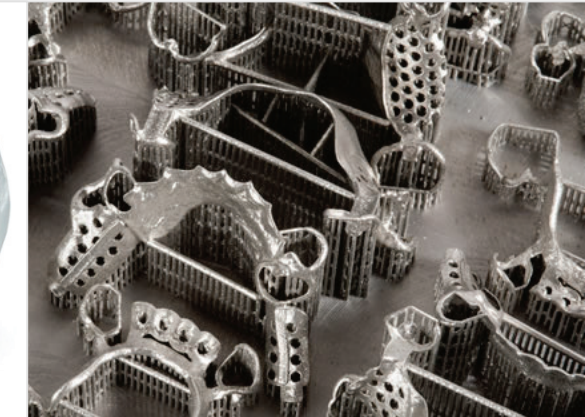
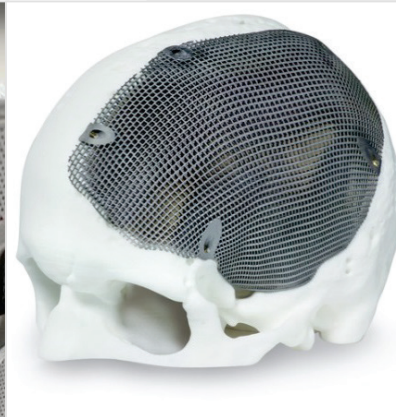
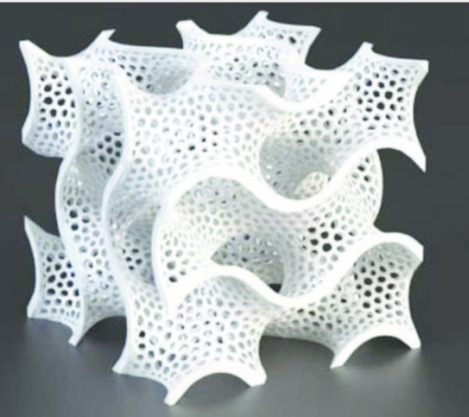


ADDITIVE FERTIGUNG - PREPROCESSING



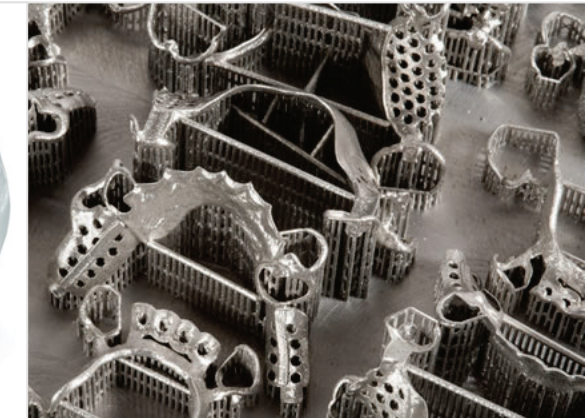
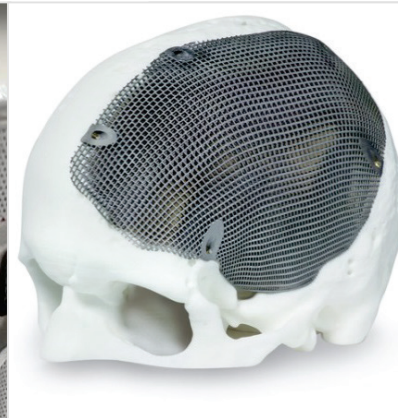
Sommersemester 2021

GLIEDERUNG

1. Einführung in das Thema additive Fertigungstechnik
2. Produktentstehungsprozess
3. Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung
4. Klassifizierung
5. **Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)**
6. Additive Fertigungsverfahren
7. Postprocessing
8. Wirtschaftlichkeit

ADDITIVE FERTIGUNG – PREPROCESSING II

DATENAUFBEREITUNG



AUFBAU DER VORLESUNG

1. Ablauf des Preprocessing
2. CAD-Datenerfassung
 1. 3D-CAD Modellierung
 2. 3D-Scanning
 3. Schichtweise Querschnittsaufnahme
3. **Datenaufbereitung**
 1. Datenformate
 2. Triangulation
 3. Fehler in der STL-Beschreibung
 4. Datennutzung
4. Positionierung & Orientierung
5. Schichtzerlegung
6. Parametervergabe

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

NEUTRALE SCHNITTSTELLENFORMATE IM CAD

Kann ein Datenformat aufgrund eines fehlenden Schnittstellenmoduls nicht exportiert werden, können die Daten über Schnittstellenformate (z. B. IGES, STEP oder VDA-FS) an andere CAD-Programme übergeben werden, die dann ihrerseits eine z.B. STL-Ausgabe ermöglichen.

Problematik:

- Leistungsfähigkeit der Schnittstellen ist – trotz festgelegter Standards - sehr unterschiedlich
 - Programme arbeiten mit unterschiedlichen Genauigkeiten (z. B. Akzeptanz des Flächenverbundes zweier Flächen zueinander)
- Konvertierungsprobleme bei der Übertragung der Daten über systemneutrale Schnittstellen



5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

STEP

STANDARD FOR THE EXCHANGE OF PRODUCT MODEL DATA

Umfassendster Standard in der Produktionstechnik

- Technologische Grundlage mit dem Ziel der vollständigen Produktdatenverarbeitung
- Modellierung in der Programmiersprache EXPRESS
- Gliederung der STEP-Datei in Kopfteil und Datenteil
- Ermöglichen des Datenaustausches zwischen verschiedenen Systemen anhand der Standardisierung nach ISO (und DIN EN) 10303
- Abbildung der Produktdateninformationen des gesamten Lebenszyklus
- Eignung zur featurebasierten Programmierung der Fertigungsprozesses

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

IGES

INITIAL GRAPHICS EXCHANGE SPECIFICATIONS

Sehr verbreitetes Datenformat

- Externes neutrales Datenformat für Datenübertragung zwischen unterschiedlichen CAD/CAM-Systemen
- ANSI-kompatibel
- 2D- und 3D-Flächenmodelle (inklusive Bezier- und NURBS-Flächen)
- Übertragung der Textbeschreibungen möglich, jedoch ist eine funktionsgerechte Zuordnung nicht möglich (z.B. Toleranz- oder Oberflächenangaben)
- Eine IGES Datei besteht aus mehreren Sektionen

Flag Section:	Informationen zum Übertragungsformat
Start Section:	Kommentare zur IGES-Datei IGES file generated from an AutoCAD drawing by the IGES translator from Autodesk, Inc., translator version IGESOUT-3.02. S0000001 S0000002
Global Section:	Identifikation des Preprozessors ...28HAutoCAD-12_cla International, 12HIGESOUT-3.02,32,38,6,99,15,,1.0,1,,G000000 32767,,,,,,,,,; G0000002
Directory Section:	Verzeichnis der geometrischen Elemente 100 1 1 1 0 0 0 0 00000000D0000001 100 1 1 1 0 0 0 0 D0000002
Parameter Section:	Parameter der geometrischen Elemente 100,0.0,0.0,0.0,10.0,0.0,10.0,0.0; P0000001
Terminate Section:	Größe der einzelnen Sektionen S0000002G0000002D0000002P0000001 T0000001



5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

FACETTENFORMATE

Verarbeitung der vorliegenden Bauteilinformation durch geeignete Schnittstellenformate:

- CFL - Cubital Facet List
- CS - Compressed STL
- eSTL - Enhanced STL
- ETL - Verknüpftes Format aus GDF (Geometry description file) und TMDF (Texture mapping description file)
- LMI - Layer Manufacturing Format
- PLY - Polygon File Format
- RP - openRP File Format
- RPI - Rapid Prototyping Interface
- SIF - Solid Interchange Format
- STH - Surface Triangles Hinted Format
- VRML - Virtual Reality Language
- AMF - Additive Manufacturing File
- 3MF - 3D Manufacturing Format
- STL - Standard Triangulation Language

