

**Interaktionskonzept für die Software  
„ZEISS Reverse Engineering“**



H f G  
Hochschule für Gestaltung  
Schwäbisch Gmünd

Fach: Bachelorarbeit  
Semester: WS 2017 / 2018  
Dozenten: Prof. Hartmut Bohnacker,  
Ann-Kathrin Spörl  
Betreuer: Dr. Dominik Schmid,  
Marius Häusele  
Studenten: Severin Ströhle,  
Katharina Kuhn



# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>S.9</b>	<b>Wireframe-Phase S. 77</b>	<b>S.79</b>
Einführung	S.11	Einleitung Wireframe-Phase	S.83
Das Team	S.13	Erste Ideen	S.85
Exposé	S.15	Problembeschreibung	S.91
Zeitplan	S.21	Problemklassen CAD	S.93
		Interaktion-CAD Fenster	S.93
		CAD-Menü	S.95
		Kontrast	S.95
		Allgemein	S.97
<b>Recherchephase</b>	<b>S.23</b>	Problemklassen	S.99
Einleitung Recherchephase	S.25	Zusammenfassen	S.99
Stakeholder-Analyse	S.27	Intelligente Benamung	S.101
Informationsarchitektur	S.29	Hilfe	S.101
Experteninterview Nr. 1	S.33	Verknüpfung CAD/ Explorer	S.103
Ergebnisse	S.35	Allgemein	S.105
Flowchart Werkzeugkorrektur	S.39	Entfernen	S.109
Anregungen Werkzeugkorrektur	S.41	Problemlösung	S.111
Flowchart Flächenrückführung	S.43	Navigation-Bar vertikal	S.113
Anregung Flächenrückführung	S.47	Navigation-Bar horizontal	S.115
Experten Interview	S.49	Projektschritt	S.123
Ergebnisse	S.51	Workshop Schrittunterteilung	S.125
Sammlung der Anregungen	S.55	Import/Exportschritt	S.127
Kano-Analyse	S.61	Funktionen zu Workflow hinzufügen	S.133
Persona Werkzeugkorrektur	S.63	Vorauswahl Grundkörper	S.141
Use-Case Werkzeugkorrektur	S.65	Große Dropdowns	S.147
Persona Flächenrückführung	S.67	Workshop Icon-Leiste	S.157
Use Case Flächenrückführung	S.69	Unnötige Zwischenschritte	S.159
CAD Programme	S.71		



Farben aus anderer Software	S.167
Intelligente Benamung	S.171
Unübersichtliche	
Bereichsunterteilung	S.175
Hilfe	S.183
Short-Cuts	S.193
Explorer-Icons	S.197
Lade-Screen	S.199
Tabs	S.203
Statusfenster	S.207
Abweichungen übertragen	S.213
und Verschneiden	
Farbe	S.219
Überarbeitung der Farbe	S.221
Erzeugen/Schließen Button	S.225
Länge des Editors	S.229
Punkteauswahl	S.231
Tool-Bar	S.237
Textfelder	S.241
Problemlösung CAD-Fenster	S.243
Analyse CAD-Fenster	S.245
Hardware-Interaktion	S.247
Modellinteraktion	S.257
Zoom an Mausposition	S.279
Navigationswürfel	S.281
Selektion	S.283
Schnellzugriff	S.287
Icons	S.301
Icons Modi-Auswahl	S.303
Icons Navigation-Bar	S.305
Icons Explorer	S.307
Icons Editor	S.309
Icons Tool-Bar	S.313

## **Ausarbeitungsphase** **S.315**

Einleitung Ausarbeitungsphase	S.317
Grid	S.319
Fertige Screens	S.321
Projektschritt	S.321
Import	S.325
Invertieren	S.337
Erstellen	S.339
Anheben	S.341
Analyse	S.347
Verschneiden	S.349
Export	S.369
Flächenrückführung	S.373
Freier Modus	S.375
Farbe	S.377
Funktionsumfang	S.379
Werkzeugkorrektur	S.379
Flächenrückführung	S.383
Resüme	S.389

## **Anhang** **S.391**

Nachweise	S.393
Eidesstattliche Erklärung	S.399
Danksagung	S.401
Impressum	S.403
Daten	S.405



# Einleitung

Einführung	S.11
Das Team	S.13
Esposé	S.15
Zeitplan	S.21

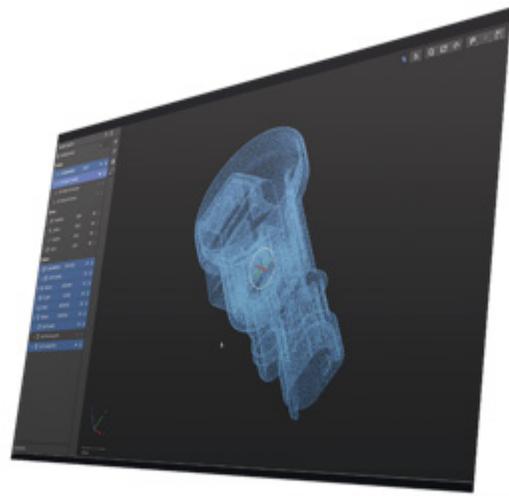
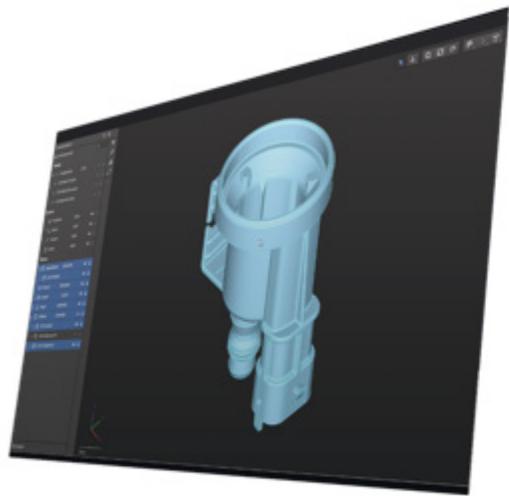


Abb.1 Das „ZRE“

## Einführung

Unter dem Titel „Interaktionskonzept für die Software Zeiss Reverse Engineering“ befasst sich diese Arbeit mit der grundsätzlichen, sowie der detailorientierten Umgestaltung der Messtechnik-Software „ZEISS Reverse Engineering“. Dieses Projekt findet in Kooperation mit der Firma „Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH“ statt.

Betreuer:

- Professor Hartmut Bohnacker
- Ann-Katrin Spörl
- Dr. Dominik Schmid
- Marius Häusele



Das Team

## **Das Team**

Bereits seit Beginn des zweiten Semesters arbeiten wir erfolgreich, in mindestens einem Projekt pro Semester als Team zusammen. In dieser Zeit lernten wir unsere Arbeitsweisen effizient aufeinander abzustimmen. Aufgrund dessen haben wir beschlossen, auch die Bachelorarbeit gemeinsam zu erstellen.

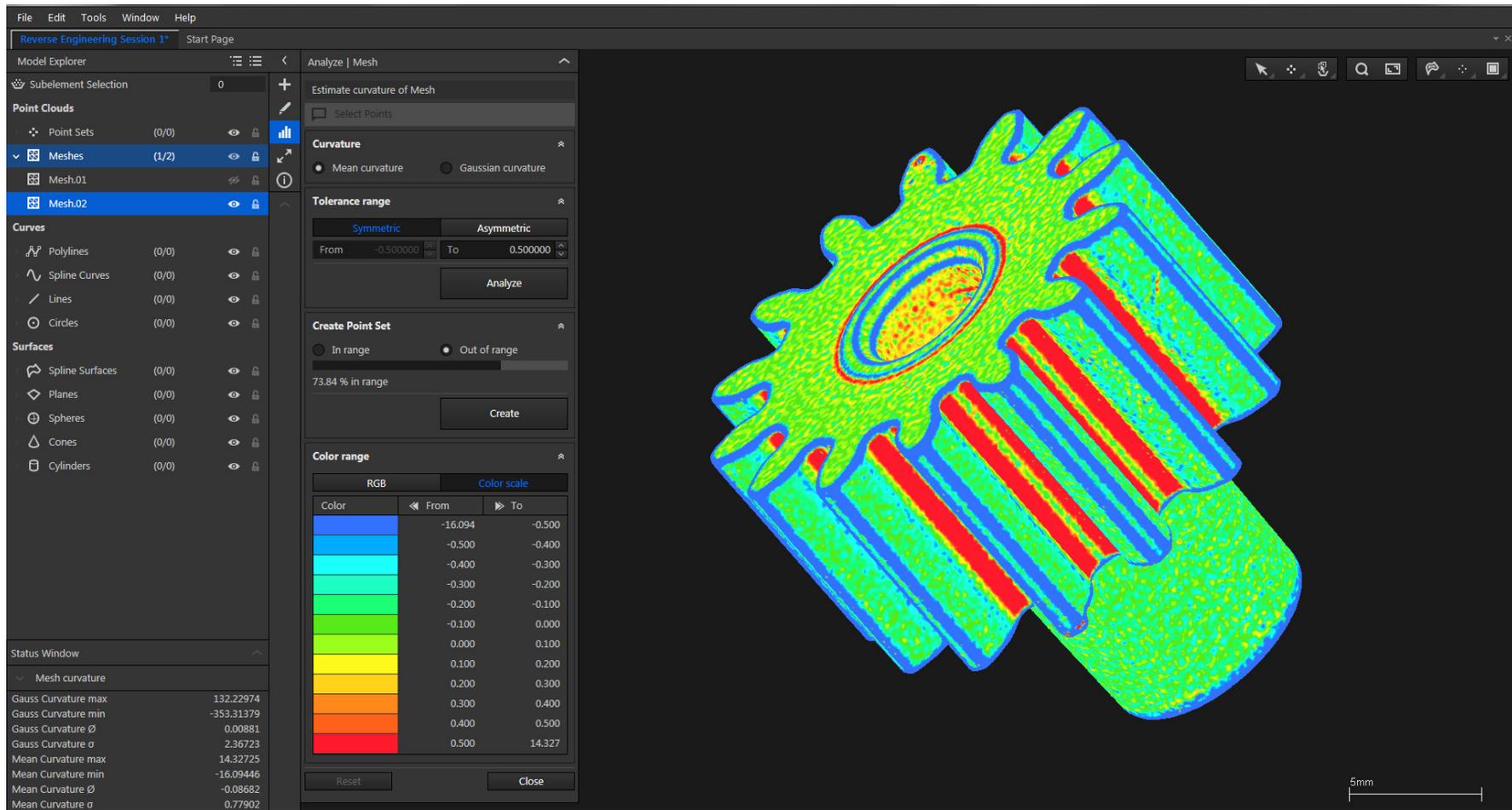


Abb.2 Abstandsanalyse

## Exposé

Die Bachelorarbeit wird in Kooperation mit der Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH (IMT) durchgeführt. Der Kontakt entstand durch ein vorangegangenes Praxissemester.

Die Aufgabenstellung beinhaltet ein Re-Design der Expertenapplikation „ZEISS Reverse Engineering“ (ZRE). Durch die Arbeit an einem existierenden Softwareprodukt und die Zusammenarbeit in einem interdisziplinären Team bietet das Projekt eine hohe Praxisnähe. Um ein Re-Design an einer komplexen Software, wie dem ZRE durchführen zu können, ist die Einarbeitung in den Bereich der industriellen Messtechnik nötig. Die Einbeziehung von Experten in den gesamten Gestaltungsprozess, sowie das Lösen von anspruchsvollen Fragestellungen der Gestaltung stellen weitere Herausforderungen dar.

Bei einem Re-Design der ZRE-Software muss der individuelle Workflow in ein bereits bestehendes Interaktionskonzept eingebettet und unter Berücksichtigung des Styleguides erarbeitet werden. Für eine fundierte Analyse der Software kommen verschiedene Designmethoden zum Einsatz, zum Beispiel die KANO-Analyse, Flowcharts und Informationsarchitekturen.

In der Recherche- sowie der Analysephase wird nicht nur das ZRE, sondern auch Softwareprodukte von Marktbegleitern genauer betrachtet. Durch Experteninterviews mit internen und externen Anwendern werden Use Cases, User-Stories und Personas generiert. Mit Hilfe von Card-Sorting soll eine erste, neue Informationsarchitektur entstehen. Diese wird im Verlauf immer weiter ausgearbeitet. Key-User sollen in Workshops relevante Bereiche der Informationsarchitektur festlegen und aktiv mitgestalten. Im darauf folgenden iterativen Prozess werden Wireframes ausgearbeitet und getestet.

Bei der Entstehung von Softwarepaketen im Bereich der industriellen Messtechnik stand bisher die Bereitstellung technischer Funktionalitäten im Vordergrund. Aus dieser Historie heraus entstanden Softwarepakete, welche teilweise unnötig kompliziert aufgebaut und nicht am direkten Workflow des Anwenders orientiert sind. Um diese Softwarepakete bedienen zu können, sind oft aufwändige Schulungen und lange Einarbeitungsphasen notwendig. Hat der Anwender längere Zeit nicht mit der Software gearbeitet, ist es meist nötig, sich wieder einige Tage einzuarbeiten.

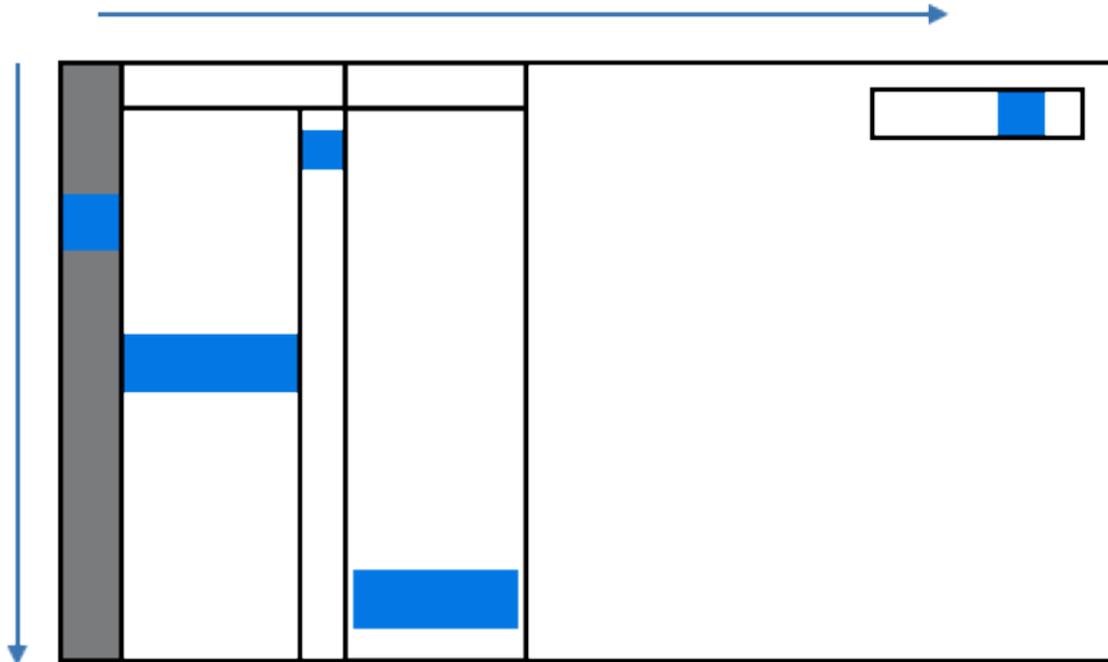


Abb.3 Der „Blaue Faden“

Durch die Entwicklung eines neuen Interaktionskonzepts, dem sogenannten „Blauen Faden“ versucht ZEISS hier einen neuen Weg zu gehen. Das Interaktionskonzept sieht unter anderem vor, dass der Anwender sich immer von oben nach unten, von links nach rechts durch die Software navigiert.

Der gesamte Aufbau des „Blauen Fadens“ ist in seiner jeweiligen Ausprägung stets am Workflow des Anwenders orientiert. Das Verhalten der Software ist für den Anwender verständlich und nachvollziehbar aufgebaut. Es existieren bereits Messtechnikapplikationen bei denen der „Blaue Faden“ und dessen Styleguide integriert sind. Durch ein einheitliches Look & Feel der Software-Familie ist es einfacher, noch nicht bekannte Applikationen, die ebenfalls diesem Konzept folgen, ohne eine lange Einarbeitung zu nutzen.

Das ZRE, als Baustein der IMT-Softwarefamilie stellt keine klassische Messtechnik-Software dar. Vielmehr verbindet die Applikation Bereiche aus der Messtechnik und der Konstruktion. Aus diesem Grund unterscheiden sich die Workflows im ZRE deutlich von anderen Software-Applikationen der IMT.

Deshalb ist es nicht möglich, bereits bestehende Lösungen einfach und direkt zu übertragen. Mit einem unvoreingenommenen Blick und praktischem Hintergrundwissen können in dieser Bachelorarbeit neue Ansätze für das Interaktionskonzept innerhalb des ZRE gefunden und gestaltet werden.

„Die Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH ist Weltmarktführer bei CNC-Koordinaten messmaschinen und Komplettlösungen der mehrdimensionalen Messtechnik in Messlabor und Fertigung“[1]. Weltweit tätig hat die IMT den Anspruch, exakte und zuverlässige Ergebnisse als Messtechniklösungen für die Bereiche Automobilindustrie, Maschinenbau, Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik, Energietechnik und der Kunststoffindustrie zu gewährleisten[2]. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, entwickelt und produziert die IMT unter anderem Messmaschinen und Softwarepakete. Das ZRE stellt hierbei einen wichtigen Baustein im Softwareportfolio der IMT dar.

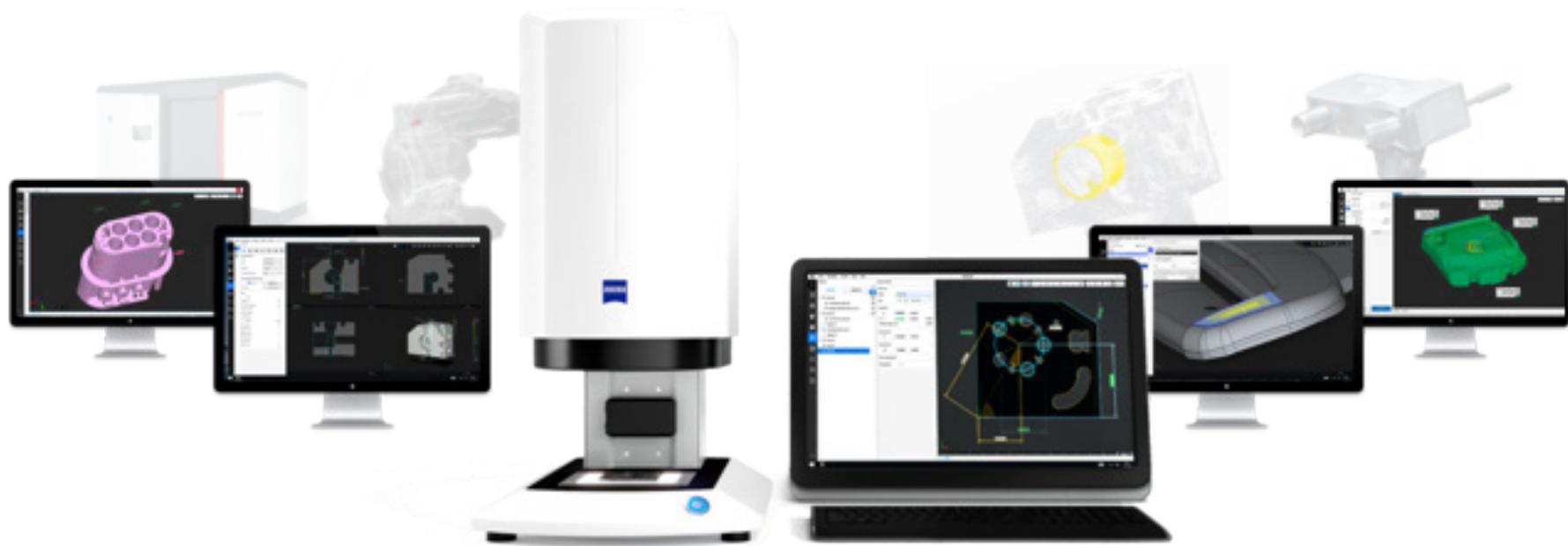
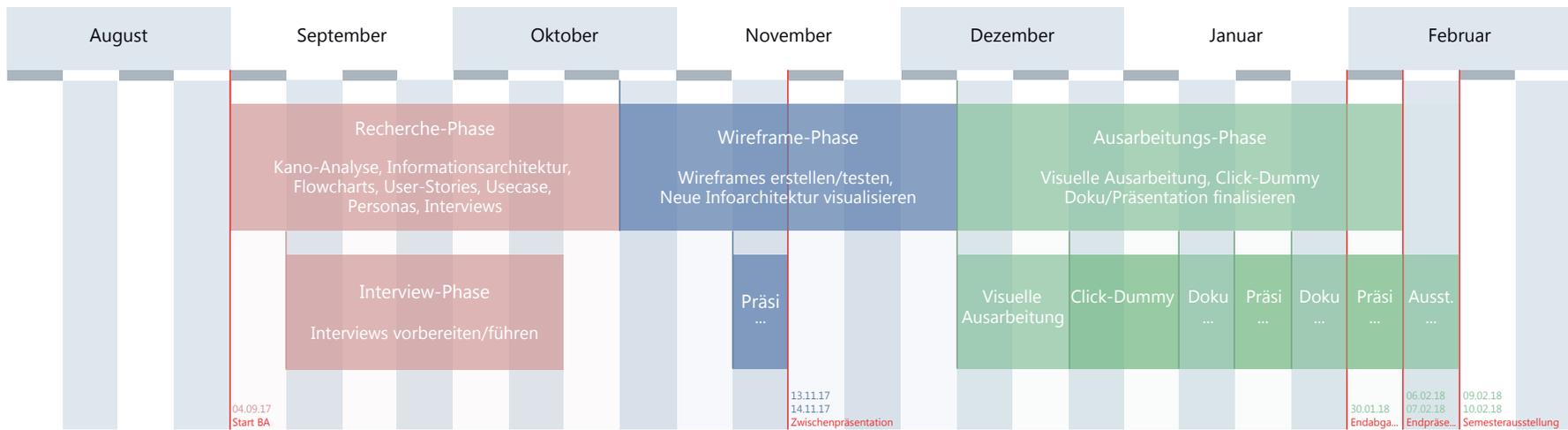


Abb.4 Die „Neo-Familie“

Die Software zur Flächenrückführung bietet dem Nutzer die notwendigen Werkzeuge und Funktionalitäten, um auf Grundlage diskreter Oberflächeninformationen (Punktwolke), in der Regel Scandaten, hochwertige CAD-Modelle zu berechnen.

