



**ILEK** casino IT  
SCRIPTED TEXTURE

Ein Projekt im Sommer 2008 am:

## **ILEK**

Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren  
Universität Stuttgart  
Prof. Dr.-Ing. Werner Sobek  
Prof. Dr.-Ing. Balthasar Novák

Mit Unterstützung des

**casino IT**

Projektleitung:

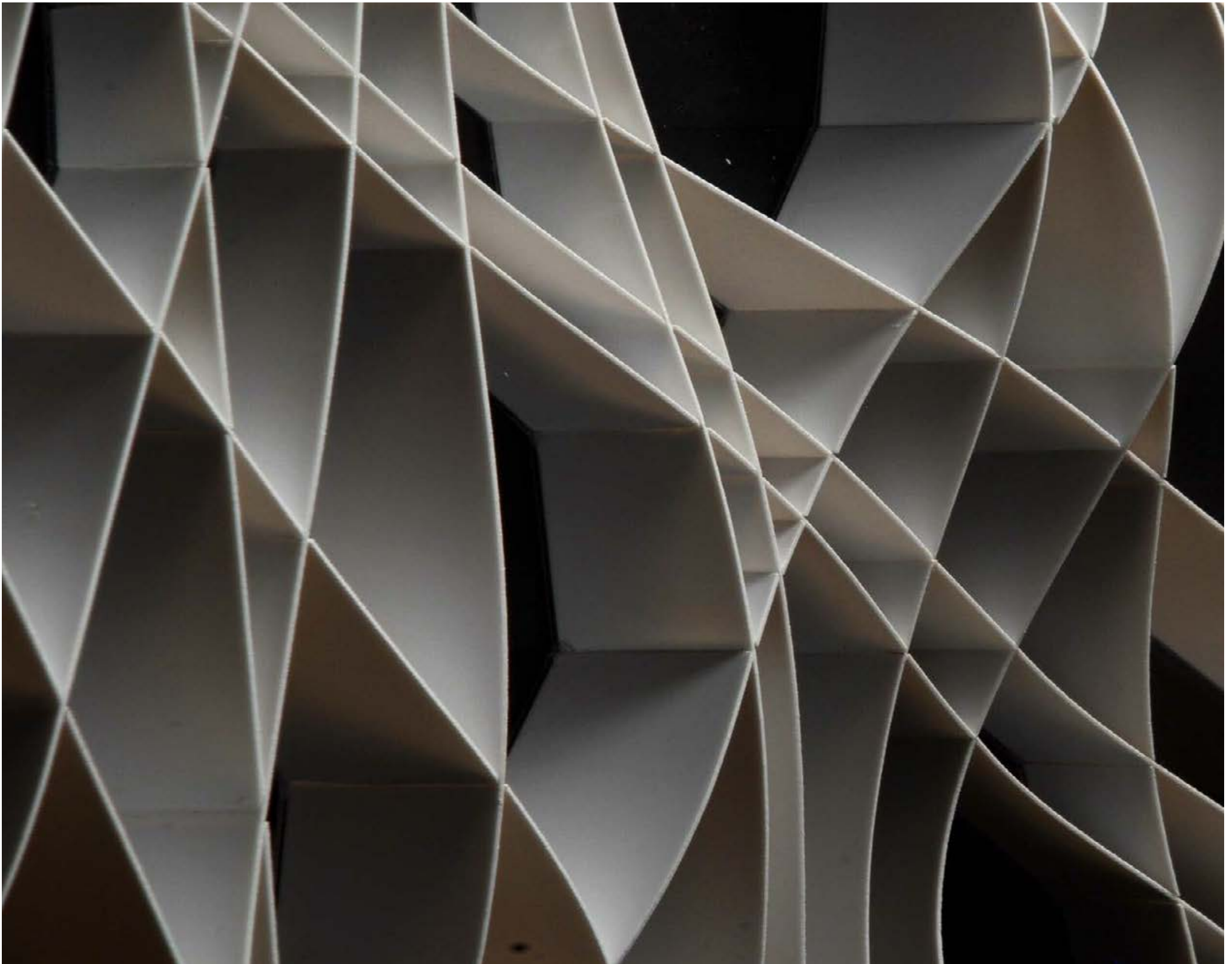
Dipl.-Ing. Fritz Mielert, ILEK  
Dipl.-Ing. Matthias Rippmann, ILEK  
Dipl.-Ing. Benjamin Spaeth, casino IT

Fotos: © Gabriela Metzger / ILEK  
Satz und Layout: Florian Hoffmann

# scripted texture

## Inhaltsverzeichnis

5.....	Einleitung
7.....	Vorübung: Ruled Based Design
31.....	Aufgabe: Fassadenelement
33.....	Peter Abele und Christian Seelbach / horten web
47.....	Valentin Brenner / verschattungsbänder
57.....	Hamid Dulovic und Marco Iannelli / scripted umbrella
81.....	Frederik Ernst und Michael Schnell / voronoi
99.....	Christian Hahn und Sebastian Kühn / faltwerkfassade





# scripted texture

## Einleitung

Im Sommersemester 2008 wurde im Rahmen einer Kooperation zwischen dem casino IT und dem Institut für Leichbau Entwerfen und Konstruieren ein Seminar zu Algorithmen-basierten Gestalten durchgeführt.

Aufgrund des Wunsches, immer komplexere Formen zu gestalten und das gleichzeitige Aufkommen von neuen Fertigungsmethoden, bei denen eine große Formenvielfalt keinen Hinderungsgrund mehr darstellt, wurde beschlossen, diesen Themenkomplex mittels der Software Rhinoceros von McNeel und den dort vorhandenen Programmierschnittstellen zu bearbeiten.

Das Seminar wurde in drei Phasen durchgeführt. Während der ersten Phase bekamen die Studenten einen Einblick in die Grundlagen des Programmierens und analysierten vorhandene Formen auf ihre geometrischen Prinzipien, in der zweiten setzten sie eine selbst gestellte Aufgabe mit Hilfe der erlernten Techniken in Rhinoceros um und während der dritten Phase beschäftigten sie sich intensiv mit der Gestaltung einer Fassade durch selbst bestimmte Parameter. In dem vorliegenden Reader werden Ergebnisse aus den Phasen zwei und drei dokumentiert.



# scripted texture

## Vorübung - Ruled Based Design

Teilnehmende Studenten:

Peter Abele  
Valentin Brenner  
Hamid Dulovic  
Frederik Ernst  
Eduard Fischer  
Kirill Gagarin  
Johannes Grund  
Christian Hahn  
Lachezar Hristov  
Marco Iannelli  
Kirsten Klingbeil  
Sebastian Kühn  
Sebastian Lippert  
Konstantin Magnus Luke  
Ciprian Rasoiu  
Sabrina Schneider  
Michael Schnell  
Christian Seelbach  
Simon Seelig  
Waldemar Wilwer

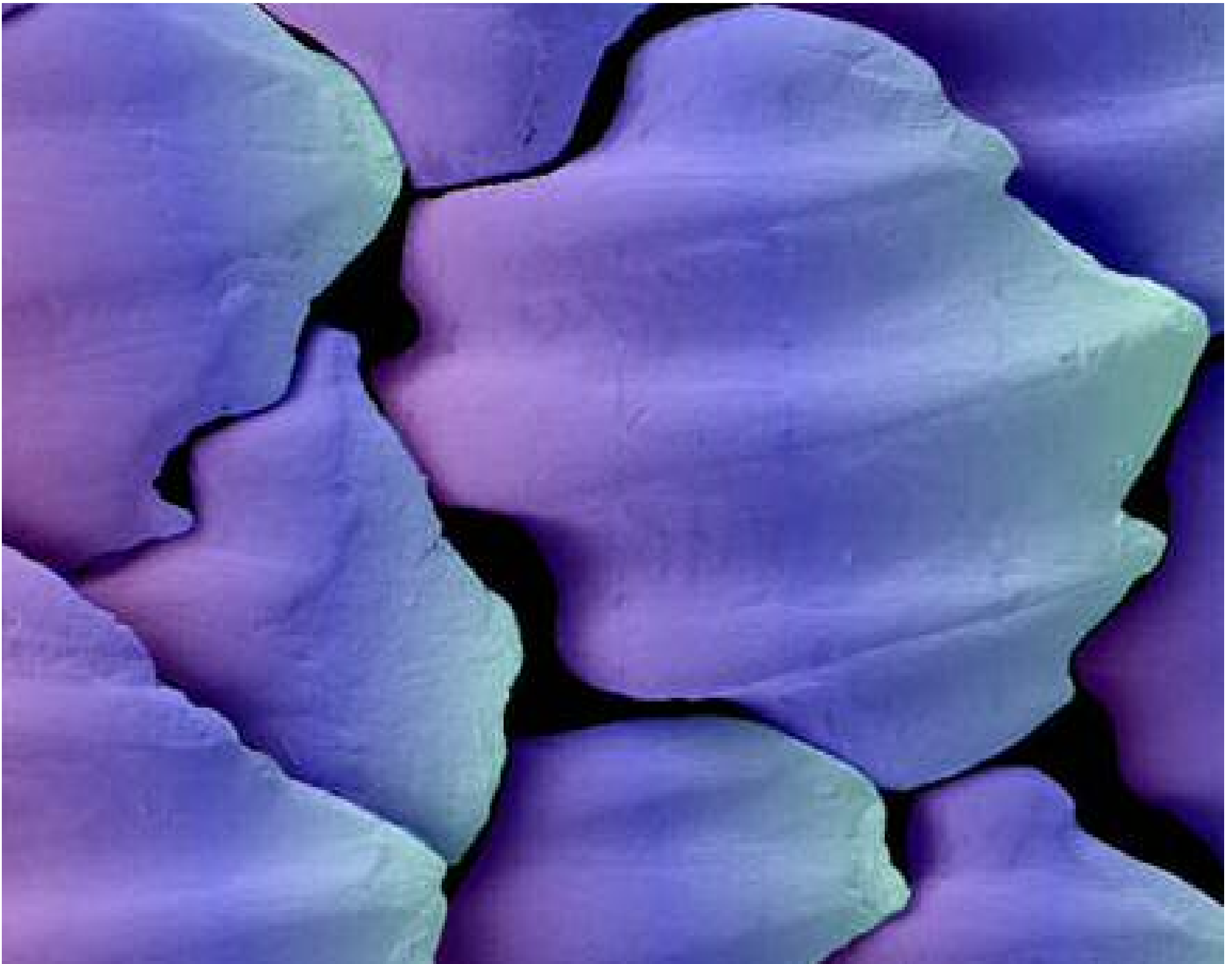
Komplexe oder ästhetische Systeme in der Natur, Technik und Gestaltung unterliegen häufig einer inneren Gesetzmäßigkeit. Aufgrund dieser inneren Regeln entsteht innerhalb einer festgelegten Struktur eine große Varianz. Die Struktur ist geprägt von den wirkenden Parametern der äußeren und inneren Konditionen. Die Gestalt wird somit zur Folge eines wirkenden Prinzips welches nachvollziehbar und in seiner Wirkungsweise abbildbar wird. Als Aufgabe wollen wir solche auf Gesetzmäßigkeiten beruhende Systeme untersuchen, darstellen und dadurch verstehen. Ihre Wirkungsweise und die beteiligten Parameter sollen sichtbar und nachvollziehbar werden.