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

STL-FORMAT

Das STL-Format hat sich zum De-Facto Standard durchgesetzt:

Je nach Quelle gibt es unterschiedliche Bedeutungen für die Abkürzung STL:

- Surface Tessellation Language,
- Standard Transformation Language oder auch
- Standard Triangulation Language

(ist teilweise auch als Stereolithographie-Format bekannt)

Entwicklung des Formates durch die Albert-Battaglin Consulting Group im Jahr 1987

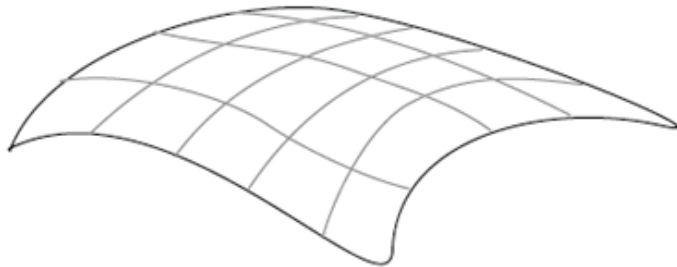
TRIANGULATION / DREIECKSDARSTELLUNG IM STL-FORMAT

Approximation der Oberfläche durch Dreiecke:

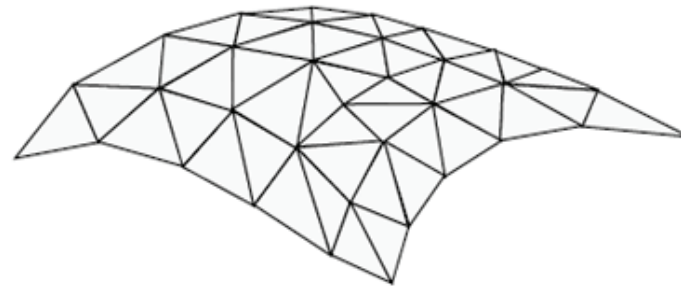
Die Bauteilgeometrie wird in der STL- Formulierung beliebig genau durch unterschiedlich große ebene Dreiecke angenähert (Triangulation).

- Es ist das gängigste Format in der Industrie.
- Es ist nicht standardisiert.

Tatsächliche Oberfläche:



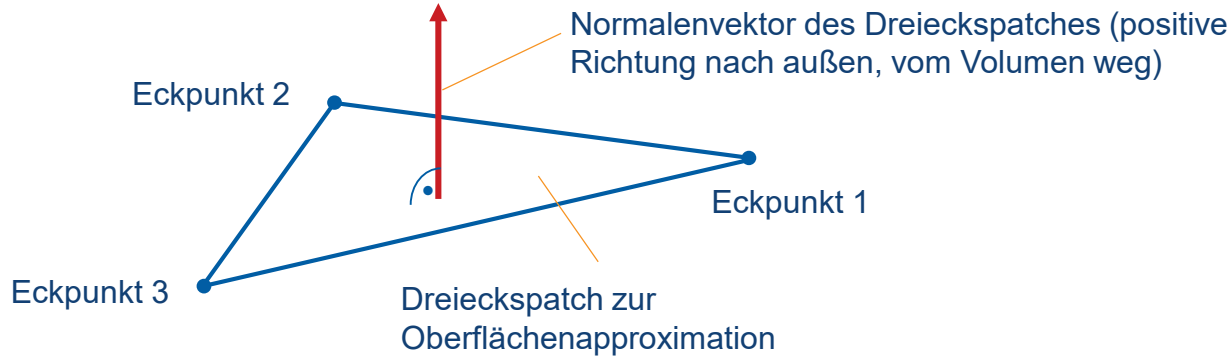
Approximierte Oberfläche:



BESCHREIBUNG DER DREIECKSFACETTEN

Definition des Dreieckspatches im STL-Format:

Jeder Dreieckspatch (Dreiecksfacette) ist durch die drei Eckpunkte und die zugehörige Flächennormale charakterisiert.



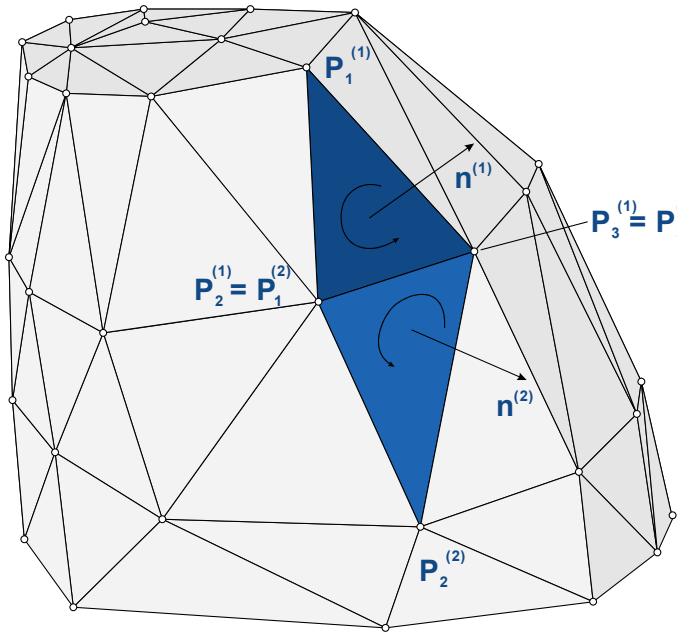
Hier sind $n_x^{(i)}, n_y^{(i)}, n_z^{(i)}$ die Koordinaten des Normalenvektors der Facette i und $P_{k_x}^{(i)}, P_{k_y}^{(i)}, P_{k_z}^{(i)}$ die Koordinaten des Eckpunktes k

$n_x^{(i)}$	$n_y^{(i)}$	$n_z^{(i)}$
$P_{1_x}^{(i)}$	$P_{1_y}^{(i)}$	$P_{1_z}^{(i)}$
$P_{2_x}^{(i)}$	$P_{2_y}^{(i)}$	$P_{2_z}^{(i)}$
$P_{3_x}^{(i)}$	$P_{3_y}^{(i)}$	$P_{3_z}^{(i)}$

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

AUFBAU EINER STL-DATEI

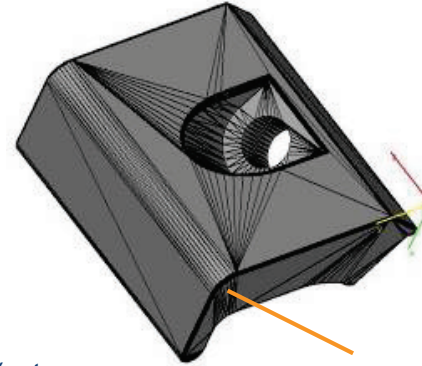
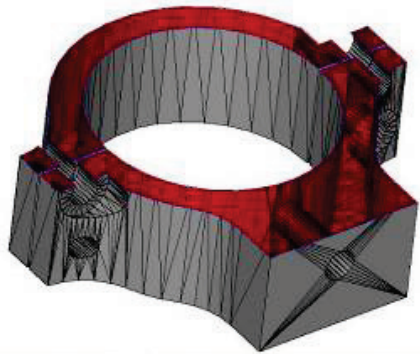
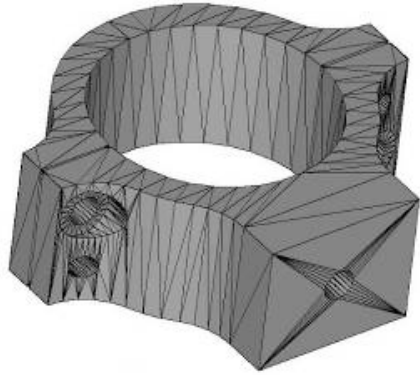
Speicherung der notwendigen Informationen innerhalb einer Binär- oder ASCII Codierung:



