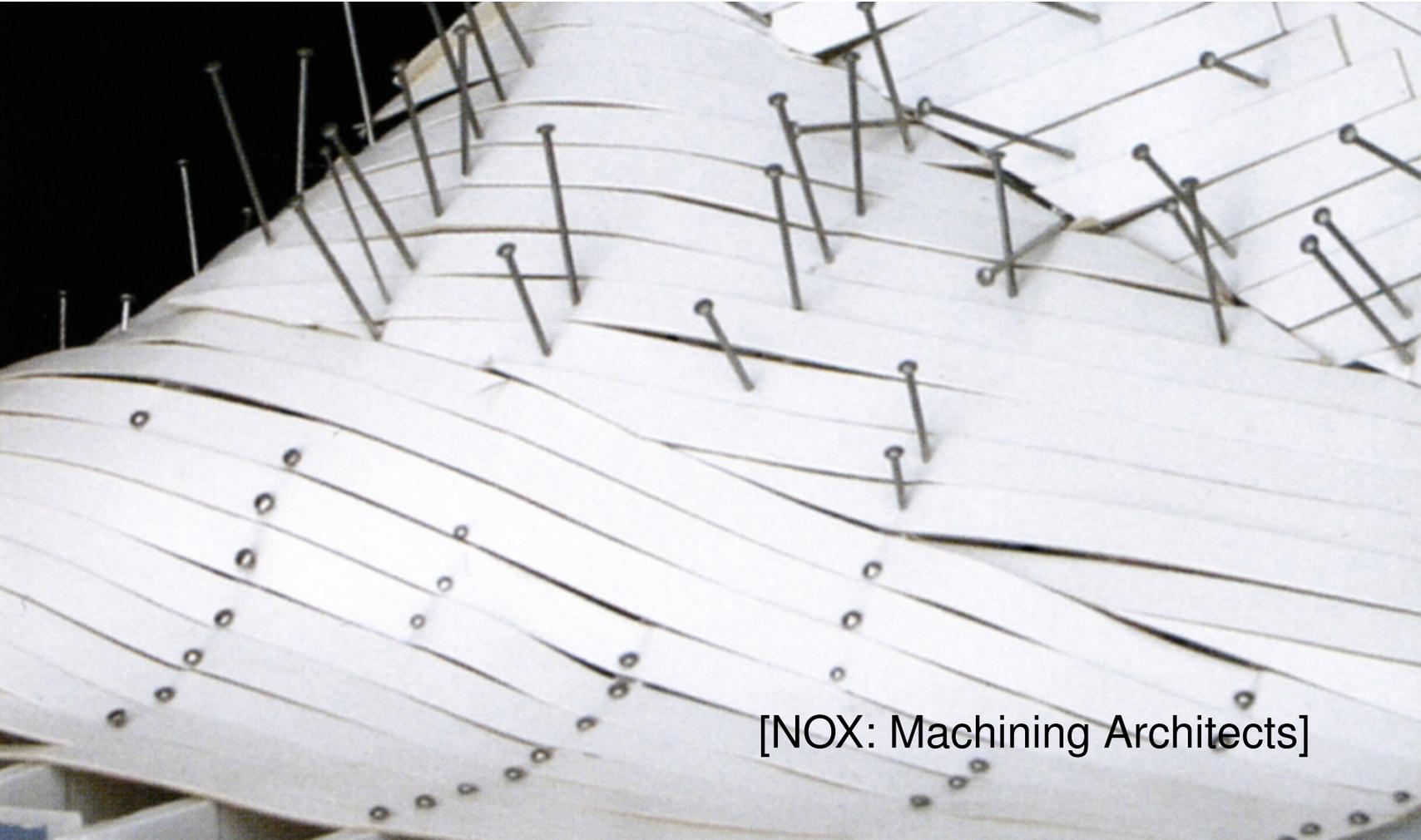


Geodätische Muster und Freiformarchitektur

Strobl, 11. 11. 2010

Panelisierung



[NOX: Machining Architects]

Gekrümmtes Holz



[IBOIS, EPF Lausanne]

