



MASTER-/DIPLOMARBEIT

# LA CASA DE PAPEL HOUSE OF PAPER

Eine Schale aus Papiermaché  
A papermaché shell

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

**Manfred Berthold**  
Prof Arch DI Dr

E253 - Institut für Architektur und Entwerfen

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

**Carolina Würmseher**

A 1040 Wien  
Karlgasse 13/1

Wien, am \_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

1 Vierpunktgelagerte Schale



Papiermaché dient in dieser Arbeit als Grundlage und Ersatz der Primärstruktur, die sonst immer in Beton, Ziegel, Holz oder Stahl ausgeführt wird. Es wird mit diesem Werkstoff ausgiebig experimentiert, um den Gedanken einer überdimensionierten Piñata als architektonisches Konstrukt wahrzunehmen, die aber auch wandlungsfähig in ihrer Funktion sein kann. Das Thema schließt den Bau diverser Prototypen mit ein und die Suche nach einer Lösung, um die Papiermachékonstruktion von Wasser fern zu halten, damit das erzeugte Objekt möglichst lange beständig bleibt. Zudem soll das Endprodukt ökonomisch, schnell und einfach -möglichst nur händisch- zu realisieren sein, indem Werkzeuge aus jedem Haushalt und leicht auftreibbare Materialien zum Einsatz kommen. Möglichst jeder sollte diesen Entwurf umsetzen können, ganz gleich welche Vorerfahrungen man mit Architektur oder mit einer anderen Branche hat, welches Alter, Geschlecht oder sonstige Umstände man derzeit erlebt.

## ***ABSTRACT***

In this work, papermâché serves as the basis and substitute for the primary structure, which is otherwise always made out of concrete, brick, wood or steel.

In order to execute the idea of an oversized piñata as an architectural construct that can also be versatile in its function, this material is being experimented with extensively.

The subject of this work includes building various prototypes and finding a solution to keep the papermâché construction safe from exposure to water or humidity so that the created object will last as long as possible. In addition, the end product should be economical, quick and easy to produce - if possible only by hand - by using tools which are available in every household and materials that are easy to find. As everyone as possible should be able to implement this design, no matter what previous experience you have with architecture or any other industry, what age, gender or other circumstances you are currently experiencing.



## INHALTSVERZEICHNIS

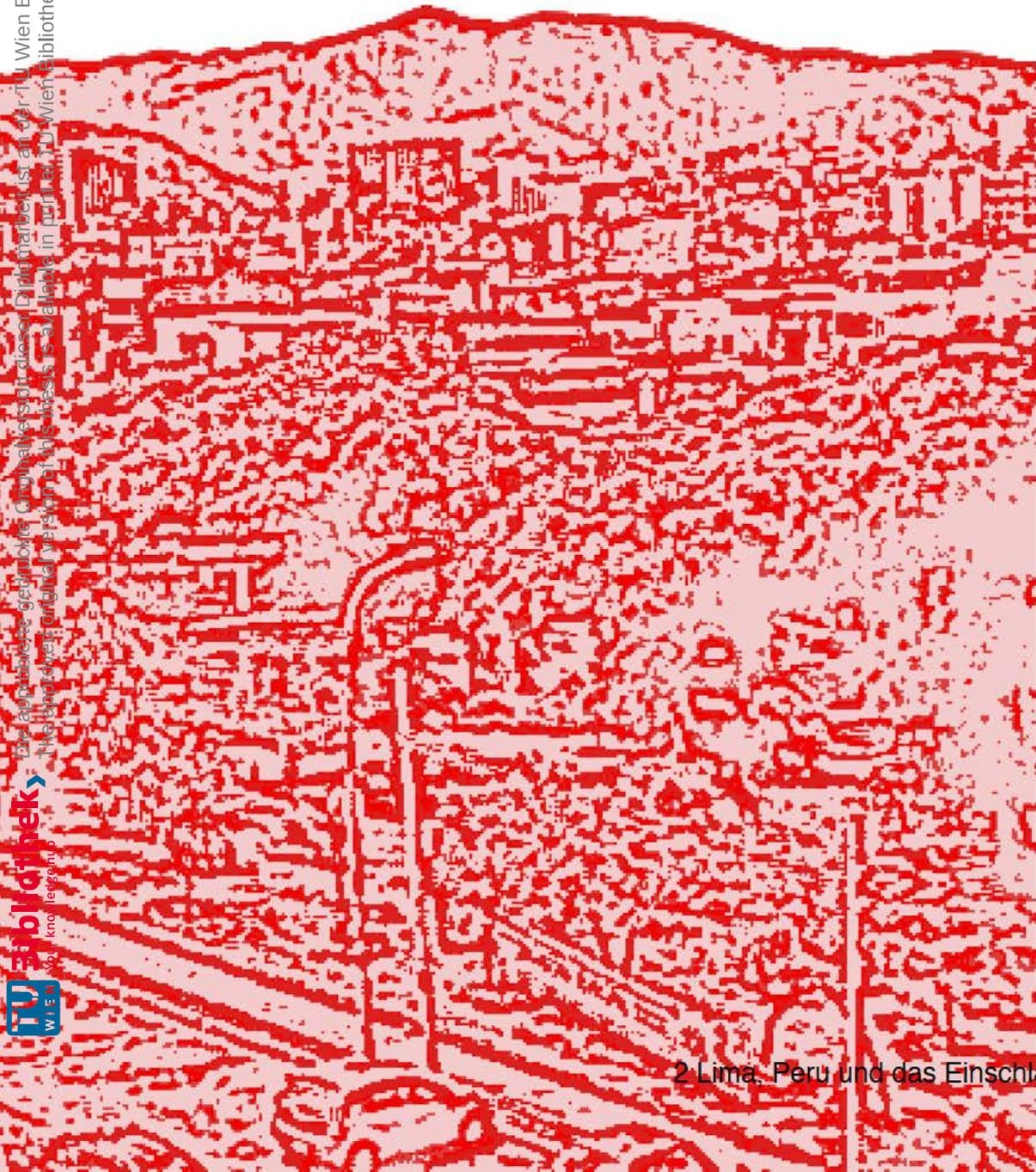
- 1 *Einleitung*
- 2 *Situationsanalyse*
- 3 *Ziele der Arbeit*
- 4 *Methodik und Arbeitsprogramm*
  - 4.1. *Allgemeines zu Papiermaché*
    - 4.1.1. *Zwei grundlegende Arten der Herstellung*
    - 4.1.2. *Die Papierwahl*
    - 4.1.3. *Das Bindemittel*
    - 4.1.4. *Stoffkenngößen und Tests*
  - 4.2. *Versuche und Arbeitsmodelle*
    - 4.2.1. *Inspirationsquelle Heinz Isler Hängemodelle*
    - 4.2.2. *Formfindung durch den Bau von Prototypen*
    - 4.2.3. *Kombinieren der einzelnen Baustoffe zur Herstellung eines Papiermachéverbundbaustoffs*
    - 4.2.4. *Feuchtigkeitstest*
- 5 *Resultat*
  - 5.1. *Planliche Darstellungen*
    - 5.1.1. *Nivellierfuß - Ansicht, Persepektive, Draufsicht*
    - 5.1.2. *Schildkröte: Persepektive, Draufsicht, Schnitt*
    - 5.1.3. *Klytaimnestra: Ansicht 1+2, Persepektive, Draufsicht*
    - 5.1.4. *Manege: Perspektive, Draufsicht, Schnitt*
  - 5.2. *Visualisierungen*
    - 5.2.1. *Visualisierung 1: Schildkröte - Temporäre Überdachung als Schattenspender z.B. über eine archäologische Fundstätte*
    - 5.2.2. *Visualisierung 2: Schildkröte - Flüchtlingsunterkunft*
    - 5.2.3. *Visualisierung 3: Une hirondelle ne fait pas le printemps - Nach dem Ball vor der Karlskirche*
    - 5.2.4. *Visualisierung 4: Schreitender Triceratops - Busstation*
    - 5.2.5. *Visualisierung 5: Manege - Picknick auf der Wiese*
- 6 *Bewertung*
- 7 *Zusammenfassung und Ausblick*
- 8 *Verzeichnisse*
- 9 *Kurzlebenslauf*



Die digitale Kopie dieser Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
This digital version of this thesis is available in part at TU Wien Bibliothek.



# 1 **EINLEITUNG**



2 Lima, Peru und das Einschlagen auf eine Piñata

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.



Sharon war meine Freundin. Sie lebte mit ihren Eltern und ihrem kleinen Bruder in Lima, Peru. Wir waren beide sieben Jahre alt. Einmal durfte ich bei ihr übernachten. Das war auch das erste Mal als ich bei ihr zu Hause war.

Ihre Familie lebte oberhalb einer Apotheke, an einer stark befahrenen Straße namens „Avenida Los Quetchuas“ im Stadtteil Salamanca. Ich betrat das Gebäude in Begleitung meiner Mutter und meines Bruders und wir stiegen die Beton-treppe hinauf. Zum ersten Mal sah ich eine durch vier Wände eingeschlossene Treppe, welche ab dem dritten Obergeschoss im Rohzustand war, ohne Absturzsicherung, einem offenen Treppenauge, ohne Oberflächenbelag, jedoch als offenes Treppenhaus das durch kein Glas getrübbtes Licht durchdringt wurde. Man landete auf dem Flachdach des Gebäudes, worauf schlagartig weitflächig Platz zur Verfügung stand und sich ein ungehinderter Panoramablick über die pittoreske, detailreiche, inhomogene, rote und stark hügelige Dachlandschaft des gesamten Viertels offenbarte.

Die Luft roch unter anderem nach Benzin, Seife, in Zitronensaft eingelassene Zwiebeln, einem ortsüblichen Holz namens „Palo santo“, Eukalyptus, duftend frisch gewaschene Wäsche... Von der Straße ertönte wildes Hupen von Micros und junge Männer, die sich vom Buseingang aus weit hinauslehnten und dabei laut und melodisch die Reiseziele, sowohl als auch die Etappen ankündigten. Ein Taxifahrer öffnete sein Fenster aus dem eine spanische Version von Laura Pausinis Liedern wiederzuerkennen war. Ein Hund bellt. Aus anderen Bussen hörte man einen Radiosprecher übertrieben lang das „r“ bei der Werbung seines Senders „Radio Panamericana“ rollen. Es näherte sich ein Straßenverkäufer, der einen schweren Karren voller Avocados hinter sich zerpte und der aus vollem Hals, aber rhythmisch, sonor und in konstant gleicher Lautstärke „palta, palta, un sol“ wiederholte, sodass erkennbar wird, wann er bereits vorbeigezogen ist, wenn der Schall leiser wurde. In der Nachbarschaft hing eine ältere Dame auf ihrem begehbaren Flachdach ihre Wäsche auf. Sie lächelte breit als sie uns sah und winkte uns zu. Dabei ertönte abgehakt von ihrem Radio „La Burrita“ von „Los Diplomáticos“. Bei uns auf dem Dach lief ein Merengue von „Juan Luis Guerra“.

Die Luft war trocken und feucht zugleich. Sie war schwer, dicht und man fühlte sich von ihr umhüllt. Es wirkte als würde sie mich umarmen. Der Wind wehte mir Sand in die Haare.

Die Mutter meiner Freundin unterbrach uns bei der Aufnahme und Verarbeitung diverser Sinneseindrücke, indem sie uns grell und fröhlich deutlich machte wie willkommen wir sind. Dabei küsste sie uns Kinder auf beide Wangen und drückte uns fest an ihre weibliche Brust an der ein goldenes Medaillon an einer Kette hing. Im Anschluss reichte sie uns Gästen ein Glas selbstgefilterten Maracujasaft und bot uns selbstgebackene „empanadas“ als Snack. Wir waren auf dem Flachdach erbarmungslos der prallen Nachmittagssonne ausgesetzt. Es schützte uns lediglich die Attikaumfassung vor dem Abstürzen. Die Fläche war aber per se nicht leer. Es standen alte Ziegel, Wellblech, alte Holzmöbel, selbstgewobene Möbelstücke aus Stroh, kleine bunte Plastikwannen, ein großer Stapel Zeitungen, Drahtgitter, diverse Zementsäcke, Werkzeug, u.v.m. auf der Dachfläche. Mit einem großen Abstand zum Deckendurchbruch, für den Treppenschacht, wurden Wände mittels alter Ziegel hochgezogen, worauf meist einfach schräg aufliegendes Wellblech aufgelegt wurde, das circa einen halben Meter über die Wandkante hinausragte. Die Wände wurden so aufgestellt, dass sie die gewünschten Aufenthaltsräume erzielen. Die ausgesparten Räume dazwischen wurden als Erschließungsfläche genutzt und wurden nur von einer weißen Kunststoffplane überspannt. Es dominierten graue Farben, aufgrund des blanken Betons, die Decke aus Wellblech, die Eimer im Raum verteilt, wo die Decke undicht war, die Mörtelsäcke, die Papierstapel... Über Nacht hörte man das dumpfe Aufprallen der Regentropfen auf dem Wellblech. Der Regen war sanft. Das Tropfen unregelmäßig, pulsierend und umso intensiver in der Wahrnehmung. Mir fiel das Schlafen schwer.

Am nächsten Morgen weckte uns Doña Mireilla, die Mutter meiner Freundin. Sie hat unser Frühstück vorbereitet, das auf einem zusammengestellten Tisch aus allerlei älteren Tischeinzelteilen stand. Alte Möbelreste wurden, aneinander montiert, wiederverwendet und zu neuen Möbelstücken transformiert. Gedämpftes Licht und eine volle seitliche Einstrahlung erhellte den Raum aufgrund der Schlitze zwischen den Wänden und dem Dach. Fliegende Staubpartikel sind im Licht zu sehen.

Beim Frühstück forderte uns die Mutter auf eine Piñata für den jüngsten ihrer Söhne zu bauen. Ein großer Stapel Papierreste, Papprollen und Aluminiumfolien standen schon auf einem Stuhl bereit, während die Mutter schon das Mehl auspackte um den „engrudo“ (dt. Kleister) herzustellen. Ein feuerspeiender Drache mit buschigen Augenbrauen und scharfen Zähnen soll es werden.

Damals habe ich die Mutter gefragt: Señora, warum baut ihr euch keine Pinata als Dach?

Piñatas sind meist Papiermachéformen, die in spanischsprachigen Regionen zu Kindergeburtstagen gekauft oder gebaut werden. Das Geburtstagskind wünscht sich dabei eine Form, die mit Süßigkeiten, Konfetti und kleineren Spielsachen gefüllt wird. Die Piñata wird ausgiebig und bunt mit Krepppapier dekoriert oder/und bemalt. Im Laufe der Geburtstagsfeier wird diese inmitten eines Raumes aufgehängt, während alle Kinder eine Augenbinde bekommen. Daraufhin reihen sich alle Kinder vor der Pinata an, um mit einem Stock auf die Pinata einzuschlagen bis sie platzt und der Inhalt zu Boden fällt. Das ist auch der Moment wenn sich alle Kinder freudig auf den Inhalt stürzen und einsammeln.

Diese Familie, wie so viele Menschen, die sich aus der Not eine Behausung oder Möbel beschaffen müssen, bedient sich an entsorgten Gegenständen, wofür Andere keine Verwendung mehr finden. Dabei sind Ihnen die vielen Vorteile; seien es globale, gesellschaftliche, soziale, den Umweltschutz betreffenden Interessen, u.v.m.; die daraus resultieren, nicht oder wenig bewusst. Das hat mich schon damals sehr fasziniert.

Schon damals hatte ich den kindlichen, damals noch surrealen, Traum auf Basis dieser Anekdote eine solche informelle Behausung hochwertiger auszubauen. Heute hat sich dieser Traum gewandelt und ich habe das Interesse zu erfahren, ob und wie realistisch ausbaufähig eine Pinata ist. Könnte man darin tatsächlich leben, wenn man sie weiterentwickelt? Könnte man sie auch nur als einzelnes Bauteil oder als ein Werkstoff im Verbund anwenden? Wenn ja, wie kann man dieses Bauteil haltbar machen? Wo könnte man ein solches Bauteil einsetzen? Ist meine Vorstellung nichts weiter als eine Verschmelzung von fantastischer Wirklichkeit und magischer Realität?

Von klein auf habe ich jedes Jahr mindestens am Bau einer Piñata unterschiedlichster Ausformungen mitgewirkt oder selbstständig konzipiert und erstellt – je nach Wunsch des Geburtstagskinds. Meist waren es aber mehr. Dies erfordert eine große Vorstellungskraft, Improvisation und Pragmatismus, da sich die Ideen zur Umsetzung der Einzelteile erst während des Bauens entwickeln und man grundsätzlich nur Baustoffe und Werkzeuge verwendet, die man in jedem Haushalt hat. Altpapier ist hierbei der essentiellste Werkstoff. Jede Form kann daraus erstellt werden. Organische und runde Formen sind auch möglich. Aus diesem Grund waren ungewöhnlich, geschwungene und organische Formen für meine Architekturmodelle im Architekturstudium grundsätzlich umsetzbar.

In einem Künstlerischen Projekt haben wir im Team erstmals ein Objekt im 1:1 Maßstab gebaut. Es handelte sich hierbei um eine runde Form mit dem Durchmesser von 3x3m. Zunächst haben wir einen Luftballon in dieser Größe aufgeblasen, den wir mit mehreren Schichten Zeitungspapier und selbsterstelltem Kleister, aus Mehl und Wasser, beplankt haben. Sobald die Oberfläche getrocknet und erhärtet ist, haben wir den Luftballon, der als Schalung diente, aufgeplatzt und Öffnungen in die steife Papierform geschnitten. Die Basis war geschaffen, um das Objekt weiterhin zu beplanen, bemalen, dekorieren, auszustatten, usw.



Das Objekt war für den öffentlichen Raum vorgesehen und war für mindestens drei erwachsene Personen begehbar. Als künstlerisches Objekt reichte es als ephemere Konstruktion.

Dennoch ergaben sich mir damals daraus sehr viele innere Fragestellungen zur Lösung diverser Problematiken, die damit verbunden waren:

*Wie und womit könnte die wasserabweisende Schicht für dieses Objekt definiert werden? Wie und mit welchen Mitteln kann ich einer kontinuierlichen Durchfeuchtung durch Kontakt des Objekts mit dem Boden, Spritzwasser, Regen, etc. entgegenwirken? Hätte die Familie ein solches Objekt auch mit geringem finanziellen Aufwand und mit wiederverwerteten Gegenständen selber umsetzen können? Kann man ein solches Objekt auch bauen ohne Architekt zu sein und mit welchen Mitteln? In welcher Gebäudetypologie kann dieses Bauteil besonders Verwendung finden?*

Im Mai 2017 wurde eine spanische Serie namens "La Casa de Papel" (wörtlich das Papierhaus) ausgestrahlt, welche auf Deutsch "Haus des Geldes" betitelt wurde. Es geht hier um einen Banküberfall einer Banknotendruckerei in Madrid. Dabei verfolgt eine Bande von neun Personen, die jeweils nach verschiedenen Städten der Welt benannt worden sind und der Professor, als Kopf der Bande, den ehrgeizigen Raubüberfall zu planen und auszuführen. Eine bestimmte Szene (rechts) verhalf mir Papier in einem anderen Licht zu sehen und den Bezug zu meinem Vorhaben herzustellen.

Wenn Geldscheine, Banknoten, nichts weiter als aufgewertetes Papier ist, sollte ich dann nicht genauso Papier für die Baubranche aufwerten können?

Freilich wurde Papiergeld als Zahlungsmittel ein symbolischen Wert beigemessen. In dieser Arbeit wollen wir ebenfalls Papier upcyclen, aber auf technischer Ebene.

Papiermaché war mir nicht fremd. Ich kenne das Material und ich weiß wie man damit arbeitet. Im ersten Schritt musste ich zunächst recherchieren und allgemeine Testungen machen. Im zweiten Schritt musste ich Experimente durchführen, die die Primärstruktur aus Pappmaché vor Feuchtigkeit schützt. Das jeweils komponierte Element möchte ich systematisch diversen empirischen Tests mit Hilfe vom Herrn Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Deix von der Fakultät für Bauingenieurwesen unterziehen. Mein Ziel ist es parallel mittels Modelle und Theorie zu arbeiten, um das optimale Ergebnis des zukünftigen Bauteils mittels Versuche zu erkunden.

*[...]Que es esto? Esto no es nada, Raquel, esto es papel. Es papel, lo ves? Es papel. [...]*

*[...]Was ist das hier? Das ist nichts, das ist nichts, das ist nur Papier - Das ist nur Papier, siehst du? Nur Papier.[...]*



# 2 **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.

Es knistert. Es riecht. Es ist glatt. Es ist fragil und stark zugleich.

Geknüllt. Gebogen. Geklebt. Zerknittert. Zer-rissen. Zerfetzt. Bemalt. Beschriftet. Bedruckt. Translucent. Dünn. Flexibel. Saugfähig.

Perforiert. Radiert. Gewendet. Verweht. Umhüllt. Geknickt. Geschnitten. Gebunden.

Aufgestapelt. Scharfkantig. Sauber. Gefaltet. Geschöpft. Genormt. Flach. Orthogonal. Rein. Vergilbt.

Verschachtelt. Verbrannt.

Die zarten schwungvollen Flügel sind oftmals Grundlage feiner Linien. Sie wollen ertastet und umgestaltet werden. Nicht umsonst ist beim weißen Papier oder Anderem die Rede vom „unbeschriebenen Blatt“, um andeuten zu wollen, dass etwas unbefleckt, blank oder unbekannt ist und dass es noch Erfahrungen sammeln muss oder will.

Papier ist in dieser Arbeit Ausgangsmaterial für Papiermaché. Sie stehen sich allerdings in ihrer Beschaffenheit diametral entgegen und teilen doch einige Eigenschaften.

Es ist zunächst feucht, breiig und matschig, folglich erhärtet, steif und dürr. Fein und grob. Getränkt. Geknetet. Geklebt. Getrocknet.

Plastisch. Angerührt. Formbar. Tragend. Stabil. Leicht. Elastisch. Federnd. Fixiert. Schleifbar. Polierbar. Abtragbar. Bepunktet. Beschichtet.

Beweglich. Struktural. Dreidimensional.

Membranartig. Gebohrt. Gesägt. Gedrückt.

Es ist skulptural modellierbar. Es kann Gerüche speichern. Man kann darauf klopfen. Dabei ertönt ein tiefer, dumpfer Schall. Die Oberfläche ist rau, wellig oder zumindest reliefartig oder manchmal eben noch glatter als reines Papier auf der Seite, an der eine Schalung war.

Sie erinnert an Insektenkokons, z.B. an den Nest- und Wabenbau einer Faltenwespe.

Im Anschluss kann sie ähnlich wie Papier Grundlage weiterer Gestaltwandel oder einfach nur Endprodukt sein. Unsere Fantasie, als auch unsere bloßen Hände sind diesbezüglich unsere fundamentalen und zugleich bescheidenen Werkzeuge.

Die betörende Sinnlichkeit und die unzähligen Behandlungsformen beider Werkstoffe könnte man weiterhin lange und ausführlich beschreiben.

Was kann man mit Papier und Papiermaché noch tun außer es hinsichtlich seiner physischen Eigenschaften zu beobachten und zu transformieren? Um offen für andere Entwicklungen und der Brauchbarkeit dieser Rohstoffe zu sein, ist es hilfreich ihrer Vergangenheit bewusst zu sein. Papier wirkt nicht sehr beständig, da es fragil, brennbar und leicht zerstörbar ist, dennoch kann es bei behutsamer Wahrung viel leisten und Vielen dienen.

Bücher aus Papier haben ja durchaus eine erwartete Haltbarkeit von mehreren 100 Jahren. Papier galt also seit jeher als das älteste Speichermedium von Informationen überhaupt und wurde für diese Funktion auch konzipiert. Heute nutzen wir aber auch digitale Speichermedien, wie beispielsweise USB-Sticks. Diese haben aber bei weitem nicht die Langlebigkeit, die Papier aufweist. Der Informationsaustausch durch Papier ermöglichte vor allem die rasche Verbreitung wissenschaftlicher Errungenschaften. Islamische Gelehrte machten Entdeckungen, insbesondere in der Medizin, Astrologie, Mathematik u.v.m. Bis heute rechnen wir mit arabischen Zahlen. Mit der Erfindung des Buchdrucks durch den Goldschmied Johannes Gutenberg wurden Bücher und Papier zu alltäglichen Gegenständen –bis heute- und trugen zu einer breiten Alphabetisierung bei.

Der Werkstoff Papier muss aber nicht unbedingt nur als Schrifträger verwendet werden. Gerade in einer Zeit, wenn digitale Speichermedien vermehrt genutzt werden, stellt sich die Frage, ob Papier in naher Zukunft davon nicht abgelöst wird.

Papierabfälle sind aber weltweit noch massenhaft vorhanden. Altpapier, das überholt und nicht mehr zur Beschriftung zur Verfügung steht, nennt man Makulatur. Es ist Zeit diesem vorhandenen Rohstoff aus der Abfallwirtschaft mehr Bedeutung zu schenken und ihm eine weiterführende Nutzung, ja auch in der Bauwirtschaft, zu verleihen. Abfall muss nach seinem Zweck, seine Relevanz nicht verlieren. Oft kann dieser seine Relevanz in einem anderen Kontext, mit einer neuen Nutzung, unter Beweis stellen. Diese Überlegung propagiert die Möglichkeit eines Kreislaufprozesses für Objekte, die auf den ersten Blick lediglich einen unilateralen Nutzen darstellen, jedoch auf multiple Weise erneut und effizient einsetzbar sind.

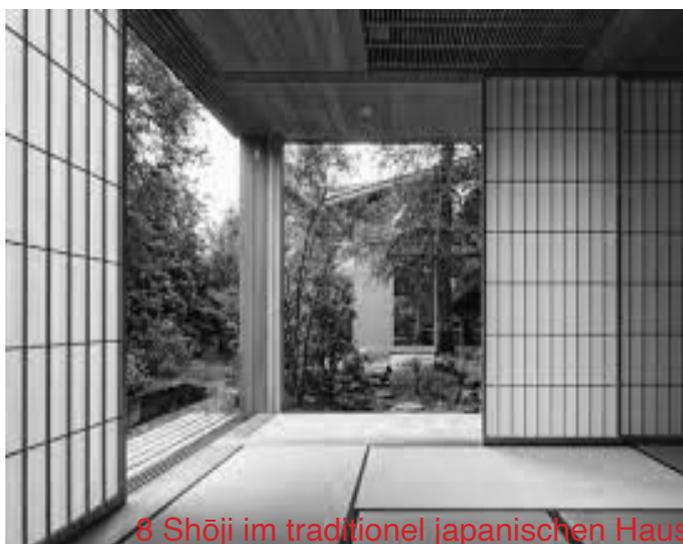
Genau genommen, bedeutet das aber auch, dass Abfall, niemals Abfall ist. Ein Produkt wird zu Abfall, sobald der Besitzer sich dessen entledigt. Wenn dies aber nicht geschieht und das Produkt eine neue Funktion erhält, so kann es zum Rohstoff werden. Eine zweite Chance.