Je nach Anwendungsfall können die Eingangsdaten durch klassische Koordinatenmessmaschinen, mit Hilfe optischer Sensoren oder auch mittels Computertomographie generiert werden. Neben der „klassischen Flächenrückführung“ wurden im ZRE auch spezielle Funktionalitäten für die Unterstützung des Werkzeugkorrekturprozesses in der Kunststoffspritzgussindustrie entwickelt und implementiert.

Die Software ZRE wird täglich und weltweit von Anwendern aus verschiedener Sparten genutzt. Für diese und zukünftige Anwender ist es das Ziel die Nutzerfreundlichkeit weiter zu verbessern.



Zeitplan

## Zeitplan

Zu Beginn des Projekts wurde ein Zeitplan erstellt, um eine erste Übersicht zu erhalten und erste Planungen treffen zu können.

Der Zeitplan ist gegliedert in drei Phasen: Recherche, Wireframes und Ausarbeitung. Diese sind wiederum untergliedert in weitere Bereiche: Interviews, visuelle Ausarbeitung, Clickdummy, Präsentation und Dokumentation.

Abgaben und die wichtigsten Termine sind mit Hilfe einer roten Linie markiert.

Jeden Montag fand die Planung der Folgewoche statt.



# Recherche Phase

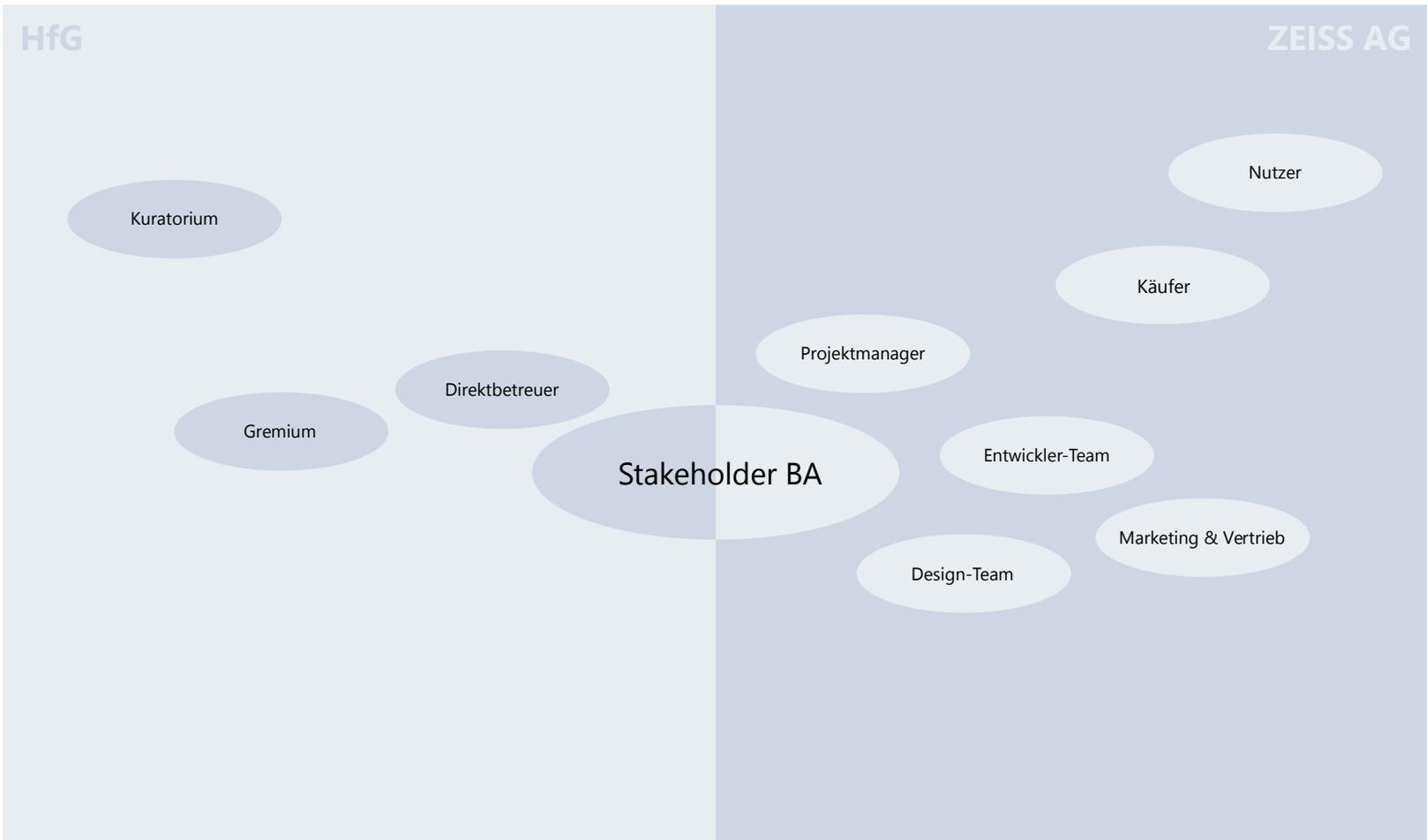
Einleitung Recherchephase	S.25
Stakeholder-Analyse	S.27
Informationsarchitektur	S.29
Experteninterview Nr. 1	S.33
Ergebnisse	S.35
Flowchart Werkzeugkorrektur	S.39
Anregungen Werkzeugkorrektur	S.41
Flowchart Flächenrückführung	S.43
Anregung Flächenrückführung	S.47
Experteninterview Nr. 2	S.49
Ergebnisse	S.51
Sammlung der Anregungen	S.55
Kano-Analyse	S.61
Persona Werkzeugkorrektur	S.63
Use Case Werkzeugkorrektur	S.65
Persona Flächenrückführung	S.67
Use Case Flächenrückführung	S.69
CAD-Programme	S.71



## **Einleitung**

### **Recherche-Phase**

Der erste Schritt der Bachelorarbeit stellte die Recherche dar. Hier wurde systematisch das ZRE und die zugehörigen Themenbereiche der IMT untersucht. Dabei kamen verschiedene Methoden, sowie Analysen zum Einsatz, auf welche im Folgenden näher eingegangen wird.



Stakeholder der Bachelorarbeit

## **Stakeholder- Analyse**

Mit Hilfe der Stakeholder-Analyse wurde eine Übersicht aller derer geschaffen, die direkt oder indirekt Teil der Bachelorarbeit waren.

Sie dient unter anderem zur Koordination der verschiedenen Ansprechpartner.

## Manipulieren

- Vorschlag
  - „Inhalt variabel“
- Alle
  - Punktwolke 4
  - Polygonnetz 1
  - Kreis
  - Polylinie
  - Spline 1
  - Kugel
  - Zylinder
  - Kegel
  - Ebene
  - Fläche 3

(Immer vorhanden)

**Buttons: Manipulieren/ Manipulieren & Schließen** 6 4  
**Zurücksetzen/Schließen**

### Manipulieren | Punktwolke

#### Dropdownmenü

- Punkte zu Punktwolke hinzufügen
  - „Koordinaten“ einklappen
    - Eingabe: Koordinaten X/Y/Z
    - Buttons: Koordinaten hinzufügen
- Punkte invertieren 2
  - „Invertierungsfaktor“ einklappen
    - Eingabe: Slider und Pfeile
- Punkteanzahl reduzieren
  - „Reduzierungsfaktor“ einklappen
    - Eingabe: Slider und Pfeile
- Punkteanzahl räumlich reduzieren
  - „Parameter für Reduzierung“ einklappen
    - Eingabe: Reduzierungsradius (+Pfeile)
- Abweichungen übertragen 2
  - „Auswahlflächen“ einklappen
    - Auswahl: Startfläche/Zielfläche 2

## **Informations- architektur**

In dieser Grafik ist ein Ausschnitt der ursprünglichen Informationsarchitektur zu sehen. Sie dient zur Orientierung und hilft dabei, die wichtigsten Arbeitsschritte zu identifizieren und zu überarbeiten.

Aus den Flowcharts wurde jeder Schritt einzeln übertragen. Mit Hilfe dieser Visualisierung ließ sich schnell festlegen, in welchen Bereichen die meisten Interaktionen stattfinden.

Die gesamte Informationsarchitektur, sowie die Flowcharts befinden sich auf dem beigelegten Speichermedium.



### **Shortcuts:**

In der aktuellen Version des ZRE stehen dem Nutzer nur eine sehr begrenzte Auswahl an Shortcuts zur Verfügung.

### **Allgemein**

- F1: Hilfe zum Programm wird geöffnet.
- STRG + 0: Die Sichtbarkeit des Koordinatenursprungs im CAD wird ein- bzw. wieder ausgeblendet.
- STRG + S : Die aktuellen Änderungen werden gespeichert.
- STRG + Z : Die letzten Arbeitsschritte werden rückgängig gemacht.
- STRG + Y : Wiederherstellen der letzten Arbeitsschritte.



Abb.5 Winfried Hillenmeyer



Abb.6 Wolfgang Reber

## **Experteninterview Nummer 1**

Das erste Interview wurde mit zwei internen Experten des ZEISS-Teams in Essingen durchgeführt. Beide sind als Messtechniker, sowie im Support tätig und haben täglichen Kontakt mit der Software und Kunden.



# Ergebnisse

## 1. Erzeugen -> Punktwolke -> Scanning unbekannter Konturen Wozu dient diese Funktion?

- Funktion wird nicht oft genutzt
- Daten werden direkt von Messmaschine geschickt
- Ist eine Live-Scanning-Funktion

## 2. Nutzt ihr die Funktion: „Bereich einklappen“?

- wird regulär nicht genutzt
- Verwendung nur bei schlechter Auflösung um Rechenzeit zu sparen

## 3. Nutzt ihr die abschließenden Buttons?

- Ja, jedoch von Aufgabe zu Aufgabe unterschiedlich
- „Zurücksetzen“-Button um Default-Werte wieder zu erlangen

## 4. Kann man einen Soll-/Ist-Vergleich erstellen?

- Ja

## 5. Gibt es vergleichbare Software?

- Ja, Polyworks, Geomagic, Knotenpunkt, Greo & Solid Works
- jedes CAD-System kann Reverse-Engineering betreiben
- keiner der Interview-Partner nutzt eine dieser Konkurrenzsoftware
- DesignX wird genutzt für Feinarbeit

## 6. Vor- und Nachteile des ZRE's

- Aufgeräumt, ruhige Oberfläche
- kann CAD-Funktionen, aber nicht so gut wie die Konkurrenz
- ZRE ist keine Konstruktionssoftware, weiterer Ausbau unnötig
- die Konkurrenz kann CAD-Modelle mit einem Klick erstellen
- das ZRE nicht, legt aber dafür mehr Wert auf Genauigkeit
- die Einen wollen es genau, die Anderen eher schnell (Kunden)



## 7. Wünsche

- Tool-Bar-Funktionen öffnen  
zu umständlich (Ecken treffen,  
Low-Press)
- Unnötig viele Zwischenschritte
- Dialogboxen markieren  
ist zu umständlich
- Farbflächen/Liste für Zuweisungen  
fehlen komplett (nimmt die Übersicht)  
(Rückmeldung Kunde)
- Softwarefunktionen können fast  
überall zusammengefasst und  
vereinfacht werden
- Zoomen an der Mausposition  
soll intuitiver werden
- intelligenter (Mausrad zur Auswahl)  
(Programm soll neue Möglichkeiten  
erkennen und sich anpassen)
- Rechtsklick-Funktionen sind  
sehr wichtig, weil diese sehr direkt sind
- keine Funktionalität heraus nehmen
- Farbe des Würfels oft zu dunkel
- Explorer sollte öfters zugeklappt sein

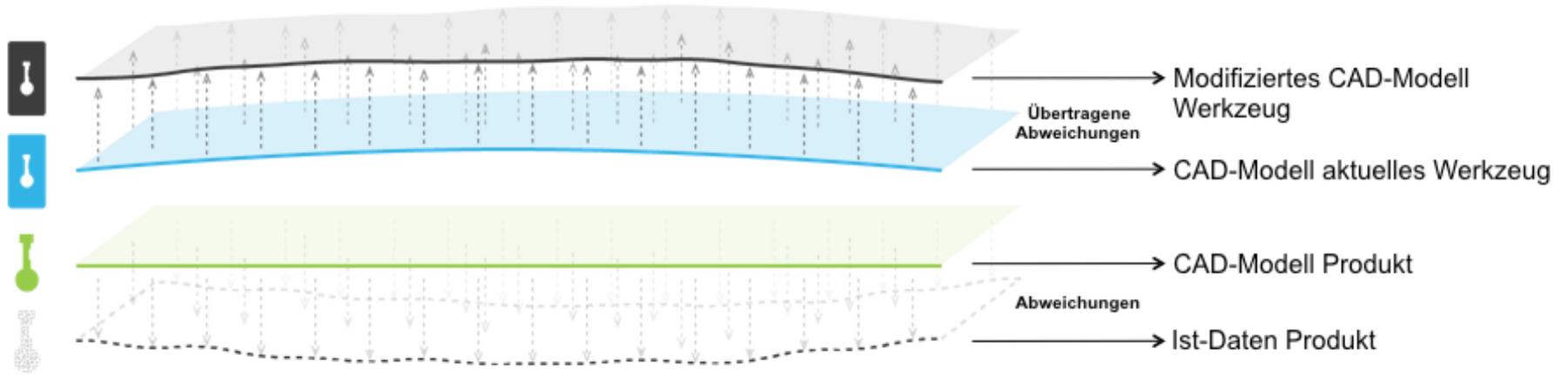


Abb.7 Prinzip der Werkzeugkorrektur

## **Flowchart**

### **Werkzeugkorrektur**

Anhand des Flowcharts lassen sich die wichtigsten Schritte der Werkzeugkorrektur analysieren.

Meist handelt es sich bei dem zu korrigierenden Werkzeug um die Gussform für Kunststoffteile. Kunststoff zieht sich beim Abkühlen zusammen. Die Formveränderungen müssen in der Gussform berücksichtigt werden. Um diese Gussform möglichst genau korrigieren zu können wird eine Werkzeugkorrektur durchgeführt. Anhand der festgestellten Abweichungen kann errechnet werden, wie stark der Kunststoff sich an bestimmten Stellen zusammen zieht. Hier wird das neue Modell entsprechend weiter „ausgebeult“, so dass, wenn es sich später beispielsweise zusammenzieht, den Soll-Daten entspricht.

**„Wir müssen Farbe  
ins Spiel bringen!“**

Winfried Hillenmeyer,  
Anwendungstechniker

## **Anregungen**

### **Werkzeugkorrektur**

- Namen und Farben aus anderer Software stammend werden vom System nicht übernommen
- Projekt wird immer in Typen (Fläche, Zylinder..) zerlegt, auch wenn ein zweites Teil hinzukommt
- Verschieben in neue Untergruppen ist zu zeitaufwendig, da dies nur im Explorer möglich ist
- Abbrechen-Button in Lade-Screens ist meistens nicht vorhanden
- Kontrast bei Auswahl am Modell gering
- Erstellen von neuen STL Datensatzwunschkürzel wie inv. für invertiert direkt miteinfügen
- Die Färbung für Ziel und Startfläche (gelb/grün) im Explorer nur an einzelnen Objekten
- Zurücksetzen nicht immer möglich (Koordinaten der Achsen)

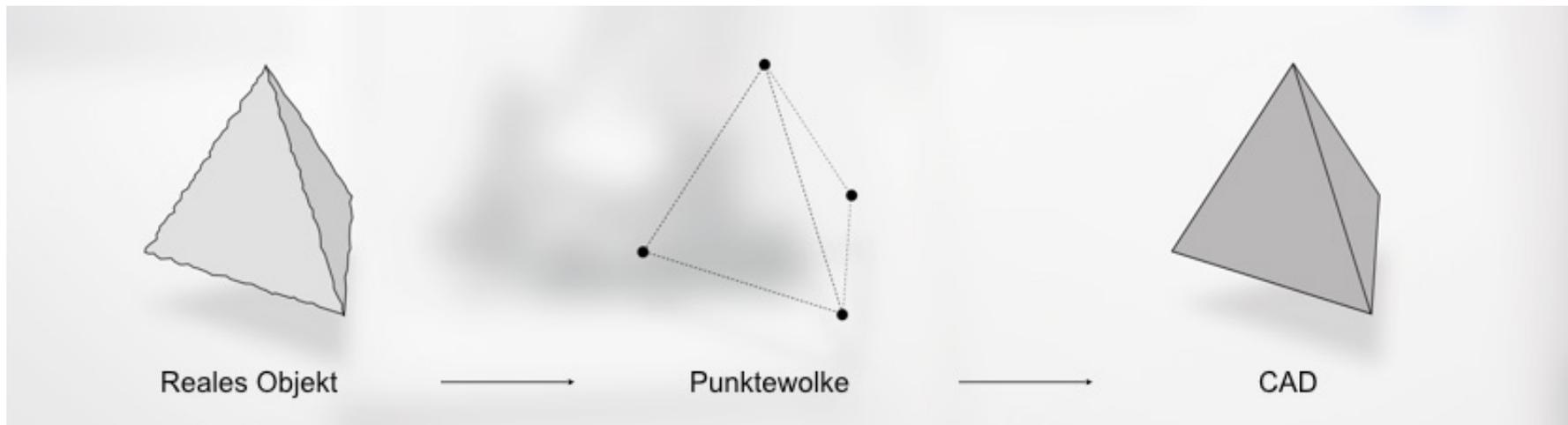
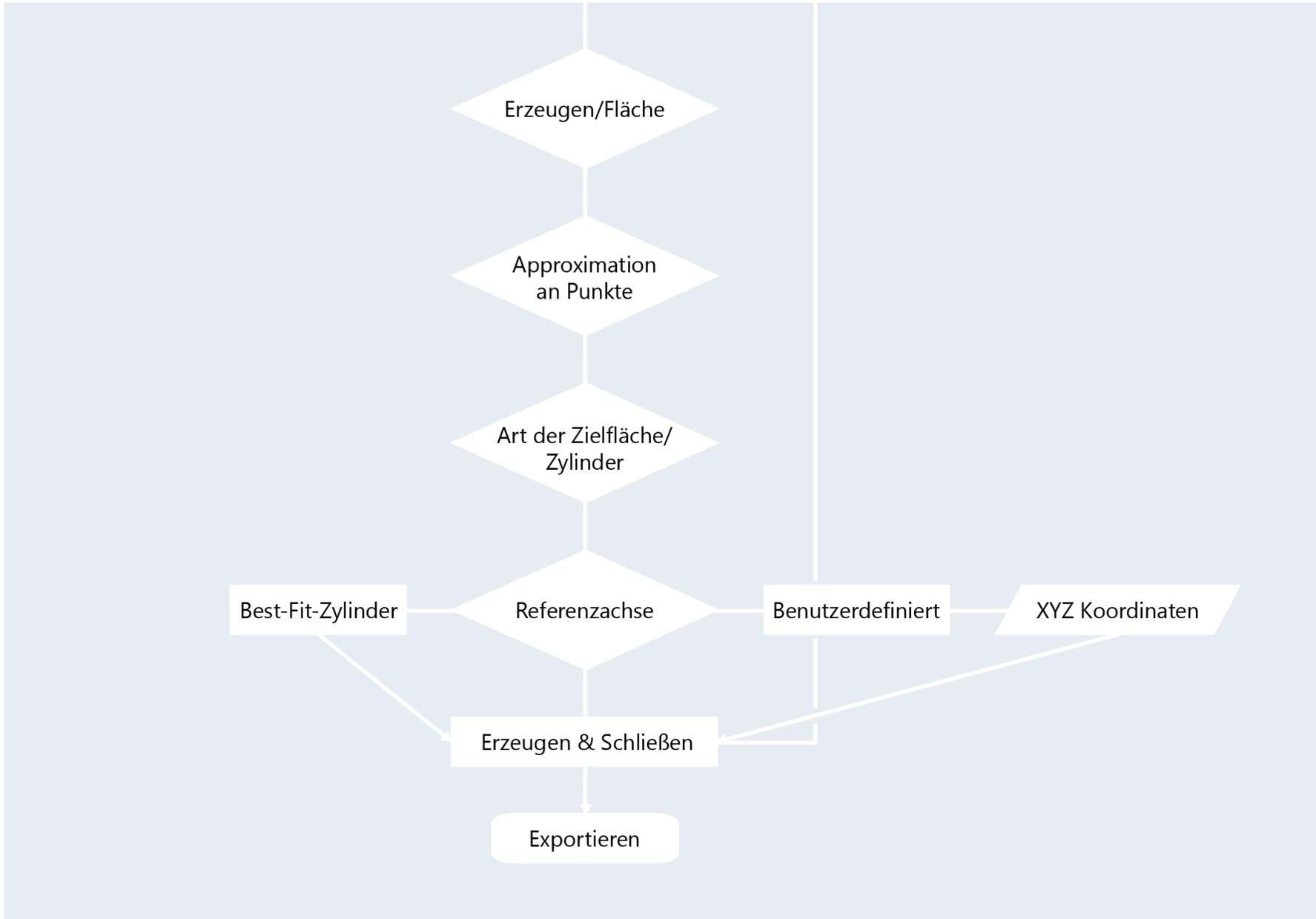


Abb.8 Prinzip der Flächenrückführung

## **Flowchart** **Flächenrückführung**

Ein weiterer wichtiger Workflow im ZRE stellt die Flächenrückführung dar. Dazu sind nur die Ist-Daten einer Form nötig. Anhand des Polygonnetzes oder der Punktwolke kann ein neues CAD-Modell aufgebaut werden.



