

# Einfach gekrümmte Flächen in der Architektur

Johannes Wallner, Institut für Geometrie, TU Graz

gemeinsame Arbeit mit:

Niccolo Baldassini (RFR, Paris),

Pengbo Bo (Univ. Hongkong),

Helmut Pottman (TU Wien),

Heinz Schmiedhofer (TU Wien),

Alex Schiftner (TU Wien / Evolute)

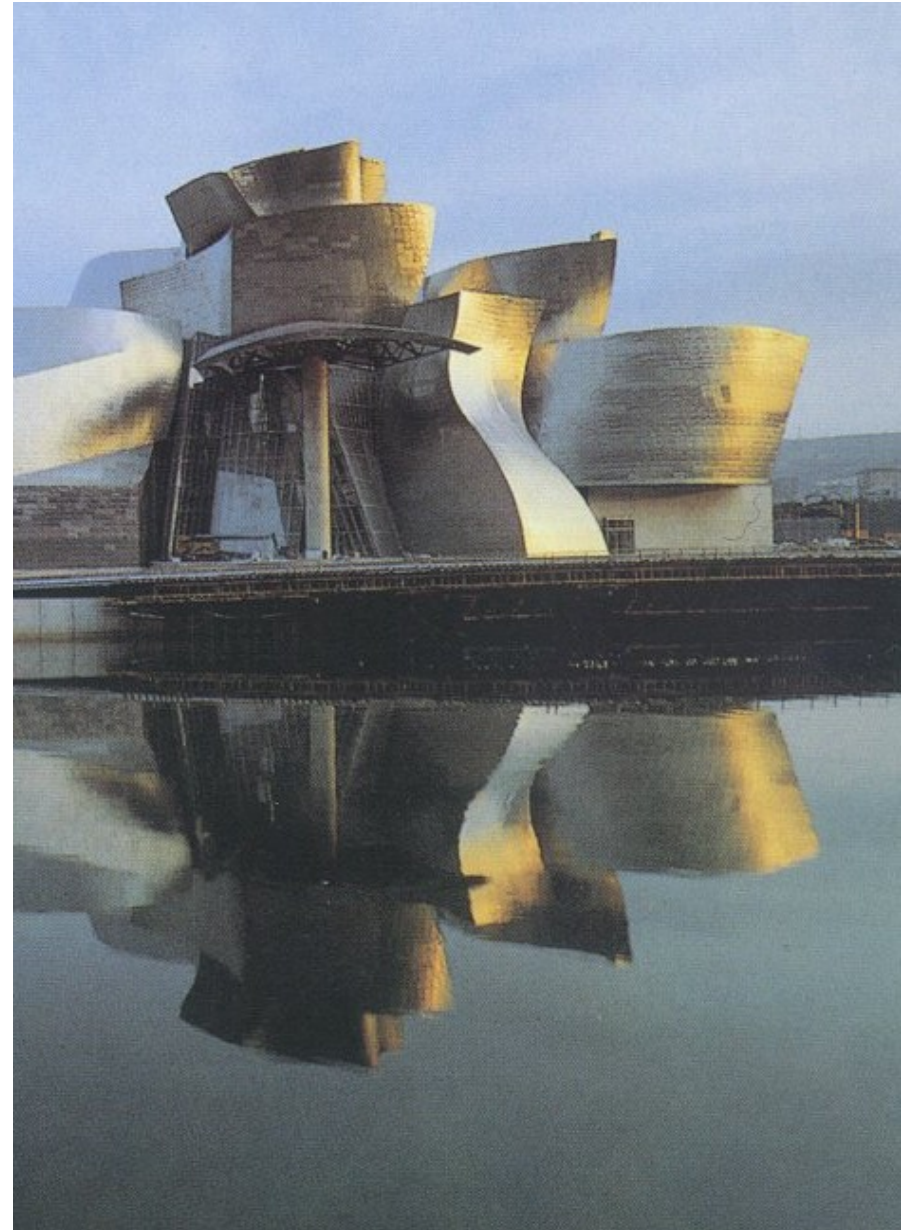
29. Fortbildungstagung f. Geometrie, Strobl/Wolfgangsee

6.11.2008

# Gebaute Abwickelbare Flächen

---

- Gebaut: Abwickelbare Fassaden (Gehry)
- *Neu*: Freie Formen mit abwickelbaren Flächen



