



Offsets in der Architektur

Andreas Asperl und Michael Hofer

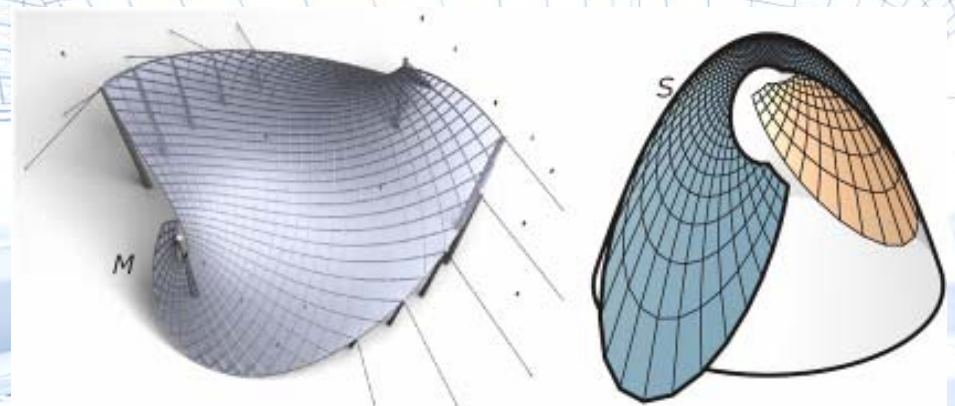
TU Wien, Austria

28. Geometrie Tagung in Strobl, 2007

Motivation

- Mehr Geometrie in aktueller Architektur
 - Aktuelles Forschungsgebiet
- Geometrie im Architekturstudium an der TU Wien
 - Aktualisierung der LVA
 - Berücksichtigung der Eingangsvoraussetzungen (Lehrpläne AHS, BHS)
 - Verschiedene Software-Pakete

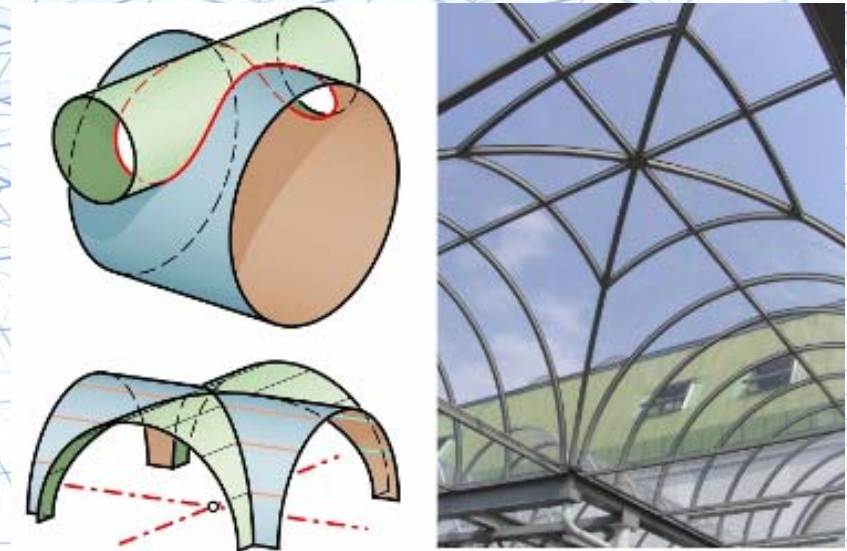
Disney Music Hall, LA (Gehry)



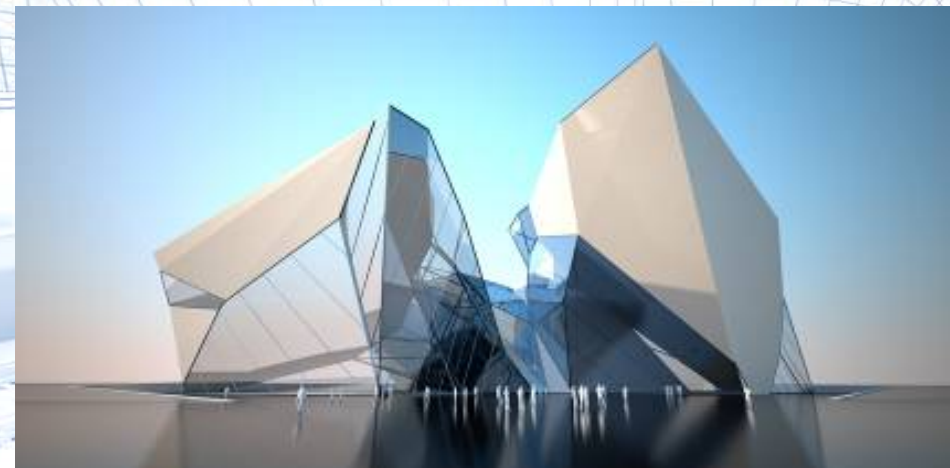
Planar quad mesh computed via Christoffel duality

Geometrie-Lehre an der TU Wien

- Grundkurs Geometrie
 - 1.5h VO + 1h UE
 - Grundkenntnisse (bis Freiformflächen)
- *CAAD und Geometrie
 - 1.5h VO + 3h UE
 - Fortgeschrittenes Konstruieren und Modellieren
- *Architectural Geometry
 - 3h VU
 - Forschungsgeleitete Lehre
- *Mathematik f. Architekten
 - 1.5h VU
- Total: 11.5h (16.5 ECTS)



Beispiele aus dem Grundkurs

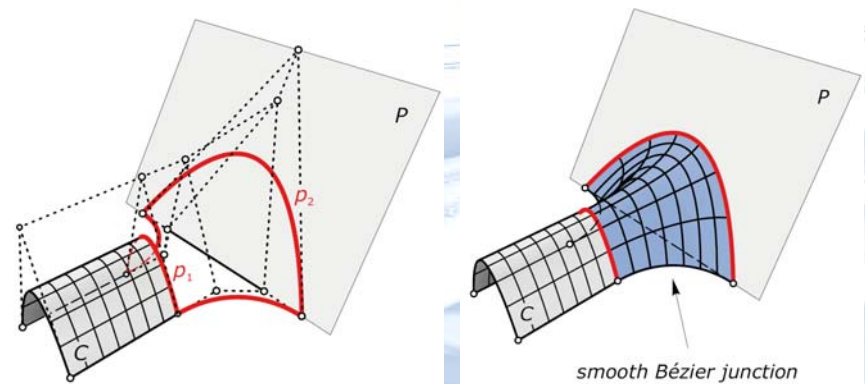


Studierendenprojekt

Grundkurs Geometrie

- 1.5h VO
 - Theoretischer Hintergrund
 - neues Konzept, läuft seit 10/2007
- 1.0h UE
 - Gruppen zu 30 und mehr
 - Neues Konzept, Testphase seit 10/2007
 - Umsetzung der theoretischen Kenntnisse mit CAD-Software

Kunstturm modelliert mit Tetraeder
(Mito, Isozaki, 1990)



Glatte Übergänge bei Freiformflächen

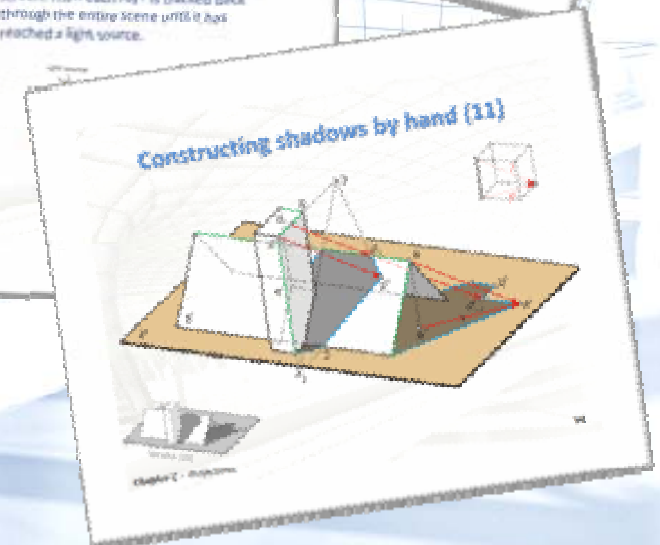
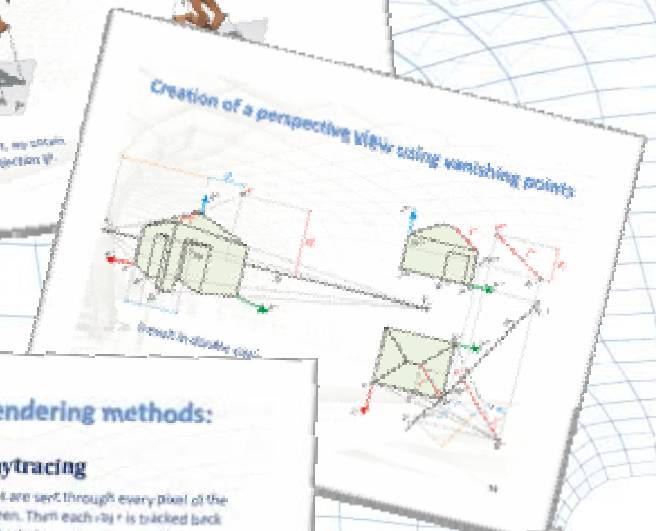
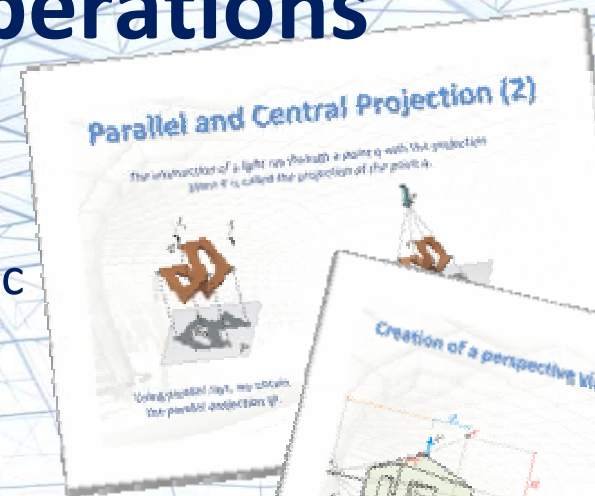
1. Creating a digital 3D model