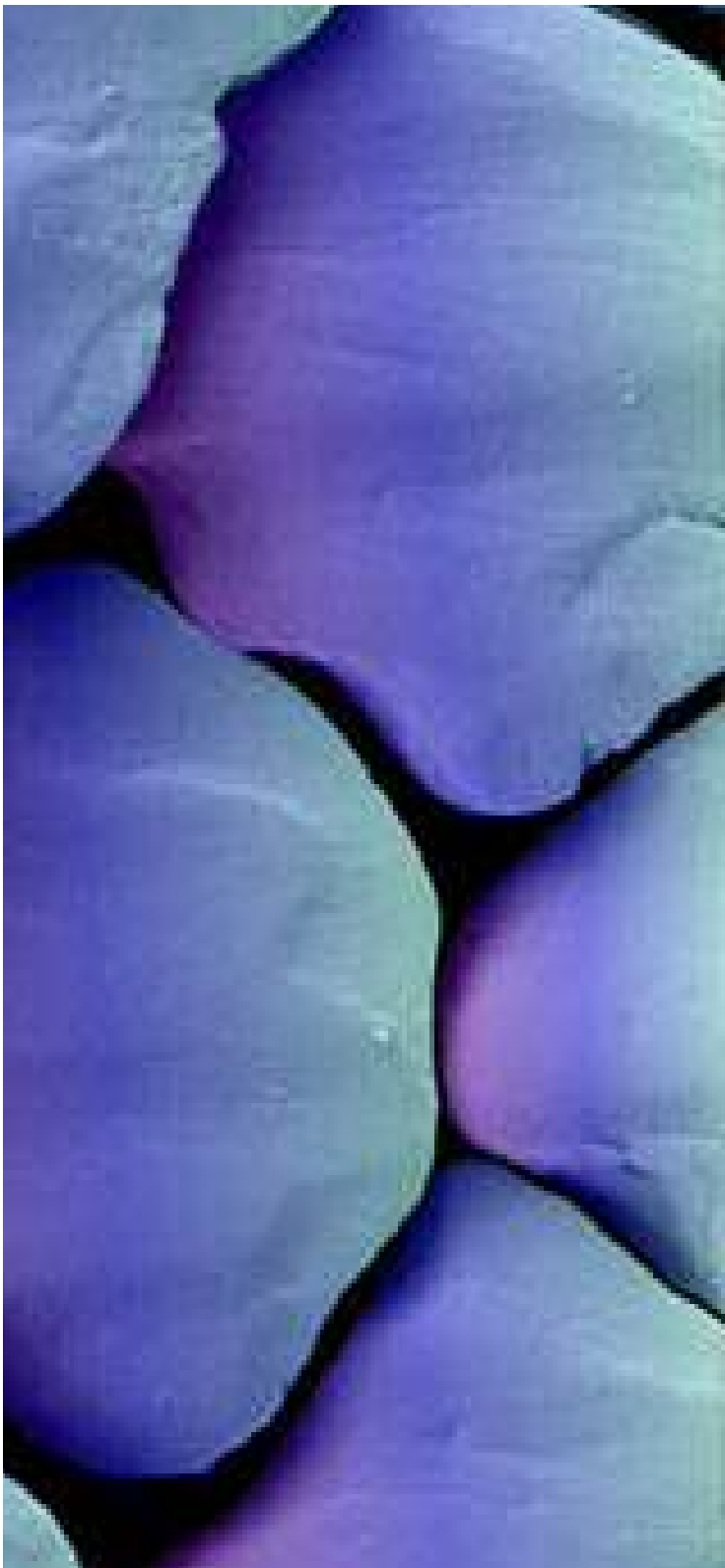
Schritt 1: Wählen Sie ein 2 oder 3-dimensionales System aus der Natur, Technik oder Gestaltung, welches aus einzelnen Komponenten in serieller Weise durch eine Gestaltungs- oder Konstruktionsvorschrift zu einem Ganzen gefügt ist. Stellen sie die Komponenten und Einflussgrößen anschaulich anhand von Übersichten, Diagrammen, Tabellen o.ä. dar.

Schritt 2: Erstellen Sie ein 2 oder 3-dimensionales digitales Modell Ihres gewählten Systems. Erzeugen Sie mit Hilfe eines Pseudo-Codes ein logisches Modell Ihres gewählten Systems.

Schritt 3: Übertragen Sie das Pseudo-Modell in ein 2-oder 3-dimensionales digitales Modell. Zeigen Sie die performativen Fähigkeiten des Systems durch die gezielte Veränderung der Einflussgrößen.

Die nachfolgenden Seiten zeigen exemplarisch einige Ergebnisse dieser Aufgabe.





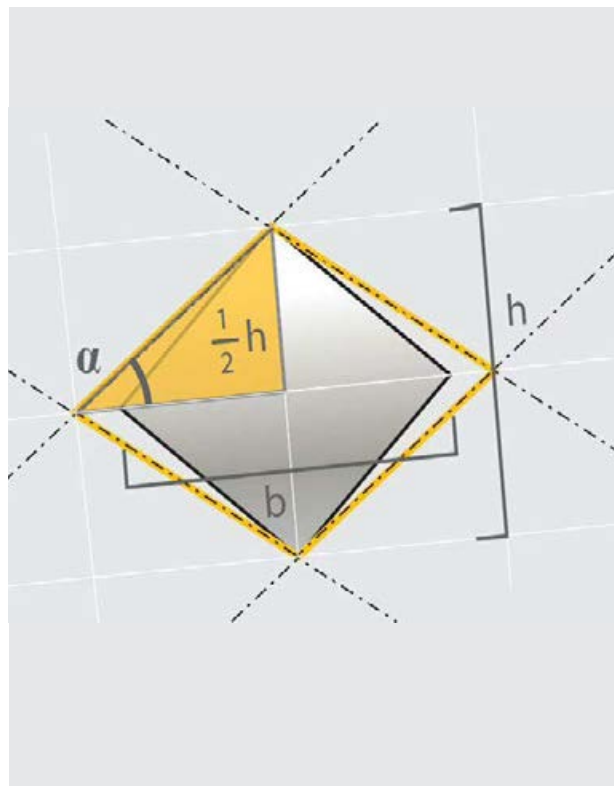
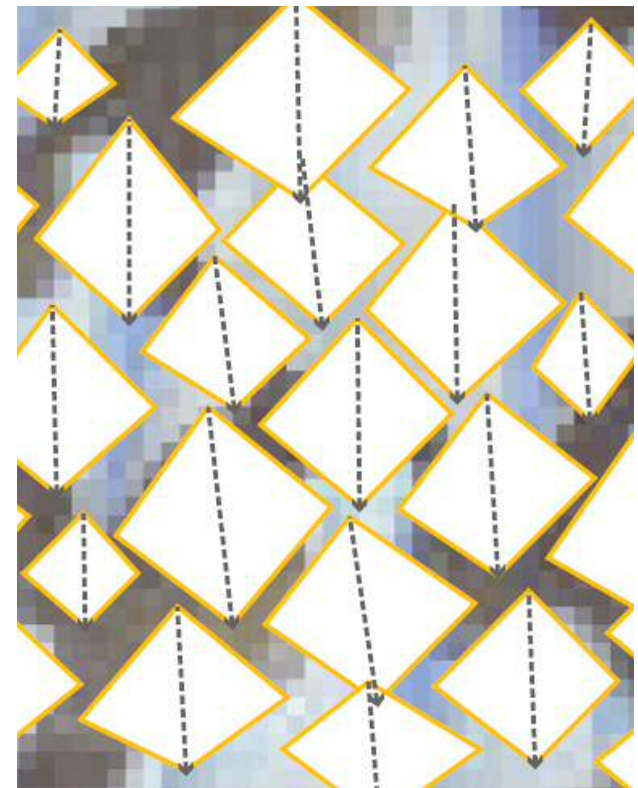
riblet skin

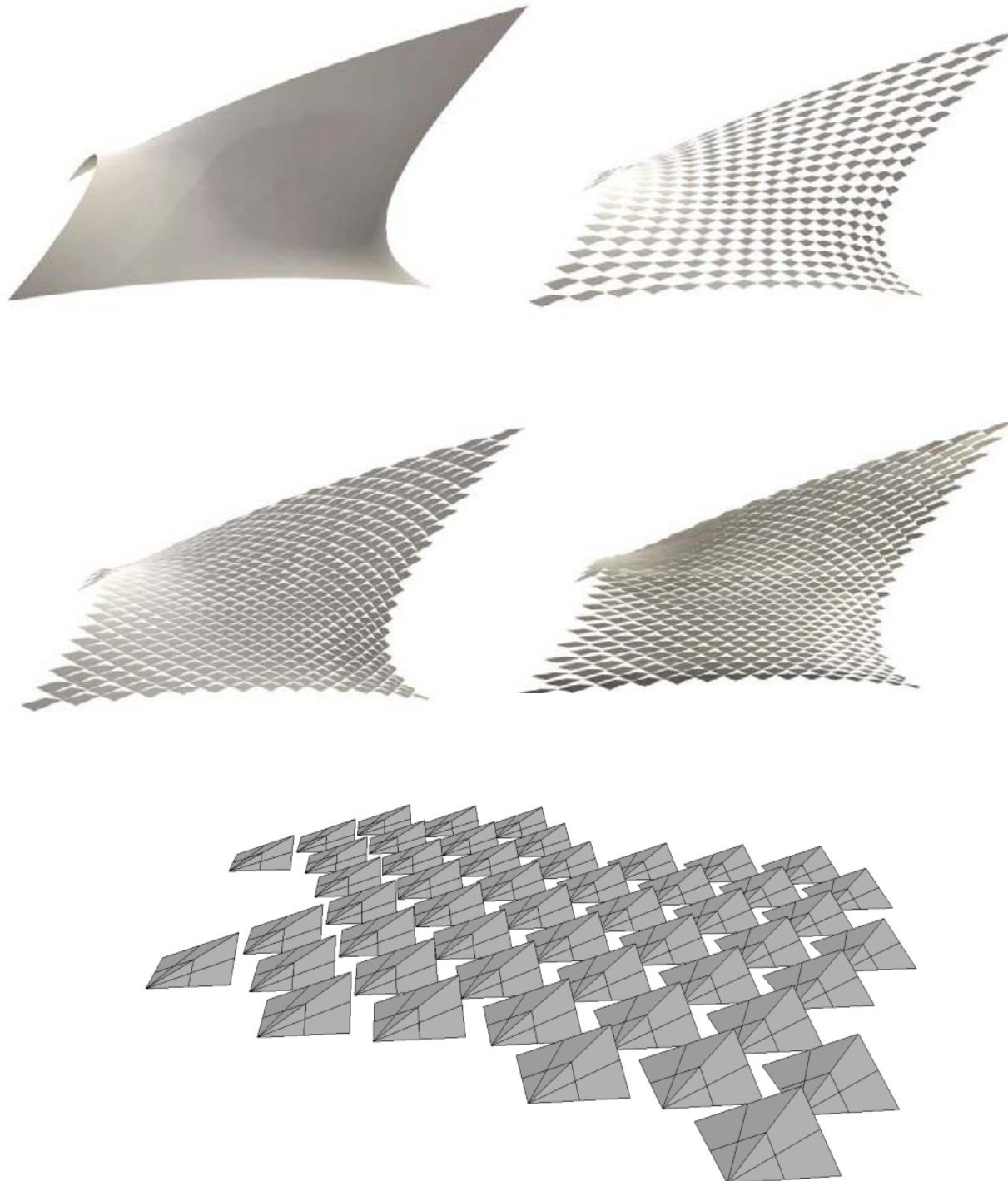
## Konzept

In der folgenden Aufgabe wurde dem Beispiel der Bionik folgend versucht, die besondere Hautstruktur von Haien geometrisch im Modell zu imitieren. Diese ist durch eine Oberflächengeometrie aus Riblets gekennzeichnet, die eine Verminderung des Reibungswiderstands auf turbulent überströmten Oberflächen bewirken. Es handelt sich bei diesen Oberflächengeometrien um feine Rippen, die eine sehr scharfe Rippenspitze haben. Im Folgenden wird untersucht, welche Grundeigenschaften alle Teile besitzen, um diese parametrisch in einem Script zu erfassen.

## Strukturanalyse

Das Wirkungsprinzip der Haifischhaut gilt der Strömungsoptimierung im Wasser. Die feinen Rillen auf den Haifischschuppen behindern die turbulente Querbewegung der Strömung und vermindern so einen Teil der turbulenten Oberflächenreibung. Da die Rillen auf dieser widerstandsvermindernden Oberfläche winzig sind erscheinen sie als hydraulisch glatt. Für die Umsetzung in der Architektur sind andere Kriterien relevant, weshalb in der Analyse der Fokus auf die geometrische Parkettierung der Struktur in der Fläche (2D-2.5D) gelegt wurde. Die ähnlichen Eigenschaften der Riblets hinsichtlich Ausrichtung, Form, Größe und Anordnung lassen sich im Modell durch ein Raster aus gleichmäßigen Vierecken (Rauten) bestimmen. Da die Riblets etwas kleiner sind als die Ausgangsfläche, entsteht eine Parkettierung, bei denen sich die Längsseiten nicht berühren.