# Freiformflächen in Architektur



Milan

flach



Strasbourg

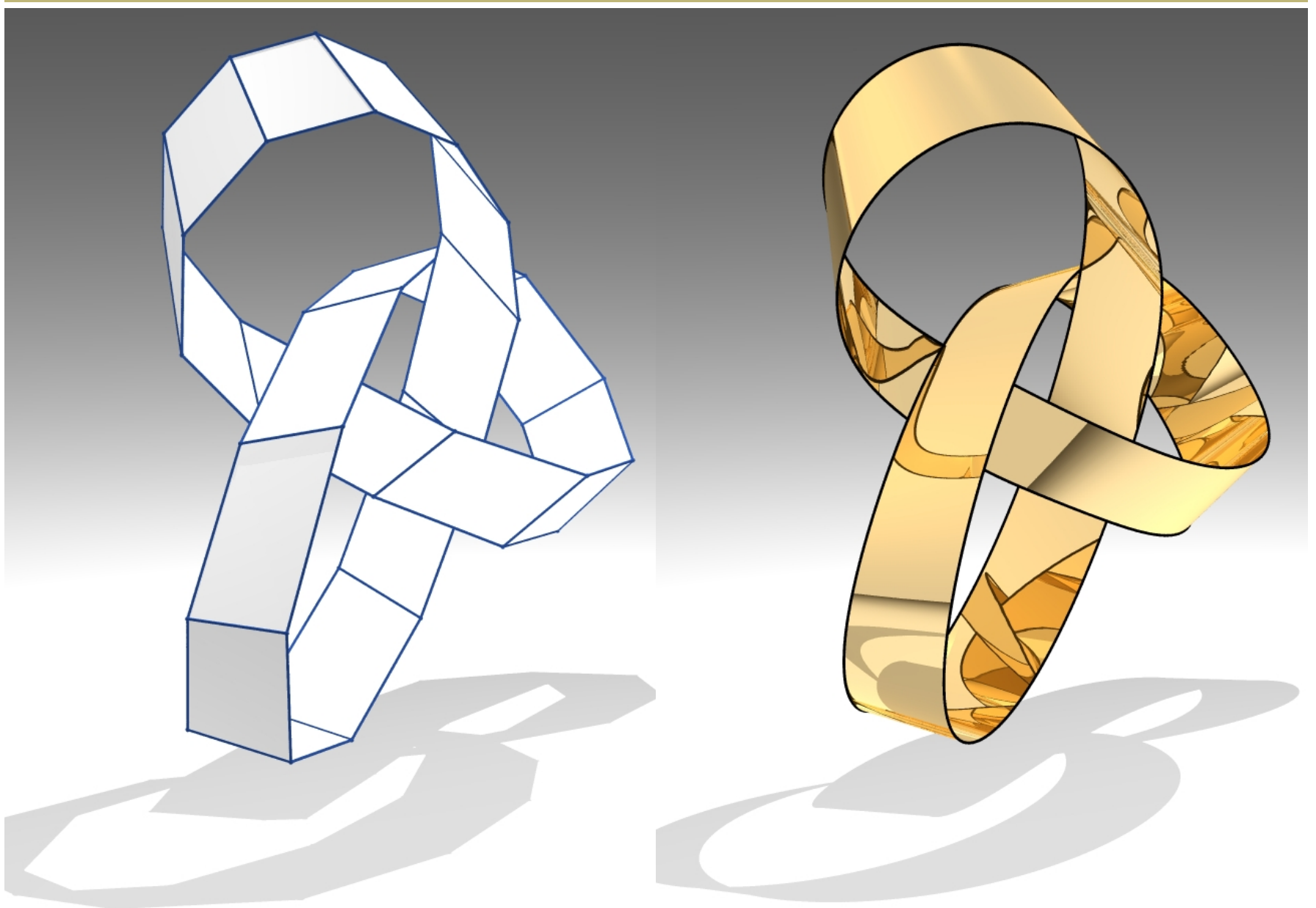
1-fach gekrümmt



Paris St. Lazaire

2-fach gekrümmt

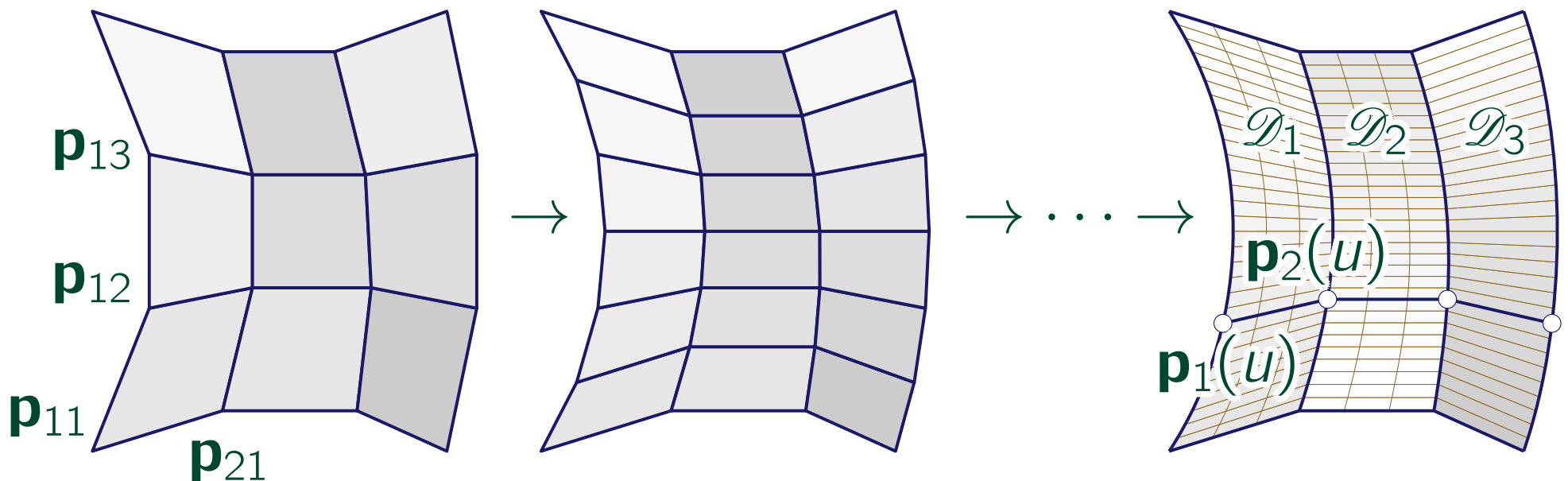
# Papierstreifen und abwickelbare Flächen