- **coordinate systems**
 - Cartesian, polar, cylindrical, spherical and geographic coordinates
 - global and local coordinate systems
- **CAD-basics and methods**
 - surface and solid models
 - snapping, handles, layers
- **primitives in CAD-systems**
 - cuboids, cylinders, cones, spheres
 - extrusion surfaces



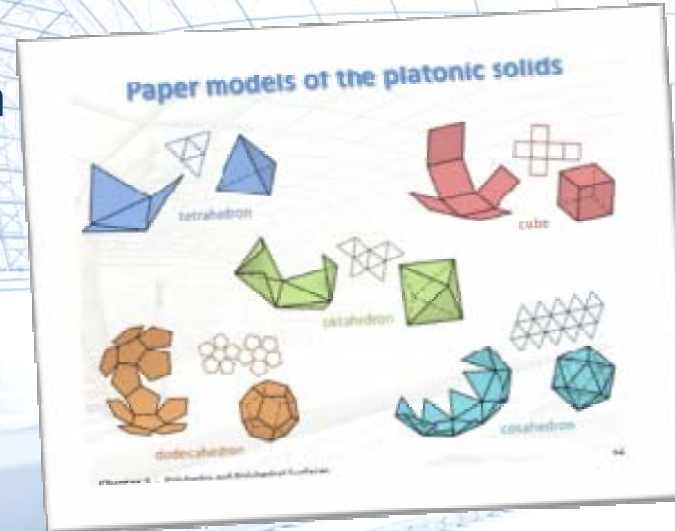
2. Fundamental projections and modeling operations

- **projections**
 - parallel/central/normal/axonometric
 - perspective drawing
- **light, shadow, and rendering**
 - light sources
 - rendering methods
 - construction of shadows
- **Boolean operations**
 - union, difference, intersection
 - trim and split
 - feature-based modeling



3. Polyhedra and polyhedral surfaces

- **pyramids and prisms**
- **polyhedra**
 - Platonic/Archimedian
 - geodesic spheres
 - space filling polyhedra
- **polyhedral surfaces**



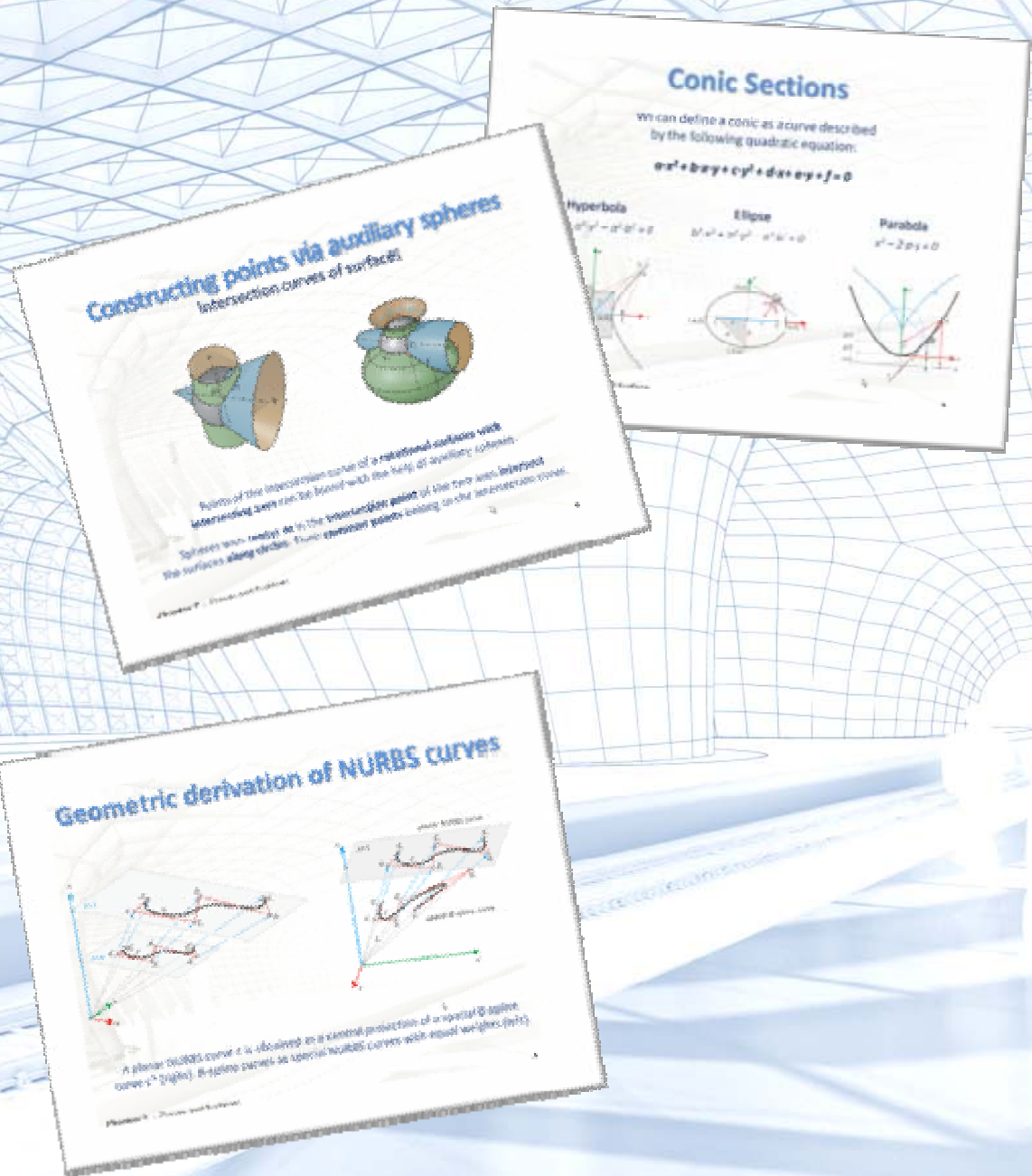
4. Planar and spatial transformations

- basic transformations
 - translation, rotation
 - reflection
 - scaling and shear
- tilings
- helical transformation
 - smooth motions
 - animation
- advanced transformations
 - affine transformations
 - projective transformations



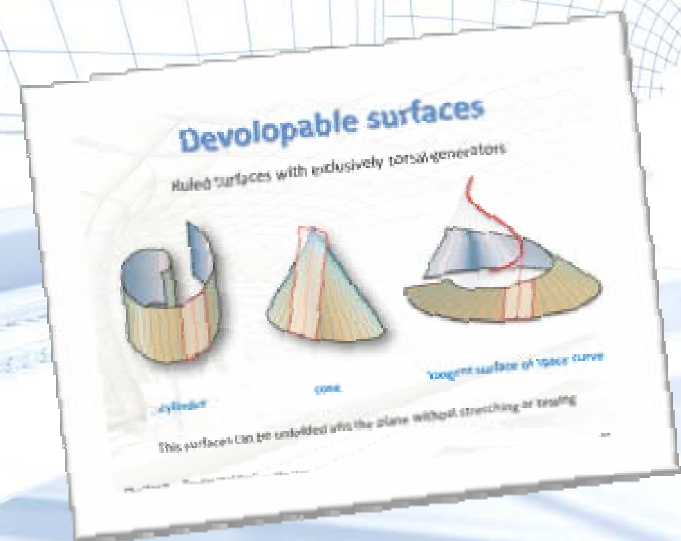
5. Traditional and freeform curves

- conic sections
- intersection curves of surfaces
- freeform curves
 - Bézier curves
 - B-spline curves
 - NURBS curves
- subdivision curves



6. Traditional surface classes and freeform surfaces

- rotational, translational, and helical surfaces
 - quadrics
- ruled surfaces
 - developable surfaces
- freeform surfaces
 - Bézier and B-spline surfaces



Offsets in der Architektur

- Offsets von Kurven und Flächen
- in der Architektur von großer Bedeutung
- Umsetzung in CAD-Paketen
- unerwartete Ergebnisse
- Geometrischer Hintergrund zur Erzeugung von Offsets
- Lösung der Probleme in Theorie und Praxis

Dach des Konferenzzentrums der DG-Bank
(Berlin, Gehry, 1995-2001)

Anwendungsbeispiel Turm

Aufgabe: Erzeuge einen Turm als Volumenmodell und verwende dazu Offsets und Boolesche Operationen.



p.115

- Wir laden die Datei OFFSET_TOWER.DGN, welche zwei kongruente Profile in zueinander orthogonalen Ebenen enthält.

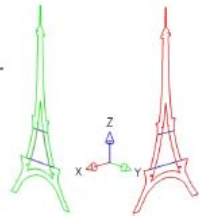
Konstruktion der Löcher in den Profilen:

- Offset der Profile:** Werkzeug **Parallel verschieben** (8b-3) aus der Toolbox **Manipulieren** (Modus "Gehrung", Abstand 0.71; "Kopie erstellen" aktivieren); Links-Klick auf Profil, danach Maus ins Innere des Profils bewegen, mit Links-Klick bestätigen und mit Rechts-Klick beenden.



- Ebene Aussichtsplattformen des Turms:**

Je zwei waagrechte Hilfslinien mit dem Werkzeug **Smartlinie** (2b-1) einzeichnen; dazu fangen entsprechender Punkte auf den Profilen.

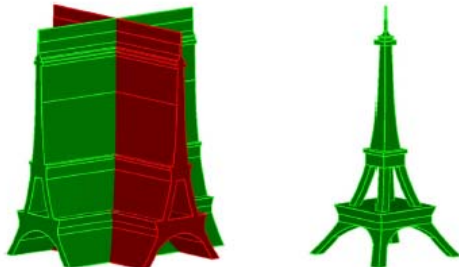


- Offset trimmen:** Werkzeug **Bereich erstellen** (6a-4) aus der Toolbox **Gruppen** um die inneren Teile zu "fluten"; Links-Klick ins Innere um den Bereich auszuwählen und mit Links-Klick bestätigen.

- Löcher definieren:** Die inneren Profile sollen Löcher in den äußeren Profilen sein. Werkzeug **Lochelement gruppieren** (6a-7); klicken jeweils zuerst auf das äußere Profil und dann auf das Innere.

