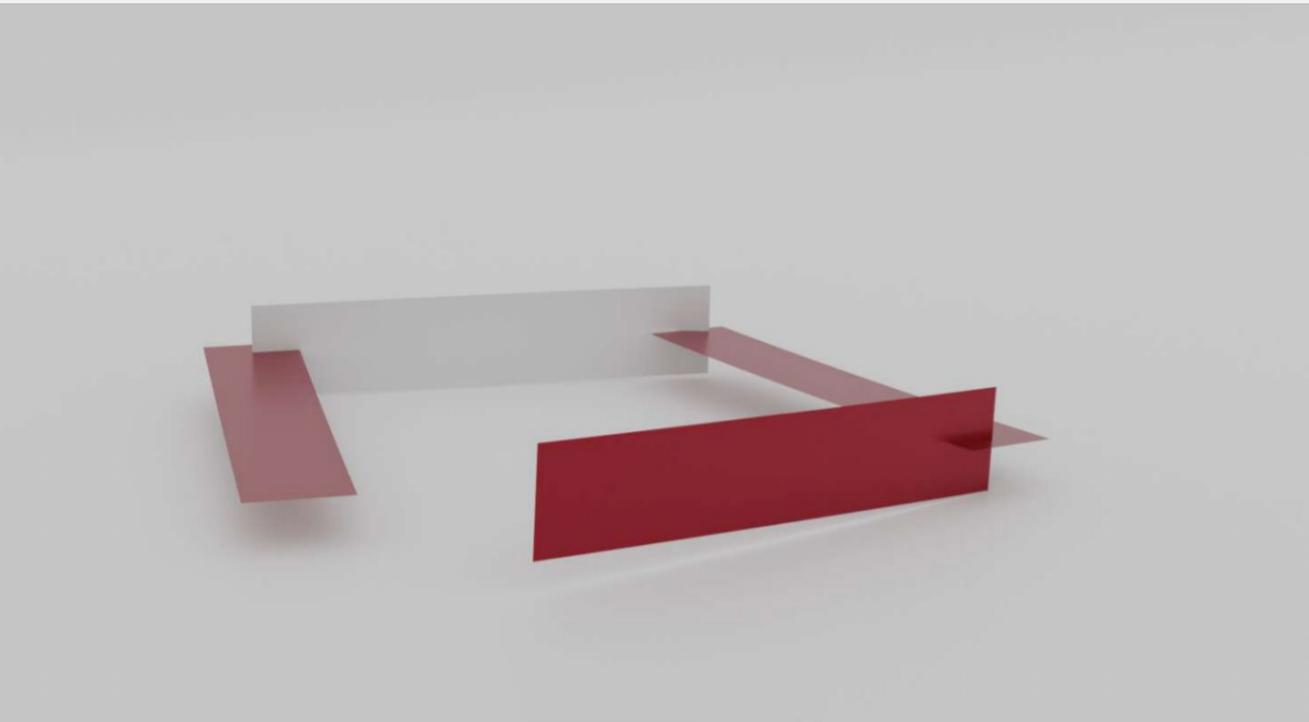


Abb.130: Rendering Studie E, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

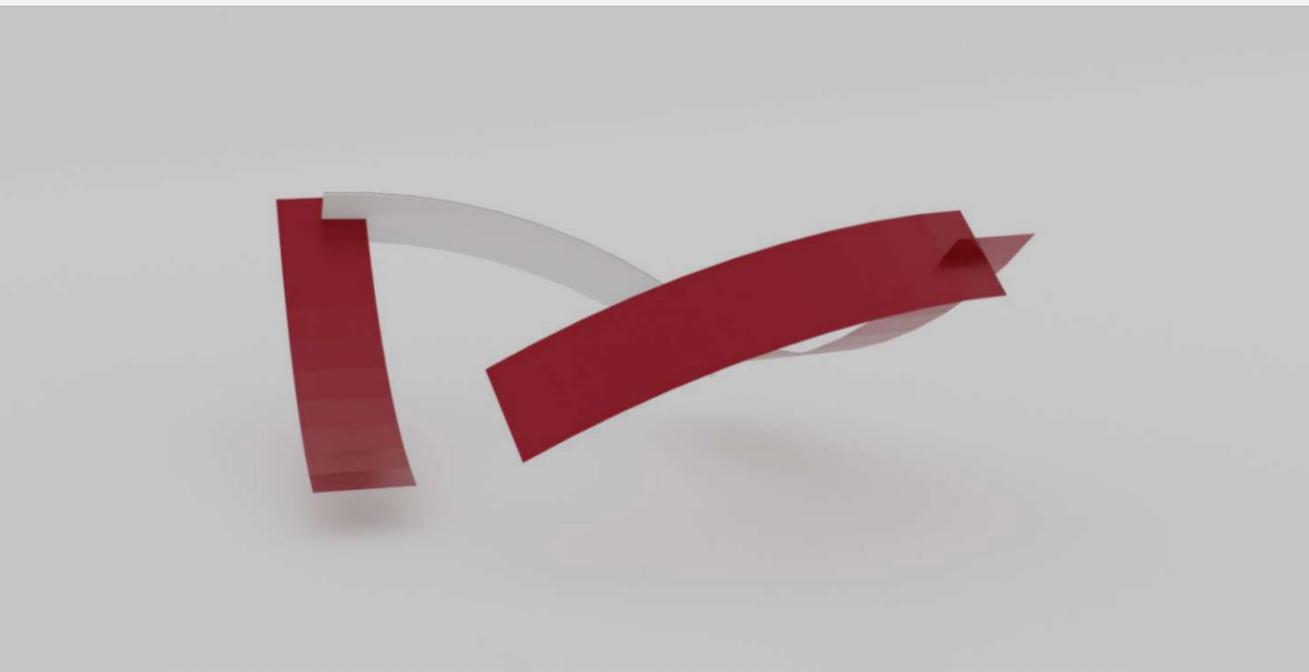


Abb.131: Rendering Studie E, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

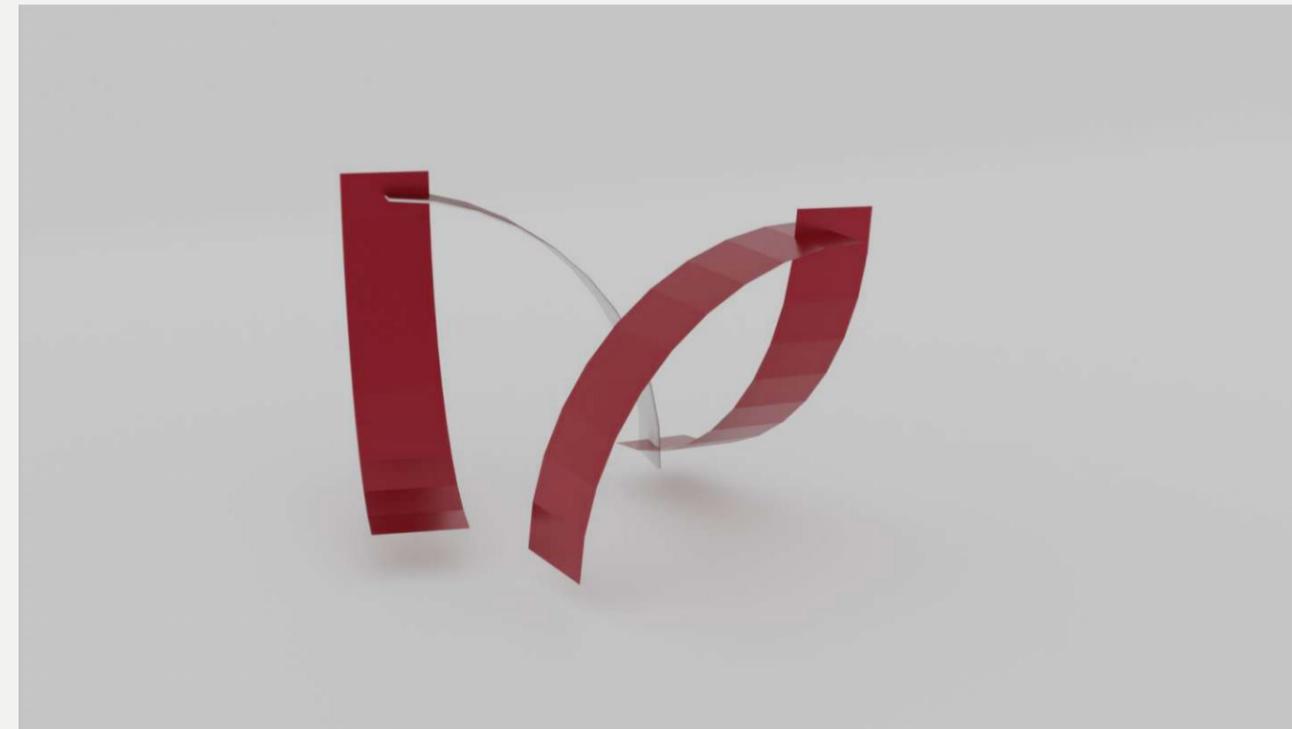


Abb.132: Rendering Studie E, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022



Abb.133: Rendering Studie E, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

Studie F

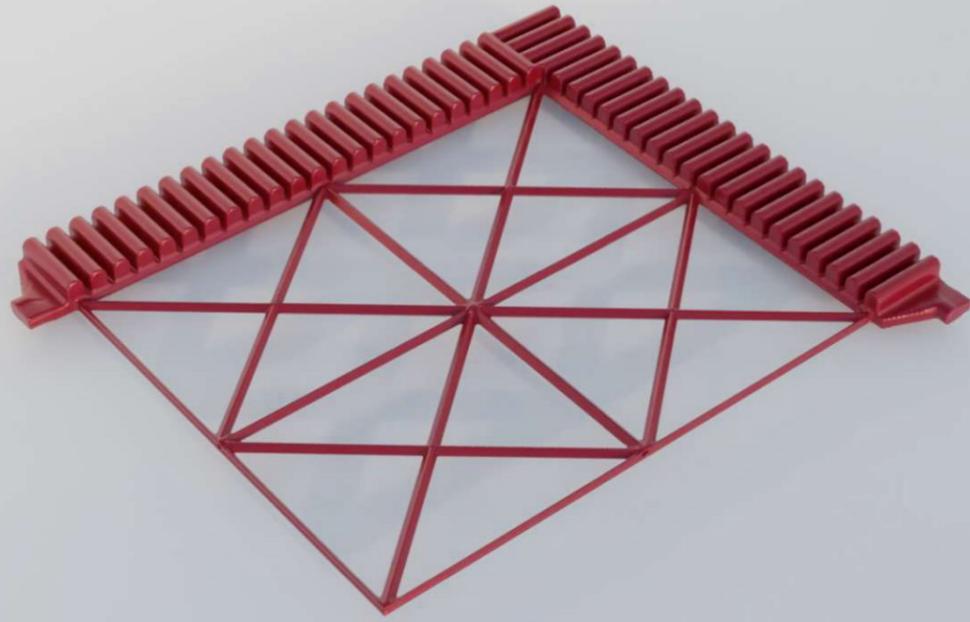


Abb.134: Rendering Studie F, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

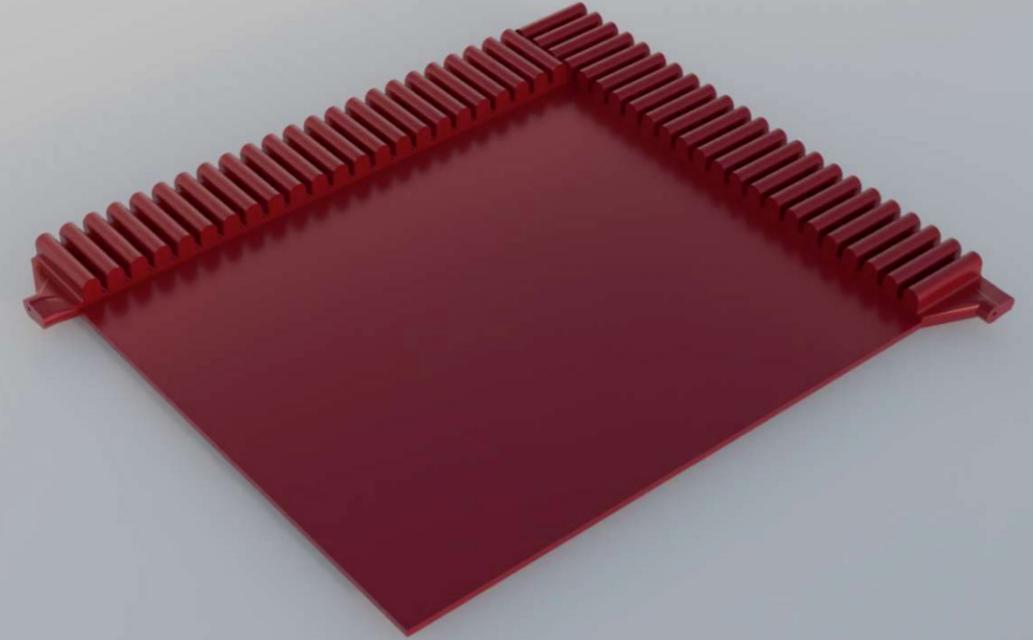


Abb.136: Rendering Studie F, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

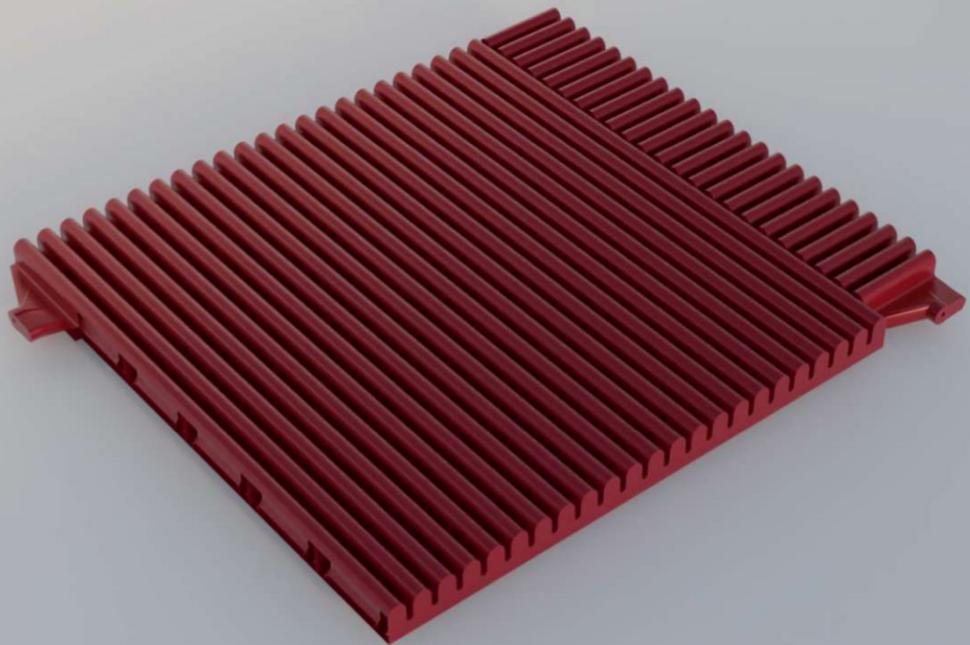


Abb.135: Rendering Studie F, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

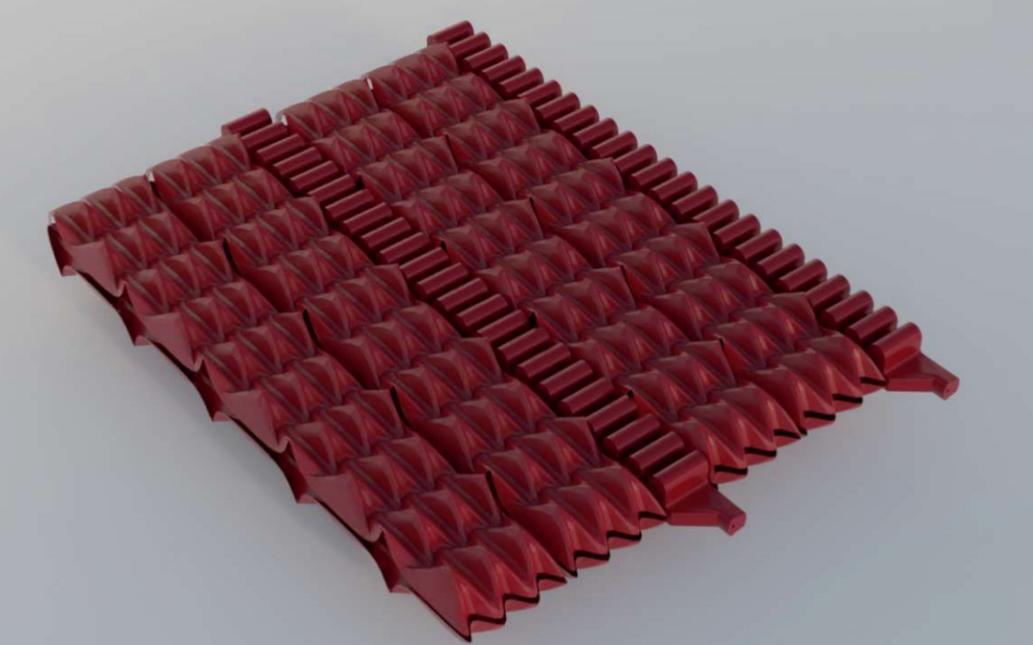
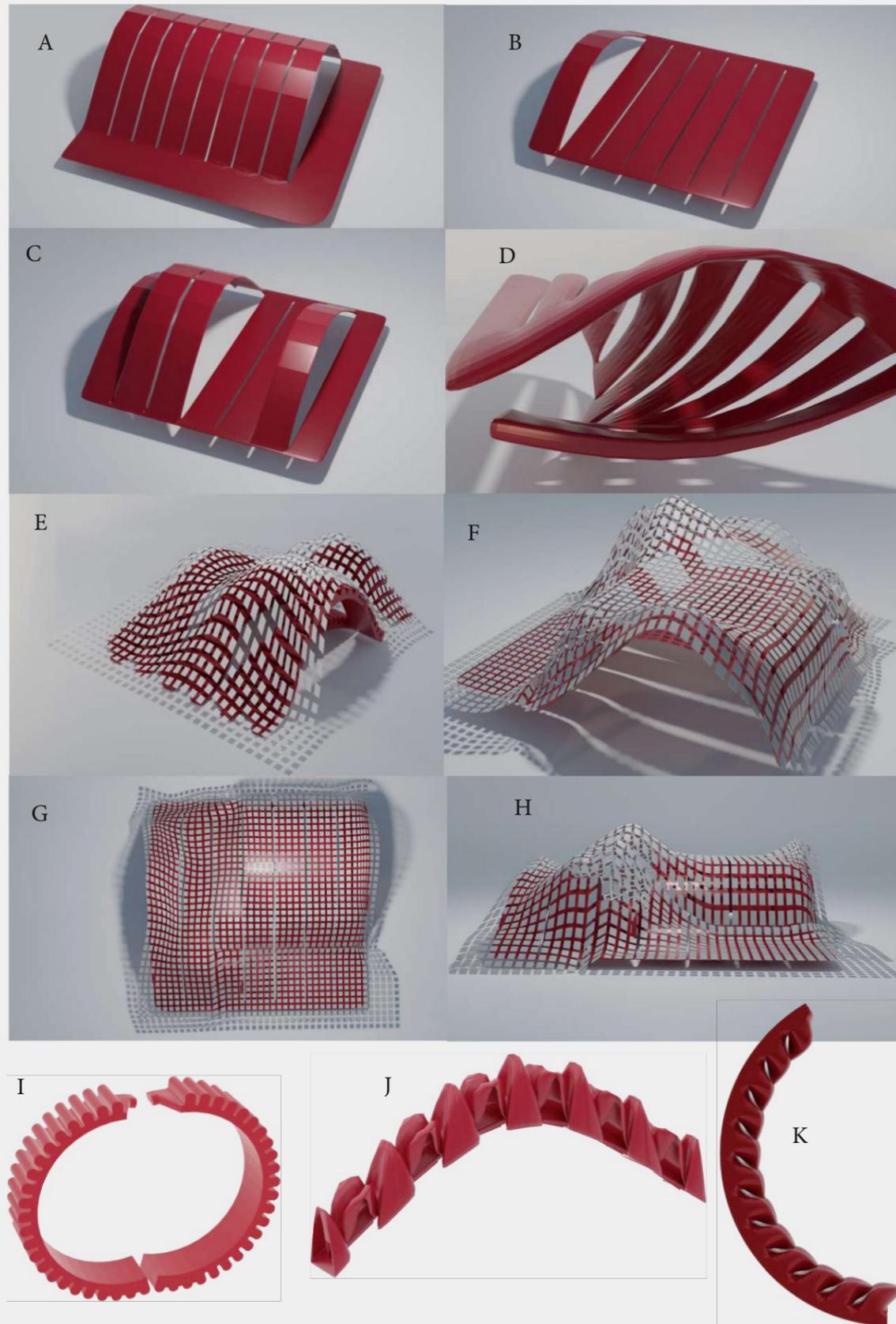


Abb.137: Rendering Studie F, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

Gegenüberstellung von digitalen Studien



106

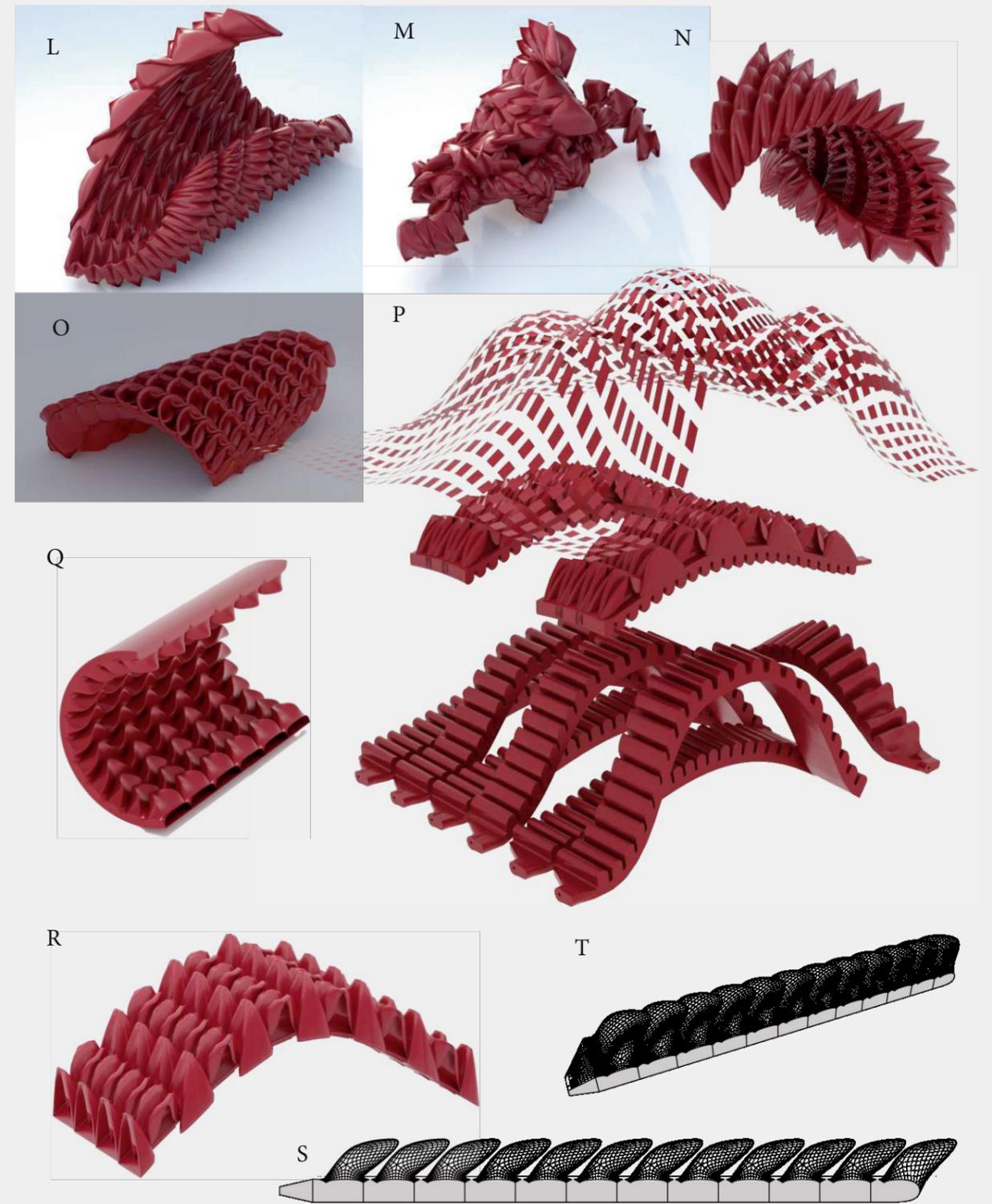


Abb. 138 (A, B, C, D): Rendering Studie B, *Blender* (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022
 Abb. 139 (E, F, G, H): Rendering Studie C, *Blender* (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022
 Abb. 140 (I): Rendering Entwurf, *Blender* (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021
 Abb. 141 (J, R): Rendering Konzepterarbeitung, *Blender* (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021
 Abb. 142 (K, Q): Rendering Konzepterarbeitung, *Blender* (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022
 Abb. 143 (L, M, N): Renderings, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], *Blender* (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021
 Abb. 144 (O): Rendering Konzepterarbeitung, *Blender* (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021
 Abb. 145 (P): Rendering Konzepterarbeitung, *Blender* (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022
 Abb. 146 (S, T): Rendering Konzepterarbeitung, *Rhino 7* (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Karoline Meixner, 2022

107

[14] vgl. Yacine3Dz, *I made My childhood favorite origami in blender* [YouTube-Video], 12.12.2021, Website <https://www.youtube.com/watch?v=Ow87g2U3qN0>

Erste Druckversuche



Abb.147: Foto erster Druckversuch, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2021



Abb.148: Foto erster Druckversuch, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2021

Erste Druckversuche

Die Form der zuvor erwähnten *Studie A* (Seite 90-91) lies sich zwar mit dem *Original Prusa Mini+* [18] mit *Ninjaflex 85A* [20] drucken, erlangte jedoch nicht die notwendige Biegung und Flexibilität. Da kein Luftkanal vorhanden war, konnte sich die Form zwar händisch verbiegen, die Möglichkeit zum Aufblasen mittels Kompressor war allerdings nicht möglich.

Ebenfalls problematisch waren die zu scharfkantigen Spitzen der Form, da diese für die Verwendung als Sitzmöglichkeit unbrauchbar waren. Auffallend waren auch die Probleme beim 3D Druck. Bei zu wenig Materialstärke verlor das Element an Haftung am Druckbett. Durch die scharfkantigen Zacken kam es zu undichten Spitzen, da der Drucker Probleme mit der Außenhülle des Elements hatte und diese folglich undicht gedruckt wurden.

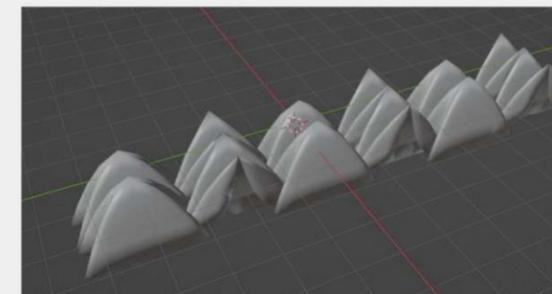


Abb.149: Screenshot Blenderstudie, *Blender (Blender Foundation Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2021



Abb.150: Foto 3D Druck mit TPU, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2021



Abb.151: Rendering Studie A, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2021

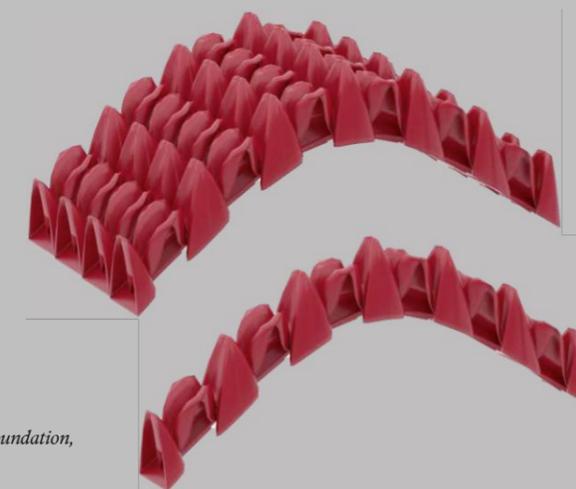


Abb.152: Rendering Studie A, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2021

Erste Druckversuche

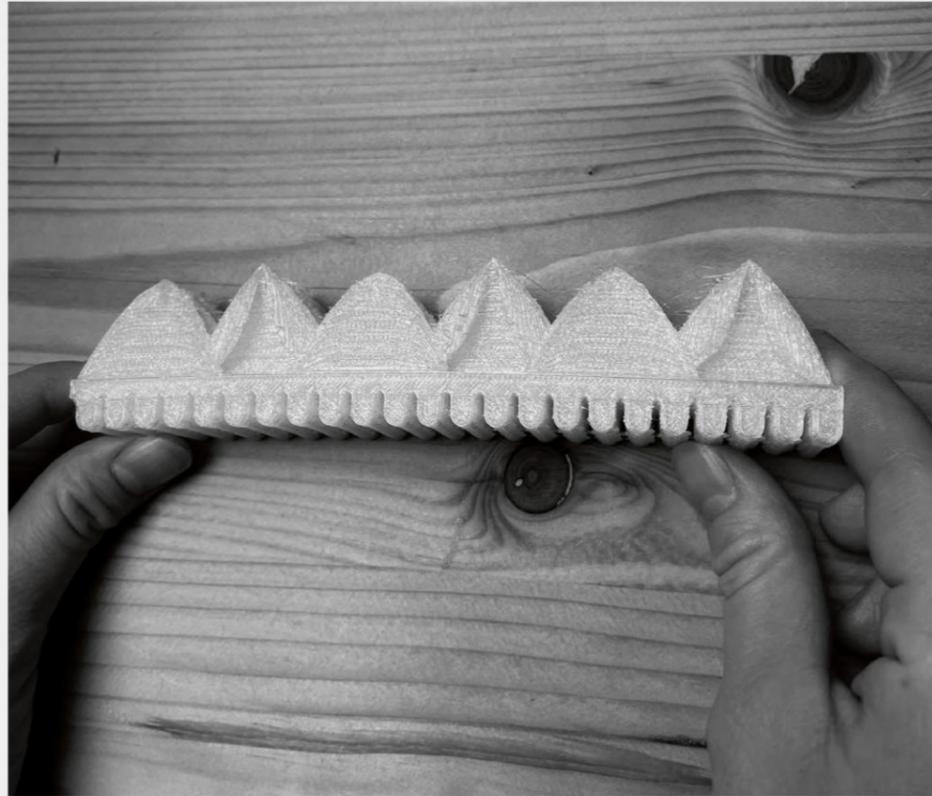


Abb.153: Foto eines Druckversuchs, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2021

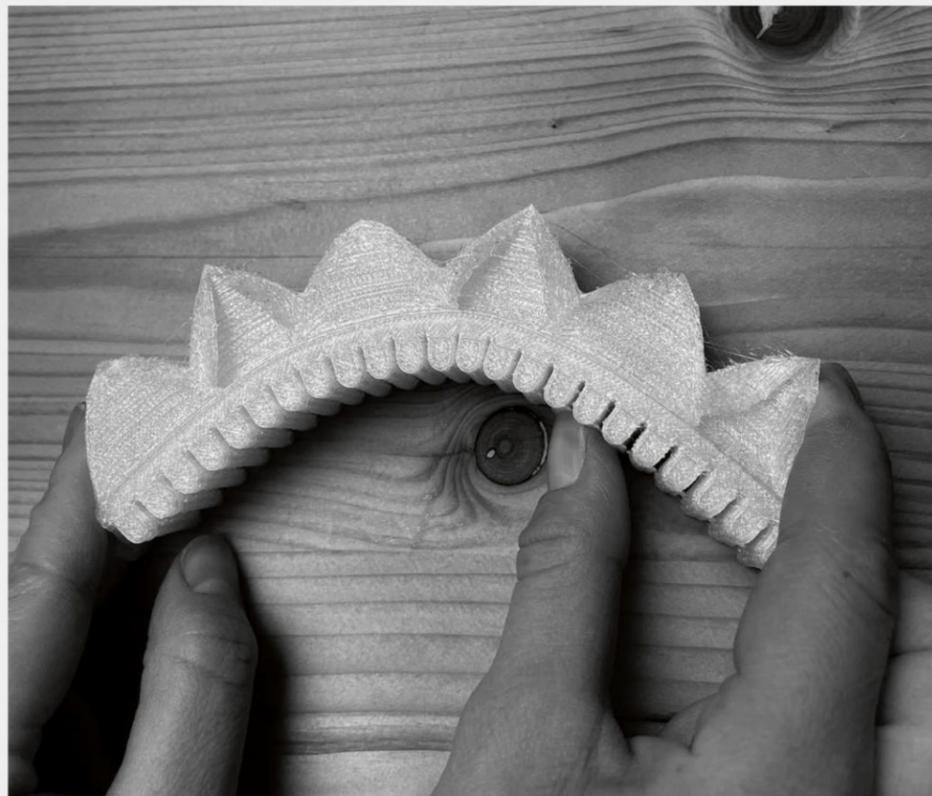


Abb.154: Foto eines Druckversuchs, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2021

Erste Druckversuche

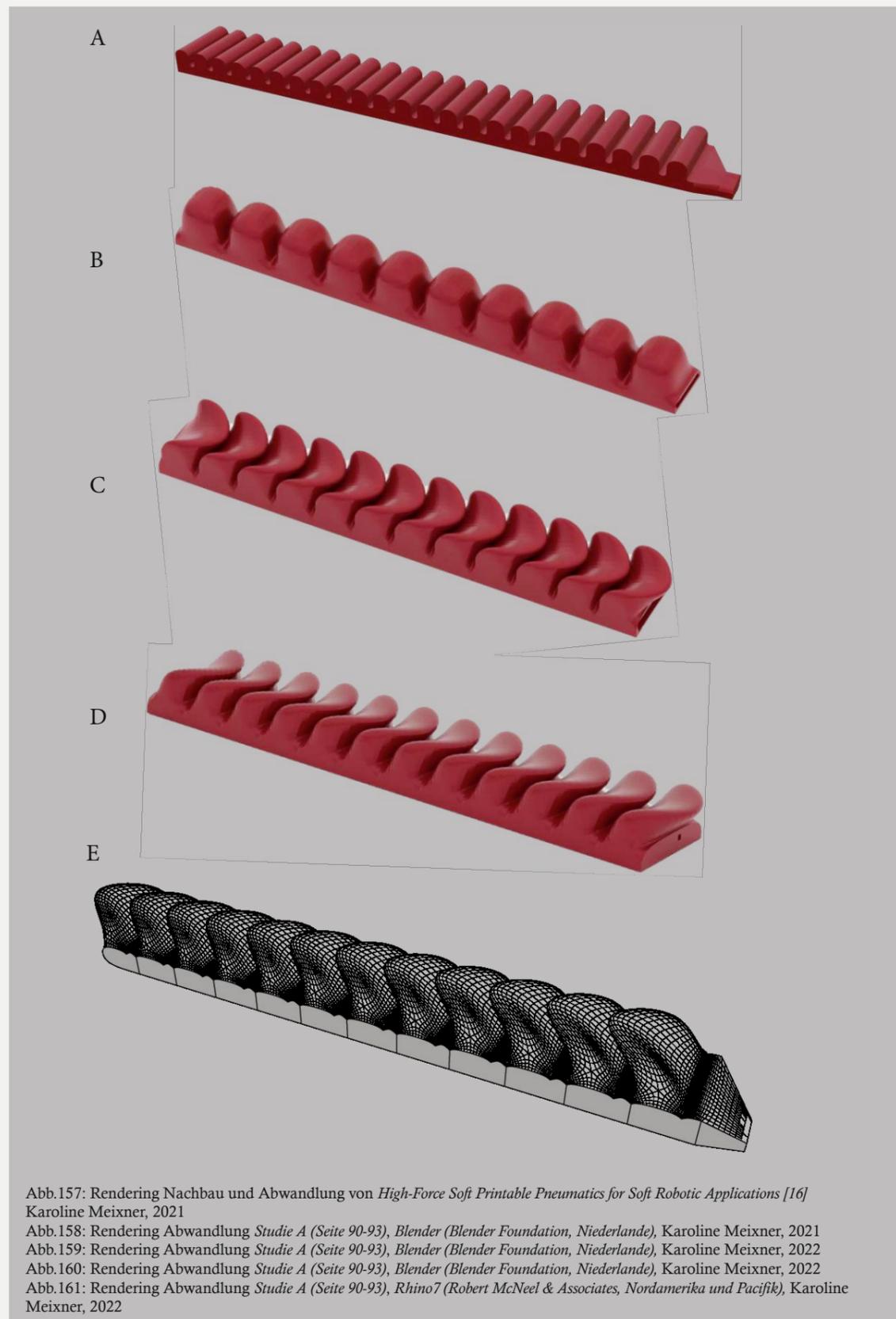


Abb.155: Foto eines Druckversuchs, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2021