# Vierecksnetze und Streifenmodelle

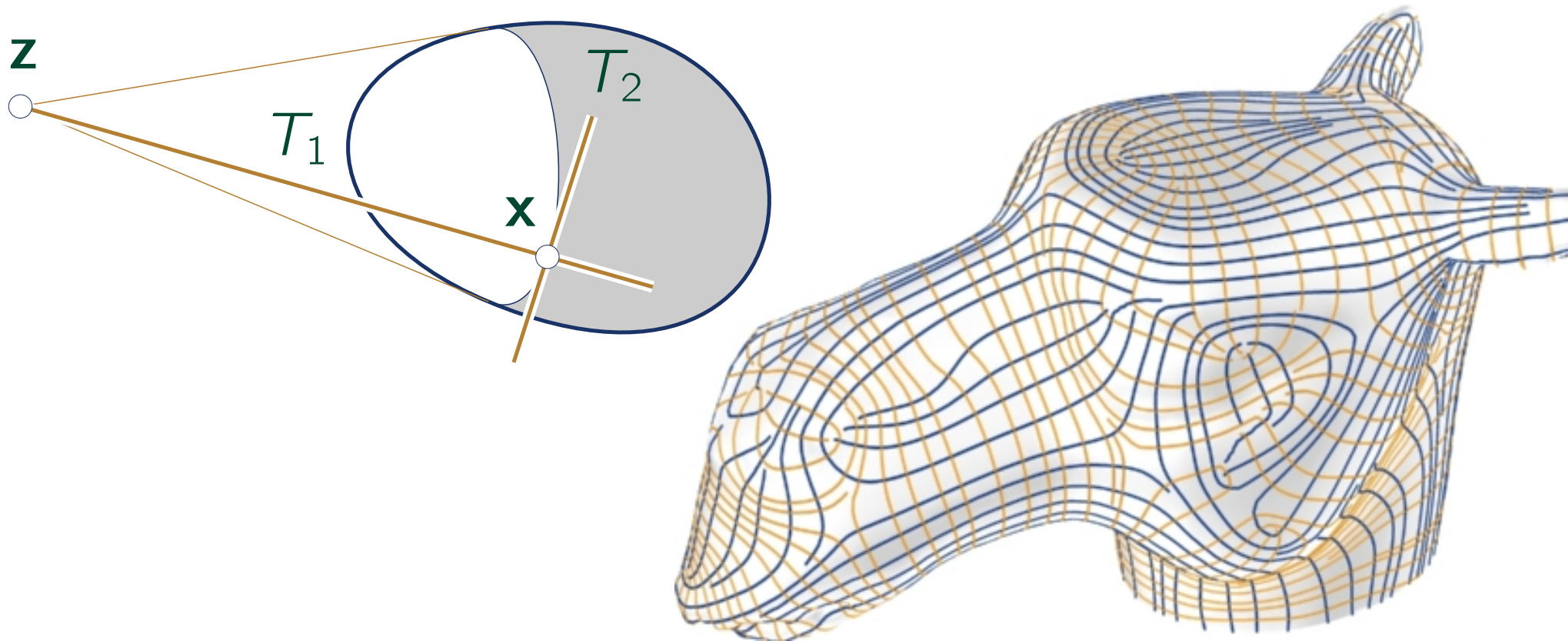
- Vierecksnetze mit ebenen Flächen werden in eine Richtung verfeinert  $\rightarrow$
- Limes ist Flächenmodell aus abwickelbaren Streifen.



# Differentialgeometrische Informationen

---

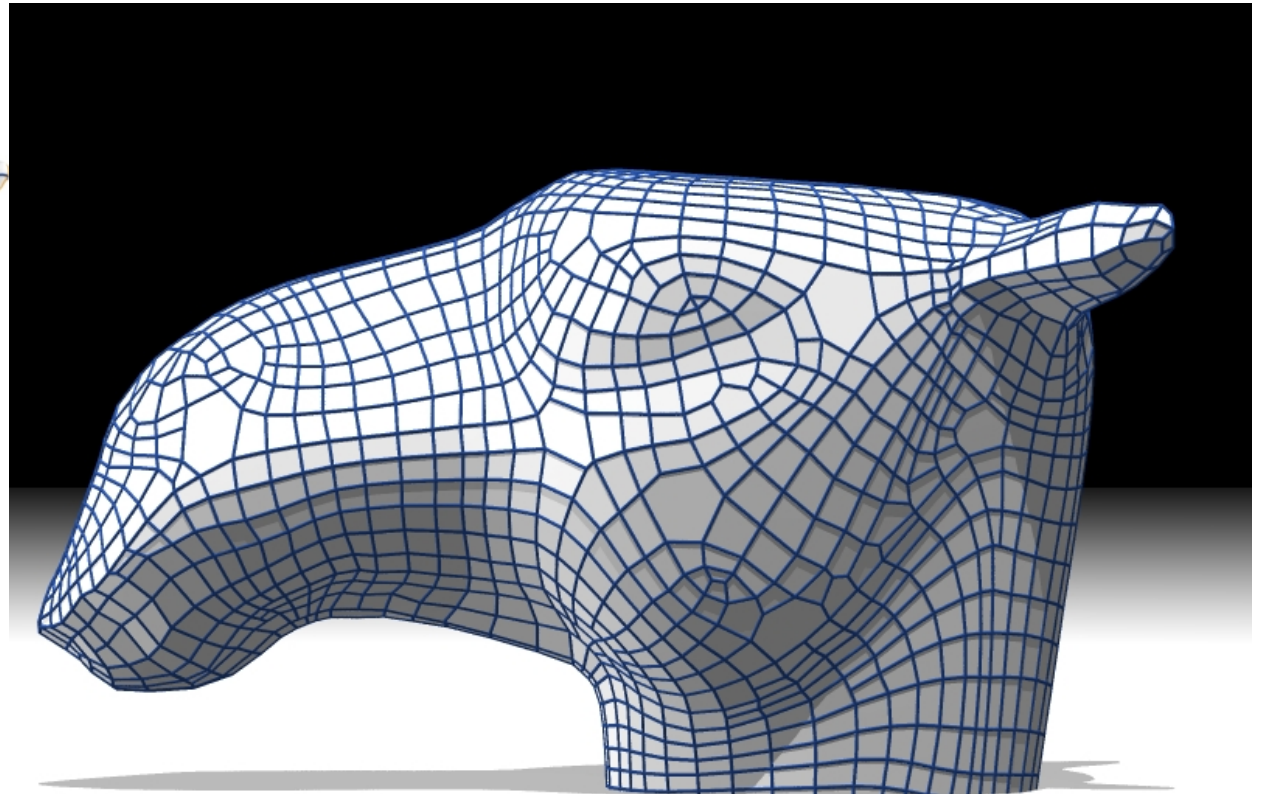
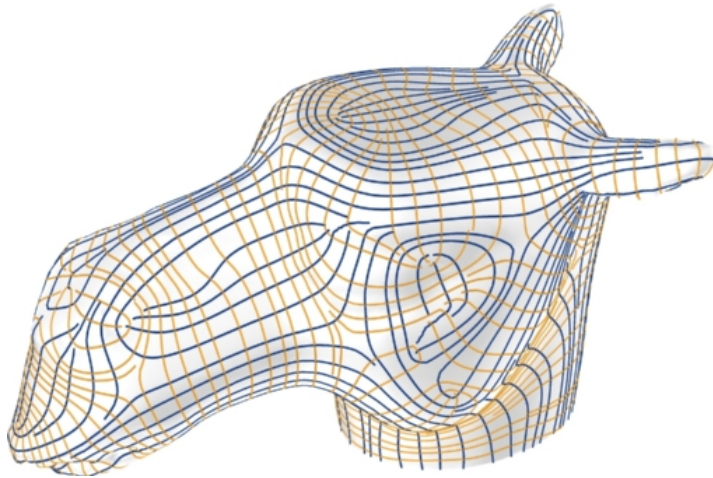
- Planare 4-Ecksnetze und abwickelbare Streifenmodelle folgen konjugierten Kurvennetzen [Sauer ~1930]