solid Fläche				
facet normal	$n_x^{(1)}$	$n_y^{(1)}$	$n_z^{(1)}$	Flächennormale 1 (x, y, z)
outer loop				Beginn der Eckpunktdefinition
vertex	$P_{1,x}^{(1)}$	$P_{1,y}^{(1)}$	$P_{1,z}^{(1)}$	Eckpunkt 1 (x, y, z)
vertex	$P_{2,x}^{(1)}$	$P_{2,y}^{(1)}$	$P_{2,z}^{(1)}$	Eckpunkt 2 (x, y, z)
vertex	$P_{3,x}^{(1)}$	$P_{3,y}^{(1)}$	$P_{3,z}^{(1)}$	Eckpunkt 3 (x, y, z)
endloop				Ende der Eckpunktdefinition
endfacet				Ende der Facette
facet normal	$n_x^{(2)}$	$n_y^{(2)}$	$n_z^{(2)}$	Flächennormale 2 (x, y, z)
outer loop				Beginn der Eckpunktdefinition
vertex	$P_{1,x}^{(2)}$	$P_{1,y}^{(2)}$	$P_{1,z}^{(2)}$	Eckpunkt 1 (x, y, z)
vertex	$P_{2,x}^{(2)}$	$P_{2,y}^{(2)}$	$P_{2,z}^{(2)}$	Eckpunkt 2 (x, y, z)
vertex	$P_{3,x}^{(2)}$	$P_{3,y}^{(2)}$	$P_{3,z}^{(2)}$	Eckpunkt 3 (x, y, z)
endloop				Ende der Eckpunktdefinition
endfacet				Ende der Facette
...				
endsolid Pyramide				

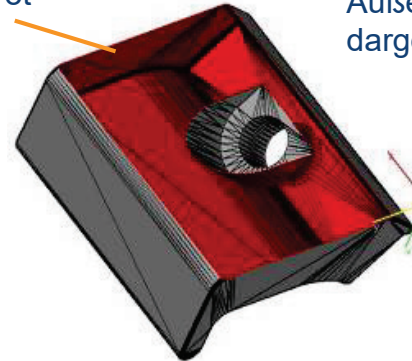
Quellen: Universität Duisburg / Essen

BAUTEILBEISPIELE IM STL-FORMAT



Innenseite (rot dargestellt)

Außenseite (grau dargestellt)



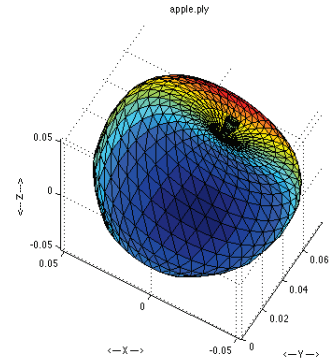
5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

VOR- UND NACHTEILE DES STL-FORMATS

- + Einfache mathematische Beschreibung der Oberfläche.
- + Modelle bleiben auch ohne CAD-Programm skalierbar.
- + Kaum Schnittstellenprobleme, da in der ASCII Version Syntaxfehler bei der Programmierung der Schnittstelle sehr leicht erkennbar sind.
- + Reparatur kleiner Fehler ist mit geringem Aufwand möglich.
- + Weite Verbreitung des Dateiformats.
- + Breite Palette an Eingangsdaten.
- Nur die Geometrie der Bauteiloberfläche wird beschrieben.
- Stets nur Annäherung der tatsächlichen Bauteiloberfläche.
- Möglicher Verlust / Fehler von Informationen bei der Konvertierung.
- Topologische Informationen des Volumenmodells gehen verloren.
- Hohe Datenredundanz da jeder Eckpunkt min. 3 mal gespeichert ist -> große Dateien
- Hoher Zeitaufwand zum Slicen großer STL-Dateien.

PLY – POLYGON FILE FORMAT

- Neben Dreiecken werden auch **beliebige** andere planare Polygone verwendet.
- Polygone werden **nicht direkt** durch ihre dreidimensionalen Punktkoordinaten bestimmt, sondern mittels Indizes, die in eine sich **anschließende Punkteliste** verweisen.
 - **Vermeidung von** Mehrdeutigkeiten.
 - Erheblich Vereinfachung bei der Berechnung von Nachbarschaftsbeziehungen zwischen den Polygonen.
- Darüber hinaus ist es möglich, beliebige **zusätzliche Attribute** (*Farbe*) zu speichern, ohne dass die Datei dadurch für andere Programme, die diese Attribute nicht verstehen, unlesbar wird.
- Wie das STL-Format kann auch das **PLY-Format** im ASCII oder binär beschrieben werden.



VRML – VIRTUAL REALITY MODELING LANGUAGE

- Dreidimensionales Bildformat, ursprünglich zur weborientierten 3D-Programmierung virtueller Welten.
- Plattformunabhängig.
- Beschreibt 3D-Objekte oder –Szenarien in objektorientierter Weise.
- Die Grundelemente sind sogenannte Knotentypen und Kommunikationswege:
 - Gestaltknoten (Geometriegrundkörper wie Quader, Zylinder, Kegel und Kugel)
 - Eigenschaftsknoten (Farbe, Texturen, Materialeigenschaften)
 - Lichtknoten
 - Kameraknoten (parallele, perspektivische Projektion)
 - Gruppenknoten (hierarchische Strukturen)
 - Prototypen zur Erweiterung der vorhandenen Knotentypen

```

#VRML V2.0 utf8           /Dateikopf

Transform {               /Transformknoten
  children [              /Kindknoten
    Shape {               /Untergeordnete Knoten:
      appearance Appearance {
        material Material{ } /Material
      }
      geometry IndexedFaceSet { /Geometrie
        coord Coordinate {
          point [ /Koordinaten]
          }
        coordIndex [ /Faces
          5 3 1 -1
          7 6 2 -1
          6 4 2 -1
          5 7 3 -1
          2 4 0 -1
          0 5 1 -1
          4 5 0 -1
          4 6 7 -1
          7 5 4 -1
          7 2 3 -1
          1 3 0 -1
          2 0 3 -1
          ]
        } /Ende Geometrie
      } /Ende Shape
    ] /Ende Kindknoten
  } /Ende Transformknoten
scale 0.0001 0.0001 0.0001 /Transformation
    
```

Quellen: Universität Duisburg / Essen



FEHLER IN DER STL-BESCHREIBUNG

Konstruktionsfehler:

Überflüssige Daten im Inneren des Körpers, z. B. durch fehlende Vereinigung von Einzelelementen im CAD-System.

Umsetzungsfehler:

Die Annäherung der mathematisch exakten Kontur durch Dreiecke stellt prinzipiell eine Ungenauigkeit dar.

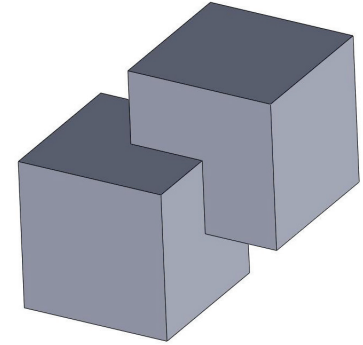
Beschreibungsfehler:

Lücken zwischen Dreiecken, doppelte Dreiecke (Überlappungen), falsche Orientierung der Dreiecke...