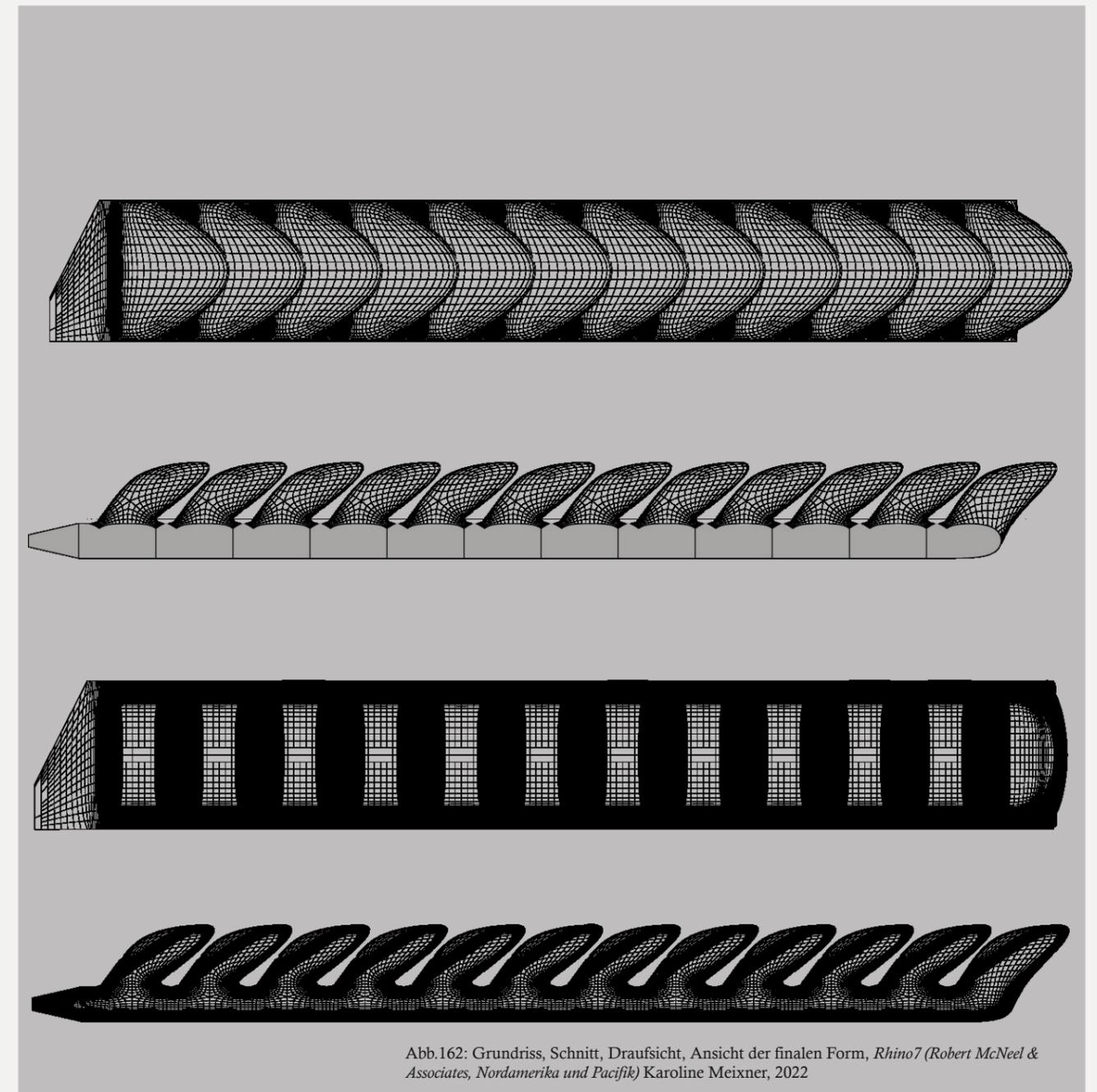
Abb.156: Foto eines Druckversuchs, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2021

Abwandlungen zur finalen Form



[16] vgl. Hong Kai Yap, Hui Yong Ng, Raye Chen-Hua Yeow, *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications*, 2016, S.144-156

Das „Finger-Element“



Das im Modell gedruckte Finger-Element hat 12 Kissen, eine Länge von 14,5 cm, eine Breite von 2,3 cm und eine Höhe von 1,3 cm. Die seitliche Wandstärke beträgt 5 mm, die Wandstärke der Kissen nur 1mm.

Für den finalen Entwurf wurde das Finger-Element kleiner skaliert, damit es mit der Westfassade der Kirche besser harmonisiert. Es weist eine Länge von 100cm, eine Breite von 1,6cm und eine Höhe von 0,9cm auf. Die Wandstärke bleibt gleich.

Das „Finger-Element“



Abb.162.1.: Foto eines Druckversuchs, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022



Abb.162.2.: Foto eines Druckversuchs, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Das „Finger-Element“



Abb.162.3.: Foto eines Druckversuchs, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022



Abb.162.4.: Foto eines Druckversuchs, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Das Finger-Element (als Fläche)

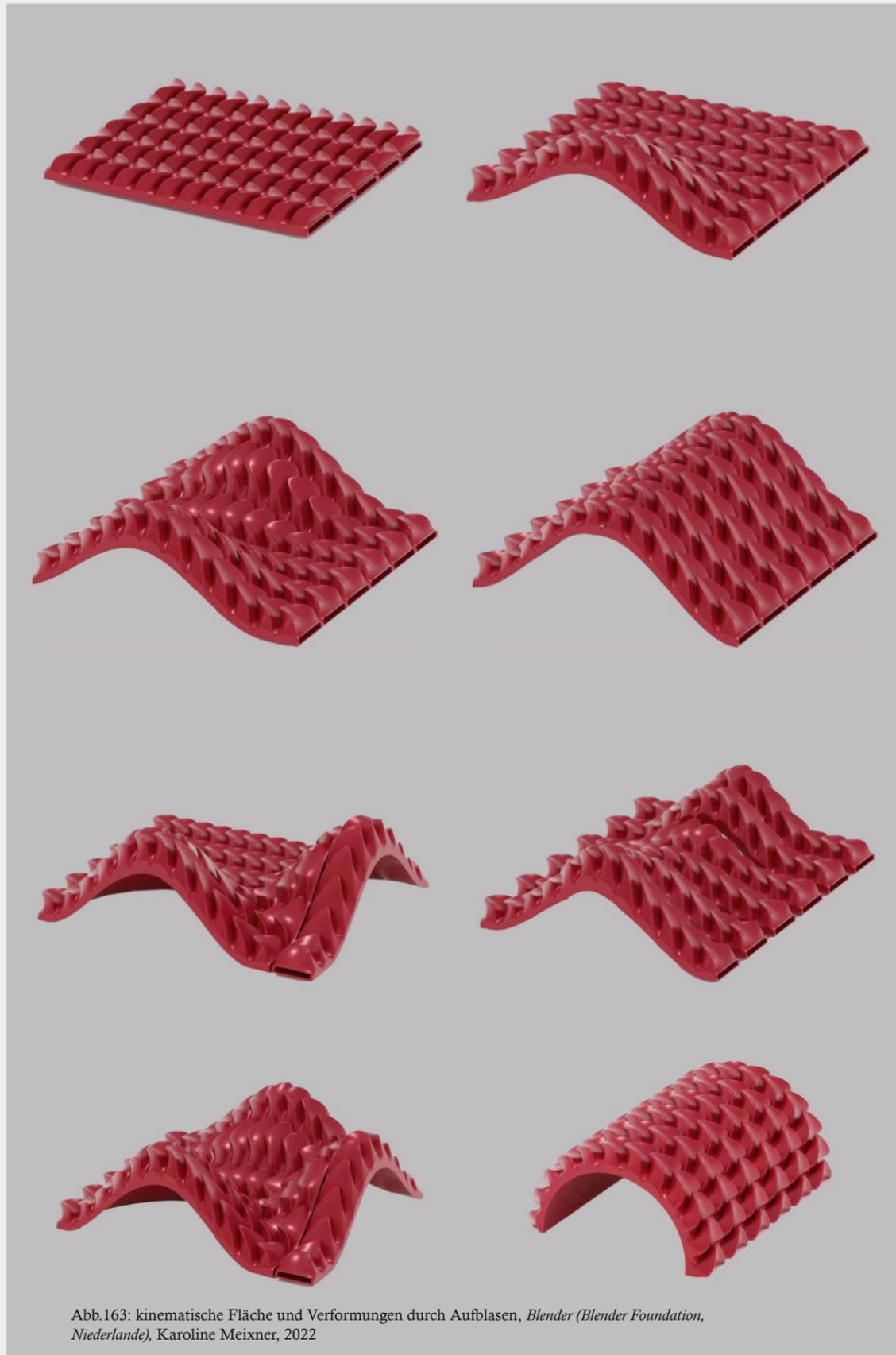


Abb.163: kinematische Fläche und Verformungen durch Aufblasen, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022



Abb.164: Rendering kinematische Fläche, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.165: Rendering kinematische Fläche, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.166: Rendering kinematische Fläche, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.167: Rendering kinematische Fläche, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.168: Rendering kinematische Fläche, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022

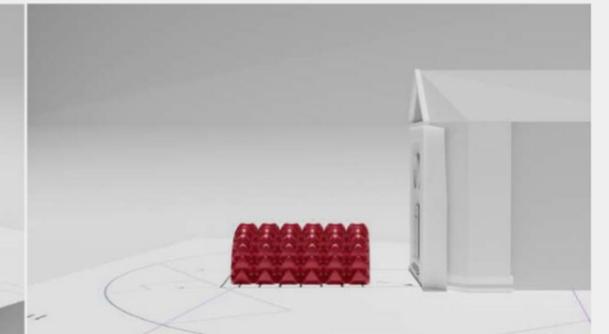


Abb.169: Rendering kinematische Fläche, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.170: Rendering kinematische Fläche, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022

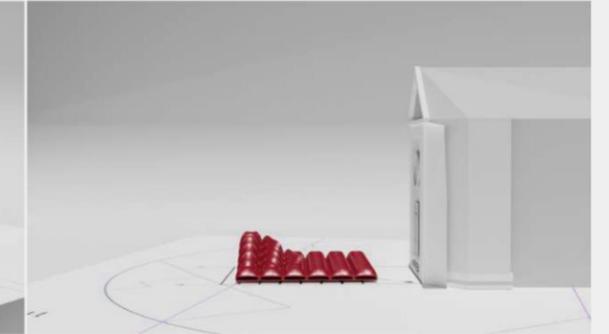


Abb.171: Rendering kinematische Fläche, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022

Funktionsweise

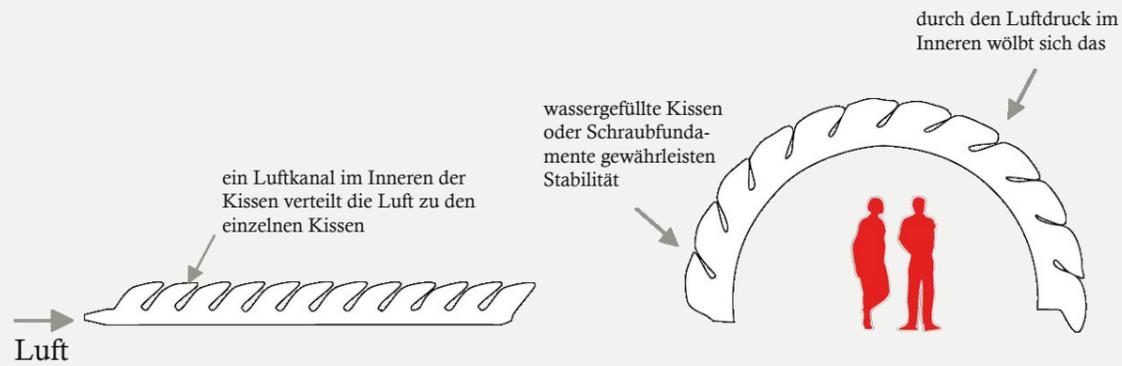


Abb.172: Schema Funktionsweise kinematisches Finger-Element, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archi-cad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Je größer die Luftkammern sind, desto besser kann sich das Element verkrümmen.

Je größer das Element, desto weniger Druck muss verwendet werden, da der Druck mit der Größe des Elements sinkt. Im Maßstab 1:100 wurde ein Luftdruck von 1,5 bar verwendet. Es ist allerdings davon auszugehen, dass bei einer Größenänderung von einem Maßstab 1:1 weniger Druck notwendig ist.

Die Luft wird mittels Luftgebläse (Kompressor, Membranpumpe oder Radialgebläse) in das Element eingeblasen. Die Öffnung beträgt 20mm Durchmesser.

Durch den Druck der im Inneren des Elements entsteht und die damit verbundene Verteilung in die einzelnen Luftkissen, wölbt sich das Element.

Das einzelne Finger-Element kann durch Laschen und kraftschlüssige Verbindungen mit z.B. Reißverschlüssen zu einer Fläche zusammengesetzt werden. Es entsteht eine kinematische Fläche, die aus mehreren aneinander gereihten Finger-Elementen besteht, die abhängig voneinander aufgeblasen werden können. Die Verformung ist somit abhängig von der Luftzufuhrsteuerung (Ventilsteuerung).



Abb.173: Schema Funktionsweise kinematisches Finger-Element, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022



Abb.174: Schema Funktionsweise kinematisches Finger-Element, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pazifik) Karoline Meixner, 2022

Prinzip der Verformung (Aufblasen)

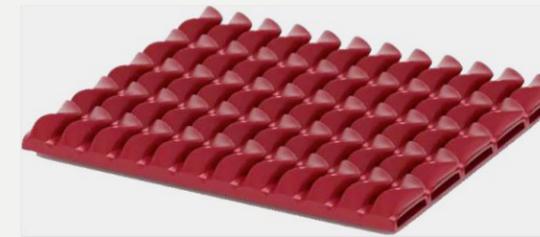
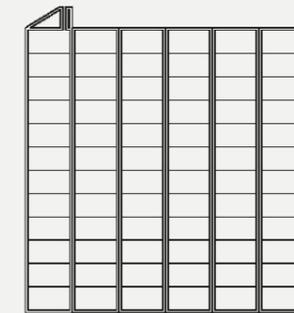


Abb.175: kinematische Fläche mit Schema Aufblasen, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



----- Luft
 Δ gelenkiges Lager
 ▽ eingespanntes Lager



Abb.176: kinematische Fläche mit Schema Aufblasen, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

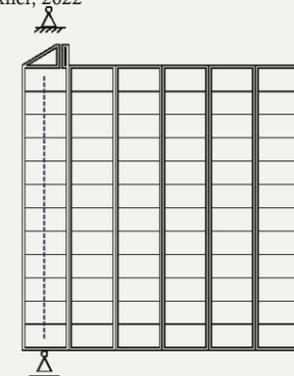


Abb.177: kinematische Fläche mit Schema Aufblasen, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

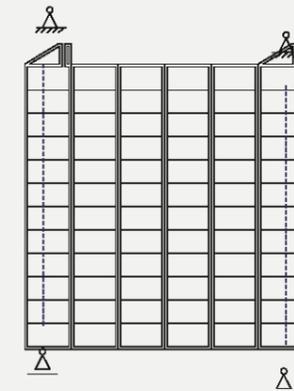
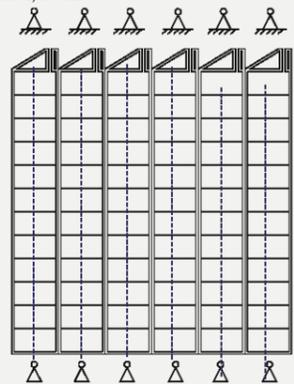


Abb.178: kinematische Fläche mit Schema Aufblasen, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Messung der Beanspruchung mithilfe des „Phänotyp“ [23]

von Christoph Müller und Karl Deix



Abb.179: kinematischer Finger verformt, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner 2022

TEST A

Digitale Messung Zug-Druckbeanspruchung, ohne Optimierung

Variante 1: ein Finger-Element, liegend, worst case szenario

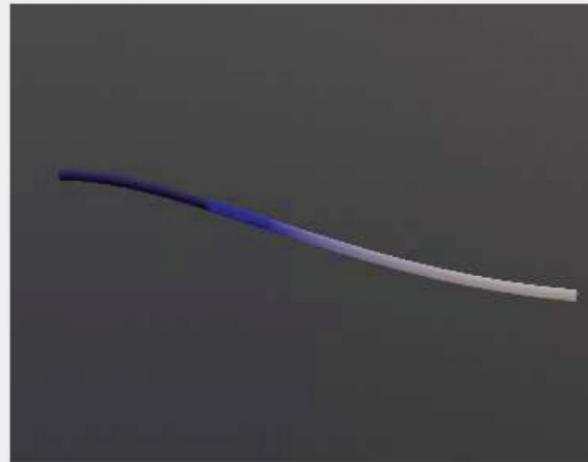


Abb.180: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

Mithilfe des Blender-Addon Phänotyp entwickelt von Christoph Müller vom Institut für Architektur und Entwerfen, Technische Universität Wien und Karl Deix vom Institut für Werkstofftechnologie, Bauphysik und Bauökologie Forschungsbereich Baustofflehre und Werkstofftechnologie, Technische Universität Wien, war es möglich digitale Studien zur Beanspruchung (Druck- und Zugbeanspruchung) zu messen. Durch das Belastungsschema wird deutlich, wo die größten Belastungen auftreten. Hier muss mittels größeren Querschnitten entgegengewirkt werden.[23]

Variante 1: ein Finger-Element bläst sich auf und verformt sich

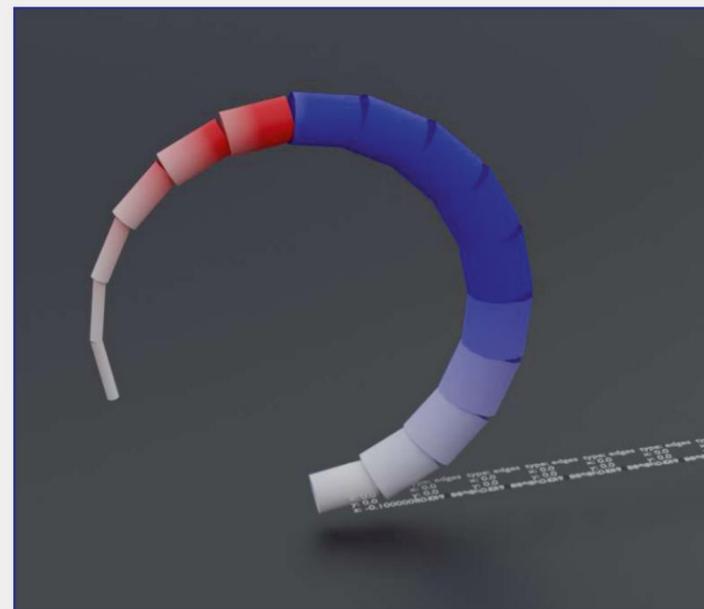


Abb.181: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

- Druckbeanspruchung über Belastungsgrenze
- Zugbeanspruchung
- Druckbeanspruchung unter Belastungsgrenze

[23] vgl. Christoph Müller, Karl Deix, Phänotyp, bewegende Architektur e.U., 02.10.2022, Website <https://bewegende-architektur.com/>

Messung der Beanspruchung mithilfe von „Phänotyp“ [23]

von Christoph Müller und Karl Deix



Abb.184: kinematische Finger verformt, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner 2022

TEST B

Digitale Messung Zug-Druckbeanspruchung, ohne Optimierung

Variante 1: linke Seite fix eingespannt, rechte Seite nur in z-Achse eingespannt

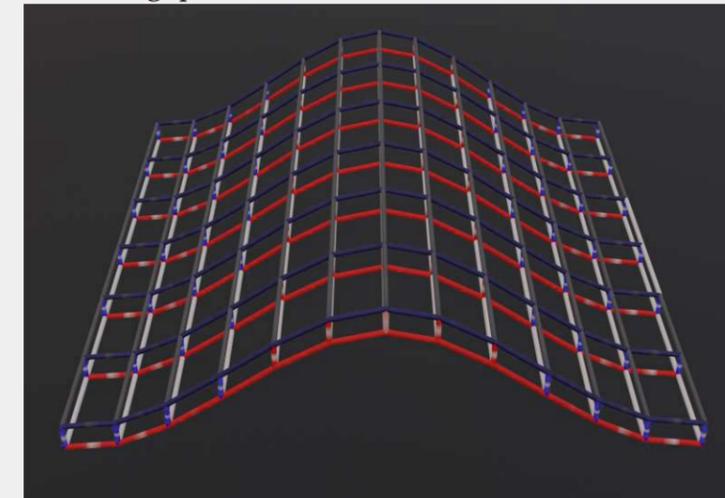


Abb.182: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

- Druckbeanspruchung über Belastungsgrenze
- Zugbeanspruchung
- Druckbeanspruchung unter Belastungsgrenze

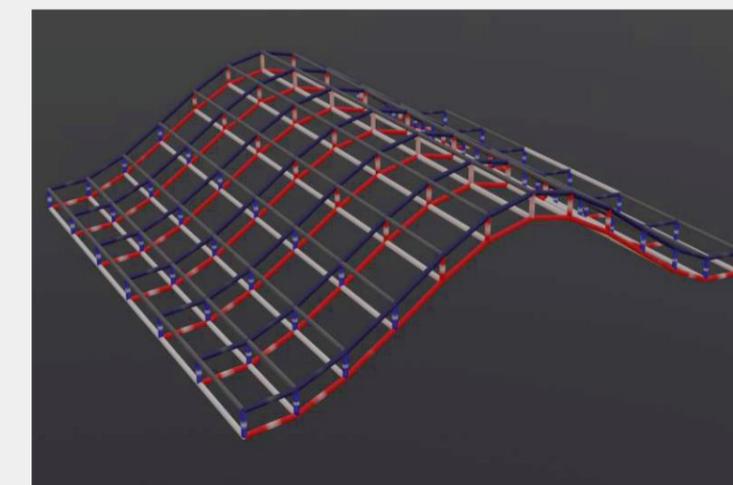


Abb.183: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

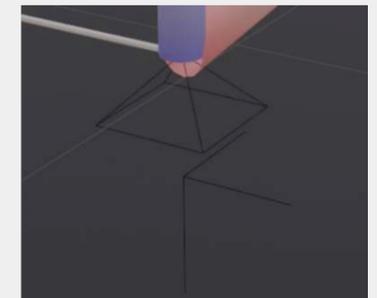


Abb.185: Rendering Lager eingespannt, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

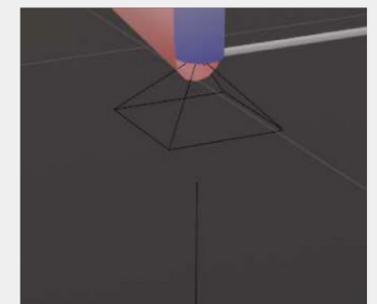


Abb.186: Rendering Lager gelenkig, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

[23] vgl. Christoph Müller, Karl Deix, Phänotyp, bewegende Architektur e.U., 02.10.2022, Website <https://bewegende-architektur.com/>

Messung der Beanspruchung mithilfe von „Phänotyp“^[23]

von Christoph Müller und Karl Deix



Abb.187: kinematische Finger verformt, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner 2022

TEST C

Digitale Messung Zug-Druckbeanspruchung, mit Optimierung

Variante 1: linke Seite fix eingespannt, rechte Seite nur in z-Achse eingespannt

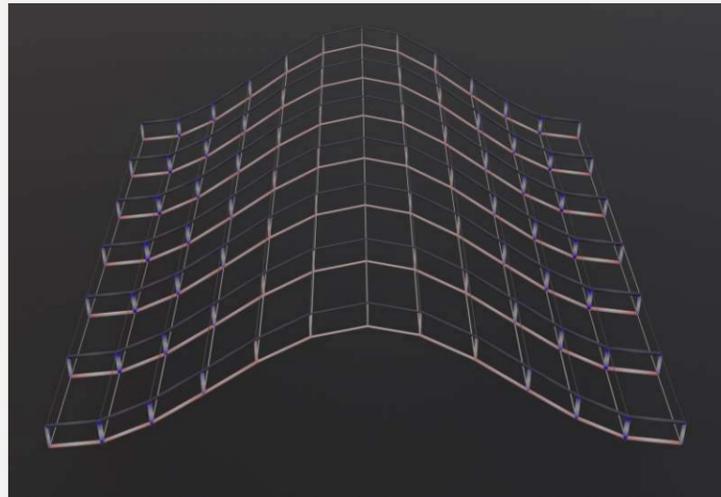


Abb. 188: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

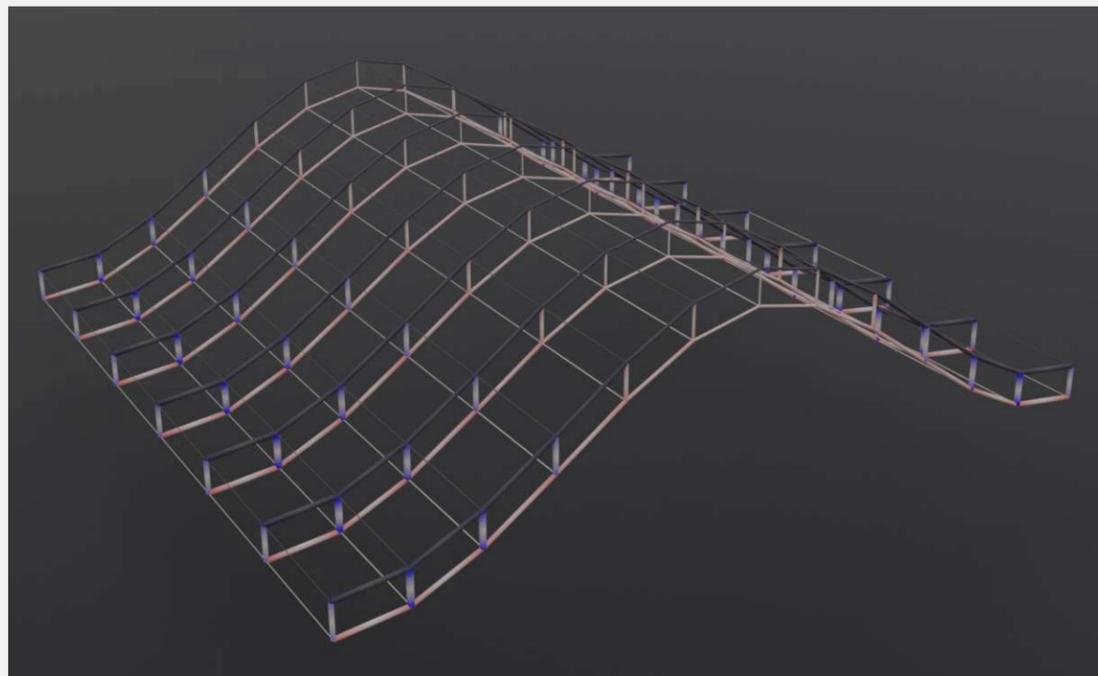


Abb. 189: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

Messung der Beanspruchung mithilfe von „Phänotyp“^[23]

von Christoph Müller und Karl Deix



Abb.190: kinematische Finger verformt, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner 2022

Digitale Messung Zug-Druckbeanspruchung, mit Optimierung

Variante 2: linke und rechte Seite fix eingespannt

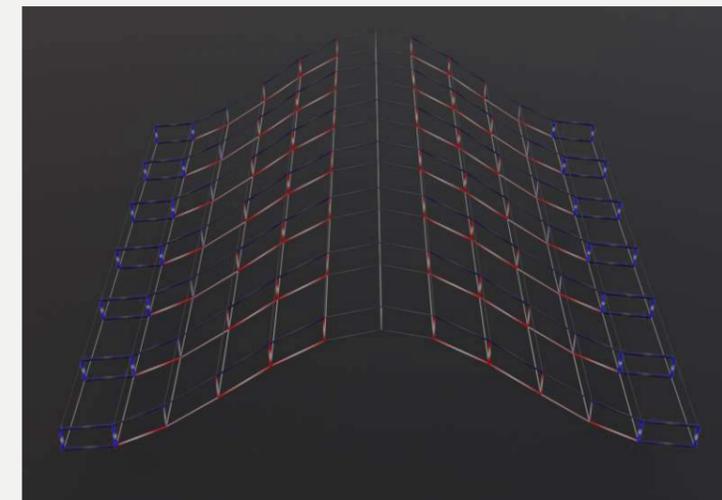


Abb.191: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

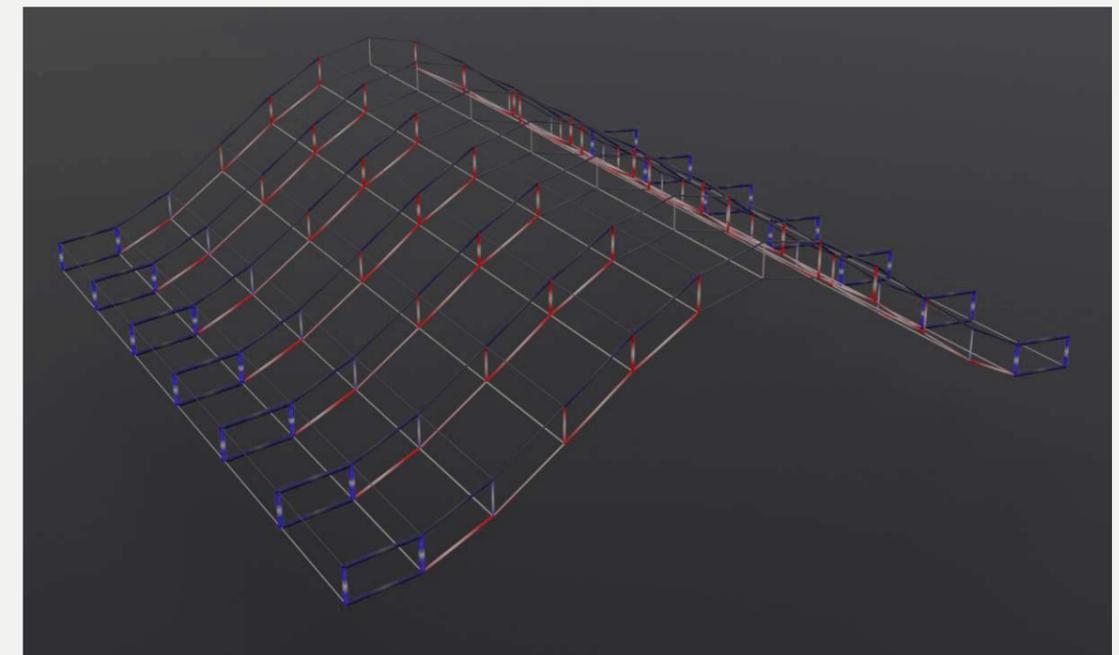


Abb. 192: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

[23] vgl. Christoph Müller, Karl Deix, Phänotyp, bewegende Architektur e.U., 02.10.2022, Website <https://bewegende-architektur.com/>

123 [23] vgl. Christoph Müller, Karl Deix, Phänotyp, bewegende Architektur e.U., 02.10.2022, Website <https://bewegende-architektur.com/>

Messung der Beanspruchung mithilfe von „Phänotyp“^[23]

von Christoph Müller und Karl Deix



Abb.193: kinematische Finger verformt, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner 2022

Digitale Messung Zug-Druckbeanspruchung, ohne Optimierung

Variante 3: linke Seite fix eingespannt, rechte Seite nur in z-Achse eingespannt

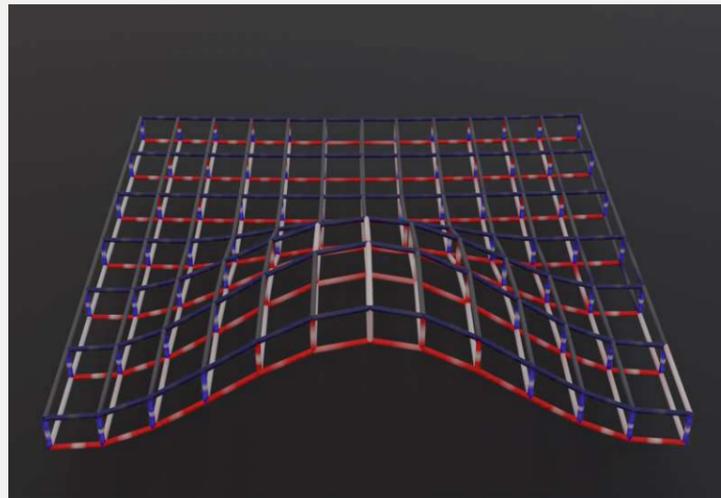


Abb.194: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

- Druckbeanspruchung über Belastungsgrenze
- Zugbeanspruchung
- Druckbeanspruchung unter Belastungsgrenze

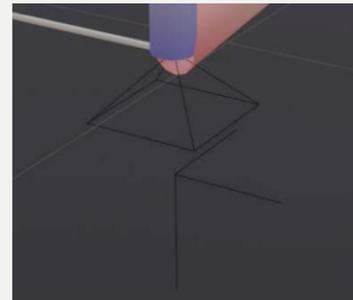


Abb. 196: Rendering Lager eingespannt, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

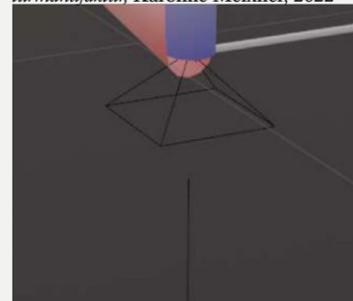


Abb.197: Rendering Lager gelenkig, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

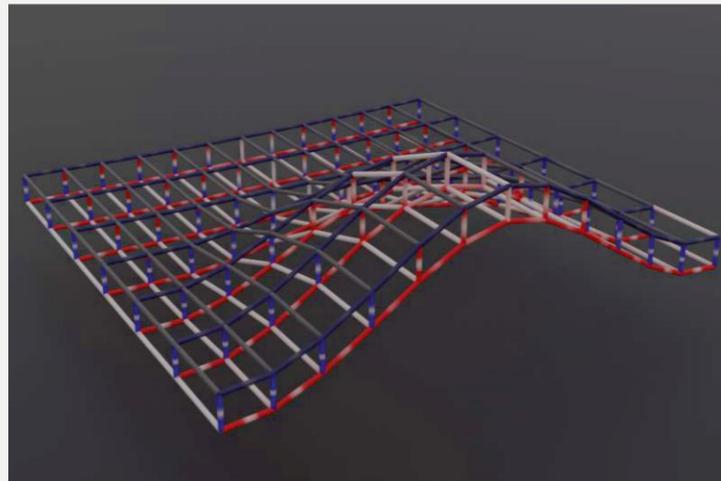


Abb. 195: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

Messung der Beanspruchung mithilfe von „Phänotyp“^[23]

von Christoph Müller und Karl Deix



Abb.198: kinematische Finger verformt, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner 2022