Allgemeine Muster



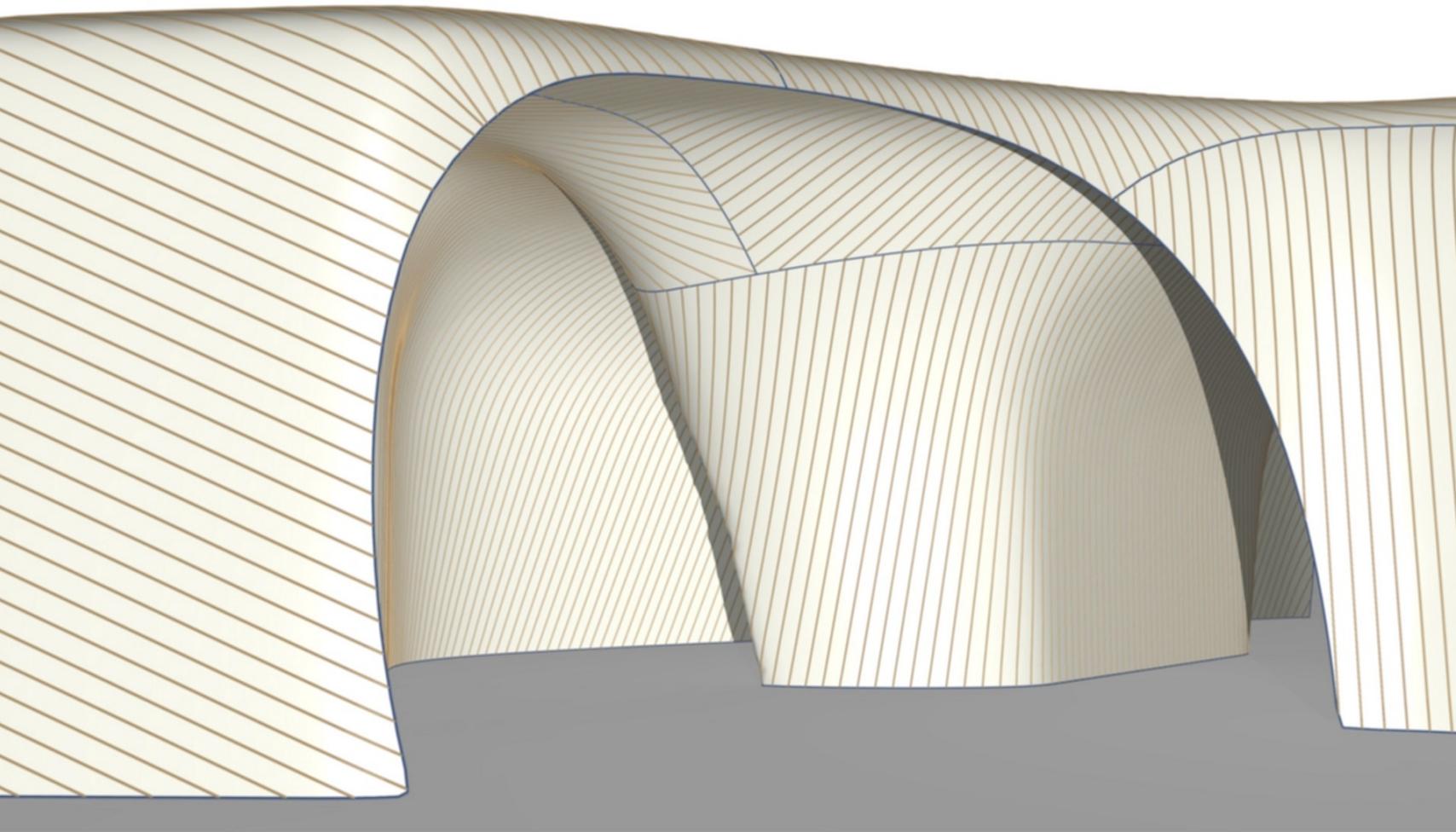
Yeoju Golf club, Shigeru Ban

Geodätische Linien

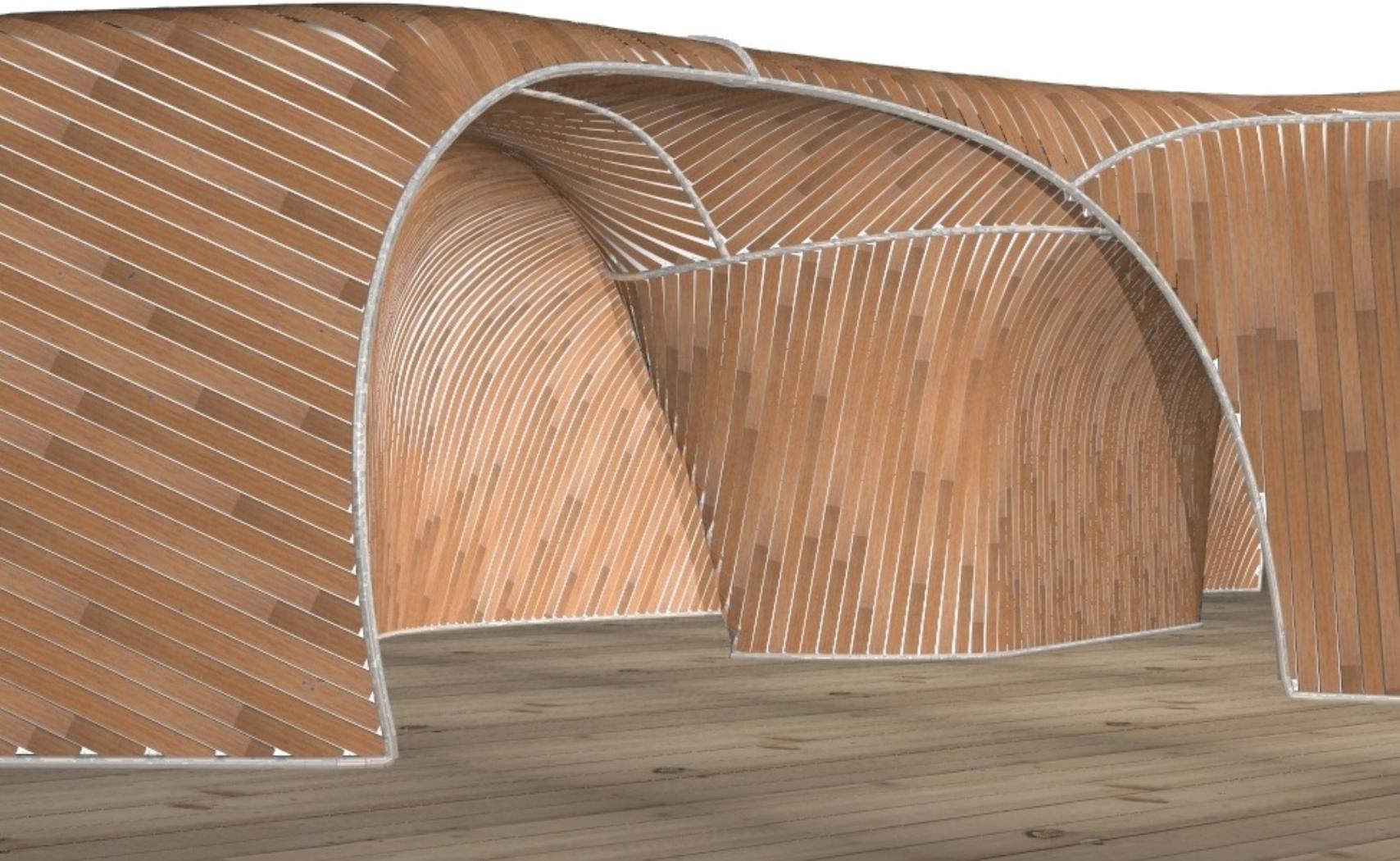


- Kürzeste Verbindungen
- keine geodätische Krümmung (verlaufen geradeaus, soweit von Fläche gestattet)

Ziel 1: konstanter Abstand



Ziel 1: konstanter Abstand



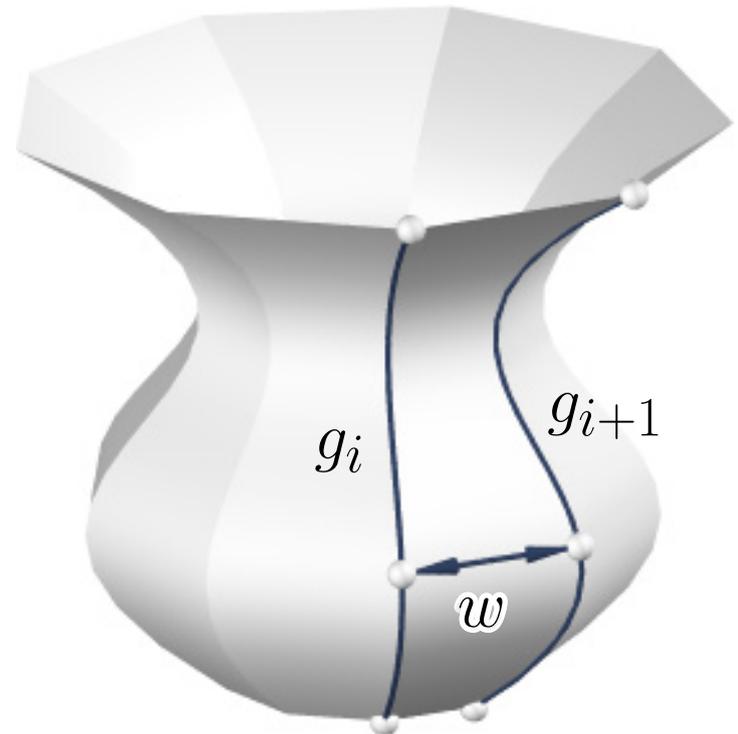
“Geodätische Abweichung”

Der Abstand von benachbarten geodätischen Linien erfüllt eine Differentialgleichung:

$$w(s)'' = -K(s)w(s),$$

⇒

kontrollierte Evolution

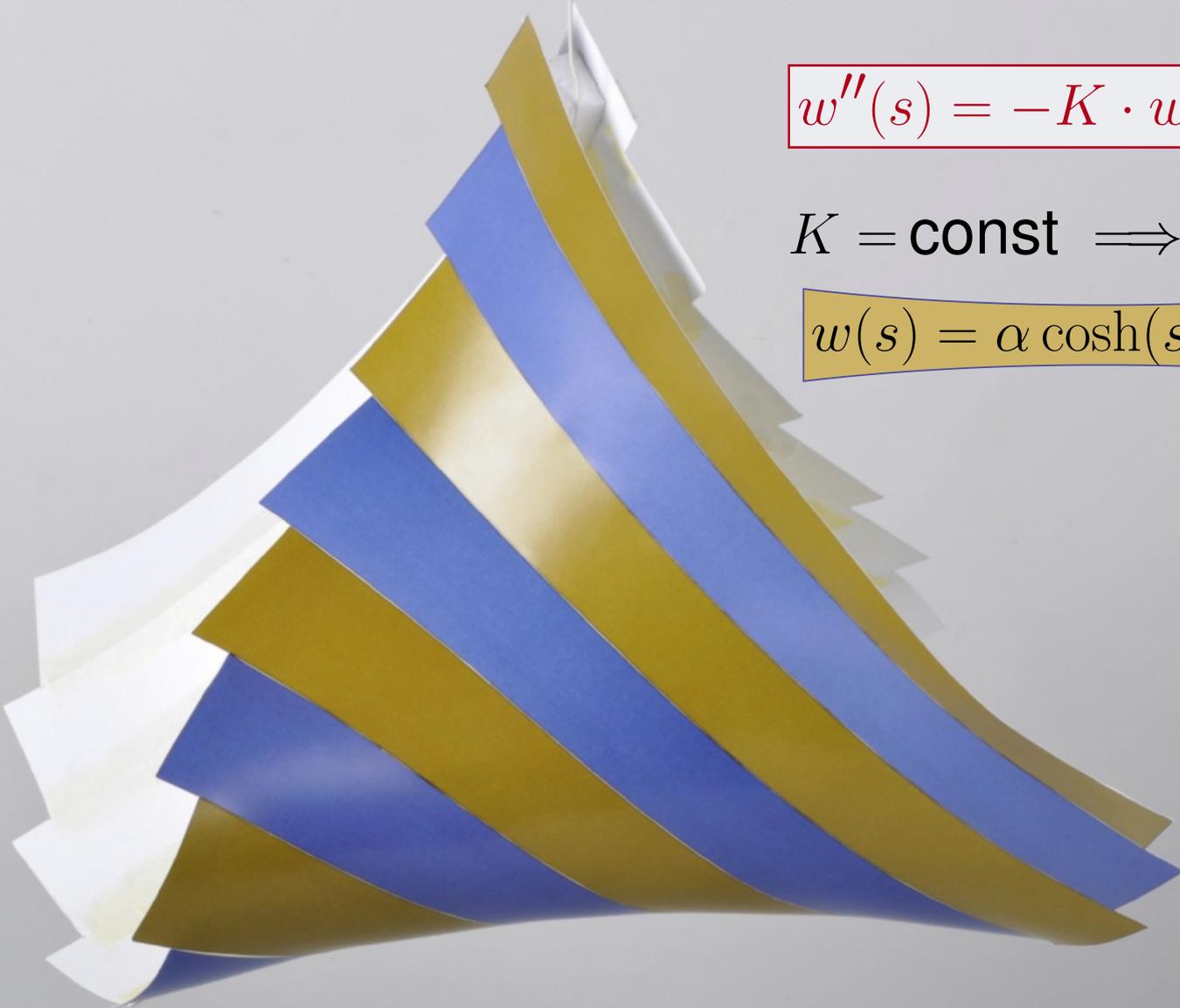


Fläche zum Basteln

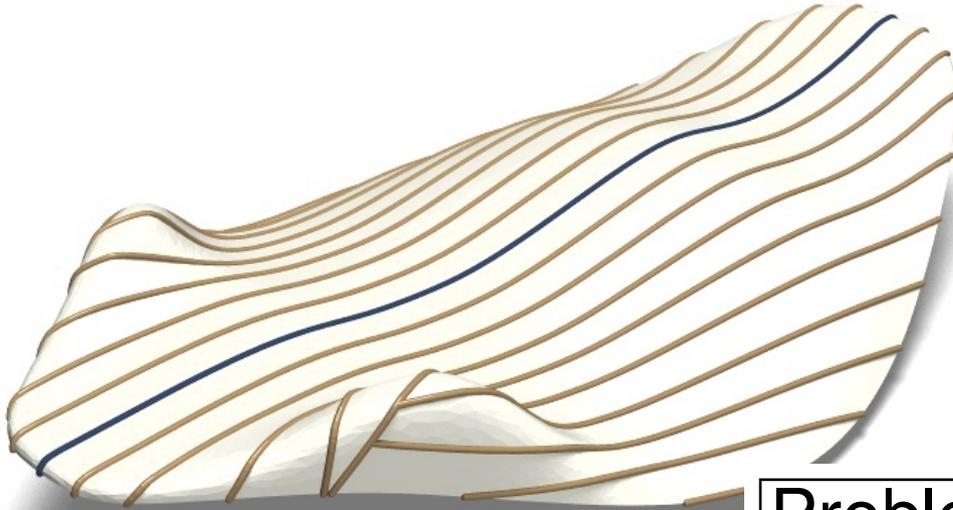
$$w''(s) = -K \cdot w(s)$$

$$K = \text{const} \implies$$

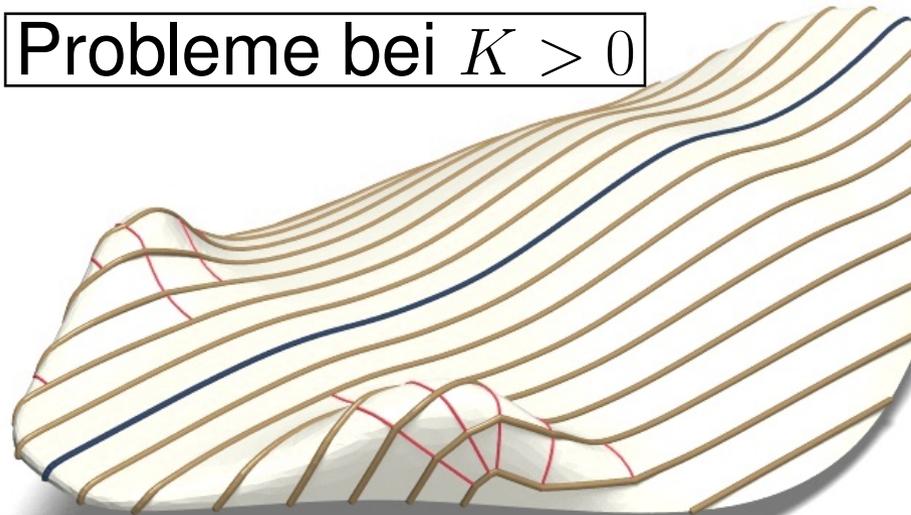
$$w(s) = \alpha \cosh(s\sqrt{|K|})$$



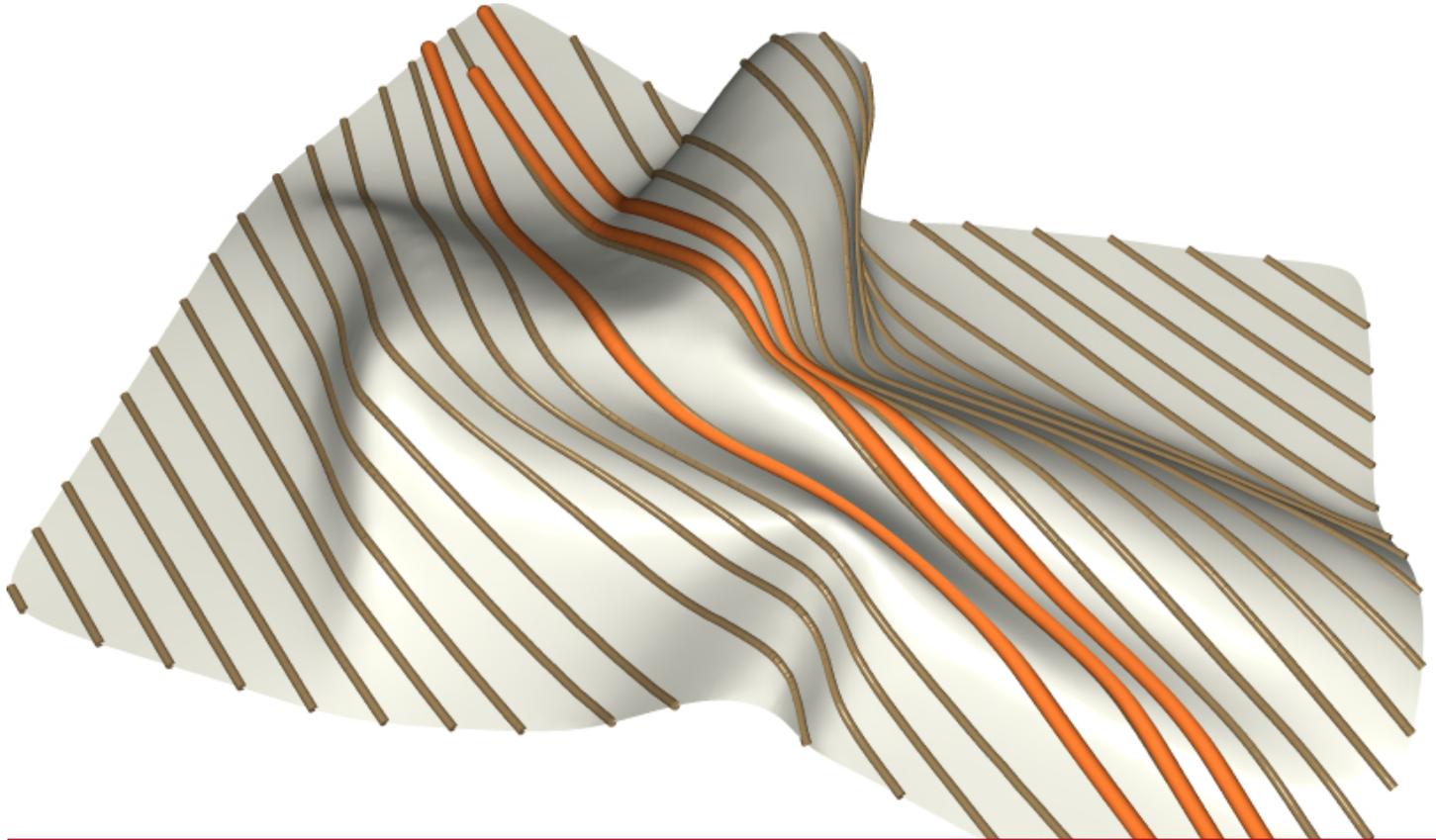
Beispiel für Evolution



Probleme bei $K > 0$

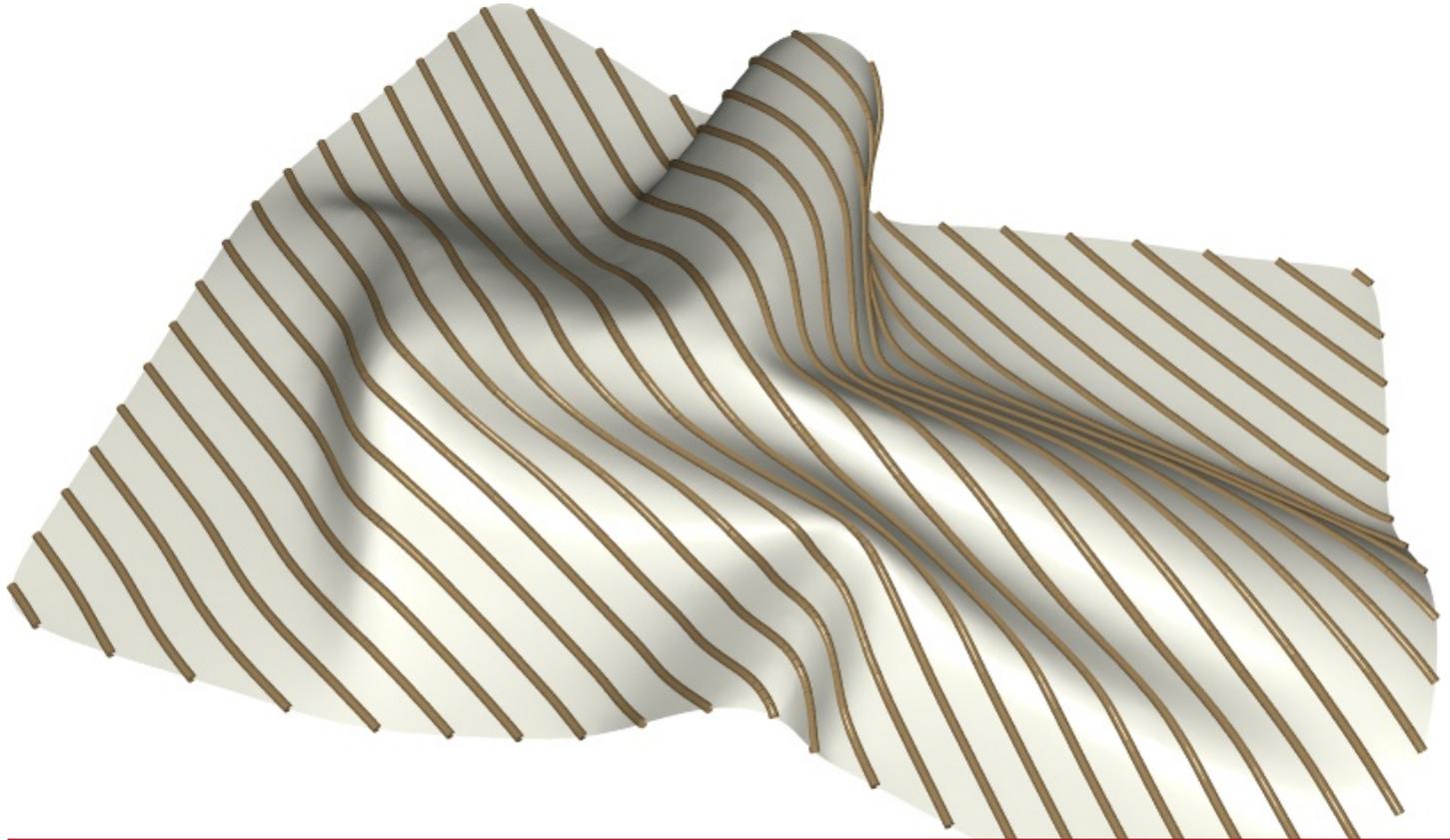


Geodätische als Isolinien