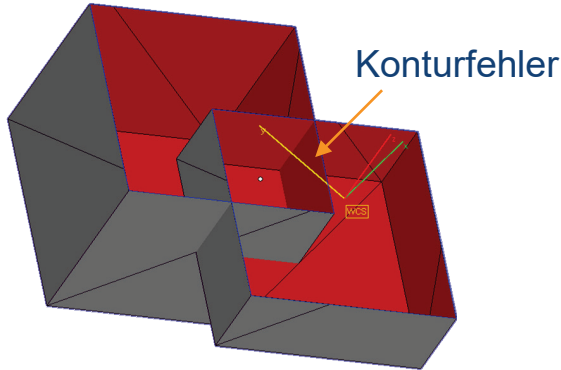
KONSTRUKTIONSFehler

Konstruktionsfehler entstehen während der Konstruktion der Bauteile und lassen sich vielfach vermeiden.

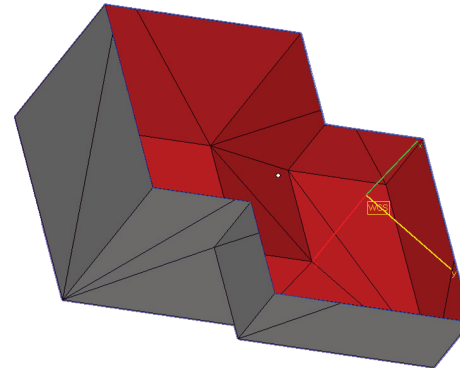
- Falsche oder nicht vorhandene Vereinigung von Körpern führen zu überflüssigen Daten im Bauteilinneren
- Mögliche Ursachen für strukturelle Schwachstellen im Bauteil



Fehlerhaft vereinigte Körper



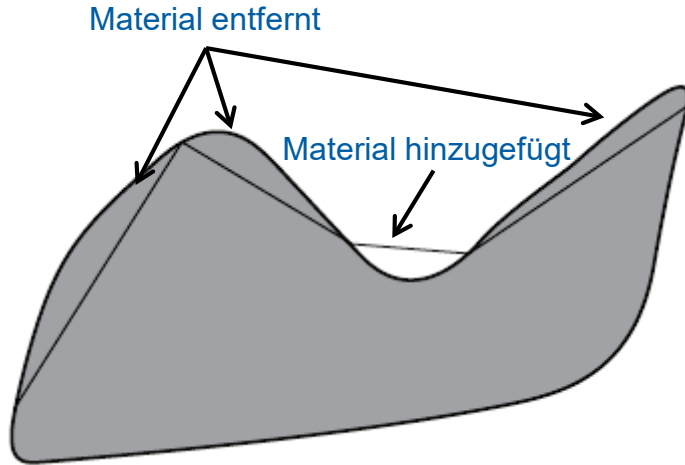
Richtig vereinigte Körper



UMSETZUNGSFEHLER (1)

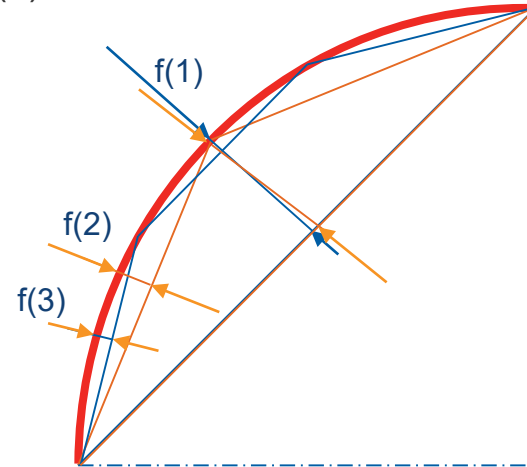
Die Annäherung der mathematisch exakten Kontur durch Dreiecke stellt prinzipiell eine Ungenauigkeit dar.

Zunahme und Abnahme von Material an gekrümmten Flächen



Sekantenfehler

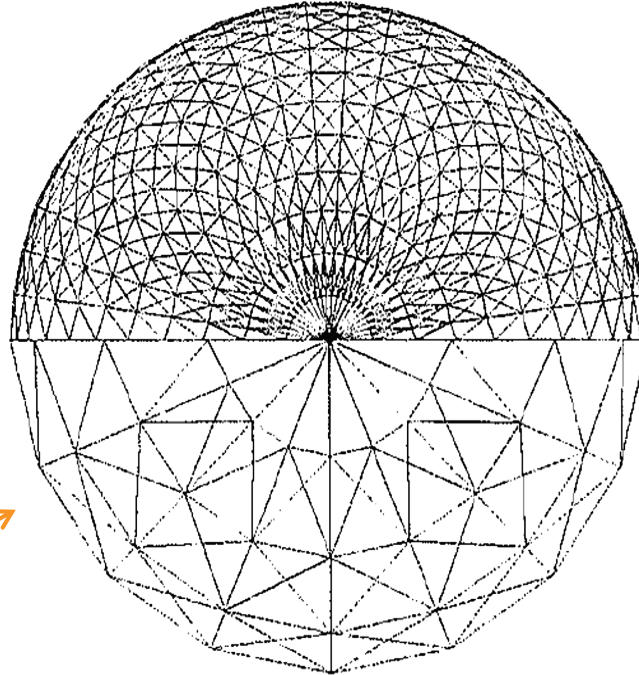
Approximation eines viertel Kreises durch 1, 2, oder 3 Geraden mit den zugehörigen Fehlern $f(1)$, $f(2)$ und $f(3)$



UMSETZUNGSFEHLER (2)

Abweichung zwischen der Formgebung durch Dreiecke zu der realen Form

Gröbere Auflösung,
weniger Dreiecke



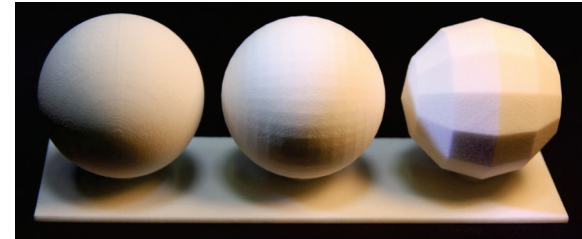
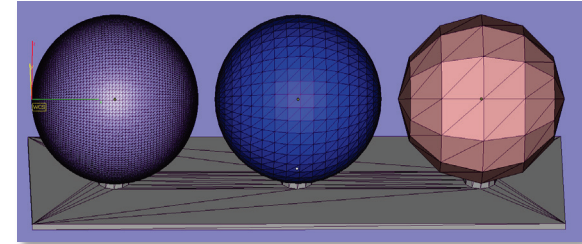
Feinere Auflösung,
mehr Dreiecke



UMSETZUNGSFEHLER (3)

Die Oberflächenqualität und Maßhaltigkeit des herzustellenden Bauteils hängt stark von der bei der Konvertierung generierten Dreiecksanzahl ab.