Gleichzeitig schont man mit dieser Handlung Ressourcen, man minimiert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß und man sorgt für einen nachhaltigen Kreislauf. Diese Idee gilt auch für andere Rohstoffe.

Papier hat im Bauwesen eine untergeordnete Rolle. Meist wird es im Innenraum als Dekorationsmaterial beispielsweise als Tapeten, Lampen u.v.m. verwendet.

Im Bauteil wird es oft nur als Trennlage oder Dämmung (z.B. Zellulose) in Betracht gezogen – nicht so aber als funktional-tragendes Bauteil.

Dabei wurde der Einsatz von Papier im Häuserbau im Laufe der Geschichte nicht immer so sehr vernachlässigt.



8 Shōji im traditionel japanischen Haus

Im traditionell, japanischen Haus werden zum Beispiel sogenannte Shōji verwendet, welche als Trenn- und Schiebewände zum Sichtschutz, jedoch mit hoher Lichtdurchlässigkeit, erstellt werden. Es handelt sich dabei um einen äußeren Holzrahmen mit dünneren, inneren, vertikalen und horizontalen Streben auf die ein bestimmtes Papier, namens Washi, bespannt oder geklebt wird. Sie werden unter anderem auch als Außenwände verwendet. Allerdings sind sie niemals der Witterung ausgesetzt, da die Bedachung eines Hauses meistens sehr großflächig ist und eine überdachte Veranda das Haus umgibt.



9 Paper Log House

Shigeru Ban gilt als der „Papierarchitekt“ schlechthin, experimentell, wobei seine Konstruktionselemente nicht imprägnierte Papprollen sind. Aus Kostengründen eingesetzt wurden hier also auch andere Materialien. Aus Gründen als funktional-konstruktiv als tragendes Element eingesetzt. Diverse andere Architekten haben diesen Baustoff mittels anderer Methoden



10 Dra

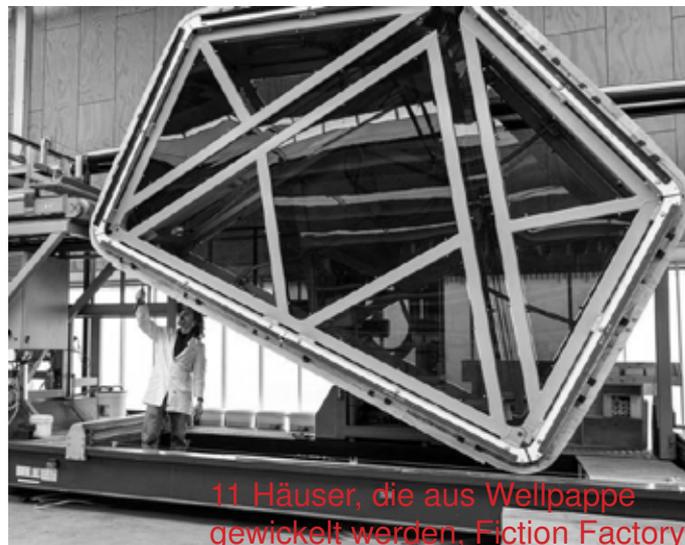
Dratz & Dratz Architekten haben durch das Aufstapeln von Papierblöcken das Papier „PHZ2“ umgesetzt.



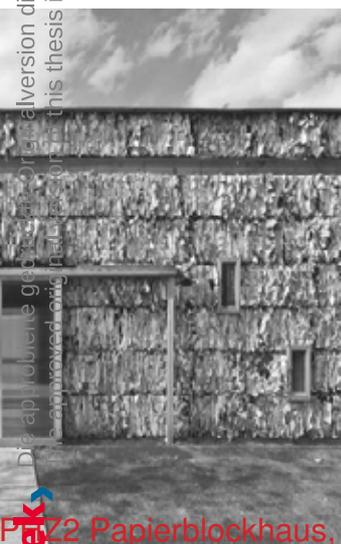
in Kobe, Shigeru Ban

zeitgenössische  
 sein. Sein Vorgehen ist  
 ne wesentlichsten  
 mit Paraffin und Leim  
 sind, die er ursprünglich  
 etzte. Papier und Pappe  
 us pragmatischen  
 onstruktive Bauteile und  
 appliziert.  
 ten setzen diesen  
 Techniken ein.

Die niederländische Firma Fiction Factory stellt Module her, die aus einer Außenschale aus Karton bestehen. Diese Module lassen sich unendlich weiter zu einem Haus „zusammenstecken“. Die Kartonstruktur wird nur noch mit einer atmungsaktiven Abdeckung und mit einer Holzverkleidung geschützt. Das Produkt nennt sich „Wikkelhouse“, da Wellpappe im Fertigungsprozess mehrmals um eine vorgefertigte Form gewickelt wird.



11 Häuser, die aus Wellpappe gewickelt werden, Fiction Factory



P22 Papierblockhaus,  
 Dratz Architekten

haben beispielsweise  
 550 komprimierten  
 als Zukunftsweisend

Ebenfalls lassen sich aus Zeitungen bzw. Altpapierfasern Ziegel erstellen: das „Papercrete“. Es handelt sich hierbei um ein Verbundmaterial, bestehend aus Sand, Zement, Ton und Altpapier, welches in Ziegelformen gepresst wird. Die Dämmwerte seien vergleichbar mit der einer Glasfaserdämmung. Allerdings verlor diese Technik an Popularität, aufgrund des erhöhten Einsatzes von Zement, welcher bekannt ist für seine Herstellung mit einem hohen Ausstoß von Kohlenstoffdioxid. Als bedeutender Emittent von Treibhausgasen, trägt die Zementindustrie wesentlich zur globalen Erwärmung bei.

Abgesehen vom oben genannten Beispiel wurden auch diverse weitere Verbundmaterialien mit Altpapier entwickelt, welche aber äußerst kritisch zu betrachten sind, da sie zwar meist aus Abfällen erstellt werden, aber nach ihrer Verwendung nicht mehr beliebig einsetzbar sind, da diese sich meist nicht wieder zu ihren Grundsubstanzen trennen lassen. Insofern stellen Verbundmaterialien mit diesem Nachteil ein Hindernis für den Produktlebenszyklus dar. Außerdem sind sie sehr energieintensiv in der Herstellung des Endprodukts und teuer, da die Ausgangsprodukte weiterverarbeitet werden. Ein wesentlicher Trumpf von Verbundwerkstoffen ist die Kombination diverser Eigenschaften und die Vorzüge der einzelnen Komponenten.

# 3 ZIELE

12 Wie schütze ich eine architektonisch nutzbare, überdimensionierte Piñata aus Papi Piñata mit dem Durchmesser von 3m, begehbar

5555





Allgemein bringt der Einsatz von Papier im Bauwesen viele Vorteile mit sich. U.a. handelt es sich hierbei um einen vielfältig einsetzbaren, wandelbaren und verformbaren Rohstoff, der gleichzeitig leicht ist und gute Festigkeitseigenschaften in Bezug auf sein Eigengewicht vorweist. Überdies kann bei einer Beschichtung oder einer speziellen Verarbeitung von Papier eine erhöhte Transluzenz erreicht werden, womit der Lichteinfall in ein Objekt geregelt werden kann.

Bei Verwendung von Sekundärfasern trägt man erheblich zur CO<sub>2</sub>-Speicherung bei, da sonst bei thermischer Abfallbehandlung Schwefeldioxid, Stickoxide, Kohlendioxide und Staub abgegeben werden. D.h. wenn man Papier mehrmalig wiederverwendet oder multipel recycelt handelt man ökologisch als auch ökonomisch.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der gestalterischen Planung ist die ambivalente Symbolkraft dieses Rohstoffs, die man fast als konnotationsfrei werten kann.

Weshalb kommt Papier also heute kaum als Baumaterial im Einsatz? Derzeit bestehen kaum bauphysikalische Kennwerte im Vergleich zu Beton, Holz, Stahl oder Ziegel. Zu den genannten Baustoffen wurde schon viel erforscht. Es bestehen bereits seit langem Normen und Standards. Planer greifen somit einfacher und schneller auf „bewährtes“ in der Ausführungsplanung zurück.

Somit gelangen wir zu La Casa de Papel, zu Deutsch „Papierhaus“. Aufgrund des weitgefassten Titels könnte man Versuche mit anderen Papierausformungen starten. Diese Arbeit ist aber eine Hommage an den kindlichen Gedanken einer überdimensionierten Pinata.

Außerdem wurde bisher mit Papiermaché im Bauwesen wenig ausprobiert, geschweige denn Werte zu seiner Anwendbarkeit im Bauteil oder inwiefern sich dies für den Gebrauch im Bauwesen optimieren ließe. Jedenfalls waren Quellen zu Architekturprojekte damit nicht auffindbar.

Versuche mit Papiermaché, gebaut mittels der Kaschieretechnik und als Primärstruktur, werden somit Protagonisten dieser Arbeit.

***„Wie und womit könnte die wasserabweisende Schicht für dieses tragende Objekt aus Papiermaché definiert werden?“***

-----

***Wie und mit welchen einfachsten, haushaltsüblichen Mitteln kann ich einer kontinuierlichen Durchfeuchtung durch Kontakt des Objekts mit dem Boden, Spritzwasser, Regen, etc. entgegenwirken?“***

-----

***Welche Optionen erschließen sich auf der Suche nach einzelnen, nachwachsenden, recyclefähigen oder zumindest trennbaren Materialien?“***

-----

***Kann man ein solches Objekt auch bauen ohne Architekt zu sein und mit welchen Mitteln?“***

-----

***In welcher Gebäudetypologie kann dieses Bauteil besonders Verwendung finden?“***

Die bereits in der Einleitung genannten Fragen scheinen noch nicht beantwortet zu sein. Dies erschließt sich jedenfalls aus der Recherche.

Die erlesenen Quellen wurden sehr breit gefasst. Informationen zu Papier allgemein sind zu genüge auffindbar, wobei wissenschaftliche Informationen zu Papiermaché sich in Grenzen halten. Technische Daten, physikalische Stoffkenngrößen, brandschutztechnische Eigenschaften, ökologische Kennwerte u.v.m. sind vermutlich nie erstellt worden. Daher ist die eigenhändige Herstellung diverser Papiermachéobjekte, als unser Untersuchungsgegenstand, unumgänglich.

Im Anschluss wäre es denkbar zunächst Kunststoffplanen oder verschweißte Kunststofftüten darüberzustülpen. Potenziell ist auch eine Imprägnierung von Papiermache mit Harz, Wachs oder Paraffin möglich, wie es Shigeru Ban an seinen Papprollen bereits umgesetzt hatte. Eine dritte Möglichkeit erübrigt sich aus Beobachtungen der natürlichen Fähigkeiten und Eigenschaften von Papiermaché, die am Anfang der Einleitung erwähnt worden sind. Da dieser Werkstoff organisch, modellierbar, dreidimensional erstellbar ist, aber auch leicht und tragend sein kann, ergibt sich die Option die Durchfeuchtung des tragenden Bauteils aus Papiermaché durch Formfindung entgegenzuwirken, z.B. mittels einer Schale.

Die Methodik zur Modellierung einer solchen Membrane wird in „Heinz Isler, Schalen“ beschrieben. Zu weiteren Architekten, die gleichermaßen für Schalenbauten bekannt sind, wie beispielsweise Felix Candela, Eduardo Torroja, ist ebenso Literatur auffindbar.

Da Papiermaché alleine sehr leicht, transportabel und schnell zu erstellen ist, schien es angebracht Literatur temporärer Architekturprojekte einzubinden, um Ideen zu sammeln, welche Werkstoffe hier eingesetzt wurden und in dieser Arbeit von Relevanz sein könnten.

Interessant ist auch, dass in temporärer Architektur kontemporäre Werte und Ideen in die jeweiligen Konzepte miteinbezogen werden, welches ein guter Anhaltspunkt sein könnte, um Optionen recyclingfähiger Materialien auszu-machen.

Gerade temporäre Objekte im Bauwesen sind in Kombination mit Papiermaché denkbar. Eben diese werden zunehmend an Bedeutung gewinnen, wenn der Klimawandel vermehrt Naturkatastrophen herbeiführen wird, Kriege ausgelöst und die Anzahl an Obdachlose in Konsequenz zulegen. Architekten wie Shigeru Ban sehen es bereits als ihre Pflicht an Lösungen der Unterbringung für allerlei Bevölkerungsschichten zu finden. Weitere Anwendungen des Baustoffs in temporären Bauten wären ebenfalls in mobilen Überdachungen, Möbel, Pavillons oder in Testobjekte im öffentlichen Raum vorstellbar, die den Bewohnern und Nutzern des jeweiligen Ortes ermöglicht sich an die Präsenz eines in Aussicht stehenden permanenten Bauwerks zu gewöhnen.

Man beachte die Wahl des Titels auf Spanisch. Das spanische Wort “Casa” ist lateinischen Ursprungs. Wobei in der Antike das Wort “domus” für Haus verwendet wurde. Laut Sebastián de Covarrubias Werk “Tesoro de la Lengua castellana o española” (1611) stammt der Begriff casa aus dem hebräischen Wort כסא (kisá = weben und bedecken), weil die ersten Häuser aus Zweigen, Ästen oder Zelte waren. “Papel” bedeutet übersetzt “Papier”. Es kann aber auch “Rolle” heißen.

Zusammengefasst könnte man sich die Frage stellen: Welche Rolle spielt die Überdachung? Die Überdachung aus Papier?

Im Laufe des Architekturstudiums wurden uns bauphysikalische, konstruktive und gestalterische Grundlagen vermittelt, die mit dem Bauen mit Papiermaché hier zusammenfallen.

**Ziel dieser Arbeit ist es im experimentellen Hochbau mit den Materialeigenschaften zu arbeiten, anstatt Beton, Ziegel oder Holz zu imitieren und gleichzeitig mittels Versuche zum Bildhauer dieses sinnlich, betörenden Materials zu werden. Abschließend soll ein begehbare 1:1 Modell erstellt werden, das die Überlegungen zum Einsatz diverser Materialien im Verbund in die Realität umsetzt, die in dieser Arbeit entwickelt und diskutiert werden.**



# 4 *METHODIK UND ARBEITSPROGRAMM*



13 Hänge- und Umkehrversuche

# 4.1.

## ***ALLGEMEINES ZU PAPIERMACHÉ***



## 15 Benötigtes Werkzeug



### Grundlegende Bestandteile sind Papier, Wasser und ein Bindemittel.

Der Begriff stammt aus dem Französischen und bedeutet direkt übersetzt „zerkautes Papier“. Dies deutet schon auf den Umgang mit dem Werkstoff Papier, welcher im nächsten Unterkapitel ausführlich beschrieben wird.

Die Basis unseres Altpapiers ist Zellulose. Zellulose und Lignin sind organische Verbindungen, die v.a. in verholzten Pflanzen auffindbar sind. Daraus kann Holzstoff gewonnen werden, das für zweitklassiges Papier, wie z.B. Zeitungspapier, von Bedeutung ist. Entziehen wir dem Holz jedoch den Ligninanteil, so überwiegt der Zelluloseanteil und es entsteht Zellstoff, welcher für hochwertigeres Papier Verwendung findet.<sup>1</sup> Die Zellstoffmasse aus der Papiermaché erzeugt wird, besteht also aus reinen Pflanzenfasern. Die Zugabe eines Bindemittels transformiert diese in eine „Knetmasse“. Sie sorgt dafür, dass die Masse zusammenhält, von einem bröselig, zerklüfteten zu einem plastischen Zustand übergeht und einen adhäsiven Charakter erhält. Durch den Entzug von Wasser durch Verdunstung setzt eine Erhärtung der Masse ein. Das nennt sich folglich Papiermaché.

Dieses Produkt zeichnet sich durch seine erhebliche Steifigkeit und Härte aus. Wenn man darauf mit dem Finger klopft, so ertönt derselbe Klang wie beim Klopfen auf einer Holzplatte. Dennoch löst sich Papiermaché wieder auf und wird wieder weich oder zur Masse, sobald es mit Wasser in Kontakt kommt. Daher ist es für die volle Leistungskraft und für die hinauszögernde Langlebigkeit eines Gegenstands daraus vital, dass dieses mit einer wasserdichten Schicht versiegelt oder zumindest abgedeckt wird.

### „Technische Daten Zellulosefasern“

Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$ : 0,04 W/(mK)

Rohdichte  $\rho$ : 60 kg/m<sup>3</sup>

Wasserdampfdiffusionswiderstand  $\mu$ : 1 - 2

Baustoffklasse nach DIN 4102: B2 normal entflammbar<sup>2</sup>

Bei näherer Betrachtung der Technischen Daten von Zellulosefasern wird aufschlussreich, dass Papiermaché sich womöglich in vielen Punkten ähnlich verhalten wird. D.h. es weist sehr gute Dämmeigenschaften auf, es ist diffusionsoffen und feuchtigkeitsregulierend. Laut der Homepage „Baunetz\_Wissen\_“ soll das Material v.a. einen guten sommerlichen Wärmeschutz bieten, da „Die Außenwärme [...] deshalb zeitlich verzögert (10 bis 14 h) in den Innenraum[gelangt]. Dadurch werden die Hitzespitzen abgepuffert.“<sup>3</sup> Zudem seien Zellulosefasern schimmelbeständig und ungezieferresistent. Der Einsatz soll auch gesundheitlich unbedenklich sein. Außerdem wird auf derselben Homepage erwähnt, dass aufgrund der Zugabe von Borsalzen - gegen Fäulnis- bzw. Boraten -als Flammschutzmittel- die Brennbarkeit reduziert wird. Dies erschwert die Entsorgung, da dies nur nach einer Vorbehandlung möglich ist. Aufgrund der enthaltenen Borate lässt sich der Stoff nicht kompostieren. Der Einsatz dieser Stoffe in Papiermaché ist eben aus diesen Gründen kritisch zu betrachten, trotz des Ziels eben diesen Werkstoff feuerresistenter zu gestalten. Im Vergleich zu Zelluloseflocken ist Papiermaché selbstverständlich auch druckfester.

Viele Kinder haben auf vielen Kindergeburtstagen bereits die Widerstandskraft von Papiermachépiñatas durch Gewalteinwirkung erprobt. Das Fazit ist, dass das Material sehr fragil ist und bei Krafteinwirkung bricht. Der Werkstoff ist also nicht vor Vandalismus gefeit. Aus diesem Grund, macht der Einsatz dieses Werkstoffes nur in temporären Bauten oder Bauteilen Sinn. Ein Witterungsschutz z.B. gegen Hagel kann aber durchaus zu einer erhöhten Langlebigkeit beitragen.



16 Alebrijewerkstatt, Mexiko

Viele dekorative und künstlerische Gegenstände wie Masken, Puppen, Skulpturen, Theater- und Filmrequisiten, Spielzeug, Alebrijes<sup>4</sup>, etc. werden oft auf Basis von Papiermaché ausgearbeitet.

Der brasilianische Designer Domingos Tótora fertigt diverse Gegenstände und Möbel aus eingeweichter und zermahlener Wellpappe an, welche mit Erde unterschiedlichster Farben vermischt wird.<sup>56</sup> Die Handarbeit ähnelt der Arbeit mit Ton. Das Resultat erinnert an Kork.



17 Papiermachéwerkstatt des Designers Domingos Tótora, Brasilien

In Italien ist die Rede von „la carta pesta“. Hier werden in Kleister getränkte Papierstreifen Schicht für Schicht auf ein Gerüst, einer Basis- oder Negativform aufgetragen. Die Maske der Pulcinella wird beispielsweise heute noch aus „la carta pesta“ hergestellt.



18 Die Maske der Pulcinella aus „la carta pesta“

In Mexiko besteht seit der Kolonialisierung das Handwerk der „cartonería“.<sup>7</sup> Hier werden dreidimensionale Papp- oder Papierskulpturen erstellt. Man nennt den Werkstoff „papel piedra“ (span. Steinpapier), aufgrund seiner Steifigkeit. Die ursprünglichen Plastiken waren religiöser Natur. Aktuelle Formen fallen aber deutlich fantastischer aus. Heute stellen viele Handwerker aus dieser Branche auch Pinatas her.



19 „Piñatero“ bei der Arbeit

Was heute zum Bastelspaß degradiert wurde, war früher allerdings ein Handwerk. Heinz Schmidt-Bachem fasst zusammen:

*„In Europa leimten/härteten/“pappten“ Buchbinder seit dem Mittelalter flächiges Pergament, später Papier, zu Pappen für Bucheinbände. Papiermaché ist in Europa seit dem 15. Jahrhundert bekannt. [...]“<sup>8</sup>*

*„Im 18. und frühen 19. Jahrhundert waren Papiermaché-Manufakturen allgemein Teil des Wirtschaftssystems. Den „Höhepunkt“ erfuhr die Fertigung von Papiermaché-Waren verschiedenster Art zu Beginn des 19. Jahrhunderts.“ Am Ende des 19. Jahrhunderts veränderte sich der Markt für Papiermaché-Artikel vom hauptsächlich privaten zunehmend zum gewerblichen Bedarf.“<sup>9</sup>*

Er erwähnt auch, dass *„[...]aus dem Papiermaché [...] in einem bis dahin nicht gekannten Ausmaß Architekturelemente, Stuck- und Möbelornamente, Verzierungen, Dekorationen, Lüster, Schmuckgegenstände, und Plastiken für die Hofkirche in Ludwigslust, für Schlösser und Parkanlagen (u.a. Ludwigslust, Schwerin) als Ersatz für teure, wertvolle Materialien wie Marmor und Edelhölzer hergestellt [wurden].“* Außerdem soll *„1780 [...]durch George Jackson in London die erste Fabrik für architektonische Papiermaché-Dekorationen gegründet [worden sein].“<sup>10</sup>*



20 Möbelteile aus Papiermaché des Unternehmens der Familie Adt

Im deutschsprachigen Raum hat man sich ebenfalls den Rohstoff angeeignet und man hat begonnen in Handarbeit Spielwaren, Lackarbeiten, Architekturteile, Lehrmittel-Modelle, u.v.m. in Manufakturen oder Fabriken anzufertigen. Ein Hersteller aus Leipzig musste „ab den frühen 1960er Jahren [...] seine Produktion auf die Verarbeitung von Kunststoffen [umstellen].“<sup>11</sup> Vor dem Ersten Weltkrieg konnten wohl kuriose, ungewöhnliche, kostengünstige und künstlerische Papiermachéprodukte erworben werden. „Die Entscheidung für Papiermaché als Surrogat ließ die Alternative für „echte“ Werkstoffe (Marmor, Holz, Elfenbein, Metall, usw.) prinzipiell und je nach finanzieller Verfügbarkeit offen. Surrogate gerieten im Ersten Weltkrieg in Verruf, als sie zum alternativlosen und aufgezwungenen „Ersatz“ für fehlende Rohstoffe auch für weiteste bürgerliche Kreise wurden. Für das herstellende Gewerbe von Verbrauchsgütern hatte Papiermaché den Vorteil der Auswahl beliebiger Be- und Verarbeitungstechniken, des geringen Eigengewichtes, der großen Haltbarkeit, Formbeständigkeit und Brauchbarkeit und damit hoher Vertrauenswürdigkeit. Für viele aufkommende Industriebereiche (insbesondere die Elektro-Industrie, aber auch den Maschinenbau, die Möbel-, Bau-Industrie usw.) erwies sich präpariertes, modifiziertes (halbsynthetisches) Papier-Maché/Hartpapier als nicht oder nur schwer zu ersetzender Rohstoff in der Produktions- und Anwendungstechnik.“<sup>12</sup>

Bevor Papiermaché also, aufgrund des Aufkommens vollsynthetischer Kunststoffe, verdrängt wurde, waren Waren aus diesem Rohstoff durchaus en vogue. Betrachten wir das Unternehmen der Familie Adt aus dem saarländischen Ensheim, Deutschland, so hat dieses seit 1872 Tuis, Vasen, Möbel, Puppen, aber auch u.a. Isolier- und Karosserieteile produziert.<sup>13</sup>

Das Unternehmen unterlag aber auch den deutsch-französischen geopolitischen Auseinandersetzungen. Die Grenzen wurden in dieser Region immer wieder verschoben. Außerdem belasteten die Kriege selbst als auch Reparationszahlungen nach dem Ersten Weltkrieg das Unternehmen.

*Teilweise sind die alten Fabrikanlagen des ehemaligen Unternehmens noch vorhanden. In den alten Mühlen sind noch Papiermachéreste aufzufinden. Schon damals hatte man im großen Stil Karton, Papier und Lumpen in große Wasserbecken gesammelt, vermengt und mit einer Mühle mit Metallzacken zu einer Masse zersetzt, welche auf Hohlformen angebracht wurde und somit wiederholt, vielfältige Formen produzierbar wurden. Sobald die Masse getrocknet ist, wurde sie zu Papiermaché. Wenn diese als Teil eines Möbelstücks vorgesehen waren, so wurden die Einzelteile an einen Schreiner veräußert, welcher das Möbelstück fertigstellte.*

*Der Blick in die Vergangenheit bedeutet nicht, dass genau dieselbe Machart nochmal erstrebenswert ist. Schon deshalb nicht, da hier Papiermaché als konstruktives Element betrachtet, verwendet und getestet wird. Dennoch ist bei der Wiederaufnahme eines solchen Werkstoffs - übersetzt auf die Bedürfnisse und Interessen unserer Zeit - der Überlegung wert, da der Werkstoff vielerlei Grundvoraussetzungen erfüllt, die die ökologischen Werte westlicher Industriestaaten des 21. Jahrhunderts vertreten. Genau aus dem Grund war es auch relevant der Zusammensetzung von Papiermaché nachzugehen und ein Objekt nach zeitgemäßen Überlegungen und Kriterien mit den uns heute bekannten Materialien zu kombinieren.*



21 Herstellung der Papierpaste  
 durch Einweichen und Zermahlen

# 4.1

## **ZWEI GRUNDLIEGENDE ARTEN**

*ALLGEMEIN WIRD ZWISCHEN ZWEI HERSTELLUNGSWEISEN*

Papier ist ein flächiger Werkstoff aus Fasern pflanzlicher Herkunft, wobei diese Eigenschaft entscheidend, da die Fasern



22 Kaschiertechnik

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.

1.

**TEIL DER HERSTELLUNG**

**HERSTELLUNGSMETHODEN UNTERSCHIEDEN**

...nlichen Ursprungs. Bei der Herstellung ist eben  
 ...n beiden Prozessen beeinflusst werden.