Ausschnitt Flowchart

Die vollständigen Flowcharts der  
Flächenrückführung und der  
Werkzeugkorrektur befinden sich  
auf dem beigefügten Speichermedium.

**„Finde mal diese eine Fläche,  
in einem Ordner mit 53.000.“**

Wolfgang Reber,  
Anwendungstechniker

## **Anregungen Flächenrückführung**

- keine Multiselektion bei selben Elementen möglich
- für Rechnung von Regelgeometrie nicht alle Punkte nötig
- Verschneiden nur mit vollständig durchdrungenen Flächen möglich, in anderen CAD Programmen ist das nicht so
- Bezeichnung „Vorschau“ ist irreführend
- „Vorschau“ selektiert alles, durch Klicks kann deselektiert werden
- Original bleibt immer in selber Farbe bestehen (verwirrend)
- eine echte Vorschau wäre toll
- Marktbegleiter (Gom) können durch Selektion im Netz Regelgeometrien vorschlagen



Abb.9 Jochen Merz

## **Experteninterview Nummer 2**

Das zweite Interview wurde mit einem externen Experten von dem Unternehmen freeform.technologies durchgeführt. Jochen Merz ist Vorgesetzter von 16 Mitarbeiter und seit 1998 als Anwendungstechniker tätig. Herr Merz ist seit Beginn in die Entwicklung des ZRE mit eingebunden.



# Ergebnisse

## 1. Was ist dein Aufgabenbereich?

- Anwender seit 1998
- jetzt Chef von 16 Mitarbeitern
- Bereich Softwaretest und Entwicklung
- Auftragsprogrammierung
- Inbetriebnahme Inlinestationen

## 2. Benennst du deine Daten nach dem Laden um?

- Ja
- leider kein einfaches Copy/Paste möglich
- Wunsch: automatische Kürzel nach z.B. Invertieren (Inv)

## 3. Was hältst du von der Unterteilung in Flächen, Zylinder usw. nach dem Laden?

- Gut bei 50% der Use Cases
- bei komplexeren Teilen lieber eigene Übergruppe erstellen (z.B. Zylinder & Fläche)

## 4. Nutzt du die Funktion: Bereiche (Überschriften) einklappen?

- Nein, immer aufgeklappt
- Elemente können sonst leicht übersehen werden

## 5. Gibt es vergleichbare Software?

WZK:

- VG Studio Max (Entwicklung)
- Geomagic (sehr ungenau)

FR:

- Knotenpunkt
- Surface (altes Interface)
- Tebis
- CATIA

## 6. Nutzt du Software der Marktbegleiter? Wenn ja, warum und wofür?

- Nein



## **7. Was macht die Konkurrenz besser?**

Geomagic:

- gute Bedienung
- vorab Workflow aussuchen
- automatisierte Flächenrückführung bei ähnlichen Teilen
- Parameterisierte Modelle können an andere CAD-Programme übergeben werden

## **8. Was schätzt du am ZRE?**

- gute Meshfunktion
- Berandungskurven
- Featureerkennung
- schnelle Berechnung
- sehr flexibel bei Parametereinstellungen
- hochgenau
- gute Benutzeroberfläche
- Farbkonzept hilft bei Orientierung
- langsames Ermüdungsverfahren

### **8.1. Was stört dich am ZRE?**

- Layer werden nicht übernommen
- versch. Funktionen können nicht abgebrochen werden
- bei komplexen Teilen unübersichtlich
- Ordnerstruktur sehr unübersichtlich
- bei Selektion, Modell nicht mehr bewegbar

## **9. Was sind deine Wünsche für eine Neugestaltung?**

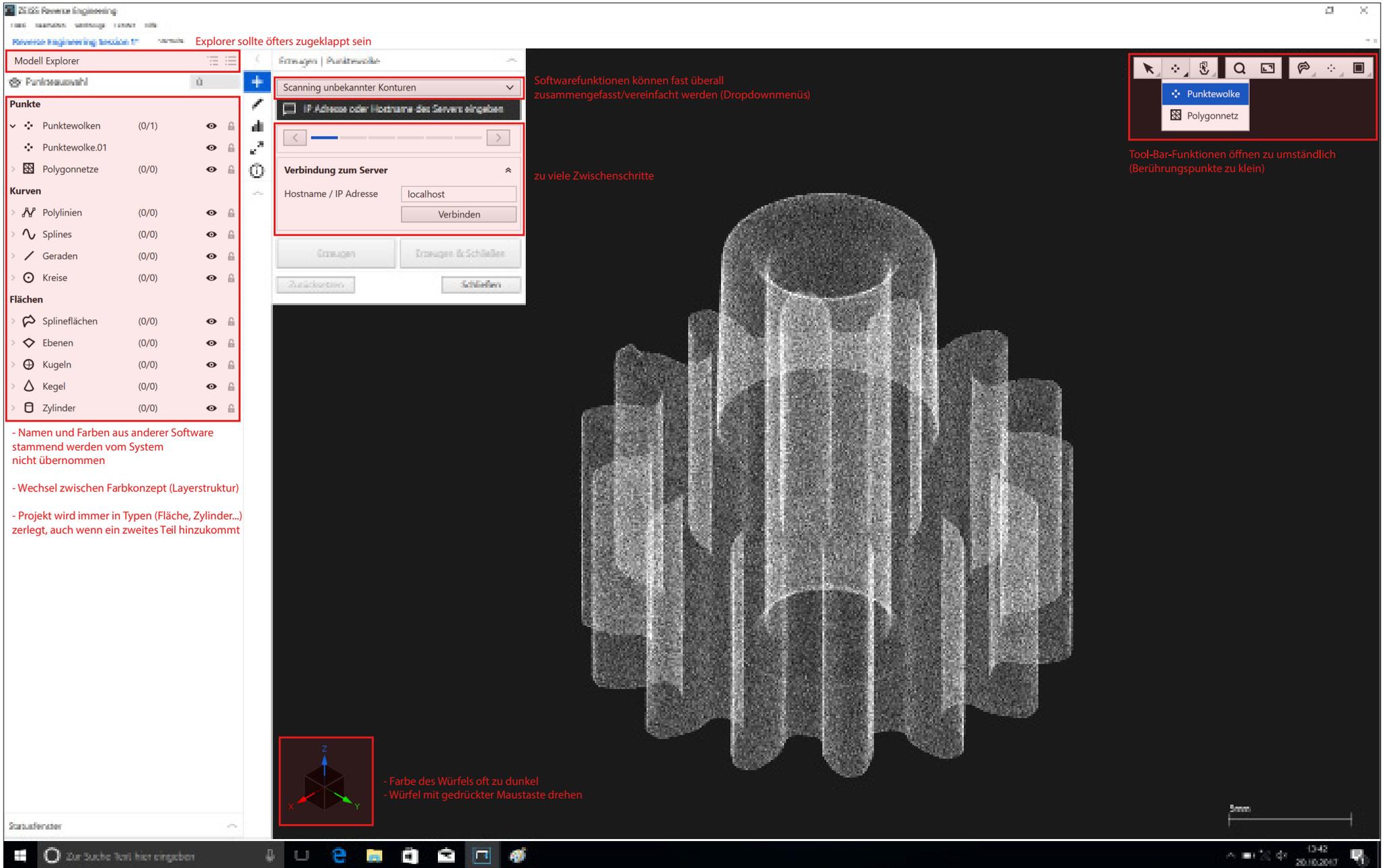
- Keine Funktionen entfernen
- Wechsel zwischen Farbkonzept (Layerstruktur)
- natürlicher Klebestreifen Funktion
- mehr Performance in der Analyse ohne Abstriche bei Genauigkeit
- schnelle, ungenaue Analyse

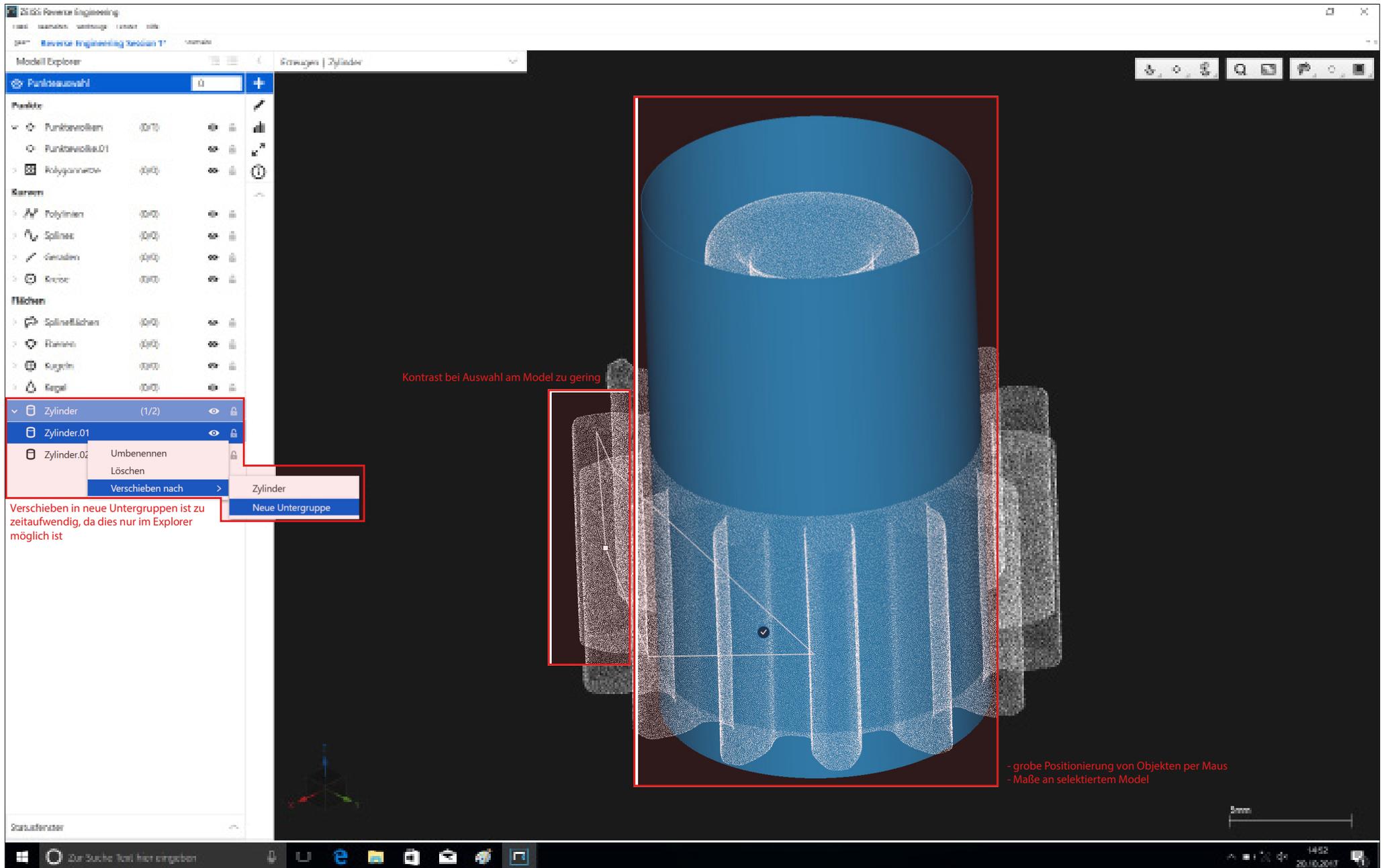


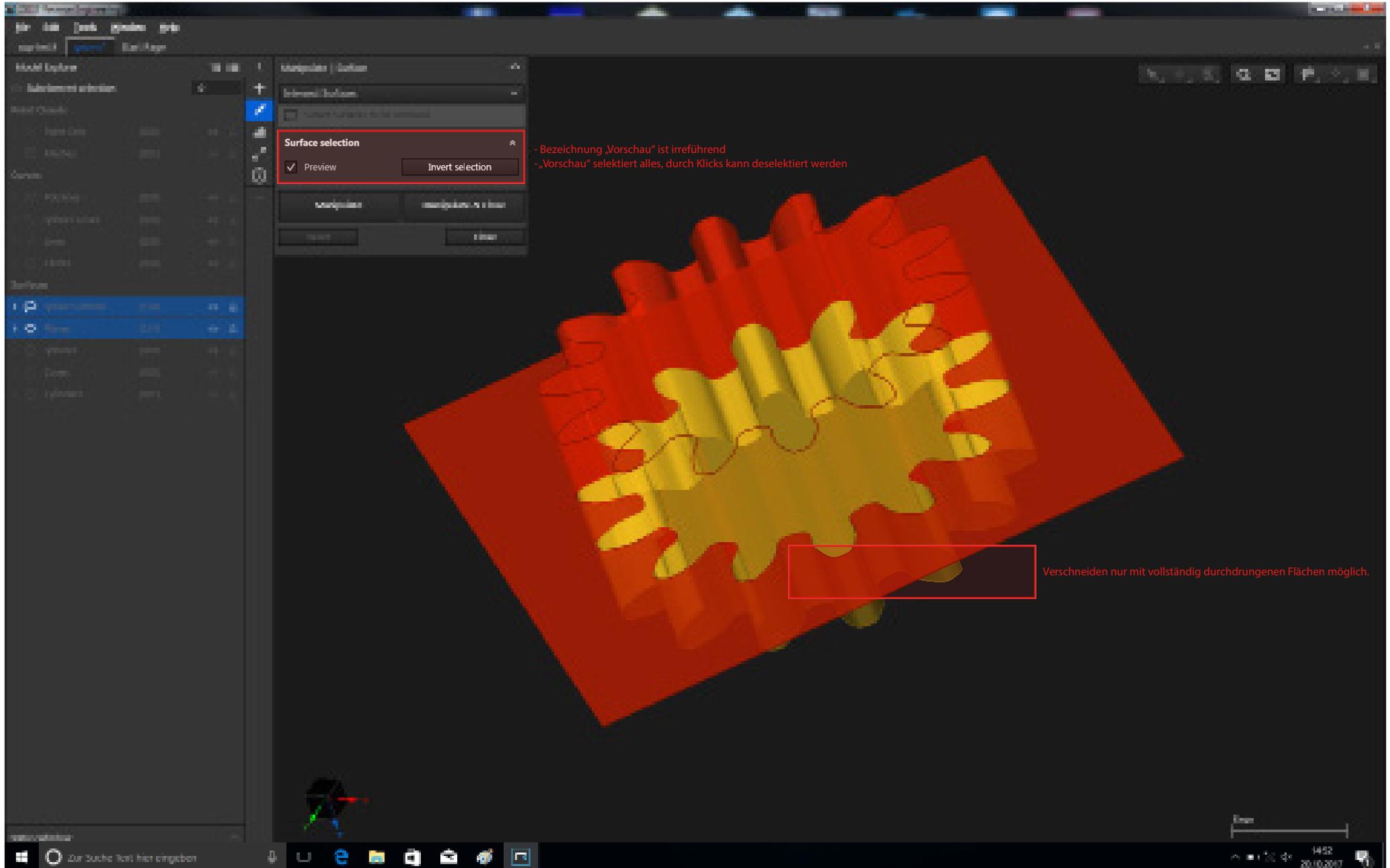
## Sammlung der Anregungen

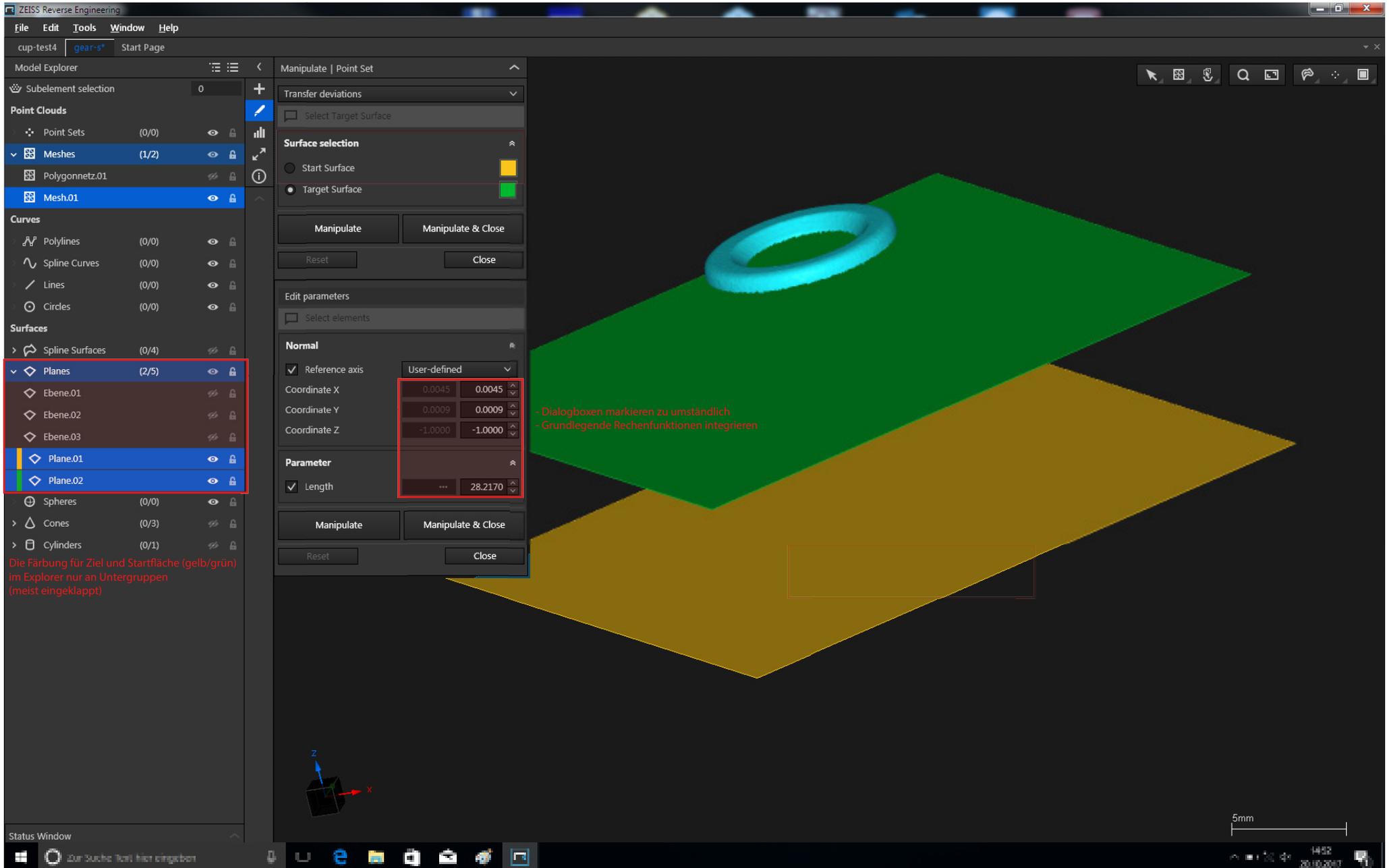
Die gesammelten Anregungen wurden in einer Liste und Screenshots zusammengefasst.