- Zu „grobe“ Triangulierung
 - grobe Wiedergabe der tatsächlichen Oberfläche
- Zu „feine“ Triangulierung
 - hoher Rechenaufwand, lange Bauzeiten oder Prozessstörungen durch zu große Datenmengen



	Kugel links	Kugel mitte	Kugel rechts
Dreiecke	24648	1520	120
Dateigröße (KB)	1.204	75	6

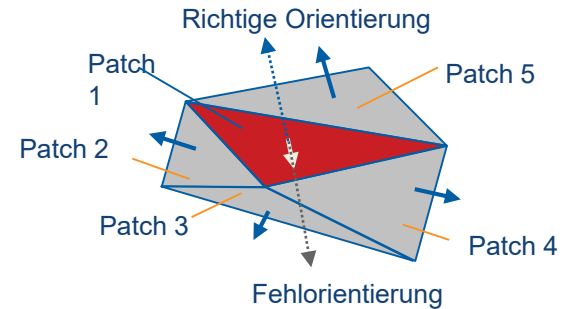
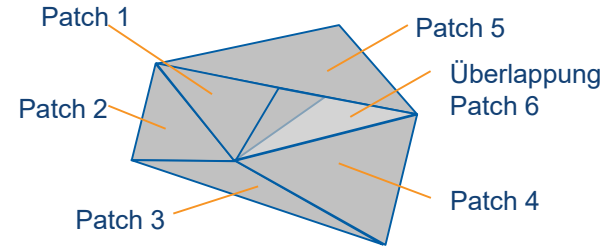
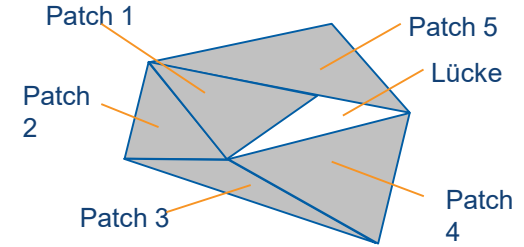
→ **STL-Generierung mit angepasster Auflösung**

BESCHREIBUNGSFEHLER (1)

- Lücken zwischen Dreieckspatches (Berandungsfehler)
 - sehr kleine Dreiecke können nicht dargestellt werden

- Doppelte Dreieckspatches (Überlappungen)
 - numerischer Rundungsfehler

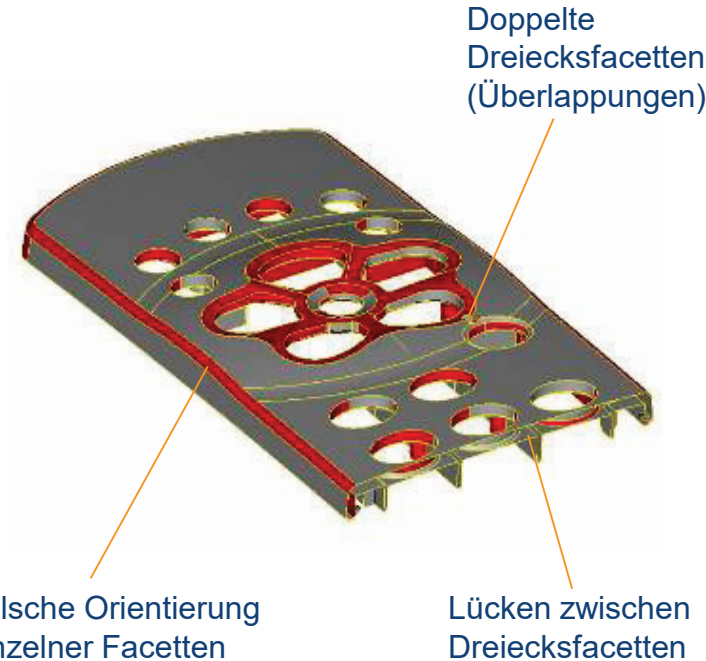
- Falsche Orientierung einzelner Patches (Fehlorientierung)
 - Fehler in der Konvertierung



BESCHREIBUNGSFEHLER (2)

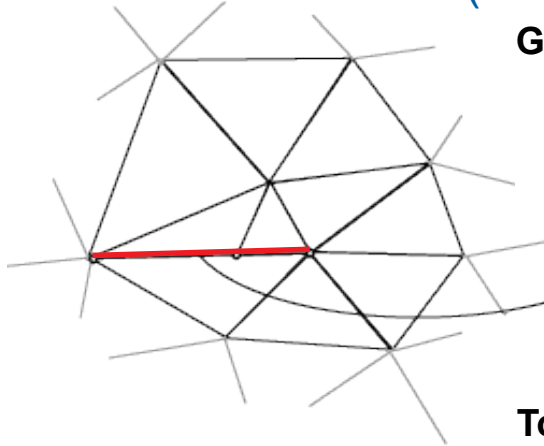
Fehlerhaftes Bauteil im STL - Format

Fehlerfreies Bauteil im STL - Format



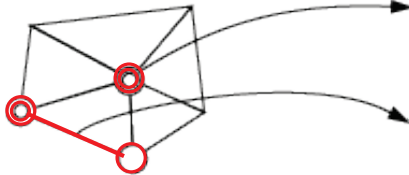
BESCHREIBUNGSFEHLER (3)

„Zero-volume“ Bereiche (Dreiecke als Punkt oder Linie)



Geometrische Degeneration

Ein degeneriertes
Dreieck mit drei
einzelnen Eckpunkten



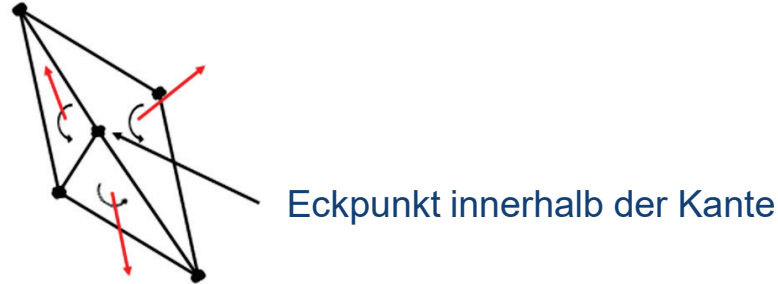
Topologische Degeneration

Ein degeneriertes Dreieck mit drei
zusammenfallenden Eckpunkten → Punkt

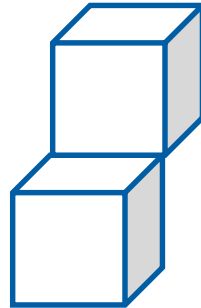
Ein degeneriertes Dreieck mit zwei
zusammenfallenden Eckpunkten → Linie

BESCHREIBUNGSFEHLER (4)

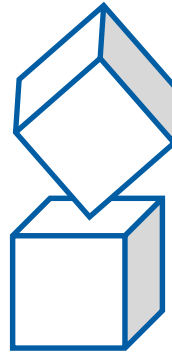
„Mid-line Nodes“



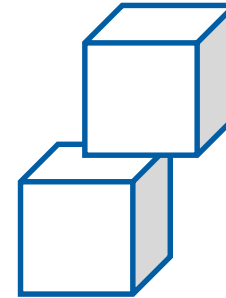
Non-manifold Gegebenheiten



Non-manifold Linie



Non-manifold Punkt



Non-manifold Fläche

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

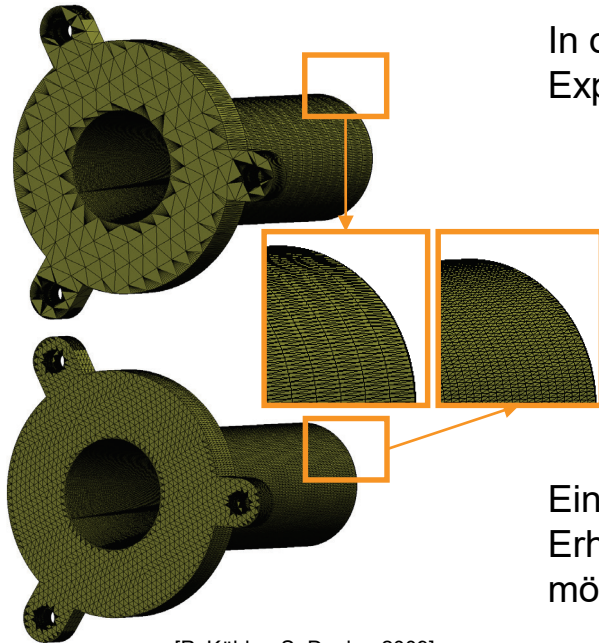
FORMATIERUNGSFEHLER IM STL-DATENSATZ

Mögliche Formatierungsfehler im STL-Datensatz und ihre Auswirkungen auf den Bauprozess bzw. die Bauqualität.