$$F_{\kappa} = \sum_{\text{vertices}} \left(\text{Div} \frac{\nabla \phi}{\|\nabla \phi\|} \right)^2 \quad F_w = \sum_{\text{faces}} (\|\nabla \phi\| - C)^2 \quad F_{\Delta} = \sum_{\text{vertices}} \Delta \phi^2$$

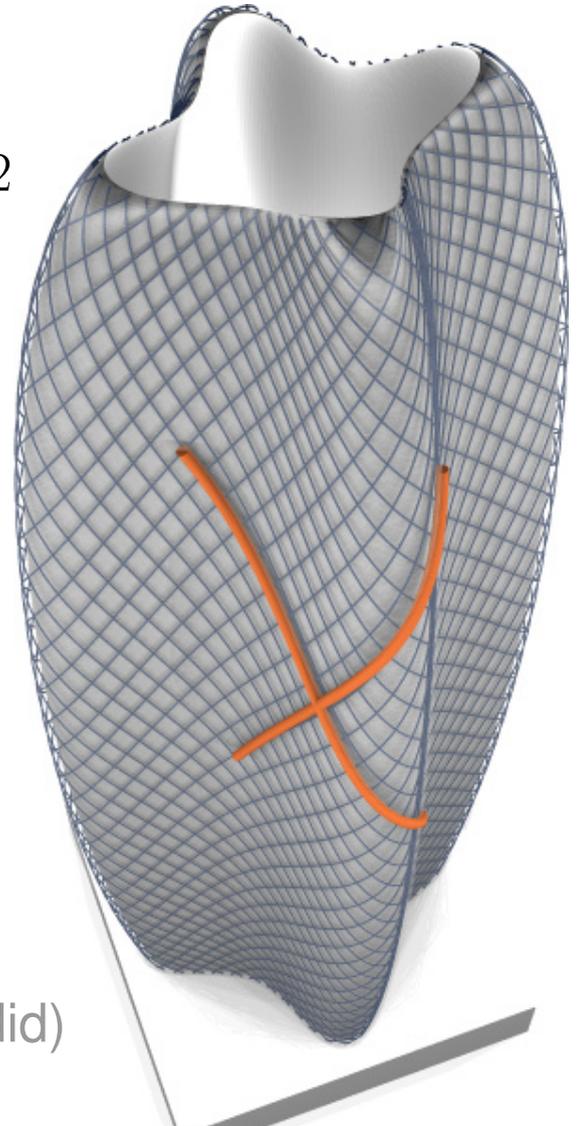
Geodätische als Isolinien



$$F_{\kappa} = \sum_{\text{vertices}} \left(\text{Div} \frac{\nabla \phi}{\|\nabla \phi\|} \right)^2 \quad F_w = \sum_{\text{faces}} (\|\nabla \phi\| - C)^2 \quad F_{\Delta} = \sum_{\text{vertices}} \Delta \phi^2$$