- Zoomen an der Mausposition
- soll intuitiver werden
- Programm soll neue Möglichkeiten erkennen und sich anpassen
- keine Funktionalität herausnehmen
- Abbrechen-Button in Lade-Screens ist meistens nicht vorhanden
- Wunschkürzel wie inv. für invertiert direkt mit einfügen
- Zurücksetzen nicht immer möglich
- keine Multiselektion bei selben Elementen
- Original bleibt immer in selber Farbe bestehen
- eine echte Vorschau
- Marktbegleiter (Gom) können durch Selektion im Netz Regelgeometrien vorschlagen
- natürlicher Klebestreifen Funktion
- Raster optional
- Schnappfunktion (wie intellegente Hilfslinien bei Adobe)
- transformieren Pfeile wie in Adobe









### **Basisfunktionen**

- Menüleisten
- Navigationsleisten
- Main Area
- Erzeugen, Manipulieren, Analysieren, Transformieren, Informationen
- Ein- Ausblenden, Sperren/Entsperren
- Maßstab

### **Leistungsfunktionen**

- Model Explorer
- Navigation am Modell
- Rechtsklick-Funktionen sind sehr direkt
- Statusfenster
- Selektionsmöglichkeiten
- Meshfunktion
- Berandungskurven

### **Begeisterungsmerkmale**

- Navigationswürfel
- sehr genau
- aufgeräumt/übersichtlich
- für Rechnung von Regelgeometrie nicht alle Punkte nötig
- Farbkonzept hilft bei Orientierung
- sehr flexible Parametereinstellungen

### **Unerhebliche Merkmale**

- Unterteilung im Model Explorer
- Bereich einklappen
- Softwaredesign ändern

### **Rückweisungsmerkmale**

- Farben werden nicht importiert
- Zeitaufwendige Umbenennung im Explorer
- Abbrechen-Button in Lade-Screen fehlt
- Werte zurücksetzen nicht immer möglich
- Software bietet keine Unterstützung durch übersichtliche/eindeutige Benennung von neuen Elementen
- keine Multiselektion bei selben Elementen

## **Kano-Analyse**

Auf Grundlage der vorangegangenen Recherche wurde eine Kano-Analyse erstellt. Zusammenfassend sind die wichtigsten Bereiche und Merkmale aufgeführt, welche sich vor allem während der Interviews herauskristallisiert haben.



Abb.10 Friedrich Fischer

## **Persona - Werkzeugkorrektur**

### **Friedrich Fischer, 53 Jahre, Anwendungstechniker**

Friedrich Fischer gehört der oberen Mittelschicht an und ist mit Maria Fischer (48 Jahre) seit 22 Jahren verheiratet. Zusammen haben sie drei Kinder, zwei Jungs und ein Mädchen. Der älteste Sohn Peter macht eine Ausbildung zum Zerspaner, während die anderen beiden noch zur Schule gehen. Seitdem die Kinder den halben Tag in der Schule/Ausbildung verbringen, kann Maria wieder halbtags in einem Blumenladen arbeiten.

#### **Tagesablauf:**

Morgens um 5:30 Uhr klingelt Friedrichs Wecker. Während er duscht bereitet Maria ein nahrhaftes Frühstück für die ganze Familie zu. Nach dem Frühstück begibt sich Friedrich mit seinem Auto zur Arbeit. Pünktlich um 7:00 Uhr beginnt er zu arbeiten. Friedrich beschäftigt sich auf der Arbeit überwiegend mit Werkzeugkorrekturen. Zur ersten Pause um 10:00 Uhr stärkt sich Friedrich an seinen Arbeitsplatz mit dem von Maria vorbereiteten Vesper. Bis zur Mittagspause um 12:00 Uhr nimmt er vor allem Kundentelefonate entgegen. Mit Kollegen geht er jeden Mittag in die Kantine.

Nach getaner Arbeit begibt er sich um 16:00 Uhr nach Hause.

Dort angekommen wird er von Maria mit einem köstlichen Abendessen begrüßt. Um sich den weiteren Abend zu vertreiben widmet sich Friedrich dem Ausbau seiner Modelleisenbahn. Ab 20:00 Uhr begibt er sich mit seiner Frau vor den Fernseher und um spätestens um 22:00 Uhr befinden sich die beiden im Bett.

#### **Wochenende:**

Am Wochenende widmet sich Friedrich verstärkt seiner Eisenbahn und unterstützt Maria bei der Arbeit im Garten. Jeden Sonntag besucht die Familie die Fußballspiele der Söhne.



## **Use Case - Werkzeugkorrektur**

Friedrich erhält seine Aufträge direkt vom Kunden. Diese kontaktieren ihn entweder per Mail oder Telefon. Nach kurzer Absprache erstellt er einen Kostenvoranschlag. Wenn sich beide Parteien einig sind, beginnt Friedrich mit der Korrektur. Dazu öffnet er die vom Kunden erhaltenen Dateien und bereitet diese zur Bearbeitung vor. Danach beginnt die eigentliche Korrektur mit den vorgegebenen Angaben. Nachdem der Prozess erfolgreich abgeschlossen ist, exportiert er die Datei und leitet sie zurück.

### **Merkmale:**

- konservativ
- engagiert
- sehr genau
- strukturiert
- gelassen
- routiniert
- respektabel

### **Prioritäten:**

- er möchte kompetent wirken
- beachtet Regeln und Vorschriften
- besteht auf Genauigkeit
- zufriedener Kunde

### **User-Story:**

Als Anwendungstechniker möchte ich hochgenaue Ergebnisse liefern, damit die Teile in höchster Qualität gefertigt werden können.



Abb.11 Timm Jäger

## Persona - Flächenrückführung

### **Timm Jäger, 27 Jahre, Anwendungstechniker**

Timm Jäger ist ein frisch verheirateter und angehender Familienvater. Er und seine Frau Jasmin (25 Jahre), welche als Krankenschwester tätig ist gehören der Mittelschicht an. Zusammen bewohnen sie ein Apartment im Haus von Timm's Oma Gertrud (82 Jahre). In seiner Freizeit betreibt Timm intensives Training in einem Fitnessstudio. Jasmin und Timm verbringen viel Zeit gemeinsam. Wenn Jasmin jedoch Spätschicht hat, vertreibt er sich die Zeit meist mit Videospiele.

### **Tagesablauf:**

Um 6:00 Uhr klingelt zum ersten Mal Timm's Wecker. Nach einer viertel Stunde snoozen begibt er sich ins Bad. Zum Frühstück bereitet er sich einen Eiweiß-Shake zu und verlässt schnell das Haus. Mit dem Fahrrad fährt er zur Arbeit, welche um 7:00 Uhr beginnt. Timm's Spezialbereich ist Flächenrückführung, mit welcher er sich täglich beschäftigt. Die Pausen verbringt er meistens mit seinen Arbeitskollegen. Direkt nach Arbeitsende um 15:45 Uhr radelt Timm zum Training

im Nachbarort. Nach einem ausführlichem Konditionstraining kommt er zu Hause an und beginnt mit Jasmin zu kochen. Das Abendprogramm hängt davon ab, ob Jasmin Schicht in der Klinik hat. Entweder verbringen sie gemeinsam den Abend oder Timm spielt Videospiele. Um 23:00 Uhr befindet sich Timm im Bett.

### **Wochenende:**

Das Wochenende verbringen Jasmin und Timm oft mit befreundeten Pärchen. Auch am Wochenende lässt Timm sein Konditionstraining nicht schleifen und trifft sich mit seinen Freunden im Studio.



## **Use Case - Flächenrückführung**

Da Timm sehr schüchtern ist vermeidet er Kundenkontakt. Seine Aufträge erhält er nur von seinem Vorgesetzten. Per Mail werden ihm neue Aufgaben zugewiesen. Als erster Schritt öffnet Timm die vorliegenden Dateien und bereitet die Bearbeitung vor. Im Anschluss führt er anhand der Anweisungen seines Vorgesetzten die Flächenrückführung durch. Das fertige CAD- Modell exportiert er und sendet es zurück. Wenn es nötig ist, wird eine erneute Korrektur durchgeführt.

### **Merkmale:**

- kurze Konzentrationsspanne
- konservativ bis liberal
- ungeduldig
- bemüht
- an Sicherheit interessiert
- schüchtern

### **Prioritäten:**

- Zeit sparen
- effizientes Arbeiten
- Ansprüchen des Vorgesetzten gerecht werden
- selbstständiges Arbeiten  
(alleine, fragt nicht gerne nach Hilfe)

### **User-Story:**

Als Anwendungstechniker möchte ich zeiteffizient und genau arbeiten, um alle Aufträge bewältigen zu können.



Abb.12 Logo Tinkercad

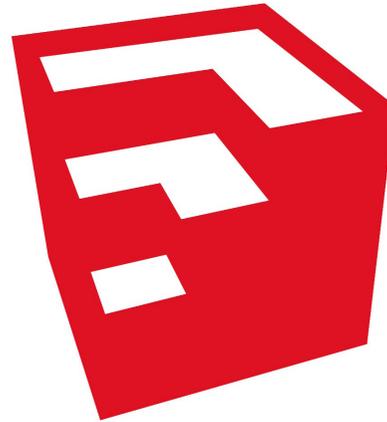
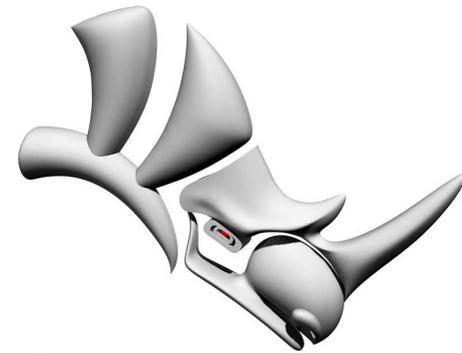


Abb.13 Logo Sketchup



**Rhino**ceros

Abb.14 Logo Rhinoceros

## **CAD Programme**

Da im ZRE viele CAD-Funktionen integriert sind, wurden drei unterschiedliche CAD-Programme untersucht und ausgewertet. Von großer Relevanz war die direkte Interaktion am Modell.

Untersucht wurden die Programme:

- Tinkercad
- Sketchup
- Rhino

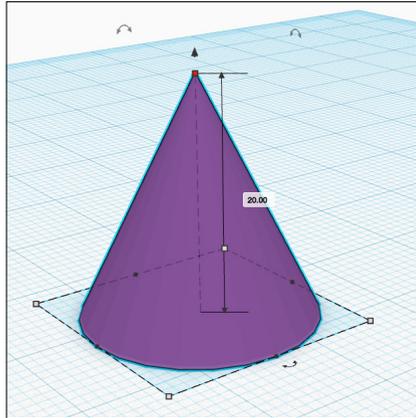


Abb.15 Objekthöhe manipulieren

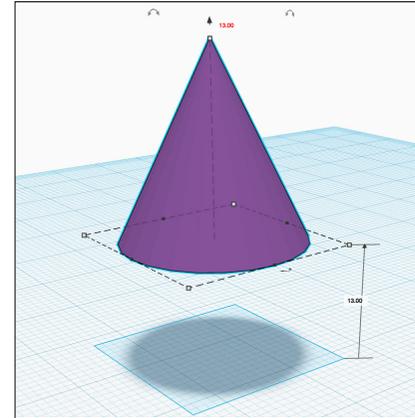


Abb.16 Objektposition ändern

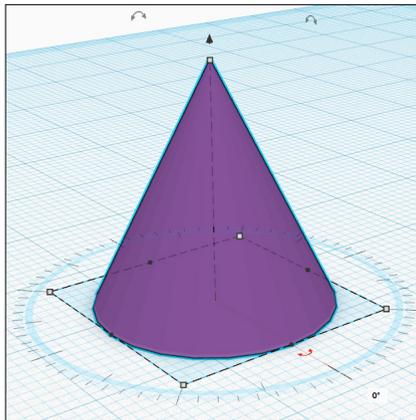


Abb.17 Horizontal rotieren

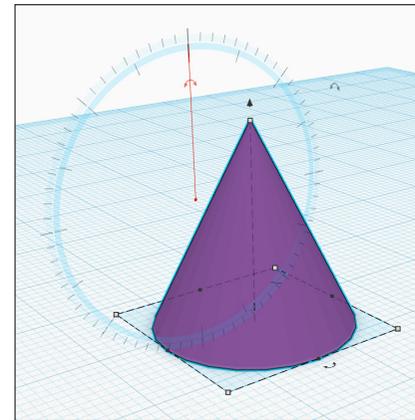


Abb.18 Vertikal rotieren

### **Tinkercad:**

- Einfach/ verspielt aufgebaut
- Übersicht nur bei wenigen/ einfachen Teilen
- Manipulation direkt am Model  
und in Dialog möglich
- Objekte verdecken sich,  
auch bei Selektion (keine leichte Transparenz)
- Nur eine Raster-Ebene sichtbar
- Benutzerdefinierte Raster-Ebenen einstellbar,  
kann aber nicht gespeichert werden
- Bei Selektion werden Länge,  
Breite, Höhe angezeigt
- Transformieren Pfeile mit Hover, Gradanzeige
- Ausblenden einzelner Teile möglich
- Wieder eingeblendet werden,  
können nur alle Teile gleichzeitig

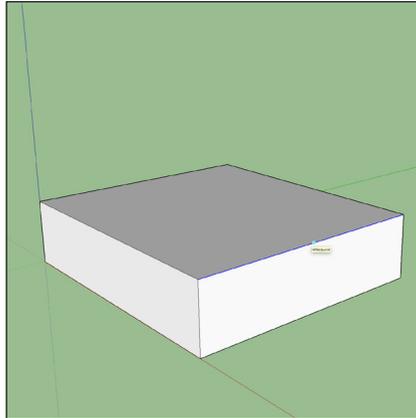


Abb.19 Kanten manipulieren

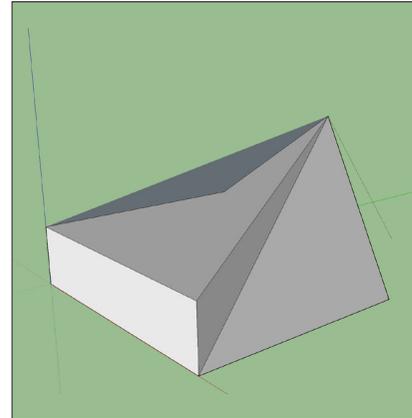


Abb.20 Punkt manipulieren

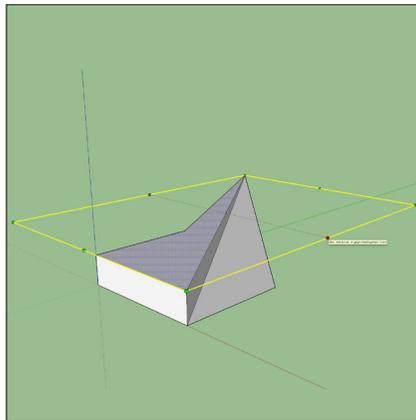


Abb.21 Flächenmaße manipulieren

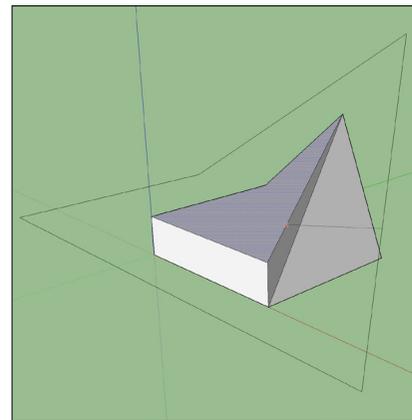


Abb.22 Proportionale Manipulation

### **SketchUp:**

- Wichtige Fenster müssen  
manuell eingeblendet werden
- viele Schnellzeichenfunktionen
- Dialoge immer als „fliegende“ Fenster,  
keine Klipperfunktion
- kein Orientierungsmaßstab
- Flächengröße wird nur in m<sup>2</sup> angezeigt
- Werte in Informationsfenster sind nicht  
ausgegraut, aber auch nicht direkt manipulierbar
- Manipulieren nur durch Auswahl  
mit verschieben Werkzeugen möglich
- kein Shortcut für Manipulation
- Hilfslinien färben sich nach Koordinatensystem
- Duplizieren durch Shortcut in  
selbem Abstand/ in Lücke möglich
- Verlängern eines Objekts auf selbe Länge durch  
anklicken des gewünschten Punktes

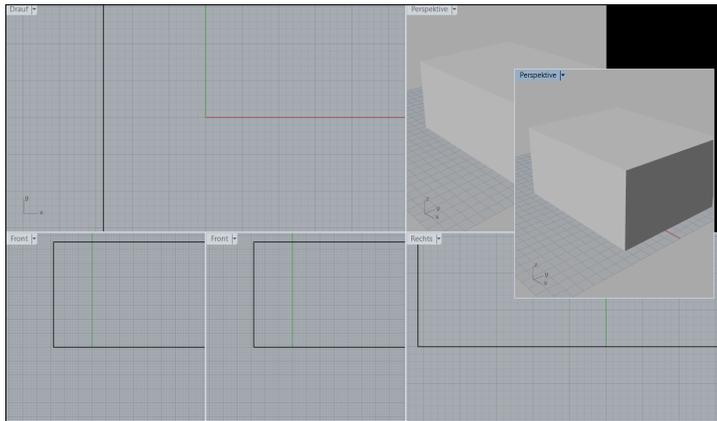


Abb.23 Bearbeitungsfenster

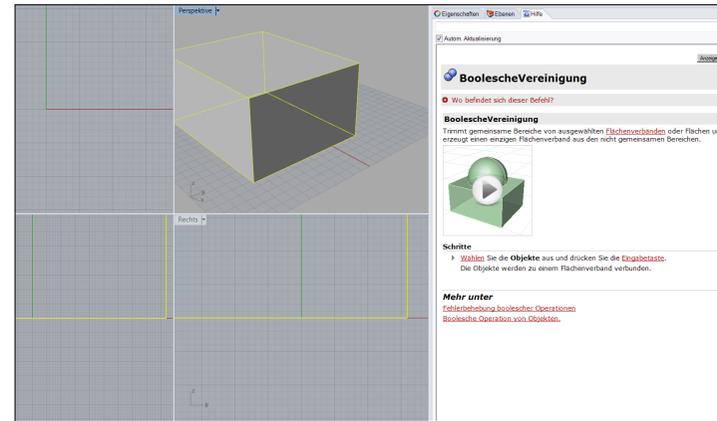


Abb.24 Hilfe

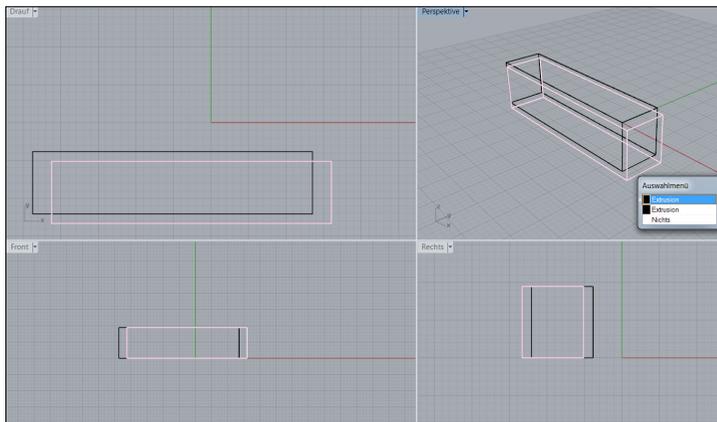


Abb.25 Auswahl

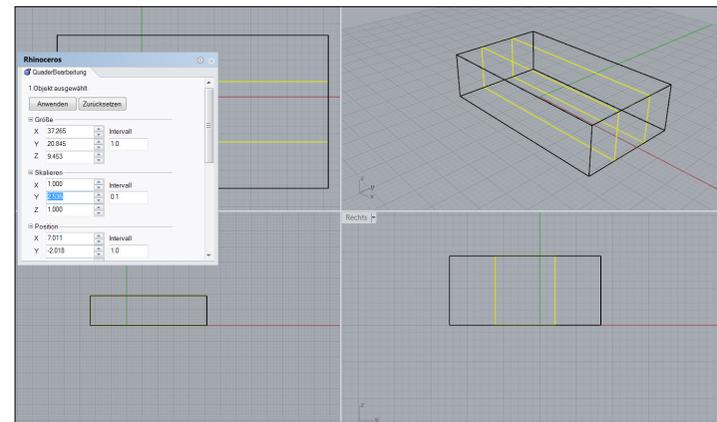


Abb.26 Transformieren

### **Rhinocerus:**

- Vier verschiedene Bearbeitungsfenster mit Raster, Winkel und verschiedenen Ansichten bei Start der Applikation
  - Bearbeitungsfenster können beliebig angeordnet, vervielfacht und gelöscht werden
  - Bearbeitungsfenster per drag & drop lösbar
  - Ansichtsoptionen eines Fensters per Dropdownmenü am linken Bildschirmrand veränderbar
  - Protokolleiste nicht klick/löschbar
  - Befehlleiste = manuelle Eingabe mit Vorschlägen
  - Mit mittlerer Maustaste können wichtige Optionen im Bearbeitungsfenster aufgerufen werden
  - bei Verschieben Startpunkt visuell markiert
  - Sehr unübersichtlich und überladen
  - Viele Manipulation-Funktionen sind in Reitern
  - Updates als extra Reiter, welche direkt getestet werden können
  - Werkzeuge/Optionen an mehreren Stellen zu finden
  - Objekt erstellen:  
Auswahl des Objekts über ein Icon,  
Klick am Startpunkt,  
Ebenengröße aufziehen,  
per Klick Ebene erstellt,  
Quaderumfang aufziehen,  
per Klick Quader erstellt
- Hilfefenster mit Beschreibungstexten, Videos und Links
  - Position des Tool-Fensters veränderbar
  - Selektierte Objekte heben sich gut ab
  - sehr großer Funktionsumfang
  - Bei Überlagerungen von z.B. Kanten kann per Mausklick ein Pop-Up geöffnet werden, in welchem die Auswahl des gewünschten Objekts möglich ist
  - Transformieren nicht direkt am Objekt möglich
  - keine Infos zu Short-Cuts
  - Mausmodus ändert sich ohne Feedback



# Wireframe Phase

Einleitung Wireframe-Phase	S.83
Erste Ideen	S.85
Problembeschreibung	S.91
Problemklassen CAD	S.93
Interaktion-CAD Fenster	S.93
CAD-Menü	S.95
Kontrast	S.95
Allgemein	S.97
Problemklassen	S.99
Zusammenfassen	S.99
Intelligente Benamung	S.101
Hilfe	S.101
Verknüpfung CAD/ Explorer	S.103
Allgemein	S.105
Entfernen	S.109
Problemlösung	S.111
Navigation-Bar vertikal	S.113
Navigation-Bar horizontal	S.115
Projektschritt	S.123
Workshop Schrittunterteilung	S.125
Import/Exportschritt	S.127
Funktionen zu Workflow hinzufügen	S.133
Vorauswahl Grundkörper	S.141
Große Dropdowns	S.147
Workshop Icon-Leiste	S.157
Unnötige Zwischenschritte	S.159
Farben aus anderer Software	S.167
Intelligente Benamung	S.171



Unübersichtliche Bereichsunterteilung	S.175
Hilfe	S.183
Short-Cuts	S.193
Explorer-Icons	S.197
Lade-Screen	S.199
Tabs	S.203
Statusfenster	S.207
Abweichungen Übertragen/Verschneiden	S.213
Farbe	S.219
Überarbeitung der Farbe	S.221
Erzeugen/Schließen Button	S.225
Länge des Editors	S.229
Punkteauswahl	S.231
Tool-Bar	S.237
Textfelder	S.241
Problemlösung CAD-Fenster	S.243
Analyse CAD-Fenster	S.245
Hardware-Interaktion	S.247
Modellinteraktion	S.257
Zoom an Mausposition	S.279
Navigationswürfel	S.281
Selektion	S.283
Schnellzugriff	S.287
Icons	S.301
Icons Modi-Auswahl	S.303
Icons Navigation-Bar	S.305
Icons Explorer	S.307
Icons Editor	S.309
Icons Tool-Bar	S.313



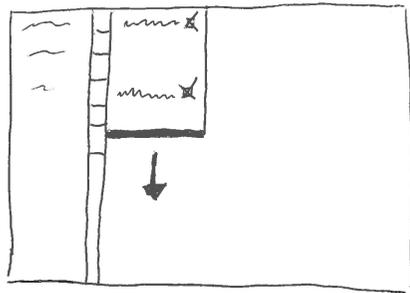
## **Einleitung**

### **Wireframes**

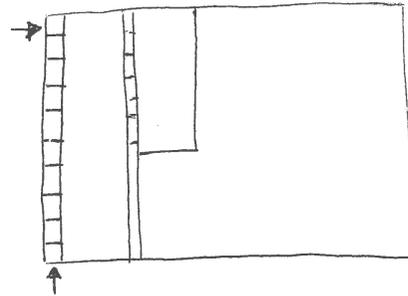
Schon während der Recherche-Phase entstanden erste Ideen und Ansätze als rudimentäre Skizzen.