Formatierungsfehler	Prozessauswirkung	Bauteilwirkung	Mögliche Maßnahmen
Zu „grobe“ Triangulierung	Keine	Zu grobe Wiedergabe der tatsächlichen Geometrie	STL-Generierung mit angepasster Auflösung
Zu „feine“ Triangulierung	Hoher Rechenaufwand, lange Bauzeiten Prozessstörungen durch zu große Datenmengen	Defekte durch Prozessstörungen	STL-Generierung mit angepasster Auflösung
Nicht verschnittene und/oder getrimmte Flächen im CAD-Modell	Prozessstörungen durch undefinierte Teiledefinition	Geometrieverfälschung Defekte	Reparieren = sauberes Verschieben „Closed Volumes“
Falsche Orientierung der Flächen im CAD-Modell	Prozessstörungen durch Leerschichten oder undefinierte Teiledefinition	Geometrieverfälschung Defekte Schichtablösung und Festigkeitsverlust in z-Richtung	Normalenvektor kontrollieren „Closed Volumes“

STL EXPORT

Die Präzision der Bauteilgeometrie wird durch die Einstellung der Exportparameter bei der Ausgabe des STL Datensatzes bestimmt.



In den verschiedenen CAD-Systemen können unterschiedliche Exportparameter eingestellt werden:

- Max. Dreiecksgröße / Kantenlänge / Sehnenhöhe
- Facettenabweichung / Oberflächenabweichung
- Winkelabweichung / Normalabweichung

Eine Erhöhung der Facettenanzahl im Nachhinein und damit eine Erhöhung der Abbildungsqualität ist ohne größeren Aufwand nicht möglich. Eine Reduzierung ist in der Regel problemlos realisierbar.

[P. Köhler, S. Danjou 2009]

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

STL EXPORT AUS SOLID WORKS

Exportparameter in Solid Works:

- Abweichung
- Winkel

Auswahl: Auflösung „grob“, „fein“ oder „benutzerdefiniert“

Dateiformat:
 STL

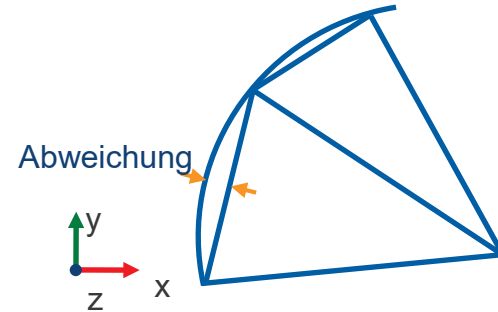
Ausgabe als
 Binär ASCII Einheit: Millimeter

Auflösung
 Grob Fein Benutzerdefiniert

STL-Info vor Dateispeicherung einblenden
 Vor dem Speichern der Datei Vorschau anzeigen
 Dreiecke: STL-Ausgabedaten nicht auf positiven Raum übertragen
 Alle Komponenten einer Baugruppe in eine Datei speichern
 Auf Interferenzen prüfen

Abweichung
 Toleranz: 3.14299716mm

Winkel
 Toleranz: 30.00000Grad



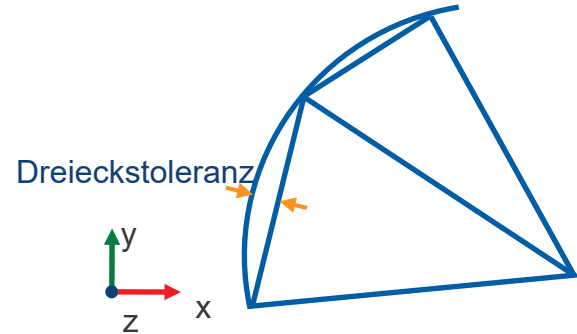
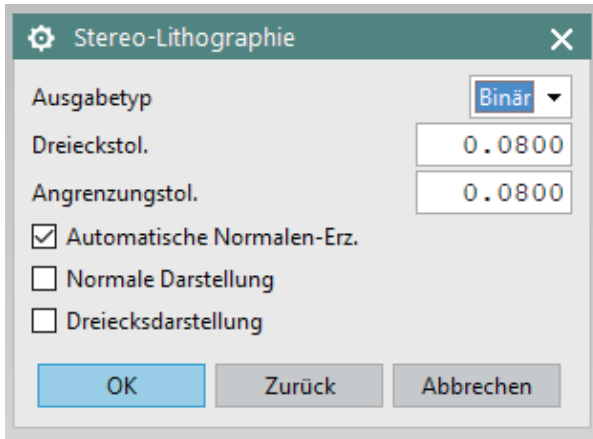
Winkelsteuerung:

Die Winkelsteuerung dient dazu, bei engen Radien nicht die definierte Sehnenhöhe sondern eine feinere Auflösung zu wählen. Dies wird abhängig von der Bauteilgröße definiert.

STL EXPORT AUS NX

Exportparameter in NX:

- Dreieckstol.
- Angrenzungstol.



i Angrenzungstol. ist der min. Abstand, ab welchem benachbarte Fläche als eine Fläche exportiert werden

DATENVORBEREITUNG (1)

STL - Exportparameter

Die Präzision der Bauteilgeometrie wird durch die Einstellung der Exportparameter bei der Ausgabe des STL Datensatzes bestimmt.

- Eine zu grobe Auflösung beeinträchtigt die Genauigkeit und das Erscheinungsbild des Bauteils
- Eine sehr hoch gewählte Auflösung benötigt viel Speicherplatz und eine erhöhte Bauvorbereitungszeit
- Unterschiedliche Exportparameter können je nach System eingestellt werden:
 - max. Dreiecksgröße / Kantenlänge / Sehnenhöhe
 - Facettenabweichung / Oberflächenabweichung
 - Winkelabweichung / Normalabweichung

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

DATENVORBEREITUNG (2)

Die STL - Qualität bestimmt die Bauteilqualität durch die Dreiecksanzahl, Löcher, falsch orientierte Normalenvektoren, verschiedene gleichzeitig auftretende Fehler, sich schneidende und überlappende Dreiecke.

Besonderheiten bei der Datenvorbereitung:

Bearbeitungszugaben

Je nach Bauteil oder gewähltem Verfahren kann sich an die additive Fertigung eine Nachbearbeitung anschließen. In dem Fall ist es erforderlich, bereits im CAD-Modell entsprechende Auf- oder Untermaße an den betroffenen Stellen vorzusehen.

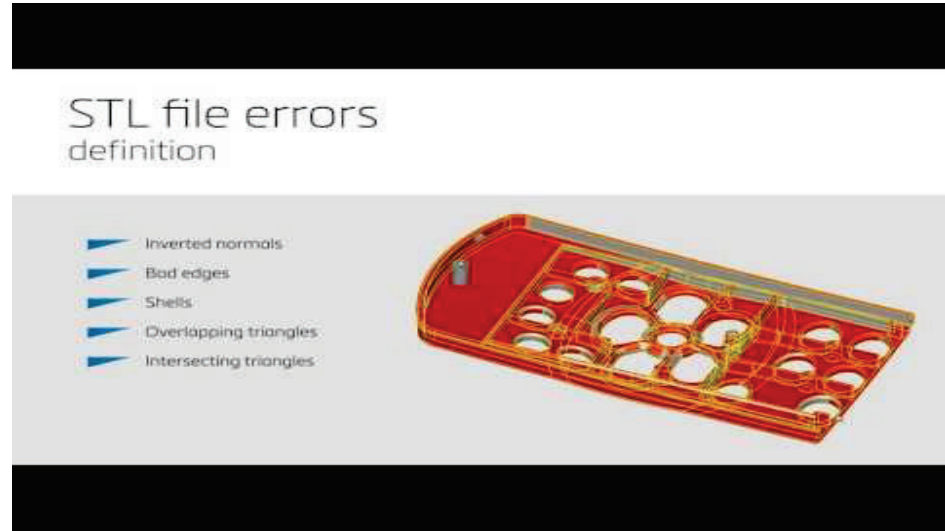
Volumenreduzierung (Massenreduktion)

Die Fertigung großer Volumina durch AM kann bei einigen Verfahren sehr zeitaufwendig und kostenintensiv sein. Oftmals ist es jedoch möglich, das Volumen z. B. bei Werkzeugen bereits im CAD-Modell an den Stellen zu reduzieren, wo keine formgebenden Kavitäten erforderlich sind.