Ziel 2: Muster

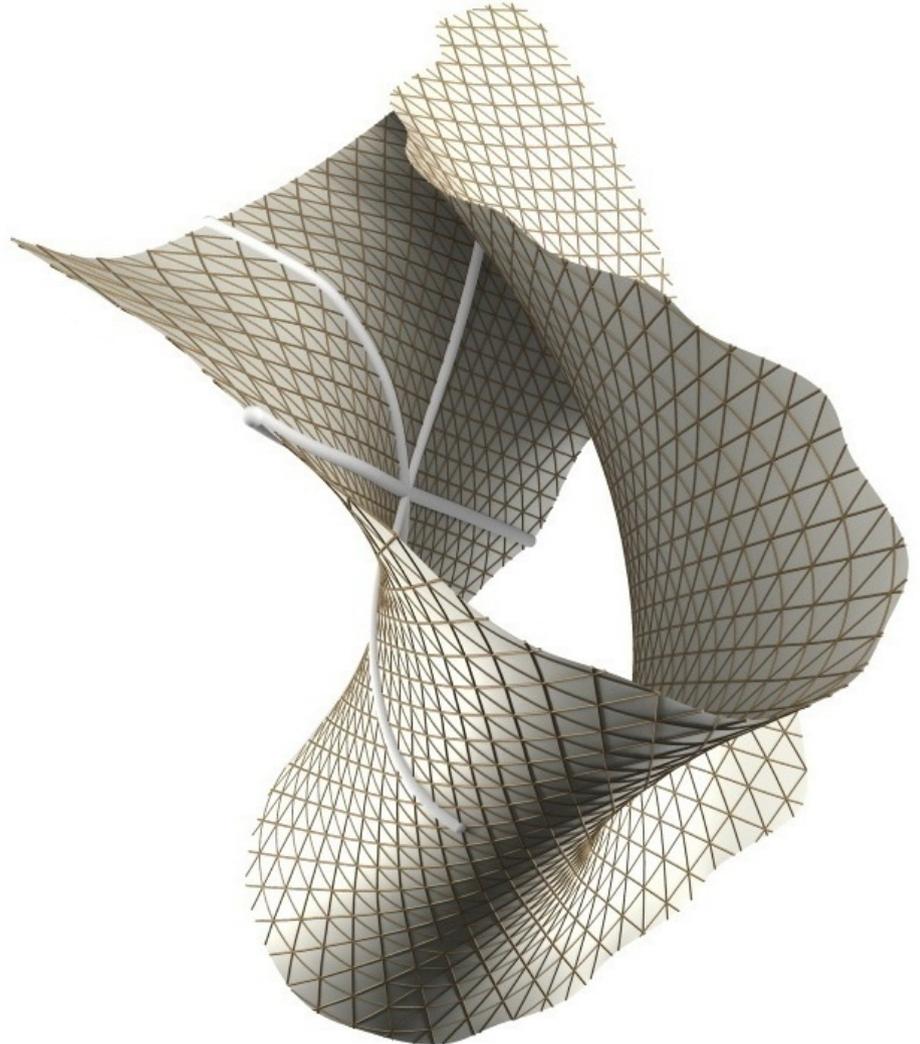
- Optimierte Funktionen ϕ_1 , ϕ_2
so, dass Isolinien
geodätisch werden
- Winkelbedingung



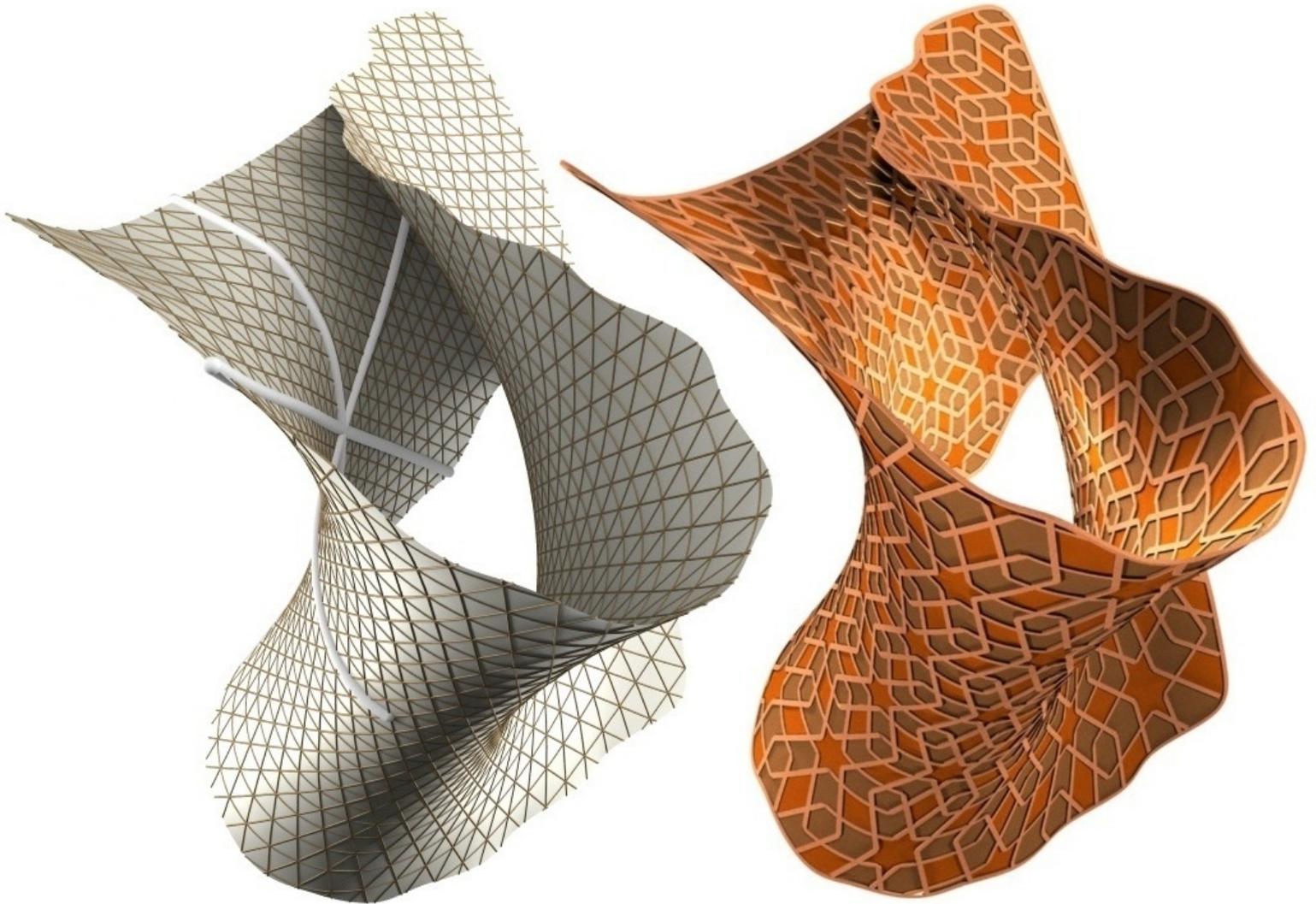
Lilium Tower (Hadid)

Geodätische Gewebe

- $\phi_1 + \phi_2 + \phi_3 = 0$
- Isolinien von ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 sind geodätisch