# Differentialgeometrische Informationen

---

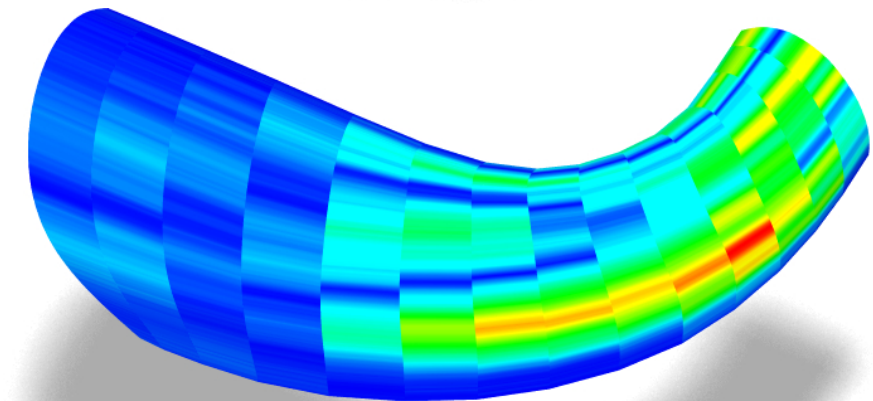
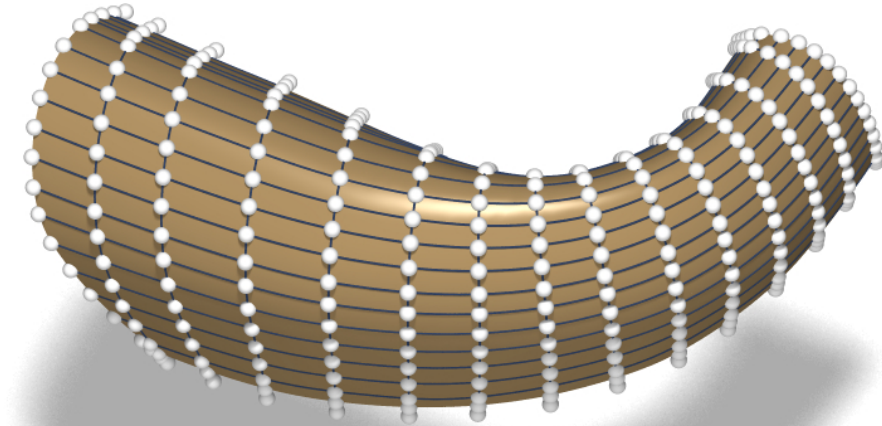
- Planare 4-Ecksnetze und abwickelbare Streifenmodelle folgen konjugierten Kurvennetzen [Sauer ~1930]



# Optimierung für Streifenmodelle

- B-Splinekurven-Ansatz
- Zielfunktionale sind  
Abwickelbarkeit, Nähe zu  
Referenzfläche, Glattheit, ...
- Optimierte Splinekurven

$$\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2, \dots : \sum_i \int \|\mathbf{p}_i''\|^2 \text{ und } \int \left( \sum_i \|\mathbf{p}_{i+1} - 2\mathbf{p}_i + \mathbf{p}_{i-1}\|^2 \right) \rightarrow \min, \text{ etc.}$$