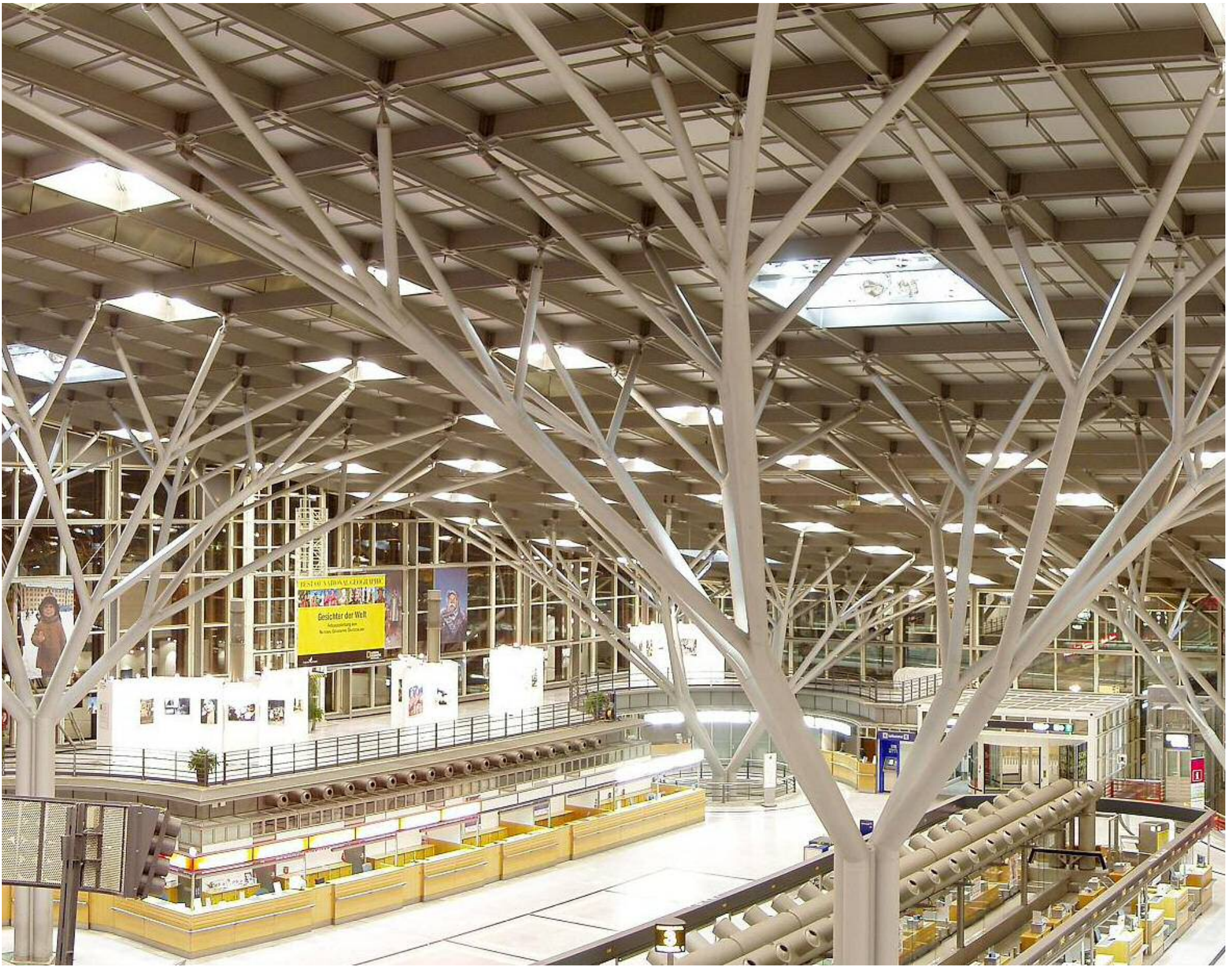


## Monkeyscrip

Das Script beschreibt die zugrundeliegende Geometrie in ihren Grundzügen. Zur anfänglichen Vereinfachung wurde wie bereits erwähnt eine regelmäßige Grundstruktur angenommen. Aus der anfänglichen Intention heraus die Originalstruktur der Haifischhaut möglichst durch eine regelmäßige Geometrie zu beschreiben, in der die einzelnen Teile (Riblets) alle die gleichen Eigenschaften = Parameter aufweisen, besteht im weiteren Verlauf die Möglichkeit, die Rauigkeit der Struktur an äußere Bedingungen anzupassen. Dies können der jeweilige Krümmungsradius der Ausgangsfläche, der Neigungswinkel im Verhältnis zur Ausrichtung oder weitere Faktoren sein, auf die variable Basisgeometrie eingehen kann.

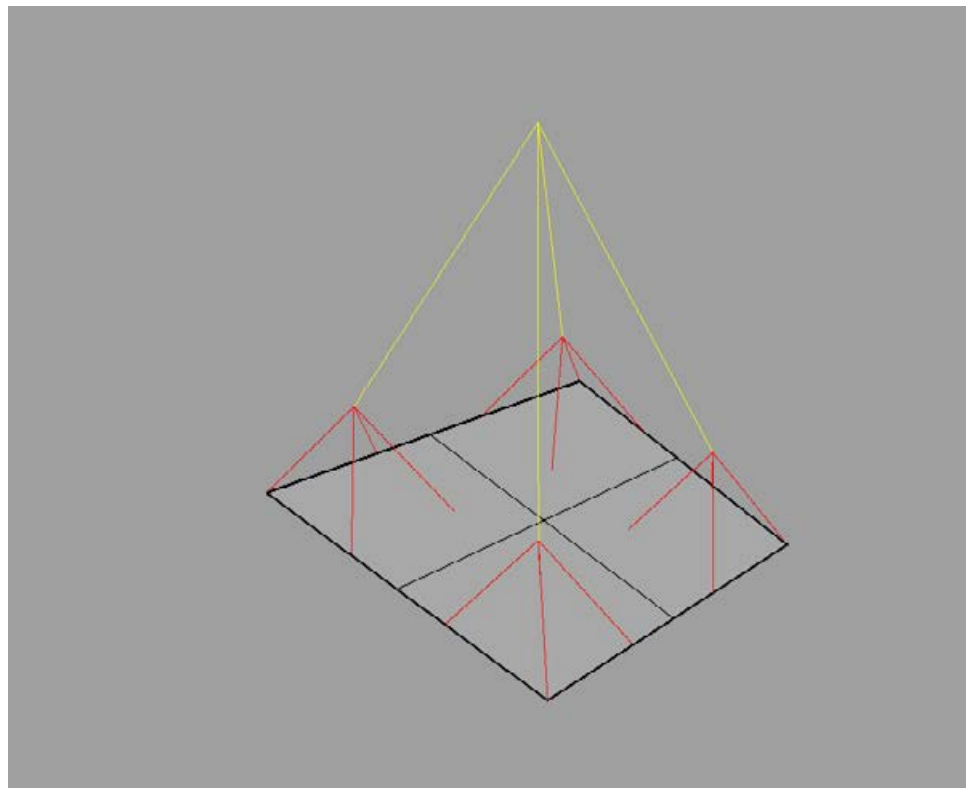
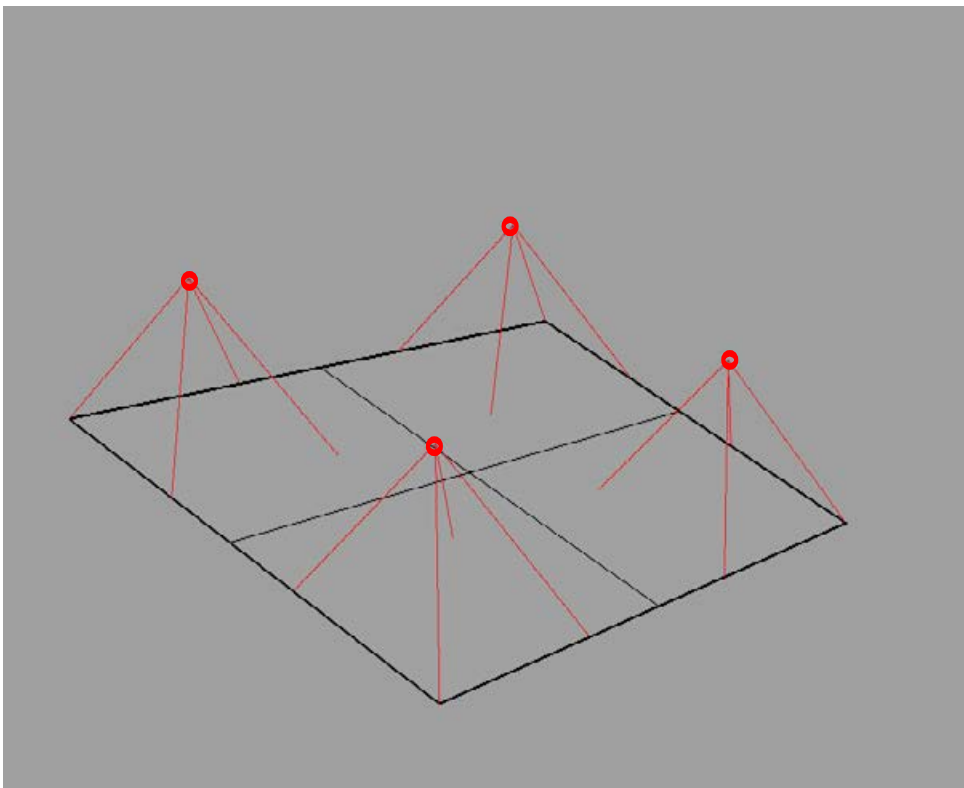
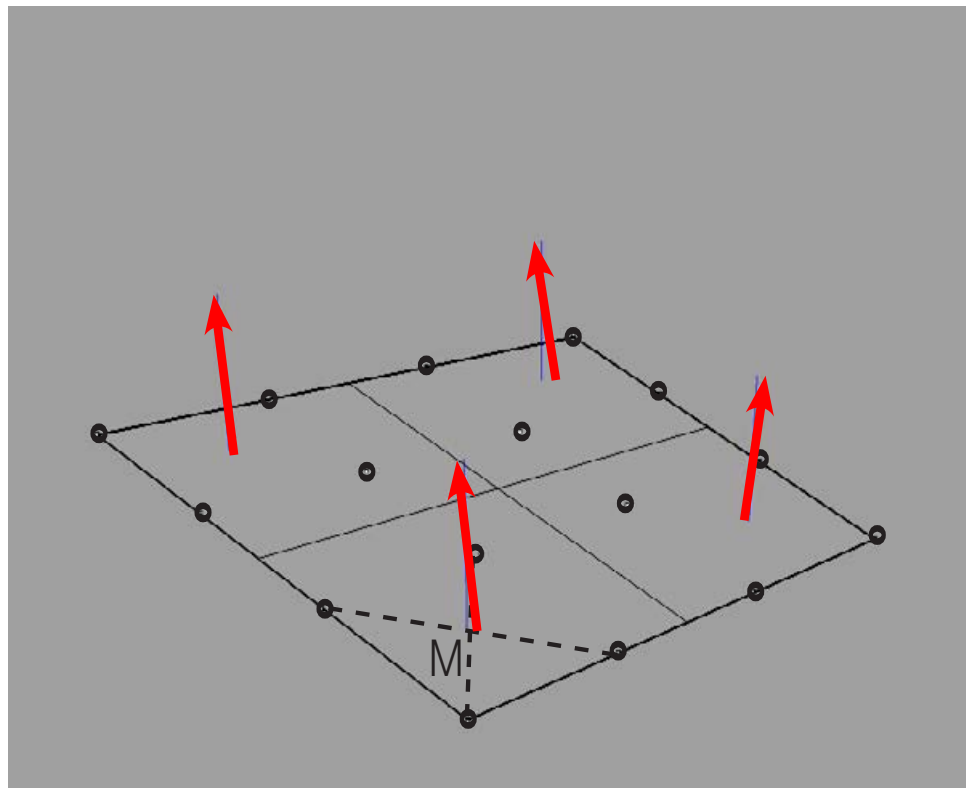
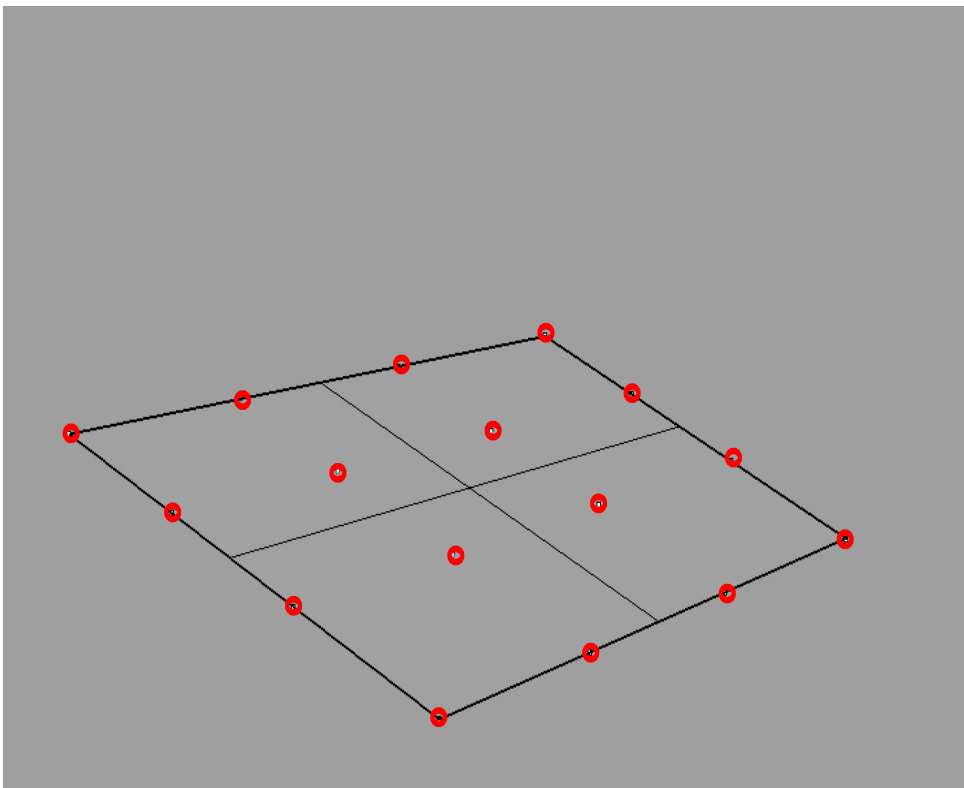
- 1/ Analyse des Gestaltungsprinzips - Grundform Raute
- 2/ Analyse des Gestaltungsprinzips - Rippen
- 3/ geometrische Rekonstruktion und Parkettierung - Prinzip
- 4/ geometrische Rekonstruktion und Parkettierung - Anwendung
- 5/ Formgenerierung: Ausgangssurface; Durchlauf 1. Loop Erzeugung der Riblets; Durchlauf 2. Loop Erzeugung der Riblets in zweiter Reihe; Drehen der Riblets um die eigene Achse