## Papierpaste/-masse:

Bei dieser Methode wird Papier in verschieden große Stücke gerissen, 24 Stunden in Wasser eingeweicht und mit Wasser zu einer Masse gekocht, damit die einzelnen Fasern miteinander verfilzen. Anschließend wird aus den Faserbrei das überschüssige Wasser ausgedrückt. Mit dem Wasser entfernt man dabei auch teils die Druckfarbe. Dem gekochten Papier wird Kleister oder Leim beigemischt, um die Masse homogen, elastisch, geschmeidig und knetbar zu machen.

Einige Handwerker mischen eine geringe Menge Formaldehyd in die Mischung, damit die erstellten Figuren nicht oxidieren oder schlechte Gerüche entwickeln, wenn das Papier in diesem Prozess zu feucht bleibt.<sup>14</sup> Andere Beimischungen sind hier ebenfalls denkbar, um die Eigenschaft des Endprodukts zu beeinflussen.

Diese Papiermischung wird in einen Standmixer gegeben, welcher diese Masse zerkleinert. Somit entsteht eine Modelliermasse, die nach Belieben formbar ist. Je nach Beschaffenheit des Papiers wird die Herstellung schneller oder langwieriger, die Bearbeitbarkeit leichter oder zäher und der Trocknungsprozess beschleunigt oder verhindert.

Diese Technik braucht allerdings sehr lange zum Trocknen, das Objekt zieht sich dabei zusammen und schwindet sehr stark. Die Oberfläche des Objekts lässt sich nach dem Erhärten beliebig weiterbearbeiten. Es ist bemalbar, belegbar, weitere Modellmassen können daran angeheftet werden, etc.

Ein beachtenswerter Vorteil bei dieser Technik ist die hohe Witterungsbeständigkeit und Stabilität, die sich aus der massiven, tonartigen Textur des Werkstoffs ergibt. Diese massive Dichte wirkt sich aber auch auf das Gewicht der angefertigten Struktur aus.



Kaschieren:

Auch hier wird Papier zerrissen. Desto größer der Maßstab des Objekts, umso vorteilhafter sind größere Papierschnipsel, weil die jeweiligen Oberflächen somit zügiger beplankt werden. Desto kleiner die Papierschnipsel, umso detailreicher und präziser kann modelliert werden. Oft eignen sich hierbei auch Papierstreifen, weil diese über die Kanten eines Objekts gebogen werden können und weil bei dieser Technik es erstrebenswert ist, dass sich die einzelnen Schnipsel überlagern. „Fuge auf Fuge“ sollte hier weitestgehend vermieden werden. Ähnlich wie beim Ziegelmauerwerk wird hier „voll auf Fug“ geschichtet.

Hierbei ist eine Art Unterkonstruktion, Gerüst oder verlorene Schalung notwendig auf der wir schichtweise die in ein Bindemittel getauchte Papierschnipsel auftragen. Das Gerüst trägt die vielen Papierschichten solange sie noch im feuchten Zustand sind. Dem Bindemittel können eventuell Zusätze beigemischt werden, die die Eigenschaften des resultierenden Endprodukts manipulieren.

Bei dieser Technik kann man auch additiv arbeiten, indem klebrige Papierstreifen mehrere Schalungen miteinander verbinden. Kartonagen oder Papprollen können auf diese Weise auch angefügt werden. Sobald diese erste Masse aber trocknet und erhärtet hat man eine gute Basis, um daran weiter zu modellieren. Mit den Händen lässt sich die Oberfläche im nassen Zustand glatt streichen. Wenn das Ziel eher eine raue Oberfläche ist, kann man das Papier vor dem Einsatz zerknüllen. Das endgültige Objekt braucht allerdings mehrere Schichten, um stabil genug zu sein, um sein eigenes Gewicht überhaupt tragen zu können.

Bei dieser Technik kann man auch additiv arbeiten, indem klebrige Papierstreifen mehrere Schalungen miteinander verbinden. Kartonagen oder Papprollen können auf diese Weise auch angefügt werden. Sobald diese erste Masse aber trocknet und erhärtet hat man eine gute Basis, um daran weiter zu modellieren. Mit den Händen lässt sich die Oberfläche im nassen Zustand glatt streichen. Wenn das Ziel eher eine raue Oberfläche ist, kann man das Papier vor dem Einsatz zerknüllen. Das endgültige Objekt braucht allerdings mehrere Schichten, um stabil genug zu sein, um sein eigenes Gewicht überhaupt tragen zu können.

Nach einer vollständigen Beplankung dauert es circa 24 Stunden bis dass das Papiermaché trocknet und erhärtet. Sobald dies der Fall ist, wird ersichtlich dass die oberste Schicht stark schwindet. Wenn dies nicht zufrieden stellend ist, kann man Mängel leicht ausgleichen, indem man eine weitere Schicht nach Erhärten aufbringt. Viele tragen zuletzt eine Schicht weißes Papier auf, um die Oberfläche leichter bemalen oder beliebig nachbehandeln zu können.

Der Träger oder die Unterkonstruktion kann nach vollständiger Trocknung bei Bedarf entfernt werden. Die Papiermachéstruktur ist nun auch ohne Schalung steif und stabil. Die Oberfläche ist auch hier beliebig behandelbar.

Im Vergleich zur Papiermasse ist die resultierende Struktur sehr leicht, da wir das Gerüst am Ende entfernen und dieser oftmals einen Hohlraum in unser Objekt hinterlässt. Je nach Art der Schalung oder Gerüst ist die Beschaffung der inneren Oberfläche des Endobjektes nach deren Entfernung anders. Wenn die Unterkonstruktion ein Gitter war, dann zeichnet sich beispielsweise eine Netzstruktur auf der Oberfläche ab, während bei Verwendung einer Membran, einem Metall oder eines aufgeblasenen Luftballons die Oberfläche des Papiermachés sehr glatt und eben ausfällt.

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 PAPIERWAHL*

# 4.1.2.

24 Amate-, Skizzen- und Zeitungspapier

Die Stärke, die Imprägnierung, die Transparenz, die Zusätze, die Dichte, der Papierursprung und viele andere Faktoren fallen ins Gewicht, um vielfältige Endeffekte und Eigenschaften eines Papiermachés zu erzielen. „*Vor allem durch ständig veränderte Beimischungen stofffremder Substanzen wurden spartenübergreifende Beziehungen zwischen den Industriebereichen Papier, Pappe, und Kunststoffe begründet; die Kunststoff-Industrie zählt Papier-Maché zu den biogenen Vorstufen.*“<sup>15</sup>

Um möglichst ressourcenschonend vorzugehen, ist Altpapier ein guter Basisstoff, um allgemein zu modellieren, zu verdichten und um die erste Basisform, bestehend aus der ersten Schicht, zu erstellen. Recyceltes Zeitungspapier ist dabei sehr handlich. Da es ein sehr kurzzeitig verwendetes Papier ist, ist dieses Papier sehr fein. Sobald es in Kontakt mit dem feuchten Bindemittel kommt, wird es sofort geschmeidig und bearbeitbar. Das sehr dünne Papier bewährt sich wesentlich in der Ausführung von Details. Dadurch dass es aber bedruckt ist, kommt es aus ästhetischen Gründen eher im unsichtbaren Kern der Struktur in Frage, falls die Kaschieretechnik zur Anwendung kommt. Dickeres Papier eignet sich insbesondere, um schnell aufzuschichten und um das Objekt schnell an Masse gewinnen zu lassen. Außerdem ist es sehr angebracht als letzte Schicht, damit Unebenheiten auf der Oberfläche gleichmäßig überdeckt werden können. Großflächige Bögen oder kleinere Schnipsel? Kleinere Schnipsel sind gute „Lückenfüller“. Sie sind sehr praktisch in Ecken, gebogenen Stellen oder an komplizierten Details. Großflächige Bögen machen Sinn auf ebenen Stellen und zur weitflächigen Abdeckung mehrerer Fugen.

Tissue-Papier<sup>16</sup>, das vorwiegend als Hygieneartikel –in Form von Servietten, Küchen- oder Toilettenpapier, Taschentücher- verwendet wird, besteht aus Zellstoff. Seine Kerneigenschaften umfassen ein geringes Flächengewicht, ein geringes Volumen, eine sehr hohe Saugfähigkeit, etc. Es ist sehr dehnbar, leicht und dünn. Die hohe Saugfähigkeit lässt das gewebeartige Papier nur langsam trocknen und erhärten. Gleichzeitig wird es eben aus demselben Grund sehr geschmeidig und knetbar bei Zugabe des Bindemittels. Daher erschließt sich der Einsatz dieses Papiers insbesondere für detaillierte, komplizierte und individuelle Ausformungen, anstatt als großflächige Abdeckung. Somit verhält sich dieses Papier ähnlich, bzw. sogar noch leichter als Zeitungspapier in der Modellierphase.

Mit Sequenzen oder angebrachten Teilen aus Transparentpapier, wie z.B. Skizzenpapier, präparierte oder imprägnierte Papiere mit trocknenden Ölen, Harzen, Wachsen, Fetten kann man erstaunlich gut den Lichteinfall in ein Objekt planen und gestalten.

Die Antihafbeschichtung von Backpapier sorgt dafür, dass dieses nicht brennt, allerdings belastet es die Umwelt, da es nicht recyclingfähig ist.

Alternatives Papier, wie Amatepapier oder Tapa, bei dem durch Klopfen Fasern miteinander verbunden und zu Blättern geformt werden, wurde offenbar traditionell schon zu Papiermaché verarbeitet. Da diese traditionellen Papierformen schwer und kostenintensiv in der Anschaffung sind; im Vergleich zu den anderen erwähnten Optionen, werden im Rahmen dieser Arbeit keine weiteren Versuche damit vollzogen.

# 4.1.3.

## DAS BINDEMittel

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.



25 Vorbereitungen vor dem Kaschieren: Anrühren des Bindemittels, Zerreißen von Papier



Das Bindemittel verhilft dem Anhaften der feuchten Papiere aneinander. Sie werden damit verbunden bzw. kleben sie mit Hilfe dessen aneinander. Wenn wir von der Papiermasse reden, so führt die Zugabe des Bindemittels dazu, dass die Masse zusammenhält.

Das Bindemittel wird kurz vor oder/und während des Bauens gemischt und wird direkt im Anschluss verarbeitet.

Wir unterscheiden in der Bauwirtschaft innerhalb der mineralischen Bindemittel von Luftbindemittel (nichthydraulisch) und hydraulische Bindemittel. Erstere erhärten nur an der Luft, z.B. Luftkalk, Baugips, ... Sie sind im erhärteten Zustand nicht wasserbeständig.

Bei den Letzteren hingegen entstehen wasserunlösliche Verbindungen bei Kontakt mit Wasser. Dies ermöglicht das Erhärten an der Luft, aber auch unter Wasser. Um wenige zu nennen: Zemente, Putz- und Mauerbinder, bestimmte Baukalk, u.v.m.

Bei der Herstellung von Papiermaché wird üblicherweise ein flüssiges Bindemittel, wie Kleister, eingesetzt.

In dieser Arbeit wird der Kleister selber ange-macht. Dazu wird Mehl, Wasser, eine Schüssel, ein Topf und ein Schneebesen benötigt. Das Mehl wird mit dem Wasser in die Schüssel gegeben und mit dem Schneebesen angerührt. Die flüssige Mischung wird über einem Wasserbad weiter unter ständigem Rühren erhitzt bis dass die Mischung dickflüssig und cremig wird. Dies ist der fertige Kleister. Dieser kann im warmen Zustand, als auch im abgekühlten Zustand verarbeitet werden. Allerdings sollte man diesen zeitnah nach der Herstellung verwenden, da das Wasser rasch verdunstet. Bereits wenige Stunden nachdem dieser angemischt wurde, sieht man wie dieser zunehmend dickflüssiger wird. Wenn das der Fall ist, kann man kleine Mengen kaltes Wasser dazu schütten, es an-rühren und aufs Neue das Kleistern fortführen.



26. Zugversuch mit einer Zugprüfmaschine

## *STOFFKENNGRÖSSEN UND TESTS*

# 4.1.4.



27 Flaches Papiermaché in Streifen geschnitten, Seitenansicht



28 Flaches Papiermaché in Streifen geschnitten, Draufsicht



29 Rissverhalten nach Zugtest

Zunächst wurden flache Papiermachépaneele gebaut. Eben auf diesen noch unkomplizierten Formen aus unterschiedlichsten Stärken wurde beabsichtigt einige, allgemeine Versuche zur Ermittlung von physikalischen Werkstoffeigenschaften zu vollziehen.

Die großen Papiermachétafeln wurden wie später auch die Prototypen mit Zeitungspapier als auch mit hochwertigerem Plotterpapier erstellt. Dabei ist eine Papiermachétafel vollkommen erhärtet und die Andere ist noch etwas feucht.

Beide Tafeln werden mit der Kreissäge in mehrere Streifen geschnitten, die durchnummeriert und benannt werden (Abbildung 28).

Man sieht den Querschnitt des Materials (Abbildung 27). Hier wird deutlich, dass die Oberflächen sehr wellig sind und dass das Material, aufgrund von Lufteinschlüssen, nicht überaus dicht ist.

Es sind Zug-, Druck- und Biegeversuche vorgesehen. Es werden aber auch ein paar Streifen in die Klimakammer gelegt, in denen deren Verhalten durch Feuchtigkeitseinwirkung beobachtet werden kann.

Leider erweist sich die Vorrichtung für Druckversuche als defekt.

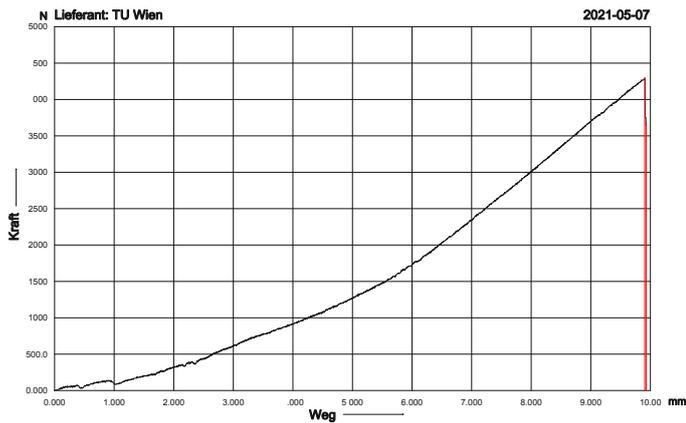
Aus diesem Grund widmen wir uns den Zugversuchen. Dazu spannen wir einen Streifen fest in eine Zugprüfmaschine ein. Der Papiermachéstreifen wird so lange, unter Erhöhung der Kraft gestreckt, bis dass er reißt.

Hier wird die Belastung durch Krafteinwirkung  $F$  [N] und die Längenänderung/Weg  $\Delta L$  [mm] des Probestreifens gemessen.

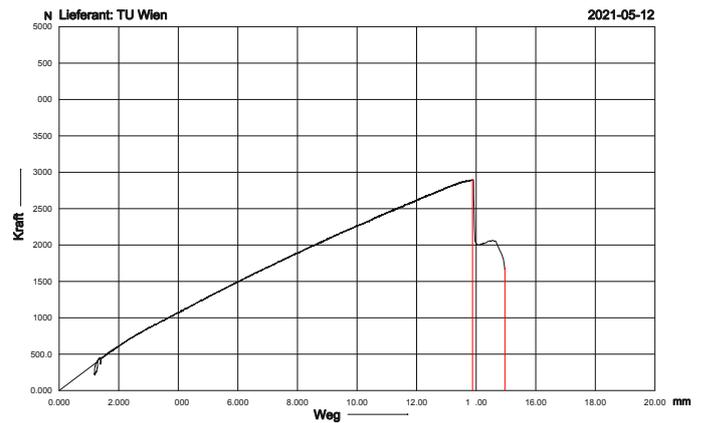
Das Ergebnis sind Kraft-Verlängerungs-Kurven, die wir grafisch festhalten:



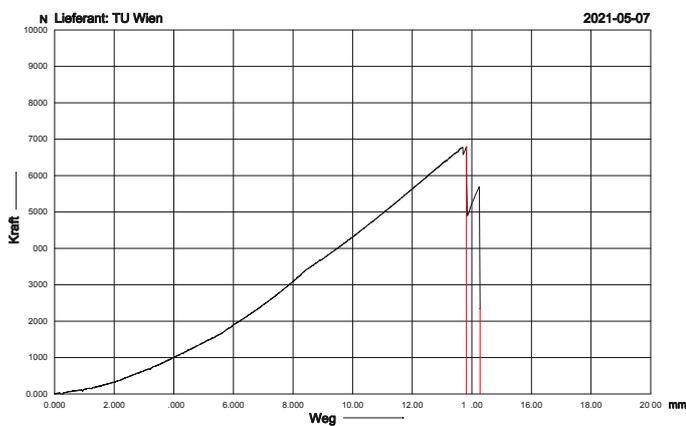
30 Durchreissen eines Papiermachéstreifens bei Zuglasten



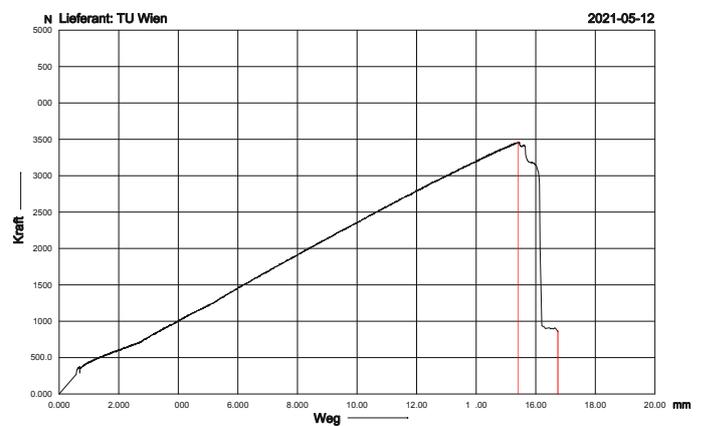
1 A1 trocken



3 A1 feucht



2 A2 trocken



4 A2 feucht

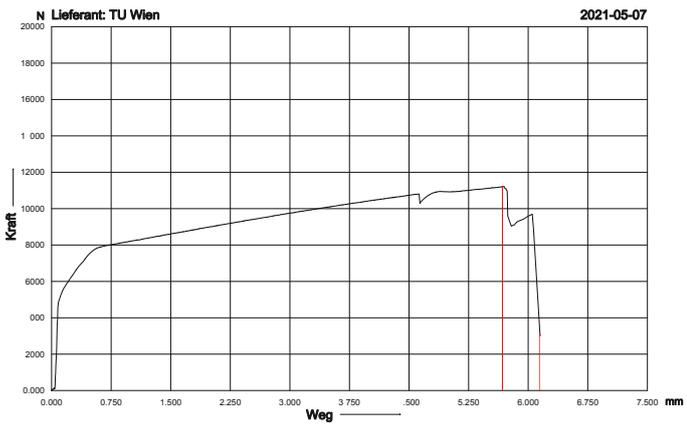
Wie verformt sich Papiermaché durch Zugbeanspruchung? Wann reißt es?

Welche Zugfestigkeit  $f_t$  ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) hat Papiermaché?

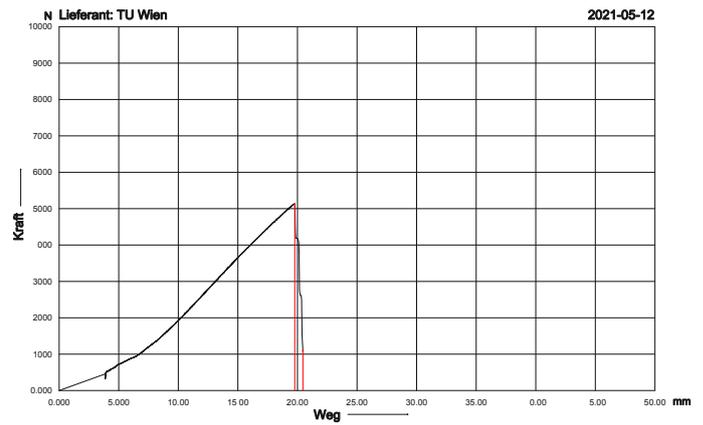
Welche ist die maximal aufnehmbare Spannung des Werkstoffs bei einer Zugbeanspruchung? Sie wird aus dem Quotienten der maximal aufnehmbaren Zugkraft und dem Ausgangsquerschnitt der Werkstoffprobe bestimmt.

**Kraft-Verlängerungs-Diagramm:**  
Bei Zugeinwirkung des Papiermachés unterscheidet man vom elastischen und vom plastischen Bereich. Der elastische Bereich beschreibt die Verformung der Probe nach Wegnahme der Kraft und wenn dieser wieder vollständig in sein Ausgangszustand zurück geht. Plastisch ist der Bereich, wenn die Verformung der Probe trotz Wegnahme der Krafteinwirkung nicht mehr vollständig in seine Ausgangsform zurück geht.

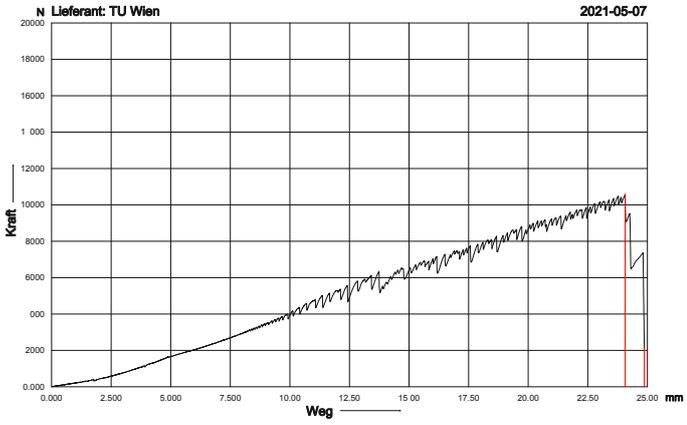
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



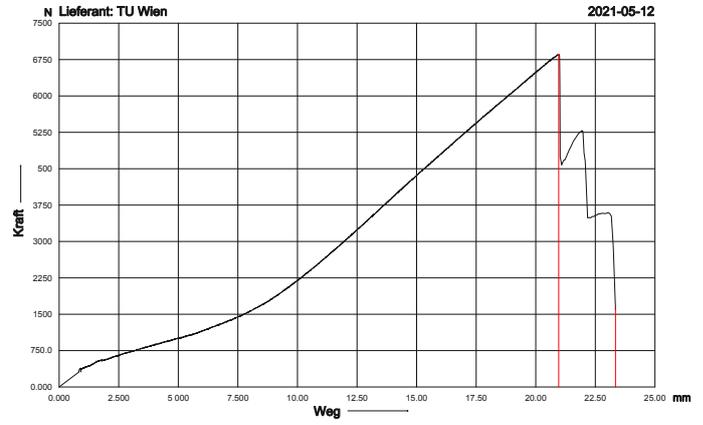
5 B1 trocken



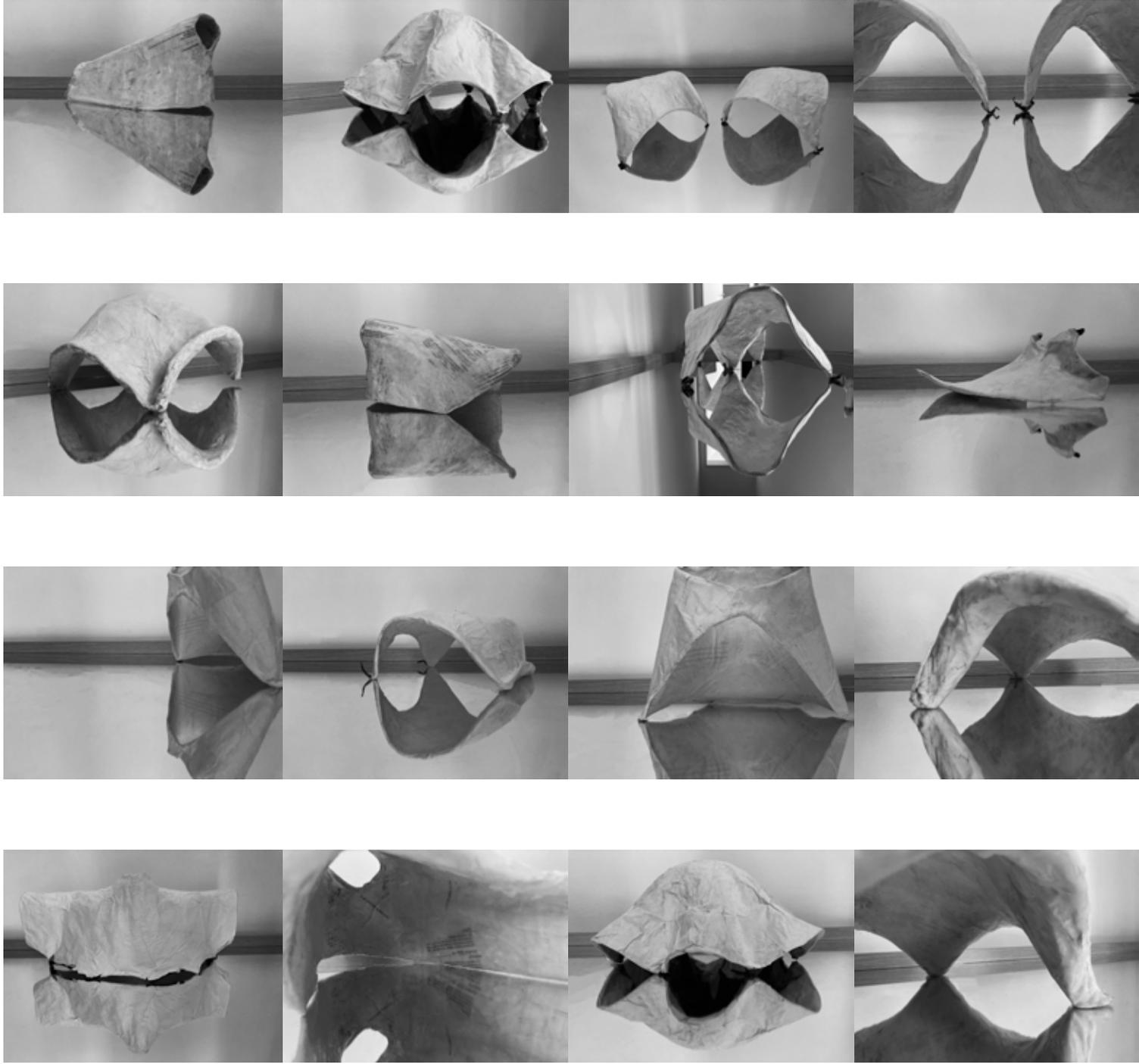
7 B1 feucht



6 B2 trocken



8 B2 feucht



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.