Modellierung des Turms:

- Extrusion der beiden Profile:** Werkzeug **Extrudieren** (3D-Haupt, 1b-1) geeignete Extrusionstiefe wählen
- Turm erzeugen:** Boolescher Durchschnitt der beiden Extrusionskörper ergibt den Turm; Werkzeug **Volumenschnittmenge bilden** (3D-Haupt, 2a-5).



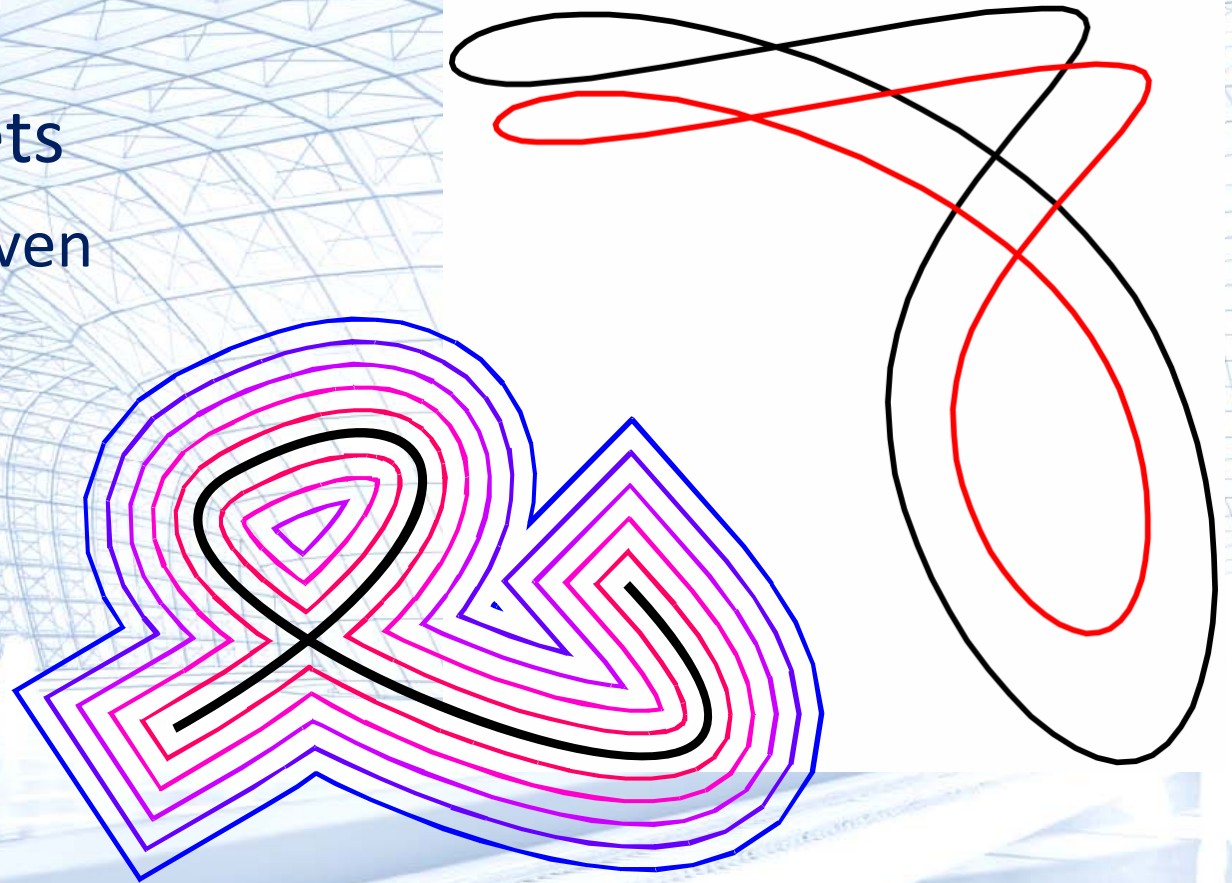
Geometrie, TU Wien

Offsets



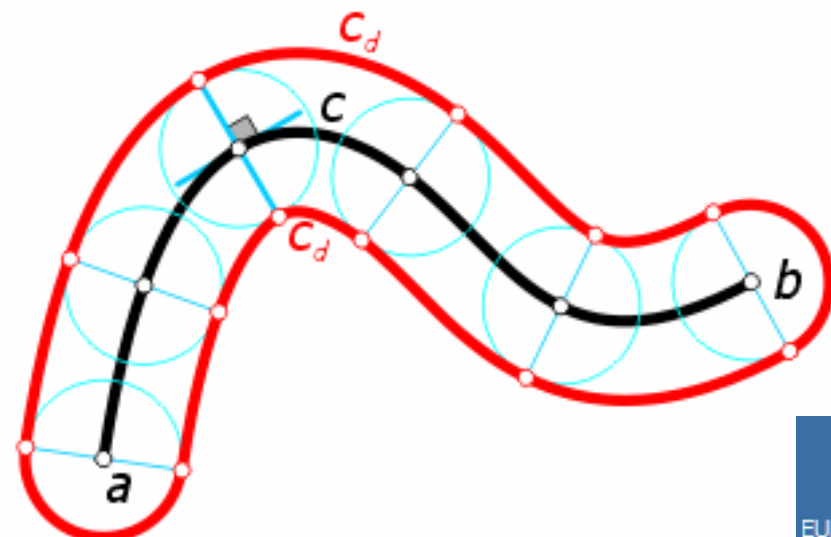
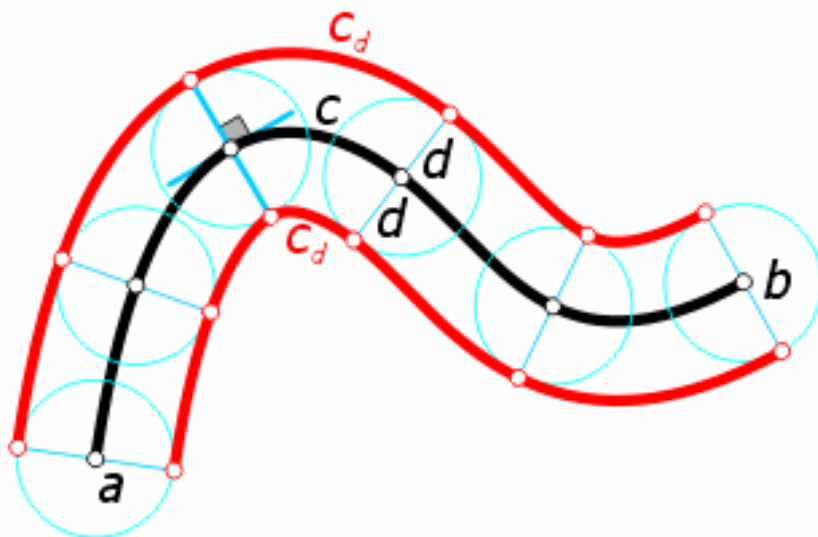
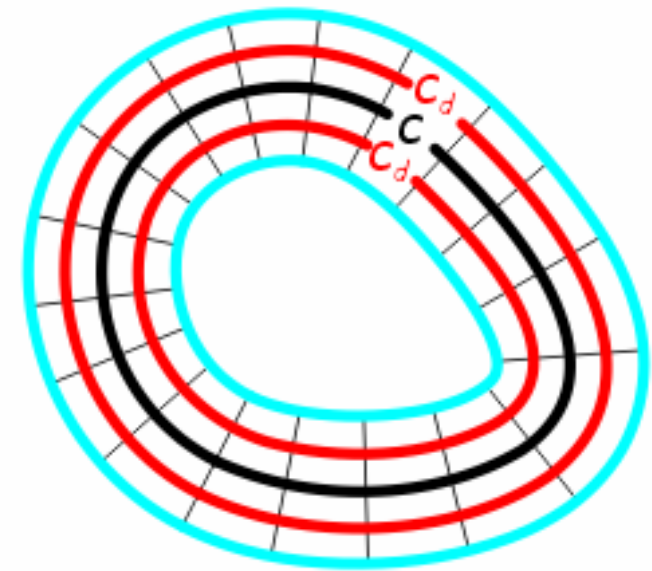
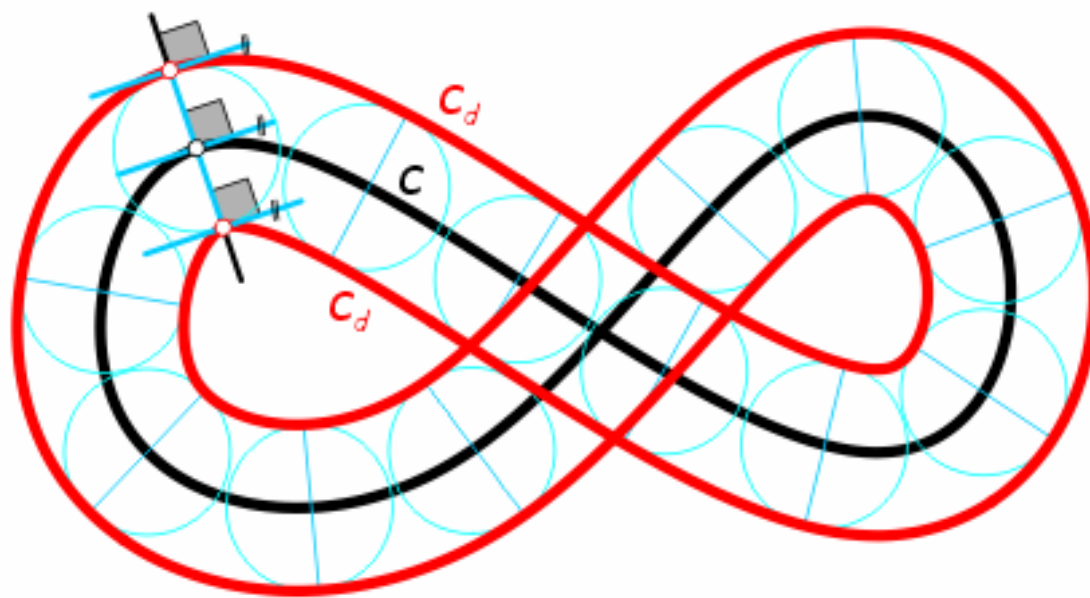
Offsets und Umsetzung in CAD-Paketen

- Probleme beim Erzeugen von Offsets
 - Offsets ebener Kurven
 - Paralleelflächen
 - Rohrflächen
 - Abrundungen