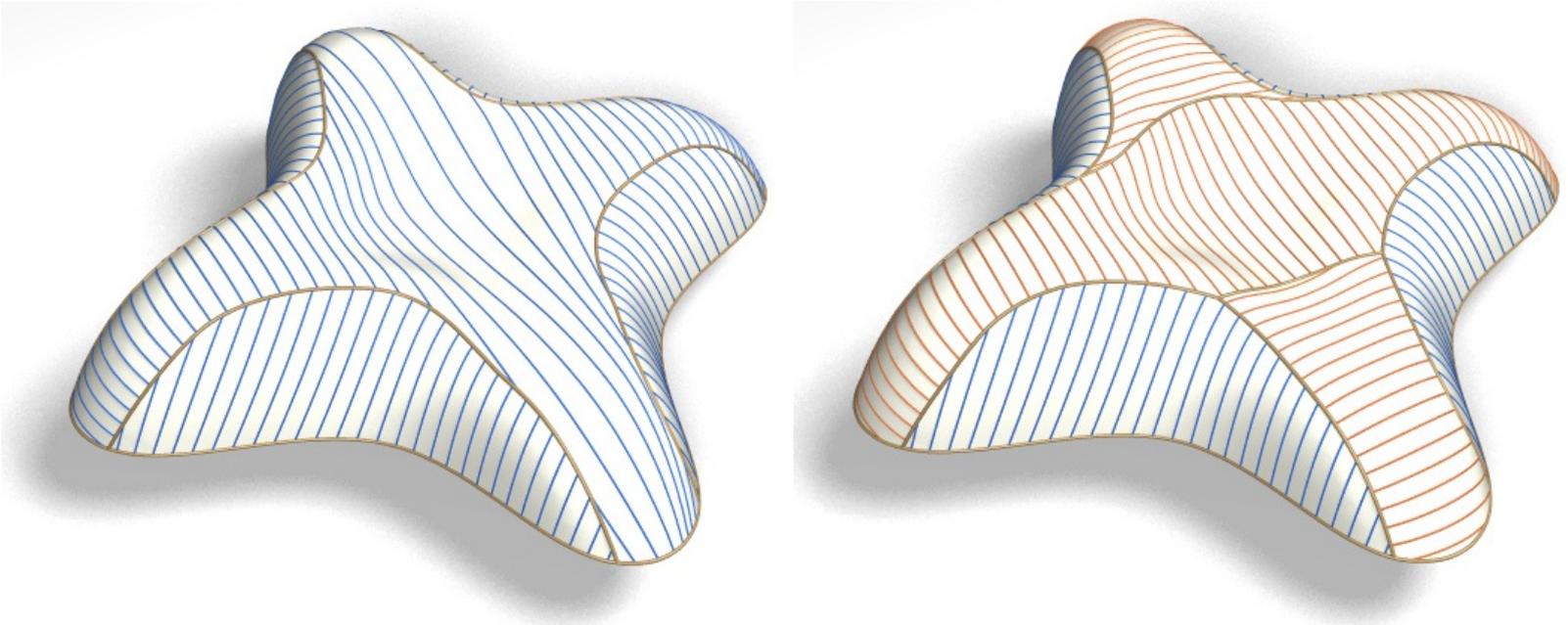


Geodätische Gewebe



Ziel 3: Zerlegung

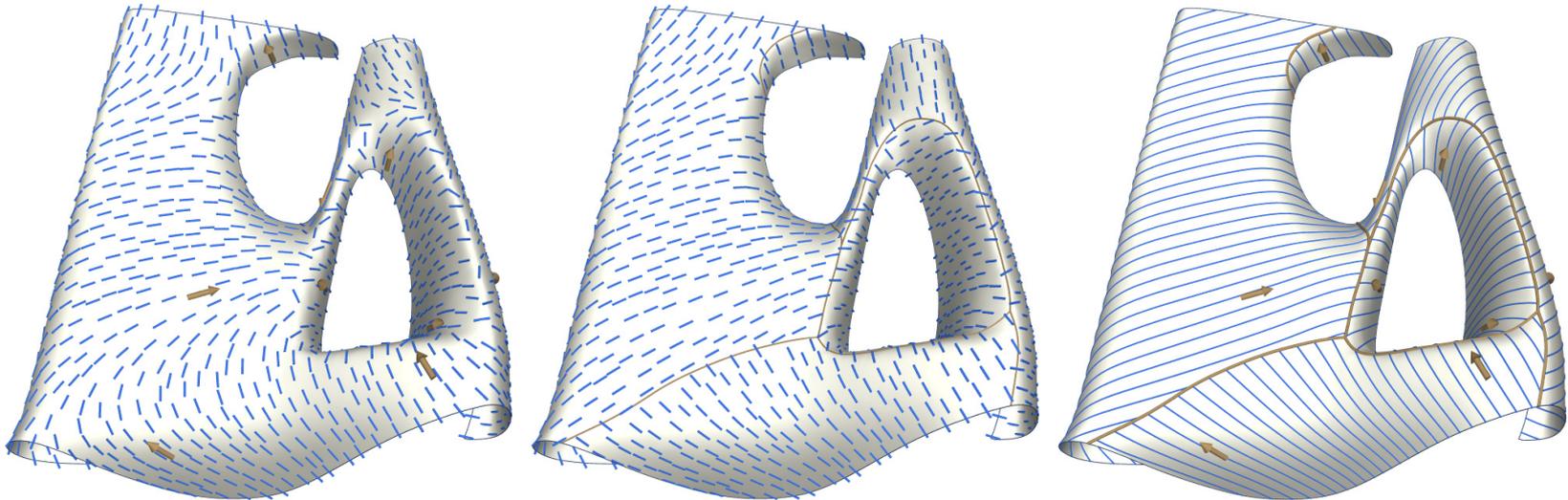
- Segmentierung ist oft notwendig



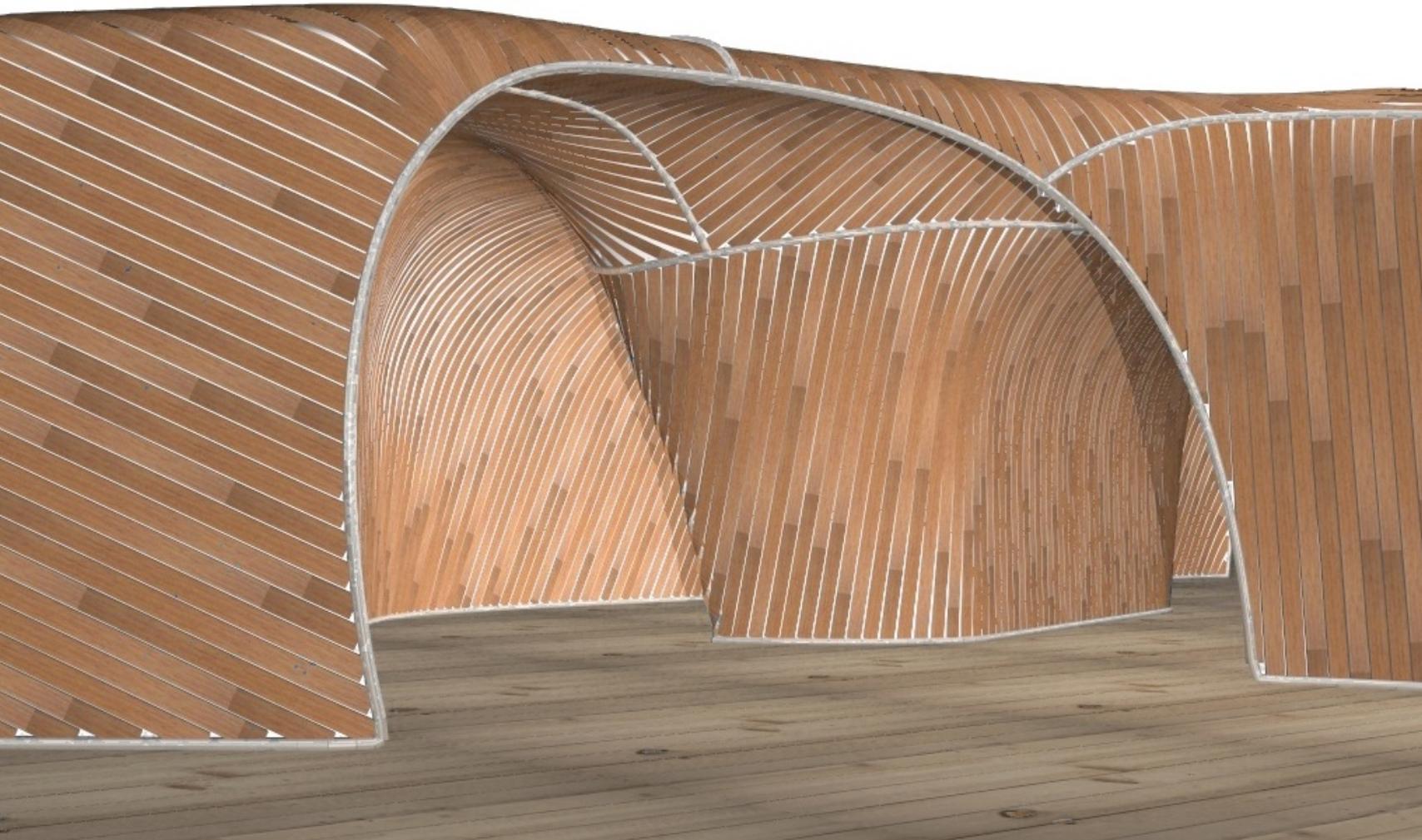
- Ziel: gleichmäßige Abstände

Geodätische Vektorfelder

Eine Methode Schärpen von Bildern wird adaptiert, um ein Vektorfeld, das benutzerspezifizierten Richtungen folgt, möglichst wenig zu modifiziert, sodass es abgesehen von einigen Linien auf der Fläche “geodätisch” wird