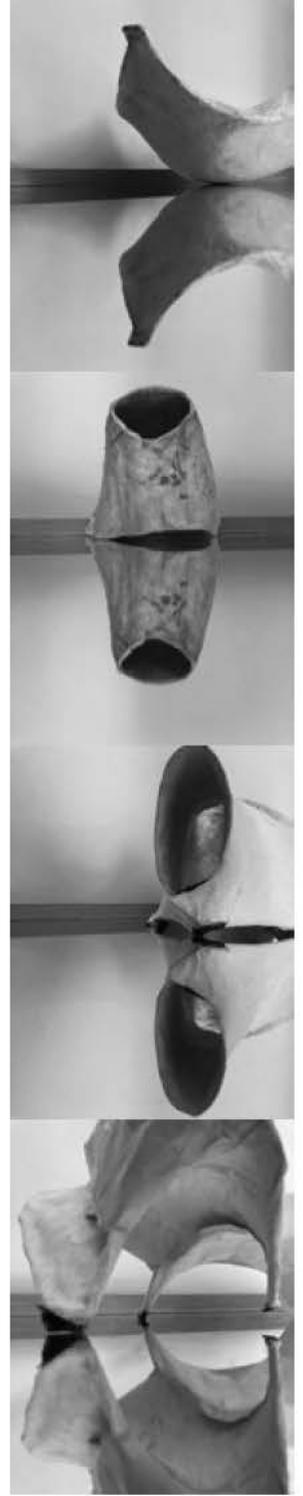


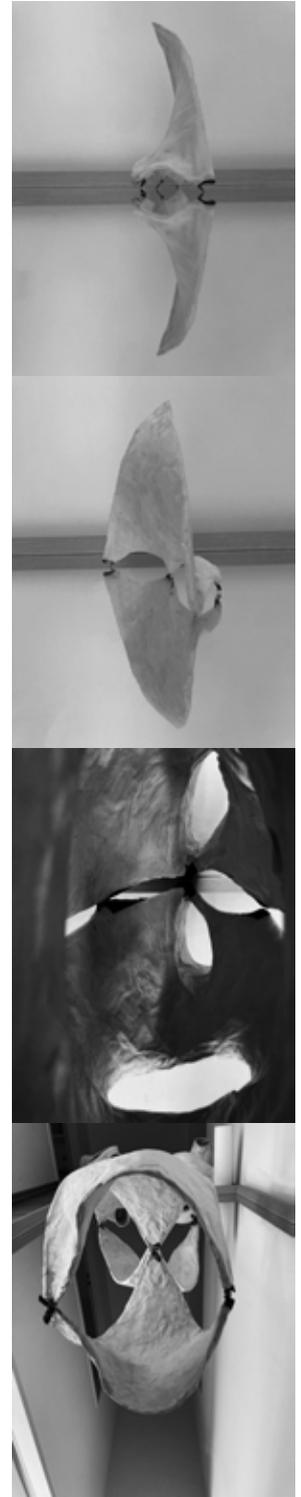
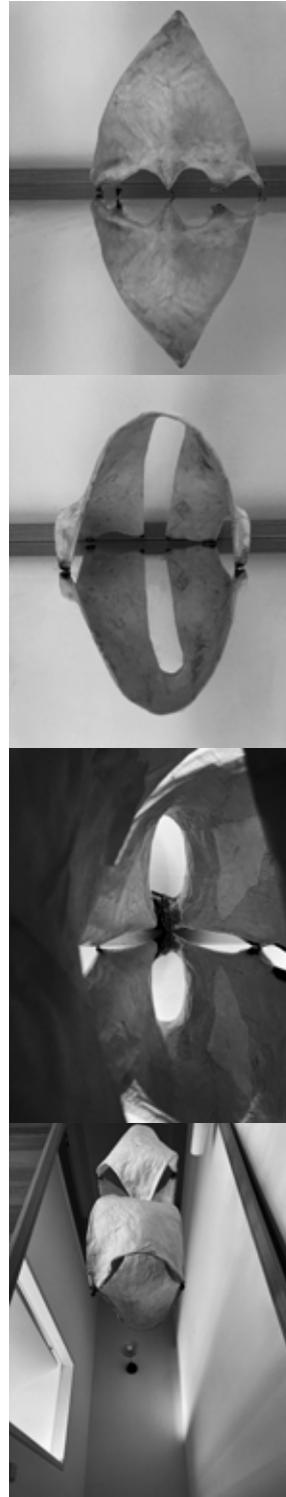
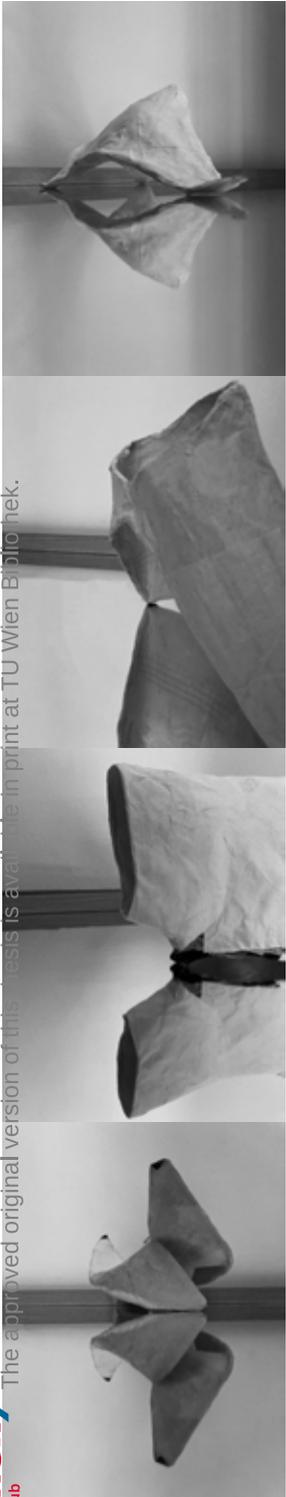
**VERSUCHE UND ARBEITSMODELLE**

**4.2.**

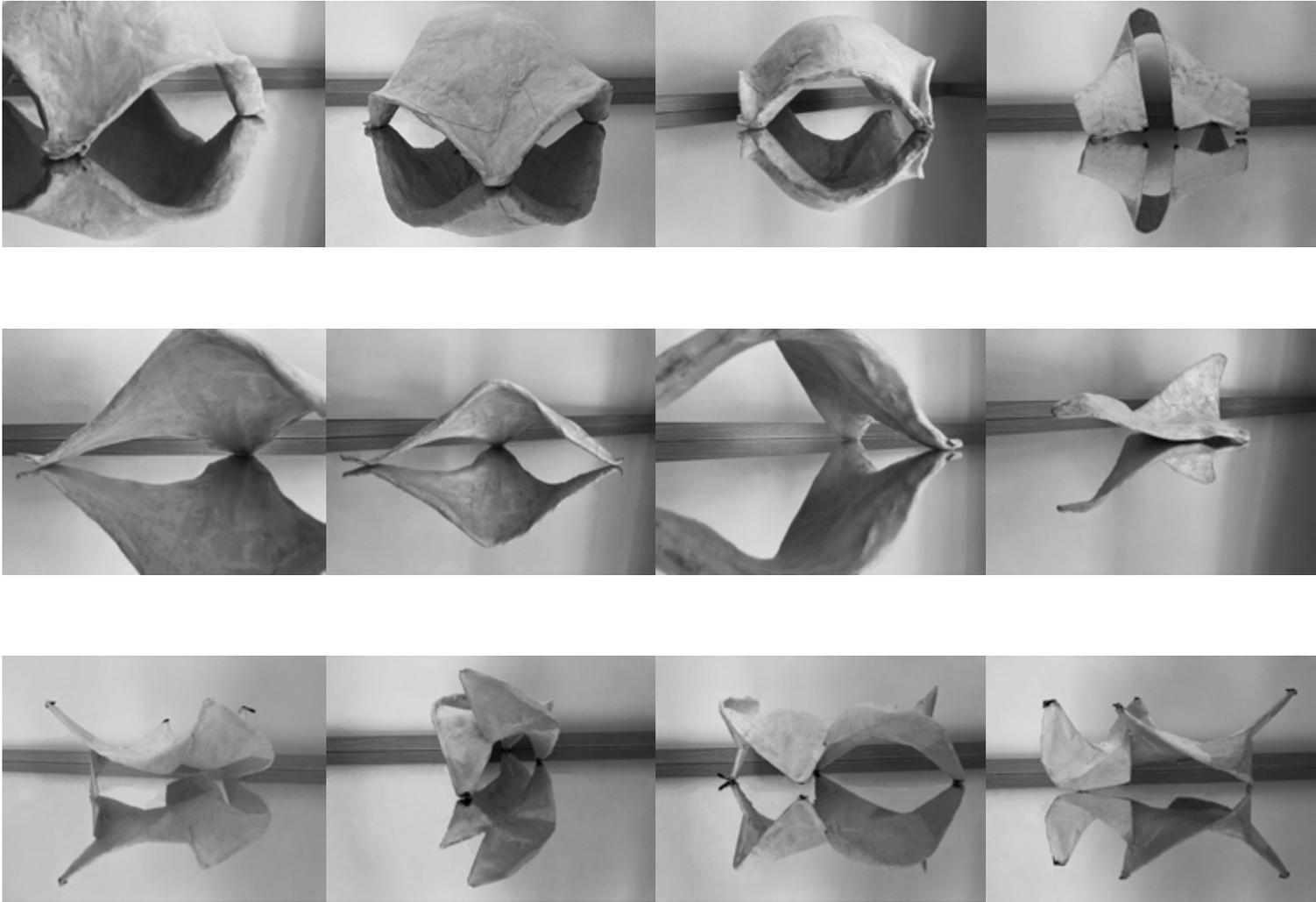
31 Papiermaché-Arbeitsmodelle auf Spiegel 1

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.





32 Papiermaché-Arbeitsmodelle auf Spiegel 2

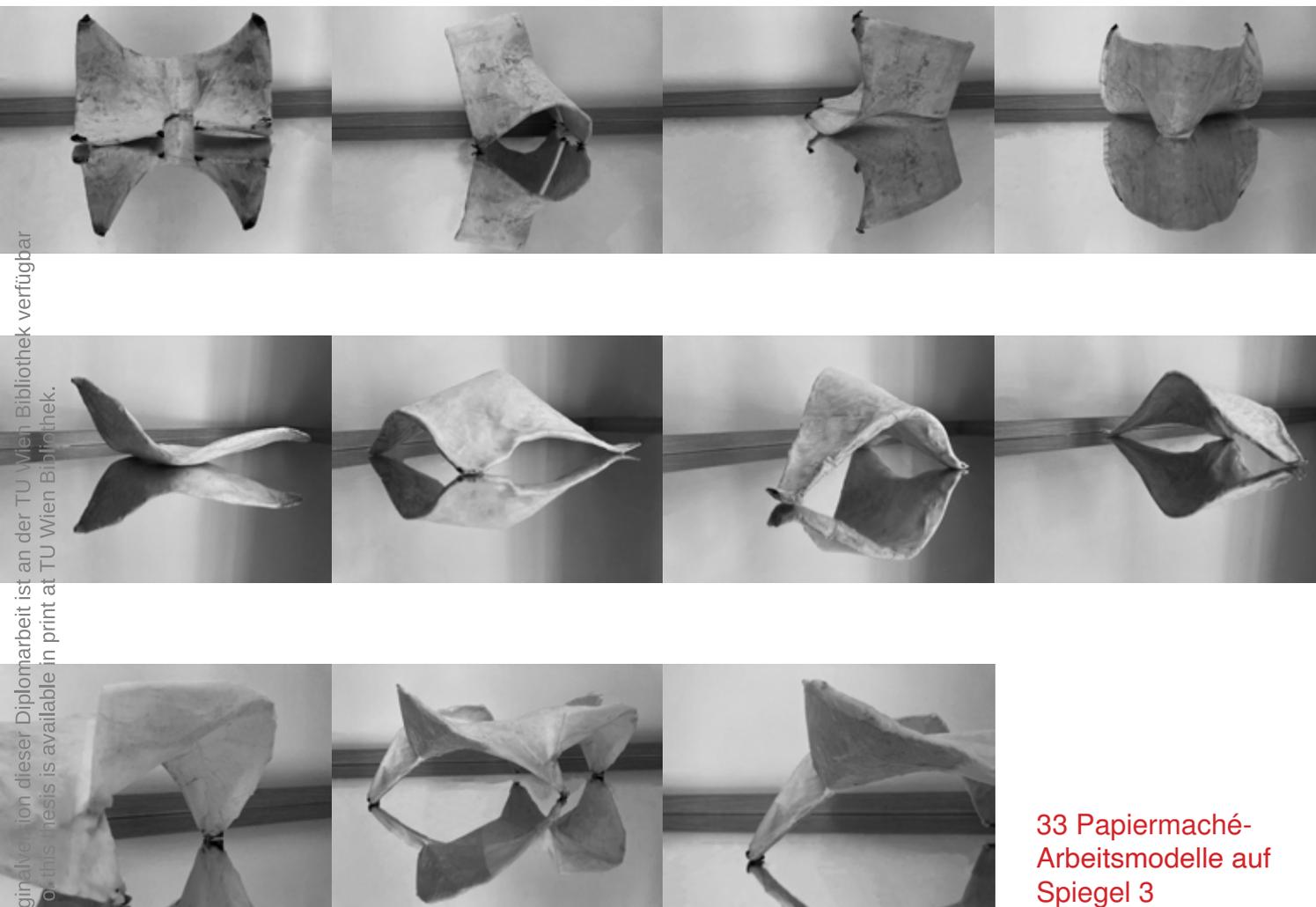


Die grundsätzliche Vorgehensweise zur Herstellung wurde im Kapitel „3. Papiermaché“ beschrieben. In diesem Kapitel wird zwischen dem praktischen Modellbau und Theorie entworfen.

Fundamental ist hier die Verwendung von Altpapier. Hierbei finden feines, als auch dickes Papier und Skizzenpapier Verwendung, das mit dem selbsthergestellten Kleister aus Mehl und Wasser zu einer dreidimensionalen Form modelliert wird.

Ein wesentliches Thema in dem Entwurf ist das Abwenden von Wasser von der Primärkonstruktion aus Papiermaché. Denn sobald das Papiermaché durchfeuchtet, zerfällt die Form langsam erneut zu einem Papierbrei. Um das zu verhindern sind drei Strategien ausprobiert worden:

1. Durch Formfindung der Primärkonstruktion.
2. Durch Hydrophobieren der Primärkonstruktion.
3. Durch Anwendung eines Belags auf der Oberfläche



### 33 Papiermaché- Arbeitsmodelle auf Spiegel 3

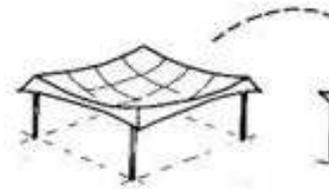
Ein flaches Papiermachéobjekt ist verwundbarer vor Einwirkung von stehendem Wasser als eine geneigte oder gewölbte Fläche, da das Wasser bei letzteren direkt, seitlich abfließen kann. In Konsequenz muss jede Form von planarer Oberfläche gemieden werden. Die meisten geneigten Dächer (Satteldach, Walmdach, Sheddach, etc.) haben aber vor allem am First ihre Schwachstelle.

Tonnen-, Bogen-, Kuppeldächer, Kalotten oder Schalen sind weniger angreifbar, da die Kanten sich nur an den Formabschlüssen befinden, über die der Abfluss von Wasser gewährleistet ist. Um aber auch optimal Drucklasten abzuleiten, ergibt sich in Kombination mit Papiermaché zunächst eine dreidimensionale Schale, die zudem durch die doppelte Krümmung der komplett einheitlichen Form die natürliche Steifigkeit des Materials nochmal verstärkt.

Wir beginnen mit dem Bau mehrerer kleinerer Prototypen, um im Nachhinein zu entscheiden, welche Form, die praktischste, die ästhetischste, die funktionalste ist. Wie bereits im Kapitel „3.1.2. Kaschieren“ erwähnt, benötigen wir vorerst ein Gerüst auf dem wir das Papier auftragen. In dem Fall sind die Hängemodelle vom Schweizer Bauingenieur Heiz Isler sehr inspirierend.



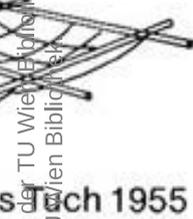
hängendes nasse



hängende Gaze  
benetzt, eingefroren

**INSPIRATIONSQUELLE  
HEINZ ISLER HÄNGEMODELLE**

**4.2.1.**



### 34 Hängeversuche des Heinz Isler

Er hängt Netze, Tücher, Gewebe oder einfach nur Fäden an mehreren Punkten auf. Im Buch Heinz Isler Schalen von Ekkehard Ramm und Eberhard Schunk wird der Prozess der Formfindung präzise beschrieben:

*„Unter dem Eigengewicht bildet sich automatisch ein Gleichgewichtszustand nur mit Zugbeanspruchung. Friert man die Form in diesem Zustand durch Eis oder härtenden Kunststoff ein, so lässt sich die Form umkehren und als Druckschale einsetzen.“ [...] „Je nach Fadenrichtung des Gewebes entsteht eine andere Form.“<sup>17</sup>*

Dementsprechend gelangen drei-, vier- oder mehreckige Tücher in ein Kleisterbad. Sie werden an jeder ihrer Ecken auf einem Brett aufgenagelt. Das Brett wird erhöht an seinen Extremitäten auf zwei Halterungen gelagert und umgedreht, damit die Tücher durchhängen können. Die Tücher nehmen durch die Schwerkraft automatisch eine hängende Form an. Binnen weniger Stunden sind die Tücher erhärtet. Man kann das Brett erneut umdrehen und entscheiden welche aller Schalen am ansprechendsten ist. Sobald die Entscheidung gefallen ist, lässt man die Tücher nochmal durchhängen und man beplankt sie mit Zeitungspapierschnipsel, die zuvor durch den Kleister gezogen worden sind. Je nachdem wie dicht aufgeschichtet worden ist, braucht die erste Papiermachéschicht 1-2 Tage Trocknungszeit. Sobald diese Zeit verstreicht, wird ersichtlich dass die Oberfläche sehr stark schwindet. Beim Auftragen wirkte die Oberfläche glatt. Nun sieht man eine faltige unebene Oberfläche. Das lässt sich nur dadurch beheben, indem man nun im zweiten Anlauf nach der ersten vollständigen Trocknung darauf mit großflächigem Papier neu aufschichtet und die unebenen Stellen abdeckt. Im ersten Anlauf geht es nur darum eine erste stabile, steife Basisform zu erreichen. Im zweiten Anlauf geht es um Details und Präzision. Nun kann man also modellieren, kneten, Fehler ausbessern, glatt streichen. Wenn die Form noch nicht stabil genug ist, weil das Papiermaché der ersten Ausführung nicht genügend Stärke aufweist, dann ist das die Gelegenheit mehr oder mit dickerem Papier aufzuschichten. Dickeres Papier bedeutet aber auch ungenaueres Abdecken - eventuell mit Luft einschlüssen - und mehr Falten. Dies sollte man dabei immer im Hinterkopf behalten. Sobald die Schalen vollständig beplankt und wieder vollständig unter Einwirkung der Schwerkraft erhärtet sind, kann man das Brett umdrehen. Die fertigen Schalentragwerke aus Papiermaché stehen nun für den nächsten Schritt zur Verfügung.





**FORMFINDUNG  
DURCH DEN BAU  
VON PROTO YPEN**

**4.2.2.**

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.

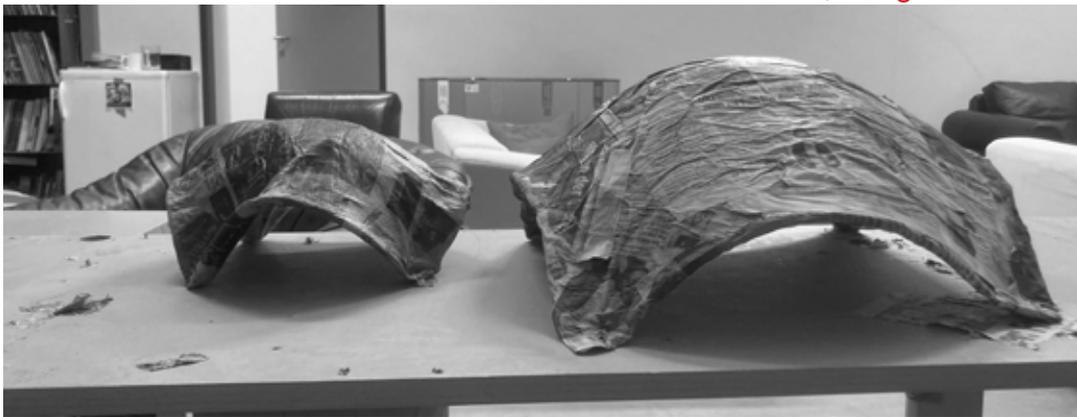




36 Aufkaschieren von Papier auf die erhärteten Tücher



37 Frisch aufkaschiertes, hängendes Tuch



38 Nach zwei Stunden: Noch feuchte Papiermachéschalen können stehen



39 Am Folgetag: Vollkommen erhärtete Papiermachéschalen

Heinz Islers dreidimensionale Betonschalentragerwerke wiesen Stärken von 8-19 cm auf - je nach Lasten und Spannweiten. Dadurch dass Papiermaché geringere Eigenlasten aufweist, ist anzunehmen, dass Papiermachéschalen deutlich feiner ausgeführt werden können.

Er verfolgt mit seinen Hängeformen ein Prinzip, das wie Folgt erklärt wird:

*„Seit langem war bekannt, daß [sic!] die Linie einer freihängenden Kette oder eines Seiles sich so einstellt, daß [sic!] der Horizontalzug konstant ist und daß [sic!] diese Seilform – wenn man sie um 180 Grad umklappt – der Stützlinie eines Gewölbes für gleichförmige Gewölbbelastung entspricht, das dabei einen konstanten Horizontaldruck aufweist. Was für das Seil in einer Ebene zutrifft, muß [sic!] auch für räumliche Gebilde gelten.“<sup>18</sup>*

De facto, ist auch unsere singuläre, doppelgekrümmte Einheit hauptsächlich nur druckbeansprucht. Gleichzeitig bedeutet das, dass keine Risse entstehen sollten, in denen Wasser eindringen könnte, und dass für unterschiedlichste Belastungen, die auf die Schale einwirken, eine momentenfreie Lastabtragung gegeben sein müsste. Laut Heinz Isler brauchen die freien Ränder dieser Schalen aus den „Hängeversuchen“ keine weitere Verstärkung oder Randversteifung.

Das Schalentragerwerk aus Papier hat jedoch erhebliche Schwachpunkte:

Die Fußpunkte stehen derzeit im Kontakt zum Boden und somit sind sie anfällig auf kontinuierliche Durchfeuchtung. Wie kann man dieses Problem lösen? Im Entwurf ist es also zu beachten die eigentliche Papiermachéschale um mindestens 30 cm über der Geländer- bzw. Belagsoberkante anzuheben, um die Konstruktion vor Spritzwasser zu schützen.

Eine Überlegung wäre hergeleitet durch Shigeru Buns Lösung („Paper Log Houses“ in Kobe) mit Sand beschwerte Bier- oder Getränkekästen zu Fundamente für die leichte Konstruktion umzunutzen.<sup>19</sup>

Eine weitere Option wäre der Einsatz von Nivellierfüßen, die die gesamte Schale anheben.

Heinz Islers Schalen sind aus Beton. Wir arbeiten hingegen mit Papier. Er behauptet, dass er keine besondere Abdichtung seines Tragwerks benötigt. Bei Verwendung von Papier hingegen ist die größte Herausforderung Papiermaché so zu hydrophobieren oder/und zu belegen, dass es möglichst vor Einwirkung von Feuchtigkeit geschützt ist.

Bevor es aber zur Beplankung und Hydrophobierung der Arbeitsmodelle kommt, kann der Lichteinfall weiters maximiert werden, indem die seitlichen Öffnungen an den freien Rändern der Schale vergrößert werden.

Nach diesem Prinzip gehen auch andere Protagonisten des Schalenbaus vor. Der spanische Architekt und Ingenieur Félix Candela emigrierte nach dem Spanischen Bürgerkrieg nach Mexiko. Dort setzte er mehrere Projekte um.

Eines seiner bekanntesten Betonschalen ist das Restaurant „Los Manantiales“ in Xochimilco, Mexiko. Interessant ist aber auch die achtpunktgestützte Form der Schale mit sehr hohen Öffnungen, die den seitlichen Lichteinfall an den freien Rändern weiter maximieren. Diese sind Referenzen für die Folgeversuche im Zusammenhang zum Thema Licht und Formfindung.

Um größere Öffnungen an den freien Rändern zu erzielen, müssen die hängenden Tücher sehr viel großflächiger sein als der Kreis, der sich durch die einzelnen Fußpunkte auf dem Grundriss abzeichnet. Wenn wir beispielsweise ein Tuch kreisrund ausschneiden, es wie bei Candelas „Los Manantiales“ in Xochimilco, Mexiko<sup>20</sup>, auf acht Punkten auf das Brett aufnageln, so muss der tatsächliche Durchmesser im Grundriss, der sich auf dem Brett abzeichnet, deutlich kleiner ausfallen, damit sich das Tuch durch sein Eigengewicht noch stärker und tiefer durchhängt. Bei Candelas Schale wirken die Öffnungen noch größer, da die Schale sich sternförmig vom zentralen Scheitel ausgehend in acht Segmente unterteilen lässt. Das Wasser kann an den tieferen Kanten der Segmente zum Boden hin abfließen.



40 Formfindung durch Ausschneiden von Schablonen für die Stoffe

Die Gestaltung mit Papiermaché erweist sich als unbegrenzt, auch wenn hier hauptsächlich - aus den bereits erwähnten Vorteilen in Kombination mit Papiermaché – die optimierte Form mit dem Prinzip des „Hängemodells“ ermittelt wird. Das Modellieren mit diesem Material ist nicht sehr kompliziert und die einzelnen Formen werden sehr schnell hergestellt, da sie in nur zwei Tagen vollständig trocknen.

Die Beplankung mit Papiermaché ist zeitintensiver, desto komplexer und kleiner die Form ist. Desto größer die Form ist, umso grober und schneller kann belegt werden.

Bei Wärmeeinwirkung verdampft die Flüssigkeit vermutlich noch schneller, sodass die fertigen Formen bereits nach einem Tag vollkommen erhärten.