Digitale Messung Zug-Druckbeanspruchung, mit Optimierung

Variante 2: linke und rechte Seite fix eingespannt

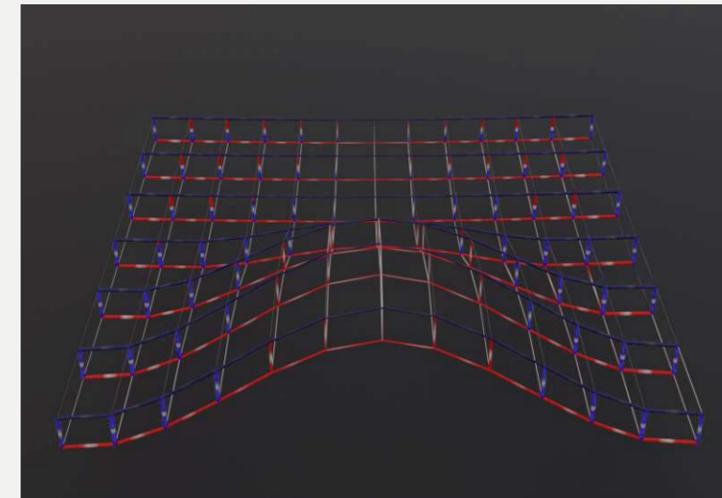


Abb.199: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

- Druckbeanspruchung über Belastungsgrenze
- Zugbeanspruchung
- Druckbeanspruchung unter Belastungsgrenze

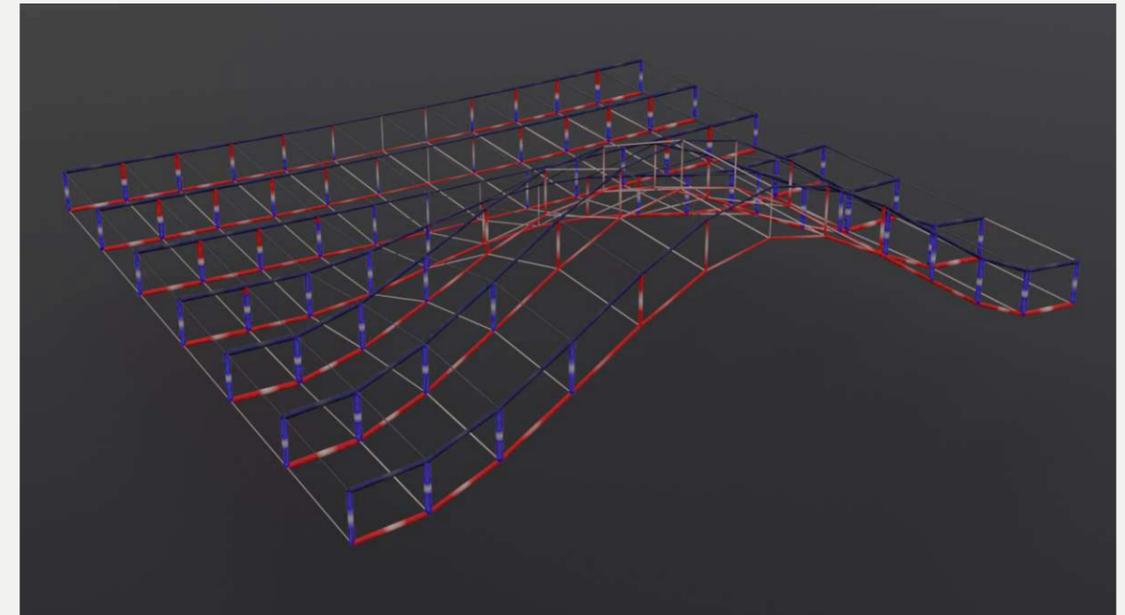


Abb.200: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

[23] vgl. Christoph Müller, Karl Deix, Phänotyp, bewegende Architektur e.U., 02.10.2022, Website <https://bewegende-architektur.com/>

125 [23] vgl. Christoph Müller, Karl Deix, Phänotyp, bewegende Architektur e.U., 02.10.2022, Website <https://bewegende-architektur.com/>

Messung der Beanspruchung mithilfe von „Phänotyp“ [23]

von Christoph Müller und Karl Deix



Abb.201: kinematische Finger verformt, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner 2022

digitale Messung Zug-Druckbeanspruchung, ohne Optimierung
Variante 3: linke Seite fix eingespannt, rechte Seite nur in z-Achse eingespannt

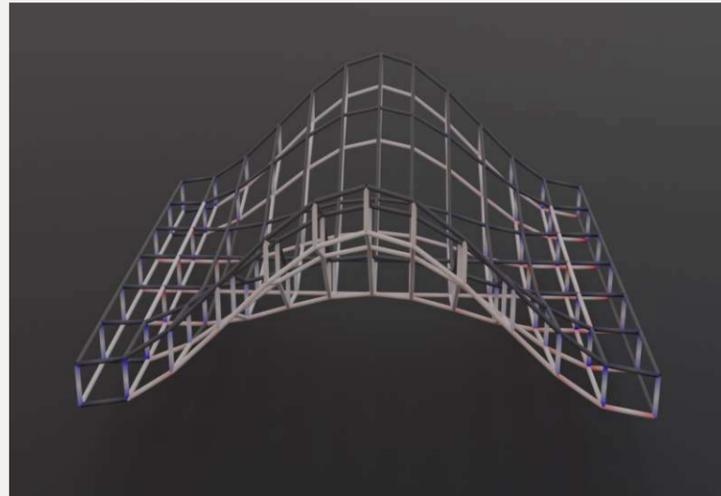


Abb.202: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

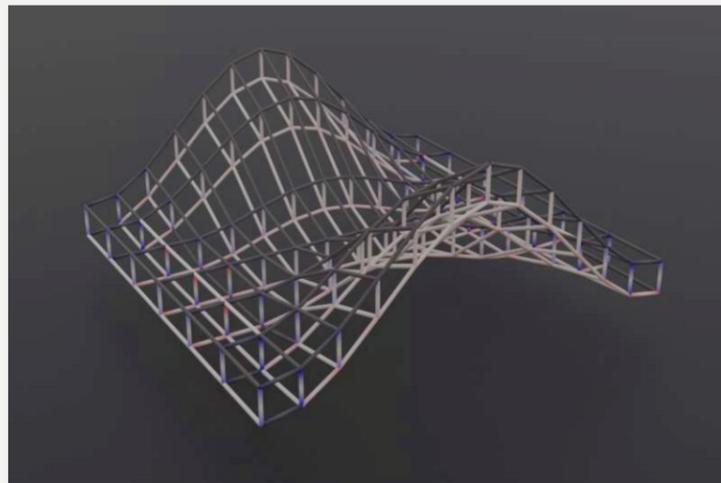


Abb.203: Rendering Belastung, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

- Druckbeanspruchung über Belastungsgrenze
- Zugbeanspruchung
- Druckbeanspruchung unter Belastungsgrenze

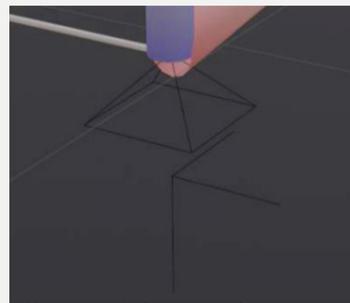


Abb.204: Rendering Lager eingespannt, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

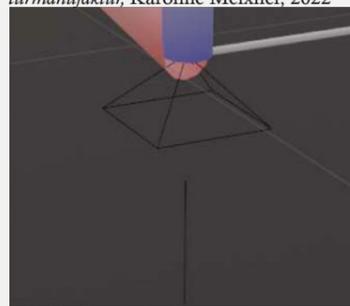


Abb.205: Rendering Lager gelenkig, Blender (Blender Foundation, Niederlande) Addon: Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur, Karoline Meixner, 2022

PrusaSlicer 2.5.0.[24]

Umwandlung der Druckdatei:

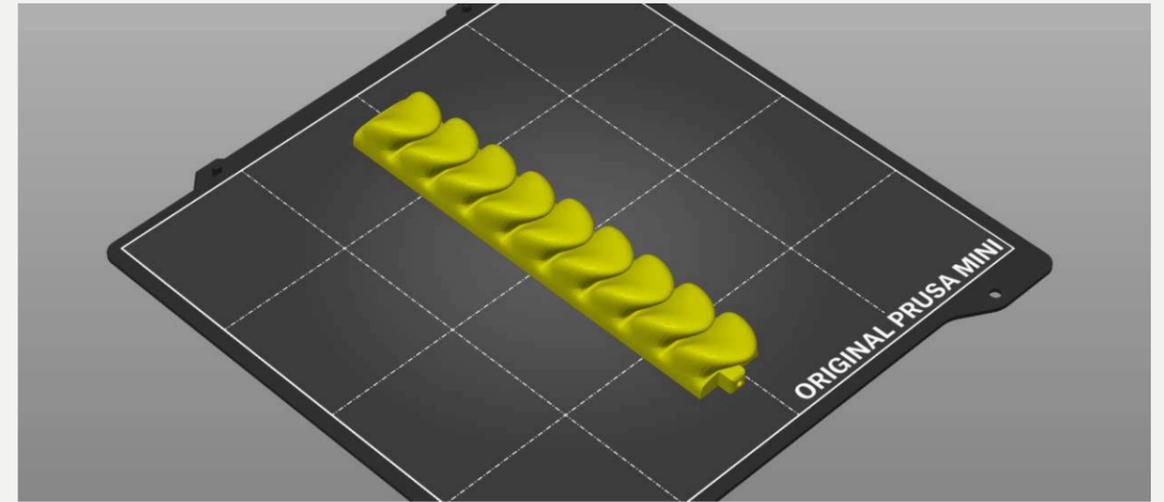


Abb.206: Screenshot Finger-Element (Seite 113-115) für den 3D-Druck noch nicht vorbereitet, PrusaSlicer[24](Prusa Research a.s, Tschechische Republik), Karoline Meixner, 2022

Umwandlung der Druckdatei, für den 3D Druck geschichtet:

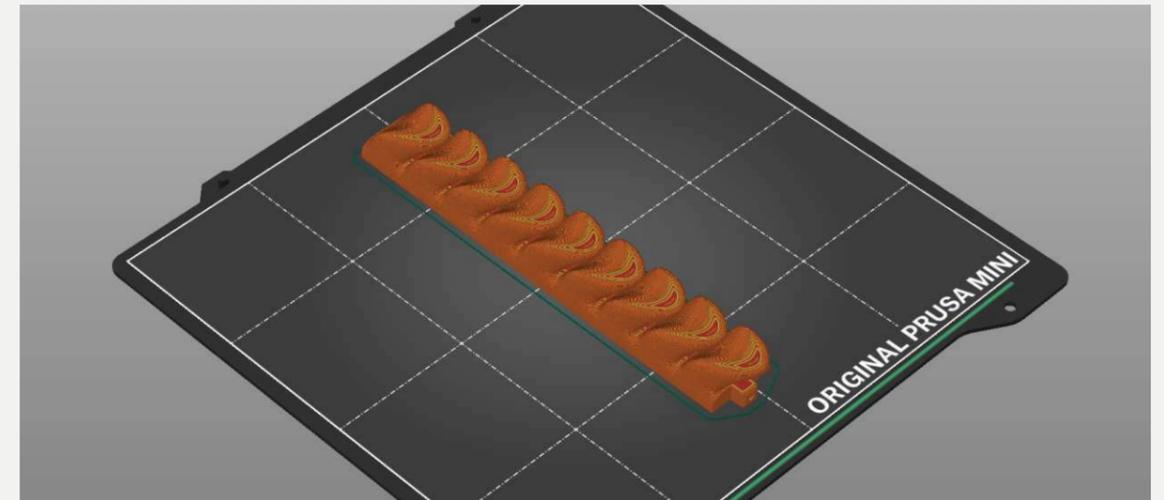


Abb.207: Screenshot Finger-Element (Seite 113-115) für den 3D-Druck vorbereitet, PrusaSlicer [24] (Prusa Research a.s, Tschechische Republik), Karoline Meixner, 2022

Gewählte Einstellungen im PrusaSlicer [24]:

- Düsentemperatur 175
- Heizbett 75
- 8% Infill
- 0,15mm Schichtdicke (Quality)
- Filatech FilaFlex 40

[23] vgl. Christoph Müller, Karl Deix, Phänotyp, bewegende Architektur e.U., 02.10.2022, Website <https://bewegende-architektur.com/>

[24] vgl. Prusa Research a.s., PrusaSlicer, Prusa Research by Josef Prusa, 27.12.2022, Website https://www.prusa3d.com/de/page/prusaslicer_424/

gedruckte Modelle



Abb.208: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.209: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle



Abb.210: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.211: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle



Abb.212: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.213: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle



Abb.214: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.215: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle



Abb.216: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

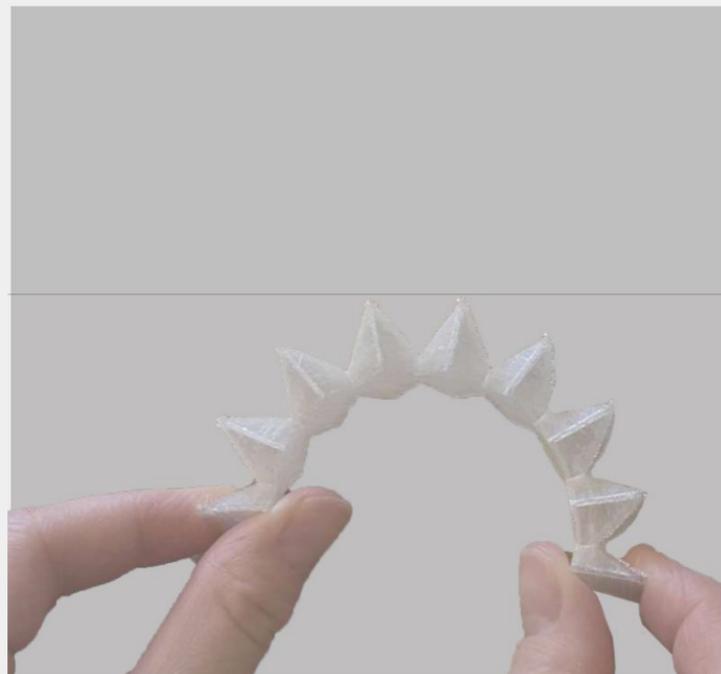


Abb.217: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle

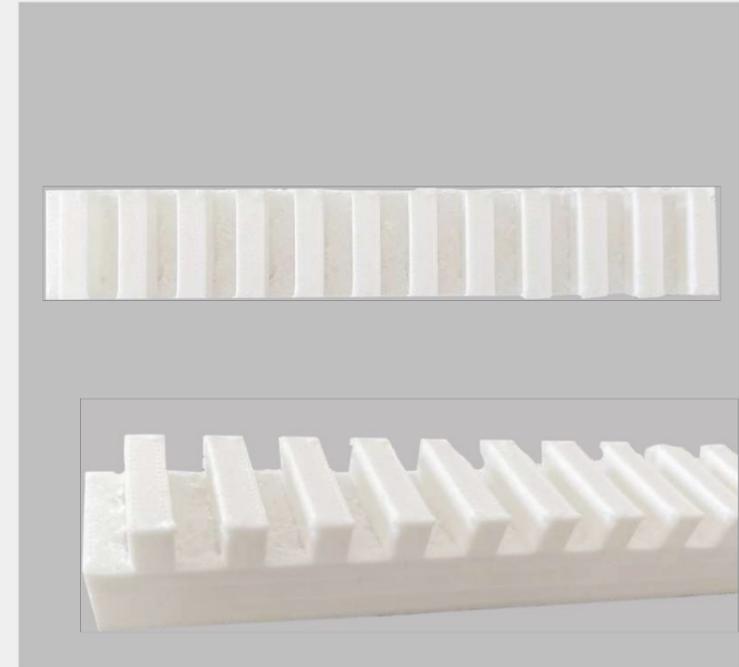


Abb.218: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.219: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle



Abb.220: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.221: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle



Abb.222: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.223: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle



Abb.224: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.225: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle



Abb.226: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.227: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle

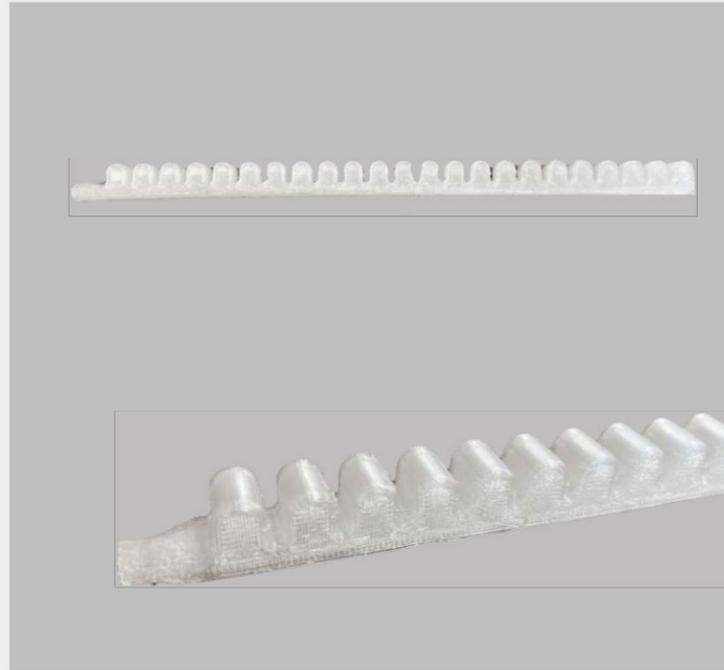


Abb.228: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

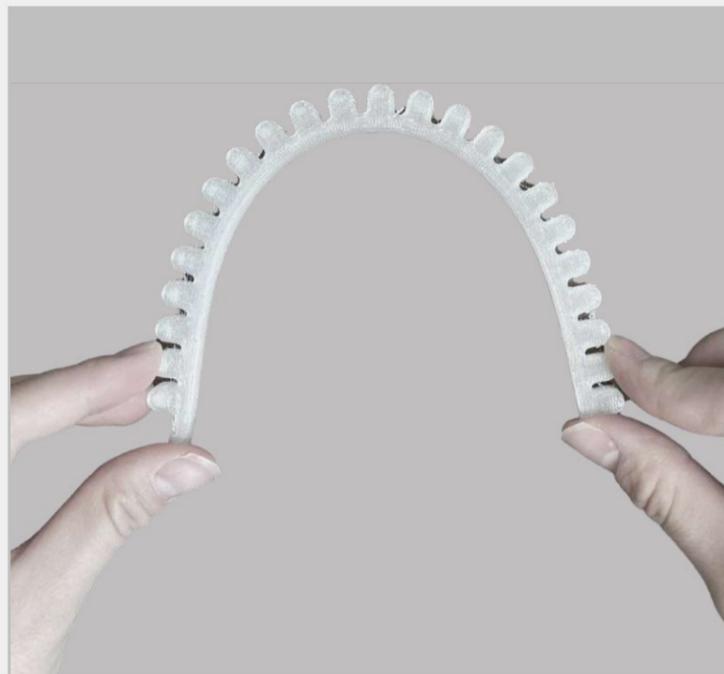


Abb.229: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle

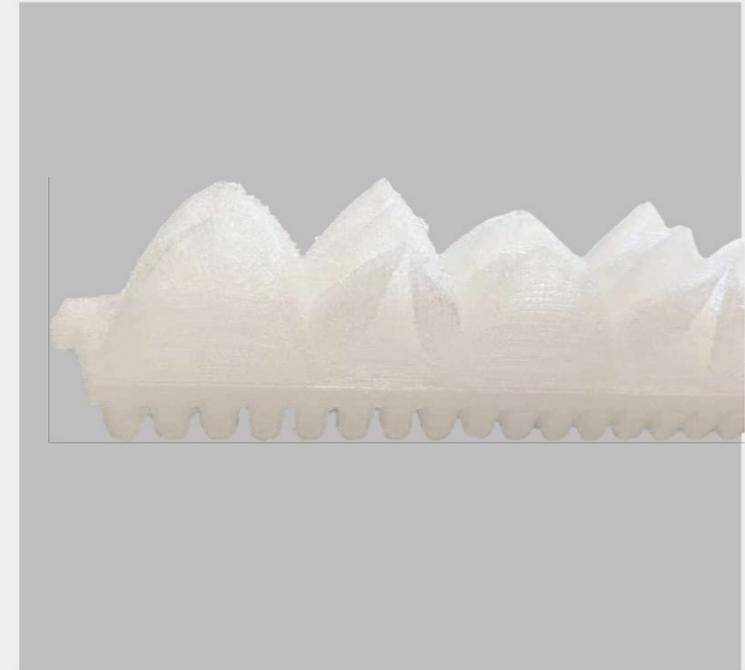


Abb.230: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.231: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle



Abb.232: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.233: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle



Abb.234: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.235: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

gedruckte Modelle



Abb.236: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.237: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

„Finger-Element“ Versuch A

12 Kissen
L:14,5cm, Br: 2cm, H: 1,8cm
3mm Wandstärke



Abb.238: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.239: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

„Finger-Element“ Versuch B

12 Kissen
L:13,5cm, Br: 2,0cm, H: 1,5cm
3mm Wandstärke



Abb.240: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.241: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

„Finger-Element“ Versuch C

12 Kissen
L:16,5cm, Br: 2,7cm, H: 1,5cm
3mm Wandstärke



Abb.242: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.243: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

„Finger-Element“ Versuch D

12 Kissen
L:14,5cm, Br: 2,2cm, H: 1,5cm
5mm Wandstärke



Abb.244: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.245: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

„Finger-Element“ Versuch E

12 Kissen
L:14,5cm, Br: 2,2cm, H: 3,0cm
5mm Wandstärke



Abb.246: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Abb.247: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Fehler beim 3D Druck

Falsche Druckeinstellungen

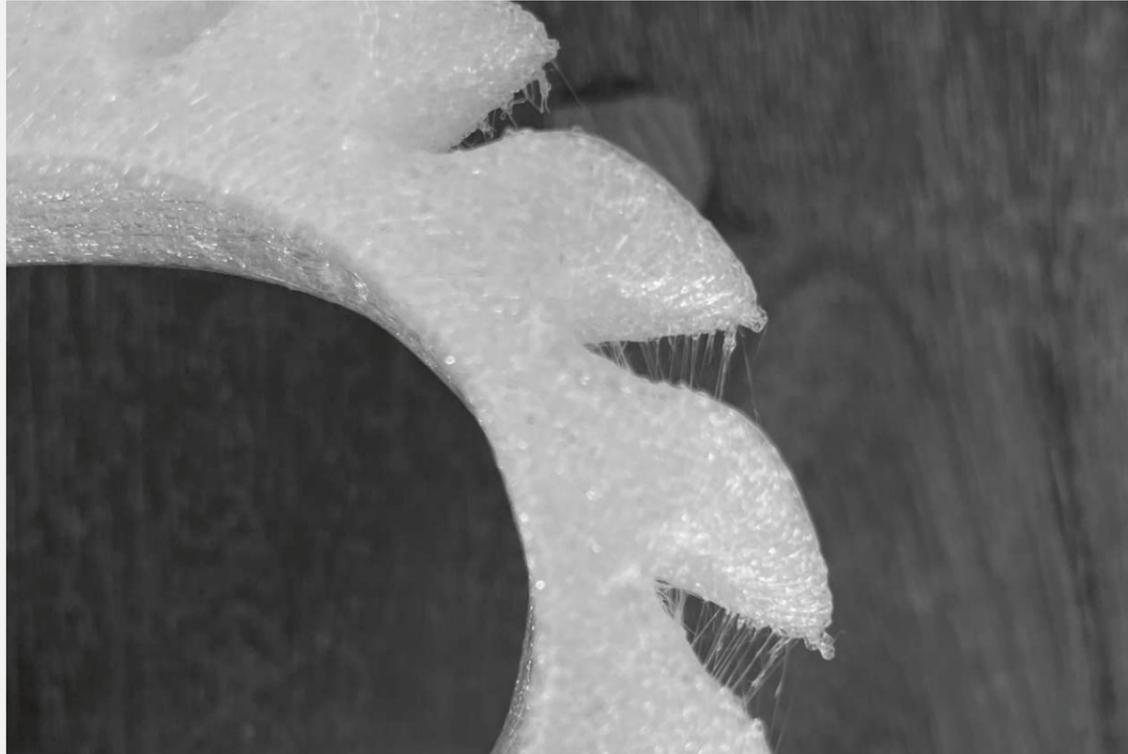


Abb.248: Foto Probleme beim 3D-Druck, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

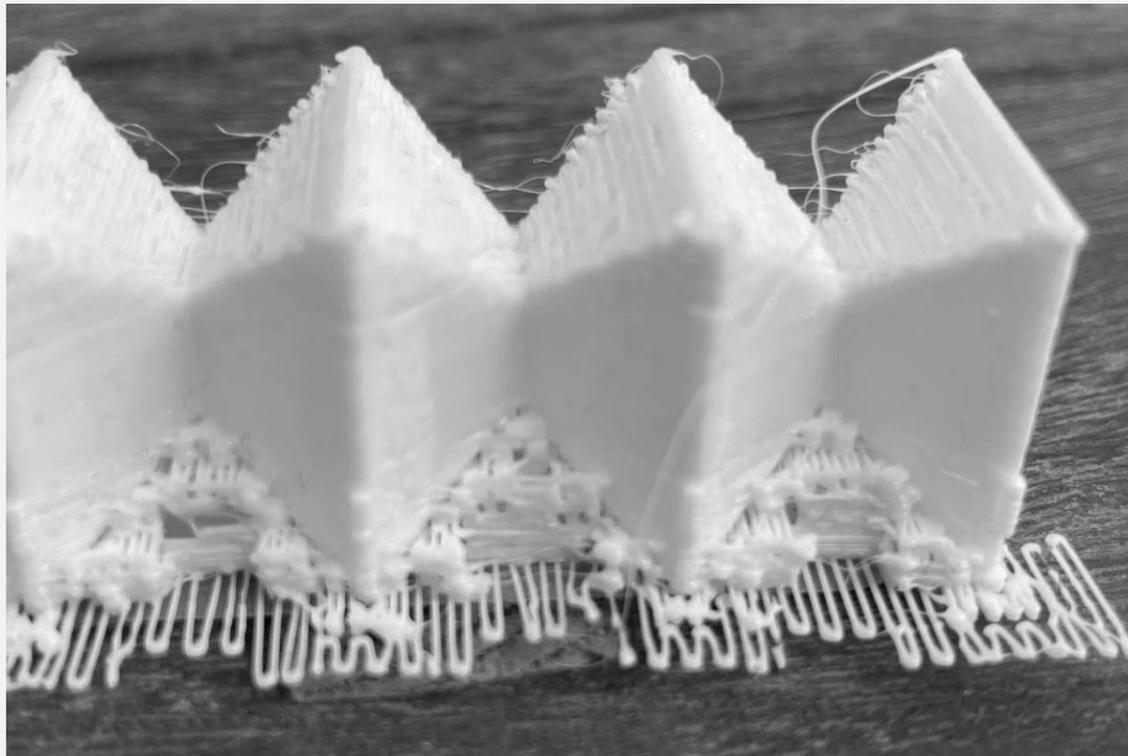


Abb.249: Foto Probleme beim 3D-Druck, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Fehler beim 3D Druck

Falsche Druckausrichtung des Modells

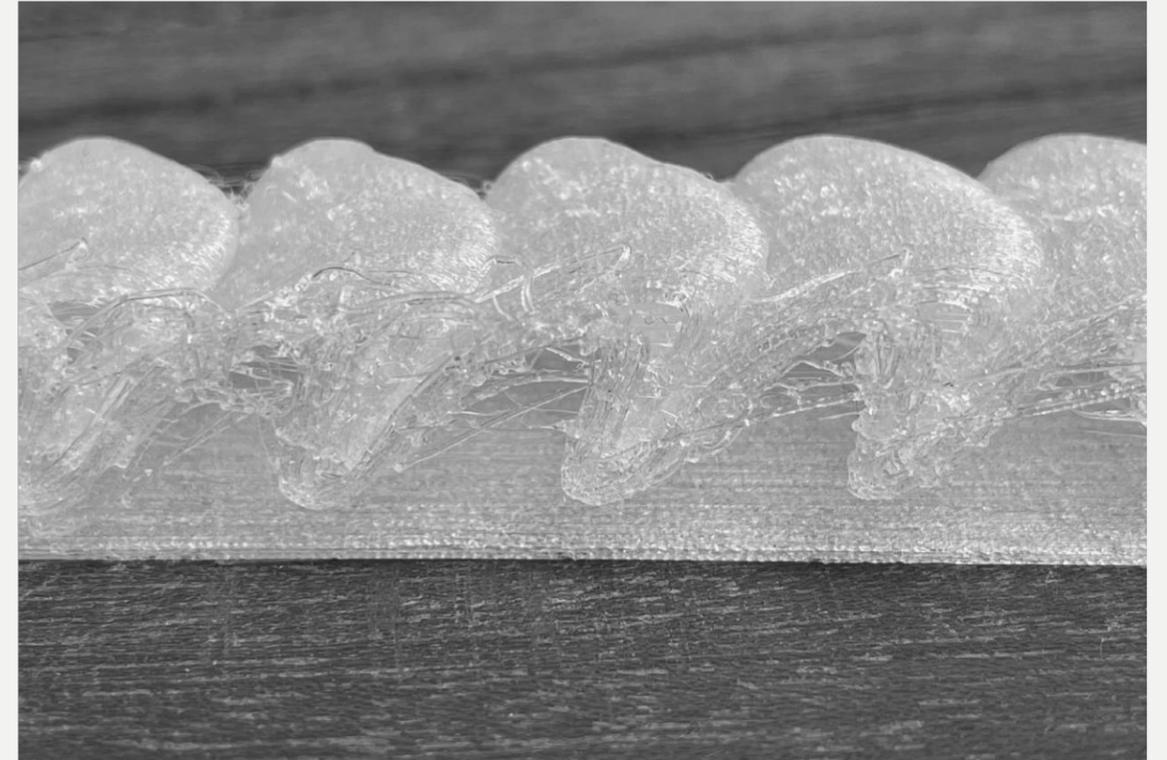


Abb.250: Foto Probleme beim 3D-Druck, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

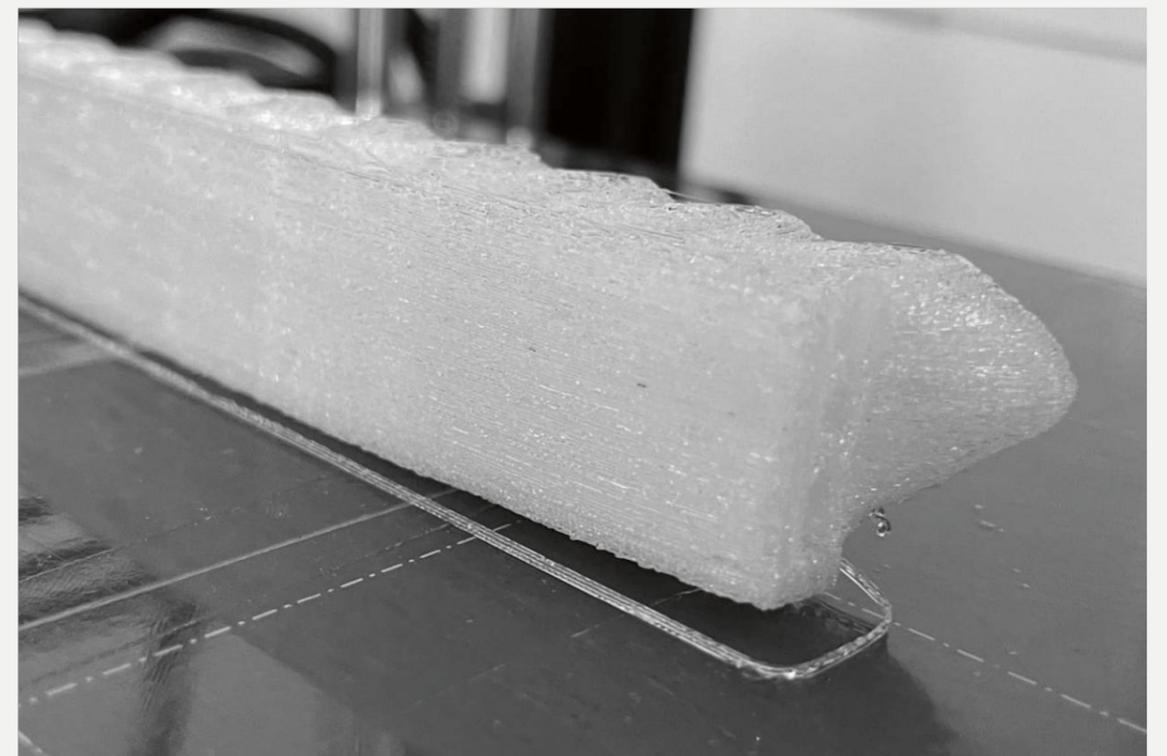


Abb.251: Foto Probleme beim 3D-Druck, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Fehler beim 3D Druck

Keine Haftung am Heizbett

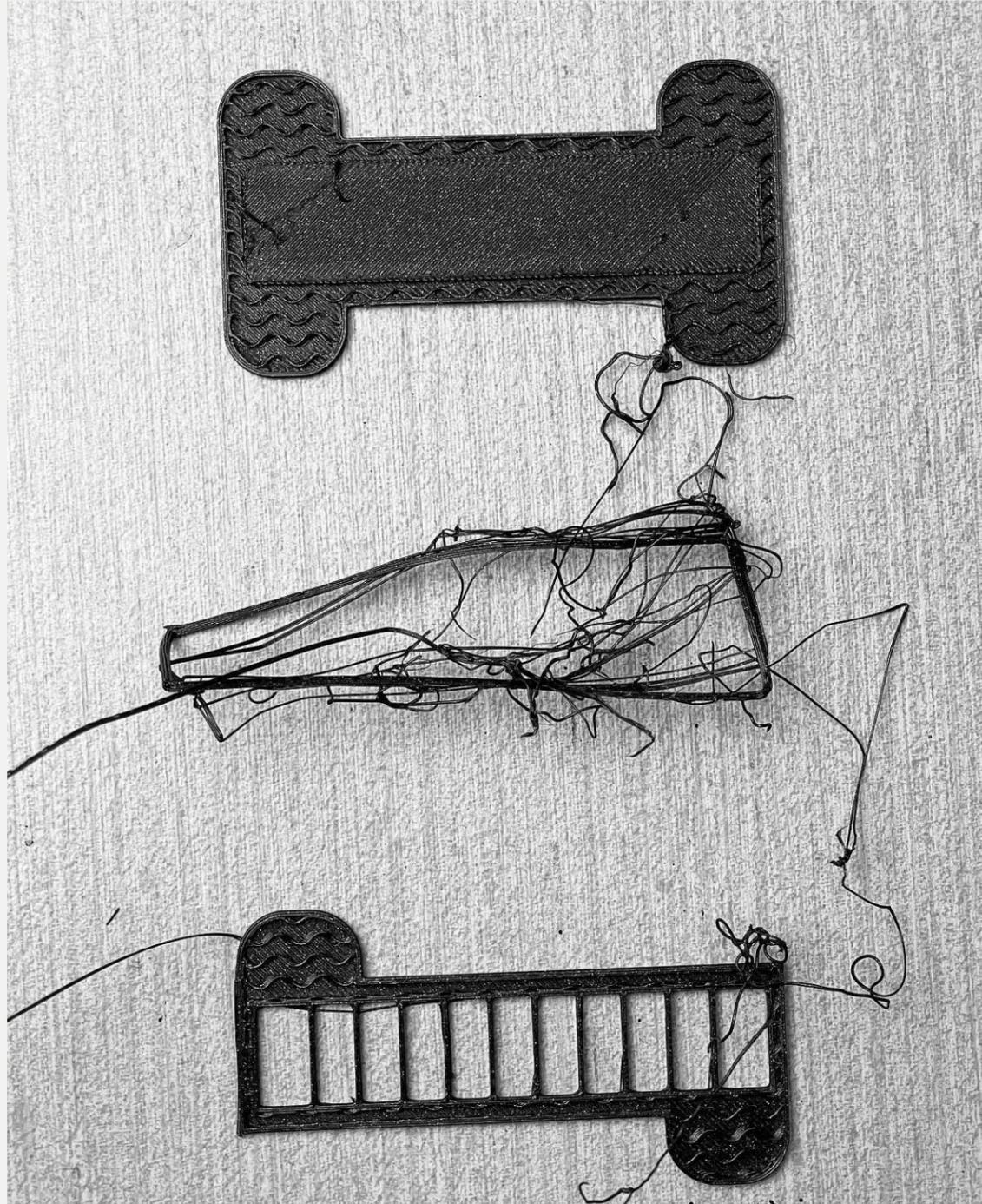


Abb.252: Foto Probleme beim 3D-Druck, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Fehler beim 3D Druck