FEHLER IM STL-DATENSATZ

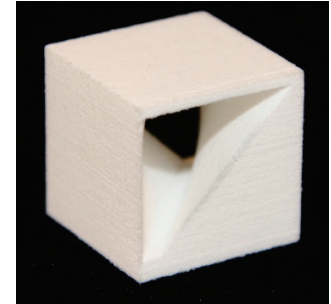
Annahme: voller Volumenkörper
(massiv gebaut)

- Falsche Normalen
- Fehlerhafte Konturen
- Löcher (geschlossene fehlerhafte Konturen)
- Überschneidende Volumen
- Überschneidende Dreiecke

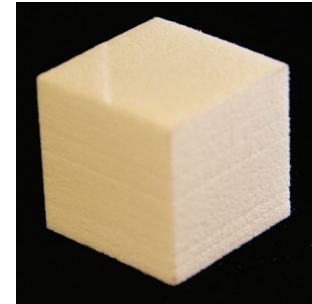


EINFLUSS VON LÖCHERN AUF DIE BAUTEILQUALITÄT

Lage der Fehler	Auswirkungen
Loch auf einer Seite senkrecht zur Baurichtung.	Kein Fehler
Löcher auf zwei Seiten senkrecht zur Baurichtung.	Loch im Bauteil durch Verbindung der Löcher
Loch auf einer Seite parallel zur Baurichtung.	Kein Fehler
Löcher auf zwei Seiten parallel zur Baurichtung.	Oberflächenfehler unten
1 Seite senkrecht zur Baurichtung fehlt.	Kein Fehler
2 Seiten senkrecht zur Baurichtung fehlen.	Totalverlust
1 Seite parallel zur Baurichtung fehlt.	Kein Fehler
2 Seiten parallel zur Baurichtung fehlen.	Kein Fehler



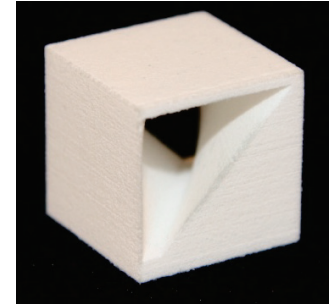
Verbindung gegenüberliegender Löcher



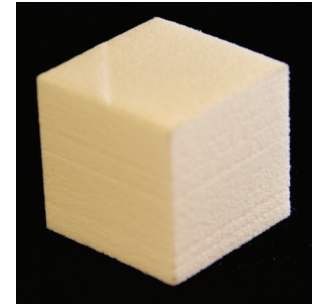
Oberflächenfehler

EINFLUSS VON FALSCH ORIENTIERTEN NORMALENVEKTOREN

Lage der Fehler	Auswirkungen
Einige Dreiecke einer Seite senkrecht zur Baurichtung sind falsch orientiert.	Kein Fehler
Einige Dreiecke zweier Seiten senkrecht zur Baurichtung sind falsch orientiert.	Loch im Bauteil durch Verbindung der Löcher
Einige Dreiecke einer Seite parallel zur Baurichtung sind falsch orientiert.	Oberflächenfehler an der Seite mit invertierter Normale
Einige Dreiecke zweier Seiten parallel zur Baurichtung sind falsch orientiert.	Oberflächenfehler an beiden Seiten mit invertierten Normalen
2 Seiten senkrecht zur Baurichtung sind falsch orientiert.	Kein Fehler
2 Seiten parallel zur Baurichtung sind falsch orientiert.	Kein Fehler



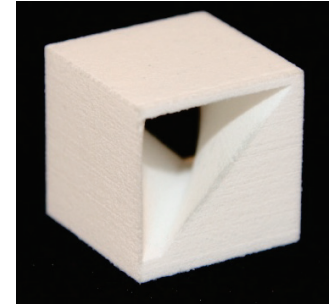
Verbindung gegenüberliegender Löcher



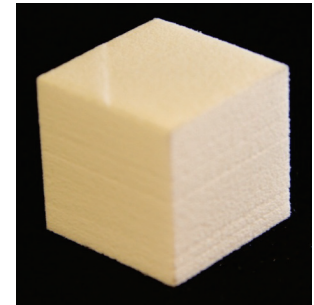
Oberflächenfehler

EINFLUSS VON VERSCHIEDENEN FEHLERN

Lage der Fehler	Auswirkungen
Loch und invertierte Normalen an gegenüberliegenden Seiten senkrecht zur Baurichtung.	Loch im Bauteil durch Verbindung der Löcher
Loch und invertierte Normalen an gegenüberliegenden Seiten parallel zur Baurichtung.	Oberflächenfehler an der Seite mit invertierter Normale



Verbindung gegenüberliegender Löcher



Oberflächenfehler

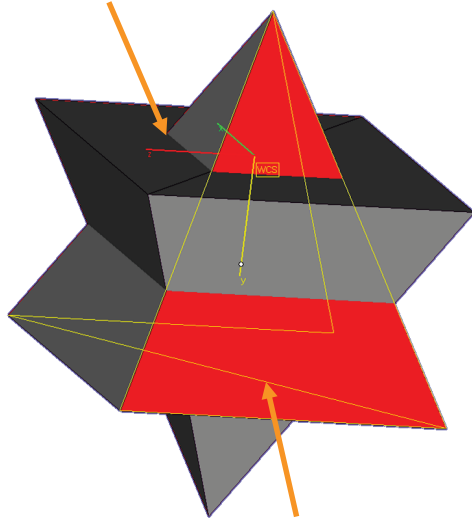
Dagegen ergeben sich durch überlappende und sich schneidende Dreiecke meist keine Fehler bei der Bauteilgenerierung und die Geometrie wird richtig wiedergegeben.