Somit lässt sich in nur zwei bis 6 Tagen ein Rohbau von circa 5x5m mit den einfachsten Mitteln – fast nur mit bloßen Händen – aufbauen, welches nun dringend durch Kombination mit bestimmten Materialien vor Feuchtigkeit geschützt werden muss. Denn eine geneigte Form allein reicht freilich nicht aus, um die Primärkonstruktion aus Papier vor Wasser fern zu halten. Bei Einwirkung von Wasser würde die steife Papierkonstruktion nicht brechen oder schlagartig in sich einfallen. Aus dem Grund ist der Aufenthalt unter einer solchen Konstruktion außerordentlich sicher – auch aufgrund des geringen Gewichts der Konstruktion. Sie würde aber erweichen, langsam ihre Form verlieren, absinken, abflachen und schlussendlich sich erneut zu einem Faserbrei zurückentwickeln.

Bisher wurden aus Tücher nur Grundformen wie Drei-, Vierecke, Kreise ausgeschnitten und aufgehängt.

Zusätzlich kann man additiv oder wiederholend arbeiten. Zwei Schalen mit identisch, dreieckigen Grundrissen können sich gegenüberstehen. Identische Schalen können nebeneinander aufgereiht werden. Die Möglichkeiten diese zu kombinieren sind unendlich. Umso komplizierter ist aber die Verbindung zweierlei Schalen, da der Wasserabfluss an der Nahtstelle geregelt werden muss.

In den nächsten Versuchen werden Formen erkundet, indem man Schablonen aus Papier erstellt. Die Tücher werden dementsprechend ausgeschnitten, eventuell zusammengenäht, Öffnungen werden eingeschnitten, etc. Diese werden ebenfalls aufgehängt, wie üblich mit Papier beplankt und erhärtet.

Zuletzt werden Alltagskleidung aufgehängt, beplankt und erhärtet. Die Ergebnisse sind ungewöhnlich.

Allerdings sind beide letzteren Methoden sehr aufwendig, wenn man diese im 1:1 Maßstab umsetzen möchte, da die Textilien im großen Maßstab erst genäht werden müssen.

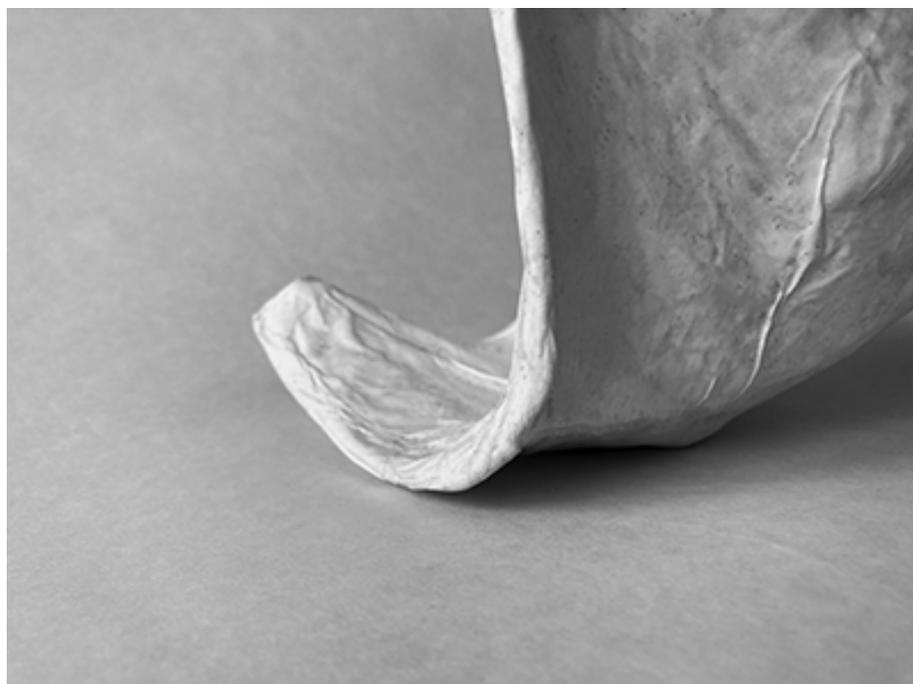
Auch als 1:1 Modell ist Papiermaché sehr leicht, daher ist es denkbar, dass man das Objekt auch drehen und wenden kann. Somit kann das Objekt als Überdachung oder als Möbelstück betrachtet werden.

Das Ergebnis sind diverse Arbeitsmodelle:



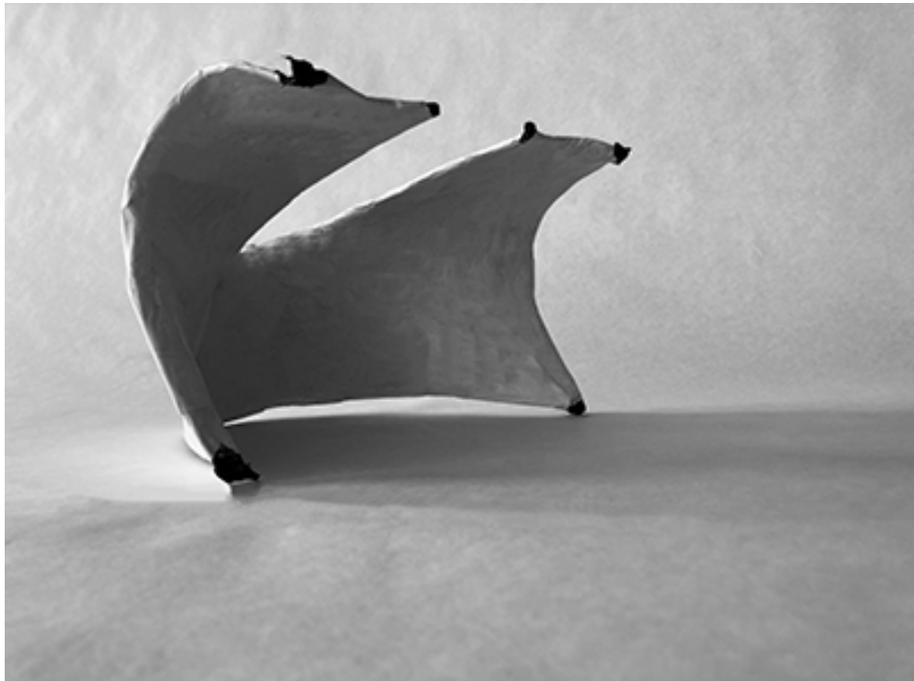


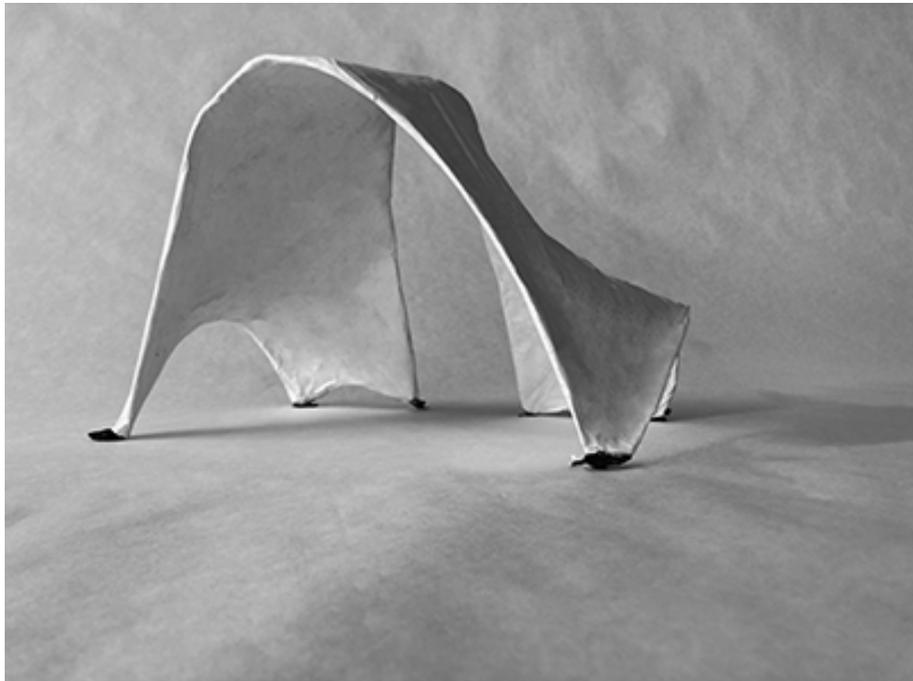
















Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

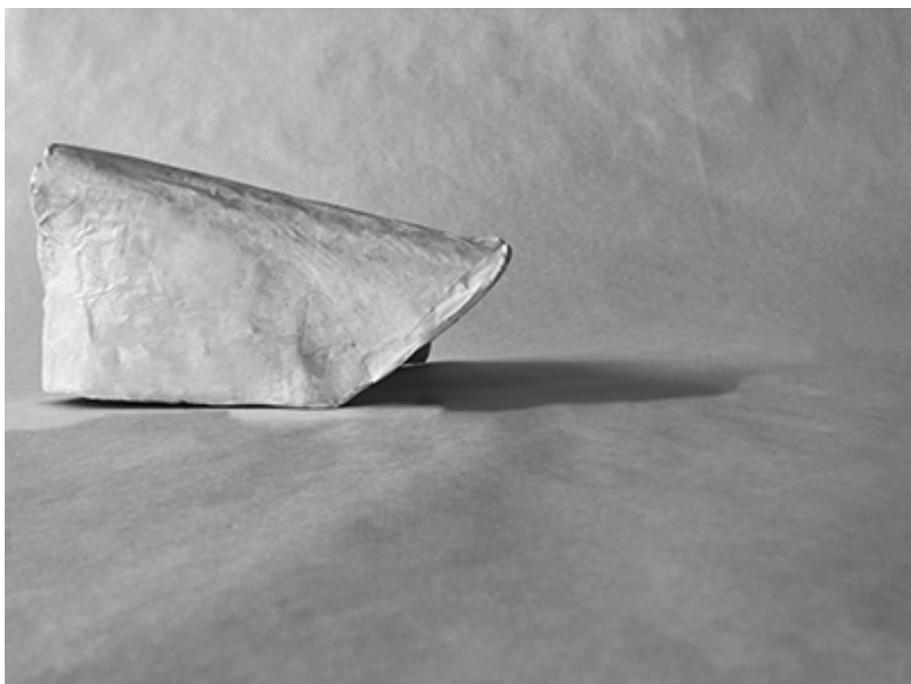




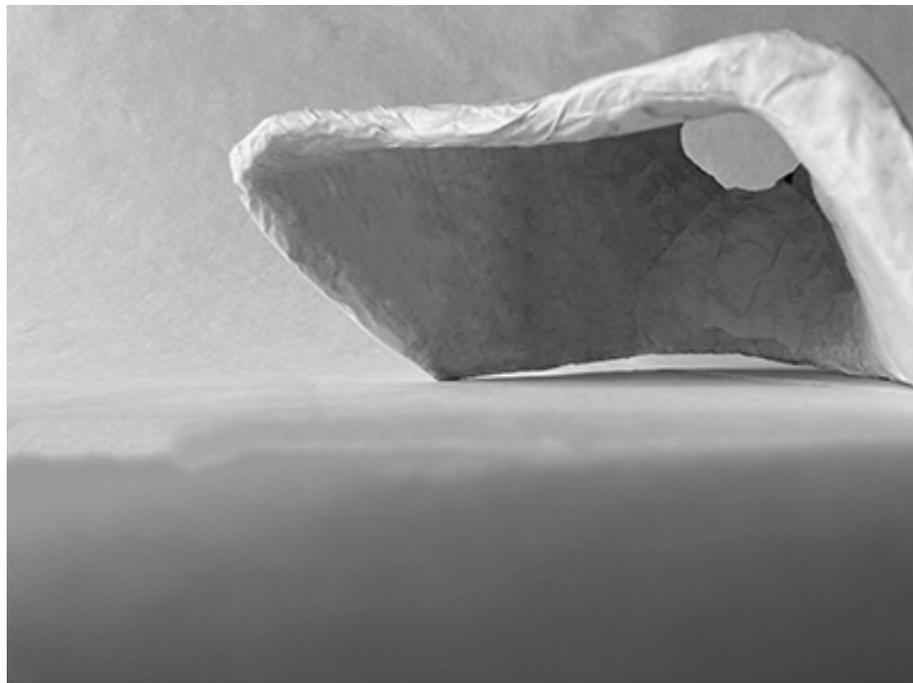








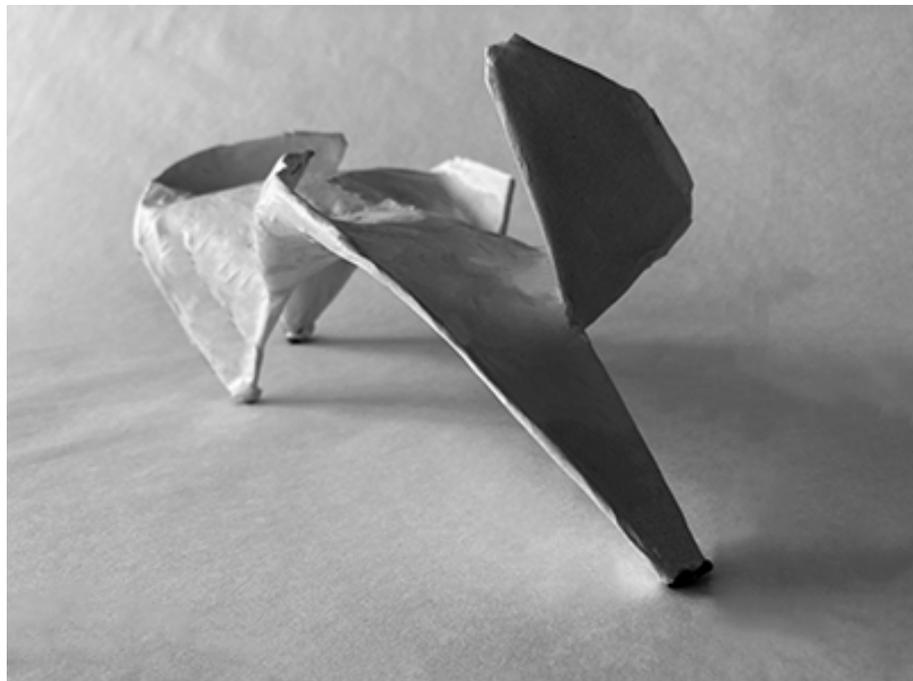












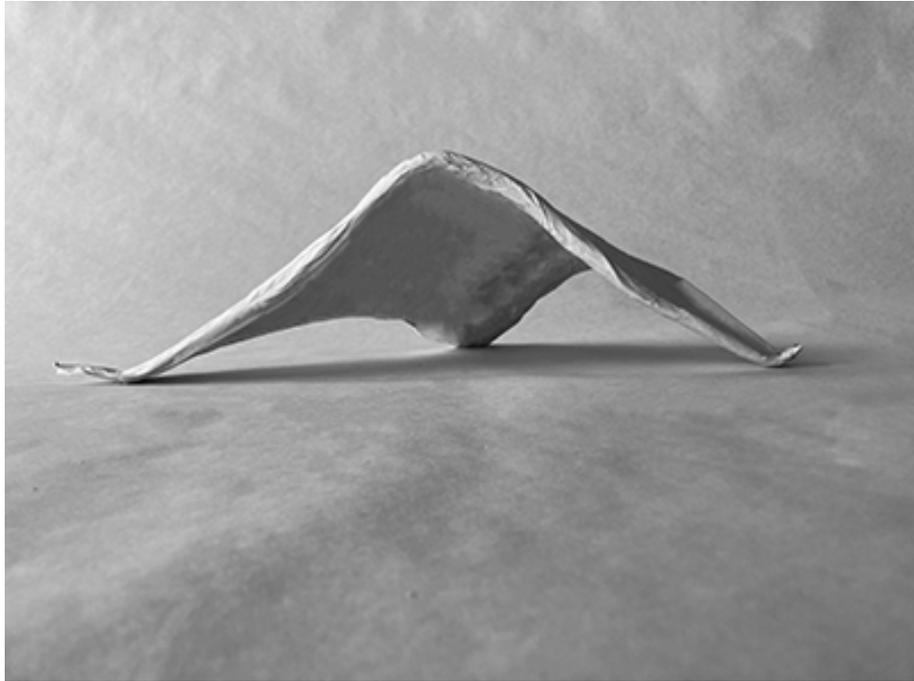


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist ausschließlich über die Onlinebibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available online at TU Wien's library



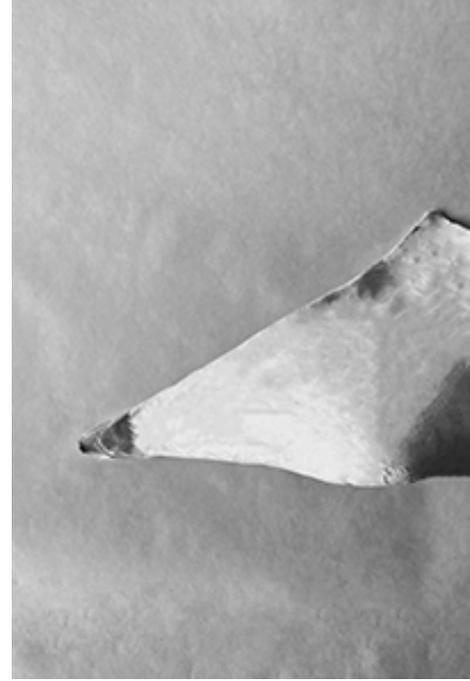
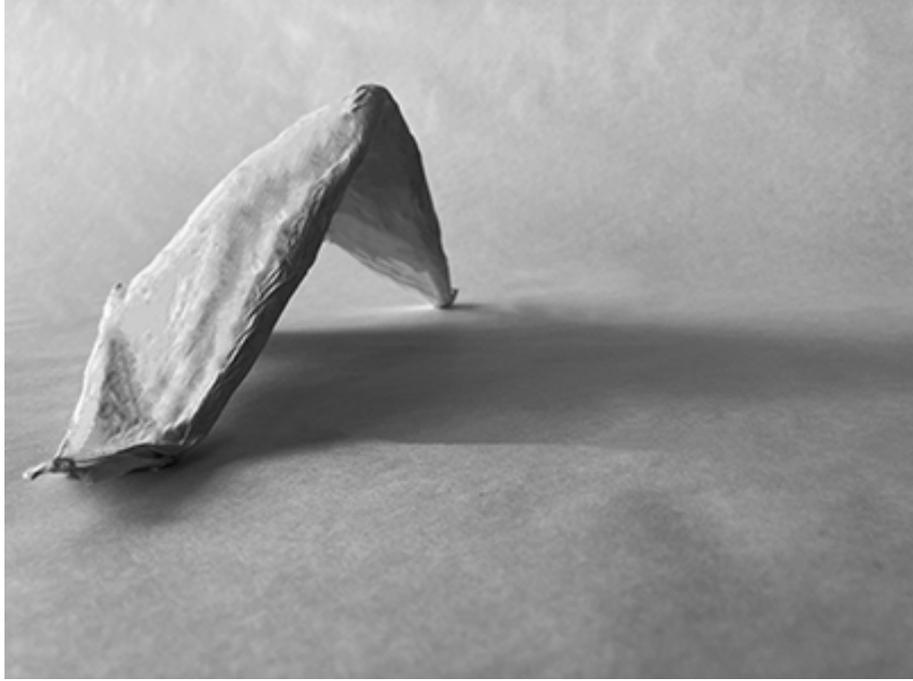




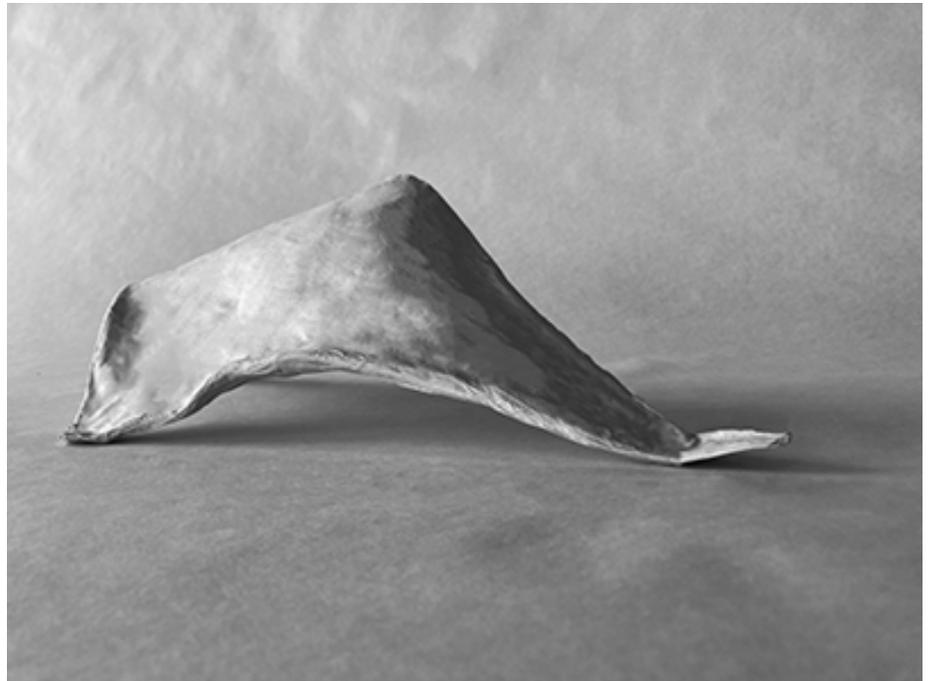




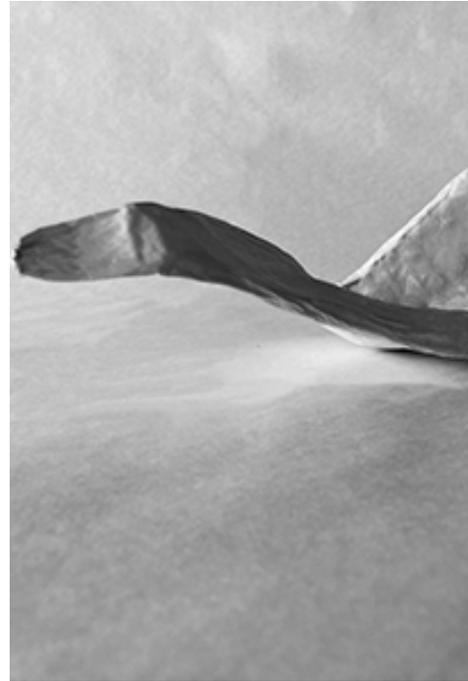
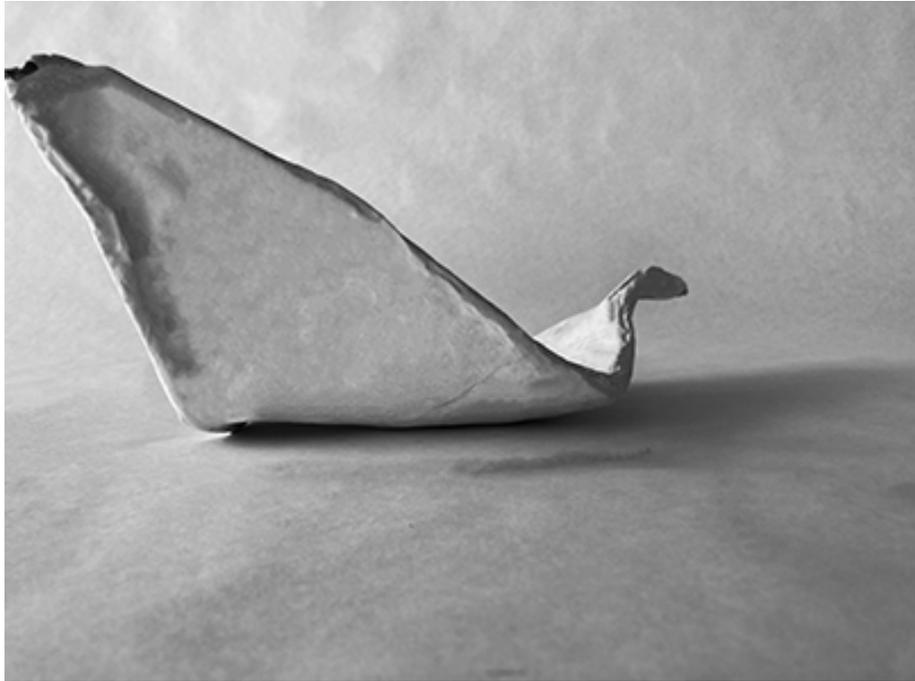
65 Modellfoto: Une hirondelle ne fait pas le printemps  
- Eine Schwalbe macht noch keinen Sommer



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.