Im weiteren Verlauf wurden diese Ansätze digitalisiert und erweitert. In Form von Workshops wurden reale Nutzer der Software immer wieder mit in den Gestaltungsprozess einbezogen.

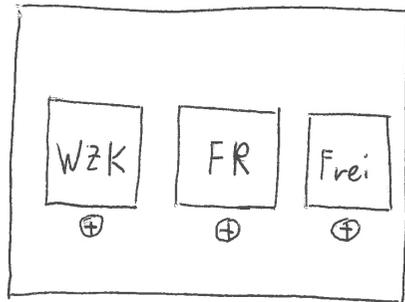
So ergaben sich zwei Bereiche. Die Detailarbeiten waren Hauptbestandteil des Navigation-Bereichs, während im CAD-Fenster viel grundsätzlicher vorgegangen wurde.



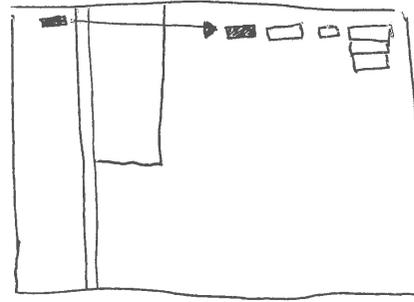
Sidebar



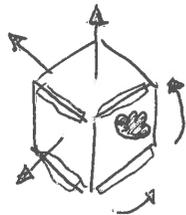
Editor



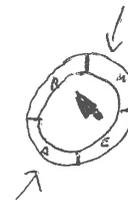
Auswahl



Toolbar



Würfel



Mausnavigation

# Erste Ideen

## Navigation-Bar

- Navigation von oben nach unten
- Sidebar mit aufeinander folgenden Schritten
- Bearbeitungsoptionen auf einzelne Schritte angepasst

## Auswahl

- auf Startscreen
- Auswahl zwischen WZK, FR und Freier Modus
- Bessere Strukturierung/Aufteilung

## Würfel

- Würfel frei rotierbar

## Editor

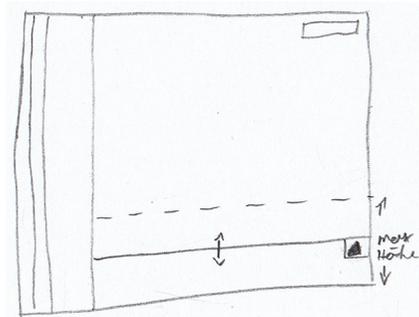
- Editor auf gesamte Screenhöhe anpassen
- Dropdownmenüs entfernen
- Explorer meist eingeklappt

## Toolbar

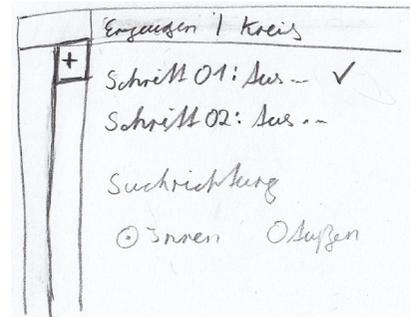
- Punkteauswahl zu Toolbar
- Dropdowns öffnen mit Mouse-Pressed

## Mausnavigation

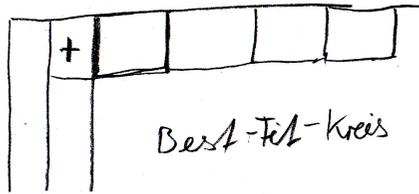
- Rechte Maustaste im CAD-Fenster gedrückt halten um Schnellzugriff zu aktivieren



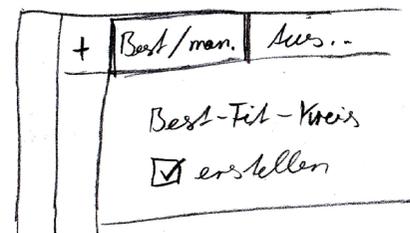
Statusfenster



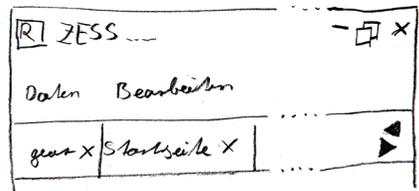
Schritte in Schritten



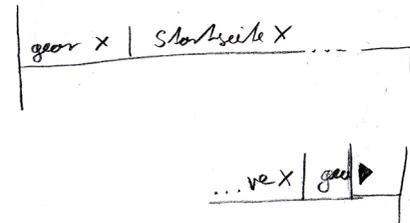
Icons statt Dropdown



Dropdowns zusammen fassen



Vollbildmodus



Tabs

### **Statusfenster**

- Statusfenster an unterem Rand der Main Area
- maximale Höhe 1/3 des Bildschirms
- über Pfeil ganz ein-/ausklappen
- Höhe mit Maus variabel

### **Icons statt Dropdowns**

- schnelles springen zwischen Optionen
- einzelne Optionen füllen nicht den ganzen Explorer
- viele Icons nötig

### **Vollbildmodus**

- große Main-Area

### **Schritte in Schritten**

- Schritte als „Anleitung“ bei behalten
- Erfülltes visuell kennzeichnen
- Optionen ausgrauen, die noch nicht genutzt werden können

### **Dropdowns zusammen fassen**

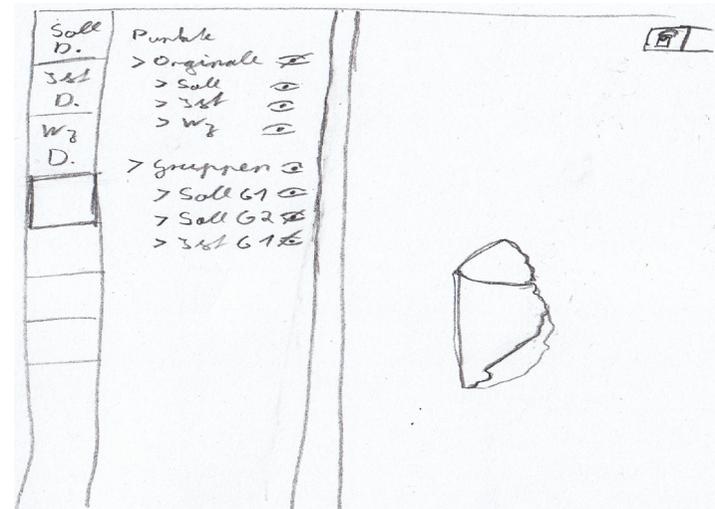
- was kann zusammen gefasst werden?
- Benennung oder Icons für Button schwierig
- weniger übersichtlich
- Platz optimal genutzt

### **Tabs**

- Fenster visuell von einander getrennt
- Schließen für Fenster an Name
- Pfeil für mehrere Fenster nur eingeblendet, wenn zu viele Fenster geöffnet sind



Daten importieren



Farbschemawechsel

### **Daten importieren**

- in den ersten 3 Schritten  
  bleibt Farbgebung erhalten
- einfaches Duplizieren der Daten
- Gruppieren durch Rechtsklick

### **Farbschema wechselt**

- ab 4 Schritt wird Farbgebung umgestellt
- Farbgebung in ToolBar ein/ausschaltbar
- Gruppe für Originaldaten
- Gruppen aus den ersten drei Schritten

### **Weitere Ideen:**

- „Erzeugen & Schließen“-Button entfernen
- „Zurücksetzen“- & „Schließen“-Button  
  entfernen
- mehrere selektierte Elemente  
  per Rechtsklick gruppierbar
- Statusfenster von Explorer in Editor



## **Problem- beschreibung**

Um ähnliche Problemstellungen und Zusammenhänge besser erkennen zu können, musste zunächst jedes bekannte Problem analysiert werden. Im Anschluss wurden Problemgruppen definiert. Anhand der Relevanz ergab sich eine numerische Ordnung.



# Problemklassen CAD

## Interaktion CAD-Fenster 1

### Grobe Positionierung/ Transformieren am Model

Beschreibung:

- Positionsänderung von Objekten nur im Manipulieren-Schritt per Texteingabe möglich
- Keine Transformationsmöglichkeit im CAD-Fenster

Ansätze:

- frei transformieren wie in Adobe Illustrator
- Manipulation direkt im CAD-Fenster

### Zoomen

Beschreibung:

- Fenster zoomt immer an den Mittelpunkt des Modells

Ansätze:

- Zoom an momentaner Mausposition

### Objektauswahl

Beschreibung:

- Wenn ein Objekt in CAD-Fenster geklickt wird, wird es im Explorer markiert
- jedoch keine direkte Führung in Liste
- Objekte in langer Liste finden sehr zeitaufwändig

Ansätze:

- Per Doppelklick auf Objekt im CAD-Fenster öffnet sich der Explorer
- Führung direkt zu gelistetem Objekt



## CAD-Menü 2

### Schnellzugriffsmenü an Maus

Beschreibung:

- Momentan nur wenige Rechtsklickfunktionen
- sehr indirekt

Ansätze:

- Schnellzugriffsmenü an Maus
- Beispielbereich: Tool-Bar-Funktionen

### Tool-Bar-Dropdowns öffnen ist zu umständlich

Beschreibung:

- zu kleine Klickflächen
- Longpress nur möglich, wenn das Icon zuvor geklickt wurde
- Übersicht über Inhalt zu gering

Ansätze:

- Longpress verbessern (ersten Klick entfernen)
- Ecken-Hover entfernen
- gewisse Funktionen aus Dropdown entfernen

## Kontrast 3

### Navigationswürfel

Beschreibung:

- meist zu dunkel
- schlecht klickbar

Ansätze:

- aufhellen
- Ränder & Punkte besser klickbar (vergrößern)
- mit gedrückter Maus frei rotierbar

### Feedback

Beschreibung:

- Feedback nur bei Lupe

Ansätze:

- Feedback für jedes Icon

### Auswahl-Funktion

Beschreibung:

- Auswahl-Fenster hebt sich meist schlecht von Modell (Punktewolke) ab

Ansätze:

- Auswahl-Fenster immer im Kontrast zu momentanem Hintergrund



## Allgemein 4

### Duplizieren vereinfachen

Beschreibung:

- Funktion momentan nicht vorhanden
- Reproduktion derselben Elemente durch Erstellen-Funktion

Ansätze:

- Duplizieren durch Rechtsklick (Editor/CAD-Fenster)
- mit gedrückter Maus- und Alt-Taste wird ein neues Element erzeugt, sobald die Maus bewegt und der Rechtsklick gelöst wird

### Gruppierung nur im Explorer möglich ist

Beschreibung:

- Verschieben in neue Untergruppen nur im Explorer möglich

Ansätze:

- Objekte im CAD-Fenster per Rechtsklick/Schnellzugriff gruppieren



# Problemklassen Navigation

## Zusammenfassen 1

### Große Dropdownmenüs im Editor

Beschreibung:

- sehr unübersichtlich
- zu viele Klicks um ans Ziel zu kommen
- Optionen nicht direkt erfassbar
- schwer erkennbar

Ansätze:

- Short-Cuts für Best-Fit Elemente
- Funktionen kombinieren
- Editor nach unten verlängern = mehr Platz
- Menü in Icons umwandeln

### Zwischenschritte im Editor

Beschreibung:

- unnötige Klicks
- nicht alles auf einen Blick

Ansätze:

- Schritte untereinander anordnen

### Farben aus anderer Software werden nicht übernommen

Beschreibung:

- wichtig für WZK
- der für den Kunden zu korrigierende Bereich ist meist farbig markiert
- Farbe geht momentan bei Import verloren

Ansätze:

- Farbschema zulassen
- Farbschema manuell ein- und ausblendbar
- Farbe in Vorbereitungsphase zulassen



## Intelligente Benamung 2

### Zeitaufwendige Umbenennung

Beschreibung:

- Objekte werden nur numerisch aufgeführt
- spätere Orientierung schwierig
- Umbenennung zeitaufwändig, viele Klicks nötig

Ansätze:

- Autobenamung mit Anlehnung an ausgeführtem Prozess (invertieren = Kürzel inv.)

### Unübersichtliche Bereichunterteilung

Beschreibung:

- Projekt wird immer in Typen (Fläche, Zylinder...) zerlegt, auch wenn ein zweites Teil hinzukommt, ohne Zuweisung

Ansätze:

- automatische Untergruppen
- Farbliche Kennzeichnung
- Name von Datensatz übernehmen

## Hilfe 3

### Hilfe

Beschreibung:

- graue Kästen schwierig als Hilfe zu erkennen
- immer vorhanden
- Hilfe nicht immer aussagekräftig/vollständig

Ansätze:

- Hilfe ein/ausblenden
- separates Icon
- Hilfe anschalten, Information über angewählten Bereich bekommen

### Shift, Ctrl & Alt

Beschreibung:

- Shift: nur Deselektion
- Ctrl: Selektion & Deselektion, Selektionen umkehren
- Alt: nur Selektion

Ansätze:

- ins Tutorial mit einfließen lassen



## Verknüpfung CAD/Explorer 4

### Abweichungen übertragen

Beschreibung:

- Start und Zielfläche nur im Explorer wählbar
- Beide wählbar nur mit gedrückter Shift-Taste nur im Explorer
- Mit gedrückter Ctrl-Taste im CAD-Fenster unbegrenzt auswählen
- Tasten nicht in Hilfe hinterlegt
- Farbliche Markierung meist in zugeklappten Untergruppen

Ansätze:

- Hilfe wie Objekte markiert werden können
- Pfad zu Objekt wird angezeigt

### Vorschau

Beschreibung:

- Vorschau entspricht Auswahl zum Verschneiden
- Bezeichnung falsch
- nicht klar, was wegfällt und was erhalten bleibt

Ansätze:

- Umbenennen
- Prinzip Start/Zielfläche anwenden



## Allgemein 5

### Tabs

Beschreibung:

- Tabs schließen nur mit „X-Button“ an anderem Bildschirmrand
- schlechte visuelle Trennung im hellen Modus (Style)
- Auflistungspfeil immer da

Ansätze:

- „X-Button“ direkt an Tabs
- visuell trennen
- Auflistungspfeil nur da wenn nötig

### Erzeugen/Schließen-Buttons

Beschreibung:

- „Erzeugen, Erzeugen & Schließen, Schließen & Zurücksetzen-Button“ sind unnötig
- benötigen unnötig viel Platz

Ansätze:

- Erzeugen/Schließen etc. zu einem „Erzeugen-Button“ zusammenfassen

### Textfelder

Beschreibung:

- Grundlegende Rechenfunktionen in Textfeldern nicht vorhanden
- man ist gezwungen, anderweitig zu rechnen
- bei Klick auf Text, Cursor an der Klickposition
- Textfeld ganz hinten/vorne anklicken = alles markiert
- Markieren von Teilbereichen nicht direkt möglich

Ansätze:

- Doppelklick um alles zu markieren
- Grundrechenfunktionen durch Eingabe (+, -, \*, /) möglich

### Lade-Screens

Beschreibung:

- zwei verschiedene Typen
- „Abbrechen-Button“ nicht immer vorhanden

Ansätze:

- Einheitlich gestalten
- mit „Abbrechen-Button“



### **Plazierung des Statusfensters**

Beschreibung:

- sehr oft geöffnet
- befindet sich momentan im Explorer

Ansätze:

- in „Action-Bar“ verschieben  
als eigenständiger Punkt
- In Informationsschritt integrieren („Action-Bar“)
- „Tab-Bar“ einführen

### **Punkteauswahl**

Beschreibung:

- Mix aus zwei Funktionen:  
Anzeige der selektierten Punkte  
entspricht der Subselektion
- über Plus: Erzeugen von Punktwolken,  
schnell und einfach, jedoch kein Feedback
- Deselektion aller Punkte (als Icon)
- Punkteanzeige erweckt den  
Anschein beschreibbar zu sein
- Icons werden im angewählten Zustand  
nicht angezeigt, nur bei Hover
- Position sinnvoll, da frisch erzeugte  
Punktwolken darunter gelistet werden

Ansätze:

- verschiedene Mausdesigns/Kennzeichnungen  
für den jeweiligen Modus
- aus Explorer entfernen (Umpositionierung)
- Deselektierungs-Option beibehalten

### **Selektion & Feedback inkonsistent**

Beschreibung:

- auch wenn kein Element vorhanden ist,  
werden leere Objektbereiche angezeigt
- Ob ein Bereich gefüllt ist, erkennt man nur  
an numerischer Anzeige
- neu erzeugte Elemente werden immer  
am Ende der Liste aufgeführt

Ansätze:

- Verschieben per „drag & drop“
- Nicht gefüllte Bereiche ausblenden  
oder ausgrauen
- Punktwolken gruppieren
- frisch erzeugte Elemente immer  
am Anfang der Liste anzeigen

### **Ein- und Ausblende-Icons**

Beschreibung:

- mehrere Icons lassen sich nicht mit  
gedrückter Maustaste & Hover markieren

Ansätze:

- diese Funktion ermöglichen



## Entfernen 6

### Unterer Pfeil

Beschreibung:

- Pfeil am Ende der „Action-Bar“ ohne Funktion
- klickbar mit Feedback, jedoch ohne Aktion

Ansätze:

- Pfeil entfernen

### Überschriften und Explorer einklappbar

Beschreibung:

- Fenster lassen sich einklappen
- dies ist nicht nötig
- Default alles geöffnet
- sind Bereiche eingeklappt, so können Optionen übersehen werden

Ansätze:

- Funktion für Editor entfernen

### „Vorschlag- und Alle“-Buttons

Beschreibung:

- Sortierfunktion für ausführbare Funktionen
- unnötige Aufteilung
- erhöht Klickzahl

Ansätze:

- Nur Funktionen anbieten, die ausführbar sind (nur Vorschläge)
- Sortierbutton (Alle) entfernen



## **Problemlösung Navigation**

Nach Analyse und Definition der Probleme war es nun an der Zeit, Lösungen zu finden und diese umzusetzen.

Begonnen wurde mit dem Navigationsbereich, da diesem die größere Relevanz zugeschrieben wurde. Hier lag der Fokus vor allem auf Detailverbesserungen.