# Design-Methoden I

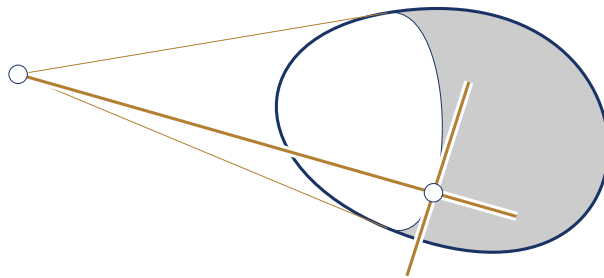
---

- Fläche

→ konjugiertes Kurvennetz

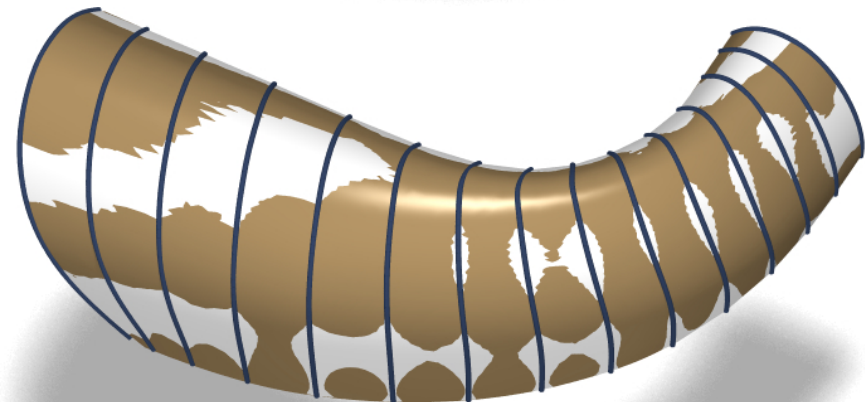
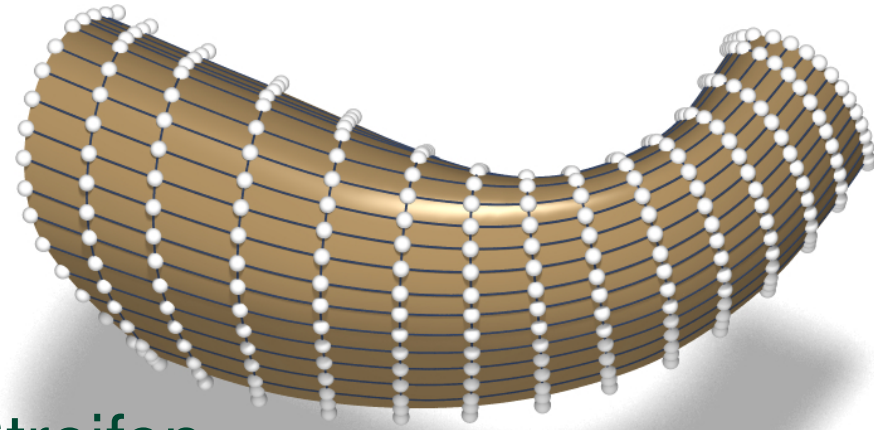
→ Spline-Kontrollpunkte und Streifen

→ Optimierung



(hier: 1 Kurvenschar

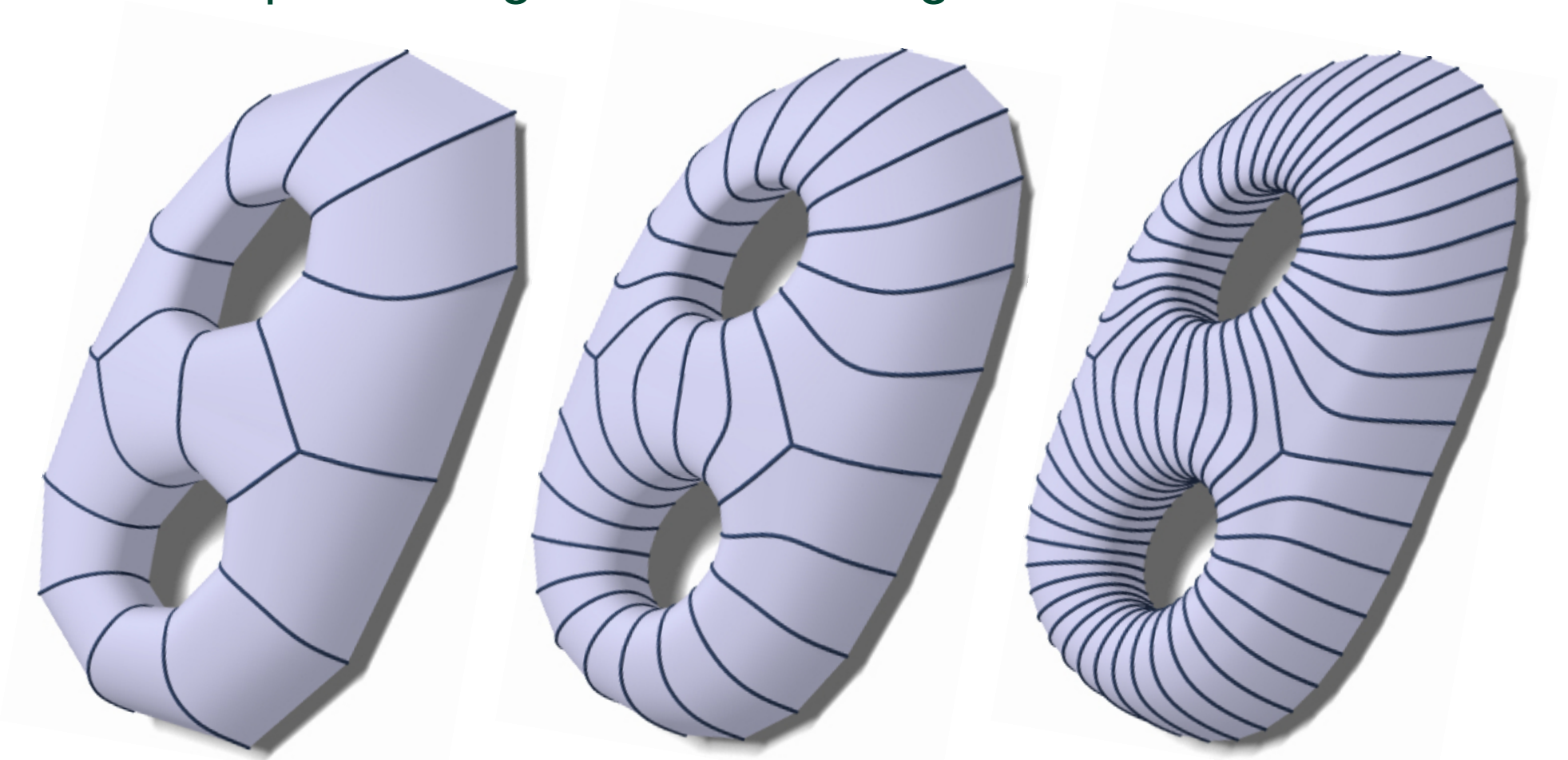
vorgegeben, die 2. ergibt sich)