1	2	5
3	4	



# verzweigungsstrukturen







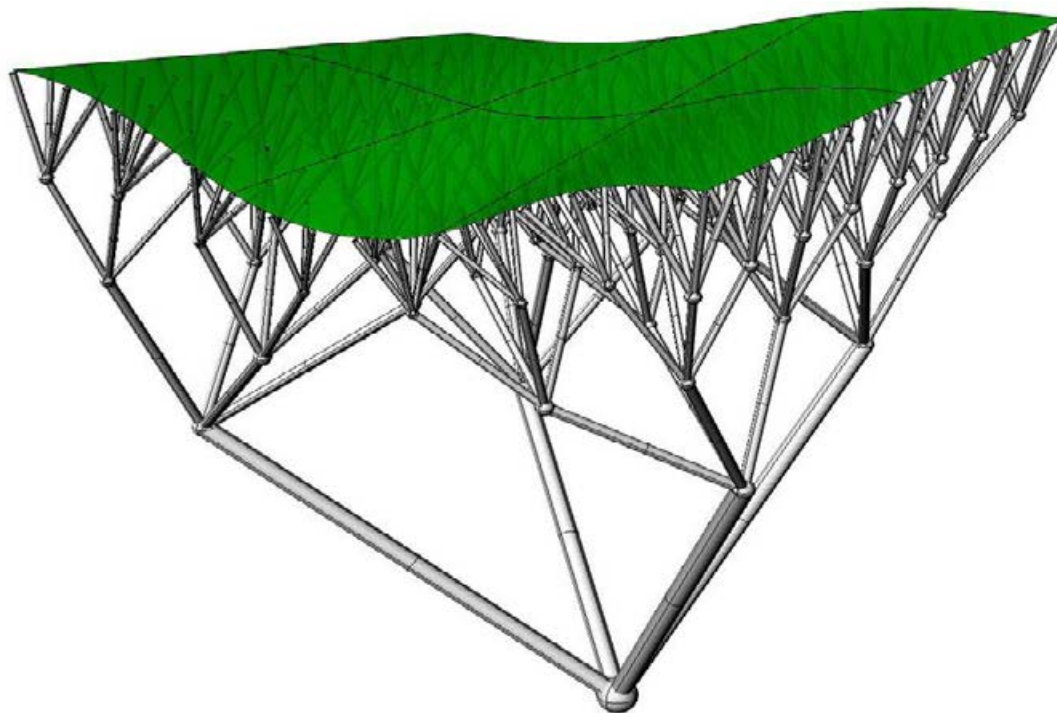
## verzweigungsstrukturen

### Konzept

Anhand von drei Ausgangsparametern erzeugt das Script eine Verzweigungsstruktur (Baumstützen). Der Benutzer wählt eine beliebige eben-, einfach- oder zweifach gekrümmte Fläche, einen Verzweigungsfaktor der die Anzahl der Verzweigungsebenen beschreibt, sowie die Anzahl der gewünschten Endstützen aus.

### Geometrie

Die Funktion legt ein gleichmäßiges, quadratisches Punkteraster über die gewählte Oberfläche. Jeweils vier Punkte werden als Grundfläche für eine 'Pyramide' gesehen deren Spitzen wiederum Grundflächen für die nächste Ebene sind. Die Spitze der Pyramide wird über die Normale zu der resultierenden der beiden Diagonalen der Grundfläche erzeugt und beginnt am Mittelpunkt der Pyramidengrundfläche. Dieser Vorgang wird solange wiederholt bis die gewünschte Anzahl an Endstützen erreicht ist.



- 1 / Punkte erzeugen
- 2 / Normalen erzeugen Pyramidenspitzen
- 3 / Spitzen ergeben neue Grundebene
- 4 / Vorgang wiederholen
- 5 / Natürliche Konstruktionen, Frei Otto
- 6 / Visualisierung

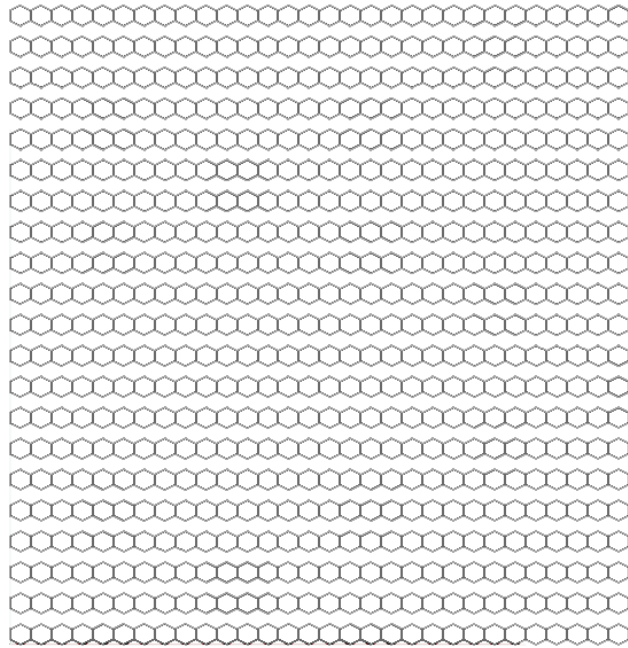
1	2	5
3	4	6



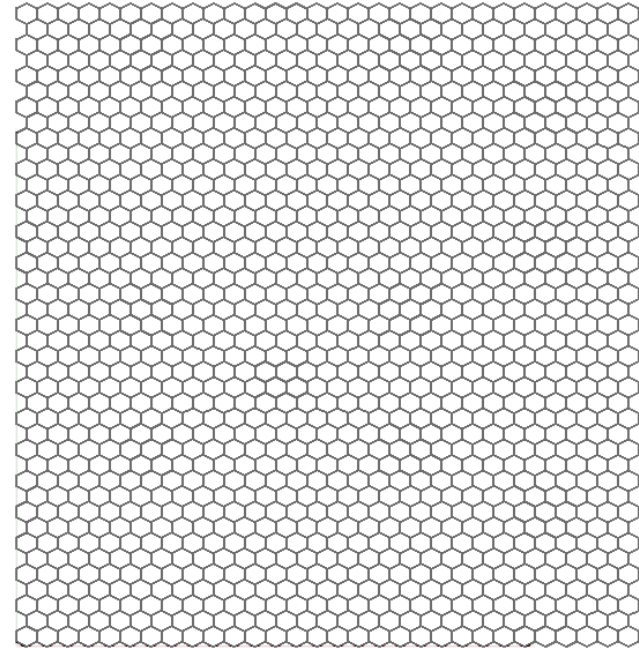


waben

Schritt 1:



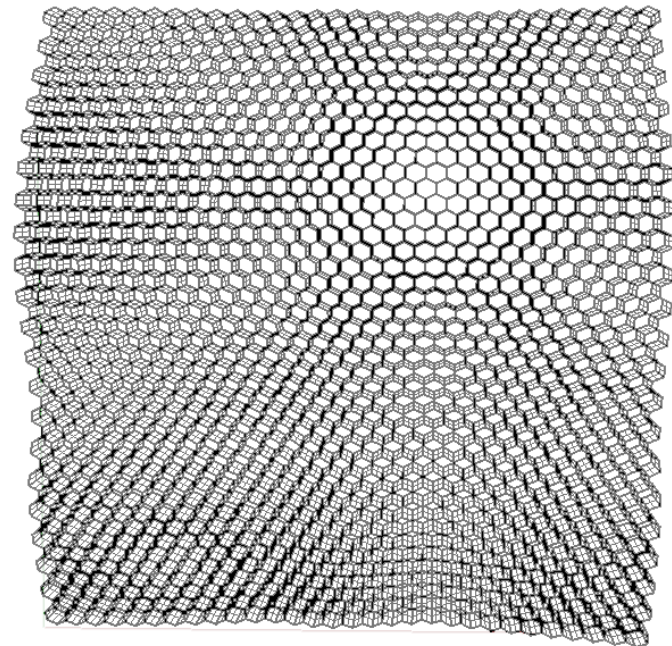
Schritt 2:

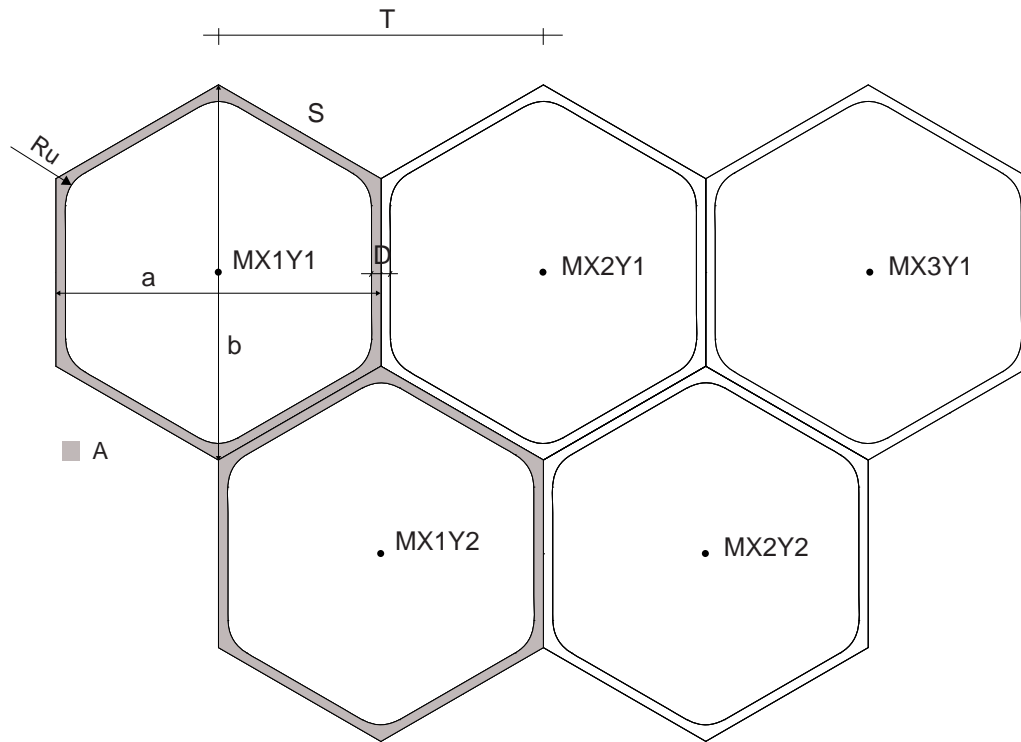


Schritt 3:



Schritt 4:





waben

## Konzept

Die natürliche Wabenstruktur wird in der Regel durch gleichmäßige Sechsecke beschrieben und nützt somit eine Fläche optimal aus. Ziel ist es, ein Script zu entwickeln, dass eine beliebige vorgegebene Fläche mit der gewünschten Anzahl an Waben in X- und Y-Richtung automatisch zu belegt. Es wäre wünschenswert ein variables Seitenverhältnis zu ermöglichen und somit eine Varianz in der Fläche zu generieren. Inspiriert durch eine Bienenwabe wurde versucht, eine Annäherung an einen Wabenstruktur zu finden. Diese extrudierte Struktur soll sich beliebig in 2 Richtungen krümmen lassen.

## Geometrie

Schritt 1: Jede zweite Punktreihe des Rasters wird in y-Richtung mit Waben durchzogen.

Schritt 2: Die übrigen Punktereihen des Rasters werden in y-Richtung mit Waben durchzogen.

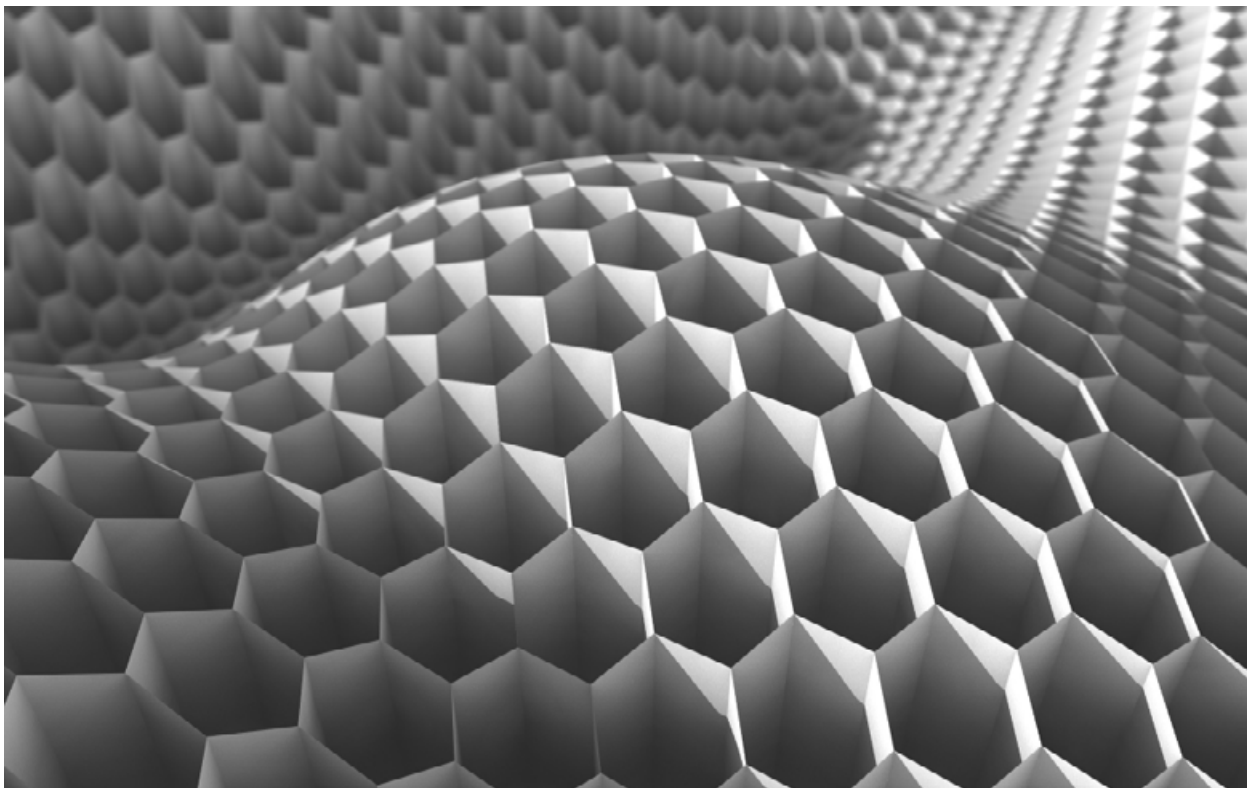
Schritt 3: Die beiden Kurven werden in jeweils gleich grosse Teile unterteilt und der jeweilige z-Wert abgelesen.

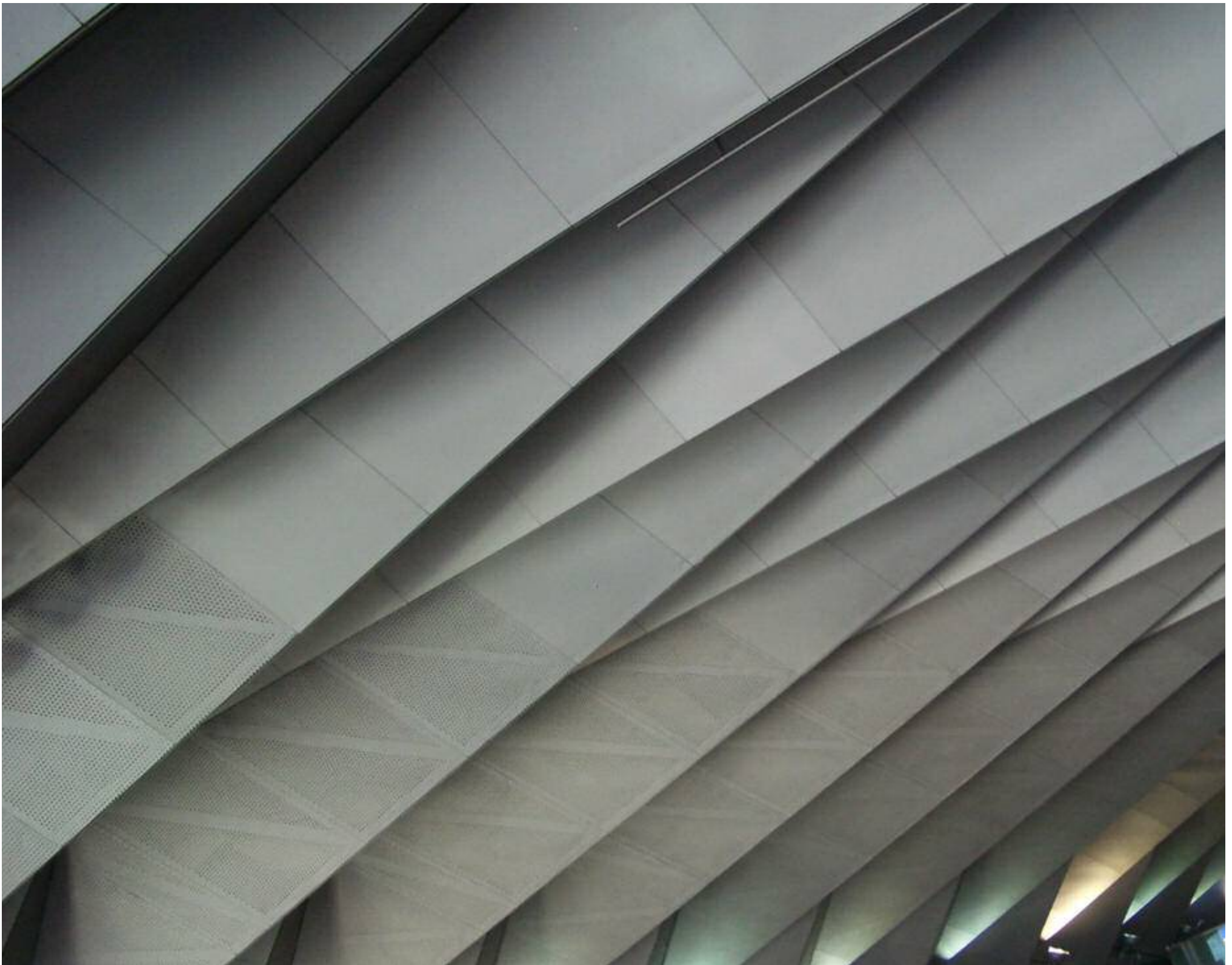
Schritt 4: Das fertig extrudierte Wabenraster.