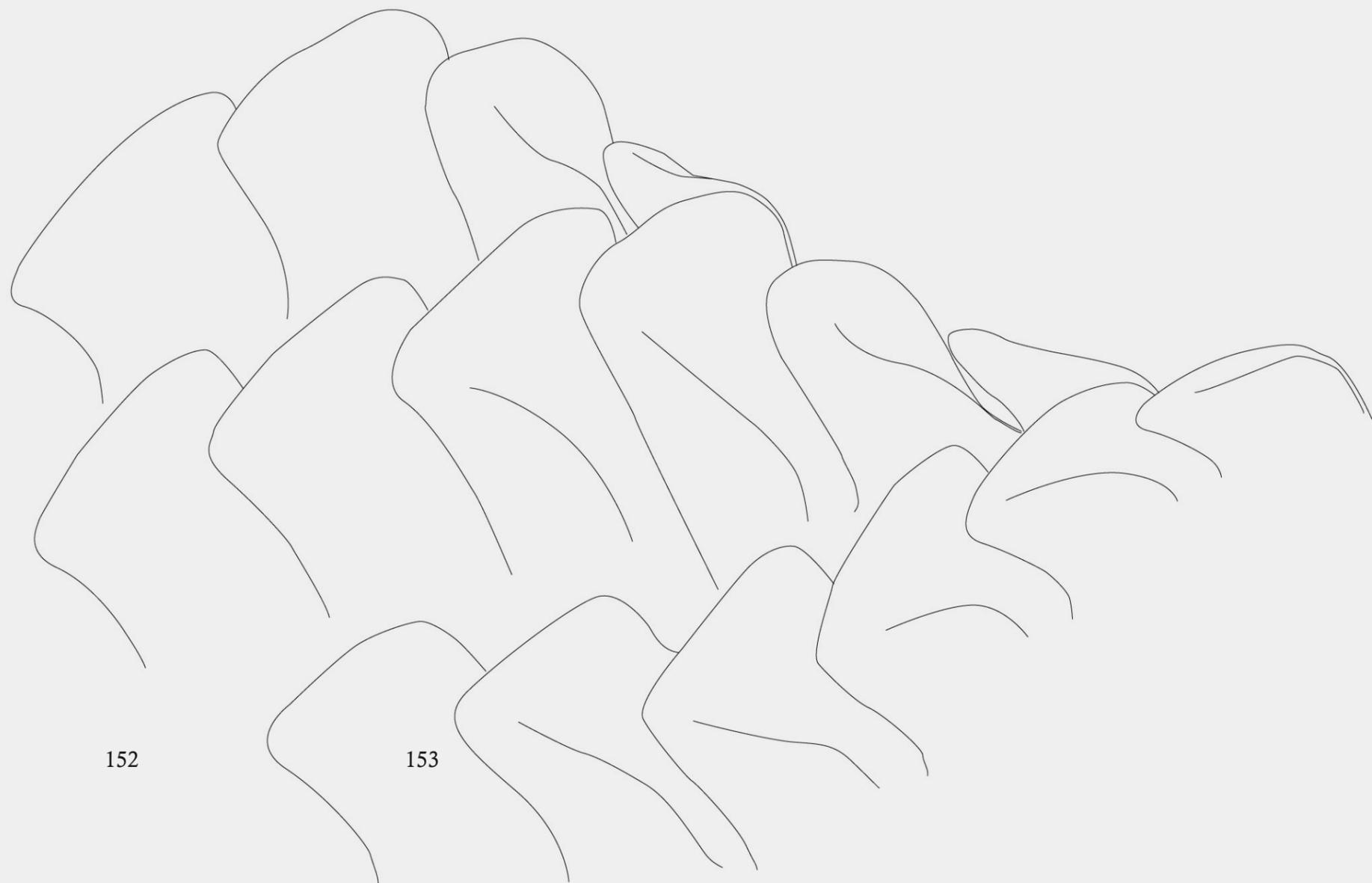
Falsche Düsentemperatur, verstopfte Düse



Abb.253: Foto Probleme beim 3D-Druck, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

05 Ergebnis-Resultat

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Das Konzept

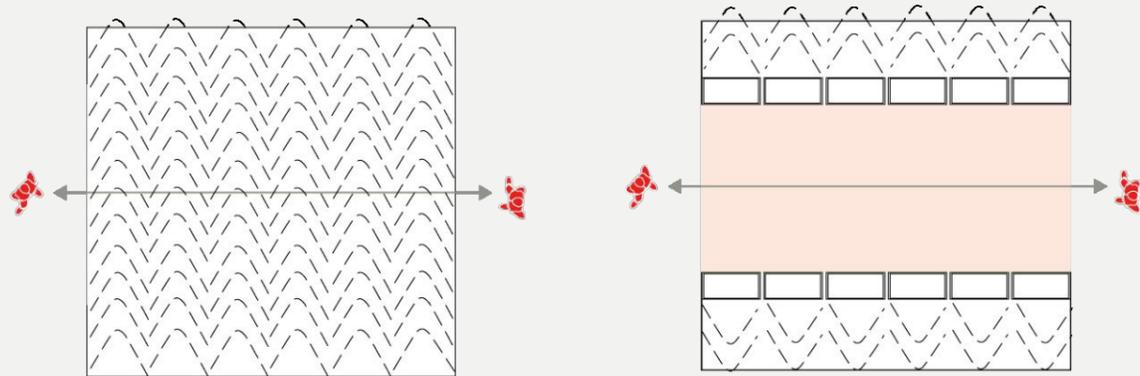


Abb.255: Konzeptgrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn) Karoline Meixner, 2022

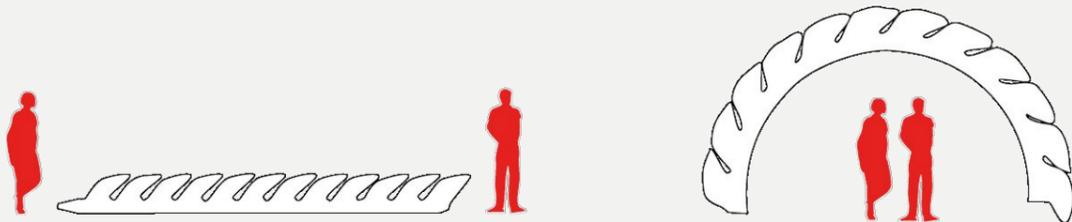


Abb.256: Konzeptgrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn) Karoline Meixner, 2022

Das Konzept beschäftigt sich mit der Schaffung von dreidimensionalem Raum mittels Verformung bzw. Faltung einer zweidimensionalen Fläche.

Das Spiel aus halböffentlichem- mit öffentlichem Raum steht dabei im Vordergrund. Ziel ist es verschiedene Atmosphären eines Platzes zu erforschen, diese in Bereiche zu definieren und diesen Varianten Raum zu geben. Der Raum soll zudem veränderbar, adaptierbar und flexibel sein.

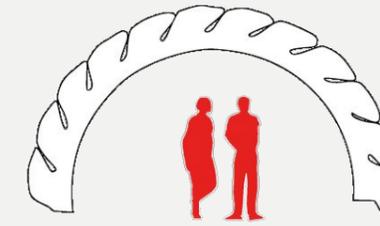
Bisherige Nutzungen des Kirchenplatzes werden somit räumlich neu gedacht.

Die Verformung des Elements entsteht durch Einblasung von Luft mittels Kompressor, Radialgebläse oder Membranpumpe. Das Konstrukt dient als Kunstinstallation und kann bei Nutzungsbedarf am Kirchenplatz bespielt werden.

Je nach Nutzung des Kirchenplatzes, notwendigen Raumbedarf, sowie Wegführung der Besucher kann das Konstrukt unterschiedlich aufgeblasen werden. Es kann einzeln am Kirchenplatz aufgestellt werden oder zu einer zusammenhängenden kinematischen Fläche zusammengebaut werden.

Bei einem Zusammenschluss zu einer Fläche, ist jedes einzelne Finger-Element abhängig von den anderen Elementen.

Typologien



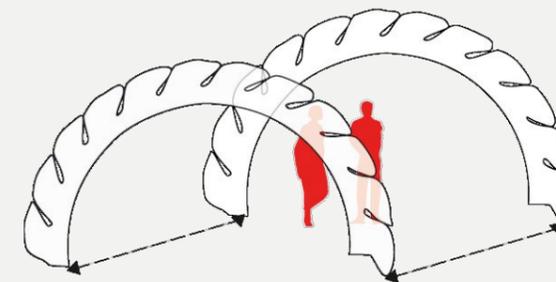
Typ A
Überdachung



Typ B
Sitzmöglichkeit (nicht aufgeblasen)



Typ C
Sitzmöglichkeit (aufgeblasen)



Typ D
Zusammenschluss zu einer Fläche

Abb.257: Konzeptgrafiken Typ A, Typ B, Typ C, Typ D, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn) Karoline Meixner, 2022

Das „Finger-Element“

Iso-Ansicht

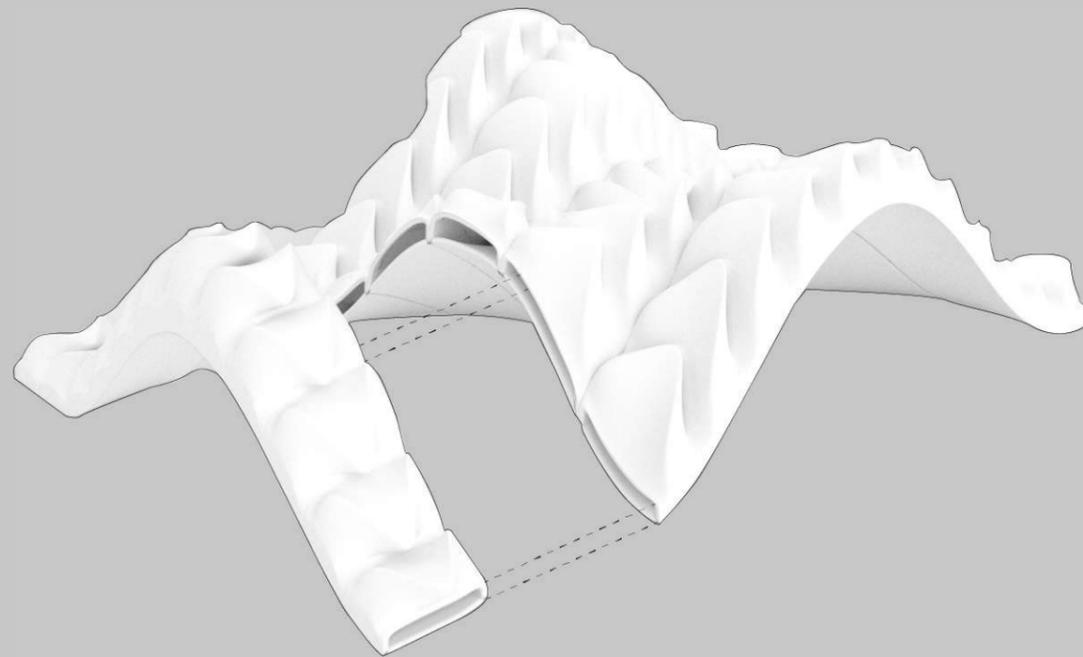


Abb.258: Rendering, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Blender ((Blender Foundation, Niederlande) Karoline Meixner, 2022

Das „Finger-Element“

Draufsicht

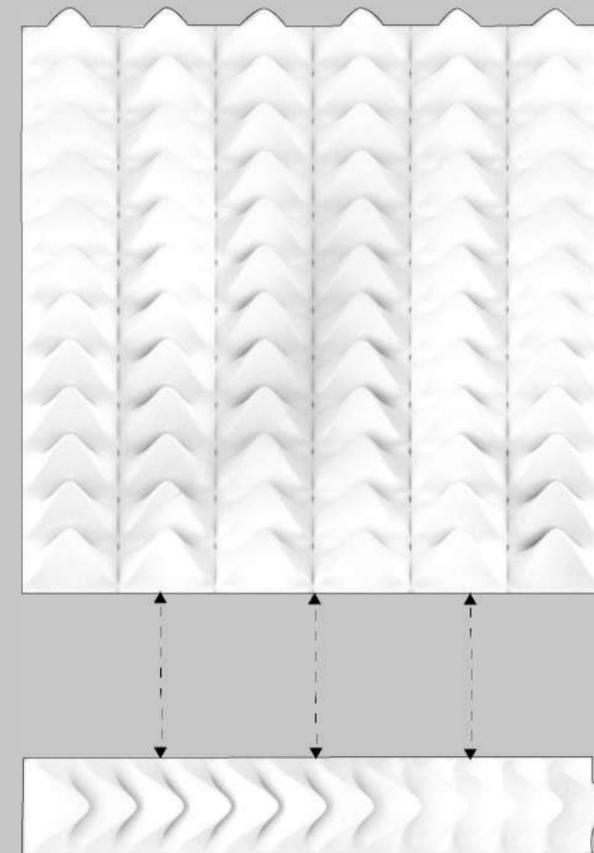
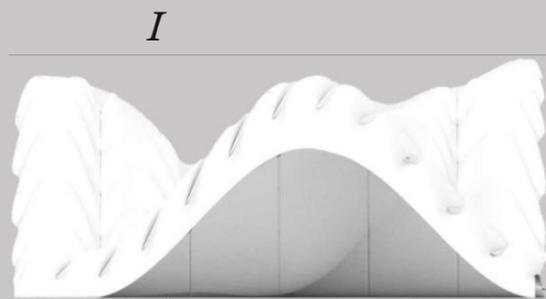
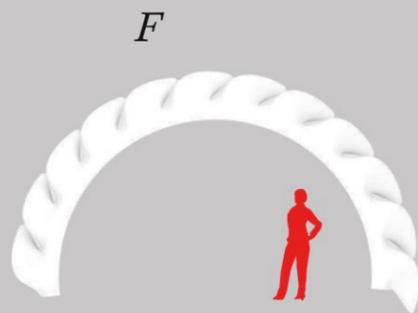
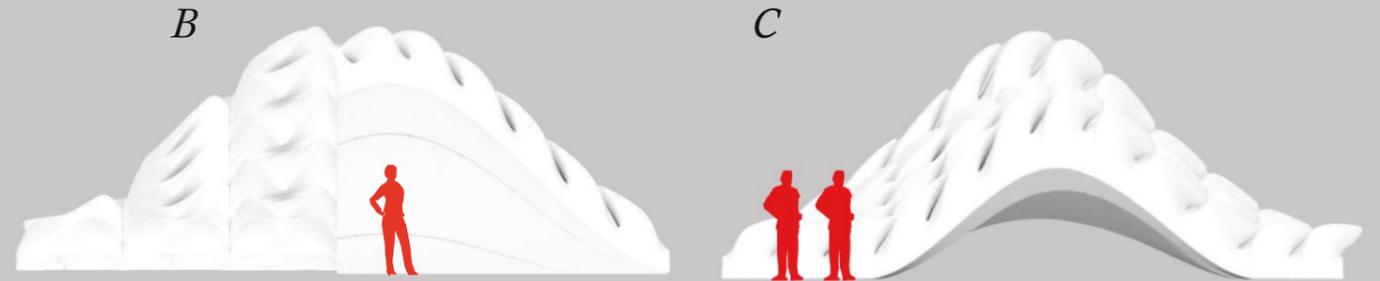


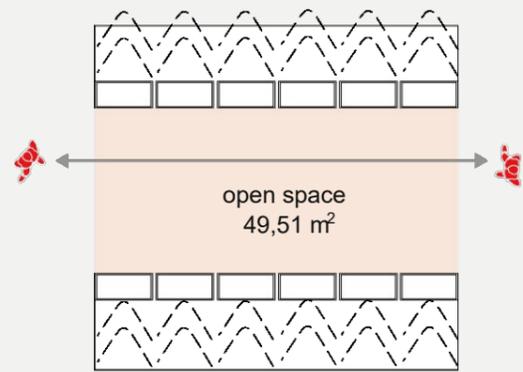
Abb.259: Rendering, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Blender ((Blender Foundation, Niederlande) Karoline Meixner, 2022

„Finger-Element“ als kinematische Fläche

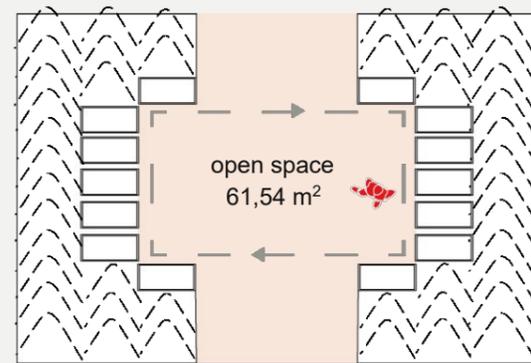
Verschiedene Ansichten



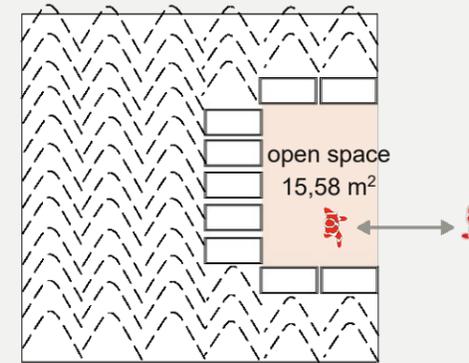
Grundrissvarianten



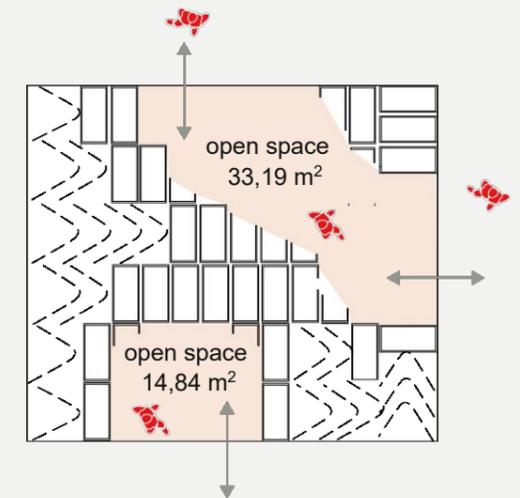
Variante A



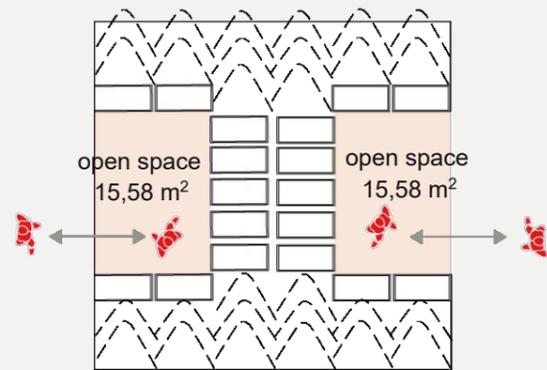
Variante B



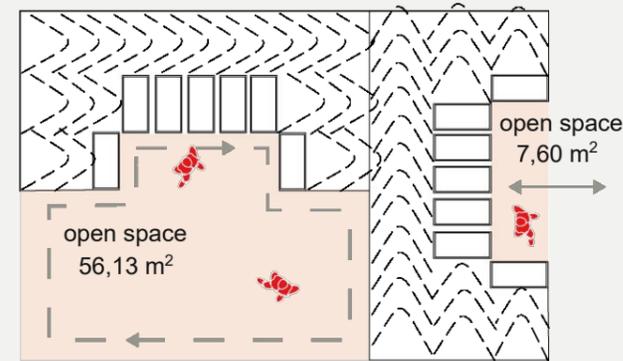
Variante C



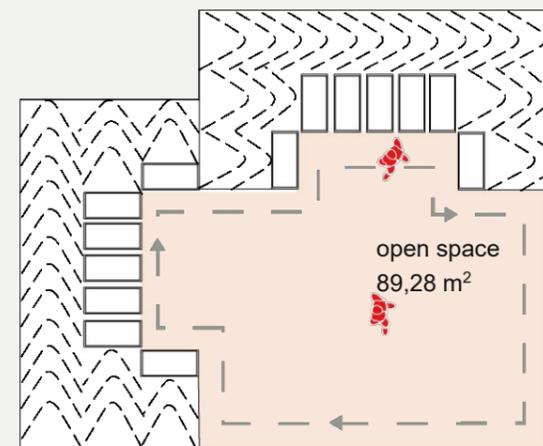
Variante D



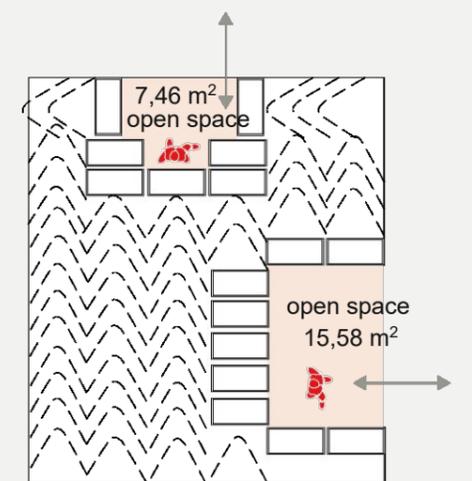
Variante E



Variante F



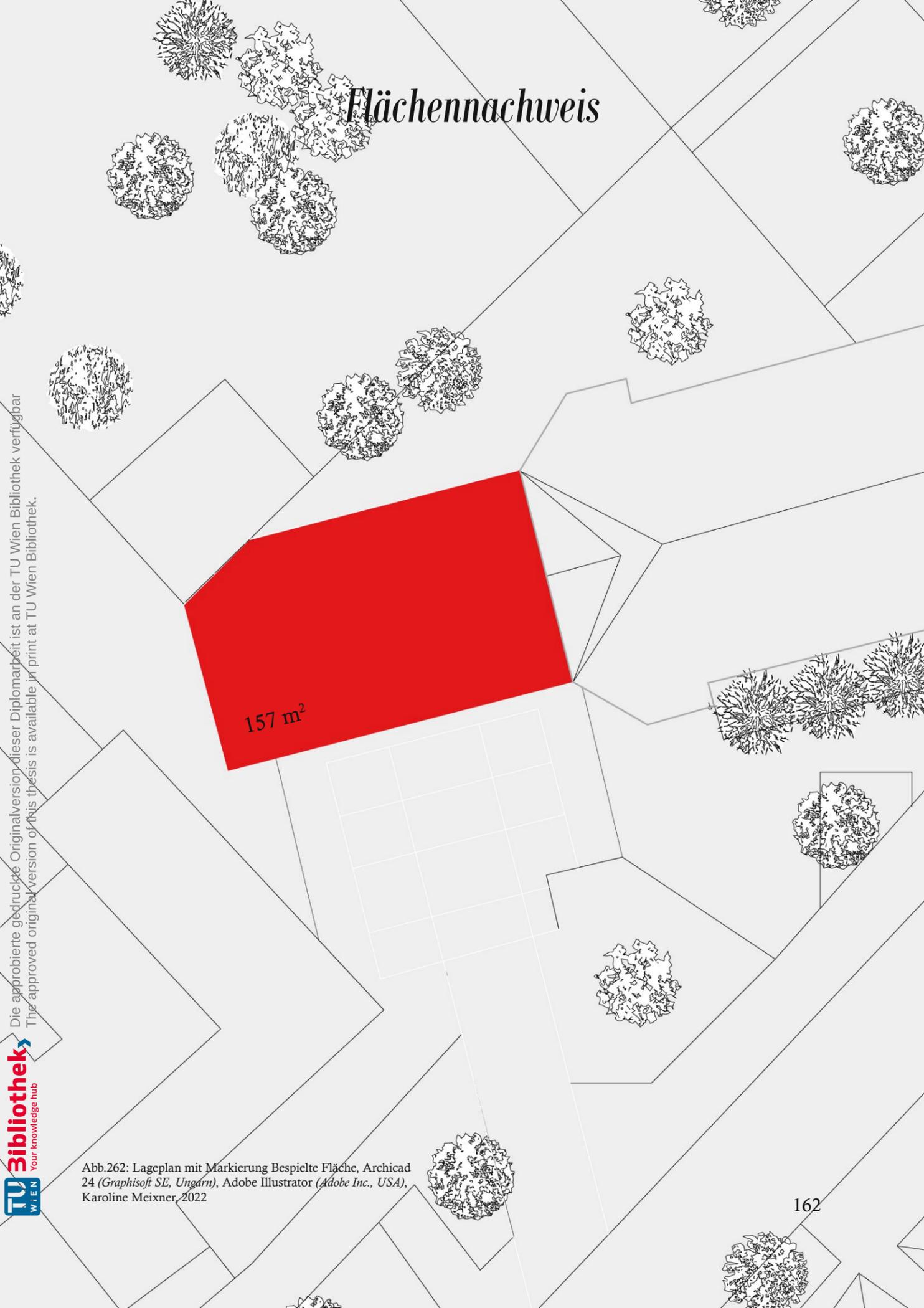
Variante G



Variante H

Abb.261: Grundrissvarianten Variante A, Variante B, Variante C, Variante D, Variante E, Variante F, Variante G, Variante H, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Flächennachweis



157 m²

Abb.262: Lageplan mit Markierung Bespielte Fläche, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Variante A

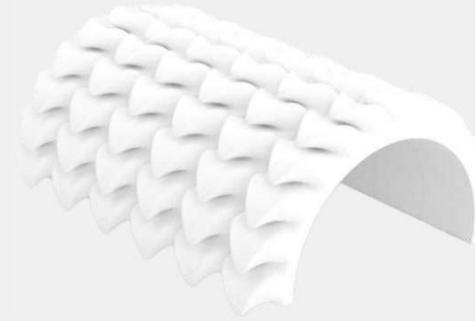


Abb.263: Rendering, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Karoline Meixner, 2022

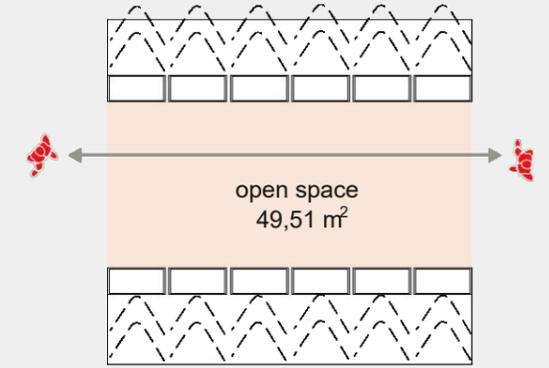
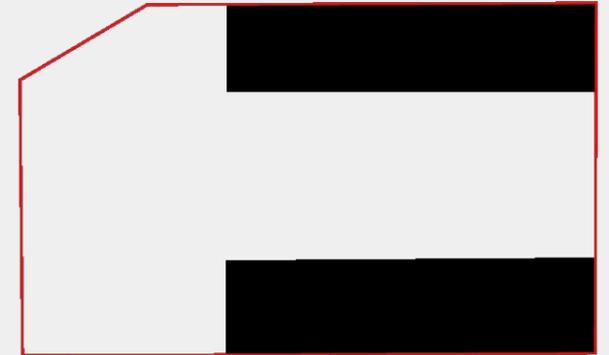


Abb.264: Grundrisschema, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



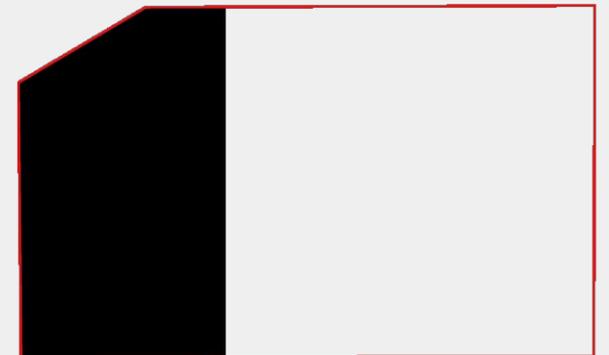
Bespielte Fläche: 157 m²



Konstruktionsgrundfläche: 53,1 m²
davon Sitzfläche: 15,7 m²



Nutzfläche: 49,51 m²



Freifläche: 54,39 m²

BGF: 102,61 m²
BRI ungefähr 431 m³

Abb.265: Schema Flächenannahmen: Bespielte Fläche, Konstruktionsfläche, Nutzfläche, Freifläche, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

(BRI hängt von der Höhe der aufgeblasenen Elemente ab. Es ist außerdem zu beachten, dass das Konzept keine geschlossenen Räume beinhaltet. Es wird eine Höhe von 4,2m angenommen)

Variante D



Abb.266: Rendering, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Karoline Meixner, 2022

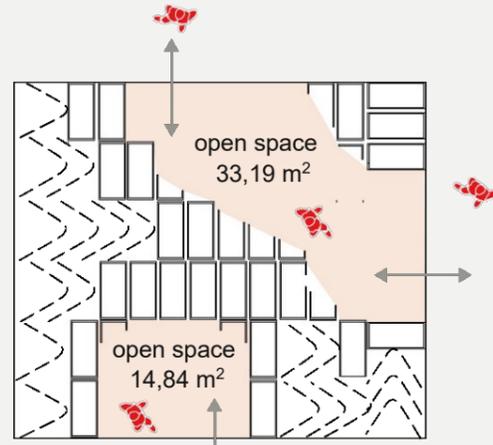
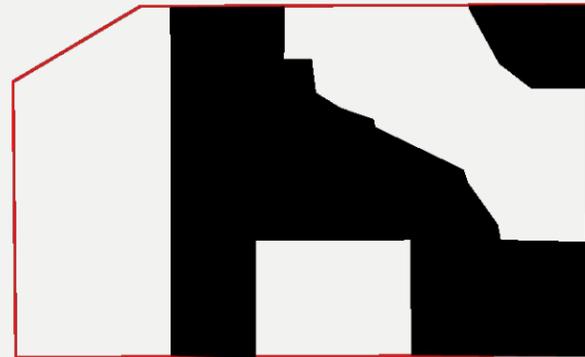


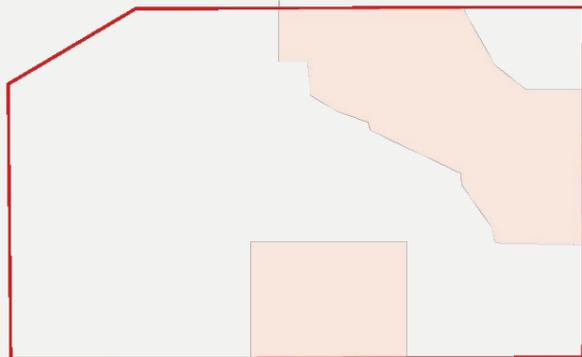
Abb.267: Grundrisschema, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



Bespielte Fläche: 157 m²



Konstruktionsgrundfläche: 71,57 m²
davon Sitzfläche: 8,91 m²



Nutzfläche: 48,03 m²



Freifläche: 37,4 m²

BGF: 119,6 m²
BRI ungefähr 502,3 m³

Abb.268: Schema Flächenannahmen: Bespielte Fläche, Konstruktionsfläche, Nutzfläche, Freifläche, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

(BRI hängt von der Höhe der aufgeblasenen Elemente ab. Es ist außerdem zu beachten, dass das Konzept keine geschlossenen Räume beinhaltet. Es wird eine Höhe von 4,2m angenommen)

Variante E



Abb.269: Rendering, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Karoline Meixner, 2022

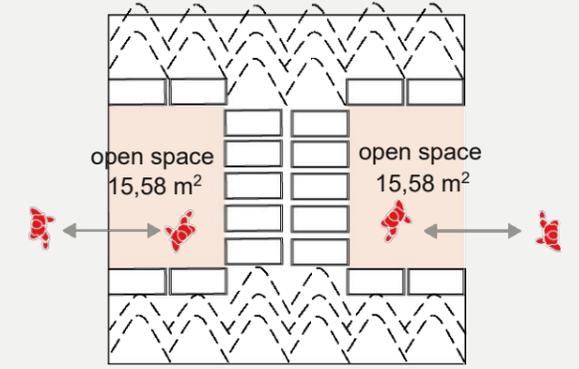


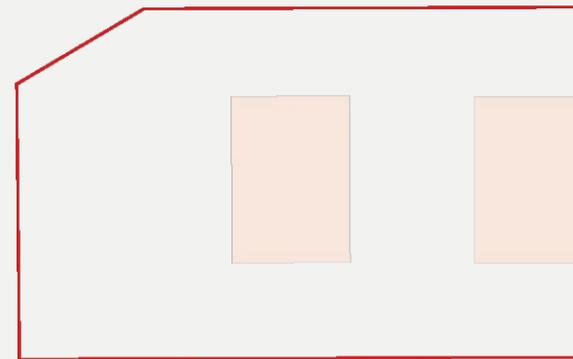
Abb.270: Grundrisschema, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



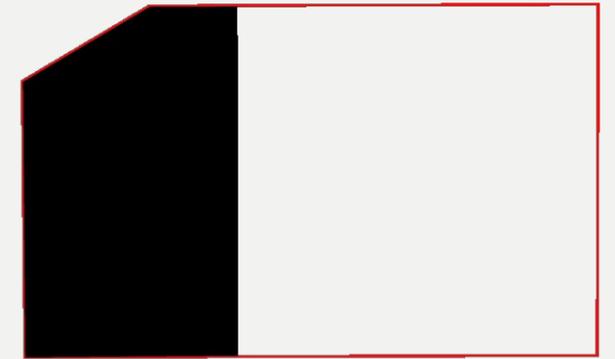
Bespielte Fläche: 157 m²



Konstruktionsgrundfläche: 70,54 m²
davon Sitzfläche: 15,7 m²



Nutzfläche: 31,16 m²



Freifläche: 55,03 m²

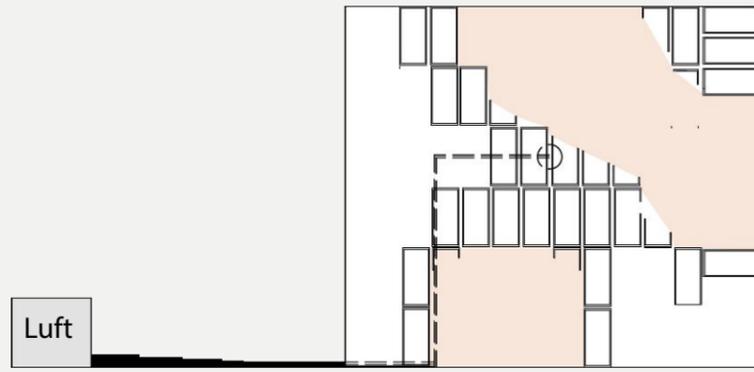
BGF: 101,7 m²
BRI ungefähr 427,14 m³

Abb.271: Schema Flächenannahmen: Bespielte Fläche, Konstruktionsfläche, Nutzfläche, Freifläche, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