# Design-Methoden II

---

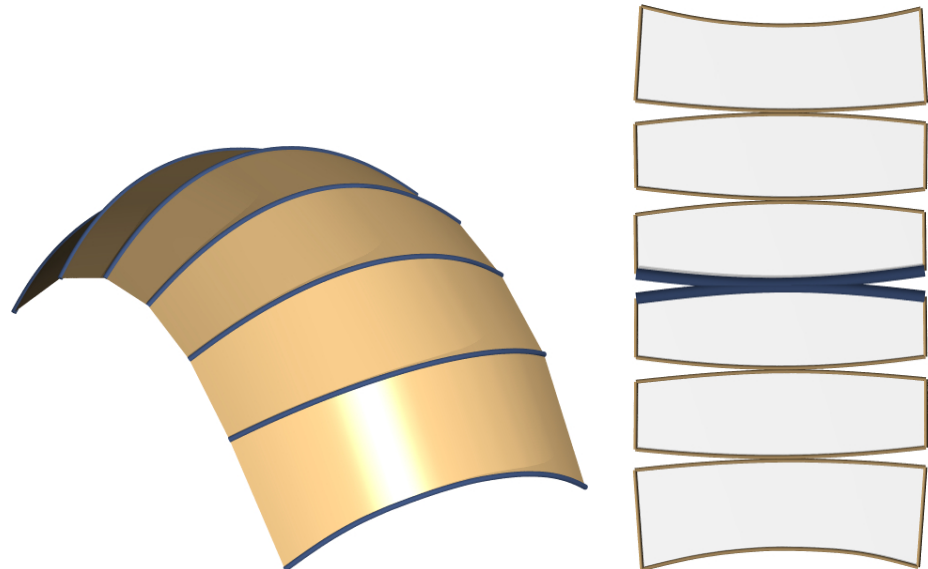
- grobes Streifenmodell → Optimierung → Verfeinerung  
→ Optimierung → Verfeinerung → ...



# Geodätische Modelle

---

- Streifenränder  $\mathbf{p}_i$  sind geradestmöglich
  - abwickeln zu entgegengesetzt kongruente Kurven
  - Schmiegeebene von  $\mathbf{p}_i$  Symmetrale der Streifen