1 / Erzeugung der Geometrie; Schritt 1 bis 4

2 / Darstellung Regelfeld

3 / Doppelt gekrümmtes Wabenraster







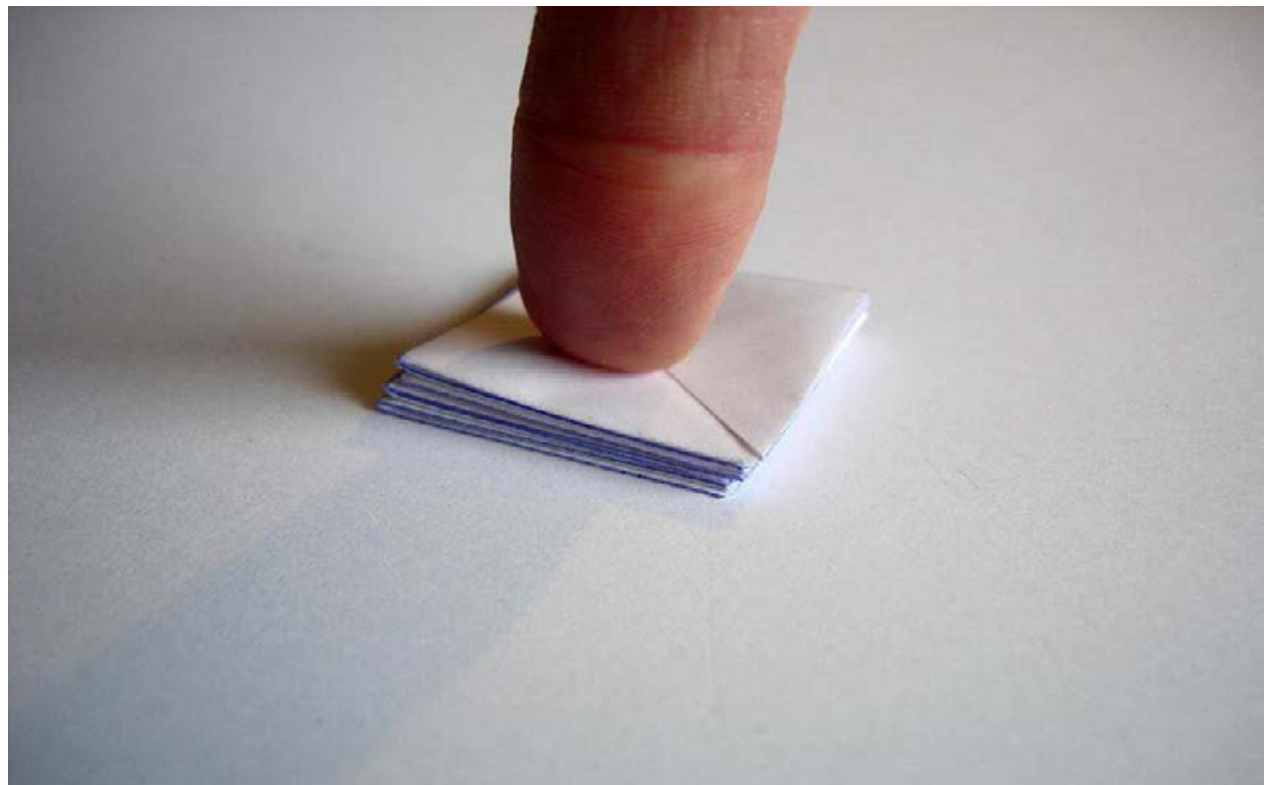
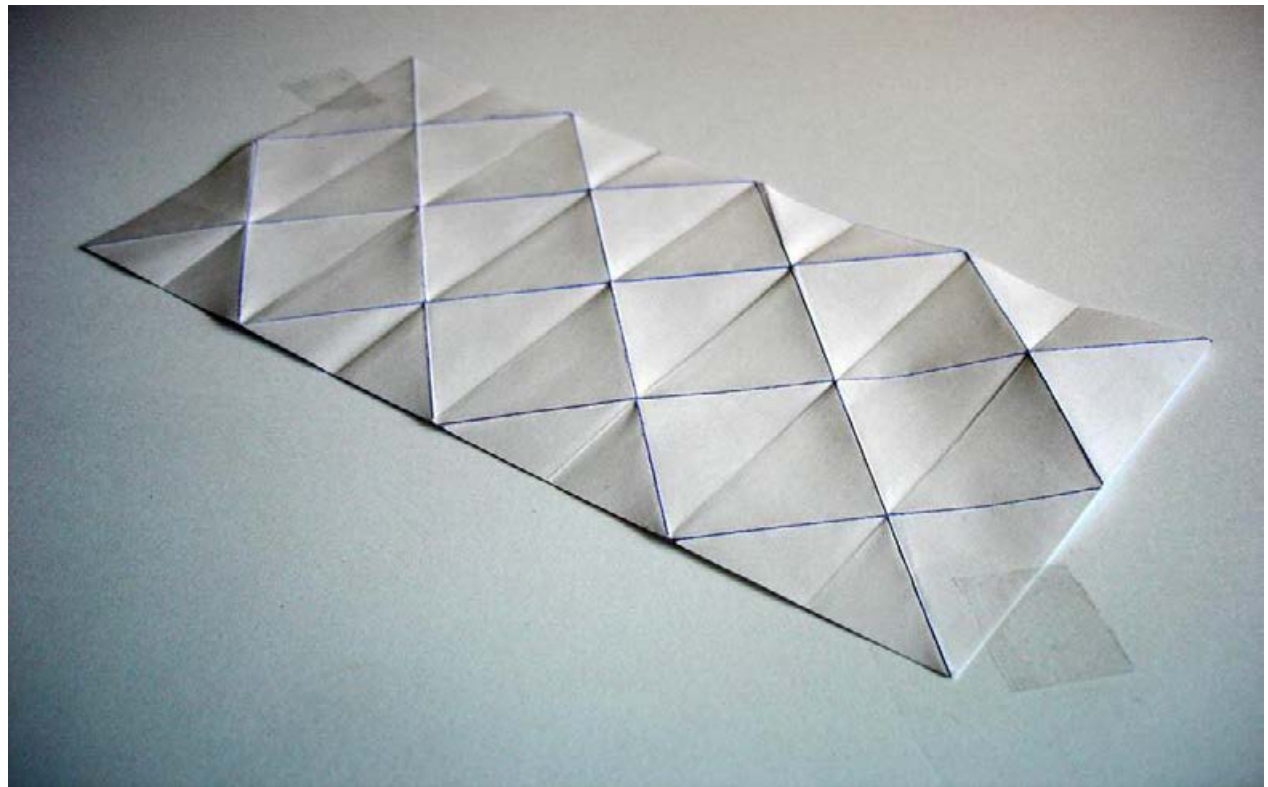
faltwerk

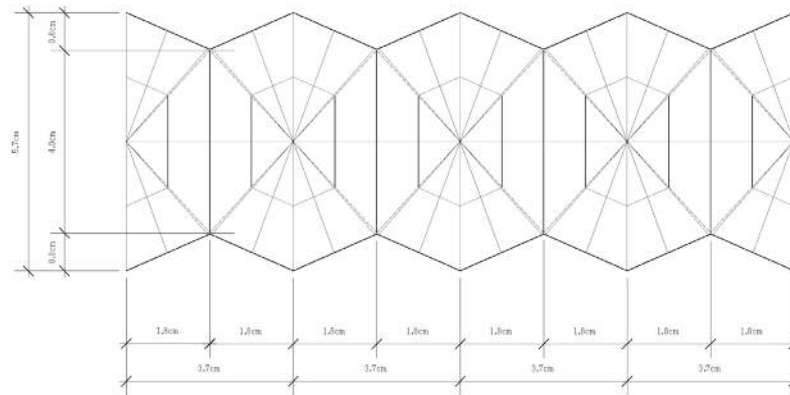
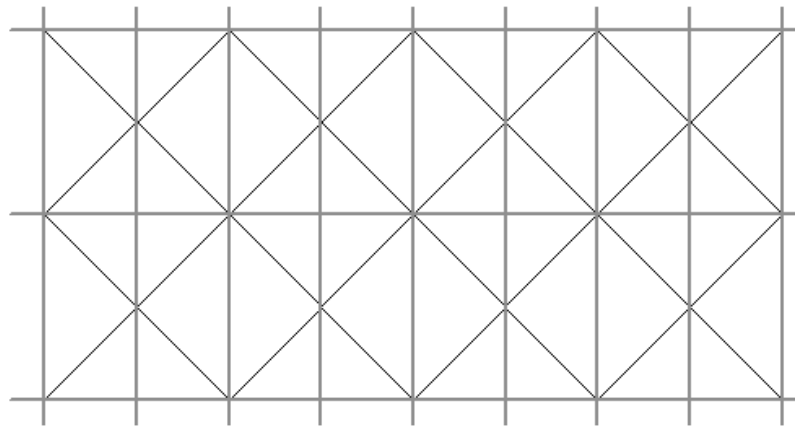
## Konzept

Grundlage dieses Scripts ist die in ihrer Diagonale gefaltete Raute. In einem gleichmäßigen Rautenmuster bilden die Diagonalen parallele Linien. Faltet man diese zu Talfalten und die Seiten der Rauten zu Bergfalten so erhält das Blatt eine regelmäßige zylindrische Krümmung. Die Rautenfaltung lässt sich aus der Umkehrfalte ableiten. Wird eine Umkehrfalte an der Basis der beiden Seitenschenkel gespiegelt, entsteht eine Rautenfalte. Die Biegung der Faltung hängt von der Geometrie der Rauten ab: Je spitzer die Rauten desto schwächer ist die Krümmung des gefalteten Papierstreifens. Gleichförmige Rauten erzeugen eine Annäherung an ein Kreissegment. Sind die Rauten zu unterschiedlich grossen Drachenvierecken verzogen, ändert sich der Kurvenradius, was Annäherungen an eine beliebige stetige Kurve möglich macht. Werden die Papirestreifen aneinandergereiht entsteht eine einfach gekrümmte Schale, welche im Querschnitt verschiedene Formen annimmt: Kreissegment, Katenoide, Zykloide, usw. Die Rautenfaltung besteht nur aus dreieckigen und damit ebenen Flächen.

Das interessante am Faltwerk ist das geometrische System gleich großer Module, das eine Form- und Größenänderung ermöglicht ohne dabei das System auseinandernehmen und wieder zusammensetzen zu müssen.

Es lässt sich auf zwei Ebenen reduzieren, die rechtwinklig aufeinanderstehen. Im Stadium dazwischen ist es beweglich, ohne dass sich das geometrische System oder die Größer Module ändert.





## Geometrie

Das System setzt sich aus auf einer Ebene liegenden Quadraten zusammen, die um 45 Grad gedreht sind. Sie berühren sich an den Seiten und werden an ihrer Diagonalen in Dreiecke geteilt. Diese Dreiecke sollen beweglich Module bilden. Während die Dreiecksflächen starr bleiben, ist ihre Verbindung an den Kanten beweglich. Dadurch entsteht eine Kinematik, die sich durch das Ändern der Winkel zwischen den einzelnen Modulen kontrollieren lässt. Die Module liegen auf drei parallelen Achsen. Während des Zusammenschiebens verkürzt sich der Abstand zwischen den Achsen in y-Richtung, bis sie übereinanderliegen und nur noch eine Differenz in z-Richtung haben.

Es gibt zwei Winkelbeziehungen, welche die Kinematik bestimmen. Zum einen ändern sich die Winkel zwischen je zwei Dreiecken (in einem Quadrat selbst in der Seitenansicht, als auch zwischen den zwei Seitenteilen in der Frontansicht). Ändert sich der erste Winkel, ändert sich der zweite auch und umgekehrt. Über das Verhältnis der beiden Winkel zueinander ist die Form des Faltwerks steuerbar.

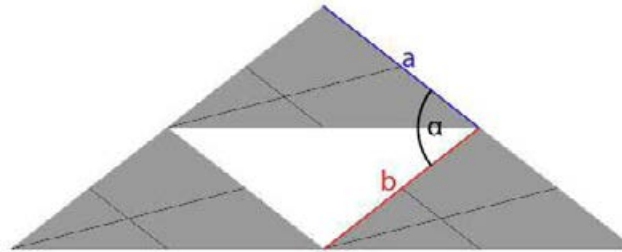
- 1 / Faltversuche
- 2 / Rautenfaltung: Untersuchung der Geometrie



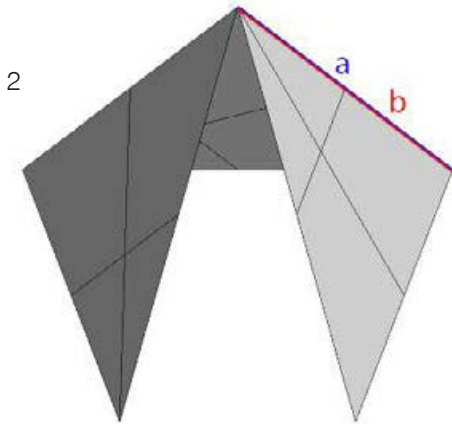
## Rhino-Script: Erklärung der Schritte

- Schritt 1: Erstellen eines Dreiecks anhand einer Grundlinie, die variabel ist.
- Schritt 2: Es wird ein Loop für den "Kippwinkel" erstellt. Danach wird das Dreieck um den geloopten Winkel gekippt und gespiegelt.
- Schritt 3: Als nächstes werden die Beiden Deiecke Gruppirt. Diese Gruppe wird 2 mal kopiert. Gruppe 2 und 3 bilden fortan die beiden Flanken.
- Schritt 4: ~~Um später den benötigten Winkel zu kriegen muss man über die Normalenvektoren gehen. Dazu werden mithilfe ihrer Vektoren zwei Dreiecke gespannt.~~ Dreieck A und B. Danach werden die Normalen N1 und N2 erzeugt zu den Dreiecken A und B gespannt. Zwischen diesen Normalen wird dann über den Befehl "VectorDotProduct" der Winkel automatisch gemessen, über den die Gruppen 2 und 3 gedreht werden.
- Schritt 5: Zum Schluss wird der erzeugte "Bogen" über einen Loop in Reihe kopiert.