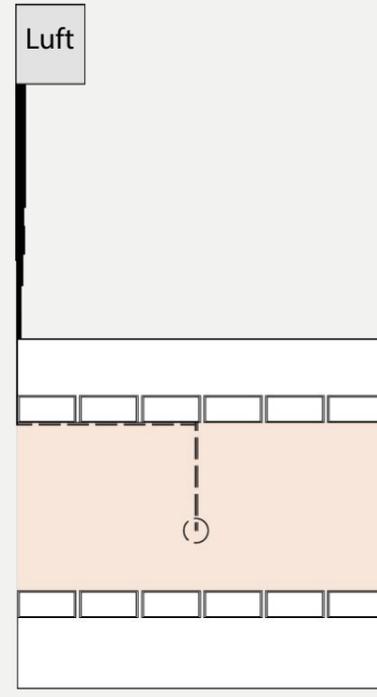
(BRI hängt von der Höhe der aufgeblasenen Elemente ab. Es ist außerdem zu beachten, dass das Konzept keine geschlossenen Räume beinhaltet. Es wird eine Höhe von 4,2m angenommen)

Luftzufuhr Konzepte - GR

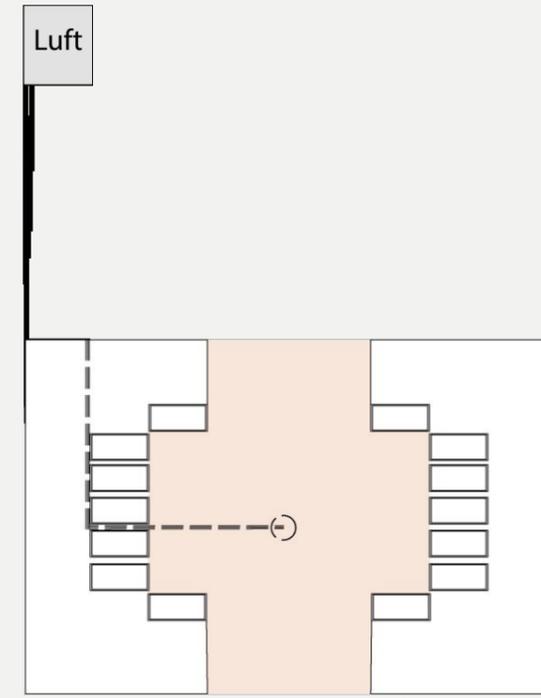
Abb.272: Luftzufuhrkonzepte Variante A, B, C,D, E, F, G, H,
Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe
Inc., USA), Karoline Meixner, 2022



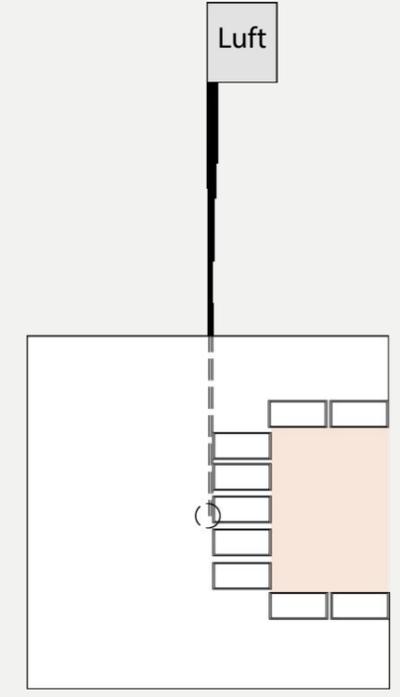
Variante D



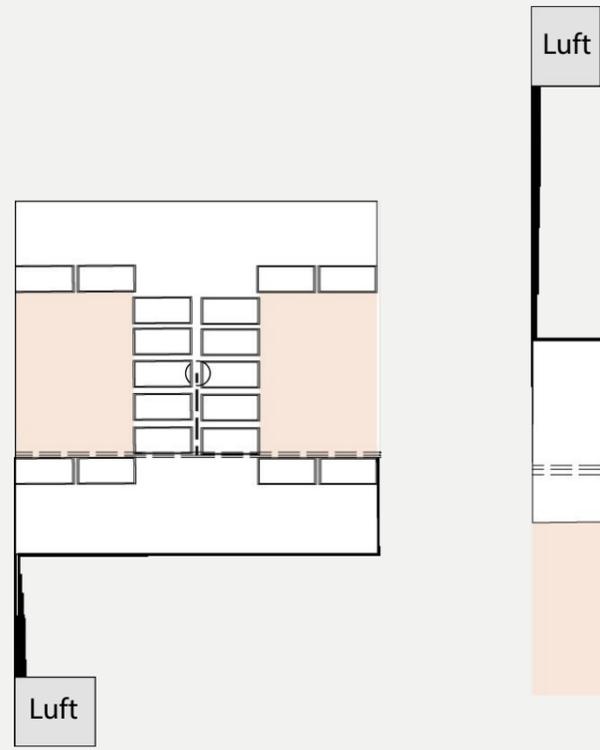
Variante A



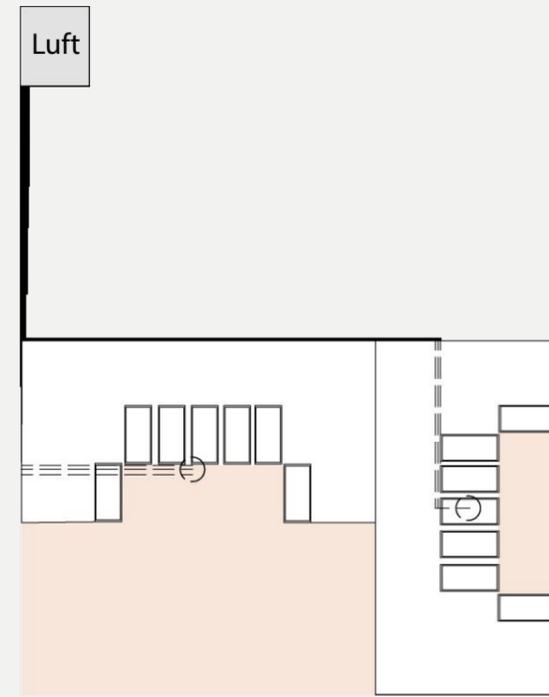
Variante B



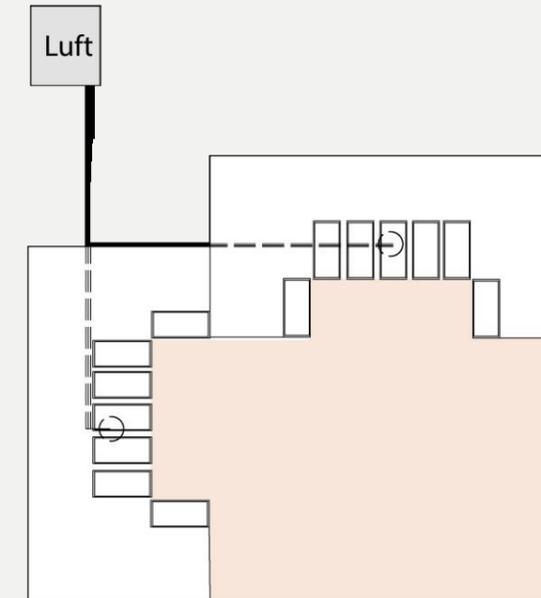
Variante C



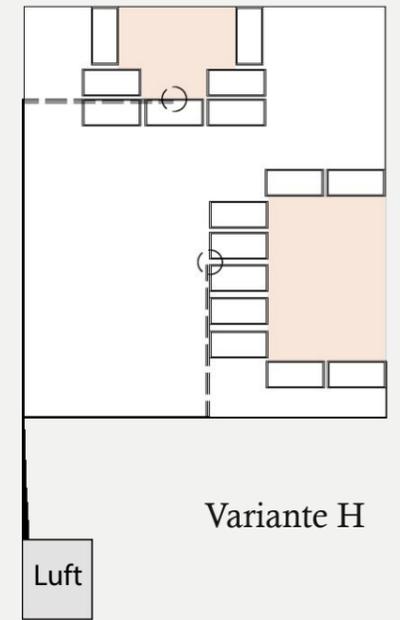
Variante E



Variante F



Variante G



Variante H

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU BIBLIOTHEK
 Your knowledge hub
TU WIEN

Luftzufuhr Konzept - Ansicht



Abb.273: Luftzufuhrkonzept Ansicht , Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Verschiedene Perspektiven

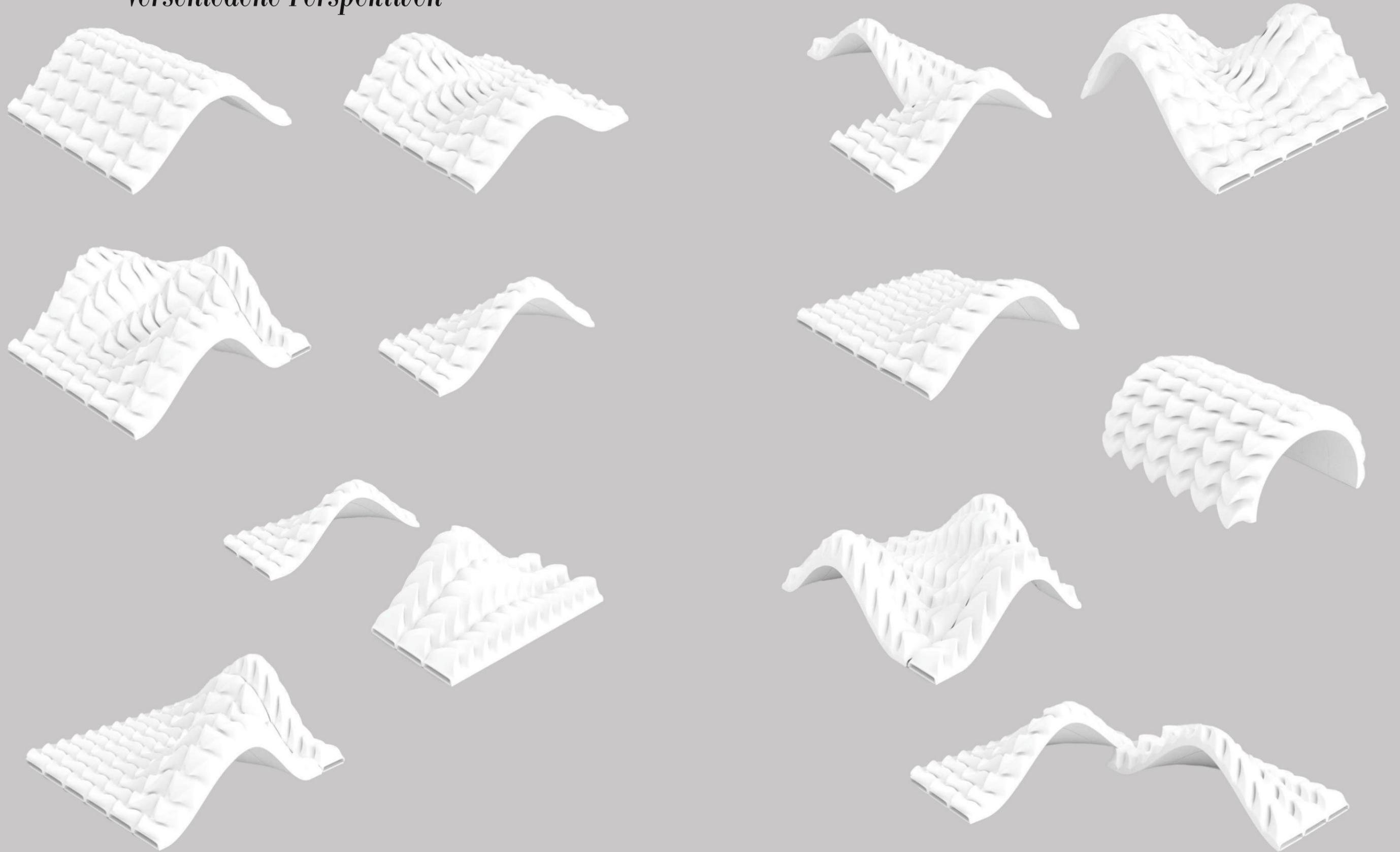


Abb.274: Perspektiven, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Karoline Meixner, 2022

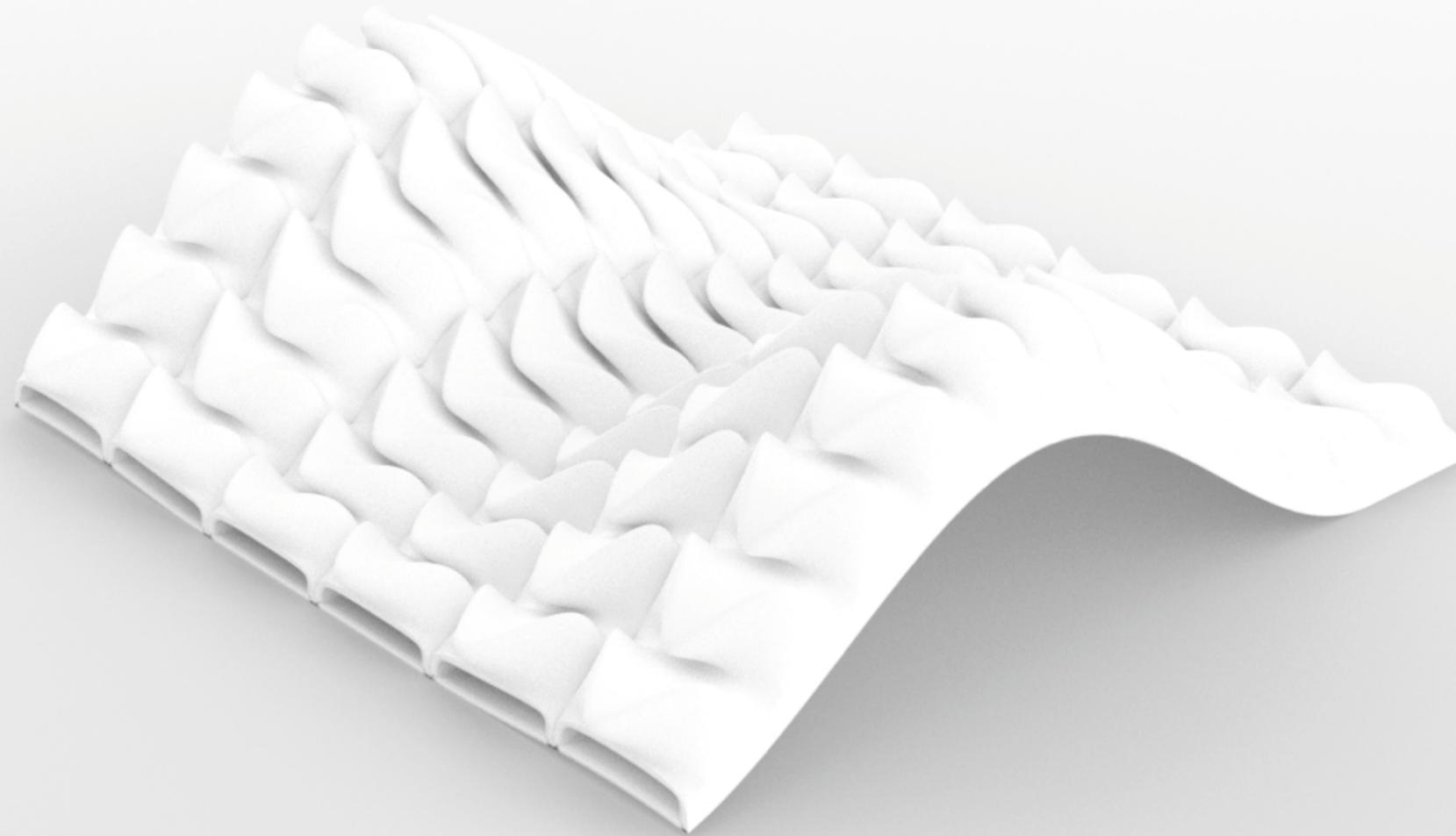


Abb.275: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

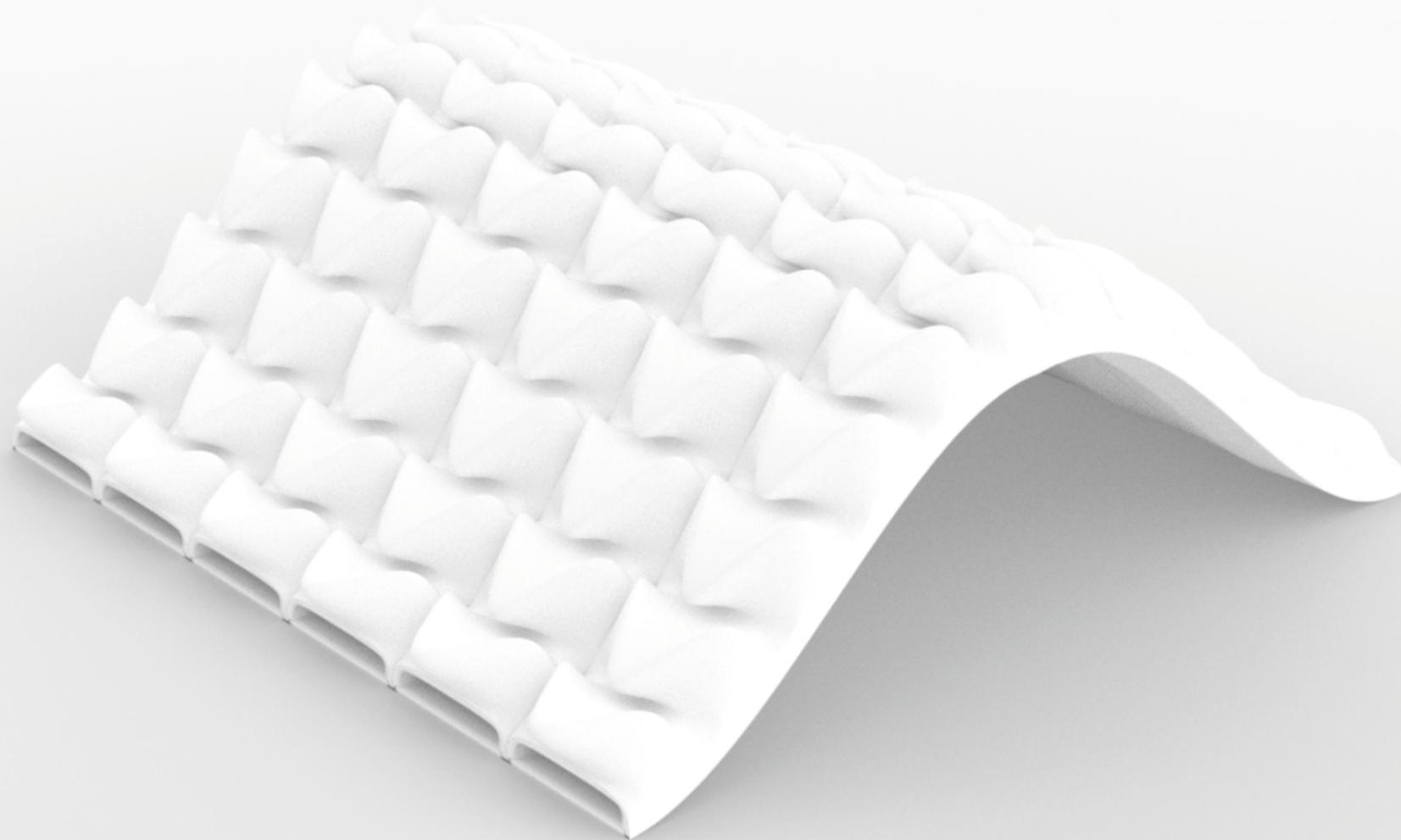


Abb.276: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

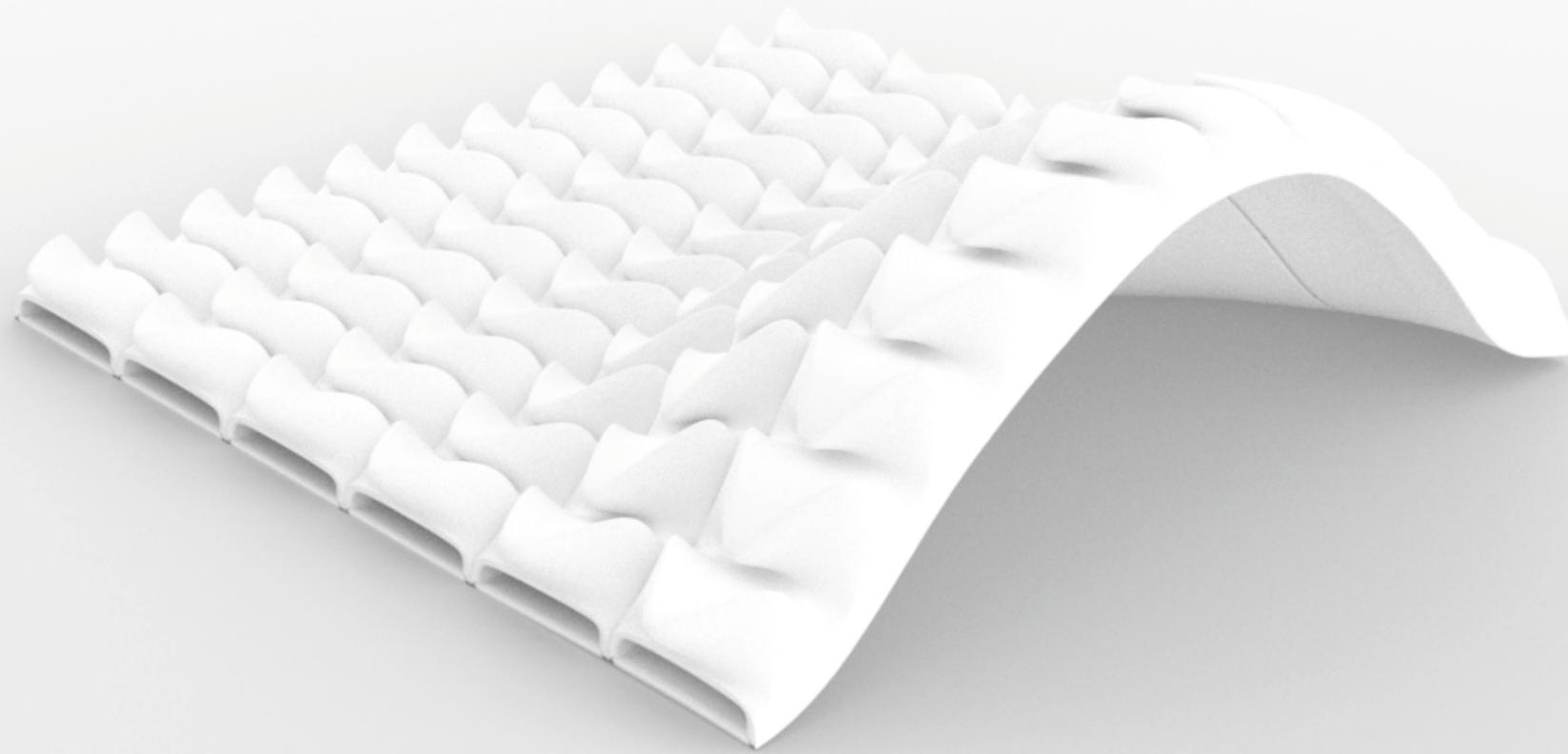


Abb.277: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

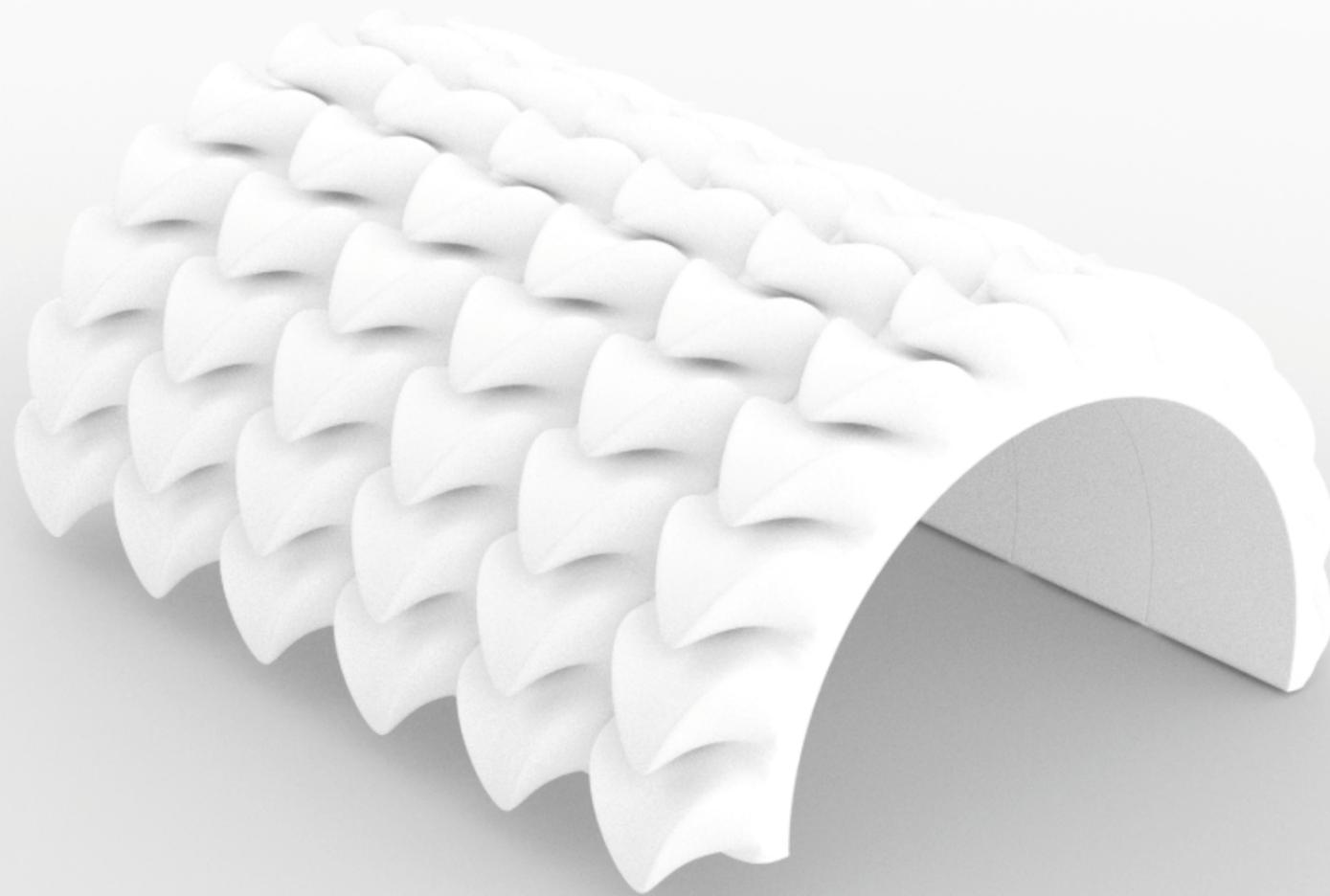


Abb.278: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

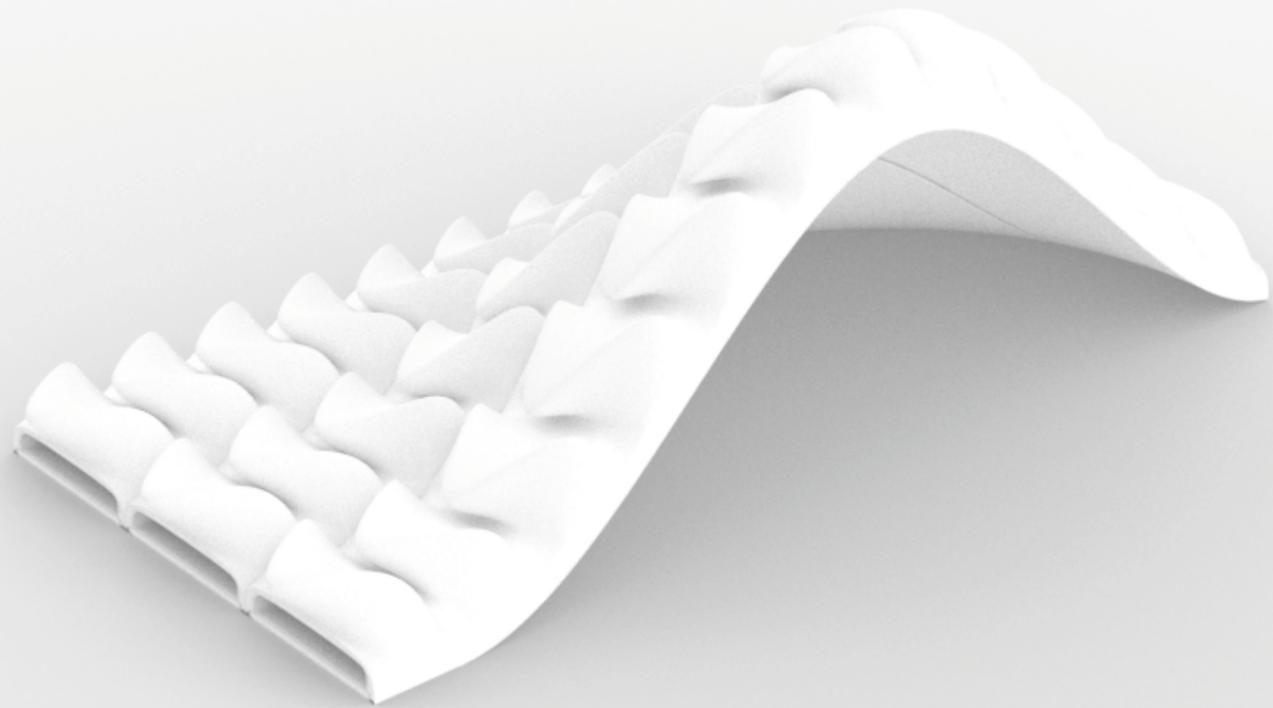


Abb.279: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

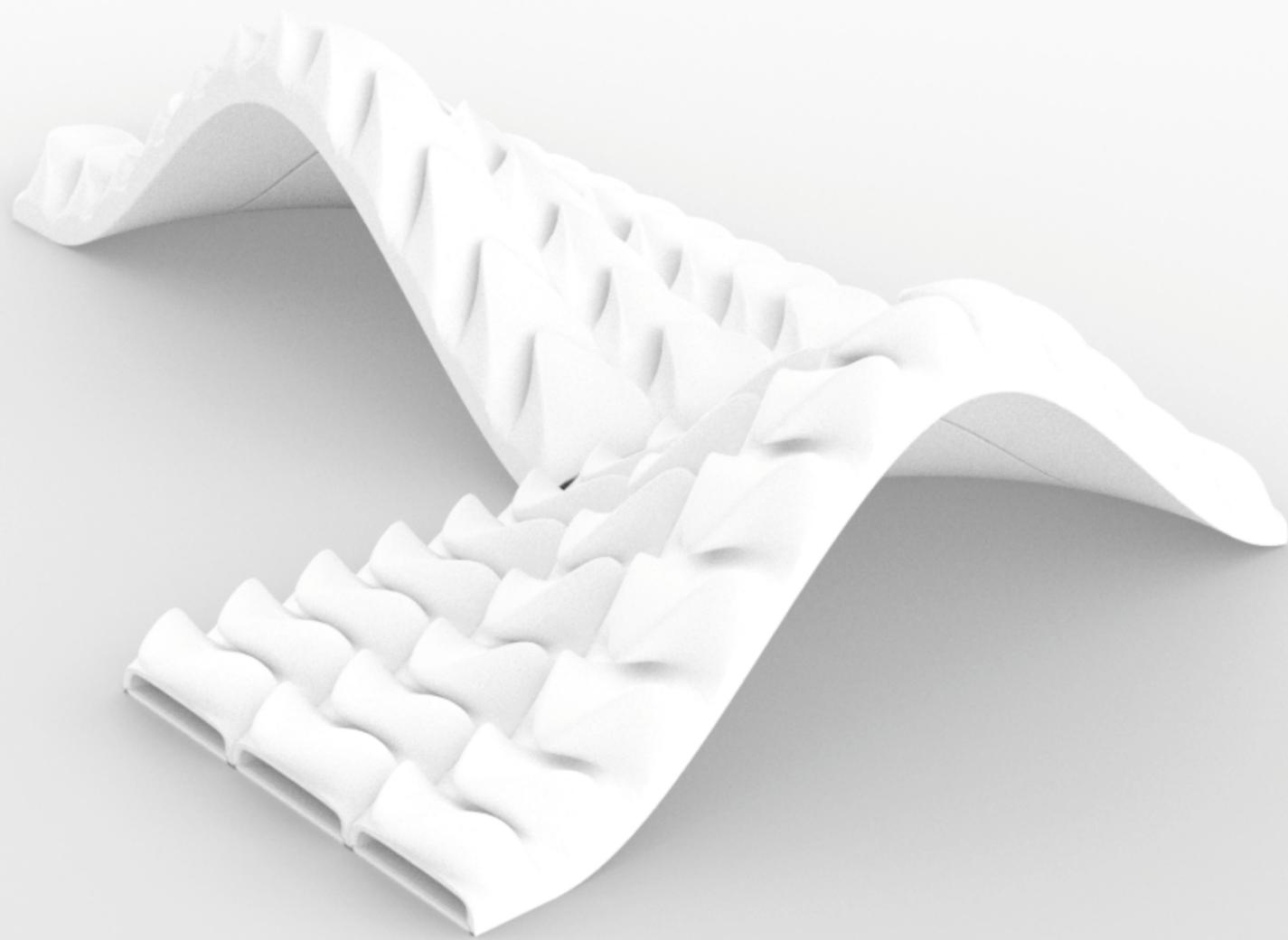


Abb.280: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

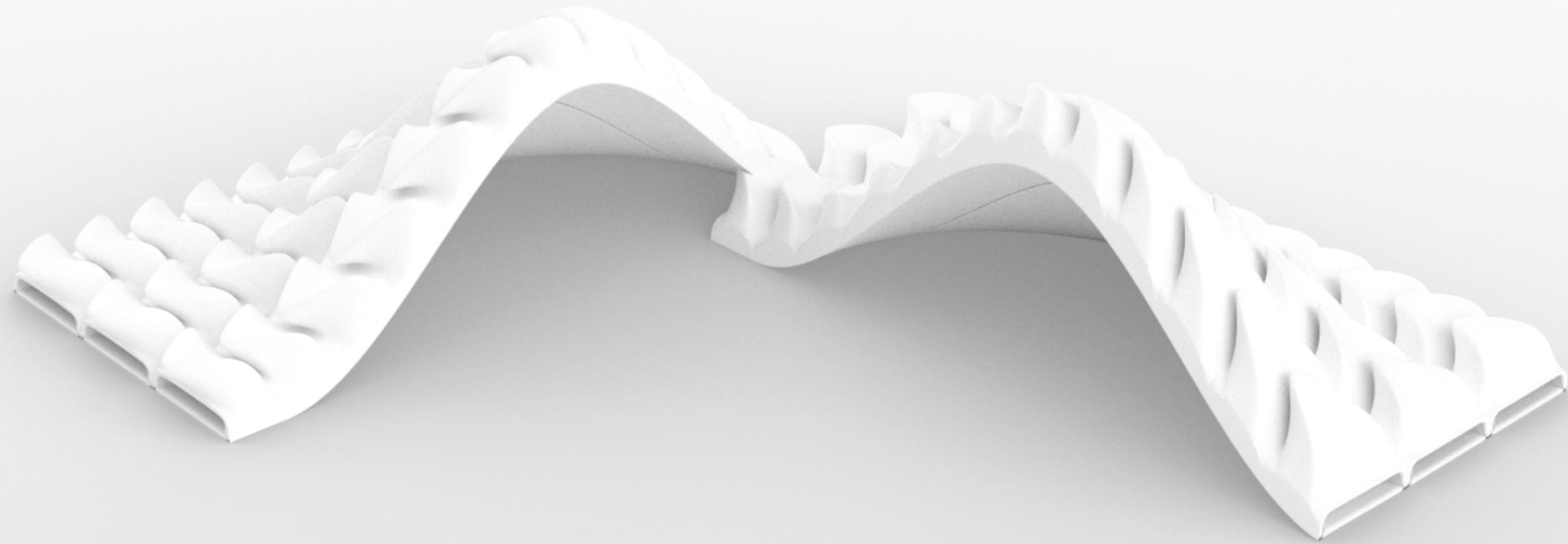


Abb.281: Perspektive, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Karoline Meixner, 2022