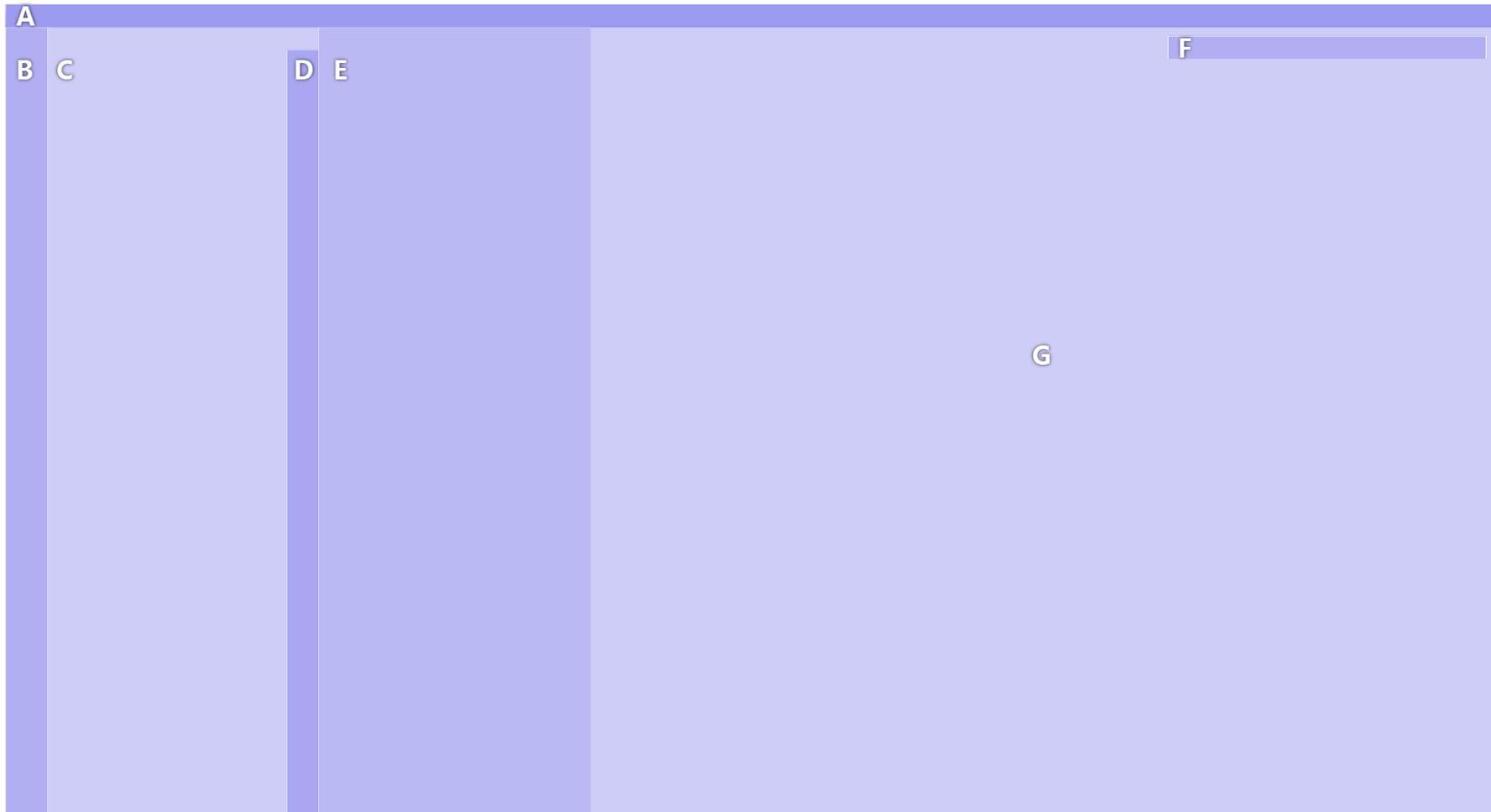
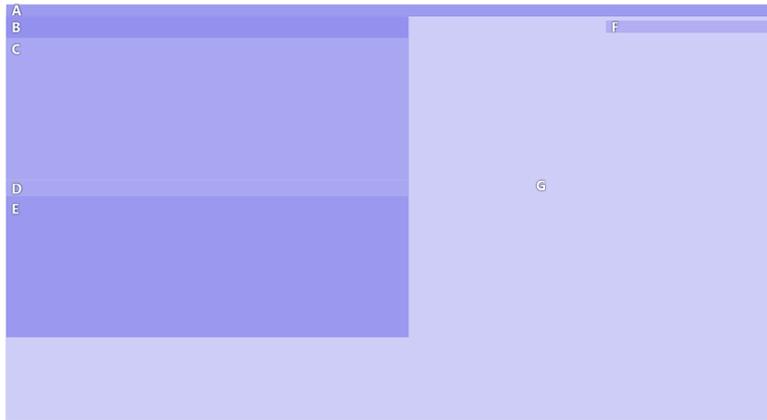


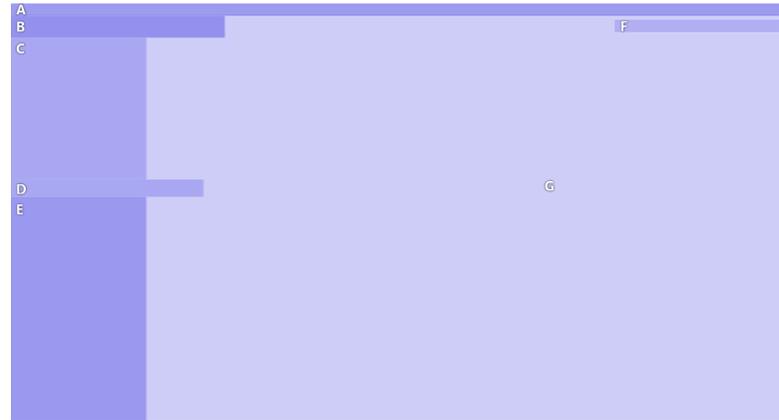
Abb.27 Bereichunterteilung ZRE + Navigation-Bar

## **Navigation-Bar vertikal**

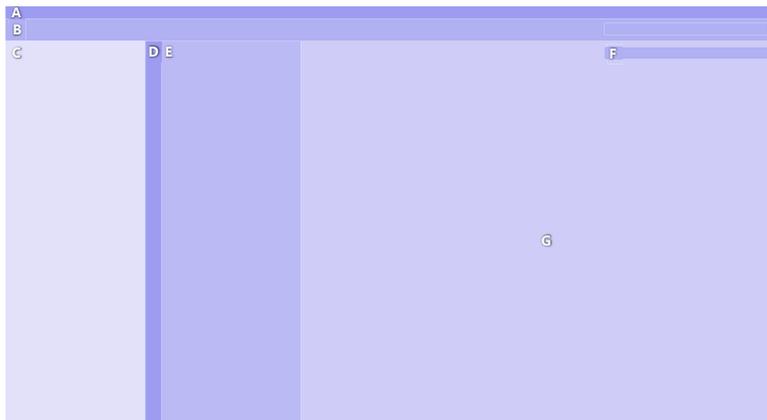
Die Arbeitsschritte in der WZK und der FR sind sehr ähnlich. Momentan werden alle Funktionen permanent angeboten. Die Idee der Navigation-Bar ist es, den Nutzer schrittweise durch einen der jeweiligen Workflows zu leiten. In den einzelnen Schritten sind nur benötigten Funktionen angezeigt. Dadurch werden die einzelnen Arbeitsschritte strukturiert und vereinfacht.



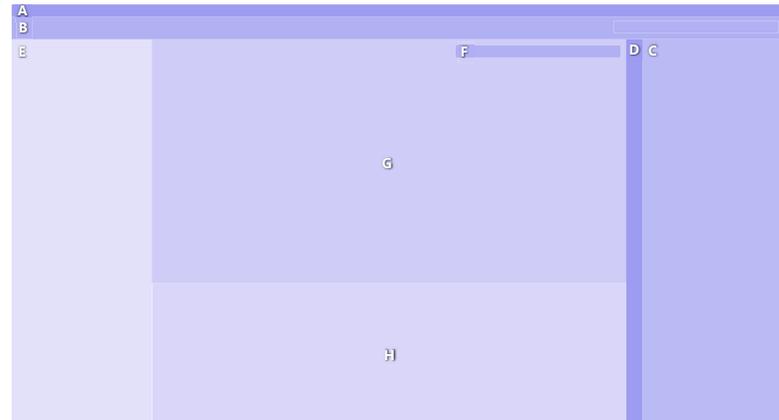
Bereichunterteilung ZRE horizontal, Version 1



Bereichunterteilung ZRE horizontal, Version 2



Bereichunterteilung ZRE, Version 3

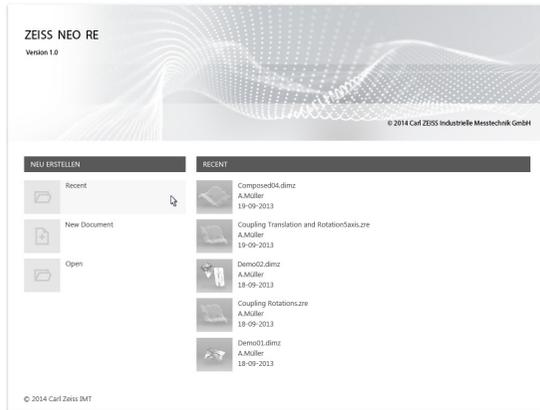


Bereichunterteilung ZRE, Version 4

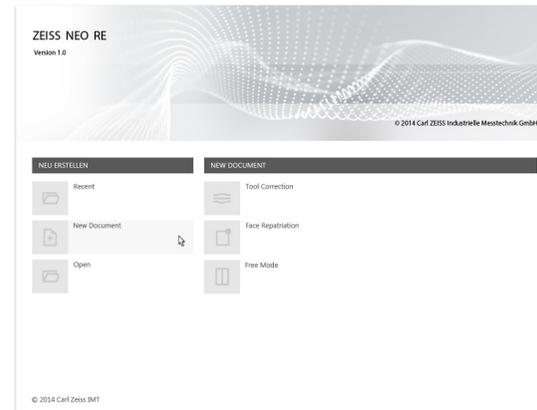
## Navigation-Bar horizontal

In der horizontalen Variante navigiert der Nutzer von links nach rechts. Hier fällt die Listung von Gruppen und Funktionen schwer, da viel Platz notwendig ist. Der Nutzer muss des öfteren scrollen und könnte so Dinge übersehen. Auch bei eingeklapptem Editor nimmt die Navigation sehr viel Platz des CAD-Fensters ein. Der darunter entstehende Rand kann nicht genutzt werden.

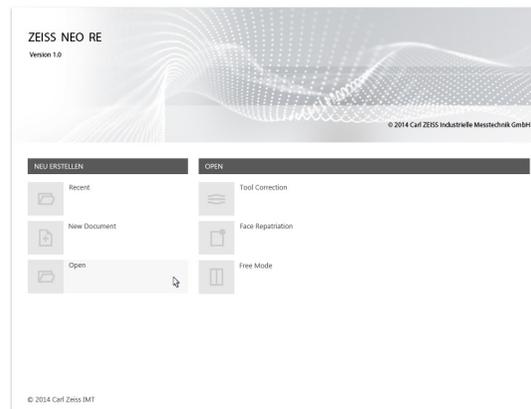
Begrenzt man die Breite der Navigation (Variante 2) auf das nötigste, so wird das CAD-Fenster deutlich breiter. Die Navigation wirkt so zerstückelt, da die Breite der Navigation-Bar und die der Action-Bar sich abhängig vom jeweiligen Schritt verändert. Besonders in dieser Version ist der Nutzer darauf angewiesen, zu scrollen und Dinge einzuklappen. Daraus würde eine größere Unübersichtlichkeit entstehen.



Letzte Projekte laden



Neues Dokument erstellen



Projekt laden

## **Ansätze**

### **1. Auswahl-Modus**

Beschreibung:

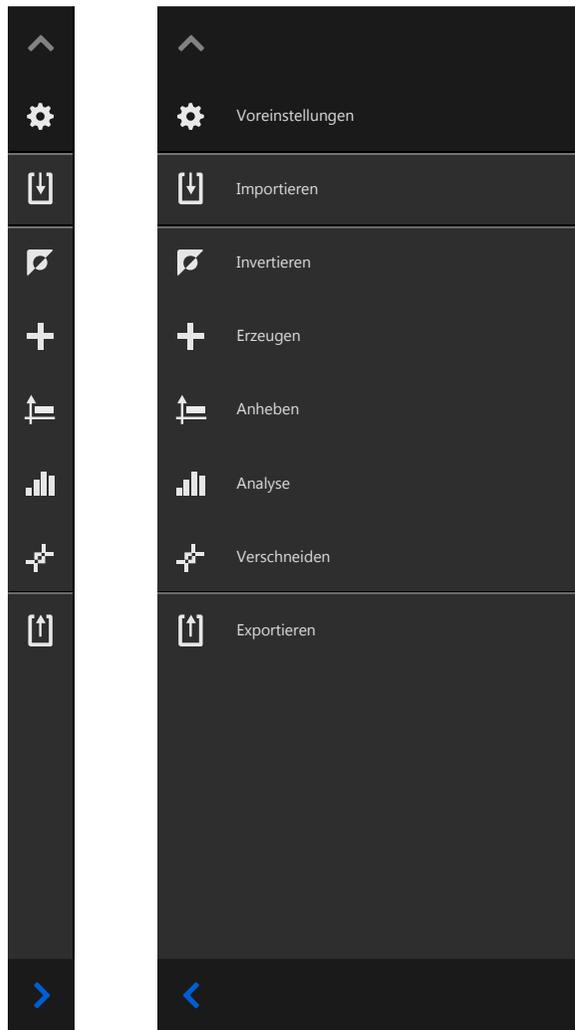
- Auswahl zwischen drei verschiedenen Modi (WZK, FR, Freier Modus)
- je nach Auswahl Navigation Bar befüllt

Pro:

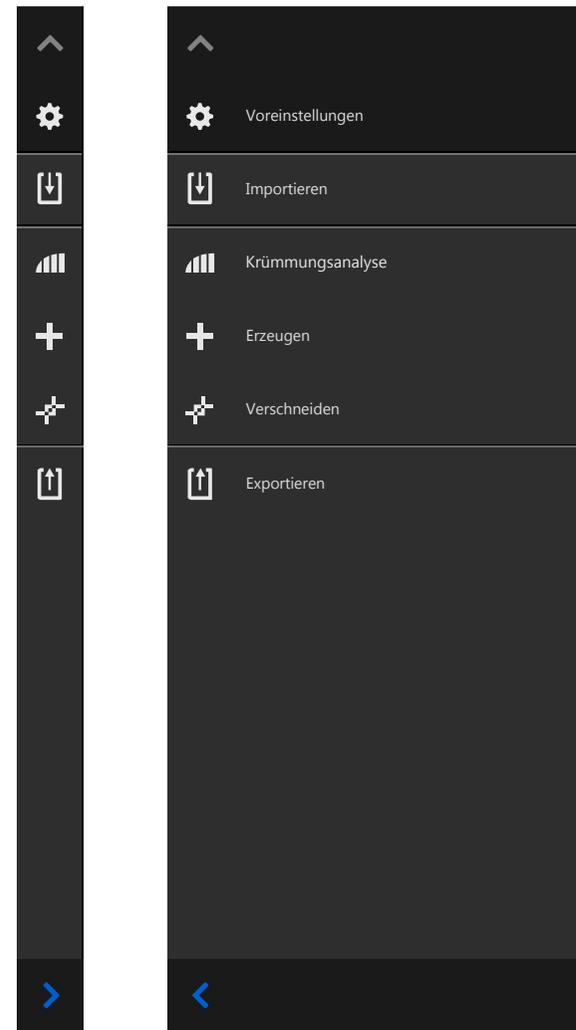
- Auswahl zwischen Modi mit Schrittunterteilung (WZK, FR)
- Ohne Schrittunterteilung (Freier Modus) (so wie bisher)

Kontra:

- Modi-Auswahl ist immer vonnöten



Schritte Werkzeugkorrektur



Schritte Flächenrückführung

## **Ansätze**

### **1. Navigation-Bar einfügen**

Beschreibung:

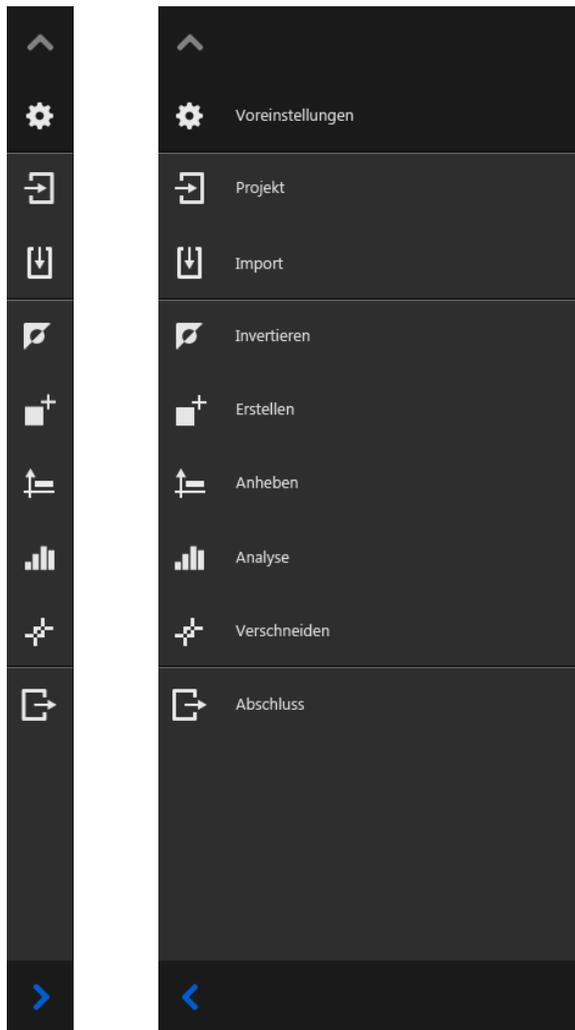
- Schritt für Schritt-Führung für beide Workflows
- Funktionen auf Schritte angepasst
- gilt nicht im „Freien Modus“
- neue Icons als visuelle Orientierung

Pro:

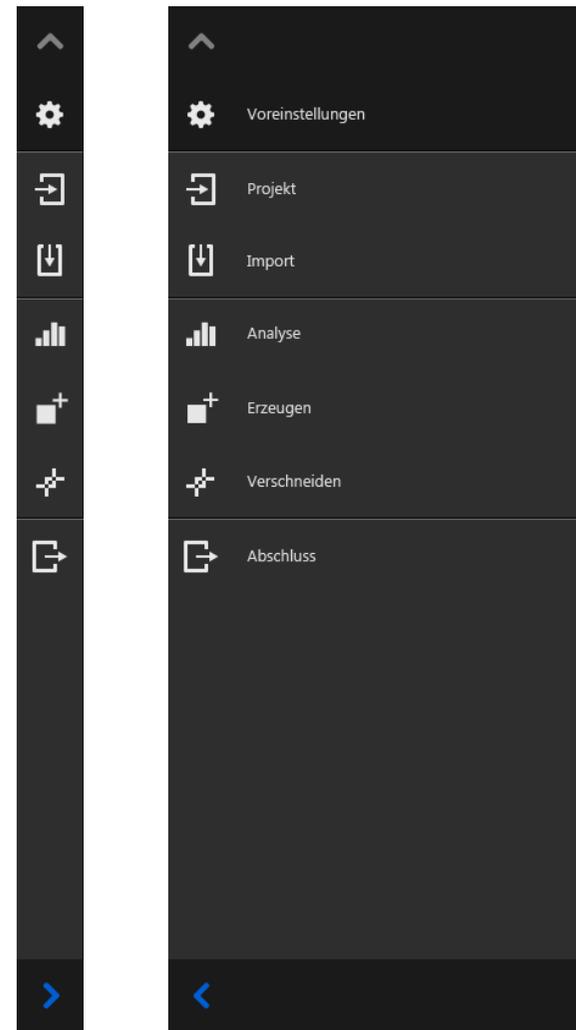
- Einfaches und präzises Arbeiten
- Funktionsumfang auf Nötigstes beschränkt
- übersichtlicher/aufgeräumter
- schnellere Einarbeitung
- Führung

Kontra:

- große Einschränkung des Nutzers  
(deshalb „Freier Modus“)



Schritte Werkzeugkorektur



Schritte Flächenrückführung

## **2. Navigation-Bar mit anderer Benennung**

Beschreibung:

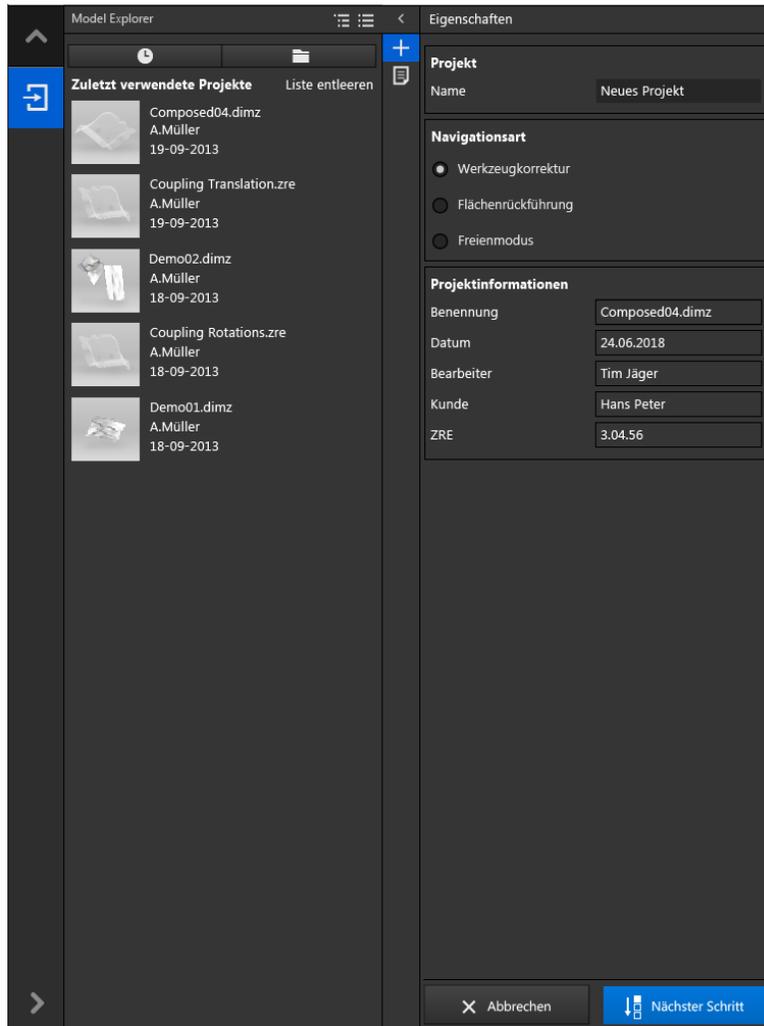
- Benennung fasst Funktionen des Schritts zusammen
- Benennung über Tool-Tips abrufbar
- oder über aufklappen der Nav-Bar