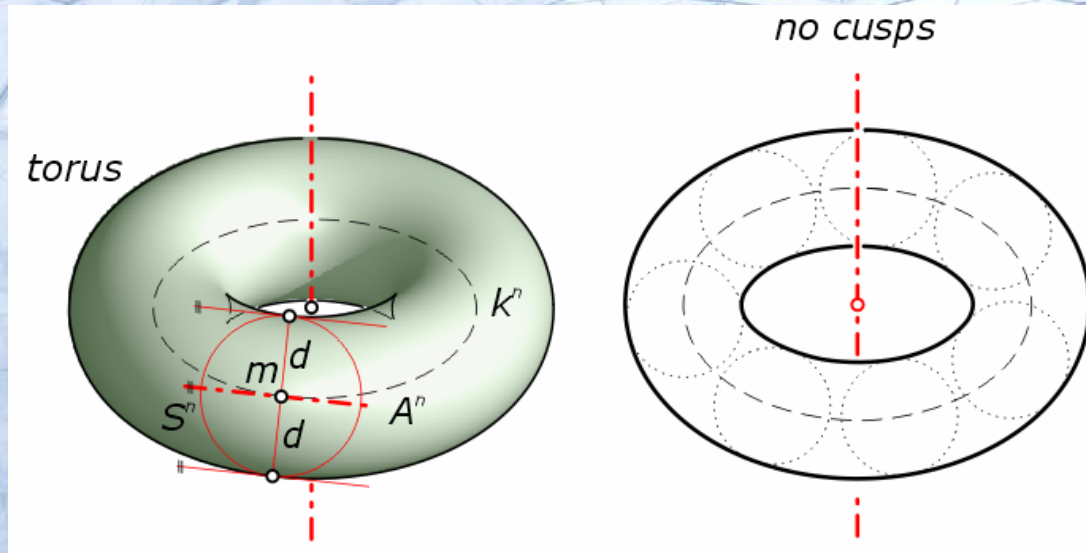


Problemlösung: setzt gute Geometrie-Kenntnisse voraus

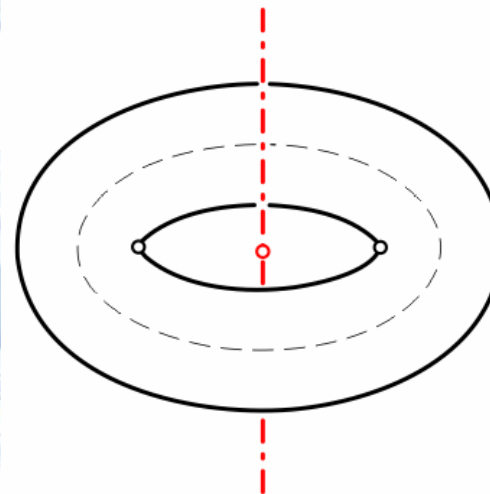
Offsets ebener Kurven



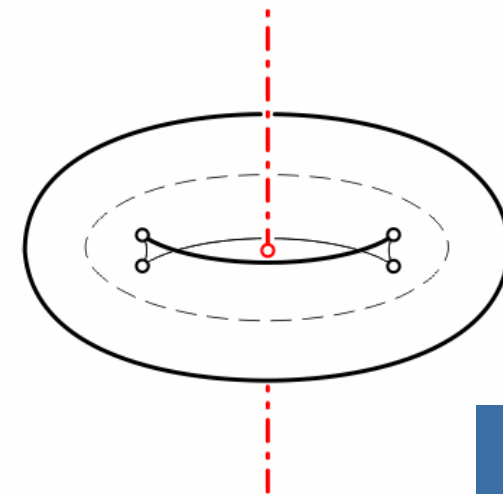
Offset einer Ellipse — Umriss eines Torus



two higher-order cusps

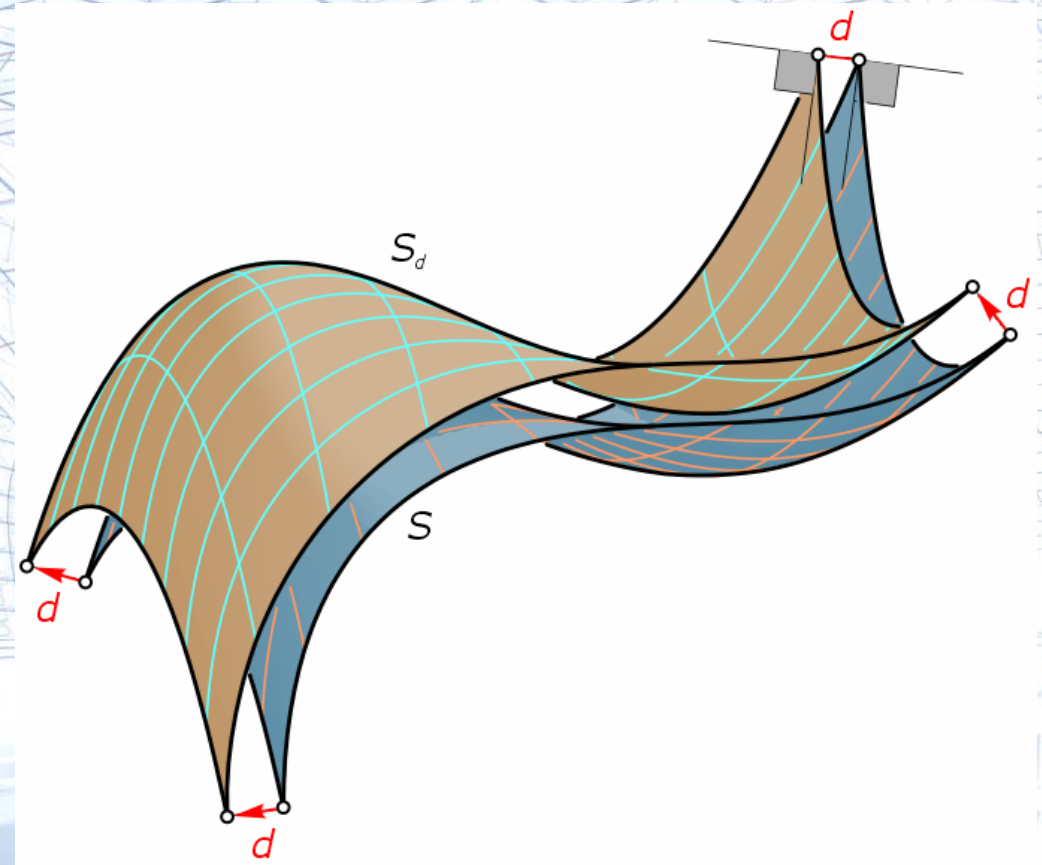


four cusps



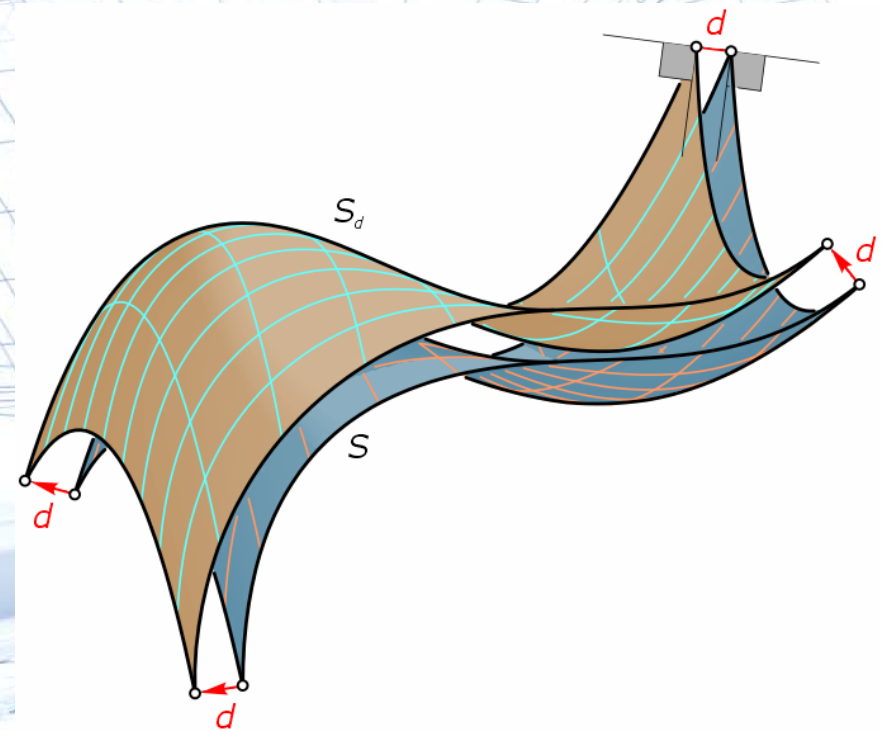
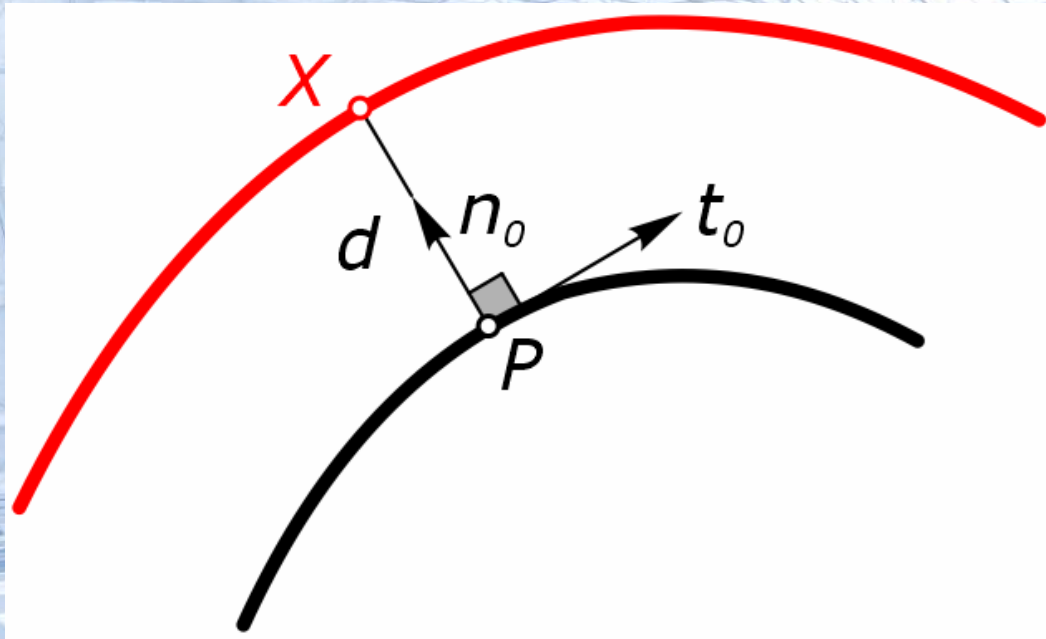
Offset von Flächen