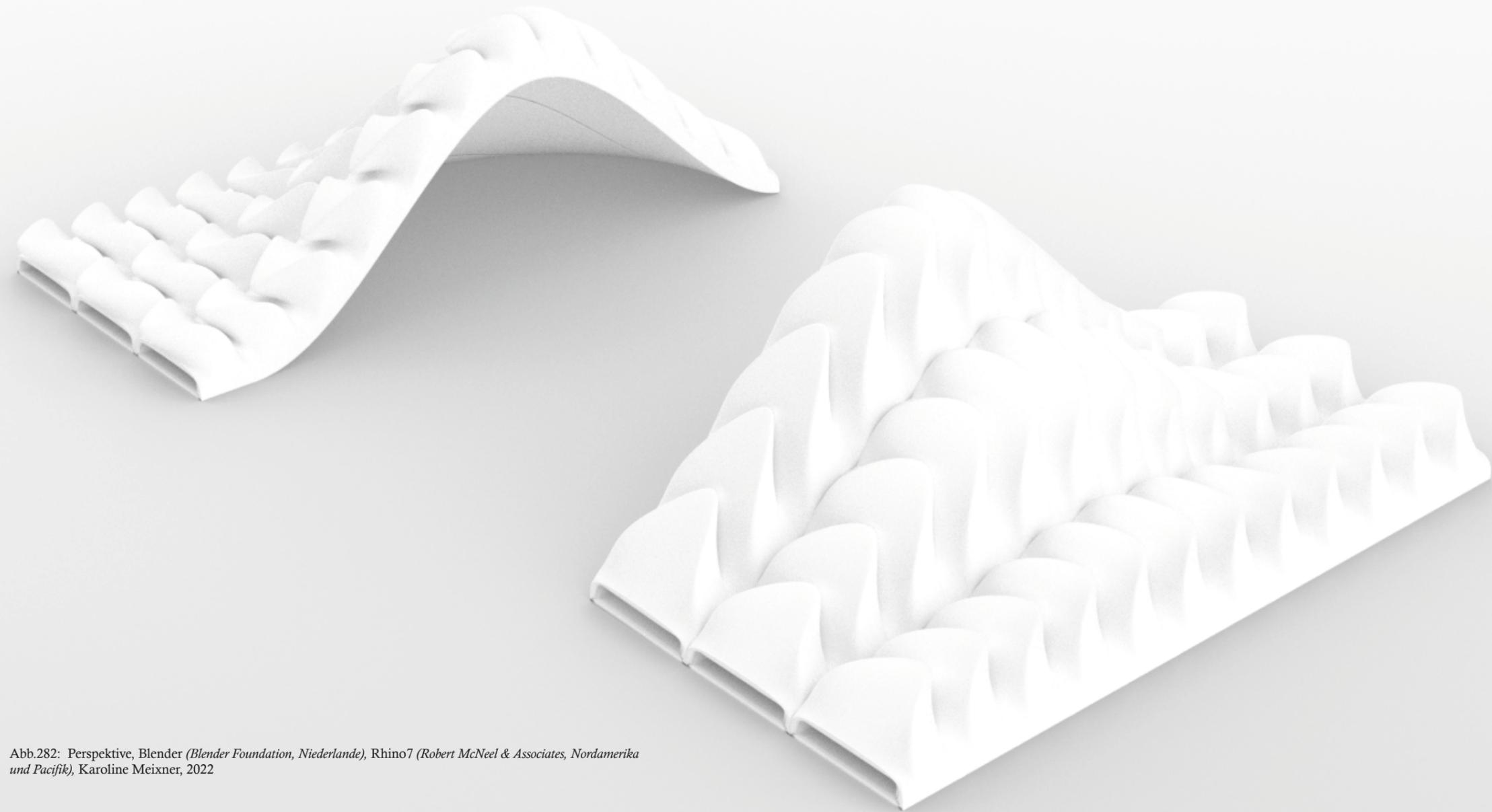


Abb.282: Perspektive, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Karoline Meixner, 2022

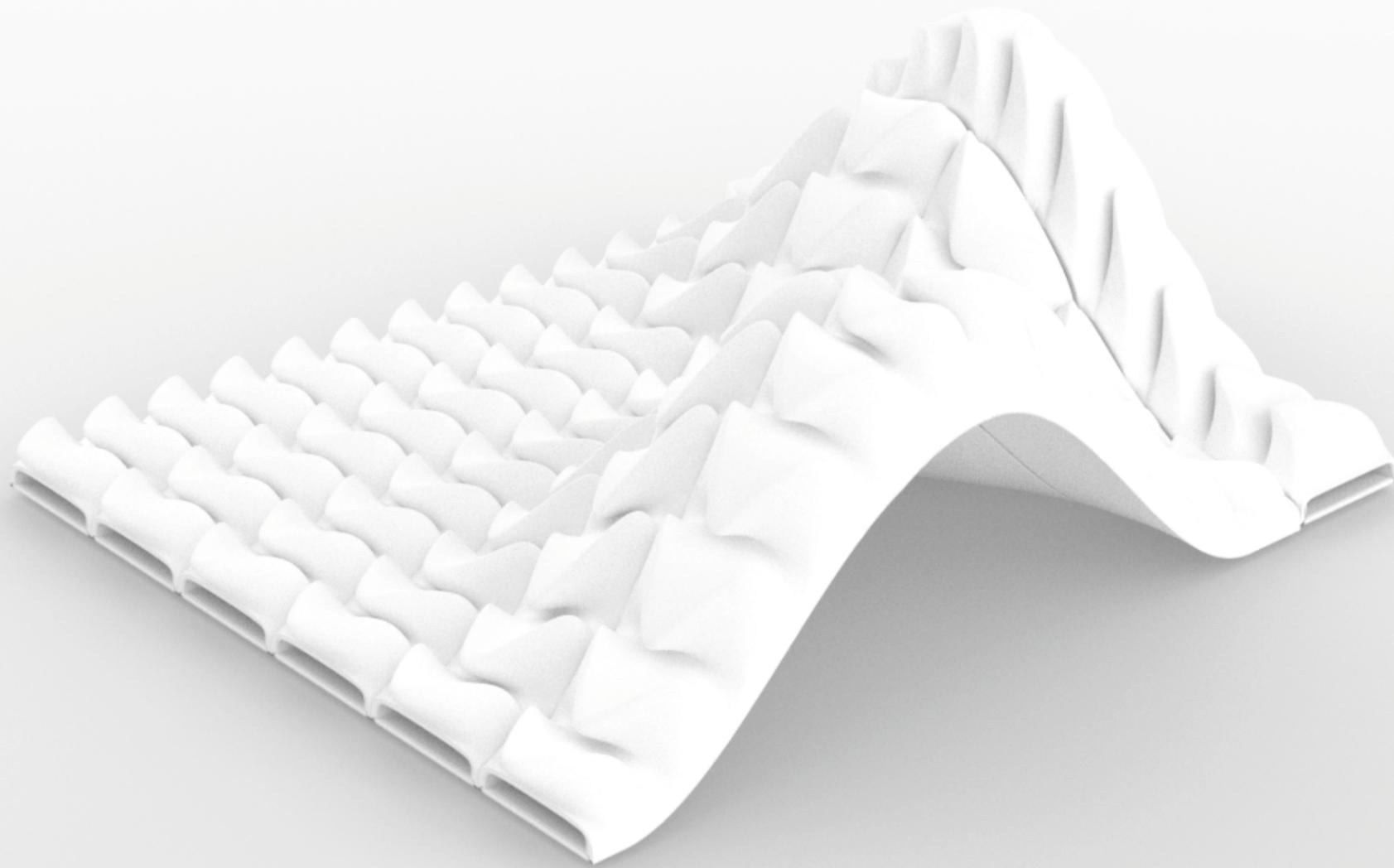


Abb.283: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

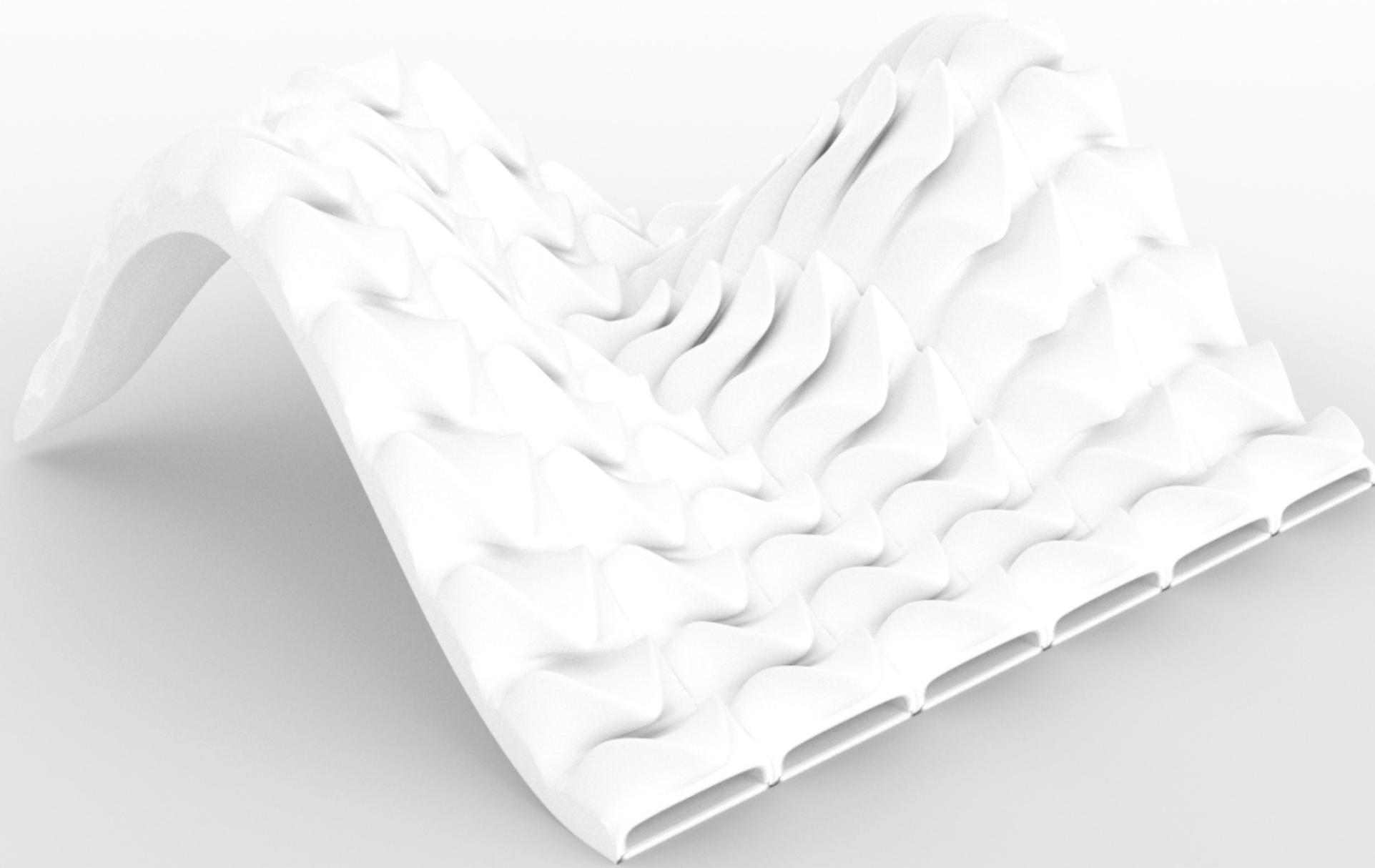
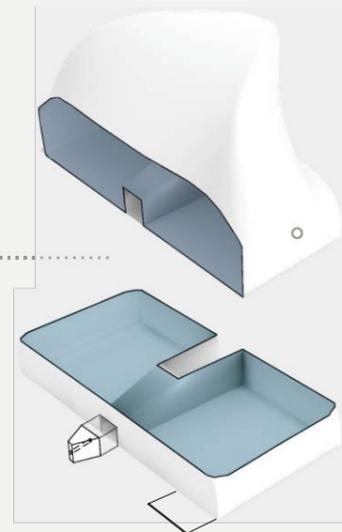


Abb.284: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

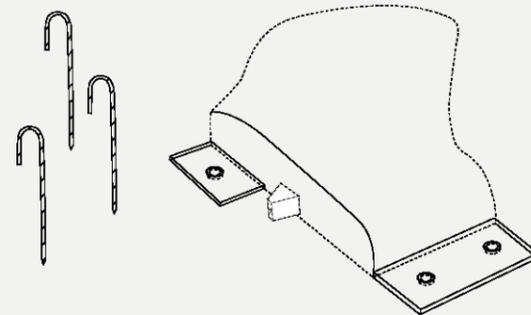
Tragwerk und Adaptilität

Bodenverankerung

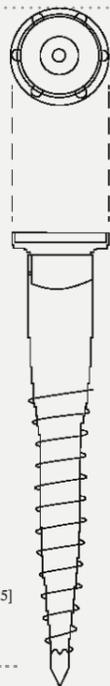
Wassergefülltes Fundament
Variante A



Laschen und Erdanker
(nur bei Erdboden möglich)^[27]
Variante B



Schraubfundament^[25]
Variante C



Für das Fundament (Verankerungen bzw. Befestigung im Boden) bieten sich mehrere Möglichkeiten an.

Schraubfundament im Asphaltboden

Eine weitere Möglichkeit bietet das Schraubfundament im Asphaltboden. Es ist zwar nicht gänzlich temporär, bietet aber die Möglichkeit einer Nichtversiegelung des Bodens und kann hohe Lasten aufnehmen. Es müsste als Punktfundament fungieren und würde daher die Flexibilität des Fingerelements etwas einschränken, da sich das Element nach Bodenverankerung richten müsste.^[26]

Vorteile laut *KRINNER Schraubfundamente*: ^[26]

- kann hohe Lasten aufnehmen
- keine Versiegelung
- schnell aufgebaut
- Möglichkeit zum Rückbau
- sofort belastbar

Nachteile für das Konzept:

- schränkt Flexibilität ein

Stabilität durch Wasser

Eine Variante des Fundaments wäre ein wassergefülltes Fundamentkissen. Das einzelne Fingerelement besteht aus mehreren Kissen. Die jeweils erste beiden und letzte beiden Kissen werden mit wasserdichten Kammern und einer Luftschleuse ausgestattet. Diese lassen sich durch die seitlichen, ebenfalls gedruckten Schrauböffnungen mit Wasser befüllen und wieder entleeren.

Vorteile:

- temporär,
- schnell auf- und abbaubar,
- große Flexibilität, da Verzicht auf Bodenverankerungen

Nachteile:

- muss wasserdicht sein
- Rollgefahr beim Anfüllen
- Nicht erprobt

Laschen und Erdanker

Eine weitere Möglichkeit bieten Erdanker. Notwendig sind die beim 3D-Druck an das Element angefügten Laschen, bei denen Aussparungen für Erdankerbefestigungen möglich sind.^[27]

Vorteile:

- schnelle Befestigung

Nachteile:

- instabiler als die anderen Fundamentideen

Abb.285: Variante A, Skizze Wassergefülltes Fundament, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.286: Variante B, Skizze Laschen und Erdanker Variante B, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.287: Variante C, Skizze Schraubfundamente anhand von *Aschauer.com* ^[25], Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

[25] vgl. E. Aschauer GmbH, *Schraubfundamente*, 12.12.2022, Website <https://www.aschauer.com/>

[26] vgl. Christoph Krinner, *Die KRINNER-Systemvorteile*, 15.11.2022, Website <https://www.krinner.io/fundamentbau/vorteile/>

[27] vgl. HaGa-Welt GmbH & Co. KG, *Erdanker*, 15.11.2022, Website <https://www.vlieswelt.de/SCHICHTTRENNUNG/Erdanker/>

Tragwerk und Adaptilität

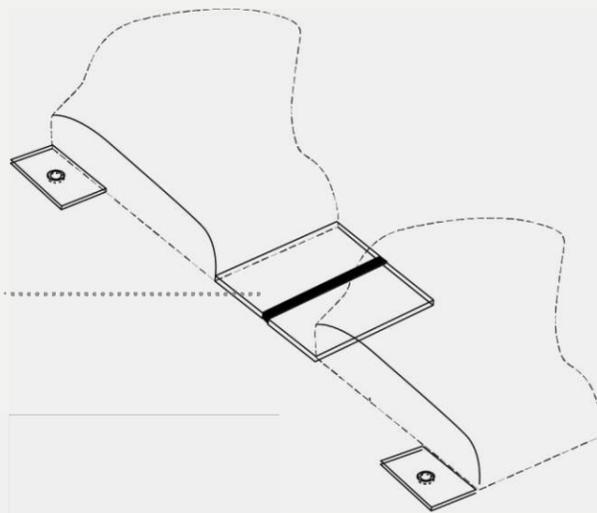
Verbindung der einzelnen „Finger-Elemente“



Verbindung mit Silikon

Variante A

Reißverschluss
Variante B



Druckknopf^[28] und Laschen
Variante C

Variante C

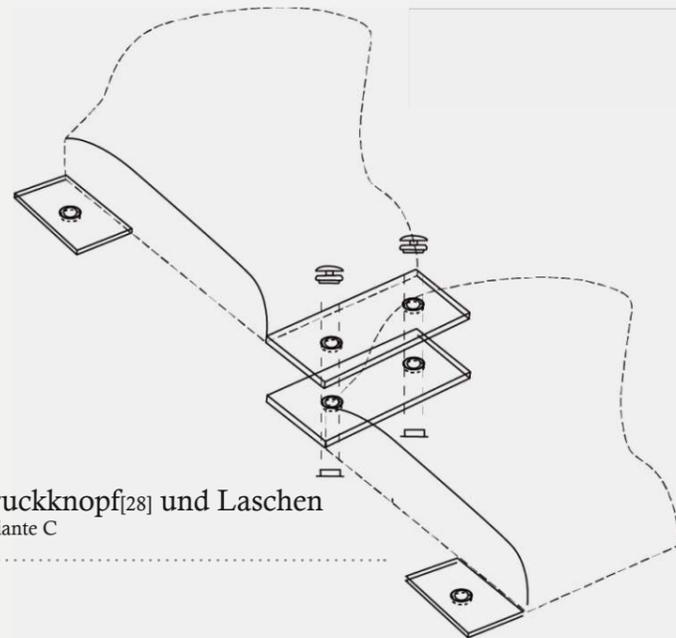


Abb.288: Variante A, Foto Modell, Verbindung mit Silikonguss, Smartphone, Karoline Meixner, 2022

Abb.289: Variante B, Skizze Verbindung mit Reißverschluss, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.290: Variante C, Skizze Verbindung mit Druckknöpfen^[28] und Laschen, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

[28] vgl. Prym Consumer Europe GmbH, *Druckknöpfe*, 31.12.2022, Website <https://www.prym.de/p/naehfrei-nachfuellpackung-fuer-390117-perlkappe-12mm-13901220>

Lamellen Anschlüsse

Eine richtungslose Adaptilität der einzelnen Elemente wird durch Lamellen zwischen den einzelnen Finger gewährleistet.

Diese Lamellen bestehen aus gedruckten Elementen, welche gleichzeitig beim 3D Druck des Finger-Elements gedruckt werden. Es kommen mehrere Varianten zur Verbindung der Finger-Elemente in Frage.

Druckknöpfe und Laschen

Am Finger-Element werden gleichzeitig beim 3D-Druck Laschen pro Kissen mitgedruckt, so dass diese im Anschluss am Bauplatz miteinander verbunden werden können. Die Laschen werden übereinander gelegt und mittels Druckknopf^[28] verbunden.

Reißverschlüsse

Als weitere Option zur Verbindung der Laschen wäre die Möglichkeit, einen *Spiralreißverschluss* an die Lascheninnenseiten anzubringen, um zwei Laschen miteinander zu verbinden. Bei der Herstellung und Montage muss die *Wendel* beachtet werden, da diese einmal rechts und einmal links *gewandelt* werden muss, um eine Verbindung zu gewährleisten.^[29]

Verbindung mit Silikon

Des Weiteren gibt es die Möglichkeit die Finger-Elemente mittels Silikon zu vereinen. Da ein Finger-Element im Maßstab 1:1 eine Länge von knapp 10m und eine Breite von 1,6m aufweist, müssten aufgrund der Transportabilität die einzelnen Finger-Elemente direkt am Bauplatz mit Silikon übergeben werden.

[28] vgl. Prym Consumer Europe GmbH, *Druckknöpfe*, 31.12.2022, Website <https://www.prym.de/p/naehfrei-nachfuellpackung-fuer-390117-perlkappe-12mm-13901220>

[29] vgl. Wikimedia Foundation Inc., *Reißverschluss*, 31.12.202, Website <https://de.wikipedia.org/wiki/Reißverschluss>

Tragwerk und Adaptilität

Wassergefülltes Fundament

Das Fundamentkissen besteht beginnend aus einer gedruckten Luftschleuse für Luftzufuhr der hinteren Kissen. Die Öffnung ist abhängig vom Kompressorschlauch. Der gewählte Kompressorschlauch hat eine Dicke von 20 mm.

Das Kissen

3D-gedruckte Kissen gefüllt mit Wasser, dicht abgetrennt von der Luftschleuse dienen als Beschwerung und Stabilisierung der Konstruktion.

Das Volumen des Kissens, sowie die benötigte Anzahl an wassergefüllten Kissen ist abhängig von der gewählten Flächenvariante und vom statischen Nachweis.

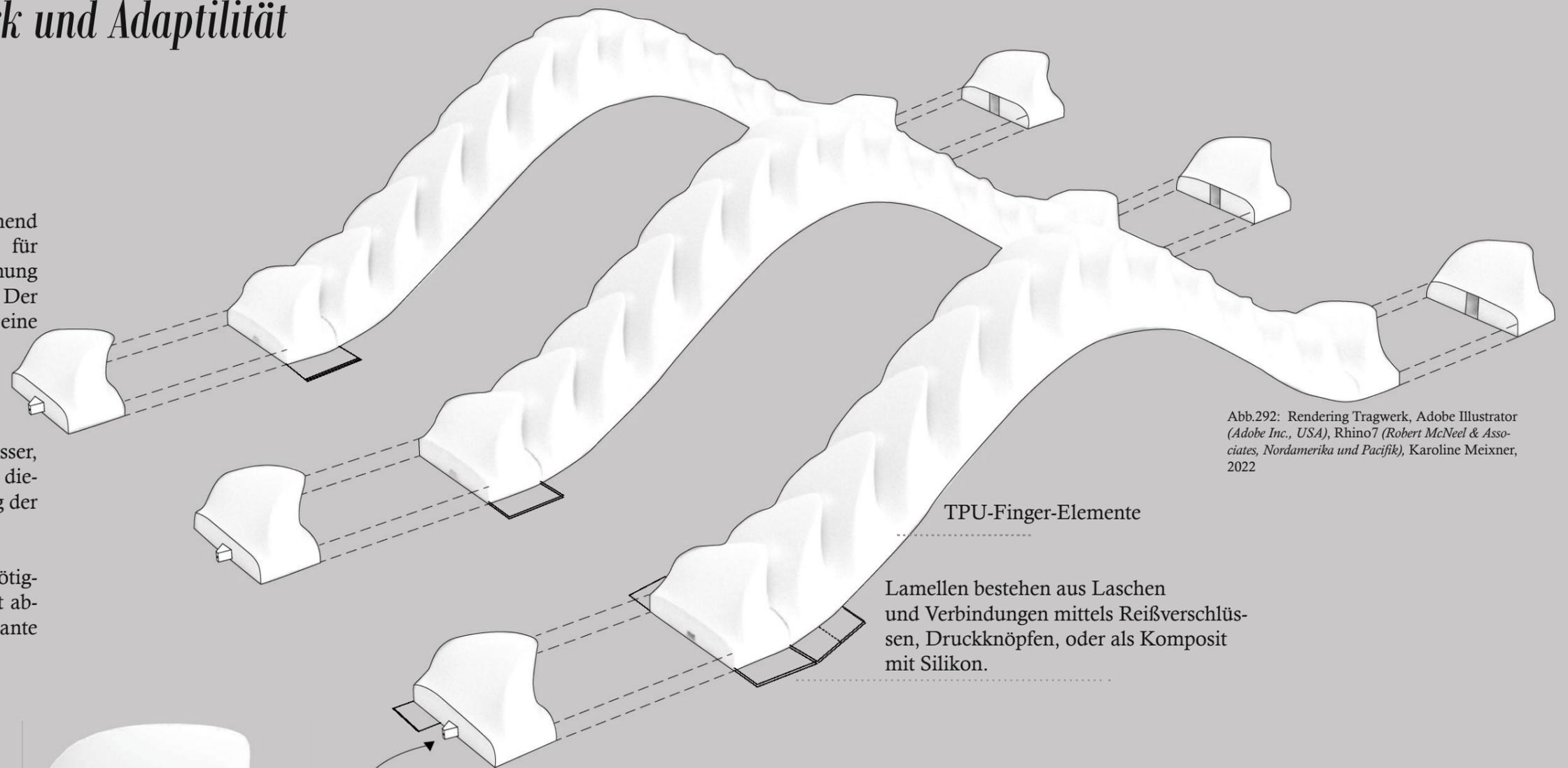


Abb.292: Rendering Tragwerk, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Karoline Meixner, 2022

- 1 Einlass für Schlauchanschluss Kompressor
- 2 Luftschleuse, abgetrennt vom Wasserbereich
- 3,4 Wasserbereich, abgetrennt von Luftschleuse und folgenden Kissen
- 5 Gedruckter Schraubverschluss für Wasserzufuhr, Innendurchmesser: 23 mm (Standardschlauch 19mm Innendurchmesser)[34]
- 6 Sitzplatzmarkierung mit Kennzeichnung z.B farbliche Kennzeichnung

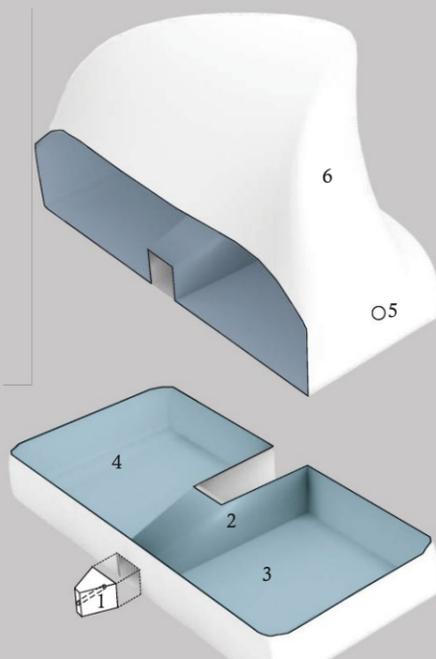
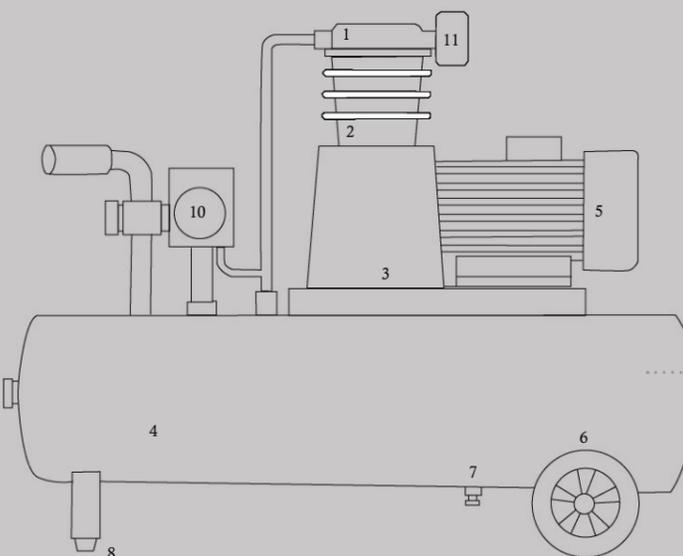


Abb.291: Rendering Wassergefülltes Kissen, Adobe InDesign (Adobe Inc., USA), Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Karoline Meixner, 2022

[34] vgl. Maria, Gartenschlauch Durchmesser: Überblick aller Größen, 21.12.2022, Website <https://www.plantopedia.de/gartenschlauch-durchmesser-ueberblick/>
 [30] vgl. Peter Brauer, Kompressor 400-60-10 W (4041800 90011), 11.11.2022, Website https://ersatzteil-shop24.de/Kompressor-400-60-10-W-4041800-90011-_1



Elemente können mittels Kompressor, Radialgebläse oder Membranpumpe aufgeblasen werden.[31] [32] [33]

Als Beispiel der Luftzufuhr dient der Kompressor [30] [31]

- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| 1 Ventilplatte | 6 Räder zum Transport |
| 2 Zylinder mit Kolben | 7 Kondensatwasserablass |
| 3 Kurbelgehäuse | 8 Standfuß |
| 4 Druckluftbehälter | 9 Schlauchanschluss |
| 5 Antriebseinheit | 10 Manometer mit Druckregler |
| | 11 Luftfilter und Einlass |

Abb.293: Skizze und Beschreibung Kompressor[30] [31], Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

[31] vgl. Markus Sebastian Agerer, Alles über Kompressoren, 11.11.2022, Website <https://www.kompressor.one/>
 [32] vgl. Wikimedia Foundation Inc., Membranpumpe, 31.12.2022, Website <https://de.wikipedia.org/wiki/Membranpumpe>
 [33] vgl. Kurt Maier Motor-Press GmbH, Radialgebläse - Radialventilatoren, 31.12.2022, Website <https://www.kmmp.de/produkte/radialgeblaese/>

06 Plandarstellungen

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

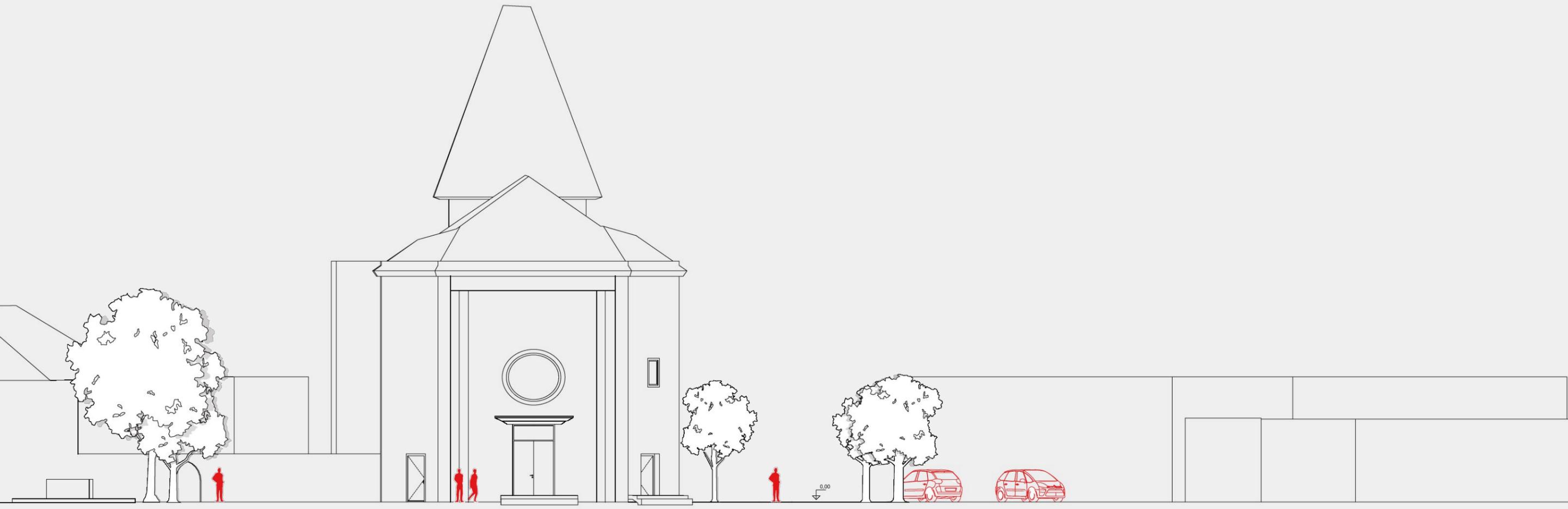
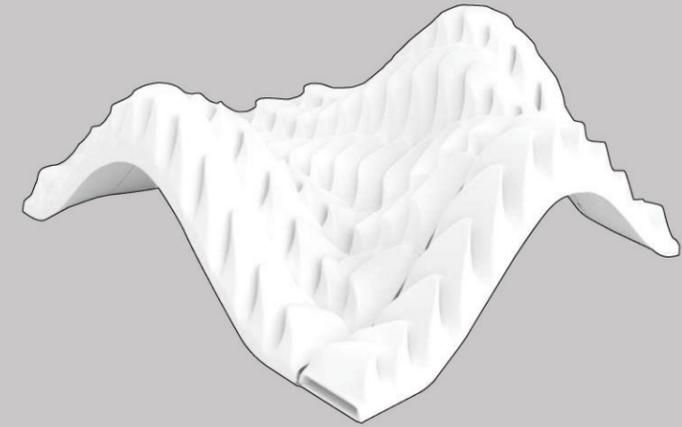


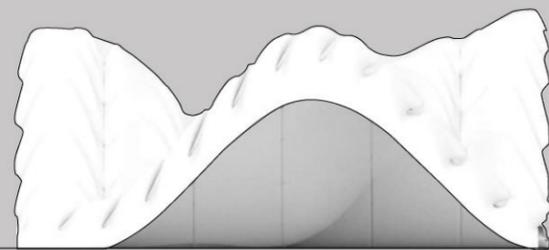
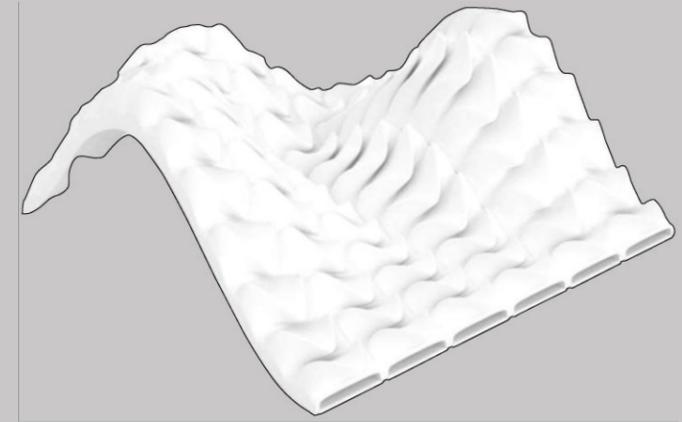
Abb.294: Ansicht ohne kinematische Fläche, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Ausgewählte Variante für Plandarstellungen