Pro:

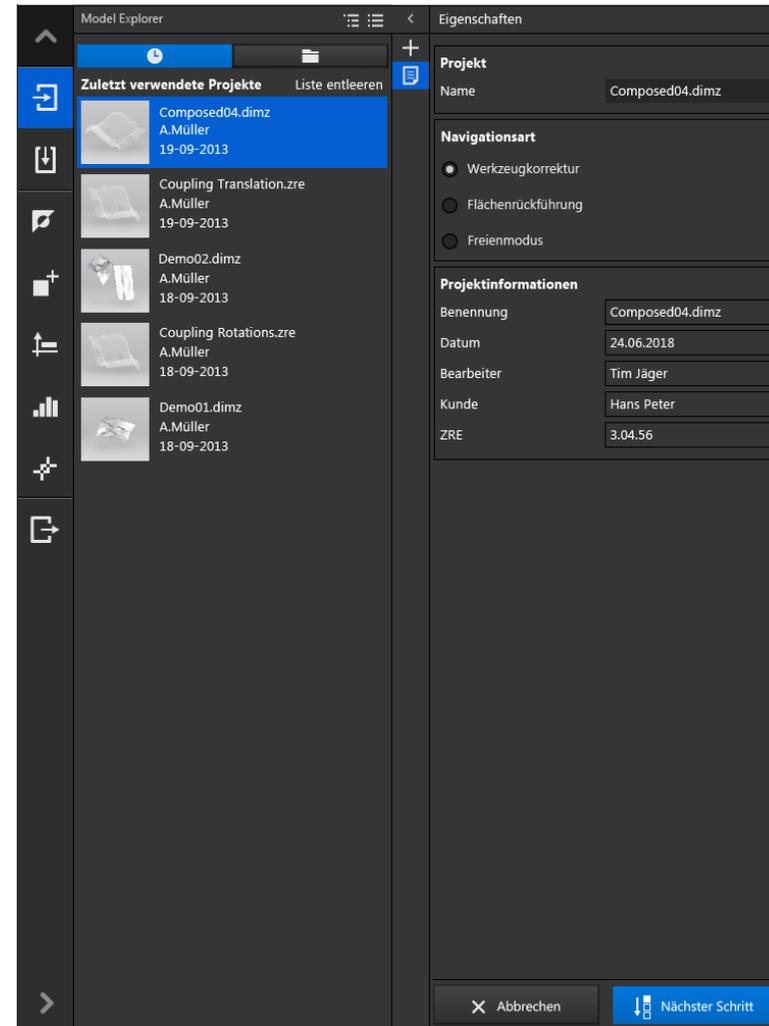
- Verständlicher, da mehr als eine Funktion im Schritt vorhanden ist

Kontra:

- Aufgeklappte Navigation-Bar nimmt viel Platz ein



Projektschritt



Projektschritt als Übersichtshilfe

## Projektschritt

Beschreibung:

Im Projektschritt kann zu Anfang gewählt werden, welchen Modi man nutzen möchte oder ob ein zuvor begonnenes Projekt weiter bearbeitet werden soll.

Erst nach Auswahl des entsprechenden Modus wird die Navigation-Bar befüllt oder verschwindet im Fall des „Freien Modus“ ganz.

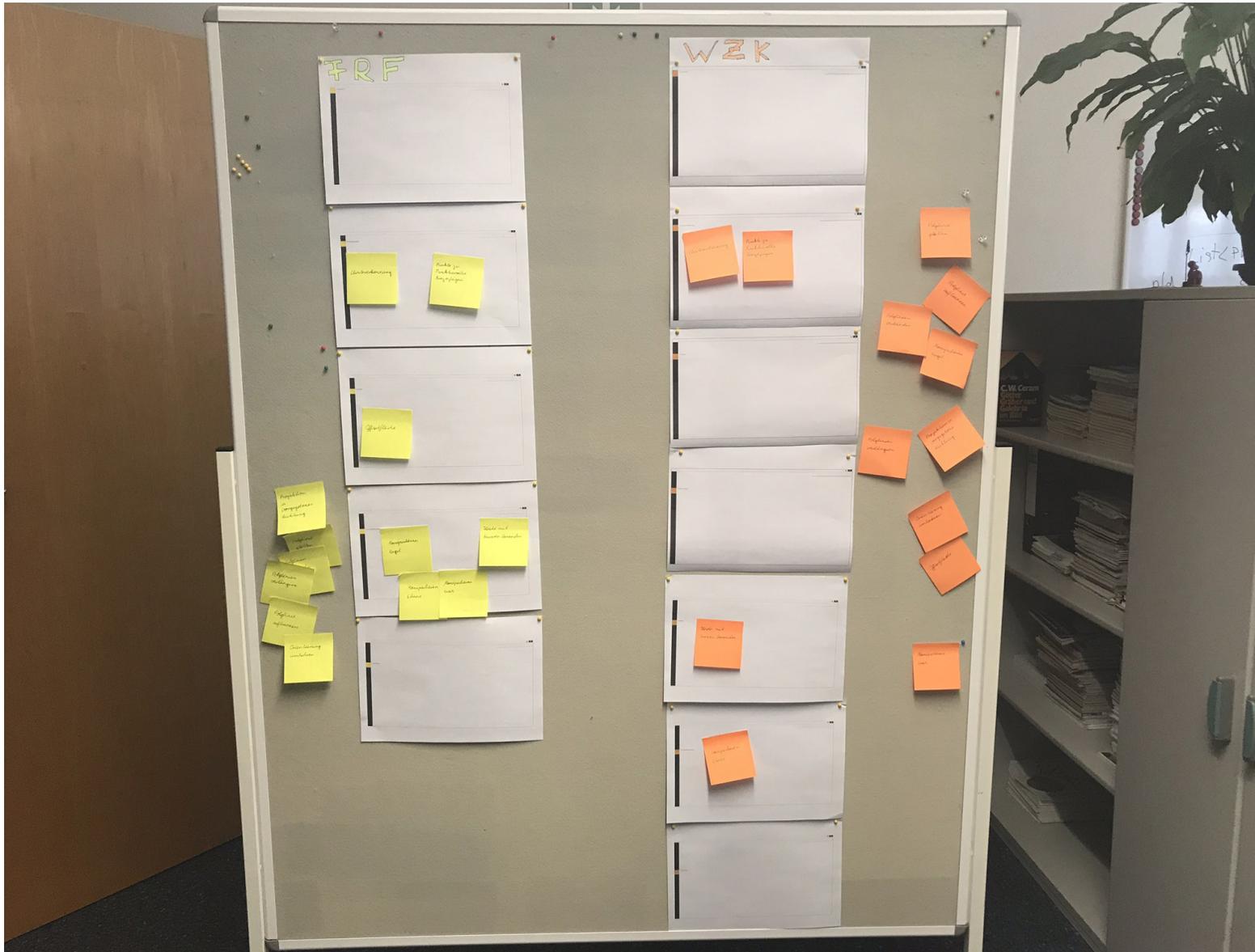
Der Projektschritt bietet jederzeit die Möglichkeit, Informationen zu zuvor geöffneten Projekten einzuholen, oder um zu überprüfen, in welchem Modus man sich momentan befindet

Pro:

- Auswahl nicht im Programm möglich
- wichtigste Informationen auf einen Blick
- Startscreen nicht mehr nötig- Einführung in Schrittssystem

Kontra:

- Projektschritt im Freien Modus nicht als Schritt vorhanden

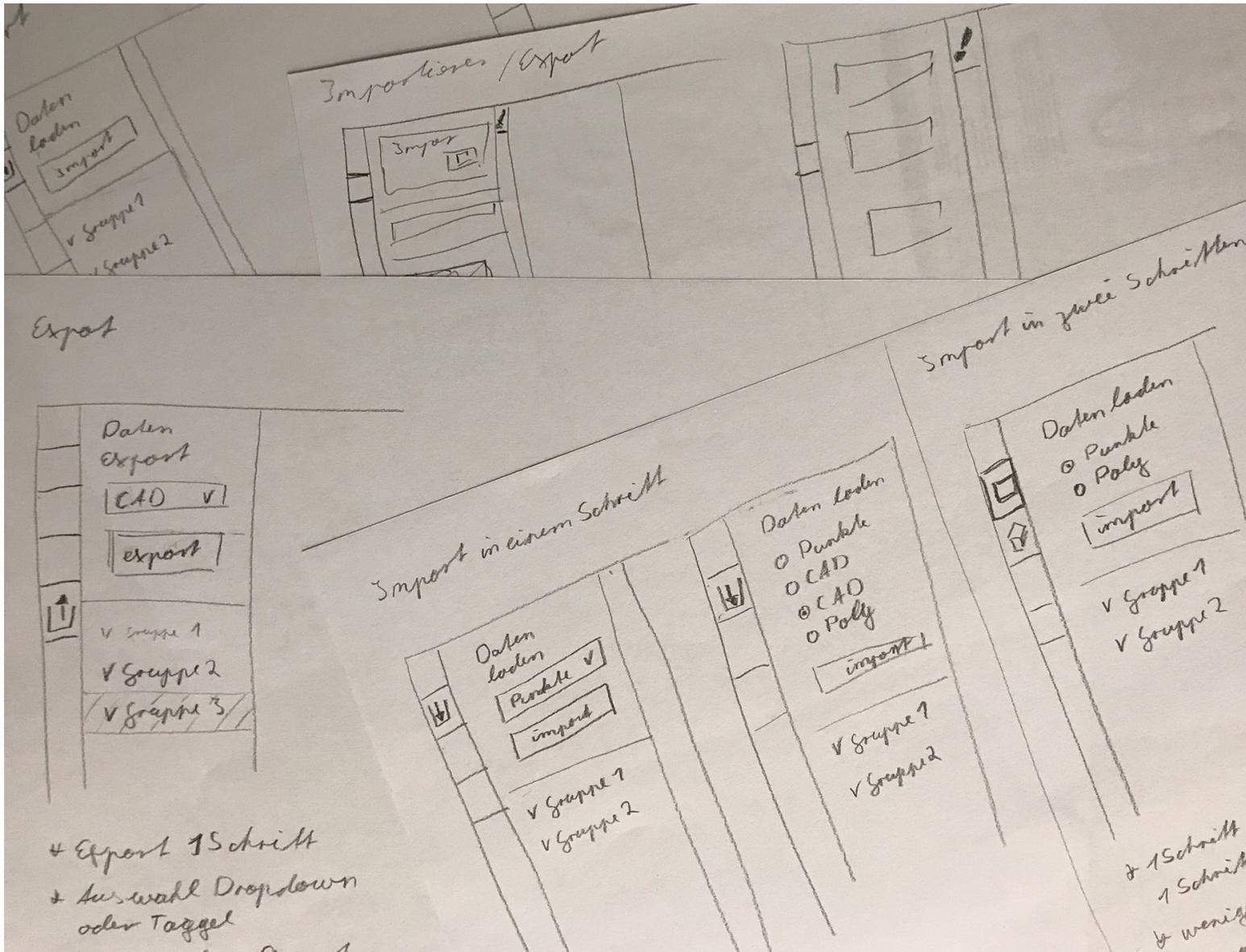


Funktionen zuweisen mit Hilfe von Post-its

## **Workshop Schrittunterteilung**

Die Funktionen innerhalb der einzelnen Schritte, mussten ebenso definiert werden.  
Diese Zuweisung erfolgte im Rahmen eines kleinen Workshops mit Anwendungstechnikern.

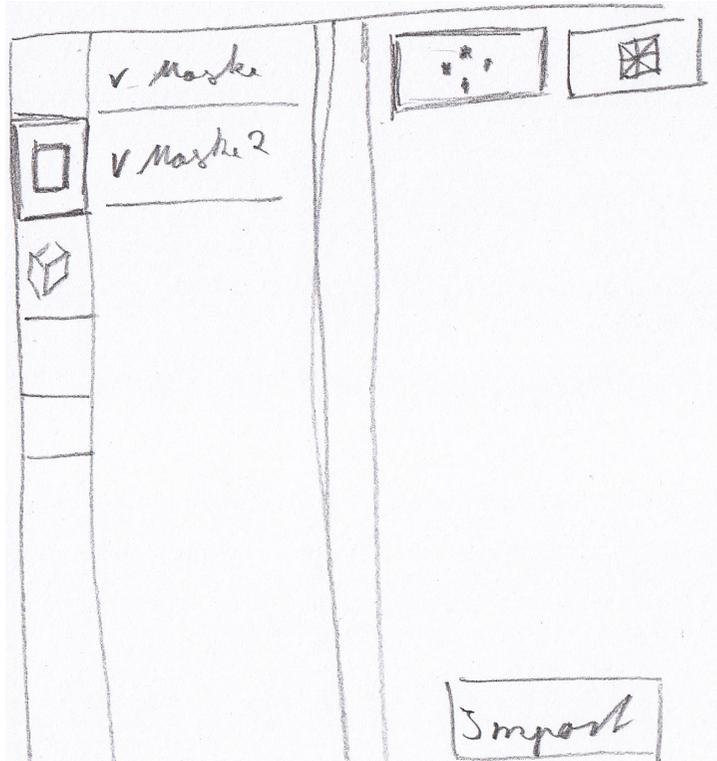
Um beide Workflows visuell trennen zu können, wurde der WZK die Farbe Orange und der FR die Farbe Gelb zugewiesen.  
Die jeweiligen Funktionen wurden auf Post-its notiert und dem entsprechenden Schritt zugewiesen.



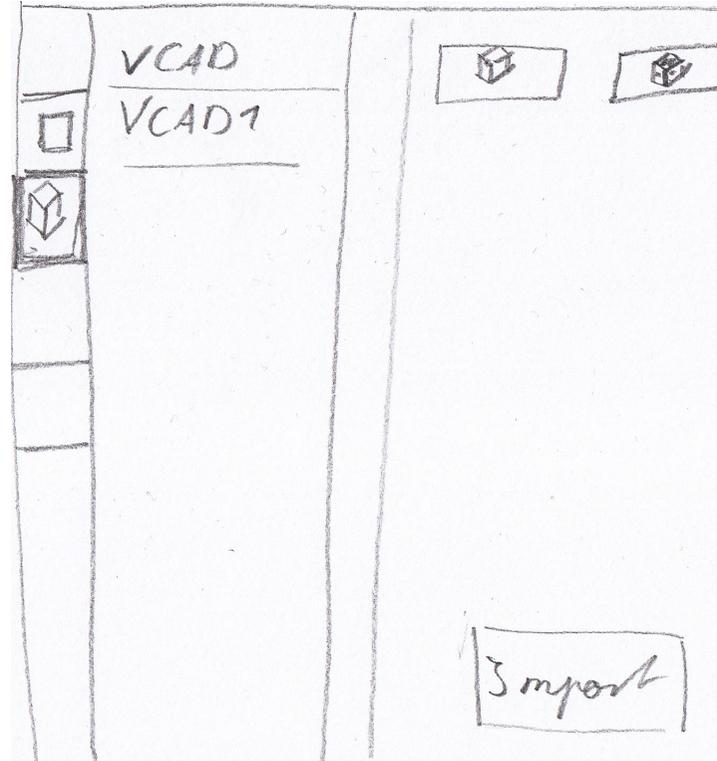
Skizzen Import/Export

## **Import- und Exportschritt**

Der Import und Export findet momentan über den Punkt „Datei“ in der Windows-Top-Bar statt. Hier muss der Nutzer sein gewünschtes Dateiformat wählen.



1. Schritt: Import Punktelcke & STL



2. Schritt: Import CAD mit und ohne Healing

## **Ansätze**

### **1. Importieren in zwei Schritten**

Beschreibung:

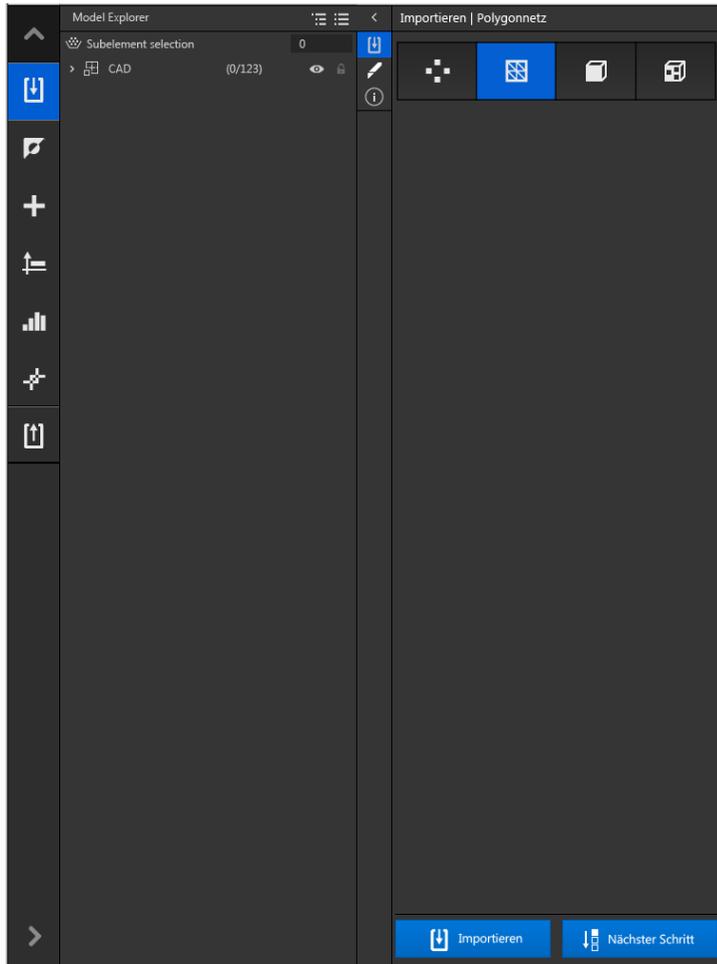
- Im ersten Schritt werden alle CAD-Daten importiert
- im zweiten Schritt Punktwolken und STL-Datensätze

Pro:

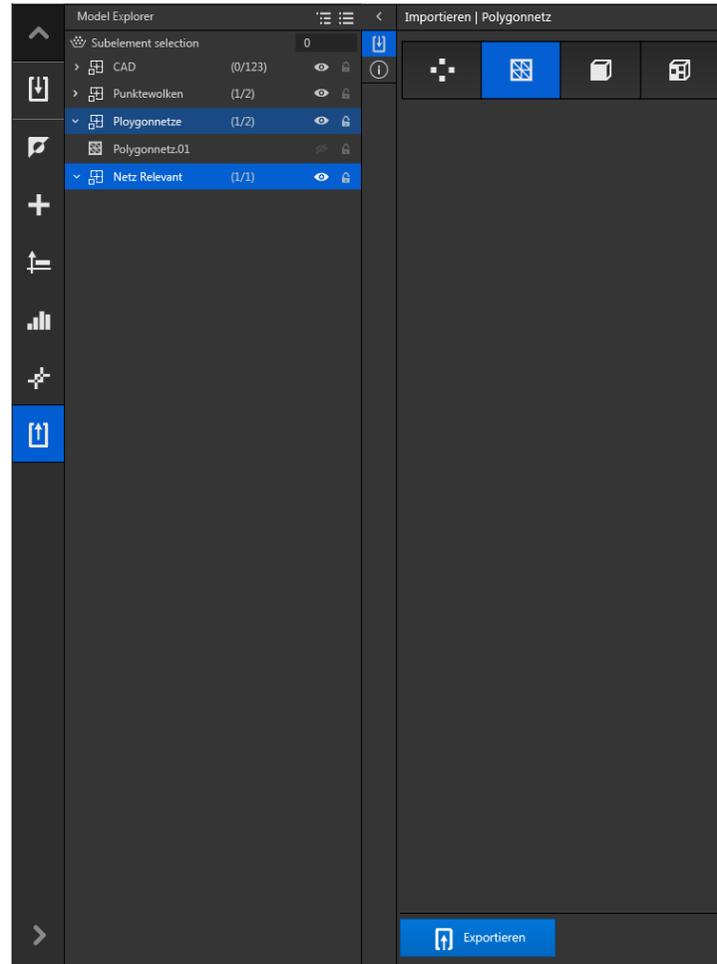
- Nutzer hat eine Gliederung der benötigten Daten

Kontra:

- zwei Schritte für eine Funktion
- Ablauf des Imports nicht identisch zu Ablauf des Exports