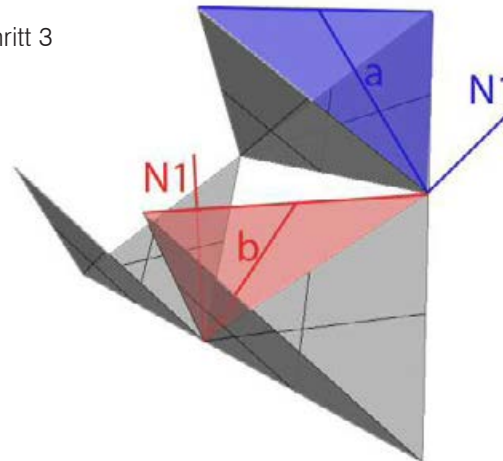
Schritt 1



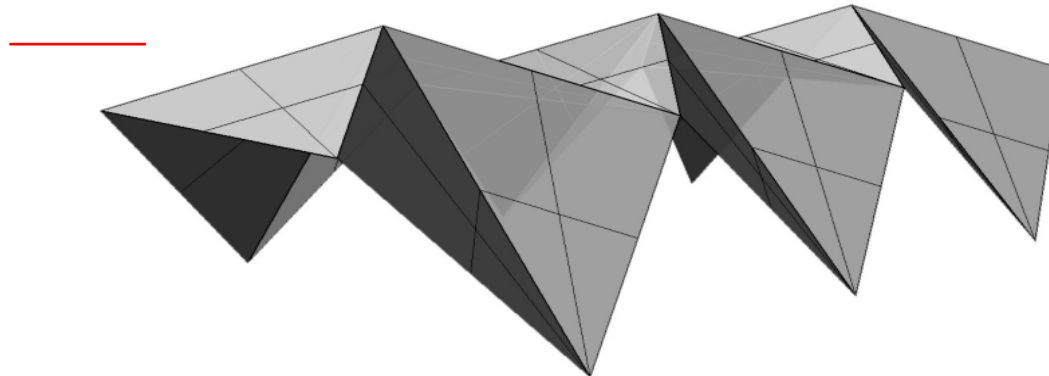
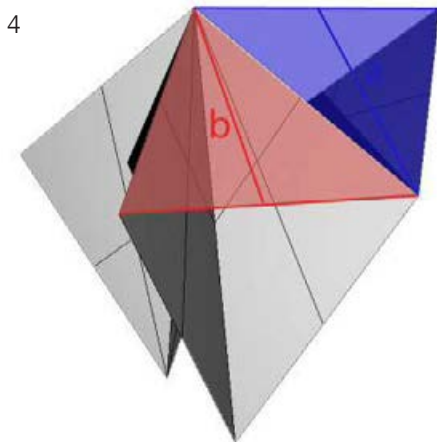
Schritt 2



Schritt 3



Schritt 4



## Code

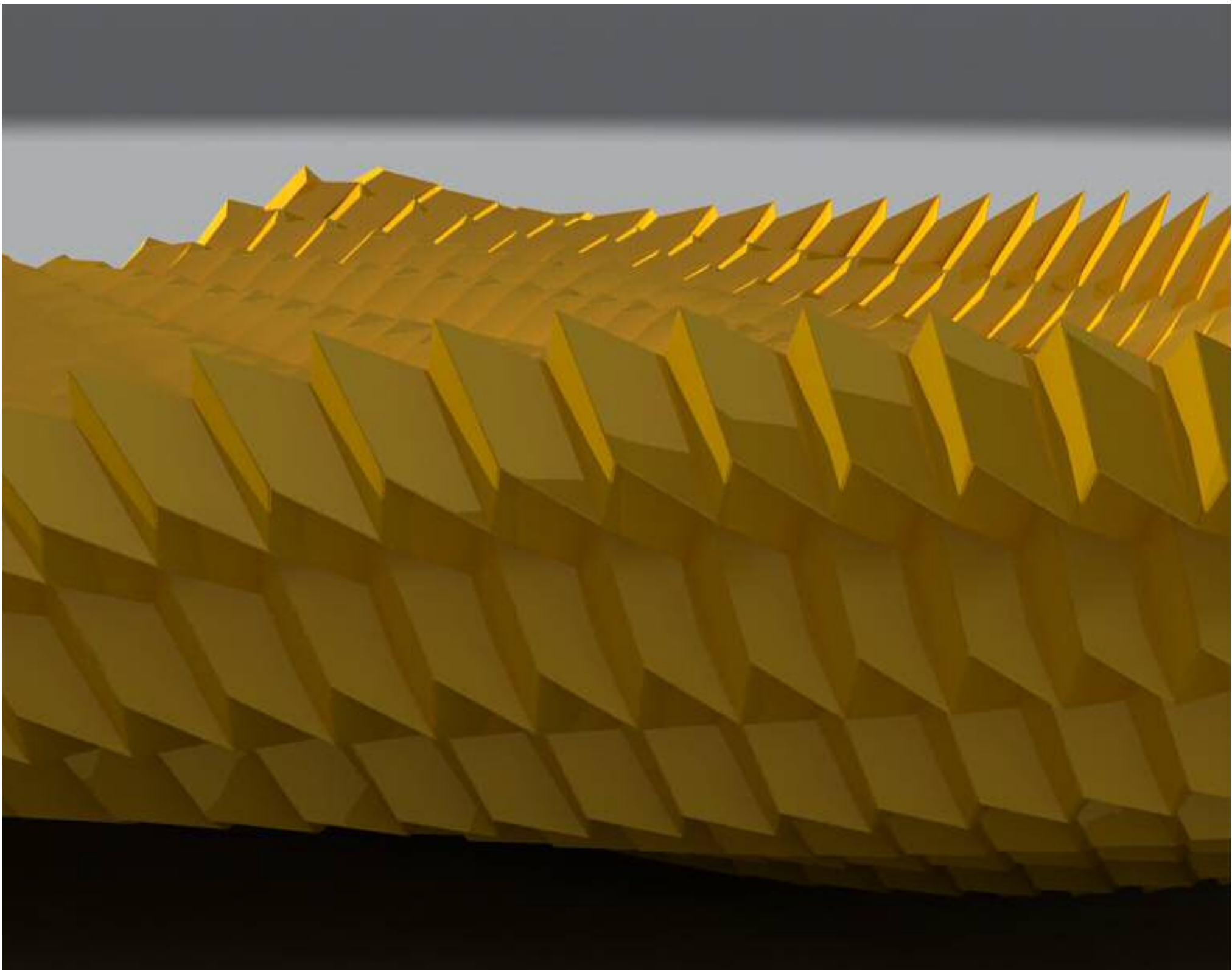
Prinzipielle Schritte der Formgenerierung:

- Schritt 1: Zwischen zwei Parallelen Linien werden gleichschenklige Dreiecke gezeichnet. Dazu werden die Linien parallel im gleichen Abstand unterteilt. Im Zickzack wird zwischen den Parallelen immer auf den nächsten Punkt auf der anderen verbunden. Die Segmente der entstandenen ZickZack Linie bilden die gleichlangen Schenkel der Dreiecke.
- Schritt 2: Nachdem über dieses Hilfslinienkonstrukt die Flächen gezeichnet sind, werden diese zuerst um ihre Hypotenuse und dann um ihre Außenpunkte so gedreht. Nachdem sie zusammengeschoben wurden bilden sie den ersten Teil des Faltwerks.
- Schritt 3: Hier werden die Zwischenelemente in Position gebracht, sodass der erste Partition vollendet ist. Diese wird nun nach hinten gespiegelt und kopiert.