Isometrie A



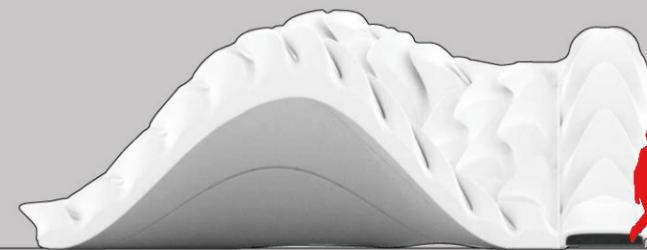
Isometrie B



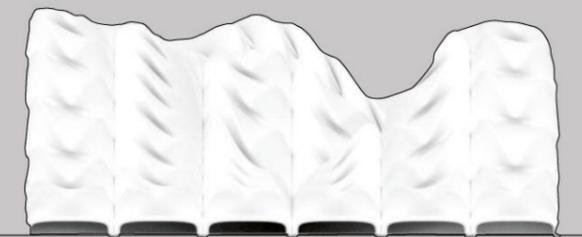
Ansicht A



Ansicht B



Ansicht C

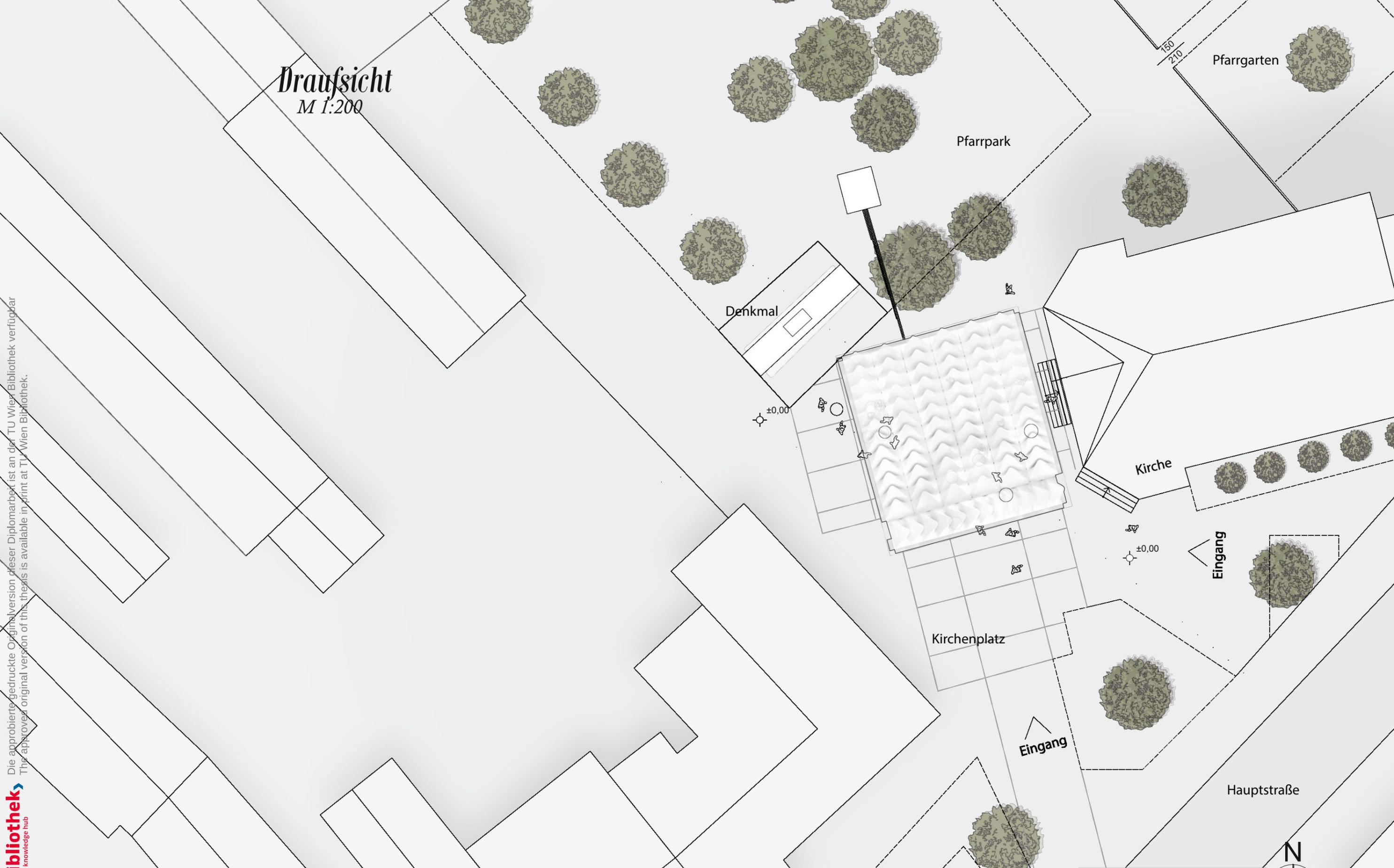


Ansicht D

Abb.295: Ansicht A, Ansicht B, Ansicht C, Ansicht D, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022
 Abb.296: Isometrie A, Isometrie B, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Draufsicht

M 1:200



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Abb.297: Draufsicht mit Maßstabsleiste und Nordpfeil 1:200, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022



Grundriss

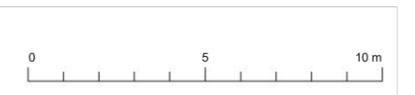
M 1:200



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Abb.298: Grundriss mit Maßstabsleiste und Nordpfeil 1:200, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022



Ansicht A-A

M 1:200

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Abb.299: Ansicht A-A mit Maßstabsleiste 1:200, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Ansicht A-B

M 1:200

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

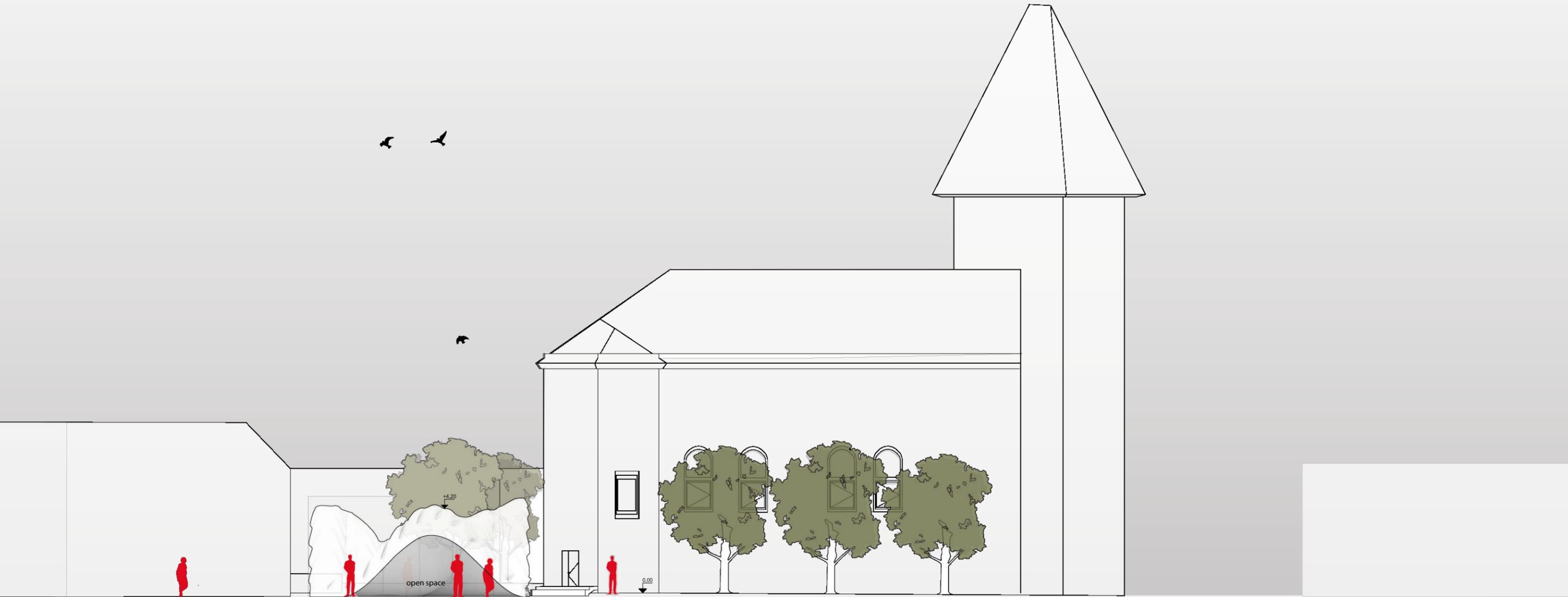


Abb.300: Ansicht A-B mit Maßstabsleiste 1:200, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Ansicht A-C

M 1:200



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Abb.301: Ansicht A-C mit Maßstabsleiste 1:200, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Schnitt A (Längs)

M 1:200



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Schnitt B (Quer)

M 1:200

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

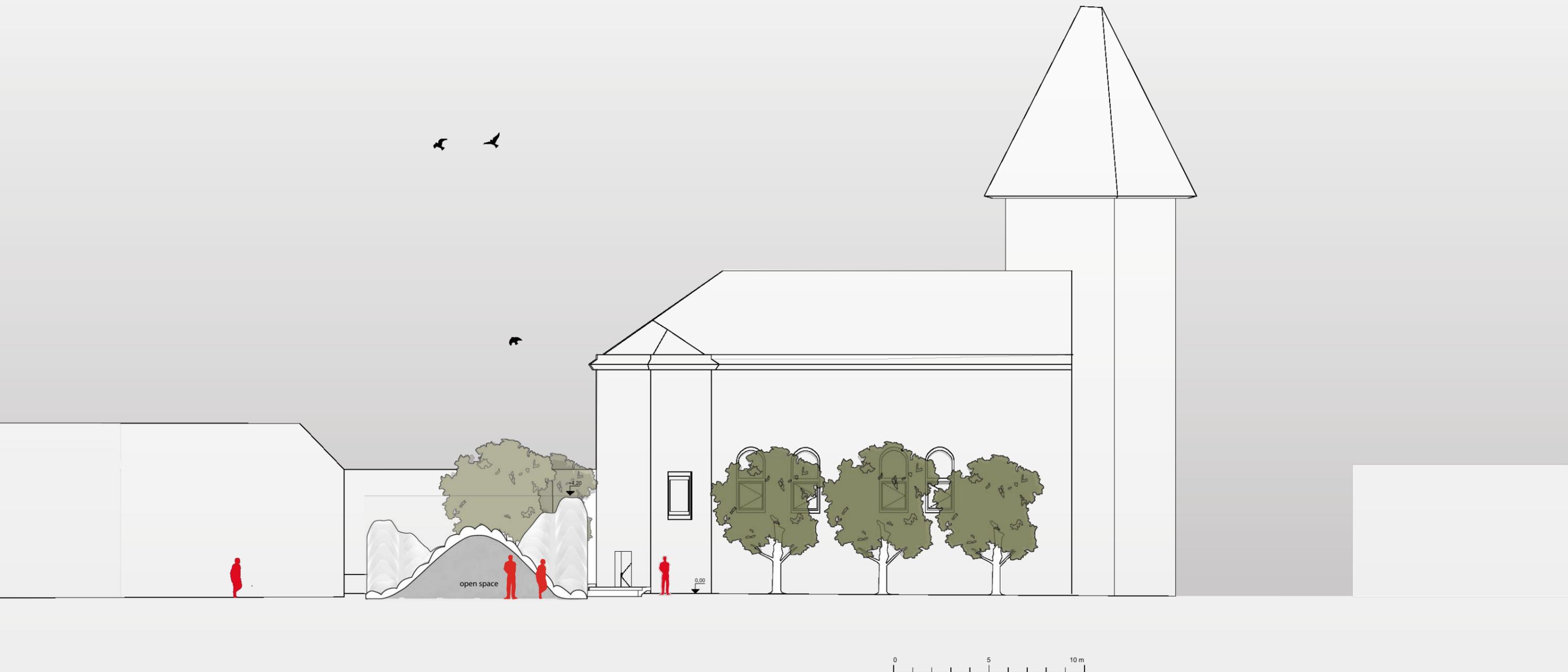


Abb.303: Schnitt B mit Maßstabsleiste 1:200, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Schnitt Fläche plus Markierung des Details

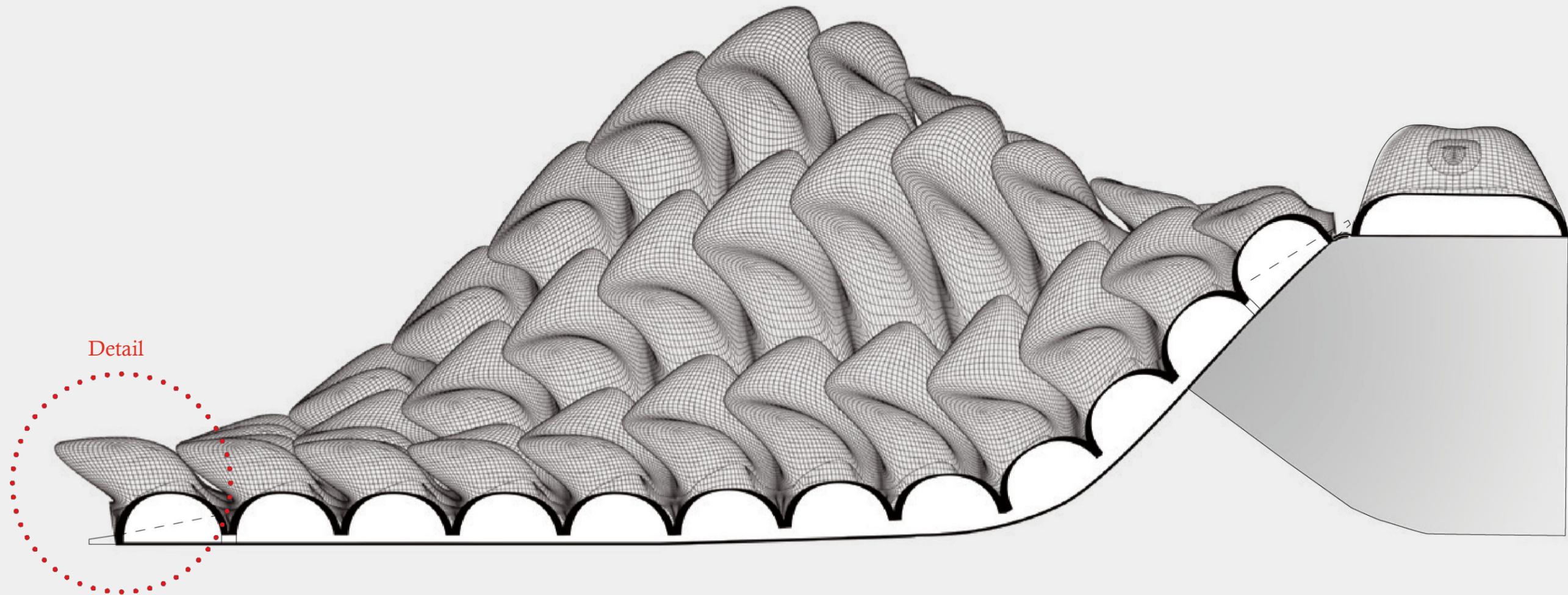


Abb.304: Schnitt A mit Markierung Detail, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Adobe InDesign(Adobe Inc., USA) Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Fassadenschnitt-Detail A

M 1:20

- 1 Oberboden
- 2 Füllboden
- 3 Frostschuttschicht
- 4 Erde
- 5 Tragschicht (ohne Bindemittel) 20cm
- 6 Pflastersteine 20/20/8cm mit 3-6mm Abstand und Fugensand

- 7 Bettung 5cm (Sand)
- 8 Randstein d=<80mm
- 9 Fundament und Rückenstütze aus Beton
- 10 Thermoplastisches Polyurethan d=1cm
- 11 Luftschleuse
- 12 Thermoplastisches Polyurethan d=5cm

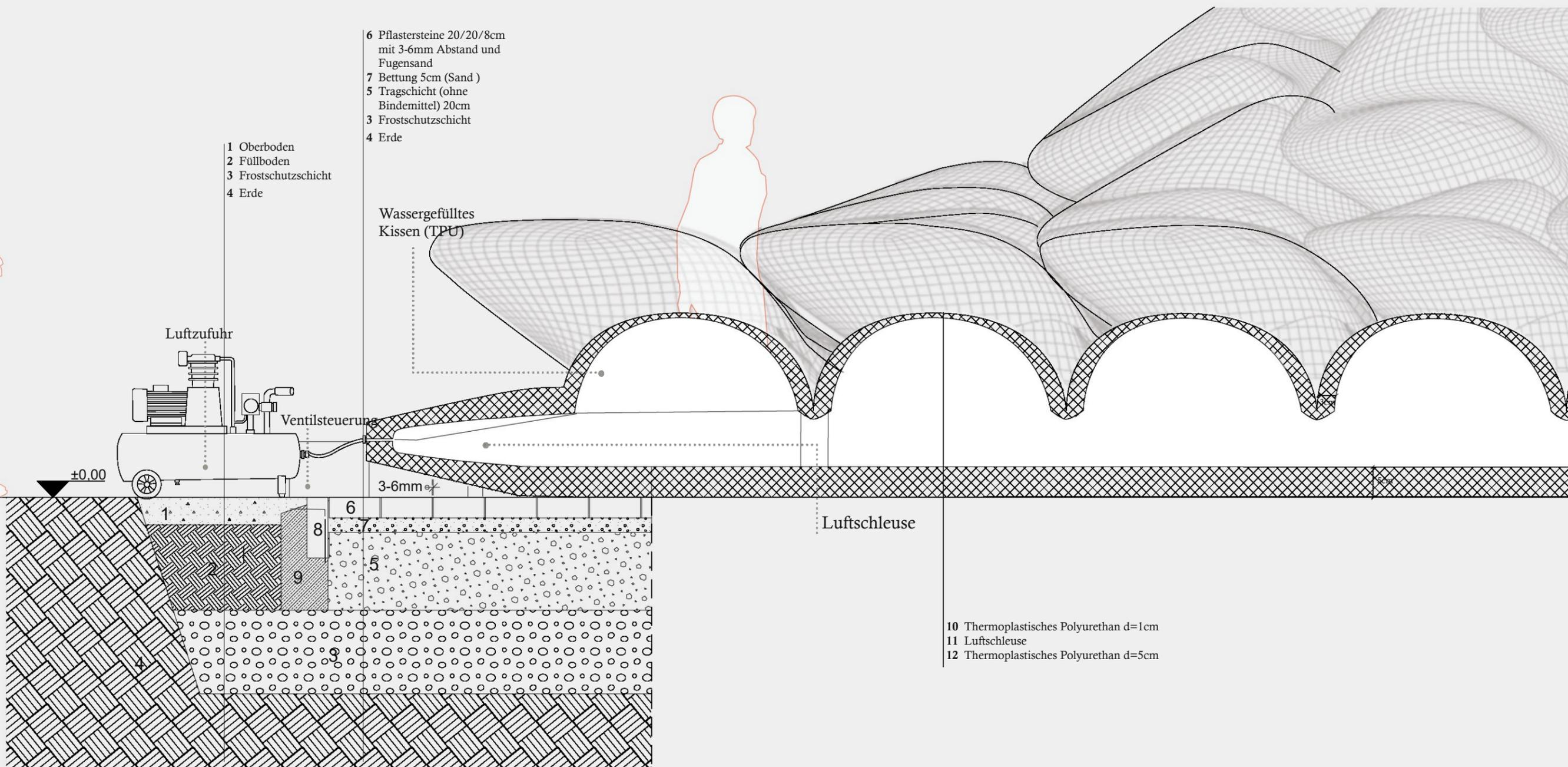


Abb.305: Fassadenschnitt 1:20, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacific), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Adobe InDesign(Adobe Inc., USA) Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

[30] vgl. Peter Brauer, Kompressor 400-60-10 W (4041800 90011), 11.11.2022, Website <https://ersatzteil-shop24.de/Kompressor-400-60-10-W-4041800-90011-1>

[31] vgl. Markus Sebastian Agerer, Alles über Kompressoren, 11.11.2022, Website <https://www.kompressor.one/>

[35] vgl. Ernst Neufert, Johannes Kister, Mathias Brockhaus, Matthias Lohmann, Patricia Merkel, Neufert Bauentwurfslehre, 43. Auflage, 2022, Seiten 9-12, 281, 284

[36] vgl. Arvid Anger, Alexander Groh, Pflasterbeläge, 10.11.2022, Website <https://www.bauwion.de/wissen/aussenraum/befestigte-flaechen/612-pflasterbelaege>

[37] vgl. Dietmar Ulonska, Pflasterdecken regelgerecht herstellen, Oktober 2010, S.4-11, 12.12.2022, Website https://www.pflastersteine.de/downloads/service/2010-10_Pflasterdecken_regelgerecht_herstellen.pdf



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Library.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Abb.311: Rendering, Twinmotion 2022.1.2. (Epic Games, USA), Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abb.312: Rendering, Twinmotion 2022.1.2. (Epic Games, USA), Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022





Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abb.314: Rendering, Twinmotion 2022.1.2. (Epic Games, USA), Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022



Die approbierte Version dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved online version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Abb.315: Rendering, Twinmotion 2022.1.2. (Epic Games, USA), Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022



Die approbierte gedruckte Originalversion dieses Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abb.316: Rendering, Twinmotion 2022.1.2. (Epic Games, USA), Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022





Abb.317: Rendering, Twinmotion 2022.1.2. (Epic Games, USA), Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abb.318: Rendering, Twinmotion 2022.1.2. (Epic Games, USA), Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

07 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Möglichkeit in der Architektur neue Materialien einzusetzen noch mehr erforscht werden muss, jedoch neue formale Möglichkeiten zulässt. Vor allem der 3D-Druck verspricht viel, da mit dem Druckverfahren schnelles und präzises Herstellen und Verarbeiten möglich ist. Das System des Drucks ist zwar derzeit noch nicht vorherrschend in der Architekturbranche, kann jedoch in der Zukunft einen wichtigen Stellenwert einnehmen und neue Lösungsansätze bei Problemstellungen bringen.

Vielversprechend ist auch das Druckmaterial Thermoplastischem Polyurethan[1], da dieses nicht nur robust, sondern auch flexible ist und dadurch gewollte Verformungen von Architekturelementen möglich sind. Erforscht werden muss jedoch noch die Brandbeständigkeit des Projekts, sowie der Zusammenschluss mit anderen Materialien.

Ergebnisse

Es wurde anhand von digitalen Studien und Druckstudien am 3D Drucker ein kinematisches Element namens *Finger-Element* [S.113-116] bestehend aus Thermoplastischem Polyurethan (TPU) [1] entwickelt und gedruckt, welches eine Kunstinstallation am Kirchenplatz in Parndorf, Österreich, darstellen soll. Das Element lässt sich verbiegen und kann sich mit anderen *Finger-Elementen* [S.113-116] zusammenfügen zu einer kinematischen Fläche. Um eine Adaptilität gewährleisten zu können, wurden ebenfalls mittels 3D-Drucker Laschen seitlich am Element angebracht, um bei Bedarf diese mit dem Boden und mit weiteren Elementen zu verbinden. Für das Konzept wurde ein wassergefülltes Fundament gewählt, um die Flexibilität des Konstrukts an die Nutzungsvariabilität anzupassen. Das fertige Element besteht aus 12 Kissen, einer Luftschleuse und jeweils am Anfang und Ende zwei wassergefüllten Kissen, die dicht von der Luftschleuse abgetrennt sind und Schrauböffnungen zum Befüllen mit Wasser aufweisen. Je nach Nutzung, Raumbedarf und Wegführung der Besucher des Kirchenplatzes, soll die Kunstinstallation unterschiedlich aufgeblasen werden. Die Luftzufuhr kann mittels Kompressor[31], Radialgebläse[33] oder Membranpumpe[32] mittels Ventilsteuerung [38] gewährleistet werden. Es entsteht somit eine Kunstinstallation, die sich an ihre Nutzer:innen anpassen kann.

[1] vgl. Fenner Precision Polymers, *NinjaFlex 3D Printer Filament (85A)*, 13.12.2022, Website <https://ninjatek.com/shop/ninjaflex/>

[31] vgl. Markus Sebastian Agerer, *Alles über Kompressoren*, 11.11.2022, Website <https://www.kompressor.one/>

[32] vgl. Wikimedia Foundation Inc., *Membranpumpe*, 31.12.2022, Website <https://de.wikipedia.org/wiki/Membranpumpe>

[33] vgl. Kurt Maier Motor-Press GmbH, *Radialgebläse - Radialventilatoren*, 31.12.2022, Website <https://www.kmmp.de/produkte/radialgeblaese/>

[38] vgl. Wikimedia Foundation Inc., *Ventilsteuerung*, 30.12.2022, Website [Wikipedia.org, https://de.wikipedia.org/wiki/Ventilsteuerung](https://de.wikipedia.org/wiki/Ventilsteuerung)

Abb.319 (rechts): Liniengrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA) Karoline Meixner, 2022

08 Lebenslauf



AUSBILDUNG

- . Masterstudium Architektur Technische Universität Wien (seit Oktober 2020)
- . Bachelorstudium Architektur Technische Universität Wien (Oktober 2014 - Oktober 2020)
- . Bachelorstudium Soziologie Universität Wien (Oktober 2013 - Oktober 2014)
- . HTBLVA Spengergasse Wien / Zweig Kunst & Design (2008 - 2013) / Abteilungsbeste

ERFAHRUNG (Stand 02.01.2023)

- . Mitarbeiterin Bondi Consult GmbH, zuständig für Grafik und Visualisierung (seit Oktober 2021)
- . Tutorin an der Technischen Universität Wien, Institut für Bauökologie und Bauphysik (seit Oktober 2019)
- . zweimonatiges Praktikum, Architekturbüro Archimedia ZT, Leopold Dungal Wien (Juli 2019 - August 2019)
- . geringfügige Anstellung Bundesimmobiliengesellschaft / Pressestelle (Juni 2016 - März 2018)
- . Brustkrebskampagne Novartis, Europa Donna / künstlerisches Projekt, Mithilfe als Komparsin (Juli 2017)
- . Ferialpraktikum Firma Backhausen Hoheneich, Niederösterreich (Juli 2012 - August 2012)
- . Ferialpraktikum Firma Löffler, Ried im Innkreis (Juni 2011 - Juli 2011)

Modellfotos



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.





Abb.323: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb. 324: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023



Abb.325: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023



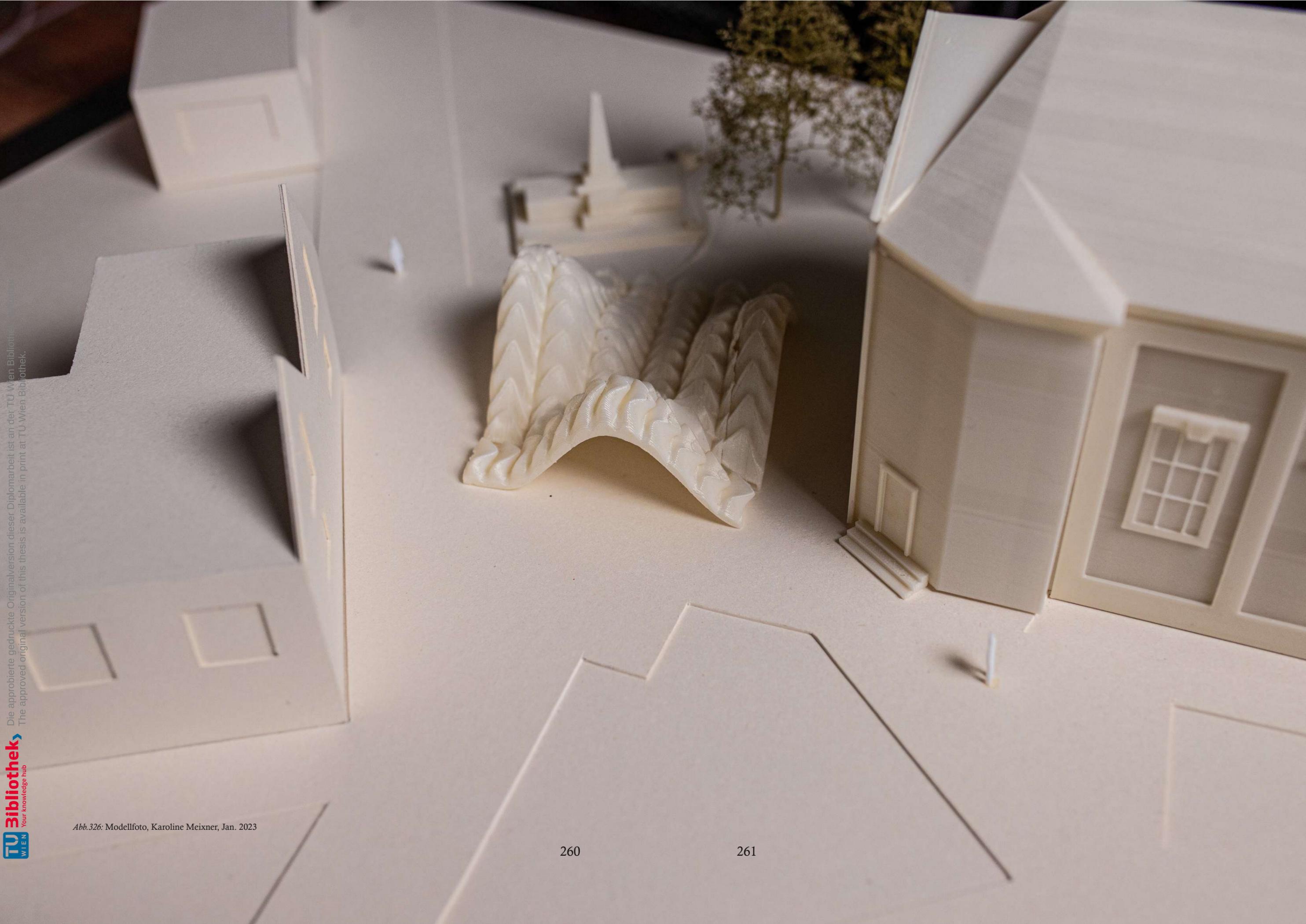


Abb. 326: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.327: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023





Abb.328: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb. 329: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023



Abb.330: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

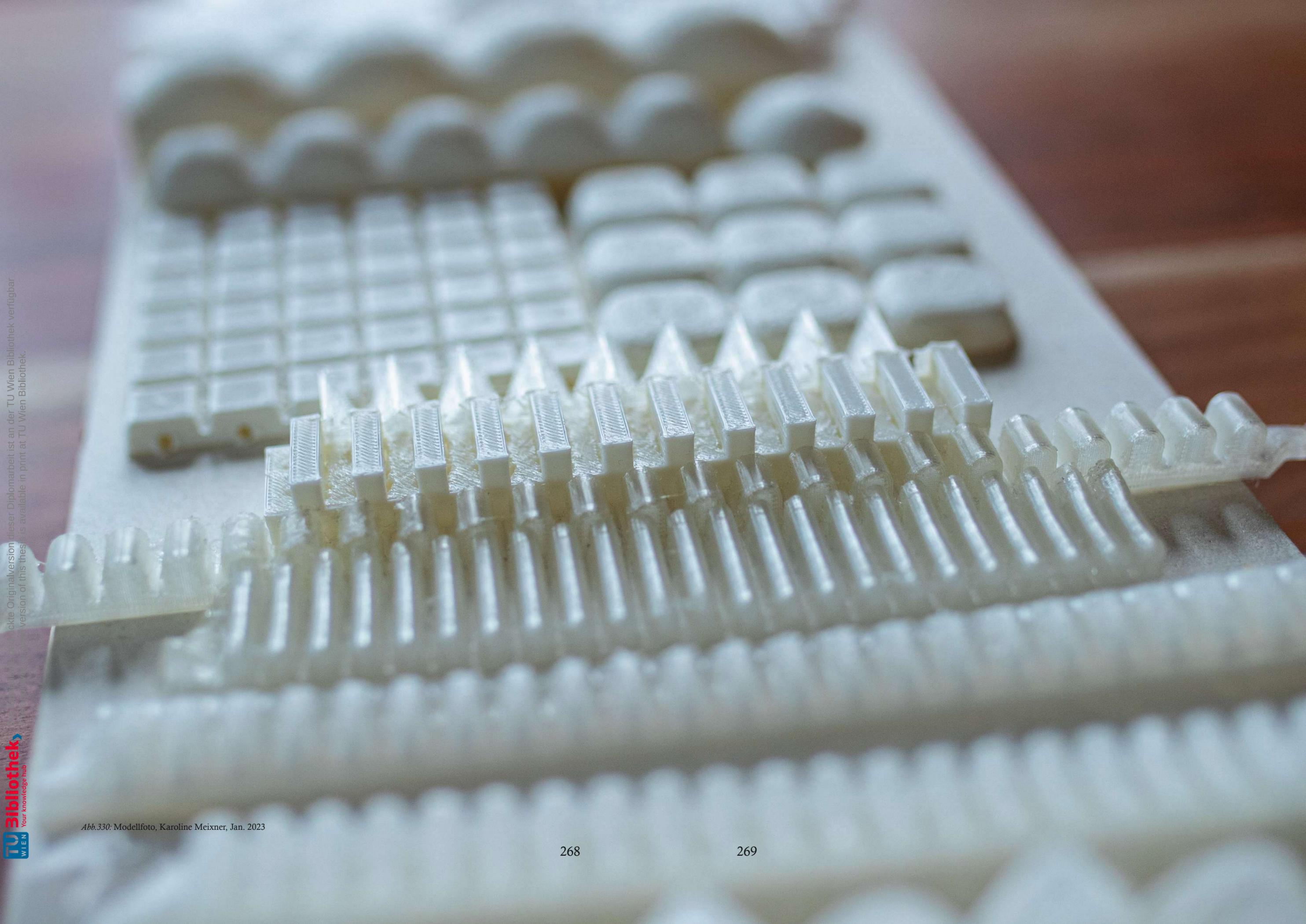
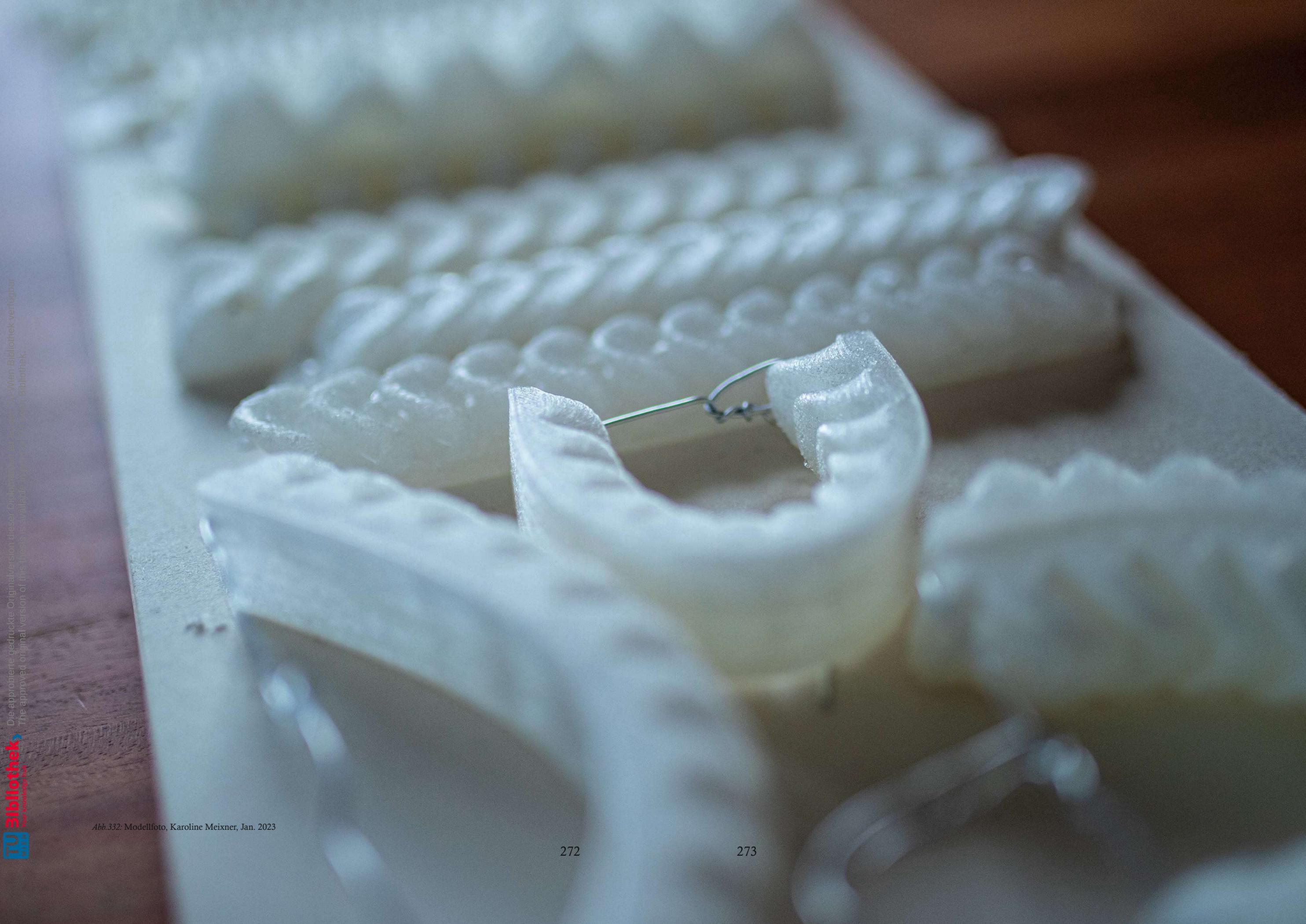