- Analog zu den Kurven
- Begriff der Flächennormale notwendig
- Probleme werden vielfältiger

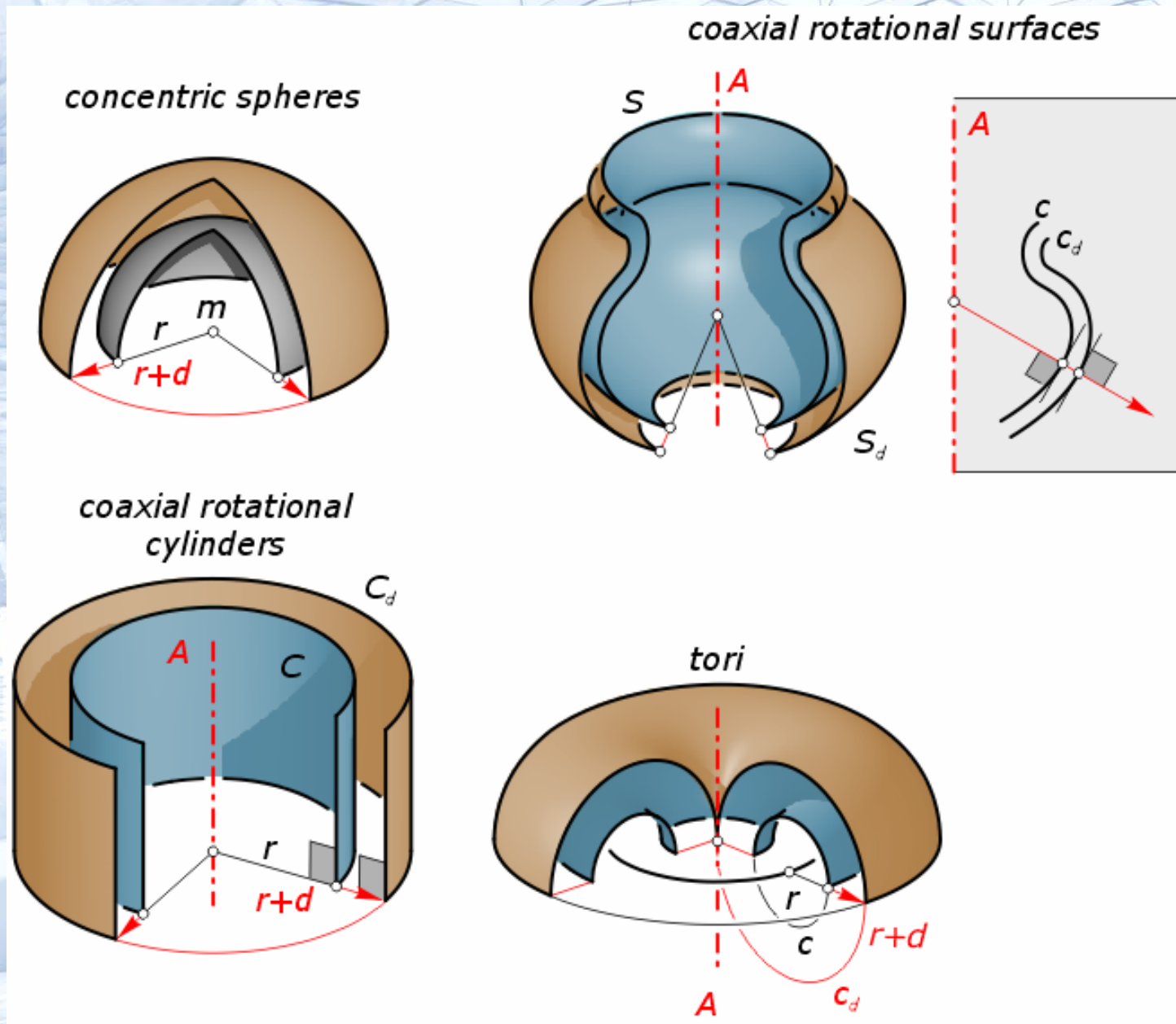


Offsets mathematisch

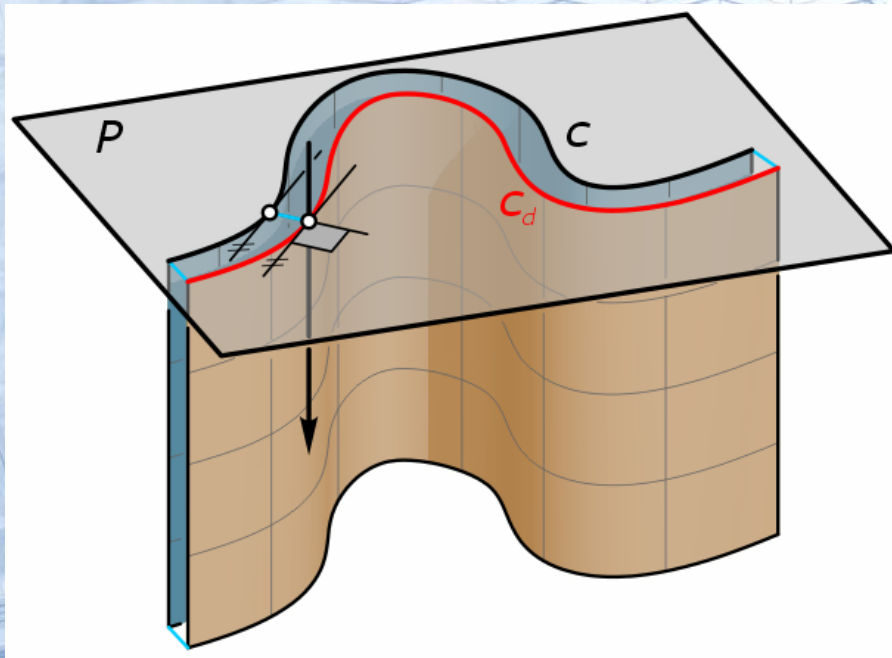
$$\overrightarrow{OX} = \overrightarrow{OP} + d \cdot \vec{n}_0$$