# Geodätische Modelle

---





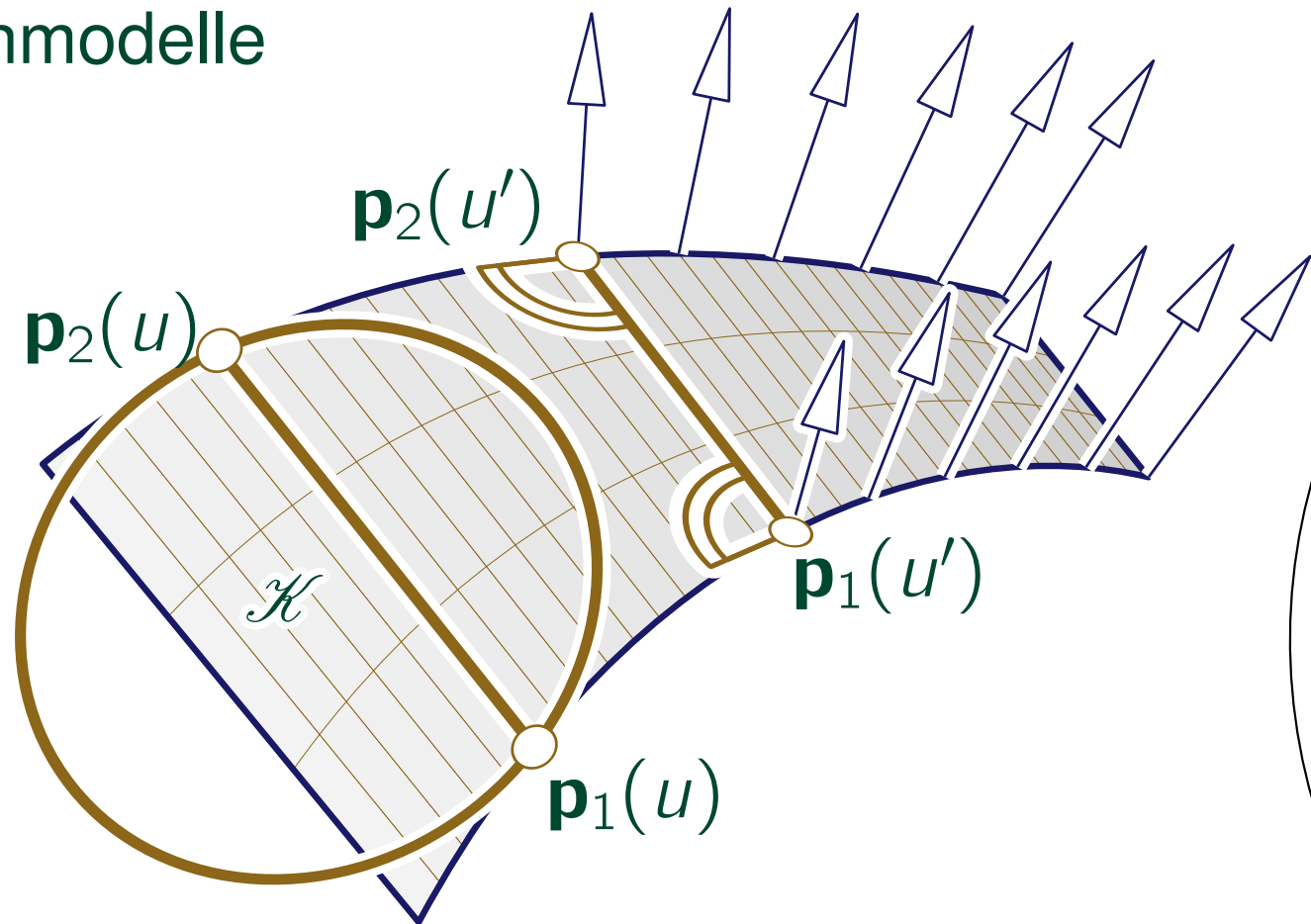
# Mehrschichtkonstruktionen

---



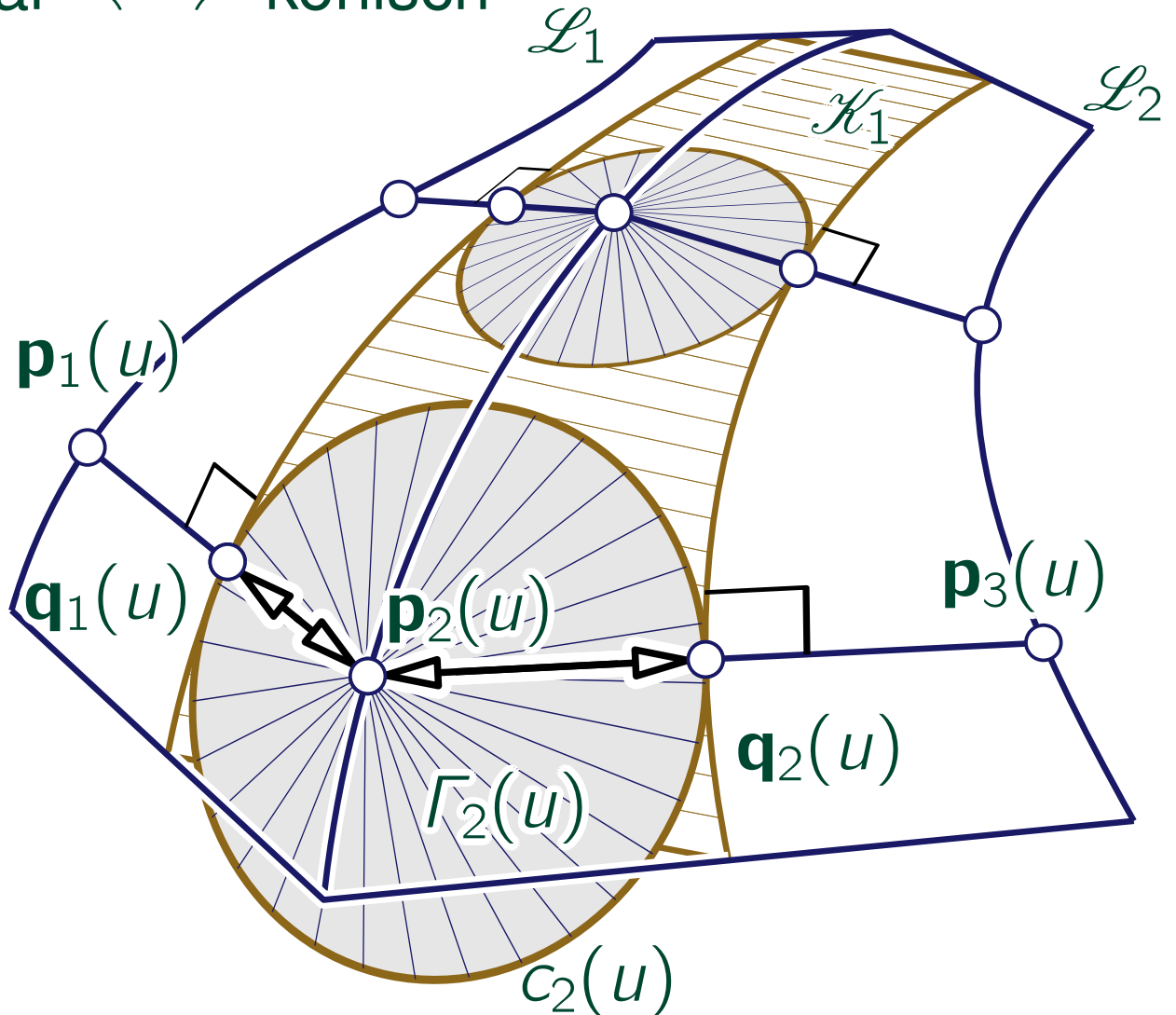
# Mehrschichtkonstruktionen

- Zirkuläre Streifenmodelle



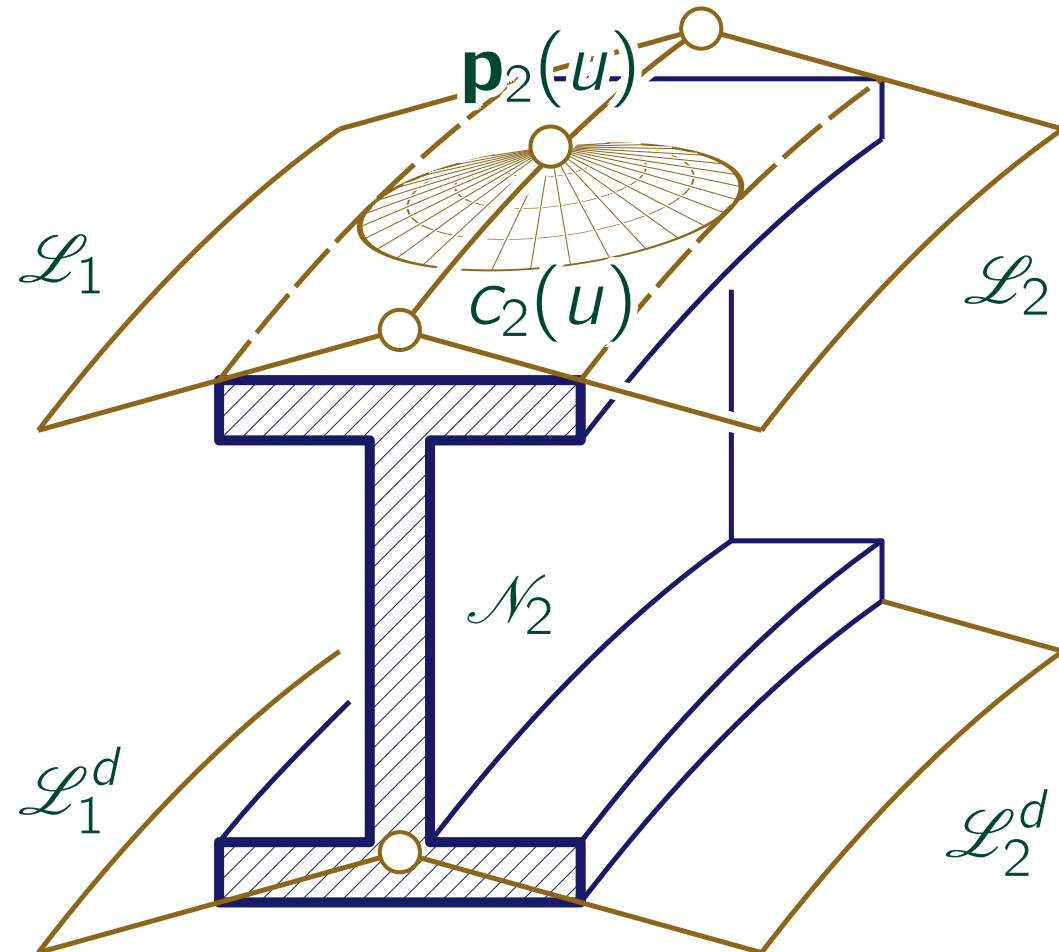
# Mehrschichtkonstruktionen

- Konversion zirkulär  $\iff$  konisch



# Mehrschichtkonstruktionen

- I-Träger aus konischen und zirkulären Streifen





# Geometrische Eigenschaften

---

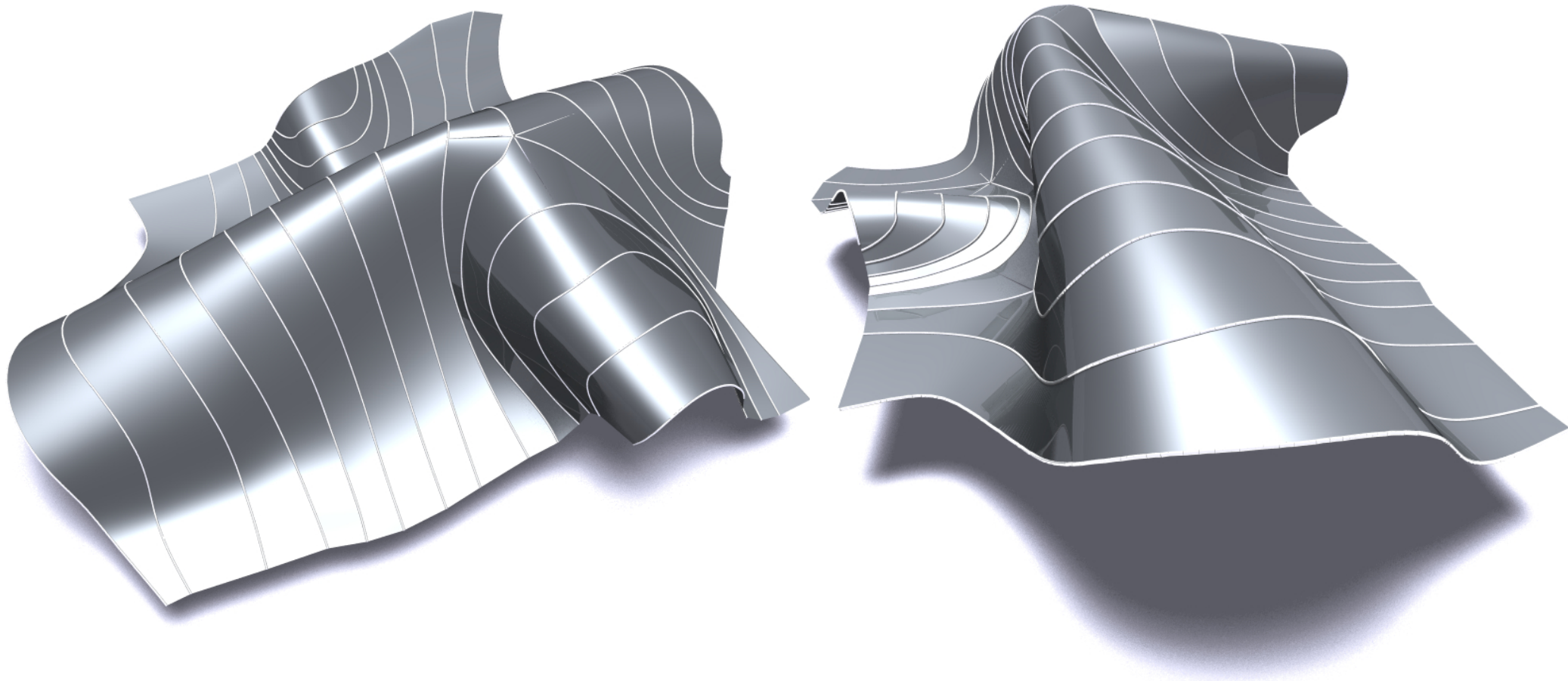
- konische Eigenschaft



# Noch ein Bild

---

- Ein Stück Filz, approximiert durch ein Streifenmodell



# Zusammenfassung

---

- Freiformflächen können durch semi-diskrete Flächen aus abwickelbaren Streifen dargestellt werden
- Optimierung von B-spline-Kontrollpunkten.
- Zielfunktionale drücken Abwickelbarkeit, etc. aus
- Initialisiere Optimierung aus kj. Kurvennetzen.
- Mehrschichtenkonstruktionen
- Literatur: *Freeform surfaces from single curved panels*, SIGGRAPH 2008

# Gebautes Streifenmodell

---



Gare TGV Strasbourg (=Torus)



# Gebautes Streifenmodell

---

Gare TGV Strasbourg (=Torus)