66 Modellfotos: Une hirondelle ne fait pas le printemps  
- Eine Schwalbe macht noch keinen Sommer





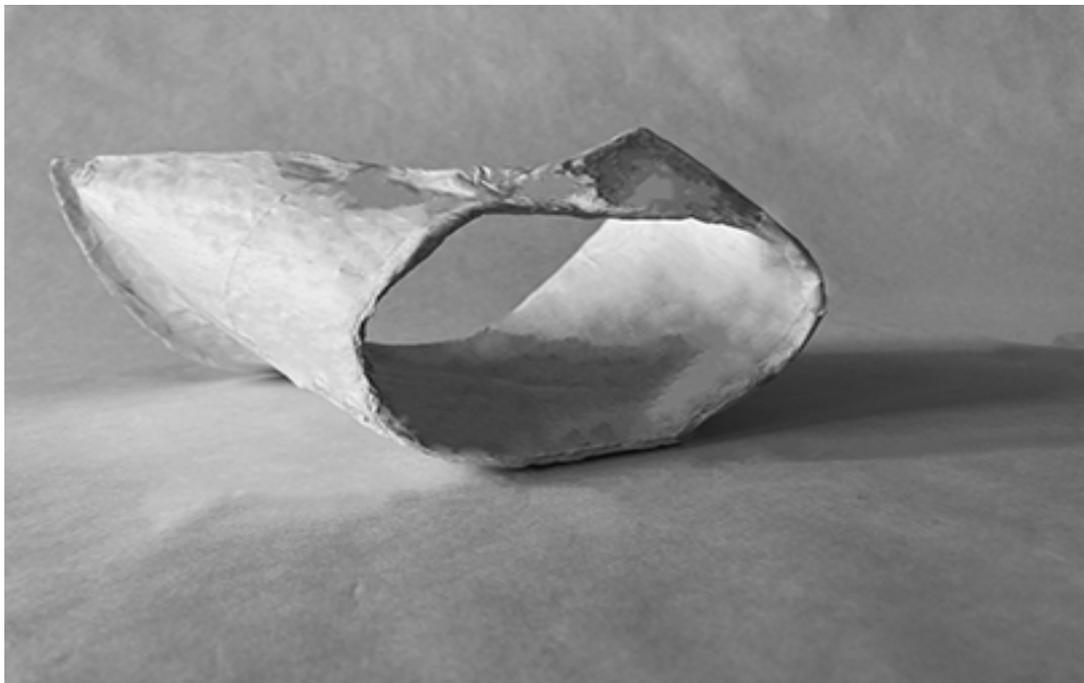
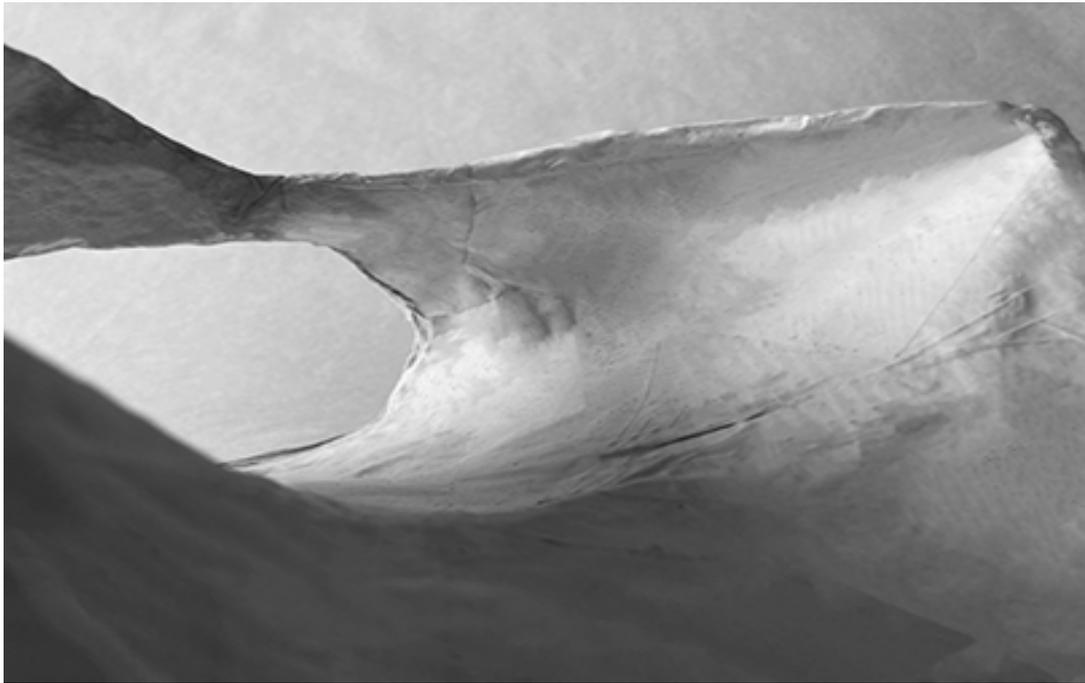












Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



# 4.2.3

## ***KOMBINIEREN DER EINZELNEN BAUSTOFFE ZUR HERSTELLUNG EINES PAPIERMACHÉVERBUND- BAUSTOFFS***



74 Lederüberzug



75 Erhitzen von Paraffin



76 Eintauchen der



Eiermachéschalen in Paraffin



77 Trocknende Paraffinschicht



78 Leder aufnähen



79 Aufnähen an den Kanten



80 Auftragen von Paraffin an den Nahtstellen



81 Wassertest auf Paraffinschale



82 Wassertest auf Paraffin-Lederschale

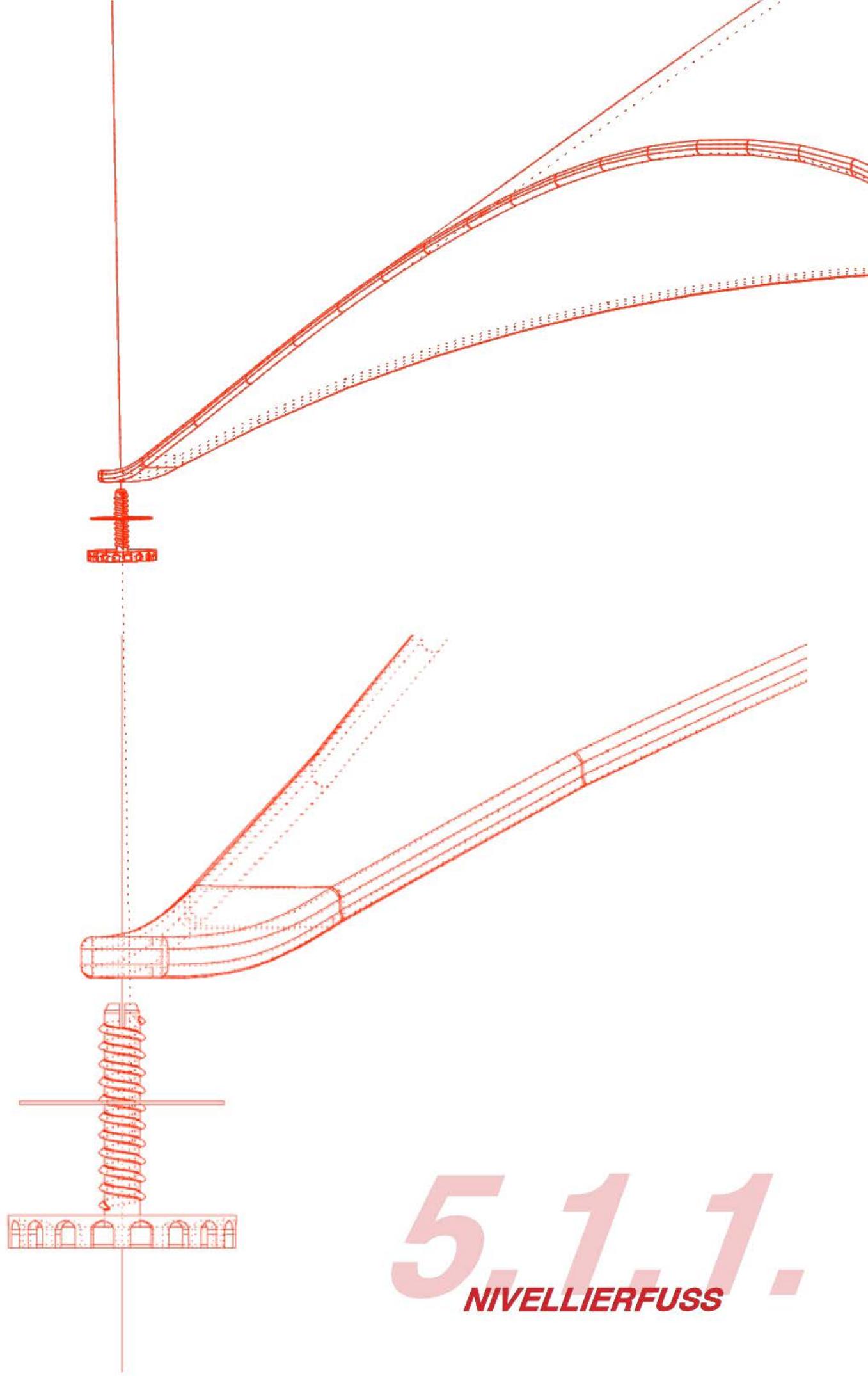
# 4.2.4.

## FEUCHTIGKEITSTEST

*“UN LÍQUIDO ES UN ESTADO DE LA MATERIA SIN UNA FORMA EN PARTICULAR. CAMBIA FÁCILMENTE Y SÓLO QUEDA DEFINIDO POR EL RECIPIENTE QUE LO CONTIENE. EL CUERPO HUMANO ES UN 70% AGUA.”<sup>21</sup>*

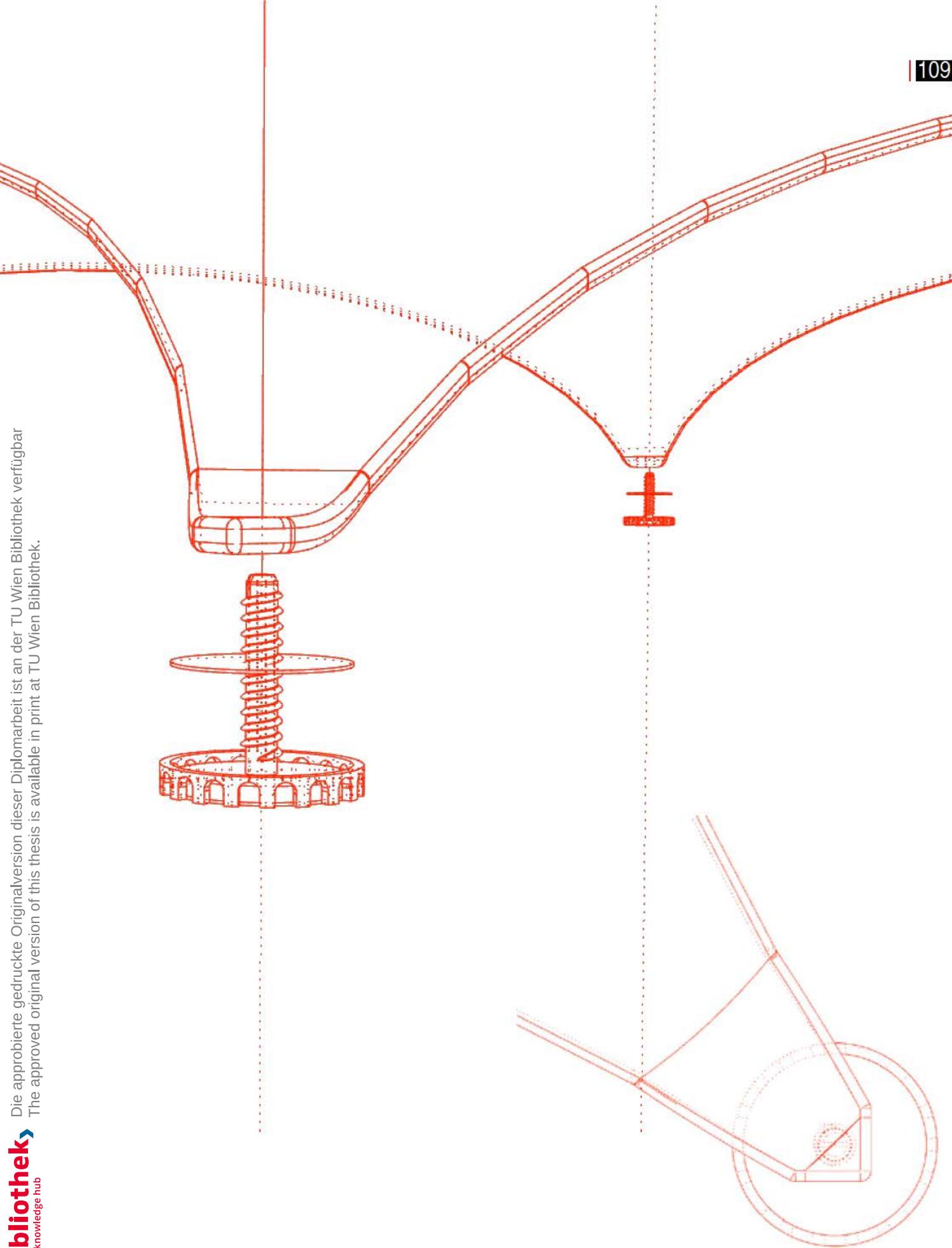
# 5 RESULTATE

*EINE FLÜSSIGKEIT IST EIN AGGREGAT-  
ZUSTAND OHNE BESONDERE FORM. ES  
ÄNDERT SICH LEICHT UND WIRD NUR  
DURCH DEN BEHÄLTER DEFINIERT, DER  
ES ENTHÄLT. DER MENSCHLICHE KÖRPER  
BESTEHT ZU 70 % AUS WASSER.*

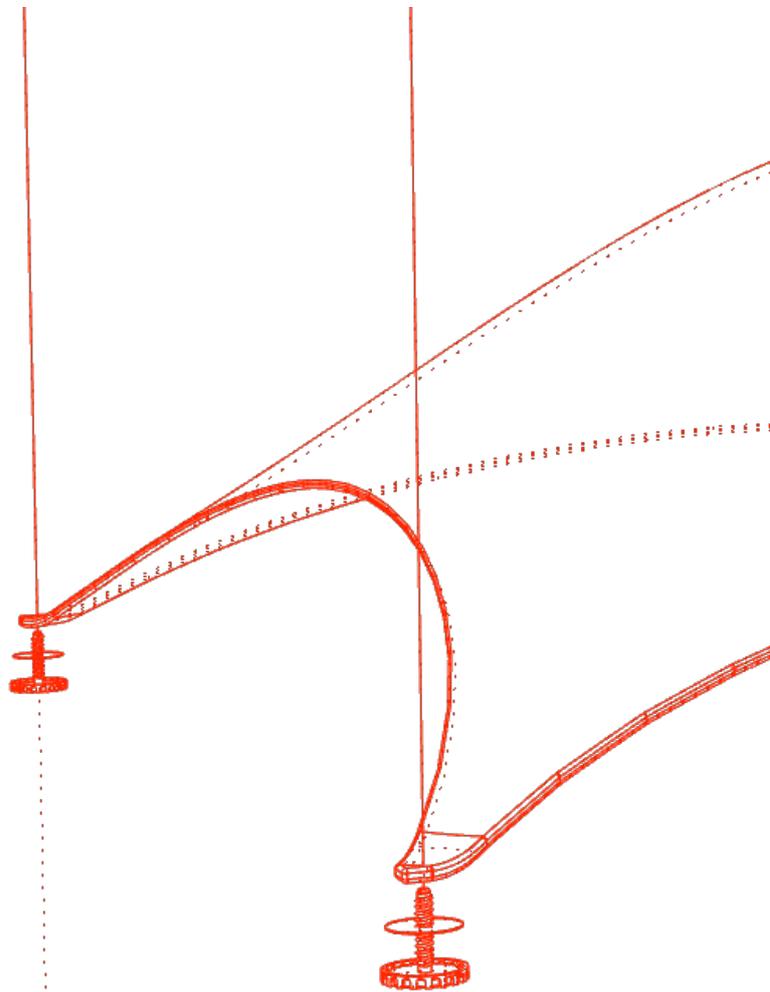
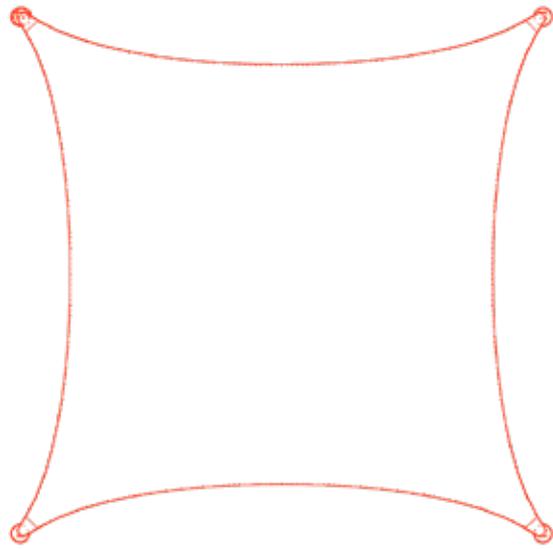


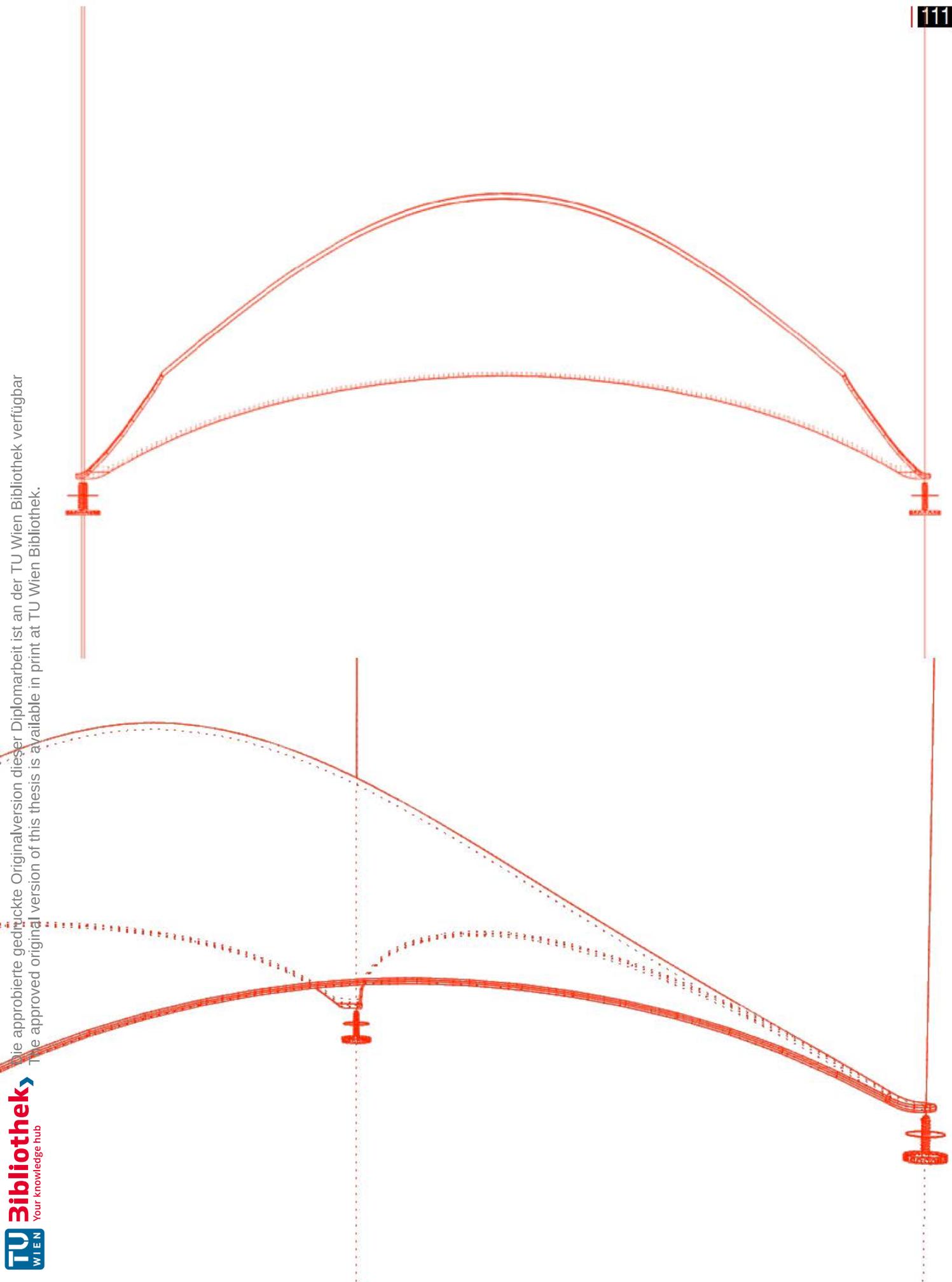
# 5.1.1.

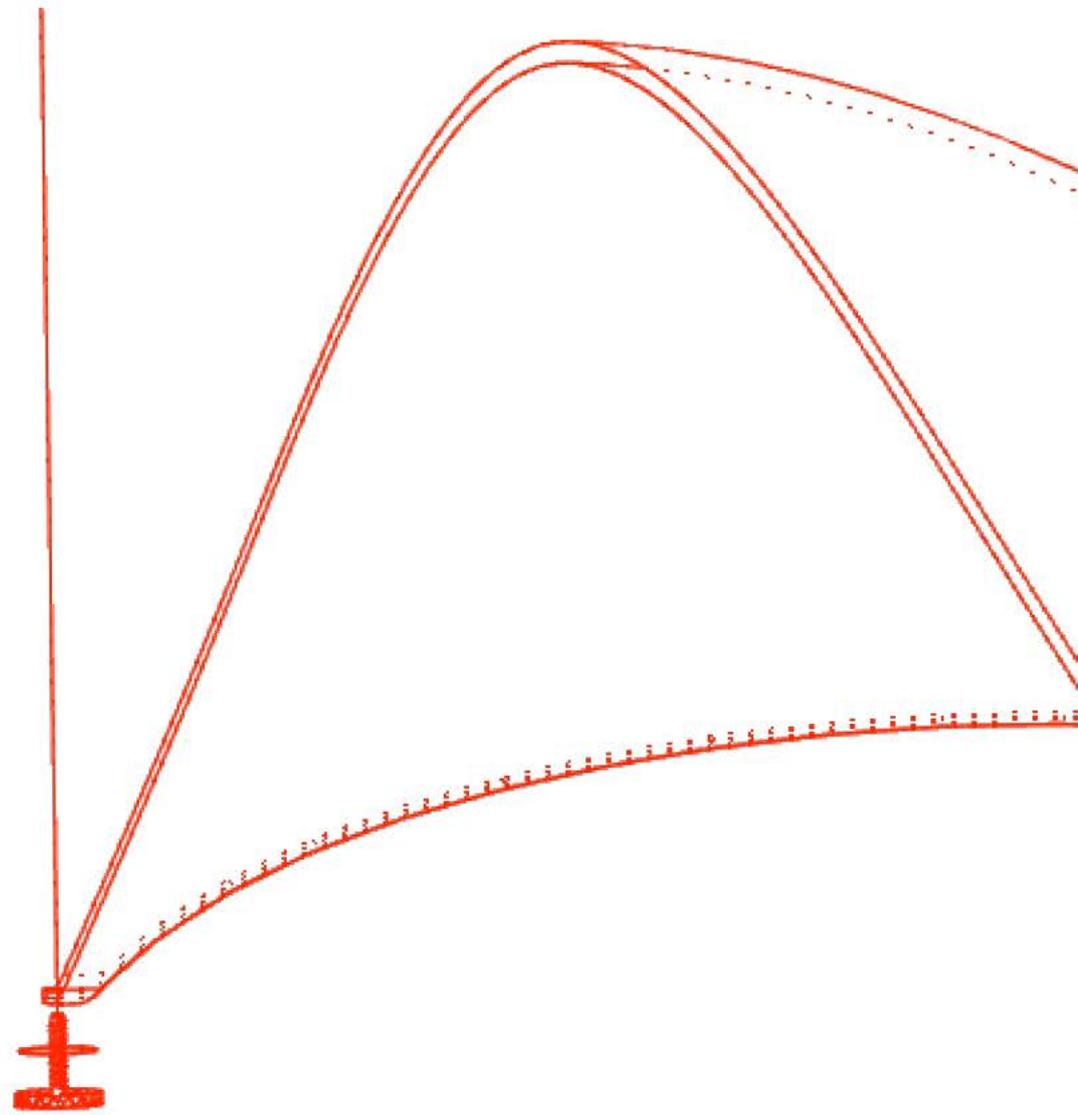
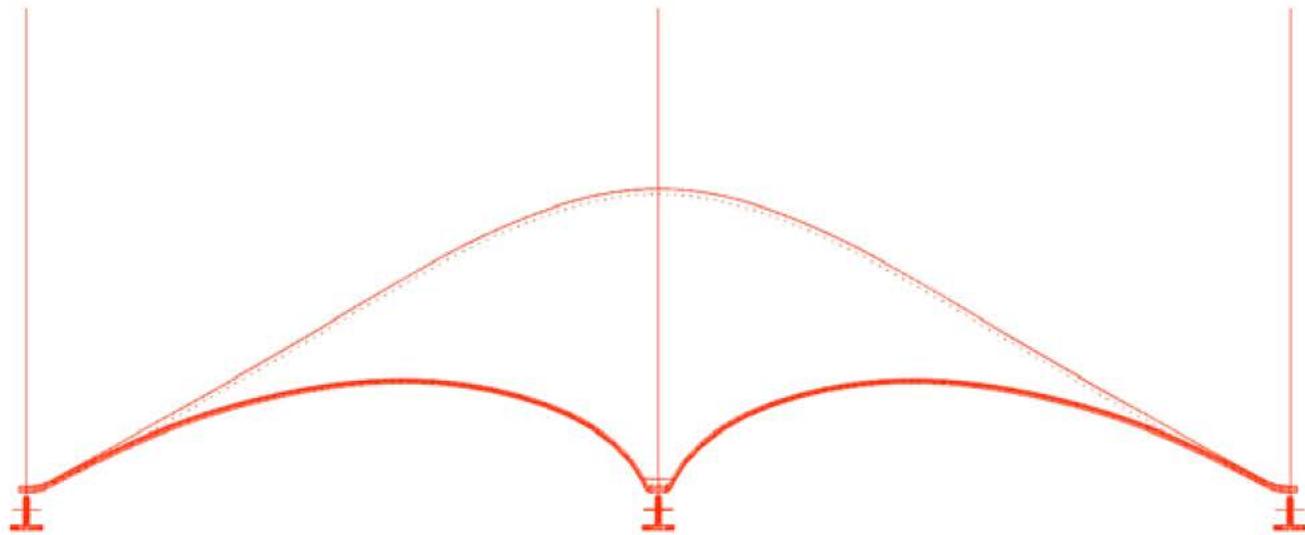
**NIVELLIERFUSS**