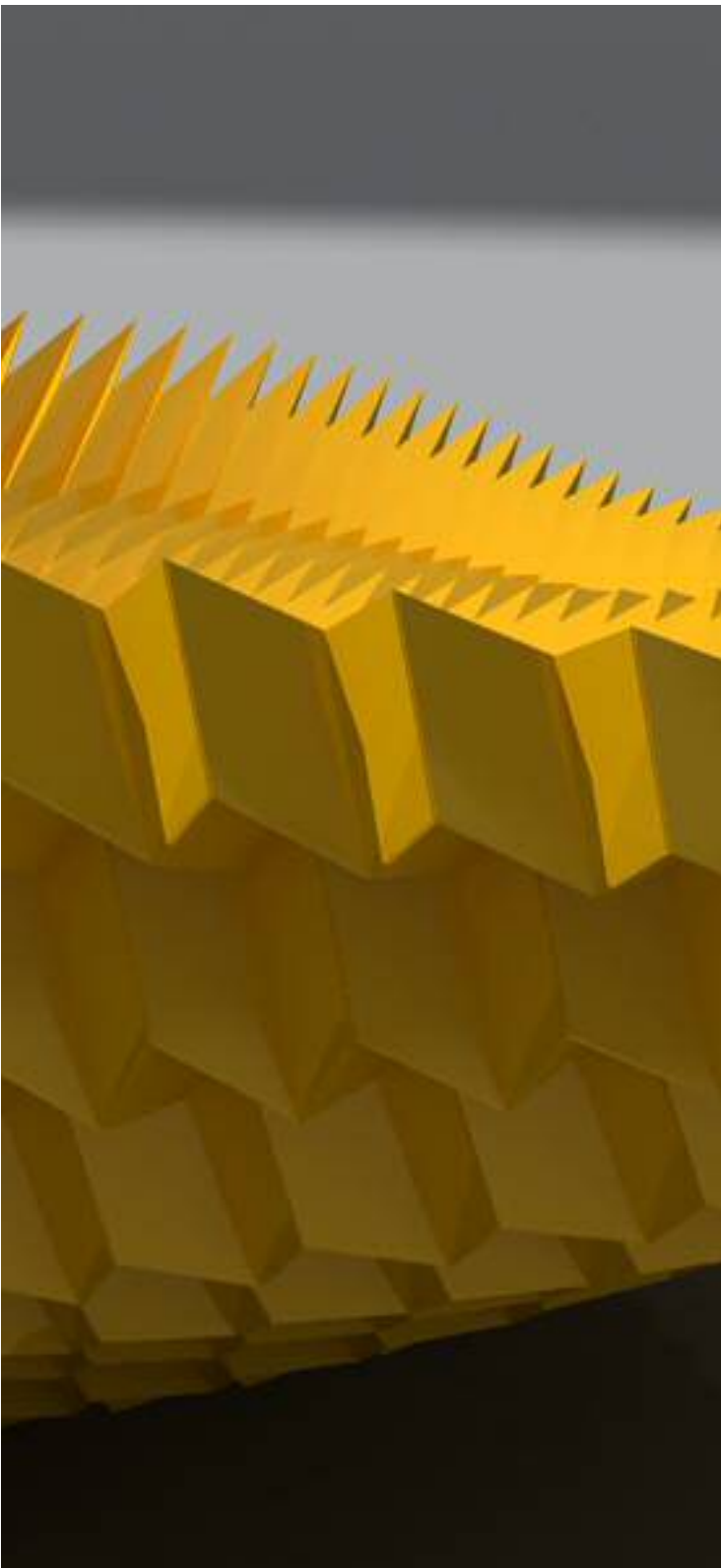
1 / Einzelschritte der Formgenerierung

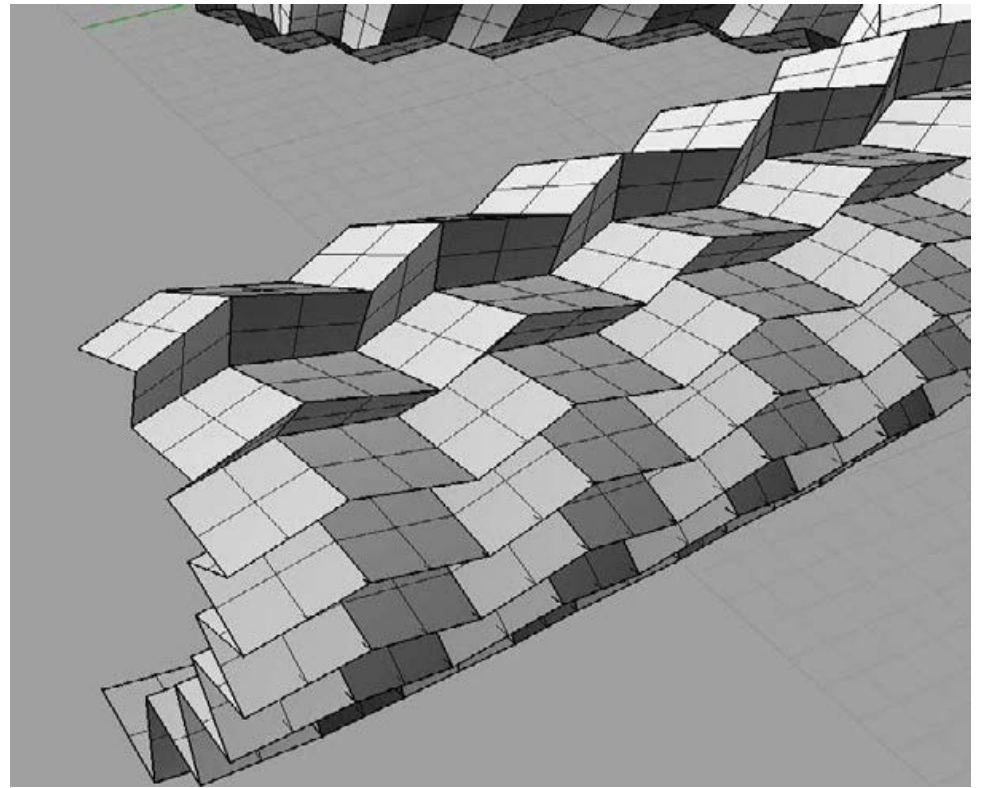
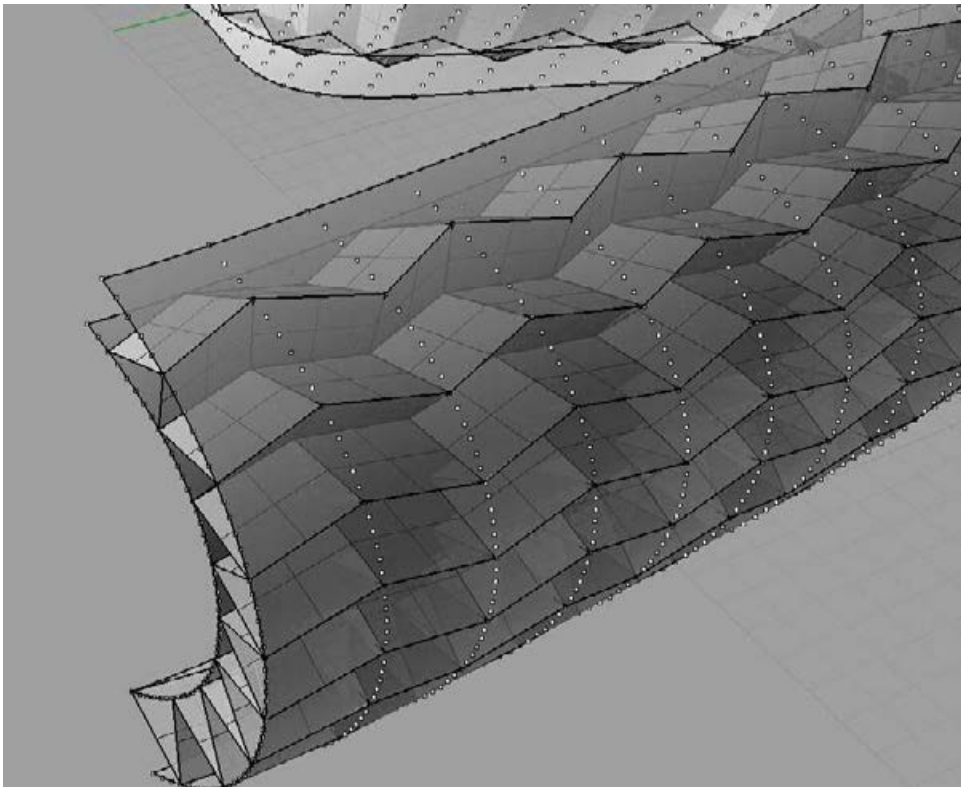
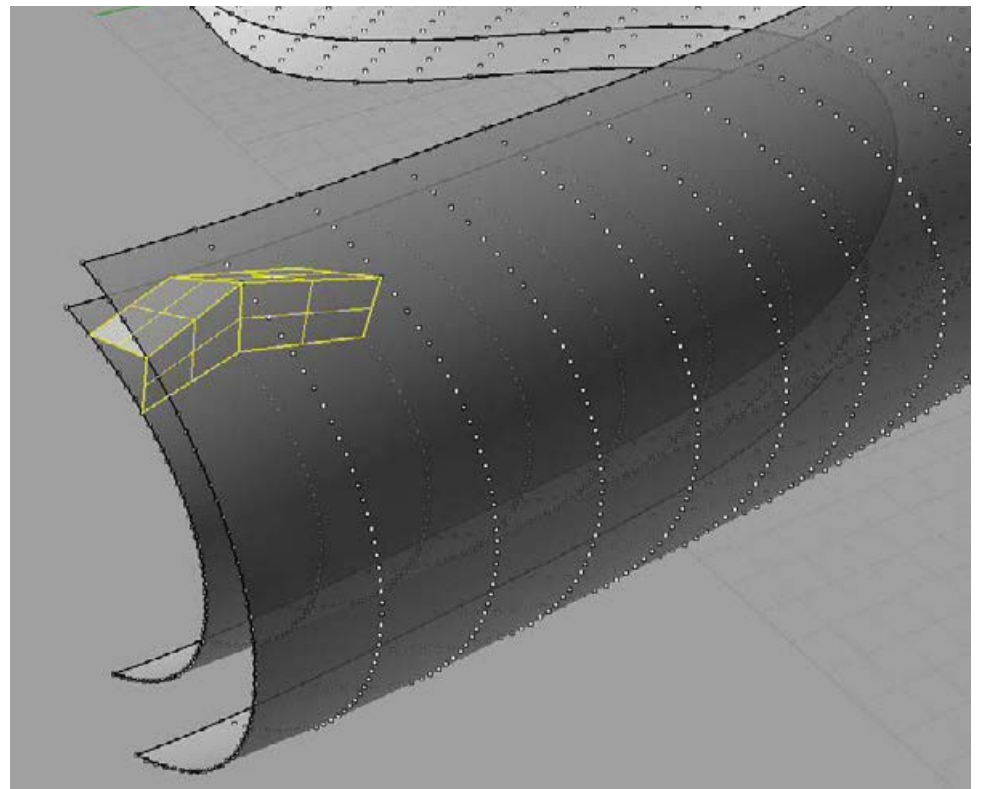
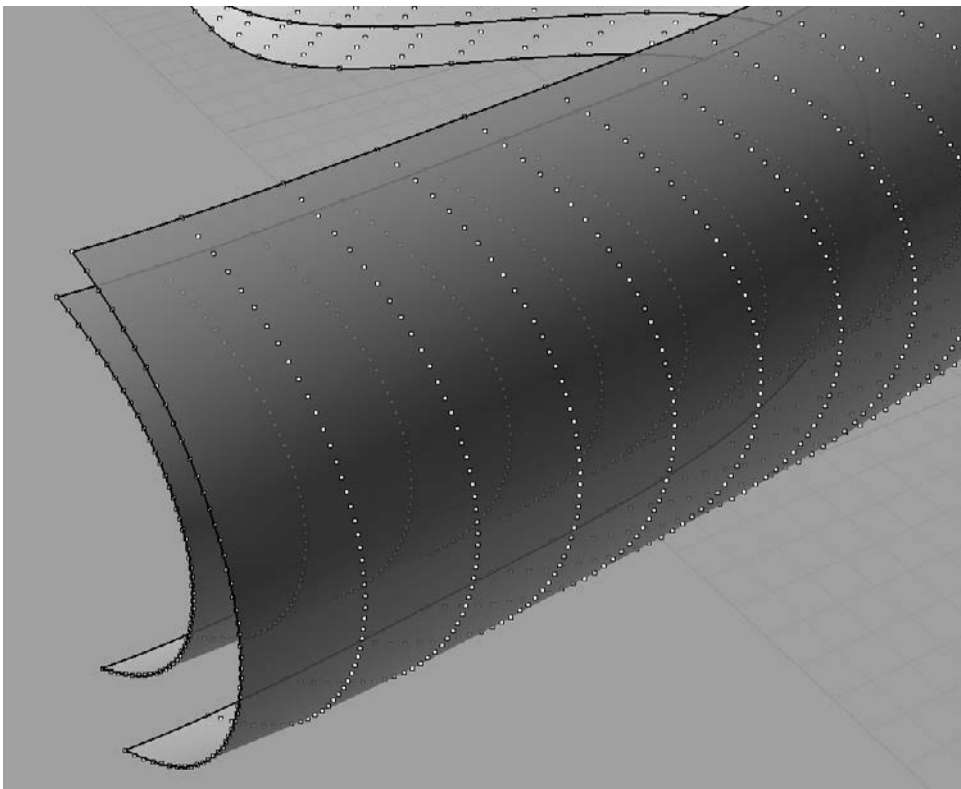
2 / Faltmodell Endform





# origami aesthetik







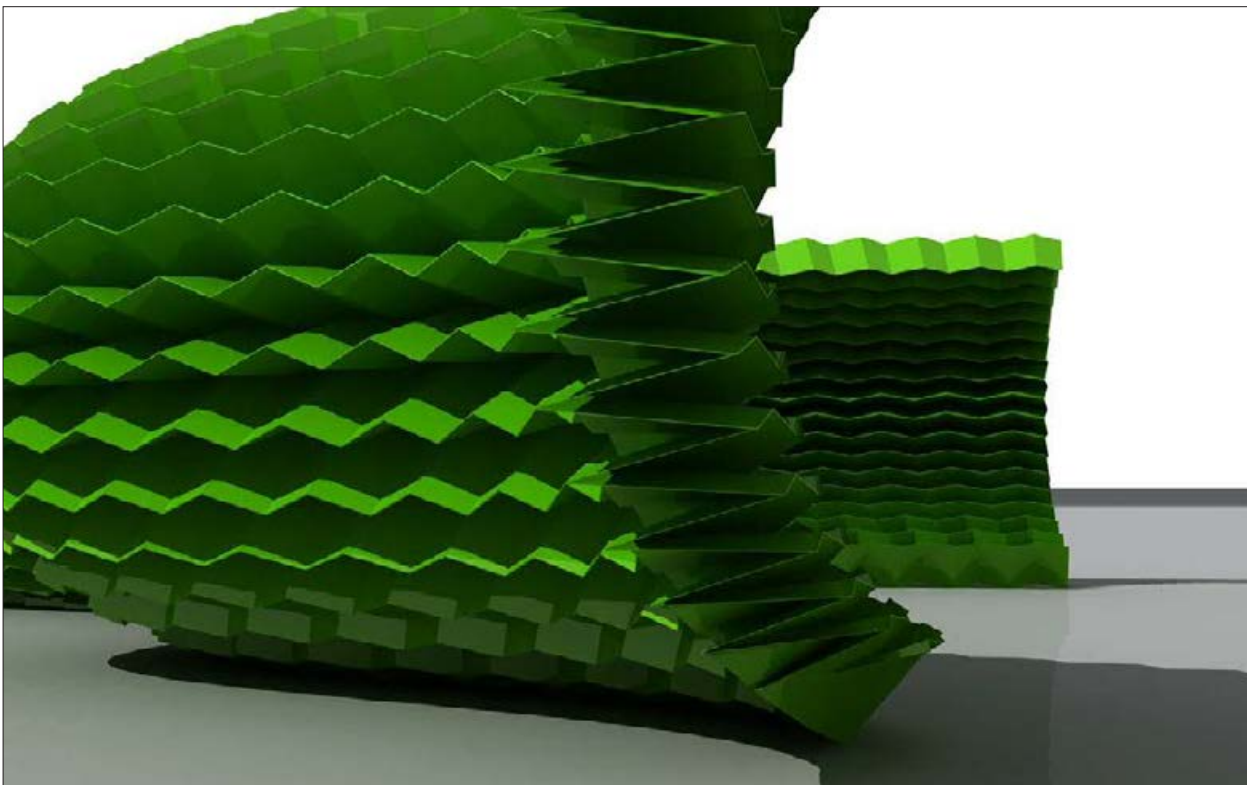
origami aesthetik

## Konzept

Die Idee dieser Arbeit ist es, die Aesthetik eines ausgewählten Origami Faltprinzips in ein Rhino Script zu übersetzen und somit auf vielfältige Flächen anwendbar zu machen.

## Geometrie

Die Grundgeometrie der Faltstruktur besteht aus Dreiecken welche in y-Richtung versetzt angeordnet werden. Werden diese Dreiecke nun auf zwei parallelen Flächen erzeugt und die Eckpunkte durch Flächen verbunden und reihenweise in y-Richtung kopiert, entsteht die gewünschte Geometrie.



- 1 / Schritt 1: Punkt Grid
- 2 / Schritt 2: Flächen
- 3 / Schritt 3: Flächen Loop
- 4 / Schritt 4: Delete Input
- 5 / origami aesthetik - Faltmodell
- 6 / origami aesthetik - Rendering

1	2	5
3	4	6