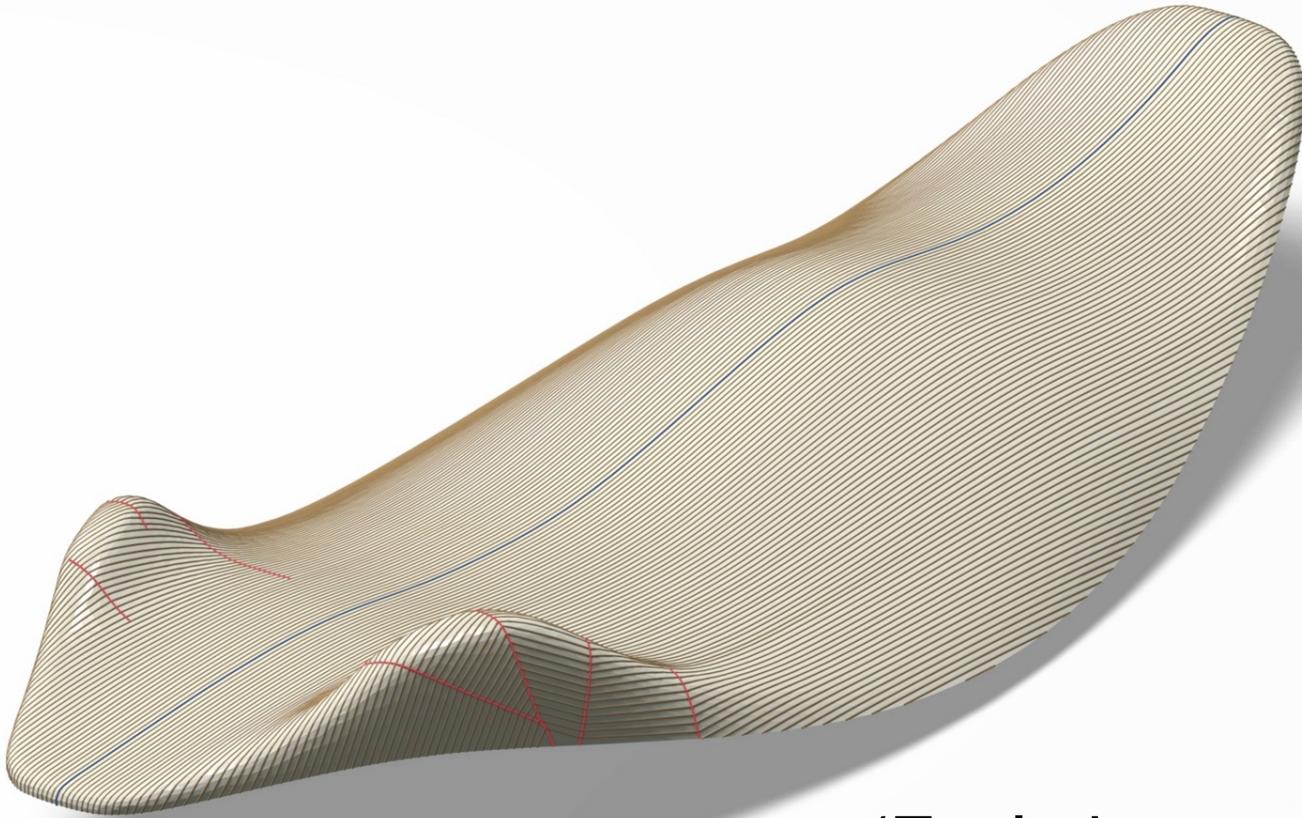
Panelisierungs-Beispiel



Dehnung und Spannung

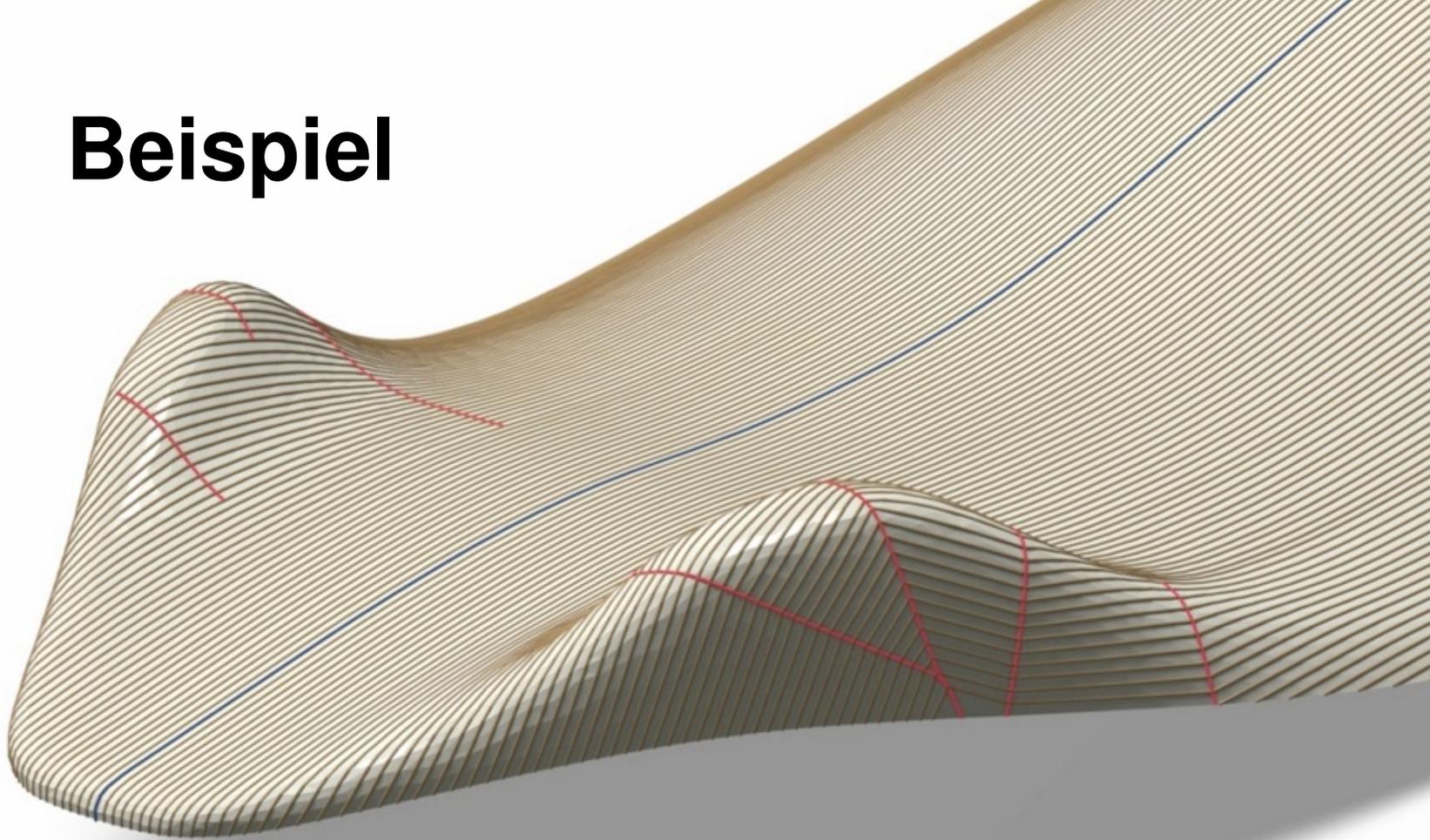
- Biege- und Scherbeanspruchung hängen nur von Dicke ab
- Dehnbeanspruchung zufolge Torsion ergibt Grenze für Breite von Paneelen