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

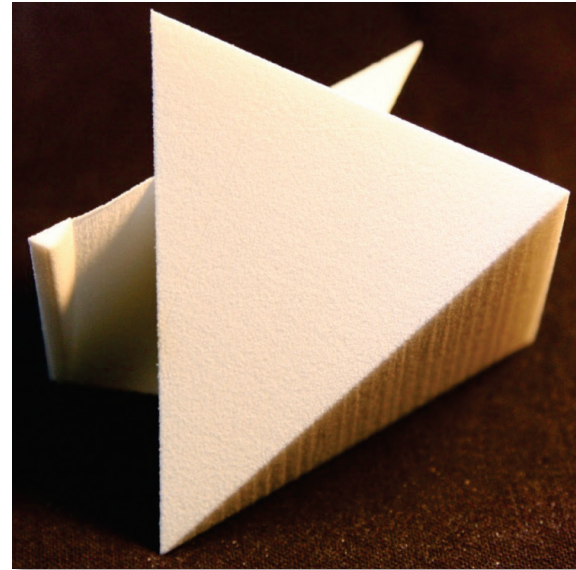
BAUTEILBEISPIEL (1)

Verlust der Bauteilgeometrie bei falscher Vereinigung von Körpern und falscher Orientierung einer Pyramidenseitenfläche

falsche Vereinigung der Körper

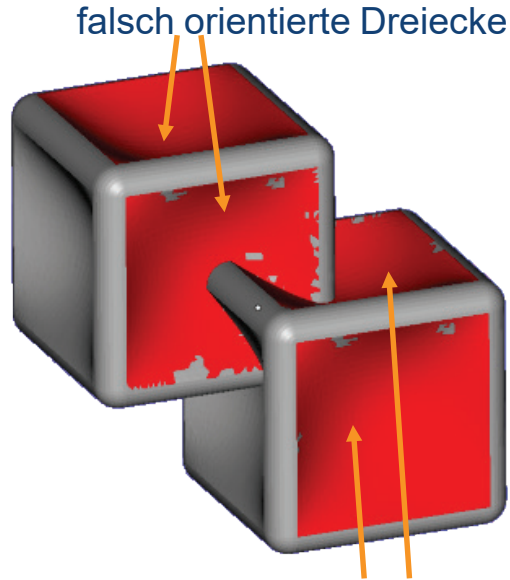


falsch orientiertes Dreieck

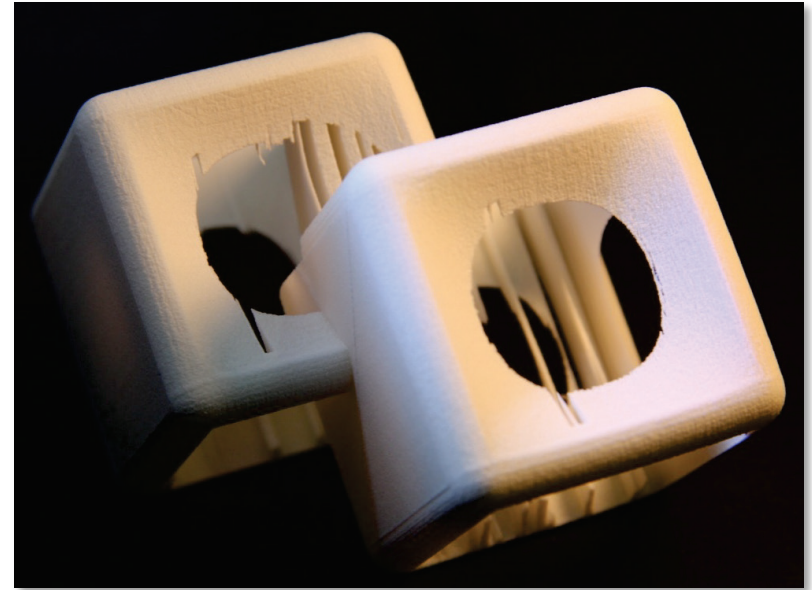


BAUTEILBEISPIEL (2)

Verlust von Freiformflächen und Bauteilvolumen beim Standardexport aus Catia mit ungünstigen Exporteinstellungen



falsch orientierte Dreiecke

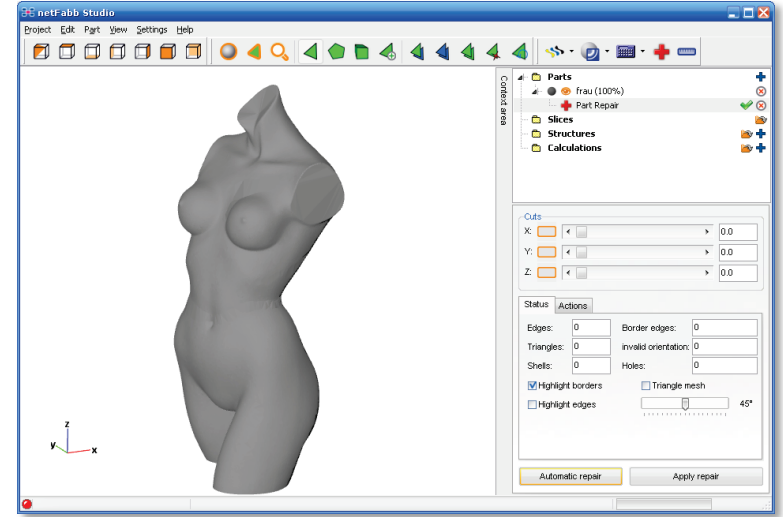
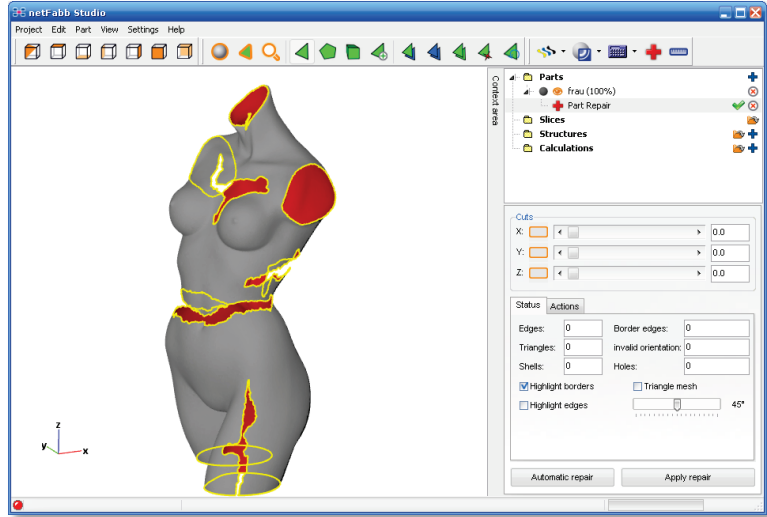


Quellen: Universität Duisburg / Essen

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

KONTROLLE UND FEHLERBEHEBUNG

Zur Kontrolle und Fehlerbehebung von STL-Dateien sind in entsprechender Pre-Processing Software (z. B. Magics, NetFabb, etc.) Werkzeuge integriert



Automatische Fehlererkennung und manuelle oder automatische Fehlerbehebung mit NetFabb

5 Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)

ANSÄTZE ZUR FEHLERBEHEBUNG

Voraussetzung für eine problemlose und qualitativ hochwertige Fertigung der Bauteile durch additive Fertigungsverfahren ist eine fehlerfreie Wiedergabe der Geometrie (z. B. im STL-Datensatz).

Folgendes ist zu beachten:

- Vollständiges und fehlerfrei geschlossenes Modell („wasserdicht“)
- Die Bauteilqualität additiv hergestellter Bauteile hängt von der Dreiecksanzahl und damit von den Exportparametern ab → STL-Generierung mit angepasster Auflösung
- Die Fehlerentstehung hängt ebenfalls von der Wahl der Exportparametern ab
- Fehlerhafte STL-Daten können zu Geometriefehlern in Bauteilen führen
- Vor allem Löcher und invertierte Normalen führen zu fehlerhaften Bauteilen
→ Fehlerhafte Datensätze müssen repariert werden, dies kann unter Umständen sehr zeit- und kostenintensiv sein.

→ Ziel: Sensibilisierung der Mitarbeiter in der Konstruktion auf die Besonderheiten der Technologien



Additive Fertigung

Additive Fertigung 05 – Preprocessing

02 - Datenaufbereitung

Technische Universität Bergakademie Freiberg
IMKF - Additive Fertigung
Agricolastraße 1, 09599 Freiberg, Germany

Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler
Tel: +49 3731 39 30 66
henning.zeidler@imkf.tu-freiberg.de



imkf
INSTITUT FÜR MASCHINENELEMENTE
KONSTRUKTION UND FERTIGUNG