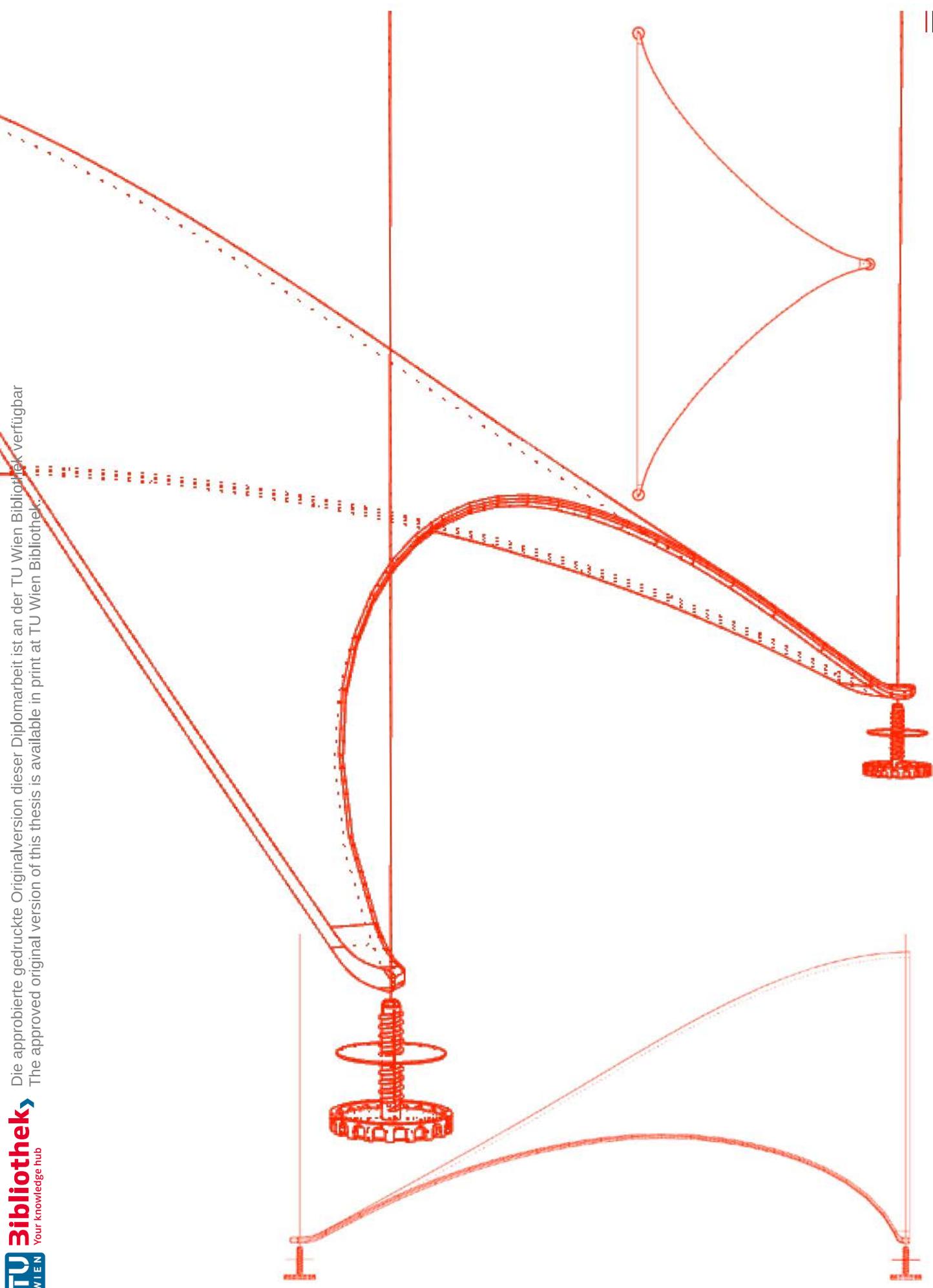


84 Catstep - Ansicht, Persepektive, Draufsicht

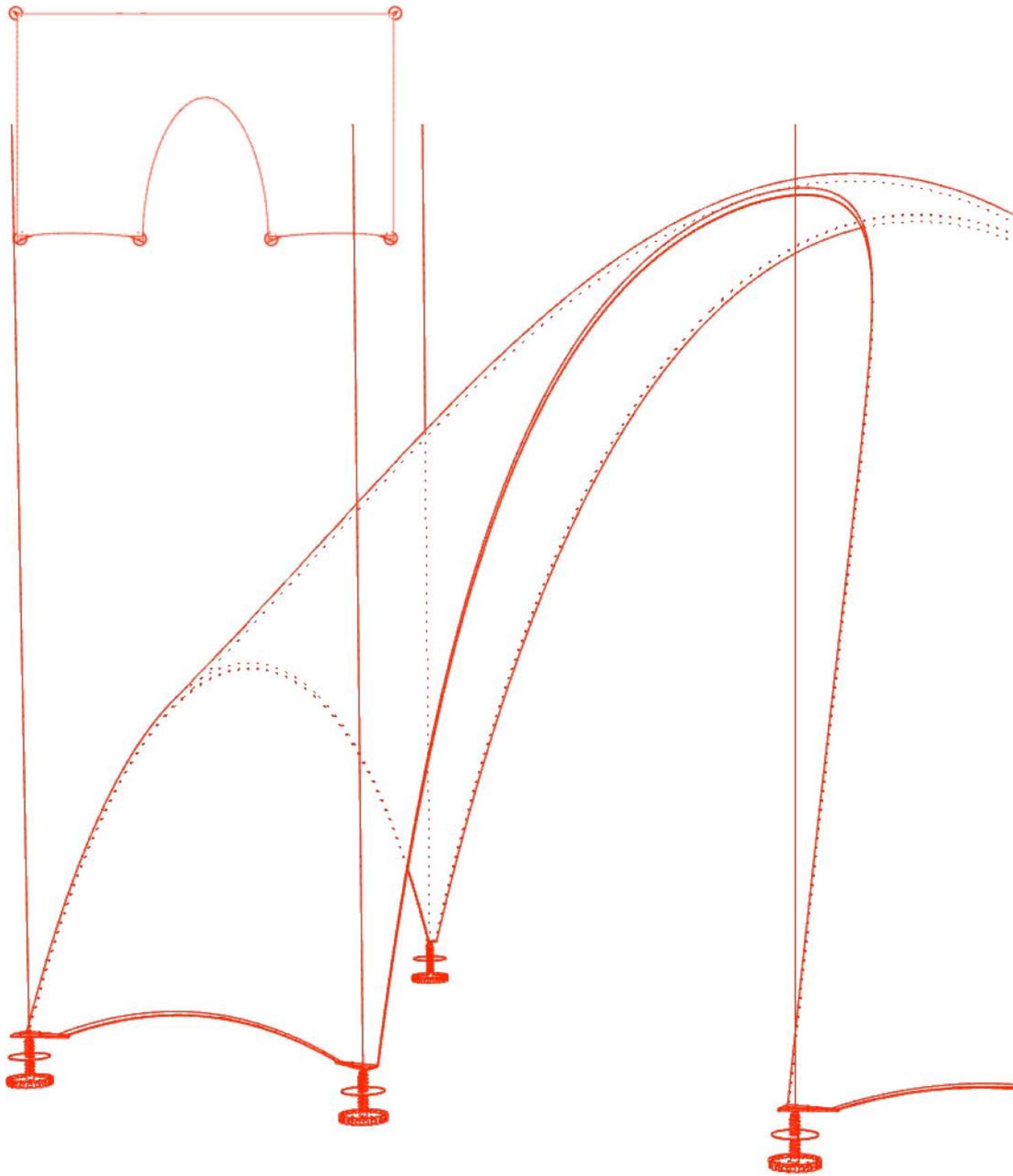


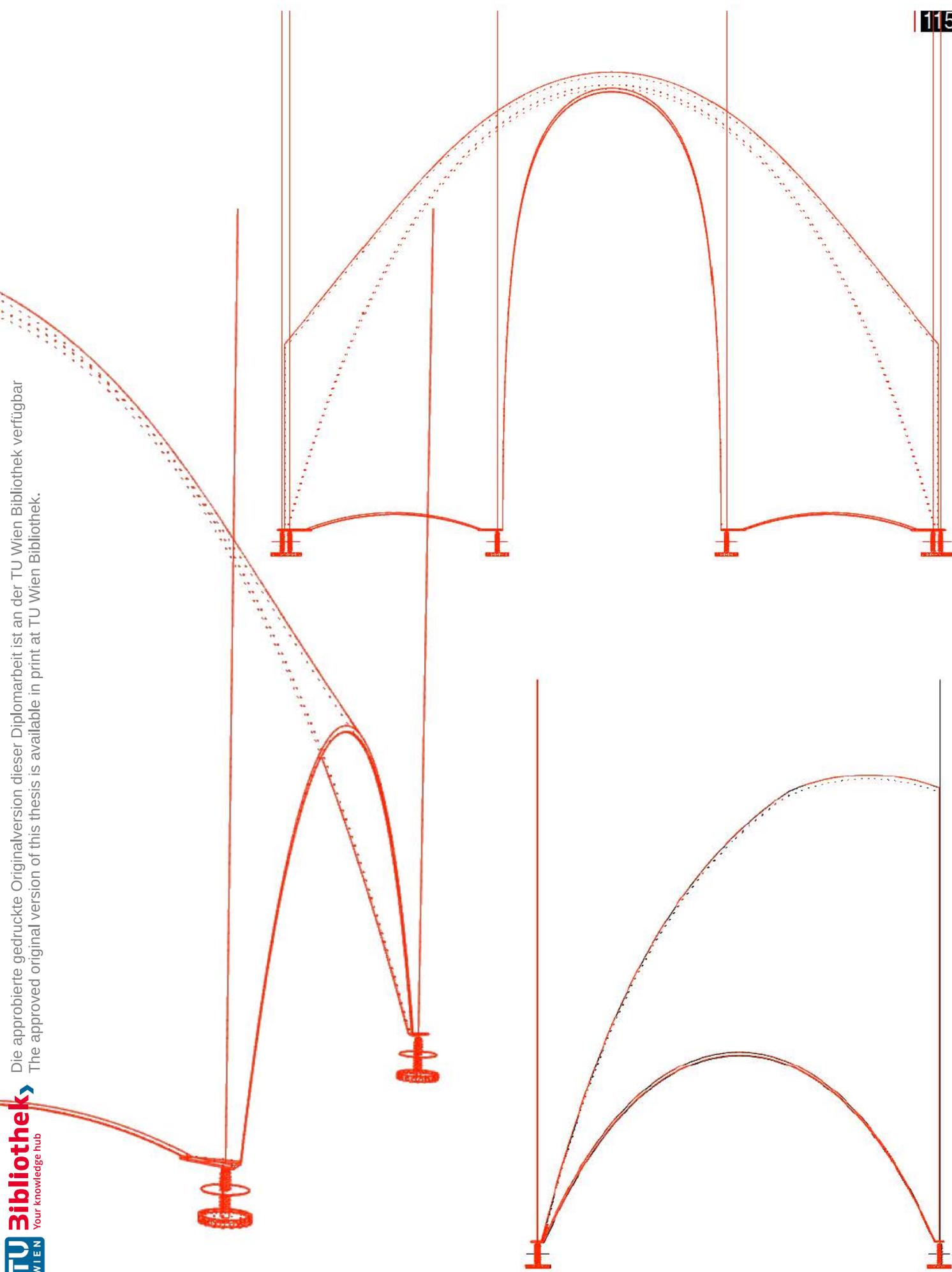




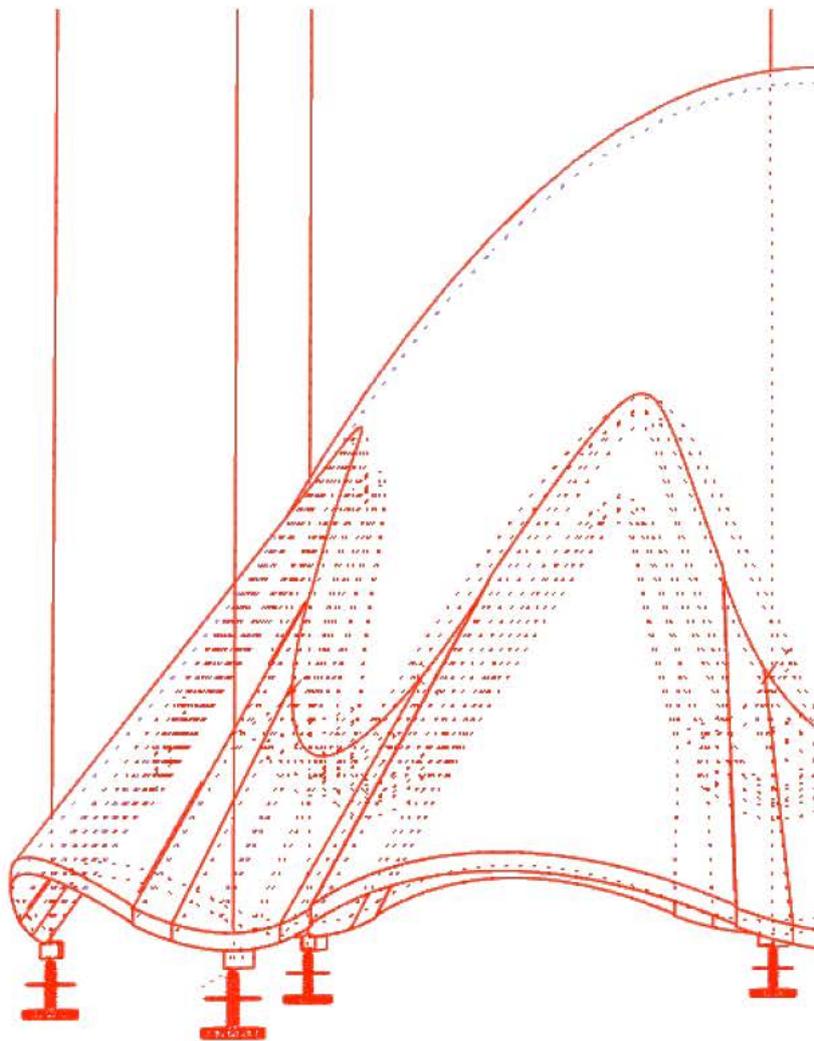
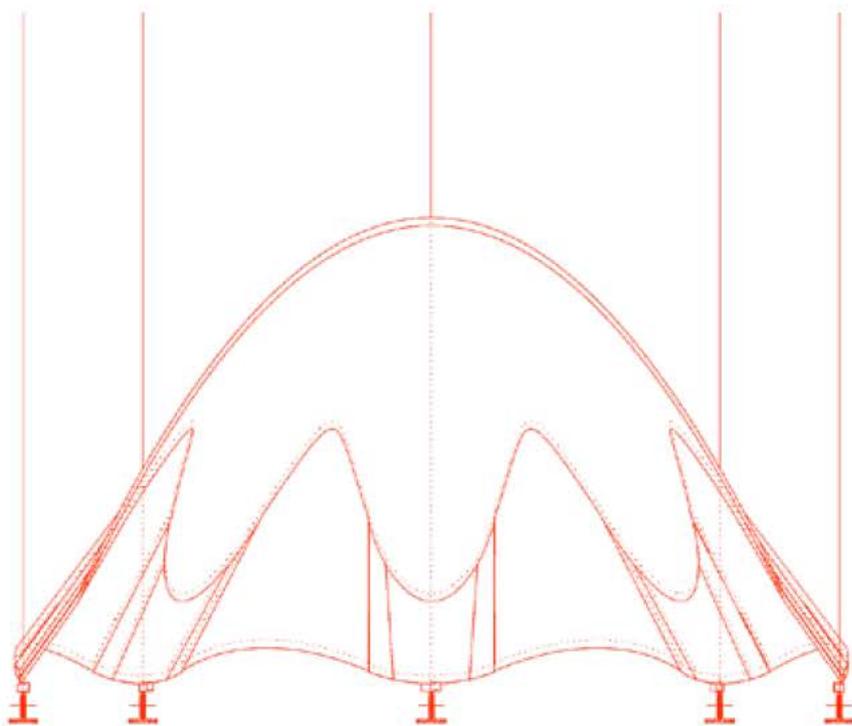


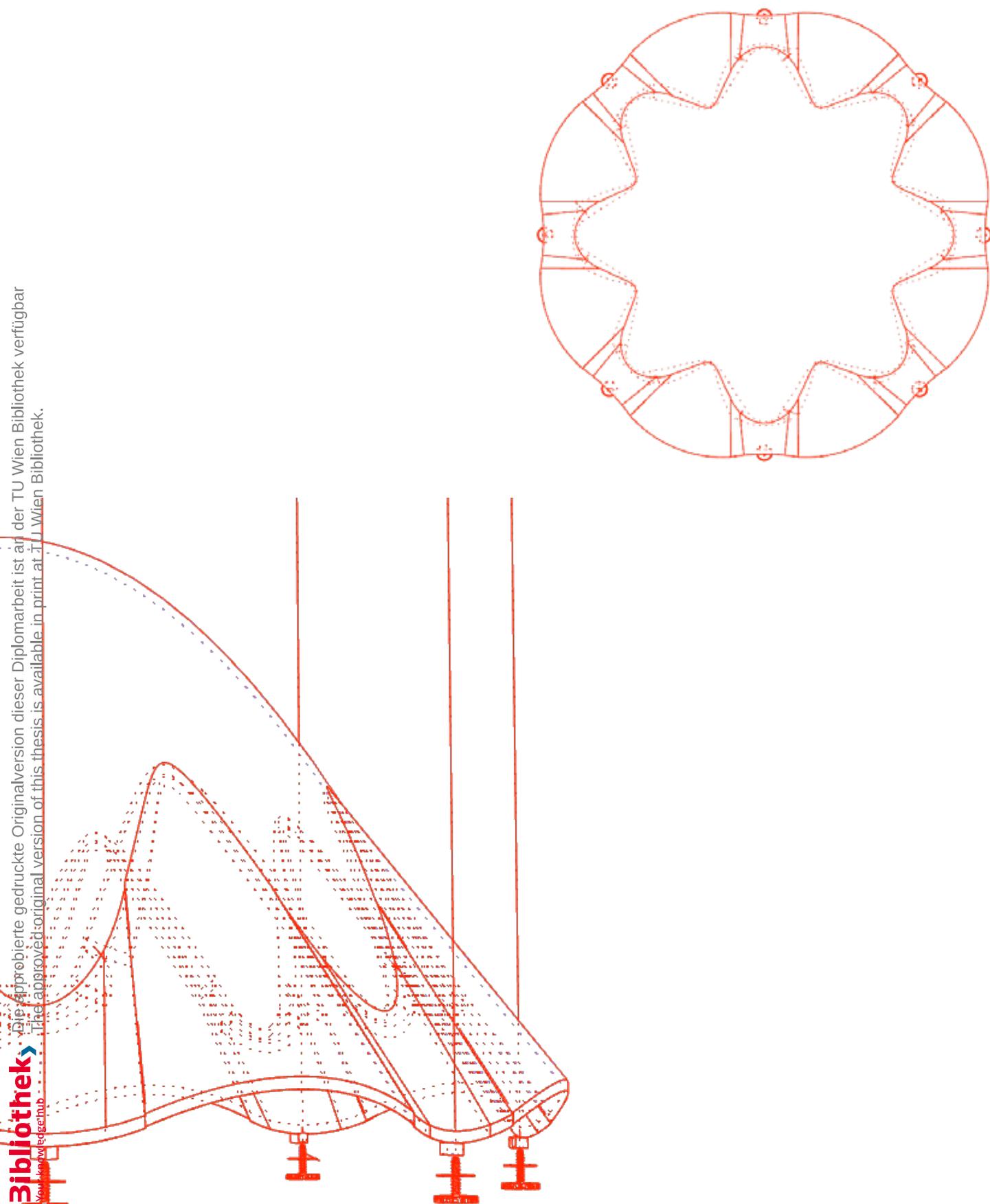
1 Une hirondelle ne fait pas le printemps: Ansicht1 + 2, Persepektive, Draufsicht





2 Klytaimnestra: Ansicht 1+2, Persepektive, Draufsicht





3 Manege: Perspektive, Draufsicht, Schnitt



Digitalisierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
This digitized printed 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.





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

Das Urheberrechtssymbol © ist an der TU Wien nicht verfügbar.  
This copyright symbol is not available at TU Wien.



Line	Abfahrt in Minuten
5 → Westbahnhof ↔	2
0 → Bruno-Häcker →	5

Nordbahnstraße  
Gruppenhaltestelle 348

WIENER LINIEN  
H105





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 Ergebnis dieser Arbeit ist die Fusion und Collage diverser Techniken und Lösungen diverser Planer aus der Bauwirtschaft und Handwerker.

Inspirierende Persönlichkeiten waren folgende: Heinz Isler, Felix Candela, Shigeru Ban, Piñateros, etc.

Die Ausgangsidee kam vom Piñatabau. Anders als bei einer Piñata haben wir hier vor ein Objekt zu bauen, das möglichst langlebig ist und einen architektonischen Nutzen für den Menschen darstellt.

Eine Piñata hingegen hat zunächst auf einer Geburtstagsfeier einen dekorativen Charakter. Im Anschluss wird die mit Süßigkeiten, Konfetti und Spielsachen befüllte Papiermachéfigur von Kindern mit einem Stock zerstört, damit die Füllung aufgesammelt wird.

Unser Objekt wird nicht befüllt.

Wir erstellen ein Verbundmaterial.

Es ist auch nicht das primäre Ziel dieses Objekt zu zerstören.

Dennoch gilt das Handwerk der Piñateros als inspirierende erste Quelle, dessen Technik wir mit der Technik der Hängemodelle von Heinz Isler kombiniert haben.

Der Bauingenieur erstellte diverse Experimente mit erstarrten, hängenden Stoffen, die er nur noch zu stehenden Schalen umdrehte.

Genauso wie Heinz Isler erstellte ich zahlreiche Prototypen unterschiedlichster Formen.

Er beplante seine Tücher nicht, da diese nur Arbeitsmodelle für seine späteren Betonschalen wurden. Wir verwenden die Tücher allerdings als verlorene Schalung. Für die Papiermachéform brauchen wir zunächst ein Gerüst. Die hängenden Tücher übernehmen diese Funktion. Nachdem wir sie voll mit Papier eindecken, erhärten diese ebenfalls. Allerdings wollen wir unser 1:1 Modell genauso wie die Arbeitsmodelle aus Papiermaché mit der verlorenen Schalung umsetzen.

Wenn man so will handelt es sich bei der 1:1 Umsetzung, um einen überdimensionierten Prototypen. Im Vergleich zu Heinz Isler und Felix Candelas Betonschalen bauen wir keine weitere Schalung aus Holz, um den Beton darüber zu verteilen. Ein großer Stoff dient uns als Schalung.

Heinz Isler hat sich dem Schalenbau aus Sicht eines Bauingenieurs gewidmet. Sein Ziel war es ein hochleistungsfähiges, dreidimensionales und dünnes Tragwerk mit statisch-konstruktiven Ansprüchen zu entwickeln.

Für unseren Entwurf sind diese Erkenntnisse praktische und positive Begleitumstände.

Der Grund für die Versuche mittels Hängemodelle war die Suche nach der ideellen Form, die Wasser natürlicherweise von unserem Objekt abfließen lässt. Die umgedrehten Hängemodelle sind immer geneigt. Das Wasser fließt über die Fußpunkte ab, gen Grund.

Stehendes Wasser auf einer planaren Fläche wird dadurch vermieden. Dies ist für Heinz Islers Betonschalen zum Vorteil, als auch für unsere Papiermachéschalen.

Der spanische Architekt Felix Candela hingegen baute leichte Schalen hauptsächlich aus ästhetischen Gründen.

Ästhetik ist auch für uns relevant. Allerdings ist sie nicht unser primäres Ziel. Sie ist ein Nebeneffekt, der aber eher aus dem Umstand resultiert, dass wir ein architektonisches Werk aus Papier und mittels Handarbeit erstellen.

Die fehlende Perfektion wird in voller Absicht als ausdrucksstarkes Stilmittel ausgetragen, sodass der Rohbau aus Papiermaché einer bildhauerischen Arbeit erinnert, das womöglich der "Technik" des "Nonfinito" ähnelt.

Diese Imperfektionen werden in den nächsten Schritten nicht mehr so sichtbar sein, da im Anschluss nicht nur durch Formfindung, sondern auch durch die Kombination mit anderen Materialien das Papiermaché geschützt wird.

Shigeru Ban war dafür als auch für andere Ziele eine wesentliche Referenz für dieses Projekt. Er ist bekannt geworden für das Bauen mit recycelten Kartonröhren, die er in Paraffin eintaucht.

Viele seiner Arbeiten weltweit sind temporäre, humanitäre Bauten, die er Opfer von Naturkatastrophen und Kriegen widmet. Dadurch dass seine Bauten preiswert, schnell und einfach aufbaubar sind, teile ich diese Ansichten.

In meinem Entwurf geht es genauso wie bei ihm, um die Wiederverwertung von Papier. Der Entwurf sollte so kostengünstig wie möglich sein.

Der ursprüngliche Gedanke des Entwurfs der Papiermachéschale verfolgte, wie in der Einleitung erwähnt, eine überdimensionierte Piñata als Dach für eine Familie, die informell auf dem Flachdach einer Apotheke lebt und sich dort mit recycelten Elementen eine Behausung geschaffen hatte. Wenn man so lebt, fehlen einem die finanziellen Mittel für eine Wohnung oder ein Haus. Es fehlen einem aber auch die Mittel, um informell das Haus baulich in die Höhe zu erweitern.

Mein Gedanke aus der Kindheit verfolgte einen ähnlichen Gedanken wie Shigeru Bans Ansichten. Wie kann ich mit den einfachsten Mitteln, preiswert mein Zuhause erweitern, schützen oder angenehmer gestalten - wenn auch nur temporär, bis die Umstände sich ändern?

Die entwickelte Papiermachéschale soll aber nicht nur einen humanitären Sinn verfolgen. Sie könnte jedweder temporärer Nutzung zu Teil werden. Um ein paar Ideen zu nennen:

Messestand, Überdachung für Archäologen über einer Fundstelle, Pavillon, Umkleidekabine, Flüchtlingsunterkünfte, Baustellenbüros, Sonnenschutz über ein Buffet, Alternative zu Zelt z.B. für Events, wie Hochzeiten, Festivals, etc., Überdachung vor einer Schule für den Unterricht im Freien, Bar oder Cafe im Freien, Kiosk, Warteraum z.B. vor einer Bushaltestelle, Zirkus, überdachter Tanzsaal im Freien, überdachter öffentlicher Sporttreff, überdachte Picknickzone, schattenspendende Zone im öffentlichen Raum, Überdachung für Freiluftunterricht u.v.m.

Shigeru Ban hat aber seine Papprohren vorfabrizieren lassen. Dies ist mit meiner Struktur nicht der Fall. Hier wird vor Ort gebaut. Jeder muss mit anpacken. Man sollte dennoch nicht unterschätzen, welche Wertschätzung dem Endprodukt beigemessen wird, wenn jeder Nutzer am Bau beteiligt war.

Abschließend wollte ich auf die Synergien eines Handwerks der Piñateros mit dem architektonisch, experimentellen Modellbau verbinden und mir selber beweisen, dass man mit Papiermaché auch Architektur schaffen kann. Vielleicht hatte Shigeru Ban zu Beginn seiner Karriere eine ähnliche Motivation - nur mit Papprohren.

*“Architects are not building temporary housing because we are too busy building for the privileged people... I am not saying I am against building monuments, but I think we can work more for the public” - Shigeru Ban<sup>21</sup>*

## 6 BEWERTUNG

Der Grundgedanke dieser Arbeit war es eine überdimensionierte Piñata zu bauen, die schlussendlich einen architektonischen Nutzen für Menschen nach sich zieht.