Beispiel



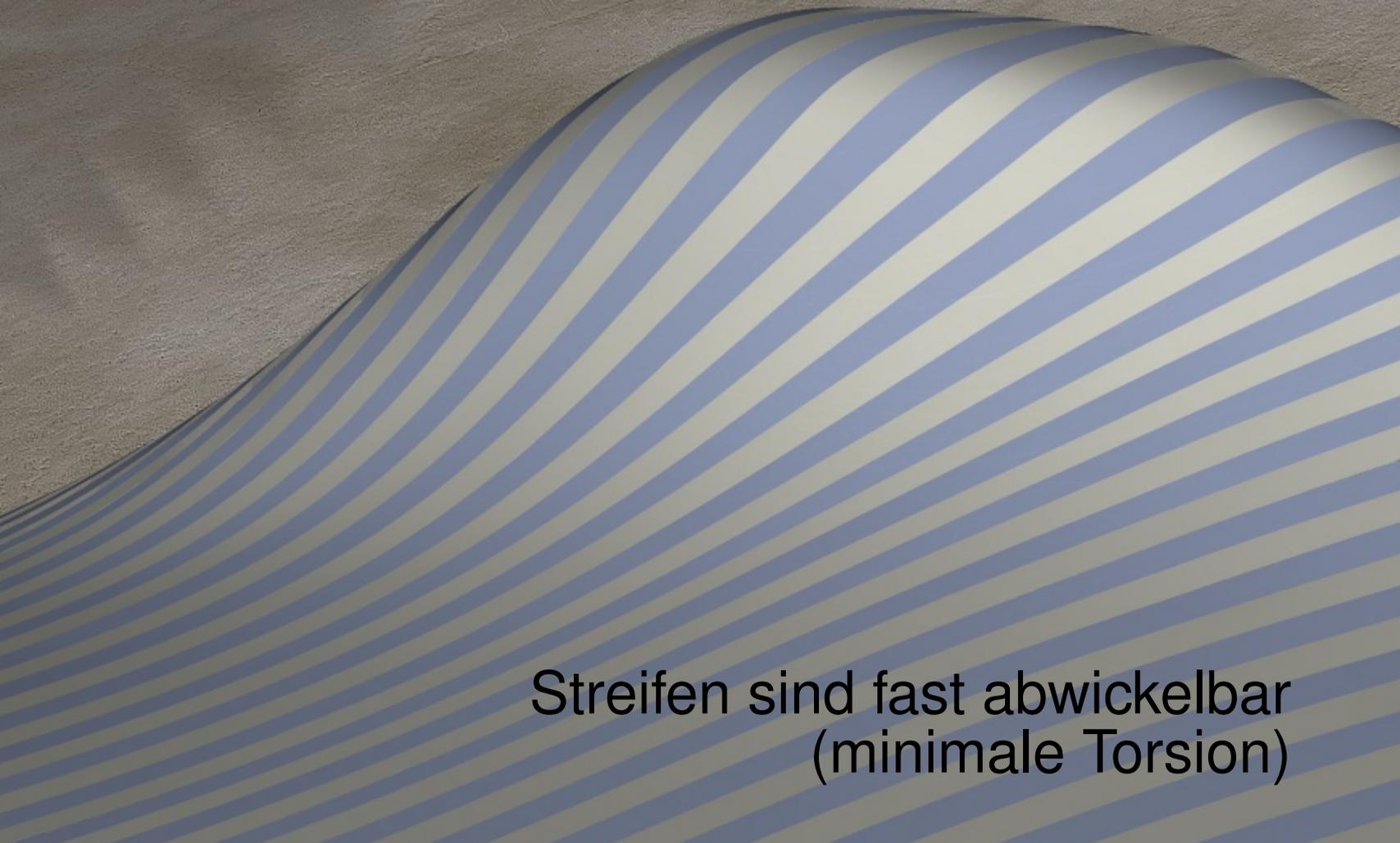
(Evolutionsmethode)

Beispiel



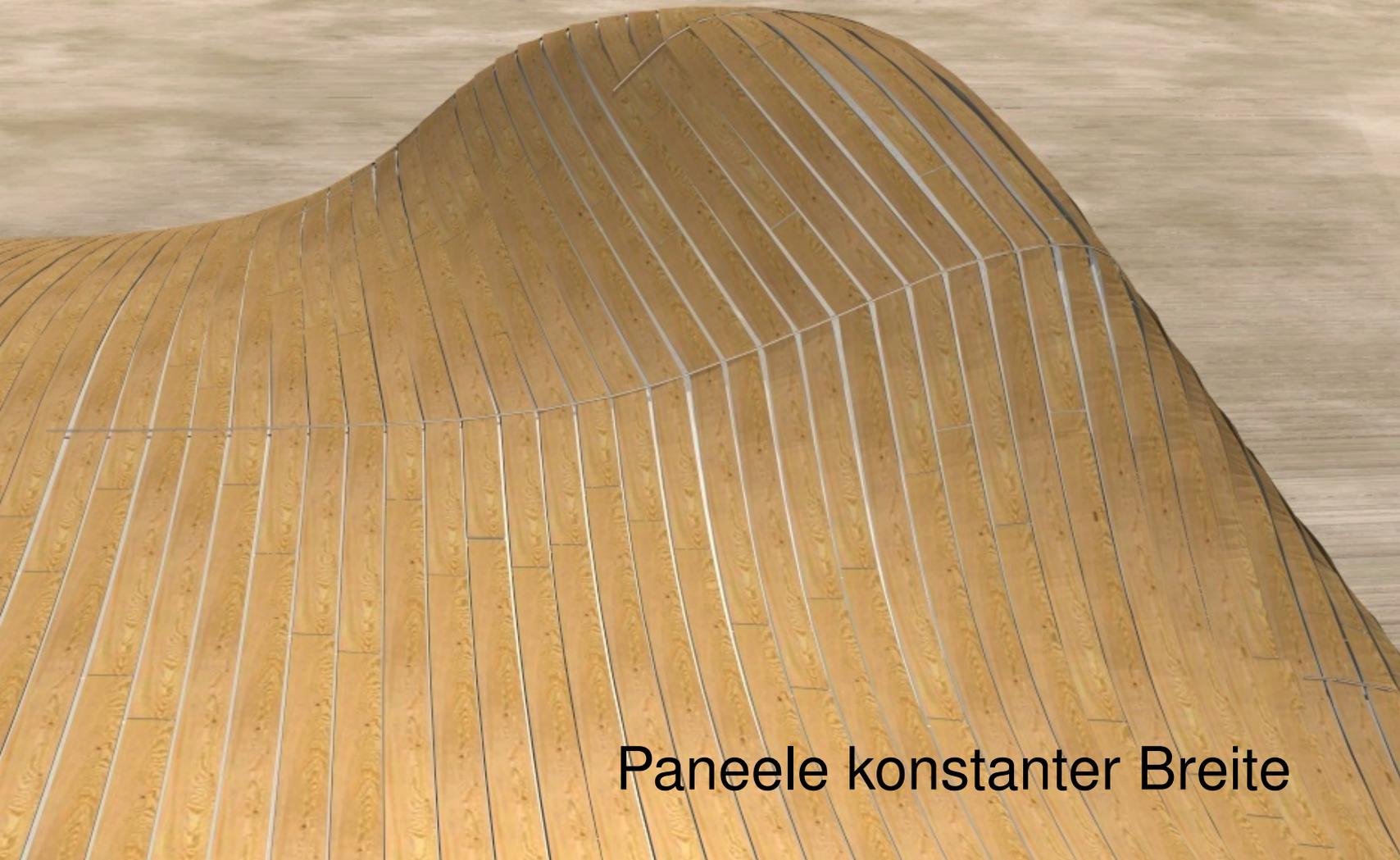
(Evolutionsmethode)

Beispiel, Fortsetzung



Streifen sind fast abwickelbar
(minimale Torsion)

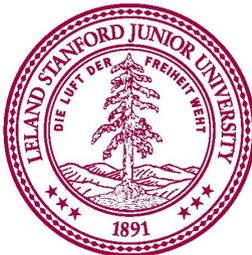
Beispiel, andere Variante



Paneele konstanter Breite

Literatur

- Geodesic Patterns (H. Pottmann, Q. Huang, B. Deng, A. Schiftner, M. Kilian, L. Guibas, J. Wallner), SIGGRAPH 2010
- Tiling Freeform Shapes With Straight Panels: Algorithmic Methods (Johannes Wallner, A. Schiftner, M. Kilian, S. Flöry, M. Höbinger, B. Deng, Q. Huang, H. Pottmann). Adv. Architectural Geometry 2010.



Der Wissenschaftsfonds.