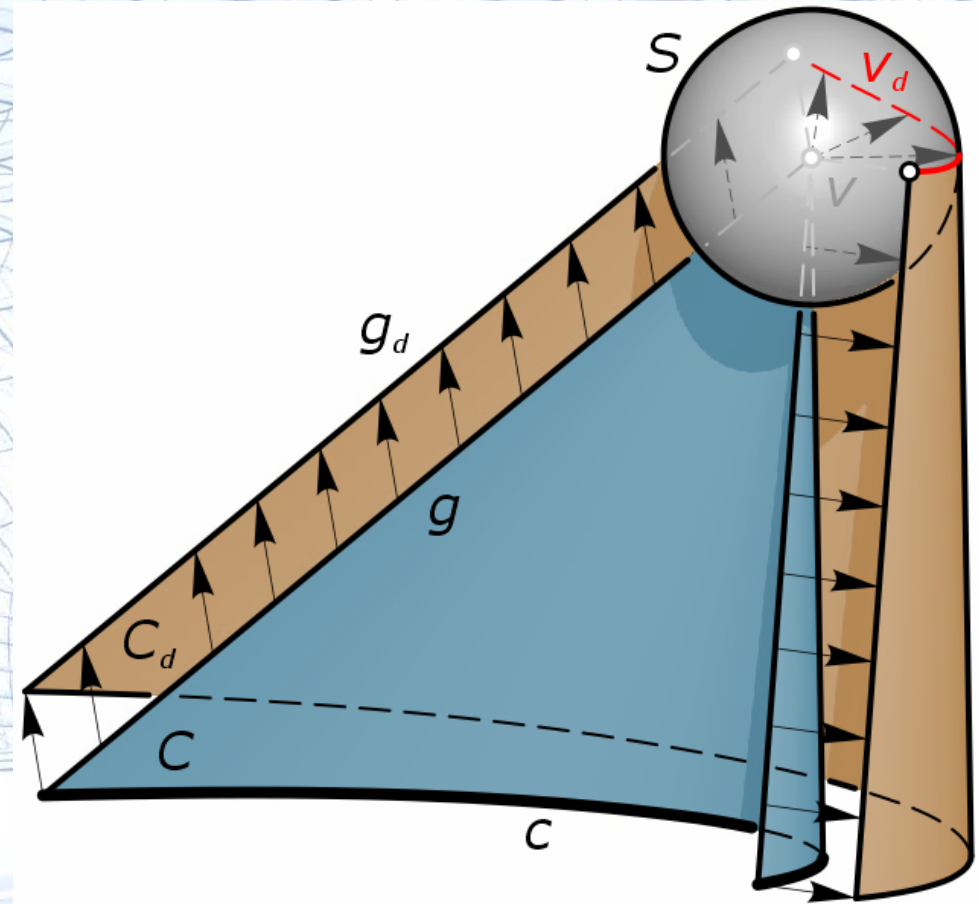
Offsets spezieller Flächen



Offsets spezieller Flächen

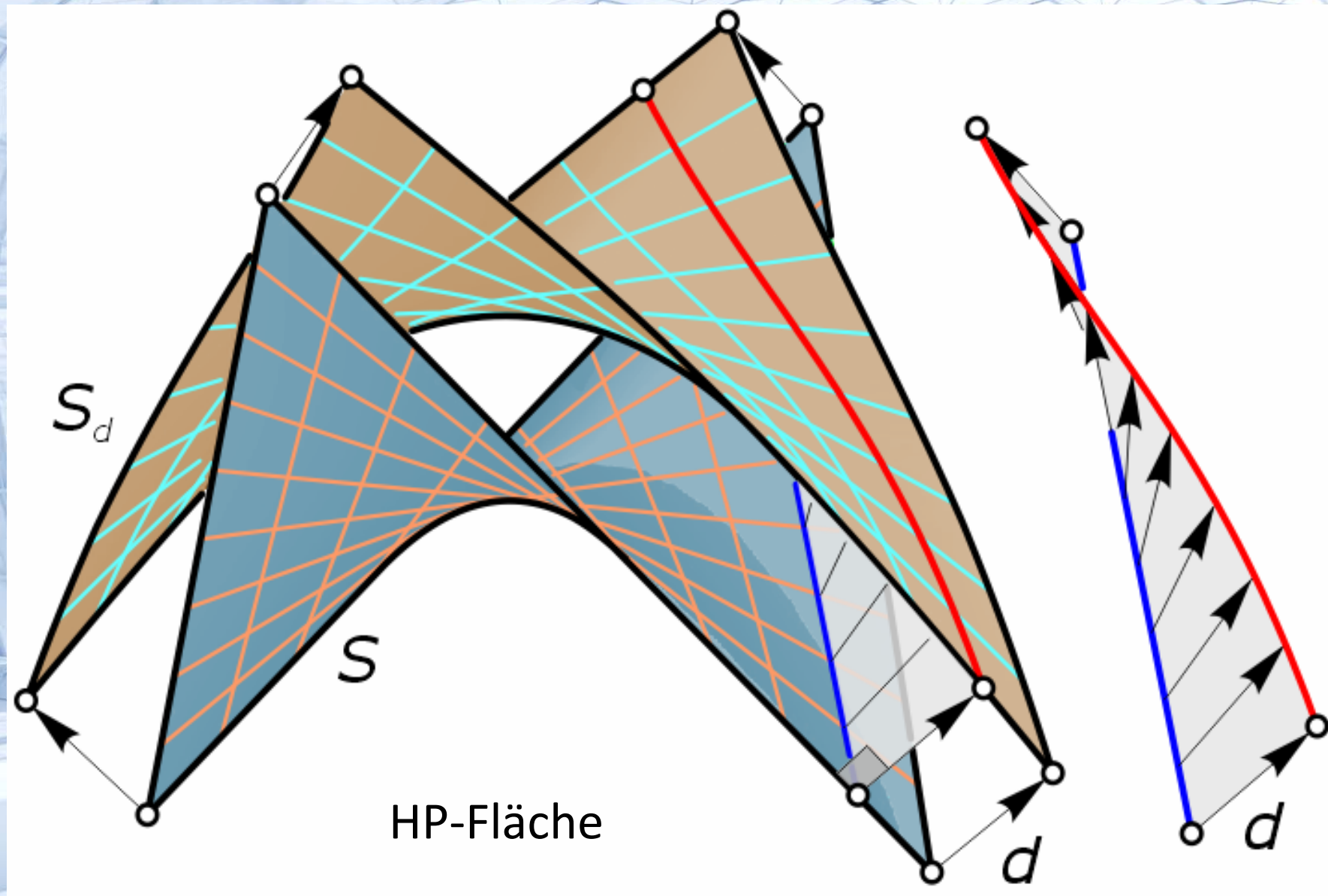


Allgemeiner Zylinder

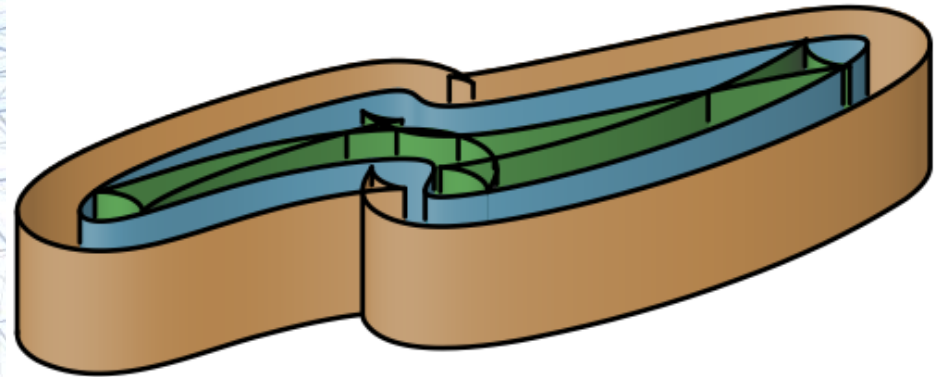
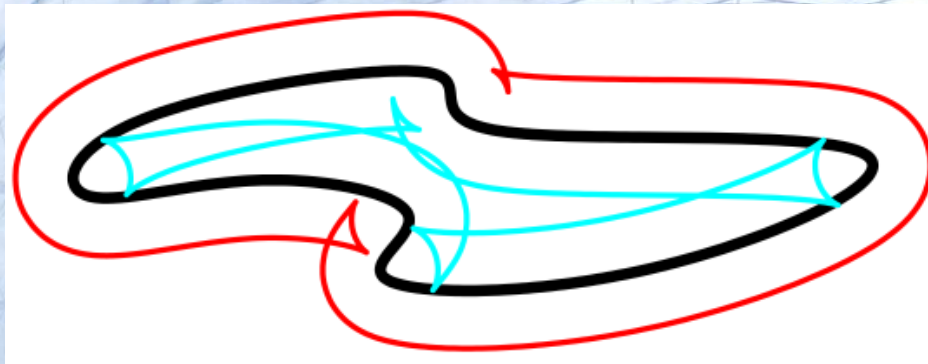


Allgemeiner Kegel

Offsets spezieller Flächen

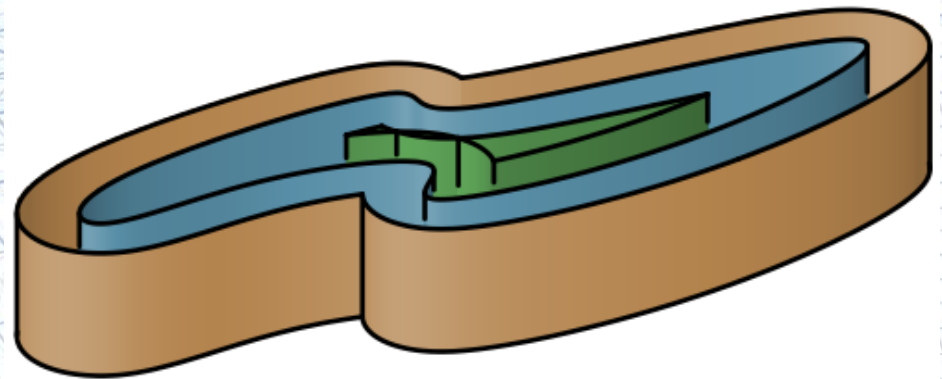
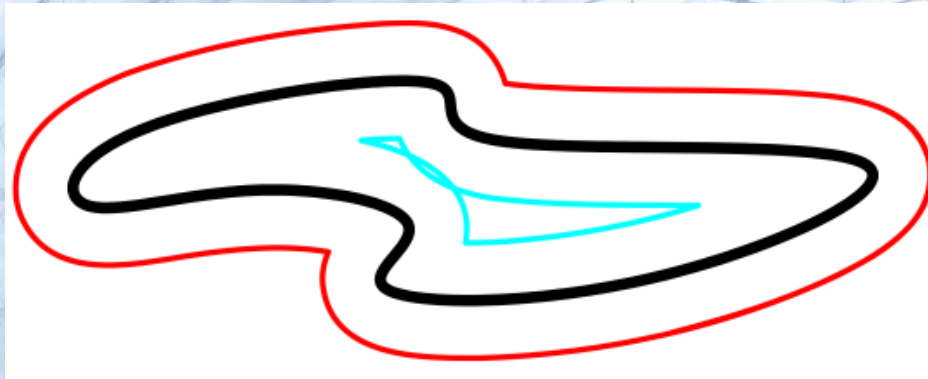


Trimming von Offsets



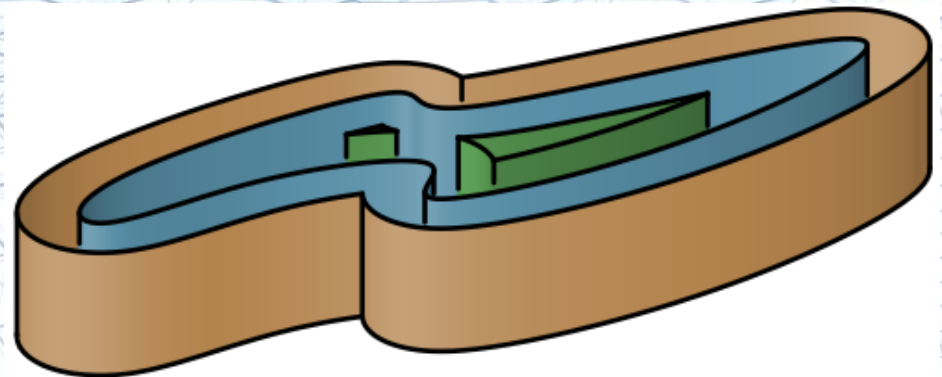
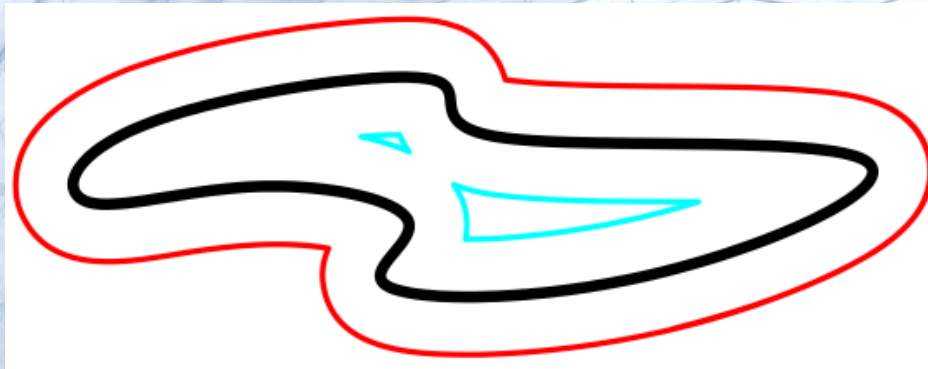
- Offset ebener Kurve/Zylinderfläche