Abb.332: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023



Quellenverzeichnis

- [1] **Fenner Precision Polymers**, (n.d.), *NinjaFlex 3D Printer Filament (85A)*, 13.12.2022, [online] <https://ninjatek.com/shop/ninjaflex/>
- [2] **Hong Kai Yap, Hui Yong Ng, Chen-Hua Yeow**, *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications*, number 3, Soft Robotics (©Mary Ann Liebert, Inc.), ResearchGate, 2016, [online] https://www.researchgate.net/publication/308087142_High-Force_Soft_Printable_Pneumatics_for_Soft_Robotic_Applications
- [3] **Panagiotis Polygerinos, Bobak Mosadegh, Alexandre Campo**, (n.d.), *soft robotics toolkit: PneuNets Bending Actuators*, (©OpenSholar), ursprünglich entwickelt von *Whiteside Research Group*, Harvard, 13.12.2022 [online] <https://softroboticstoolkit.com/book/pneunets-bending-actuator>
- [4] **Dónal Holland, Conor J. Walsh, Max Herman, Sara Berndt, Evelyn J. Park, Panagiotis Polygerinos, Jeffrey Peisner, Colette Abah** (n.d.), *soft robotics toolkit*, (©OpenSholar), 13.12.2022, [online] <https://softroboticstoolkit.com/>
- [5] **Wikimedia Foundation Inc.** (2019), *Pfarrkirche Parndorf*, Wikipedia.org (©Wikipedia, USA), 02.10.2022, [online] https://de.wikipedia.org/wiki/Pfarrkirche_Parndorf
- [6] **Verein Theater Sommer Parndorf**, Obmann: **Johann Maszl**, (n.d.), *Verein Theater Sommer Parndorf*, 02.10.2022, [online] <https://wp.theatersommer.info/start/>
- [7] **Google LLC**, Hauptstraße 115, Parndorf (n.d.), *Google Maps*, 10.12.2022, [online] <https://www.google.com/maps/place/Parndorf/>
- [8] **Verein Theater Sommer Parndorf** (n.d.), *Theater Sommer Parndorf* [Facebookseite], *Facebook* (©Meta), 4.10.2022, 18:30, [online] <https://www.facebook.com/TheaterSommerParndorf/>
- [9] **rk-Pfarre Parndorf** (n.d.), *Parndorf/Parndorf*, 2.10.2022, 13:45, [online] <https://www.martinus.at/pfarre/1024/ueberunsonama>
- [10] **H. Wraunek**, *Burgenland 3D* (n.d.), (©2017-2023 Niederösterreich 3D), 2.10.2022, 14:00 [online] https://burgenland.denkmal-3d.at/parndorf_kriegerdenkmal.php
- [11] **Karoline Meixner**, *Pirouette*, 253.F56 Master-Entwerfen *reaktive Architektur*, (©Technische Universität Wien), Betreuung unter Christoph Müller, Manfred Berthold, 2020 Wintersemester
- [12] **Karoline Meixner, Ying Huang, Aya Arnauti**, *gefaltete Pneus*, 253.F56 Modul *Experimenteller Hochbau*, (©Technische Universität Wien), Betreuung unter Christoph Müller, Manfred Berthold, Karl Deix, Oliver Enghardt, Jürgen Hennicke, Mladen Jadric, Carolin Lotz-Ramirez, Ines Nizic, Peter-Michael Schultes 2021 Sommersemester
- [13] **Lang J. Robert**, *Twists, Tilings, Tessellations: Mathematical Methods for Geometric Origami*, 1. Auflage, Boca Raton: CRC Press (Taylor and Francis Group), 2018
- [14] **Yacine3Dz** (20.04.2021), *I made My childhood favorite origami in blender* [YouTube Video], YouTube, LLC, (©YouTube), 12.12.2021 [online] <https://www.youtube.com/watch?v=Ow87g2U3qN0>
- [15] **Panagiotis Polygerinos, Bobak Mosadegh, Alexandre Campo**, (n.d.), *soft robotics toolkit: PneuNets Bending Actuators*, (©OpenSholar), ursprünglich entwickelt von *Whiteside Research Group*, Harvard, 13.12.2022 [online] <https://softroboticstoolkit.com/book/pneunets-bending-actuator>
- [16] **Hong Kai Yap, Hui Yong Ng, Chen-Hua Yeow**, *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications*, number 3, Soft Robotics (©Mary Ann Liebert, Inc.), ResearchGate, 2016, [online] https://www.researchgate.net/publication/308087142_High-Force_Soft_Printable_Pneumatics_for_Soft_Robotic_Applications
- [17] **Smooth-On, Inc. (n.d.)**, *Ecoflex™ Series*, 12.12.2021, [online] <https://www.smooth-on.com/product-line/ecoflex/>
- [18] **Prusa Research a.s.** (n.d.), *Original Prusa MINI+*, *Prusament PLA Prusa Galaxy Black*, Prusa Research by Josef Prusa, 15.12.2021, [online] <https://www.prusa3d.com/de/produkt/prusament-pla-prusa-galaxy-black-1kg-refill/> [online] <https://www.prusa3d.com/de/produkt/original-prusa-mini-halbmontiert-4/>
- [19] **Jono Sanders** (Nov. 2020), *Jellyfisch Schale* [Druckfile], 17.12.2021, [online] <https://www.jonosanders.com/product/building-a-soft-robotic-jellyfish/>
- [20] **Jono Sanders** (21.11.2018), *How to make a soft robotic jellyfish* [YouTube-Video]*, YouTube, LLC, (©YouTube), 01.12.2021, [online] <https://youtu.be/VMKFzP-wVIY>
- [21] **Sandra S.** (05.06.2020), *TPU als Material für den 3D-Druck*, 3Dnatives SAS (©3Dnatives 2023), 02.12.2022, [online] <https://www.3dnatives.com/de/was-sie-ueber-tpu-beim-3d-druck-wissen-sollten/>
- [22] **Fenner Precision Polymers** (n.d.), *NinjaFlex 3D Printer Filament (85A)*, 13.12.2022, [online] <https://ninjatek.com/shop/ninjaflex/>
- [23] **Christoph Müller, Karl Deix** (n.d.), *Phänotyp* [Addon], bewegende Architektur e.U. (bewegende Architekturmanufaktur GesbR), 02.10.2022, [online] <https://bewegende-architektur.com/>, downloaden unter [online] <https://github.com/bewegende-Architektur/Phaenotyp>
- [24] **Prusa Research a.s.** (n.d.), *Prusaslicer* [Downloadfile], Prusa Research by Josef Prusa, 15.12.2021, https://www.prusa3d.com/de/page/prusaslicer_424/
- [25] **E. Aschauer GmbH** (n.d.), *Schraubfundamente*, *Aschauer.com* (©2020 E. Aschauer Antriebs- u. Förder-technik GmbH), 12.12.2022, [online] <https://www.aschauer.com/>
- [26] **Christoph Krinner** (n.d.), *Die KRINNER-Systemvorteile*, KRINNER (Krinner Schraubfundamente GmbH), 15.11.2022, [online] <https://www.krinner.io/fundamentbau/vorteile/>
- [27] **HaGa-Welt GmbH & Co. KG** (n.d.), *Erdanker, Vlieswelt Dein Garten wie er dir gefällt* (©Copyright 2022 by vlieswelt.de), 15.11.2022, [online] <https://www.vlieswelt.de/SCHICHTTRENNUNG/Erdanker/>
- [28] **Prym Consumer Europe GmbH** (n.d.), *Druckknöpfe*, Prym (©Prym Consumer Europe GmbH 2023), 31.12.2022, [online] <https://www.prym.de/p/naehfrei-nachfuellpackung-fuer-390117-perlkappe-12mm-13901220>
- [29] **Wikimedia Foundation Inc.** (2022), *Reißverschluss*, Wikipedia.org (©Wikipedia, USA), 30.12.2022, [online] <https://de.wikipedia.org/wiki/Reißverschluss>
- [30] **Peter Brauer** (n.d.), *Kompressor 400-60-10 W (4041800 90011)*, ersatzteil-shop24.de Ihr Online Shop für Ersatzteile (© ersatzteil-shop24 by Peter Brauer), 11.11.2022, [online] <https://ersatzteil-shop24.de/Kompressor-400-60-10-W-4041800-90011-1>
- [31] **Markus Sebastian Agerer** (n.d.), *Alles über Kompressoren*, Kompressor.one Test-Berichte, Vergleiche, Wissen & Technik, 11.11.2022, [online] <https://www.kompressor.one/>
- [32] **Wikimedia Foundation Inc.** (2022), *Membranpumpe*, Wikipedia.org (©Wikipedia, USA), 31.12.2022 [online] <https://de.wikipedia.org/wiki/Membranpumpe>

* Video ist derzeit auf YouTube nicht gelistet und kann nur mit Link abgerufen werden (Stand 01.01.2023)

[33] **Kurt Maier Motor-Press GmbH**, *Radialgebläse - Radialventilatoren*, kmmp.de (©2020 KMMP Kurt Maier Motor-Press GmbH), 31.12.2022, [online] <https://www.kmmp.de/produkte/radialgeblaese/>

[34] **Maria** (n.d.), *Gartenschlauch Durchmesser: Überblick aller Größen*, Plantopedia.de (©Advanco GmbH) 21.12.2022, [online] <https://www.plantopedia.de/gartenschlauch-durchmesser-ueberblick/>

[35] **Ernst Neufert, Johannes Kister, Mathias Brockhaus, Matthias Lohmann, Patricia Merkel**, *Neufert Bauentwurfslehre*, 43. Auflage, Wiesbaden (DE): Springer Vieweg, 2022

[36] **Arvid Anger, Alexander Groh** (2016), *Pflasterbeläge*, Bauwion.de BauwissenOnline. Von Architekten und Ingenieuren (©wion media services GmbH & Co. KG), 10.11.2022, [online] <https://www.bauwion.de/wissen/aussenraum/befestigte-flaechen/612-pflasterbelaege>

[37] **Dietmar Ulonska**, *Pflasterdecken regelgerecht herstellen: unter Berücksichtigung der ATV DIN 18318 „Neu“*, Oktober 2010, Bonn: SLG Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V., 12.12.2022 [online] https://www.pflastersteine.de/downloads/service/2010-10_Pflasterdecken_regelgerecht_herstellen.pdf

[38] **Wikimedia Foundation Inc.** (2022), *Ventilsteuerung*, Wikipedia.org (©Wikipedia, USA), 30.12.2022 [online] <https://de.wikipedia.org/wiki/Ventilsteuerung>

Programmverzeichnis:

Es wurde mit folgenden Programmen/Apps mit den jeweiligen Studentenzulizenzen gearbeitet:

Blender 3.1 (Blender Foundation, Niederlande)

Twinmotion 2022 1.2. (Epic Games, USA)

Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)

Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pazifik)

Autocad (Autodesk, USA)

Polycam (Polycam Inc., USA)

3D Scan der Kirche

MS Excel (Microsoft Corporation, USA)

Adobe Creative Cloud: (Adobe Inc., USA)

Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)

Adobe InDesign (Adobe Inc., USA)

Layout der Diplomarbeit

Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA)

Externe Daten, Texturen für Lageplan, Schwarzplan, 3D Umgebung, Grundriss Kirche, Schnitt Kirche:

• **Umgebung, Daten für Lageplan, Schwarzplan, Schnitte und Grundrisse (Kirche, Umgebung, Finger-Element):**

Cadmapper.com (n.d.), *OpenStreetMap*, verfügbar unter *Open-Database-Lizenz*, Lizenzdaten nachzulesen unter openstreetmap.org/copyright, geöffnet und bearbeitet in Autocad, 01.10.2022, [online] <https://cadmapper.com/>

• **Belichtung in Blender 3.1.**

Hdri-skies.com (n.d.), *free HDRI Sky 360°*, Lizenzdaten nachzulesen unter <https://hdri-skies.com/terms-of-use/>, Agata Galewska, [online] <https://hdri-skies.com/hdri-skies/hdri-sky-641/>

• **Messung der Druck- und Zugbeanspruchung in Blender 3.1.**

Phänotyp (n.d.), *Addon, bewegende Architektur e.U.* (bewegende Architekturmanufaktur GesbR), Christoph Müller, Karl Deix, 02.10.2022, [online] <https://bewegende-architektur.com/>, downloaden unter [online] <https://github.com/bewegende-Architektur/Phaenotyp>

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 : Liniengrafik, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 2: Rendering, *Twinmotion 2022.1.2. (Epic Games, USA)*, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 3 : Liniengrafik, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 4 : Rendering, *Twinmotion 2022.1.2. (Epic Games, USA)*, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 5 : Schwarzplan : Daten aus *Cadmapper.com, OpenStreetMap*, verfügbar unter *Open-Database-Lizenz*, Lizenzdaten nachzulesen unter openstreetmap.org/copyright, geöffnet und bearbeitet in *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, *Autocad (Autodesk, USA)*, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 6 : Schwarzplan : Daten aus *Cadmapper.com, OpenStreetMap*, verfügbar unter *Open-Database-Lizenz*, Lizenzdaten nachzulesen unter openstreetmap.org/copyright, geöffnet und bearbeitet in *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, *Autocad (Autodesk, USA)*, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 7: Makrolage, *Twinmotion 2022 1.2. (Epic Games, USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 8: Mikrolage, *Twinmotion 2022 1.2. (Epic Games, USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 9: Foto, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 10: Foto, *Smartphone*, Bibiana Meixner, 2022

Abb. 11: Foto, *Smartphone*, Bibiana Meixner, 2022

Abb. 12: Foto, *Smartphone*, Bibiana Meixner, 2022

Abb. 13: Foto, *Smartphone*, Bibiana Meixner, 2022

Abb. 14: Foto, *Smartphone*, Bibiana Meixner, 2022

Abb. 15: Foto, *Smartphone*, Bibiana Meixner, 2022

Abb. 16: Foto, *Smartphone*, Bibiana Meixner, 2022

Abb. 17: Foto, *Smartphone*, Bibiana Meixner, 2022

Abb. 18: Drohnensfoto, *Johann Maszl*, Archiv

Abb. 19: Drohnensfoto, *Johann Maszl*, Archiv

Abb. 20: Drohnensfoto, *Johann Maszl*, Archiv

Abb. 21: Drohnensfoto, *Johann Maszl*, Archiv

Abb. 22: Foto, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 23: Foto, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 24: Foto, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 25: Foto, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 26: Grafik, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 27: Foto, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 28: Foto, *Smartphone*, Bibiana Meixner, 2022

Abb. 28.1.: Foto Kircheneingang mit Übermalung, *Smartphone, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 28.2.: Foto Kircheneingang, Übermalung, *Smartphone, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 28.3.: 3D Scan Kircheneingang, *Polycam (Polycam Inc., USA)* Smartphone, Karoline Meixner, 2022

Abb. 28.4.: Schematische Skizze Konzept, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb.29: Grafik, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022, (Daten von *Cadmapper.com, OpenStreetMap* unter *Open-Database-Lizenz*)

Abb.30: Grafik, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022, (Daten von *Cadmapper.com, OpenStreetMap* unter *Open-Database-Lizenz*)

Abb.31: Foto Kirche, Foto Bäume, Foto Denkmal, Smartphone, Bibiana Meixner, 2022

Abb.32: Lageplan der Kirche mit Platzbemaßungen und Einzeichnung der Bodenstruktur, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)* und *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 09-10/22, (Daten von *Cadmapper.com, OpenStreetMap* unter *Open-Database-Lizenz*)

Abb.33: Lageplan der Kirche plus Platzmarkierung, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)* und *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 09-10/22, (Daten von *Cadmapper.com, OpenStreetMap* unter *Open-Database-Lizenz*)

Abb.34: Lageplan der Kirche plus Platzmarkierung, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)* und *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 09-10/22, (Daten von *Cadmapper.com, OpenStreetMap* unter *Open-Database-Lizenz*)

Abb.35: Lageplan der Kirche plus Platzmarkierung, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)* und *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 09-10/22, (Daten von *Cadmapper.com, OpenStreetMap* unter *Open-Database-Lizenz*)

Abb.36: 3D Scan der Kirche, *Smartphone*, App: *Polycam (Polycam Inc., USA)*, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2021

Abb.37: Grundriss Schema, anhand von Fotos und Gegenwartsstudien, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2021, (Daten von *Cadmapper.com, OpenStreetMap* unter *Open-Database-Lizenz*)

Abb.38: Schnitt Schema Quer, anhand von Fotos und Gegenwartsstudien, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2021, (Daten von *Cadmapper.com, OpenStreetMap* unter *Open-Database-Lizenz*)

Abb.39: Schnitt Schema Längs, anhand von Fotos und Gegenwartsstudien, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2021, (Daten von *Cadmapper.com, OpenStreetMap* unter *Open-Database-Lizenz*)

Abb.40: Lageplan, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, *Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA)*, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022, Daten aus *Cadmapper.com, OpenStreetMap*, verfügbar unter *Open-Database-Lizenz*, Lizenzdaten nachzulesen unter openstreetmap.org/copyright

Abb.41: Lageplan, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, *Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA)*, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022, Daten aus *Cadmapper.com, OpenStreetMap*, verfügbar unter *Open-Database-Lizenz*, Lizenzdaten nachzulesen unter openstreetmap.org/copyright

Abb. 42: Rendering, *Twinmotion 2022 1.2. (Epic Games, USA)*, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

Abb.43: Raumszenarien, *Primaballerina, Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 12.02.2021

Abb. 44: Rendering, *Primaballerina, Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, Master Entwerfen reaktive Architektur WS20, 12.02.2021

Abb. 45: Rendering, *Primaballerina, Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, Master Entwerfen reaktive Architektur WS20, 12.02.2021

Abb. 46: Rendering gefaltete Pneus, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Meixner Karoline, 19.06.2021

Abb. 47: Rendering gefaltete Pneus, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Meixner Karoline, 19.06.2021

Abb. 48: Foto, Aya Arnauti, Smartphone, 19.06.2021

Abb.49: Rendering, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

Abb.50: Screenshot, *Twists, Tilings, Tessellations: Mathematical Methods for Geometric Origami*, Robert J. Lang, 2018, S. 170

Abb.51: Screenshot, *Soft Robotic Toolkit*, <https://softroboticstoolkit.com/book/pneunets-bending-actuator>, 08.12.2022, 10.30

Abb.52: Screenshot, *Soft Robotic Toolkit*, <https://softroboticstoolkit.com/book/pneunets-bending-actuator>, 08.12.2022, 10:35

Abb.53: Screenshot, *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications*, Hong Kai Yap, Hui Yong Ng, Raye Chen-Hua Yeow, 2016, Seite 146

Abb.54: Screenshot, *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications*, Hong Kai Yap, Hui Yong Ng, Raye Chen-Hua Yeow, 2016, Seite 147

Abb.55: Renderings, *Rhino 7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik)*, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner,

Abb.56: Liniengrafik, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb.57: Foto, Druckdatei von *Soft Robotic Toolkit*[15], Smartphone, Material PLA Prusament, Karoline Meixner, 2021

Abb.58: Foto, Druckdatei von *Soft Robotic Toolkit 15*, Smartphone, Material PLA Prusament, Karoline Meixner, 2021

Abb.59: Foto, Druckdatei von *Soft Robotic Toolkit [15]*, Smartphone, Material Ecoflex 00-30 und PLA Prusament, Karoline Meixner, 2021

Abb.60: Foto MIT Finger von *Soft Robotic Toolkit [15]*, Smartphone, Material Ecoflex 00-30, Karoline Meixner, 2021

Abb.61: Foto MIT Finger von *Soft Robotic Toolkit [15]*, Smartphone, Material Ecoflex 00-30, Karoline Meixner, 2021

Abb.62: Foto Jellyfish Nachstellung von *Jono Sanders (Schalung)*, Smartphone, Material PLA, Karoline Meixner, 2021

Abb.63: Foto Jellyfish Nachstellung von *Jono Sanders (Schalung)*, Smartphone, Material PLA, Karoline Meixner, 2021

Abb.64: Foto Jellyfish Nachstellung von *Jono Sanders (Schalung und Silikonfüllung)*, Smartphone, Material PLA, Karoline Meixner, 2021

Abb.65: Foto Jellyfish Nachstellung von *Jono Sanders*, Smartphone, Material Ecoflex 00-30, Karoline Meixner, 2021

Abb.66: Foto Jellyfish Nachstellung von *Jono Sanders*, Smartphone Material Ecoflex 00-30, Karoline Meixner, 2021

Abb.67: Foto Ecoflex 00-30 Jellyfish von *Jono Sanders*, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.68: Foto, Druckdatei von *Soft Robotic Toolkit*[15], Smartphone, Material PLA Prusament, Karoline Meixner, 2021

Abb.69: Foto, Materialien und Zubehör, Smartphone, Karoline Meixner, 2022

Abb.70: Foto, TPU Finger-Elemente, Smartphone, gedruckt mittels 3D Drucker, Karoline Meixner, 2021-2011

Abb.71: Foto Probe auf Wasserdichtheit, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb.72: Foto Probe auf Entflammbarkeit, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb.73: Fotos getrocknetes Silikon mit TPU, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb.74: Foto getrocknetes Silikon mit TPU, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb.75: Fotos getrocknetes Silikon mit TPU, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb.76: Grundriss, Schnitt, Draufsicht, schematisch nachgebauter kinematischer Finger von *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications* [16], *Autocad (Autodesk, USA)*, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2021

Abb.77: Foto 3D gedrucktes Modell, Nachbau kinematischer Finger von *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications* [16], ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in *Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA)*, Smartphone, Karoline Meixner, 2022

Abb.78: Foto 3D gedrucktes Modell, Nachbau kinematischer Finger von *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications* [16], mit Luftzufuhr und Silikonschicht, Hintergrund bearbeitet in *Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA)*, Smartphone, Karoline Meixner, 2022

[15] vgl. Panagiotis Polygerinos, Bobak Mosadegh, Alexandre Campo, *soft robotics toolkit: PneuNets Bending Actuators*, 13.12.2022, Website <https://softroboticstoolkit.com/book/pneunets-bending-actuator>

[16] vgl. Hong Kai Yap, Hui Yong Ng, Chen-Hua Yeow, *High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications*, 13.12.2022, S.144-156

Abb.79: Schematische Skizze, Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.80: Renderings, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2021

Abb.81: Renderings, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2021

Abb.82: Renderings, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2021

Abb.83: Renderings, *Twinmotion 2022 1.2. (Epic Games, USA)*, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2021

Abb.84: Renderings, *Twinmotion 2022 1.2. (Epic Games, USA)*, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)* Karoline Meixner, 2021

Abb.85: Schema Konzept, Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2021

Abb.86: Schema Konzept, Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2021

Abb.87: Schema Konzept, Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2021

Abb.88: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.89: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.90: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.91: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.92: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.93: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.94: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.95: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.96: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.97: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.98: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.99: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.100: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.101: Foto Arbeitsmodell, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.102: Liniengrafik, Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2021

Abb.103: Liniengrafik, Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.104: Raumkonzept Schema, *MS Excel (Microsoft Corporation, USA)* Karoline Meixner, 2022

Abb.105: Rendering, *Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik)*, Karoline Meixner, 2022

Abb.106: Ansicht Konzeptgrafik, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, *Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)*, Karoline Meixner, 2022

281 [14] vgl. Yacine3Dz, YouTube: *I made My childhood favorite origami in blender*, Website <https://www.youtube.com/watch?v=Ow87g2U3qN0>, 2021

Abb.107: Ansicht Konzeptgrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Abb.108: Ansicht Konzeptgrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Abb.109: Ansicht Konzeptgrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Abb.110 (A): Rendering Studie A, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021

Abb.111 (B): Rendering Studie A, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021

Abb.112 (C): Rendering Studie A, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021

Abb.113: Rendering Studie A, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.114: Rendering Studie A, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.115: Rendering Studie A, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.116: Rendering Studie A, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.117: Rendering Studie A, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.118: Rendering Studie B, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.119: Rendering Studie B, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.120: Rendering Studie B, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.121: Rendering Studie B, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.122: Rendering Studio C, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.123: Rendering Studio C, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.124: Rendering Studio C, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.125: Rendering Studio C, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.126: Rendering Studie D, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.127: Rendering Studie D, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.128: Rendering Studie D, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.129: Rendering Studie D, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.130: Rendering Studie E, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.131: Rendering Studie E, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.132: Rendering Studie E, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.133: Rendering Studie E, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.134: Rendering Studie F, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.135: Rendering Studie F, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.136: Rendering Studie F, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.137: Rendering Studie F, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb. 138 (A, B, C, D): Rendering Studie B, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb. 139 (E, F, G, H): Rendering Studie C, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb. 140 (I): Rendering Entwurf, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021

Abb. 141 (J, R): Rendering Konzepterarbeitung, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021

Abb 142 (K, Q):Rendering Konzepterarbeitung, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb 143 (L, M, N): Renderings, erstellt mit Hilfe von YouTube-Video [14], Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021

Abb. 144 (O): Rendering Konzepterarbeitung, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021

Abb 145 (P): Rendering Konzepterarbeitung, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb 146 (S, T): Rendering Konzepterarbeitung, Rhino 7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pazifik), Karoline Meixner, 2022

Abb.147: Foto erster Druckversuch, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.148: Foto erster Druckversuch, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.149: Screenshot Blenderstudie, Blender (Blender Foundation Inc., USA), Karoline Meixner, 2021

Abb.150: Foto 3D Druck mit TPU, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.151: Rendering Studie A, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021

Abb.152: Rendering Studie A, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2021

Abb.153: Foto eines Druckversuchs, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.154: Foto eines Druckversuchs, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.155: Foto eines Druckversuchs, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.156: Foto eines Druckversuchs, Smartphone, Karoline Meixner, 2021

Abb.157: Rendering Nachbau und Abwandlung von High-Force Soft Printable Pneumatics for Soft Robotic Applications [16] Karoline Meixner, 2021

Abb.158: Rendering Abwandlung Studie A (Seite 90-93), Blender (Blender Foundation, Niederlande), Karoline Meixner, 2022

Abb.159: Rendering Abwandlung *Studie A (Seite 90-93)*, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 2022

Abb.160: FRendering Abwandlung *Studie A (Seite 90-93)*, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 2022

Abb.161: Rendering Abwandlung *Studie A (Seite 90-93)*, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

Abb.162: Grundriss, Schnitt, Draufsicht, Ansicht der finalen Form, *Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik)* Karoline Meixner, 2022

Abb.162.1.: Foto eines Druckversuchs, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb.162.2.: Foto eines Druckversuchs, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb.162.3.: Foto eines Druckversuchs, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb.162.4.: Foto eines Druckversuchs, *Smartphone*, Karoline Meixner, 2022

Abb.163: kinematische Fläche und Verformungen durch Aufblasen, *Blender (Blender Foundation, Niederlande)*, Karoline Meixner, 2022

Abb.164: Rendering kinematische Fläche, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.165: Rendering kinematische Fläche, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.166: Rendering kinematische Fläche, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.167: Rendering kinematische Fläche, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.168: Rendering kinematische Fläche, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.169: Rendering kinematische Fläche, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.170: Rendering kinematische Fläche, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.171: Rendering kinematische Fläche, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Autocad (Autodesk, USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.172: Schema Funktionsweise kinematisches Finger-Element, *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archi-cad 24 (Graphisoft SE, Ungarn)* Karoline Meixner, 2022

Abb.173: Schema Funktionsweise kinematisches Finger-Element, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 2022

Abb.174: Schema Funktionsweise kinematisches Finger-Element, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*) Karoline Meixner, 2022

Abb.175: kinematische Fläche mit Schema Aufblasen, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb.176: kinematische Fläche mit Schema Aufblasen, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb.177: kinematische Fläche mit Schema Aufblasen, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb.178: kinematische Fläche mit Schema Aufblasen, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), *Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA)*, Karoline Meixner, 2022

Abb.179: Rendering kinematischer Finger verformt, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner 2022

Abb.180: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.181: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.182: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.183: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.184: kinematische Finger verformt, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner 2022

Abb.185: Rendering Lager eingespannt, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.186: Rendering Lager gelenkig Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.187: kinematische Finger verformt, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner 2022

Abb. 188: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 189: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.190: Rendering kinematische Finger verformt, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner 2022

Abb.191: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 192: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.193: Rendering kinematische Finger verformt, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner 2022

Abb.194: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 195: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb. 196: Rendering Lager eingespannt, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.197: Rendering Lager gelenkig, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.198: Rendering kinematische Finger verformt, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner 2022

Abb.199: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.200: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.201: Rendering kinematische Finger verformt, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner 2022

Abb.202: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.203: Rendering Belastung, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.204: Rendering Lager eingespannt, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.205: Rendering Lager gelenkig, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*) Addon: *Phänotyp von bewegende Architekturmanufaktur*, Karoline Meixner, 2022

Abb.206: Screenshot *Finger-Element* (Seite 113-115) für den 3D-Druck noch nicht vorbereitet, PrusaSclicer [24] (*Prusa Research a.s, Tschechische Republik*), Karoline Meixner, 2022

Abb.207: Screenshot *Finger-Element* (Seite 113-115) für den 3D-Druck vorbereitet, PrusaSclicer [24] (*Prusa Research a.s, Tschechische Republik*), Karoline Meixner, 2022

Abb.208: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.209: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.210: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.211: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.212: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.213: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.214: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.215: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.216: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.217: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.218: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.219: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.220: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.221: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.222: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.223: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.224: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.225: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.226: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.227: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.228: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.229: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.230: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.231: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.232: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.233: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.234: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.235: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.236: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

[24] vgl. Prusa Research a.s., PrusaSclicer, *Prusa Research by Josef Prusa*, 27.12.2022, Website https://www.prusa3d.com/de/page/prusaslicer_424/

Abb.237: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.238: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.239: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.240: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.241: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.242: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.243: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.244: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.245: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.246: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.247: Foto 3D gedrucktes Modell, ohne Luftzufuhr, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.248: Foto Probleme beim 3D-Druck, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.249: Foto Probleme beim 3D-Druck, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.250: Foto Probleme beim 3D-Druck, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.251: Foto Probleme beim 3D-Druck, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.252: Foto Probleme beim 3D-Druck, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.253: Foto Probleme beim 3D-Druck, Smartphone, Hintergrund bearbeitet in Adobe Photoshop (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.254: Liniengrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA) Karoline Meixner, 2022

Abb.255: Konzeptgrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn) Karoline Meixner, 2022

Abb.256: Konzeptgrafik, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn) Karoline Meixner, 2022

Abb.257: Konzeptgrafiken Typ A, Typ B, Typ C, Typ D, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn) Karoline Meixner, 2022

Abb.258: Rendering, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Blender ((Blender Foundation, Niederlande) Karoline Meixner, 2022

Abb.259: Rendering, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Blender ((Blender Foundation, Niederlande) Karoline Meixner, 2022

Abb.260: Renderings A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Blender (Blender Foundation, Niederlande) Karoline Meixner, 2022

Abb.261: Grundrissvarianten Variante A, Variante B, Variante C, Variante D, Variante E, Variante F, Variante G, Variante H, Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Karoline Meixner, 2022

Abb.262: Lageplan mit Markierung Bespielte Fläche, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.263: Rendering, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pazifik), Karoline Meixner, 2022

Abb.264: Grundrisschema, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.265: Schema Flächenannahmen: Bespielte Fläche, Konstruktionsfläche, Nutzfläche, Freifläche, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.266: Rendering, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pazifik), Karoline Meixner, 2022

Abb.267: Grundrisschema, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.268: Schema Flächenannahmen: Bespielte Fläche, Konstruktionsfläche, Nutzfläche, Freifläche, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.269: Rendering, Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pazifik), Karoline Meixner, 2022

Abb.270: Grundrisschema, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.271: Schema Flächenannahmen: Bespielte Fläche, Konstruktionsfläche, Nutzfläche, Freifläche, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.272: Luftzufuhrkonzepte, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.273: Luftzufuhrkonzept Ansicht, Archicad 24 (Graphisoft SE, Ungarn), Adobe Illustrator (Adobe Inc., USA), Karoline Meixner, 2022

Abb.274: Perspektiven, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pazifik), Karoline Meixner, 2022

Abb.275: Perspektive, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pazifik), Karoline Meixner, 2022

Abb.276: Perspektive, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pazifik), Karoline Meixner, 2022

Abb.277: Perspektive, Blender (Blender Foundation, Niederlande), Rhino7 (Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pazifik), Karoline Meixner, 2022

Abb.278: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

Abb.279: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

Abb.280: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

Abb.281: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

Abb.282: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

Abb.283: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

Abb.284: Perspektive, Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

Abb.285: Skizze Wassergefülltes Fundament, Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.286: Skizze Laschen und Erdanker, Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.287: Skizze Schraubfundamente anhand von *Aschauer.com* [25], Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.288: Variante A, Foto Modell, Verbindung mit Silikonguss, Smartphone, Karoline Meixner, 2022

Abb.289: Variante B, Skizze Verbindung mit Reißverschluss, Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.290: Variante C, Skizze Verbindung mit Druckknöpfen[28] und Laschen, Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.291: Rendering Wassergefülltes Kissen, Adobe InDesign (*Adobe Inc., USA*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

Abb.292: Rendering Tragwerk, Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Karoline Meixner, 2022

Abb.293: Skizze und Beschreibung Kompressor[30] [31], Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Karoline Meixner, 2022

Abb.294: Ansicht ohne kinematische Fläche, Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Karoline Meixner, 2022

Abb.295: Ansicht A, Ansicht B, Ansicht C, Ansicht D, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Karoline Meixner, 2022

Abb.296: Isometrie A, Isometrie B, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Karoline Meixner, 2022

Abb.297: Draufsicht mit Maßstabsleiste und Nordpfeil 1:200, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Karoline Meixner, 2022

Abb.298: Grundriss mit Maßstabsleiste und Nordpfeil 1:200, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Karoline Meixner, 2022

Abb.299: Ansicht A-A mit Maßstabsleiste 1:200, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Karoline Meixner, 2022

Abb.300: Ansicht A-B mit Maßstabsleiste 1:200, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Karoline Meixner, 2022

Abb.301: Ansicht A-C mit Maßstabsleiste 1:200, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Karoline Meixner, 2022

Abb.302: Schnitt A mit Maßstabsleiste 1:200, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Karoline Meixner, 2022

Abb.303: Schnitt B mit Maßstabsleiste 1:200, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Karoline Meixner, 2022

Abb.304: Schnitt A mit Markierung Detail, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Adobe InDesign(*Adobe Inc., USA*) Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Karoline Meixner, 2022

Abb.305: Fassadenschnitt 1:20, Rhino7 (*Robert McNeel & Associates, Nordamerika und Pacifik*), Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*), Adobe InDesign(*Adobe Inc., USA*) Archicad 24 (*Graphisoft SE, Ungarn*), Karoline Meixner, 2022

Abb.306: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.307: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.308: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.309: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.310: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.311: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.312: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.313: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.314: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.315: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.316: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.317: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.318: Rendering, Twinmotion (*Epic Games, USA*), Blender (*Blender Foundation, Niederlande*), Karoline Meixner, 01.12.2022-16.12.2022

Abb.319: Liniengrafik, Adobe Illustrator (*Adobe Inc., USA*) Karoline Meixner, 2022

Abb.320: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.321: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.322: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.323: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.324: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.325: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.326: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.327: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.328: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.329: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.330: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.331: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023

Abb.332: Modellfoto, Karoline Meixner, Jan. 2023