Der wesentliche Werkstoff ist hierbei Papiermaché, das mittels der Kaschieretechnik hergestellt wird. Da dieser Werkstoff, der nach Fertigstellung eine dreidimensionale, formstabile Struktur darstellt, in Kontakt mit Wasser seine Form verliert und instabil wird, befasste ich mich in dieser Arbeit besonders intensiv mit einer Lösung diesen Werkstoff vor Wasser zu schützen. Dabei wendete ich Heinz Islers Technik der Hängemodelle an. Erweiternd, beplankte ich Stoffe mit Papier. Die resultierenden Papiermachéformen werden - analog zu Shigeru Bans Paper Logs - in Paraffin getaucht. Diese Versiegelung dürfte genügen, um das Objekt gänzlich vor Wasser zu schützen. Eine weitere aufgenähte Lederschicht verleiht dem Objekt eine letzte schützende, aber auch veredelnde Schicht. Die Objekte werden durch den Einsatz von Nivellierfüßen erhöht.

Sehr wichtig war mir bei dieser Arbeit, mit minimalen finanziellen Aufwand - möglichst aus wiederverwerteten Materialien - zu bauen und dass ein solcher Bau auch für Menschen reproduzierbar ist, die nicht unbedingt "vom Fach" im Bauwesen sind. Schließlich ist Papiermaché allgemein Vielen weltweit ein Begriff. Viele wissen wie man es herstellt. Das Know-How muss man kaum erklären. Das notwendige Werkzeug zur Herstellung dürfte jeder zu Hause haben. Man braucht zur Umsetzung keinen ausserordentlichen Kraftaufwand. Man muss den Werkstoff nur noch schützen, nachdem man sich für eine beliebige Form entschieden hat. Da es sich auch bei der 1:1 Umsetzung um ein umgekehrtes Hängemodell handelt, das Objekt per Handarbeit erstellt wird und da Papiermaché schwindet, wird jedes Objekt ein Unikat.

Das Ergebnis sind Papiermachéschalen, die als einfaches, primäres "Dach über den Kopf" dienen können und in kürzester Zeit mit bloßen Händen erstellt werden können.

Zudem wird die Papiermachéüberdachung sehr leicht sein. Das wird ein immenser Vorteil sein, wenn es darum geht, die Schale zu deplazieren.

Ich habe bereits sehr viel Erfahrung mit Papiermachépinatas. Neu war mir aber die Hängemodelltechnik. Ich war begeistert wie einfach und praktisch die Umsetzung der Modelle damit ist und wie praktisch die Lösung ist, um eine Form zu finden, an der von Natur aus Wasser abfließt. Erst nachdem die Arbeitsmodelle mittels dieser Technik erstellt worden sind, stellte sich zufälligerweise heraus dass diese Schalen sich mit der spanischen Ethymologie aus dem Hebräischen für Casa (dt. Haus) als "Überdachung" laut Sebastián de Covarrubias deckt.

Sehr oft wurde ich im Laufe des Modellbauens für diese Arbeit gefragt: Was bastelst du denn? Als ich in der Küche den Kleister angerührt habe wurde ich gefragt: Machst du Palatschinken? Papiermaché wird heute weder im Bauwesen, noch beim Modellbau verwendet. Es hat den Ruf des "billigen Ersatzes", des "billigen Surrogats" für "echte" Materialien.

Dabei schwebt mir eine vergleichende Situation aus dem Supermarkt an der Käse-, Fleisch- und Wursttheke vor. Hinter der Theke stehen zwei Personen mit Schürzen. Ein Herr, der die Messer wetzt, um das Fleisch zu schneiden und eine Dame, die Käsescheiben für eine Jause vorbereitet. Als ich den Herrn um Käsescheiben bat, verwies er mich auf die Kollegin, die noch beschäftigt war und teilte mir mit, dass er nur für das Fleisch zuständig sei.

Vergleichend zum Bauwesen sind Beton, Ziegel, Stahl und Holz im Bauwesen also nur das "wahre" Baumaterial - wie das Fleisch bei der Theke vom Supermarkt? Alternative Materialien sind also minderwertiger und keiner Beachtung würdig, um als Baumaterial eingesetzt zu werden?

Davon bin ich nicht überzeugt.

Das "wahre" Baumaterial gibt es für mich nicht. Experimentieren mit alternativen Materialien, alternativen Methoden und alternativen Werten bedeutet auf Höhe der Zeit zu sein.

De facto könnte man die entwickelten Schalen auch mit anderen Materialien beplanken. Schließlich ist Paraffin nicht die einzige, noch die beste Lösung.

Gleichzeitig ist Papiermaché keine neuartige Erfindung. Teilweise wurde dieses Material im Laufe der Geschichte durch Kunststoff verdrängt und mit dem Beinamen "Surrogat" diffamiert.

Papier gilt als konnotationsfrei, Papiermaché hingegen nicht. Teilweise wurde auch ich während der Erstellung meiner Diplomarbeit gegen diese Konnotation des "minderwertigen Surrogats" verwiesen.

Man sollte mehr Einsatzgebiete dieses Werkstoffs im Bauwesen in Augenschein nehmen.

Vielleicht auch, um Alternativen zu Kunststoffen zu schaffen.

Diese Arbeit ist dennoch nur ein Denkanstoß.

Ich begrüße hiermit jeden, der allerlei Materialien vorurteilsfrei und kritisch sieht, diese Ideen teilt und mit anderen Herangehensweisen und Ideen Papiermaché im Bauwesen einsetzen möchte.

Im Laufe dieser Arbeit, habe ich verzweifelt nach Möglichkeiten gesucht, um meinen Entwurf besonders nachhaltig zu gestalten und dass die Einzelbestandteile voneinander trennbar sind. Dies erwies sich als sehr schwer, da die meisten Produkte für die wasserabweisende Schicht im Bauwesen auf Erdölbasis sind oder immens teuer sind. Alternativen sind noch in der Entwicklung. Erweiternd könnte man sich überlegen, wie man eine dämmende Schicht gestaltet, welche alternativen Materialien man als wasserabweisende Schicht verwenden könnte, wie man sonst die Oberfläche veredeln könnte. Weiters wären besonders Druckversuche auf den Schalen interessant, da laut Heinz Isler auf der Schale hauptsächlich Druckkräfte wirken. Überlegungen zum Brandschutz dieser Objekte wären ebenfalls noch komplementierend.

Wie bereits erwähnt bedeutet "Papel" auf Spanisch Papier. Der Begriff wird aber auch als Ausdruck für "die Rolle, die etwas einnimmt" verwendet.

Welche Rolle steht wohl für Papier oder Papiermaché erweiternd oder alternativ im Bauwesen in Aussicht?

Ich werde dies jedenfalls - dank dieser Arbeit - gespannt in Zukunft mitverfolgen.

## 7 CONCLUSIO





## 8 VERZEICHNISSE

**ABBILDUNGSVERZEICHNIS****1 Vierpunktgelagerte Schale,**

C. Würmseher, 2021, Modelfoto + Illustrator

**2 Lima, Peru und das Einschlagen auf eine Piñata,**

C. Würmseher, 2022, Handskizze + Photoshop

**3 Eine Straße in Lima, Peru,**

Victoria Soraya Mendoza Godoy, 1998, Photo-shop

**4 Die Tradition der Piñatas auf einem Kindergeburtstag,**[https://mediateca.inah.gob.mx/islandora\\_74/islandora/object/fotografia:179271](https://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/fotografia:179271), Casasola, ca.1950, Photoshop**5 Eine Szene aus der Serie "La Casa de Papel",**[https://www.antena3.com/series/casa-de-papel/mejores-momentos/el-profesor-a-raquel-has-sido-la-unica-fisura-de-un-plan-perfecto\\_201711235a17497e0cf232e79ce6b720.html](https://www.antena3.com/series/casa-de-papel/mejores-momentos/el-profesor-a-raquel-has-sido-la-unica-fisura-de-un-plan-perfecto_201711235a17497e0cf232e79ce6b720.html), Álex Pina, 2017- 2021, Photoshop**6 Zerrissenes Papier,**

C. Würmseher, 2021, Foto

**7 Papier vs. Papiermaché**

C. Würmseher, 2021, Foto + Photoshop

**8 Shōji im traditionel japanischen Haus,**<https://deavita.com/wohnen/traumhauser/ein-familienhaus-mit-holzfassade-shoji-turen.html>, o.A., 2014, , Photoshop**9 Paper Log House in Kobe, Shigeru Ban,**<https://divisare.com/projects/341159-shigeru-ban-architects-brett-boardman-the-inventive-work-of-shigeru-ban>, Brett Boardman, 2017, Photoshop**10 PH22 Papierblockhaus, Dratz & Dratz Architekten,**<https://www.dratz-architekten.de/projekte-phz2.html>, Tomas Riehle, o.J., Photoshop**11 Häuser, die aus Wellpappe gewickelt werden, Fiction Factory,**<https://www.baublatt.ch/baupraxis/wikkel-house-ein-gewickeltes-oeko-haus-aus-karton-26990>, Yvonne Witte, o.J., Photoshop**12 Wie schütze ich eine architektonisch nutzbare, überdimensionierte Piñata aus Papiermaché vor Feuchtigkeit? -****Piñata mit dem Durchmesser von 3m, begehbar**  
C. Würmseher, 2022, Foto einer eigen gebauten Piñata + Photoshop,<https://www.serietotaal.nl/nieuws/12622/la-casa-de-papel-dit-is-hoe-de-chte-kluis-werkt>, Álex Pina, 2017- 2021, Photoshop**13 Hänge- und Umkehrversuche,**

C. Würmseher, 2021, Foto + Photoshop

**14 Papiermaché, Textur,**

C. Würmseher, 2021, Modelfoto + Photoshop

**15 Benötigtes Werkzeug,**

C. Würmseher, 2021, Foto + Photoshop

**16 Alebrijewerkstatt, Mexiko,**[http://spanish.xinhuanet.com/2018-10/17/c\\_137537334.htm](http://spanish.xinhuanet.com/2018-10/17/c_137537334.htm), o.A., o.J., Photoshop**17 Papiermachéwerkstatt des Designers Domingos Totorá, Brasilien,**<https://abreu.digital/das-montanhas-de-minas-para-o-mundo/>, o.A., o.J., Photoshop**18 Die Maske der Pulcinella aus "la carta pesta",**<http://www.naporama.it/pixel/index.php?show-image=61#>. YoqciS8RqqQ, Andrea Simeone, 2011, Photoshop**19 "Piñatero" bei der Arbeit,**[https://es-us.noticias.yahoo.com/acabaron-fiestas-pandemia-afect%25C3%25B3-gravemente-192312477.html?guccounter=1&gucce\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2x-lmNvbS8&gucce\\_referrer\\_sig=AQAAABI7iHG-J1M7mf1X8oUqvC4bd0I0fvNGpY8Pp5X-1ZM-RjeSCWbddWl0FpNoNOFh2zwyh3BUVx-RABiwm5kWLEArTSmeo3xAlzBORhVzcuGM-vq2O2B2boWs\\_eyEYaYPuV-OVvte7xpfbSguT-vG3m4bBBEZHEsuEbOvtGuCwIHJCtTvw](https://es-us.noticias.yahoo.com/acabaron-fiestas-pandemia-afect%25C3%25B3-gravemente-192312477.html?guccounter=1&gucce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2x-lmNvbS8&gucce_referrer_sig=AQAAABI7iHG-J1M7mf1X8oUqvC4bd0I0fvNGpY8Pp5X-1ZM-RjeSCWbddWl0FpNoNOFh2zwyh3BUVx-RABiwm5kWLEArTSmeo3xAlzBORhVzcuGM-vq2O2B2boWs_eyEYaYPuV-OVvte7xpfbSguT-vG3m4bBBEZHEsuEbOvtGuCwIHJCtTvw), Luis Antonio Rojas, 2021, Photoshop**20 Möbelteile aus Papiermaché des Unternehmens der Familie Adt,**<https://ville-pont-a-mousson.fr/en/gl/25755/3096/musee-au-fil-du-papier>, o.A., o.J., Photoshop**21 Herstellung der Papierpaste durch Einweichen und Zermahlen,**<https://abreu.digital/das-montanhas-de-minas-para-o-mundo/>, o.A., o.J., Photoshop**22 Kaschieretechnik,**

C. Würmseher, 2021, Foto + Photoshop

**23 Papiermasse vs. kaschiertes Papiermaché,**

C. Würmseher, 2021, Fotos + Photoshop

**24 Amate-, Skizzen- und Zeitungspapier,**<https://eskulan.com/papel-americano/>, o.A, o.J., C. Würmseher, 2021, Fotos + Photoshop**25 Vorbereitungen vor dem Kaschieren: Anrühren des Bindemittels, Zerreißen von Papier,**

C. Würmseher, 2021, Fotos + Photoshop

- 26 Zugversuch mit einer Zugprüfmaschine,  
C.Würmseher, 2021, Foto + Photoshop
- 27 Flaches Papiermaché in Streifen  
geschnitten, Seitenansicht,  
C.Würmseher, 2021, Foto + Photoshop
- 28 Flaches Papiermaché in Streifen  
geschnitten, Draufsicht,  
C.Würmseher, 2021, Foto + Photoshop
- 29 Rissverhalten nach Zugtest,  
C.Würmseher, 2021, Foto + Photoshop
- 30 Durchreißen eines Papiermachéstreifens  
bei Zuglasten,  
C.Würmseher, 2021, Foto + Photoshop
- 31 Papiermaché-Arbeitsmodelle auf Spiegel 1,  
C.Würmseher, 2021, Fotos + Photoshop
- 32 Papiermaché-Arbeitsmodelle auf Spiegel 1,  
C.Würmseher, 2021, Fotos + Photoshop
- 33 Papiermaché-Arbeitsmodelle auf Spiegel 1,  
C.Würmseher, 2021, Fotos + Photoshop
- 34 Hängeversuche des Heinz Isler,  
<https://architekturbasel.ch/eine-entdeckung-schalentragschalen-tragwerk-von-heinz-isler-in-allschwil/>,  
Isler, and Ramm. Heinz Isler - Schalen : Katalog zur Ausstellung. 3., erg. Aufl., vdf, Hochsch.-Verl. an der ETH, 2002, S.41,  
<https://schwartz.arch.ethz.ch/ResearchProjects/IslerExperimentalDesign/index.php?lan=de>,  
o.A., o.J., Photoshop
- 35 Hängeversuche mit eingekleisterten  
Tüchern,  
C. Würmseher, 2021, Modellfotos + Photoshop
- 36 Aufkaschieren von Papier auf die erhärteten  
Tücher,  
C.Würmseher, 2021, Fotos + Photoshop
- 37 Frisch aufkaschiertes, hängendes Tuch,  
CWürmseher, 2021, Modelfoto + Photoshop
- 38 Nach zwei Stunden: Noch feuchte Papier-  
machéschalen können stehen,  
C.Würmseher, 2021, Modelfoto + Photoshop
- 39 Am Folgetag: Vollkommen erhärtete  
Papiermachéschalen,  
C.Würmseher, 2021, Modelfoto + Photoshop
- 40 Formfindung durch Ausschneiden von  
Schablonen für die Stoffe,  
C.Würmseher, 2022, Modelfoto + Photoshop
- 41 Modelfoto: Schildkröte,  
C.Würmseher, 2022, Modelfoto + Photoshop
- 42 Modelfoto: Schildkröte,  
C.Würmseher, 2022, Modelfoto + Photoshop
- 43 Modelfotos: Schildkröte,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 44 Modelfotos: Schildkröte,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 45 Modelfoto: Klytaimnestra,  
C.Würmseher, 2022, Modelfoto + Photoshop
- 46 Wenden der Papiermachéschalen,  
C.Würmseher, 2022, Fotos + Photoshop
- 47 Modelfotos: Klytaimnestra,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 48 Modelfotos: Klytaimnestra,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 49 Modelfoto: Harnisch,  
C.Würmseher, 2022, Modelfoto + Photoshop
- 50 Modelfoto: Harnisch,  
C.Würmseher, 2022, Modelfoto + Photoshop
- 51 Modelfotos: Harnisch,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 52 Modelfoto: Harnisch,  
C.Würmseher, 2022, Modelfoto + Photoshop
- 53 Modelfotos: Harnisch,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 54 Modelfoto: Haube,  
C.Würmseher, 2022, Modelfoto + Photoshop
- 55 Modelfotos: Haube,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 56 Modelfotos: Haube,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 57 Modelfotos: Haube,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 58 Modelfotos: Haube,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 59 Modelfoto: Schreitender Triceratops,  
C.Würmseher, 2022, Modelfoto + Photoshop
- 60 Modelfoto: Schreitender Triceratops,  
C.Würmseher, 2022, Modelfoto + Photoshop
- 61 Modelfotos: Schreitender Triceratops,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 62 Modelfotos: Manege,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 63 Modelfotos: Manege,  
C.Würmseher, 2022, Modelfotos + Photoshop
- 64 Modelfoto: Une hirondelle ne fait pas le  
printemps - Eine Schwalbe macht noch keinen  
Sommer,  
C.Würmseher, 2022, Modelfoto + Photoshop

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

65 Modellfoto: Une hirondelle ne fait pas le printemps - Eine Schwalbe macht noch keinen Sommer,

C.Würmseher, 2022, Modellfoto + Photoshop

66 Modellfotos: Une hirondelle ne fait pas le printemps - Eine Schwalbe macht noch keinen Sommer,

C.Würmseher, 2022, Modellfotos + Photoshop

67 Modellfotos: Une hirondelle ne fait pas le printemps - Eine Schwalbe macht noch keinen Sommer,

C.Würmseher, 2022, Modellfotos + Photoshop

68 Modellfotos: Finne,

C.Würmseher, 2022, Modellfotos + Photoshop

69 Modellfoto: Manschette,

C.Würmseher, 2022, Modellfoto + Photoshop

70 Modellfotos: Manschette,

C.Würmseher, 2022, Modellfotos + Photoshop

71 Modellfoto: Manschette,

C.Würmseher, 2022, Modellfoto + Photoshop

72 Modellfotos: Manschette,

C.Würmseher, 2022, Modellfotos + Photoshop

73 Paraffinbad,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

74 Lederüberzug,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

75 Erhitzen von Paraffin

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

76 Eintauchen der Papiermachéschalen in Paraffin,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

77 Trocknende Paraffinschicht,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

78 Leder aufnähen,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

79 Aufnähen an den Kanten,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

80 Auftragen von Paraffin an den Nahtstellen,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

81 Wassertest auf Paraffinschale,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

82 Wassertest auf Paraffin-Lederschale,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

83 Visualisierung 1: Schildkröte -

Temporäre Überdachung als Schattenspender z.B. über eine archäologische Fundstätte,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

84 Visualisierung 2:

Schildkröte - Flüchtlingsunterkunft,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

85 Visualisierung 3: Une hirondelle ne fait pas le printemps -

Nach dem Ball vor der Karlskirche,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

86 Visualisierung 4: Triceratops -

Busstation,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

87 Visualisierung 5: Manege - Picknick auf der Wiese,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

88 Unterstützende Literatur,

C.Würmseher, 2022, Foto + Photoshop

# LITERATURVERZEICHNIS

## BÜCHER:

- <sup>8</sup> Schmidt-Bachem, Heinz. *Aus Papier : eine Kultur- und Wirtschaftsgeschichte der Papier verarbeitenden Industrie in Deutschland.* de Gruyter, 2011, S. 662.
- <sup>9</sup> Schmidt-Bachem, Heinz. *Aus Papier : eine Kultur- und Wirtschaftsgeschichte der Papier verarbeitenden Industrie in Deutschland.* de Gruyter, 2011, S. 662.
- <sup>10</sup> Schmidt-Bachem, Heinz. *Aus Papier : eine Kultur- und Wirtschaftsgeschichte der Papier verarbeitenden Industrie in Deutschland.* de Gruyter, 2011, S. 665.
- <sup>11</sup> Vgl. Schmidt-Bachem, Heinz. *Aus Papier : eine Kultur- und Wirtschaftsgeschichte der Papier verarbeitenden Industrie in Deutschland.* de Gruyter, 2011, S. 670.
- <sup>12</sup> Schmidt-Bachem, Heinz. *Aus Papier : eine Kultur- und Wirtschaftsgeschichte der Papier verarbeitenden Industrie in Deutschland.* de Gruyter, 2011, S. 673.
- <sup>15</sup> Schmidt-Bachem, Heinz. *Aus Papier : eine Kultur- und Wirtschaftsgeschichte der Papier verarbeitenden Industrie in Deutschland.* de Gruyter, 2011, S. 662.
- <sup>17</sup> Isler, and Ramm. *Heinz Isler - Schalen : Katalog zur Ausstellung.* 3., erg. Aufl., vdf, Hochsch.-Verl. an der ETH, 2002, S.85.
- <sup>18</sup> Isler, and Ramm. *Heinz Isler - Schalen : Katalog zur Ausstellung.* 3., erg. Aufl., vdf, Hochsch.-Verl. an der ETH, 2002, S.19.
- <sup>20</sup> Vgl. Candela, Felix, and Ursula Henn. *Zum Werk von Felix Candela : die Kunst der leichten Schalen.* Müller, 1992.
- Vgl. Ban, Shigeru, and Fernández-Galiano, Luis. *Shigeru Ban : social beauty.* Arquitectura Viva, 2017.
- Vgl. Doßmann, Axel, et al. *Architektur auf Zeit : Baracken, Pavillons, Container ; [diese Publikation entstand im Rahmen des Projekts "Heimat Moderne, Experimentale 1, Leipzig 2005" ...].* 1. Aufl., b\_books, 2006.
- Vgl. Jodidio. *Temporary Architecture Now! = Temporäre Architektur Heute! = L'architecture éphémère D'aujourd'hui!* Taschen, 2011.
- Vgl. Zumthor, Peter. *Architektur denken. Korrigierter Nachdruck der dritten, erweiterten Auflage.,* Birkhäuser, 2017.

*INTERNET:*

<sup>1</sup> Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Cellulose#Rohstoff>, 10.11.2021.

<sup>2</sup> <https://www.baunetzwissen.de/daemmstoffe/fachwissen/daemmstoffe/zellulosefaserdaemmstoffe-793615>, 15.01.2022.

<sup>3</sup> <https://www.baunetzwissen.de/daemmstoffe/fachwissen/daemmstoffe/zellulosefaserdaemmstoffe-793615>, 15.01.2022.

<sup>4</sup> Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Alebrije>, 10.02.2022.

<sup>5</sup> [https://www.youtube.com/watch?v=IF6Mhv\\_ow10](https://www.youtube.com/watch?v=IF6Mhv_ow10), 19.10.2021.

<sup>6</sup> <https://www.ad-magazin.de/article/domin-gos-titora>, 14.03.2022.

<sup>7</sup> Vgl. <https://banderasnews.com/cartoneria-often-referred-to-as-mexican-papier-mache/>, 15.02.2022.

<sup>13</sup> [https://www.youtube.com/watch?v=oW9RkPvr4V0&list=RDCMUCnFrQ2IXQIW6sFPe4ys-09rQ&start\\_radio=1&rv=oW9RkPvr4V0&t=78](https://www.youtube.com/watch?v=oW9RkPvr4V0&list=RDCMUCnFrQ2IXQIW6sFPe4ys-09rQ&start_radio=1&rv=oW9RkPvr4V0&t=78), 17.03.2022.

<sup>14</sup> Vgl. [https://www.ecured.cu/Papel\\_mach%C3%A9](https://www.ecured.cu/Papel_mach%C3%A9), 22.02.2022.

<sup>16</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Tissue-Papier>, 10.12.2021.

<sup>19</sup><sup>21</sup> <https://www.re-thinkingthefuture.com/case-studies/a4922-paper-log-houses-by-shigeru-ban-recyclable-materials-and-architecture/>, 10.04.2022.

<sup>21</sup> <https://www.elperiodico.com/es/yo-tele/20160623/escena-eliminada-vis-vis-hubiera-6887845>, 28.05.2022.

**PLANVERZEICHNIS***PLANVERZEICHNIS,*

- 1 Catstep - Ansicht, Persepektive, Draufsicht, C.Würmseher, 2022, Rhinoceros + Grasshopper
- 2 Schildkröte: Persepektive, Draufsicht, Schnitt, C.Würmseher, 2022, Rhinoceros + Grasshopper
- 3 Une hirondelle ne fait pas le printemps: Ansicht1 + 2, Persepektive, Draufsicht, C.Würmseher, 2022, Rhinoceros + Grasshopper
- 4 Klytaimnestra: Ansicht 1+2, Persepektive, Draufsicht, C.Würmseher, 2022, Rhinoceros
- 5 Manege: Perspektive, Draufsicht, Schnitt, C.Würmseher, 2022, Rhinoceros

**TABELLENVERZEICHNIS**

- 1 A1 trocken, C.Würmseher, 2022
- 2 A2 trocken, C.Würmseher, 2022
- 3 A1 feucht, C.Würmseher, 2022
- 4 A2 feucht, C.Würmseher, 2022
- 5 B1 trocken, C.Würmseher, 2022
- 6 B2 trocken, C.Würmseher, 2022
- 7 B1 feucht, C.Würmseher, 2022
- 8 B2 feucht, C.Würmseher, 2022





## PROFESSIONAL

### EXPERIENCES

Jun 2021 - Mar 2022

PRIEBERNIG, WIND + PARTNER ZT GMBH;  
ARCHITEKTEN + INGENIEURE, VIENNA (AT)

Sep 2017 - Feb 2018

AMY ARCHITEKTEN, REGENSBURG (D)

Aug 2015 – Oct 2016

BREITENBÜCHER HIRSCHBECK  
ARCHITEKTENGESELLSCHAFT MBH,  
MUNICH (D)

Aug 2014 – Sep 2014

CAMPUS, INGENIEURGESELLSCHAFT MBH,  
MUNICH (D)

Apr 2012 – Jun 2012

F.R.A.U., ARCHITEKTUR & DESIGN GMBH  
und AUGUSTIN UND FISCHER PLANUNGS  
GMBH, MUNICH (D)

### SOFTWARE

### LANGUAGES

Adobe Creative Suite	●●●●○	Deutsch	Native
MS-Office	●●●●●	Spanisch	Native
AutoCAD	●●●●●	Englisch	C1-2
Rhinoceros	●●●●○	Französisch	C1-2
Autodesk Revit	●●○○○	Italienisch	B2
Vectorworks	●●○○○		
ArchiCAD	●●○○○		
Orca Ava	●●○○○		
Grasshopper	●●○○○		

### FORMATION

Oct 2012 - today

TECHNICAL UNIVERSITY VIENNA (AT)  
ARCHITECTURE (MASTER OF SCIENCE)

Diploma: La casa de papel

Supervisor: Ao.Univ.Prof. Arch. Dipl.-Ing.  
Dr.techn. Berthold Manfred

July 2020

COMPLETION OF THE BACHELOR DEGREE  
BACHELOR OF SCIENCE ARCHITECTURE

9  
CURRICULUM VITAE

CAROLINA WÜRMSEHER