Trimming von Offsets



- Offset ebener Kurve/Zylinderfläche
- Lokales Trimming

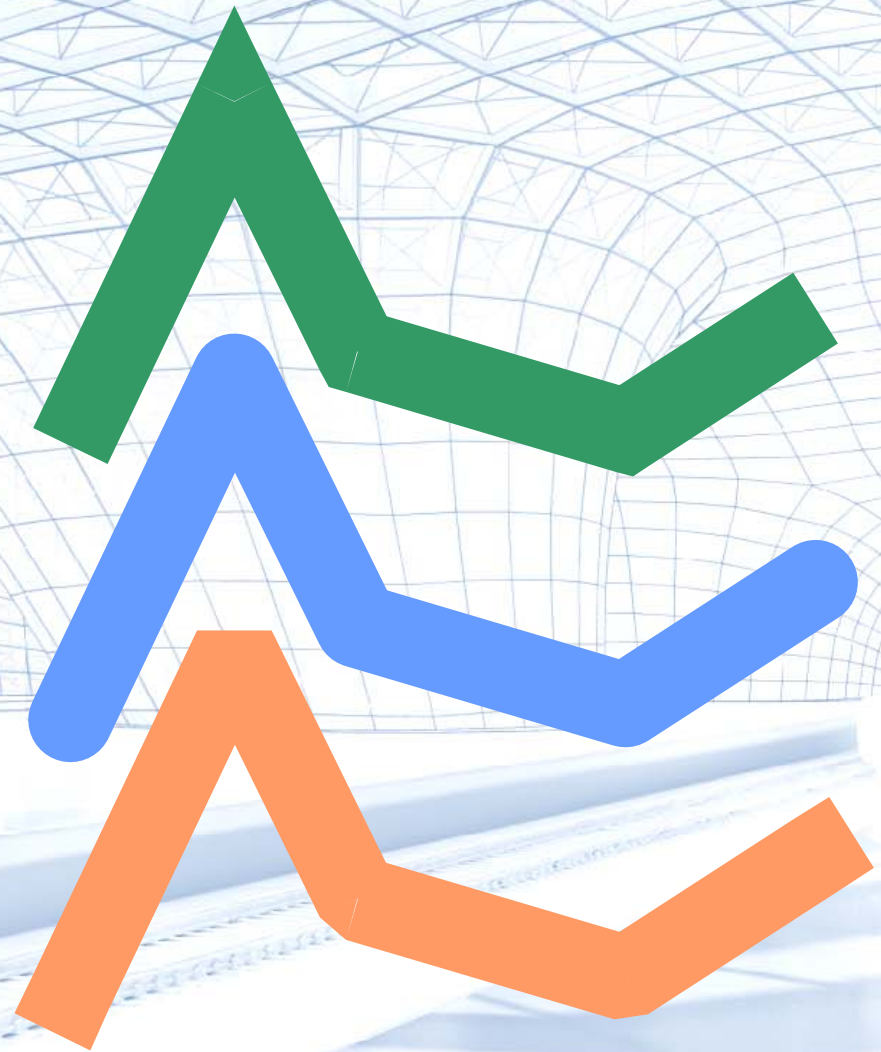
Trimming von Offsets



- Offset ebener Kurve/Zylinderfläche
- Lokales Trimming
- Globales Trimming

Offsets und Vektorgraphik

- Verschiedene Optionen für Ecken und Randpunkte



Offsets in der Architektur

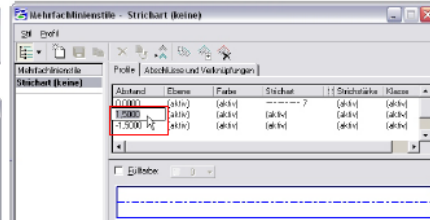
Aufgabe: Erzeuge ein Volumenmodell des Jüdischen Museums in Berlin (1998-2001) von Daniel Libeskind; verwende dazu Offsets und Extrusion.



- 1) Wir laden die Datei OFFSET_LIBESKIND.DGN (enthält Profil, Maße siehe Rückseite).

Variante A (vereinfacht):

- 2) **Ansicht drehen "Oben"** um im Grundriss zu arbeiten.
- 3) Werkzeug **Mehrfachlinie** (2b-3); Offsets des Profils mit Abstand $d = 1.5$ erzeugen.
- 4) **Extrudieren** Profil in die Höhe $h = 9.0$.



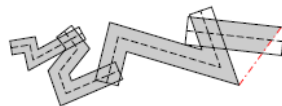
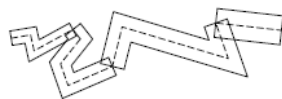
Variante A



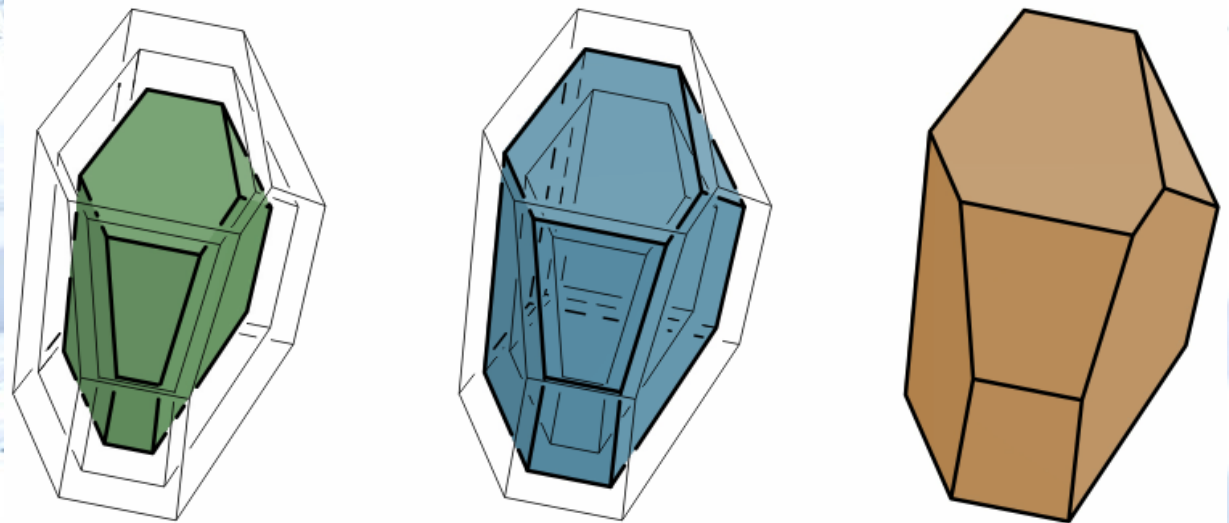
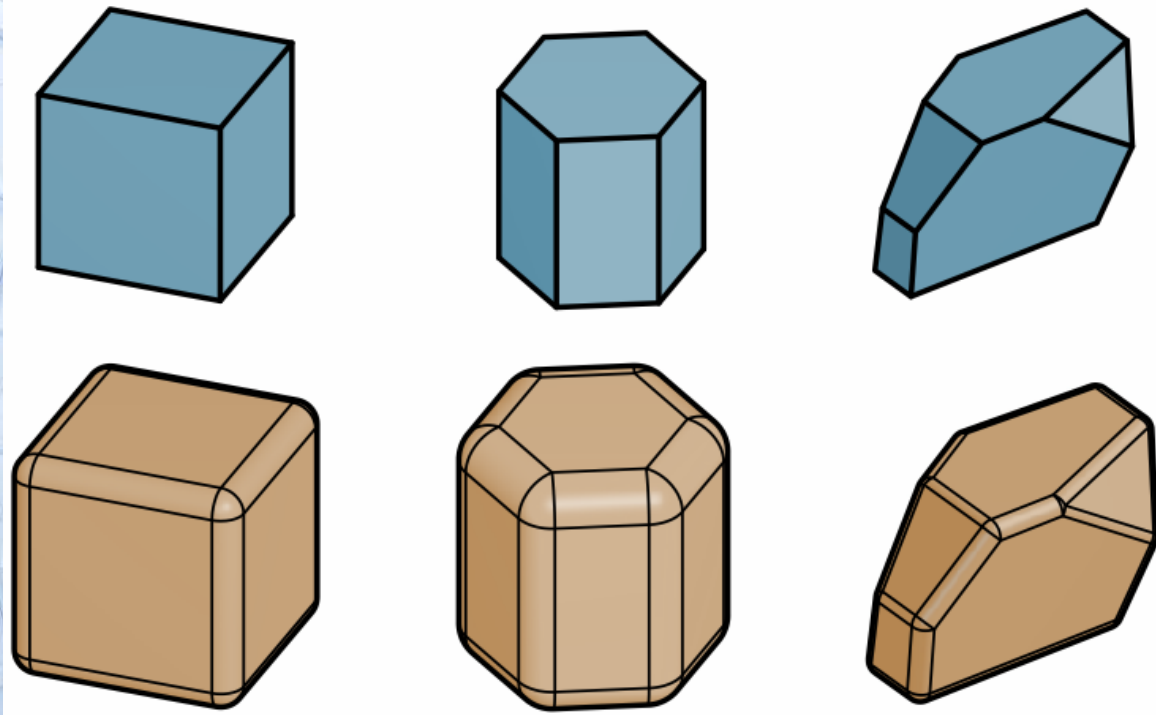
Variante B

Variante B:

- 5) **Ansicht drehen "Oben"** um im Grundriss zu arbeiten.
- 6) Werkzeug **Mehrfachlinie** um Offsets des Profils mit Abständen 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 laut Angabe zu erzeugen.
- 7) Werkzeug **Linie verlängern** (9b-3) um die Mehrfachlinien in den Überlappungsbereichen geeignet zu verlängern. **Achtung:** Zusätzlicher schräger Schnitt am rechten Ende!
- 8) Werkzeug **Smartlinie** um das gewünschte Profil anhand der Hilfskonstruktion nachzuzeichnen; **Fangfunktion Schnittpunkt** verwenden.
- 9) **Extrudieren** Profil in die Höhe $h = 9.0$.



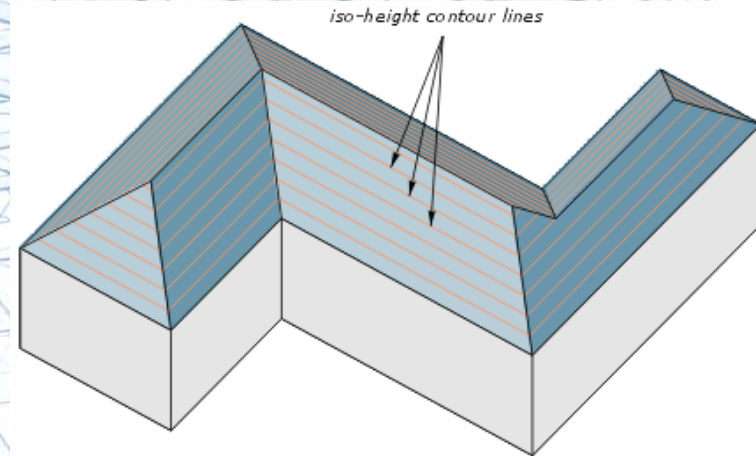
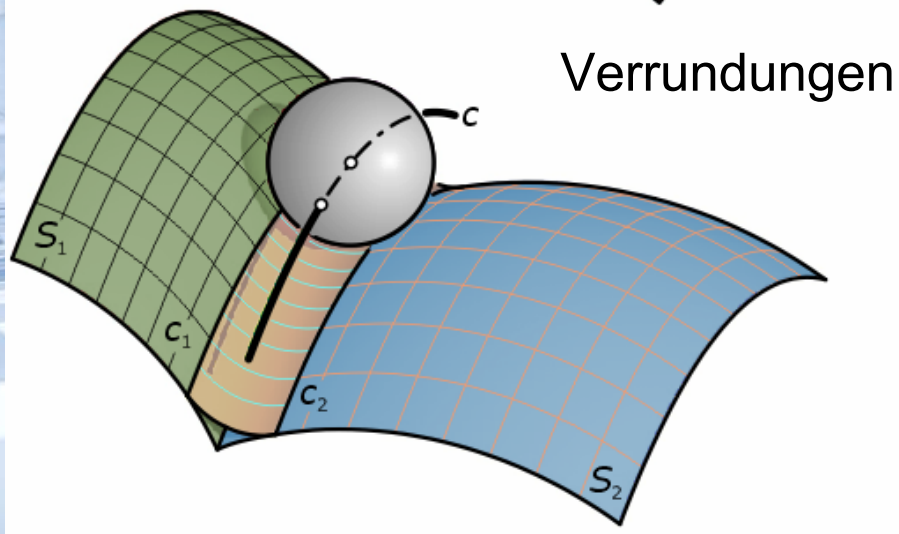
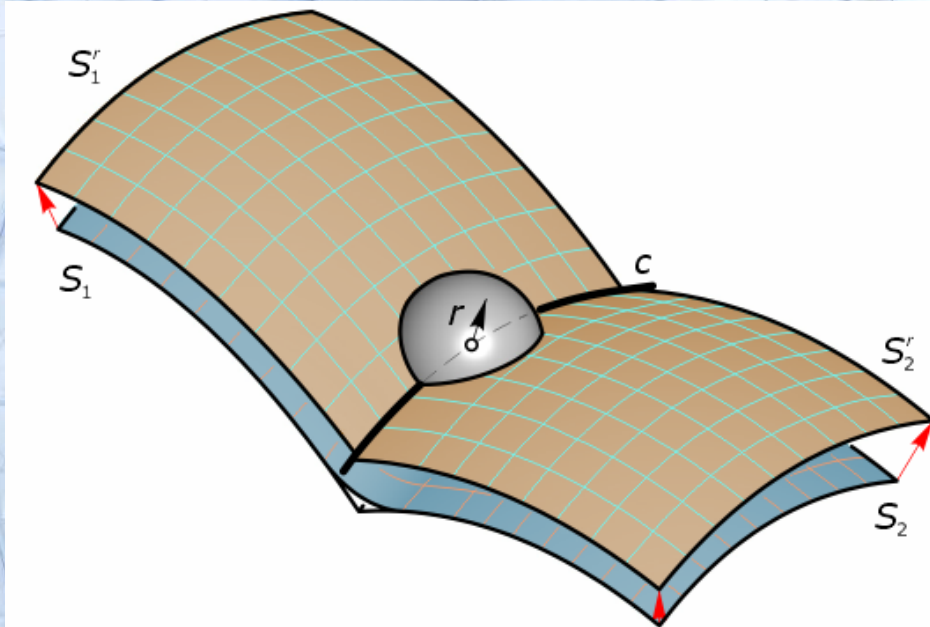
Offsets von Polyedern



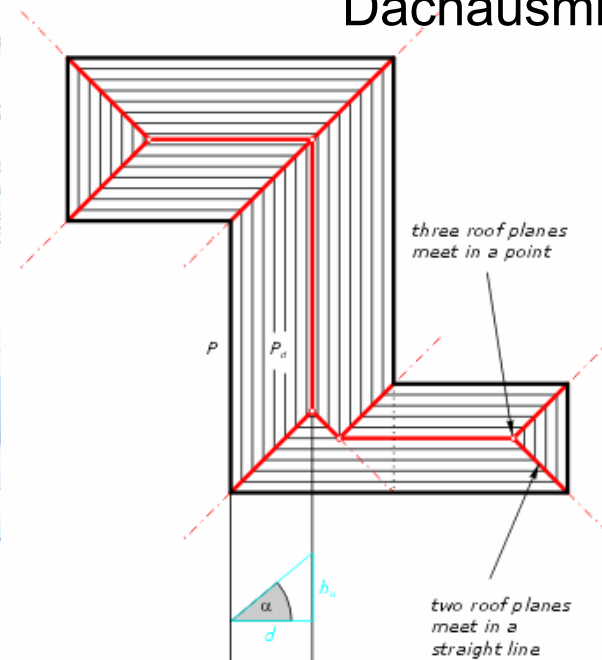
Offsets in der Praxis (rmDATA)

- **Gegeben:** Grundstück oder Wasserleitung, Abstand d
- **Problemstellung:** Betroffene Grundstücke automatisch herausfinden
- **Lösung:** Offset von Polygonen

Anwendungen von Offsets

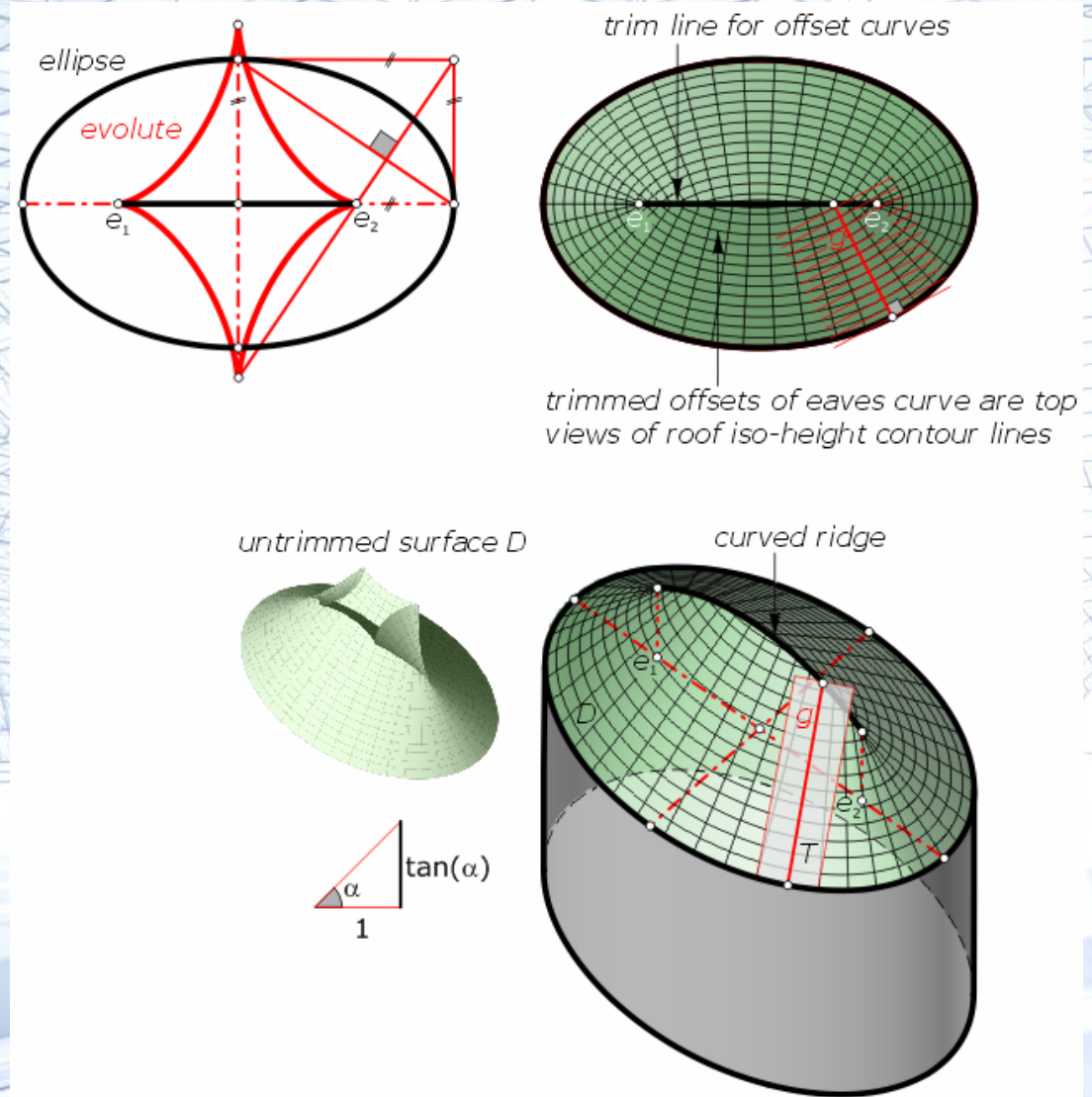


Dachausmittlung



Anwendungen von Offsets

St. Benedikt Kapelle
(Sumvitg, Zumthor, 1988)



Dach = abwickelbare Fläche konstanter Neigung

Ausblick



Forschungsprojekt
“Multilayer Freeform
Structures” (2007-2010)