Importschritt



Exportschritt

## **Ansätze**

### **1. Import, Export mit identischem Ablauf**

Beschreibung:

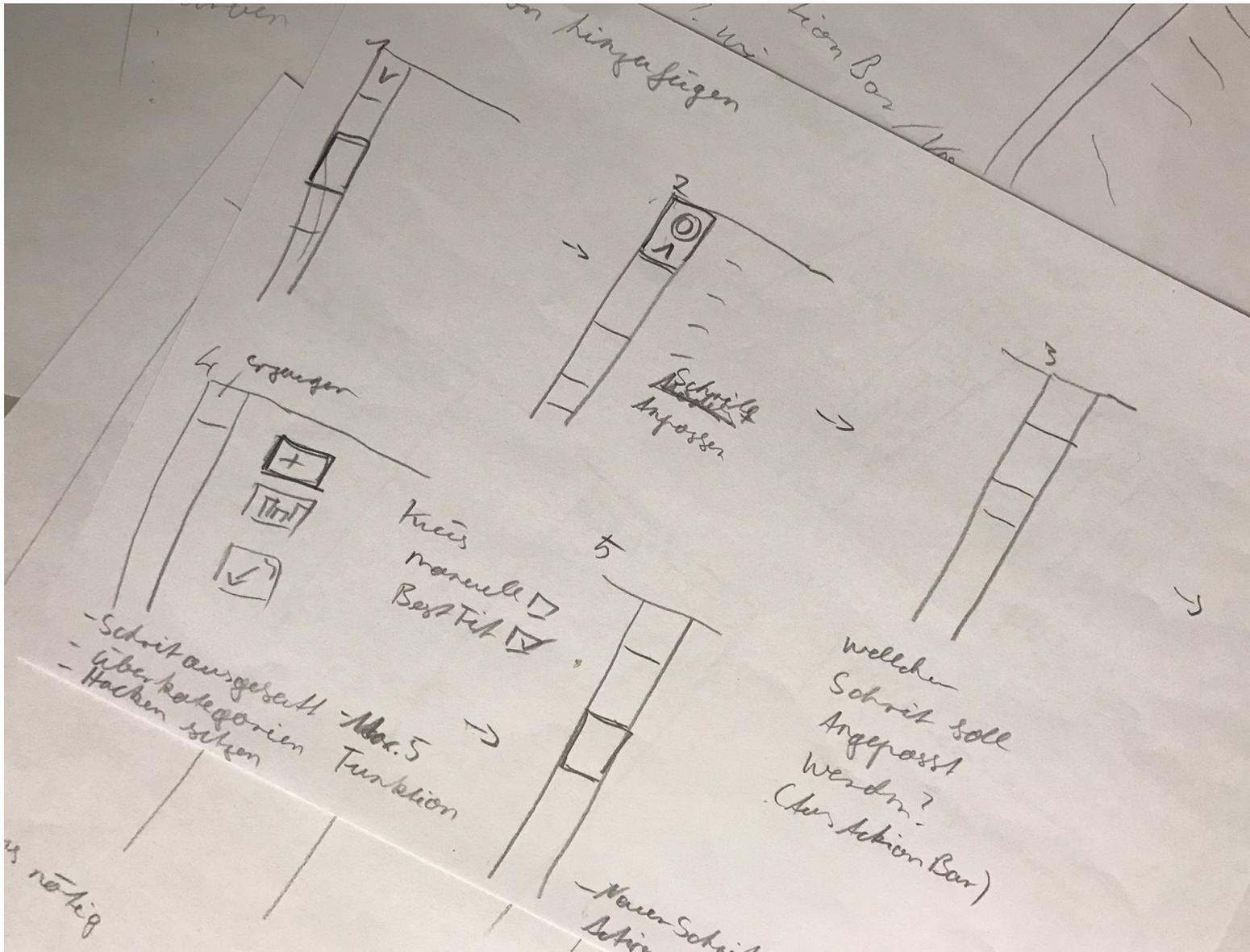
- je einen Schritt für Import und Export
- über Icons auswählen, welche Datensätze benötigt werden
- Markierte Gruppen können exportiert werden

Pro:

- nur ein Schritt nötig
- Schritte sind identisch
- schnelles Wechseln über Icons

Kontra:

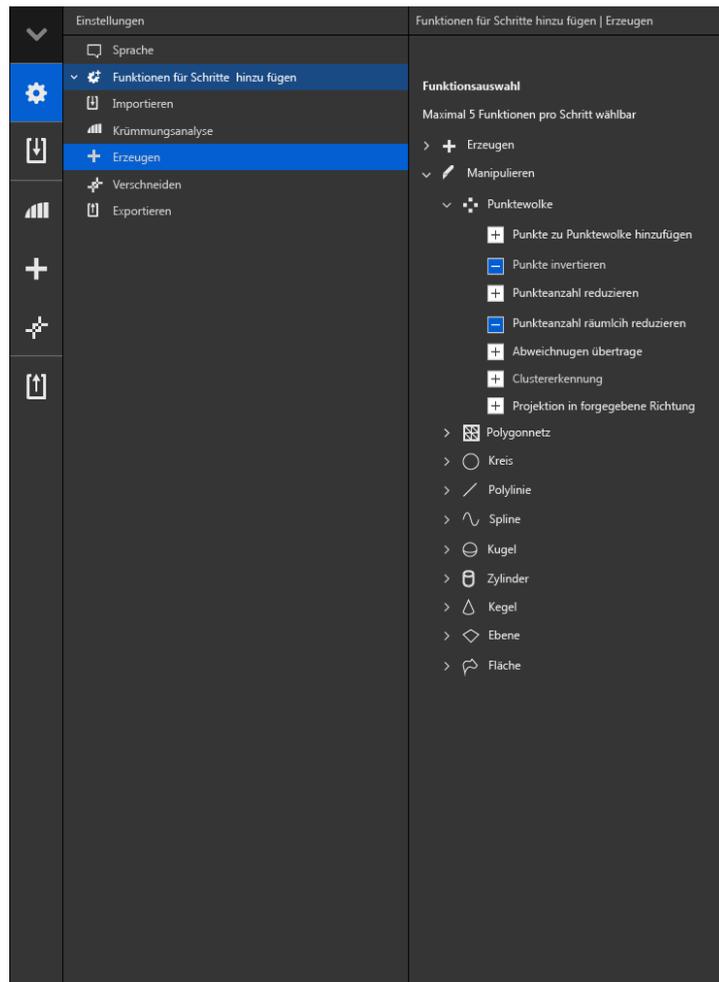
- keine Aufteilung der Datenarten



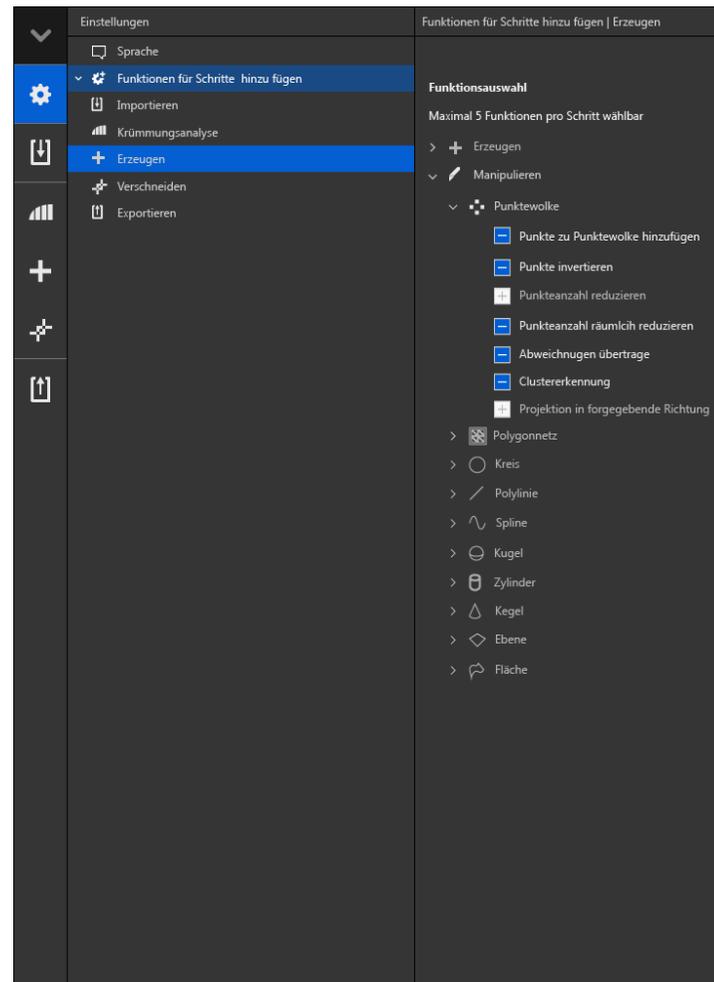
Skizzen Funktionen zu Workflows hinzufügen

## **Funktionen zu Workflows hinzufügen**

Hat man einen Workflow ausgewählt,  
so sind die verfügbaren Funktionen auf den  
jeweiligen Schritt angepasst.  
Es besteht jedoch die Möglichkeit,  
dass in einem speziellen Projekt die  
Notwendigkeit anderer Funktionen besteht.  
Damit der Nutzer sein Projekt nicht zwanghaft  
im „Freien Modus“ öffnen muss,  
können Funktionen hinzugefügt werden.



Funktionen in Einstellungen hinzu fügen



Maximale Anzahl erreicht



Hinzugefügte Funktionen in Action-Bar

## **Ansätze**

### **1. Funktionen in Einstellungen hinzufügen**

Beschreibung:

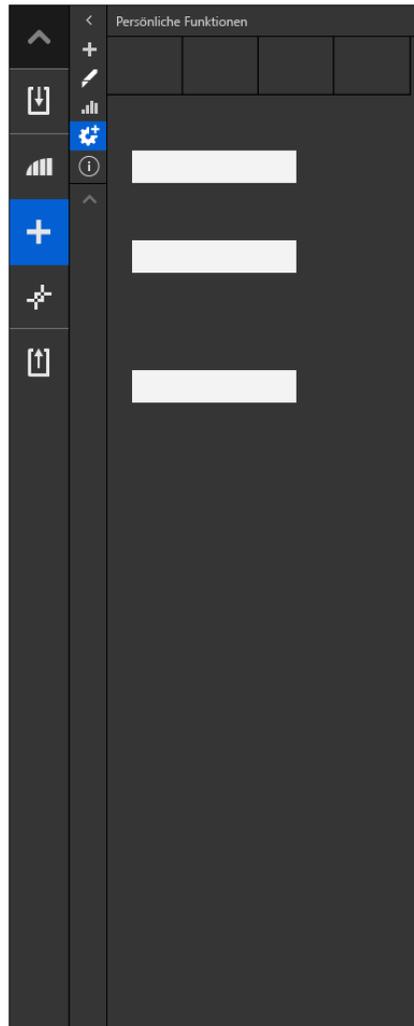
- Funktionen in Einstellungen hinzufügen
- Schritt auswählen, in dem Funktion fehlt
- Nur Funktionen, welche nicht in diesem Schritt vorhanden sind, werden angezeigt
- sind fünf Funktionen ausgewählt, werden alle anderen Funktionen als „disable“ angezeigt
- ausgewählte Funktionen werden als extra Schritt in Action-Bar aufgeführt

Pro:

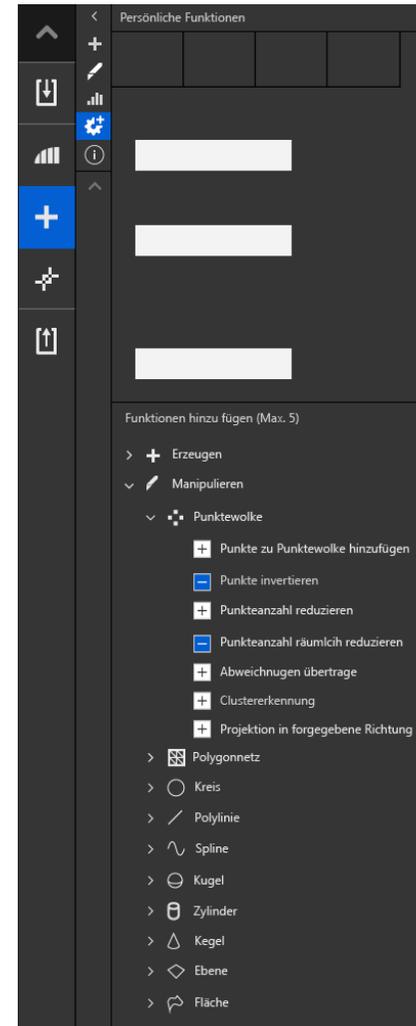
- Thematisch passend

Kontra:

- Funktion versteckt
- viele Klicks, wenn weitere Funktionen benötigt werden



Funktionen in  
Action-Bar-Schritt  
hinzu fügen



Funktionsauswahl

## **Ansätze**

### **2. Funktionen in Action-Bar hinzufügen**

Beschreibung:

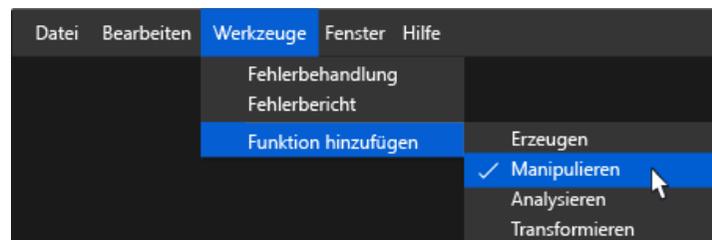
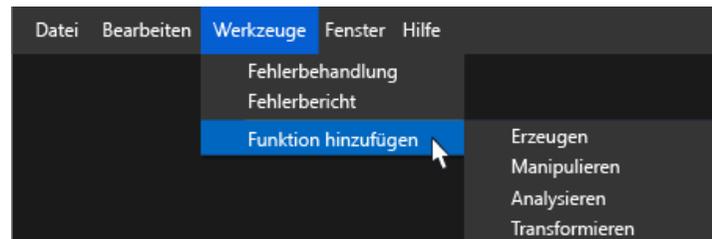
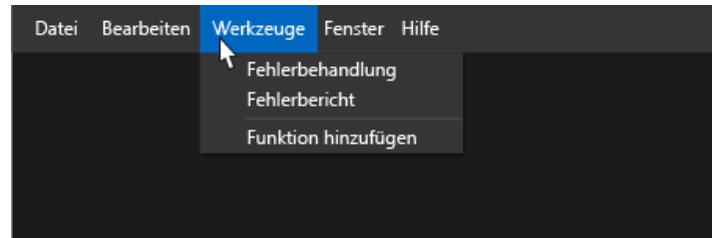
- Funktionen in Action-Bar hinzufügen
- „Funktionen hinzufügen“
  - am unteren Ende des Explorers
- Fenster ausklappbar

Pro:

- Auswahl des Schrittes entfällt
- deutlicher, wo Funktionen hinzugefügt werden
- Option ist gut zu finden
- neue Funktionen schnell hinzufügbbar

Kontra:

- Möglicherweise leerer Schritt in ActionBar



Ablauf: Funktionen hinzufügen

### 3. Windows-Leiste

Beschreibung:

- Hinzufügen-Funktion in der Windows-Leiste unter „Werkzeuge“
- zur Auswahl stehen nur komplette Bereiche der Action-Bar (Erzeugen, Manipulieren, Analysieren & Transformieren)
- bei Aktivierung durch Haken gekennzeichnet
- kompletter Bereich wird in Action-Bar neu abgelegt oder ergänzt
- bei Deaktivierung wird der abgelegte Bereich (falls neu abgelegt) komplett entfernt oder (falls ergänzt) auf schrittweisen Zustand zurückgesetzt

Pro:

- sehr unkomplizierter Vorgang
- falls nicht vonnöten, in der Windows-Leiste versteckt
- erspart das Öffnen im „Freien Modus“

Kontra:

- Hinzufügen von allen Funktionen möglich, obwohl nur eine oder wenige vonnöten sind
- keine direkte Führung zu Ablagebereich der gesuchten Funktion
- nur mit Hilfe der Suchfunktion

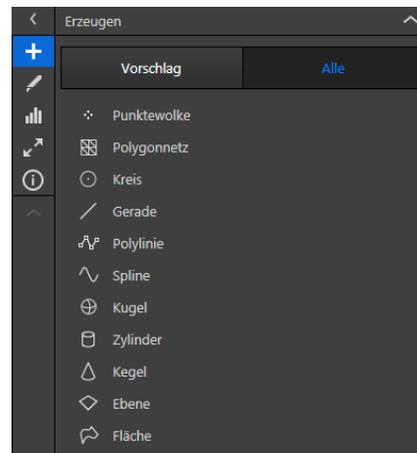
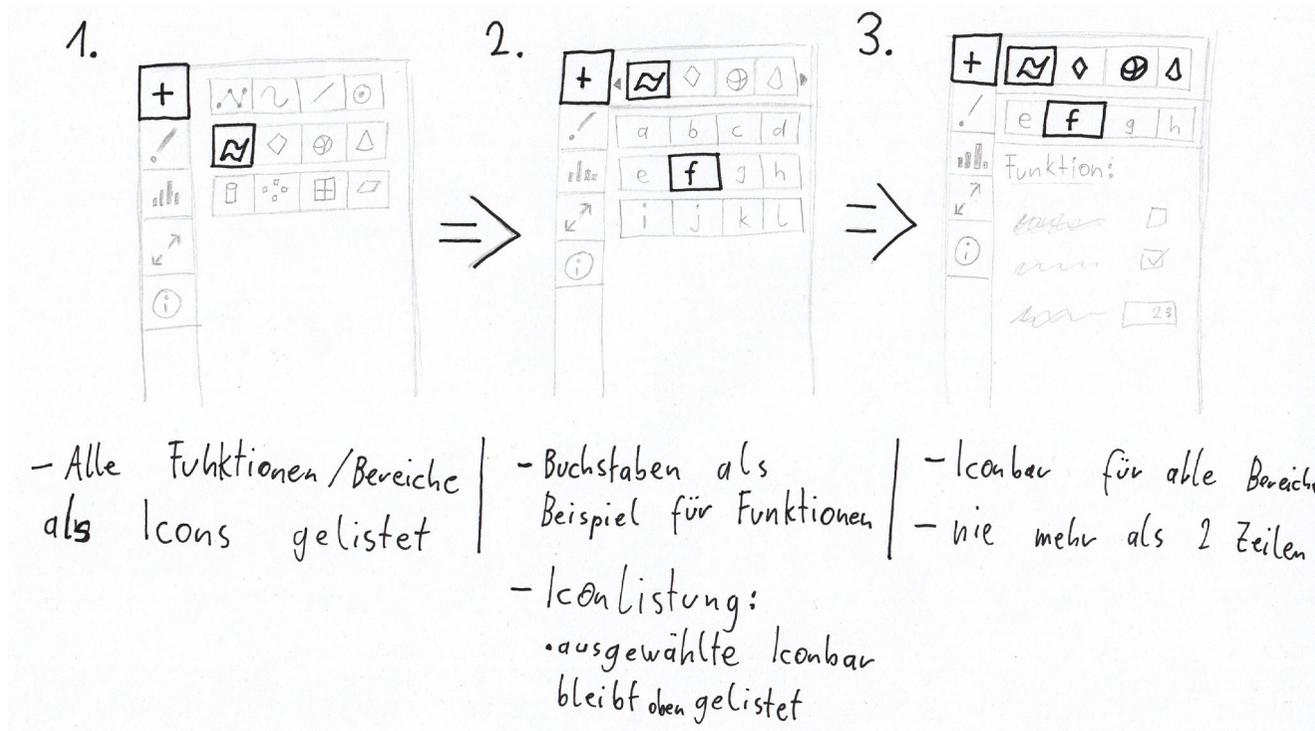


Abb.28 Vorauswahl Grundkörper

## Vorauswahl der Grundkörper

Die Auswahl der geometrischen Körper, welche z.B. immer im Erzeugen oder Manipulieren-Schritt vonnöten sind, findet momentan als einfache vertikale Listung im Editor statt. Begleitet wird diese Listung von zugehörigen Icons.



- Alle Funktionen / Bereiche  
als Icons gelistet

- Buchstaben als  
Beispiel für Funktionen

- Iconbar für alle Bereiche  
- nie mehr als 2 Zeilen

- Iconlistung:  
• ausgewählte Iconbar  
bleibt oben gelistet

Vorauswahl der Grundkörper in Icon-Leise

## **Ansätze**

### **1. Icon-Reihe**

Beschreibung:

- Regelgeometrien werden als Icons gelistet
- wenn Geometrie gewählt wurde, bleiben nur die vier Icons erhalten, welche sich in einer Reihe mit der ausgewählten Geometrie befinden
- Icon-Reihe bewegt sich am obersten Punkt des Editors
- selbiges mit Funktion aus den Dropdownmenüs
- diese Icons werden jedoch unter der Regelgeometrie-Iconreihe gelistet
- Funktionsbetitelung unter Icons, jedoch nur im Auswahlverfahren

Pro:

- Funktionen dauerhaft schneller abrufbar

Kontra:

- dauerhaft weniger Platz im Editor
- für alle Funktionen müssen Icons entworfen werden

	Erzeugen   2D
$\dagger_{2D}$	• Fläche
$\dagger_{3D}$	• Ebene
!	• Kreis
	• Linie

2D und 3D Aufteilung in der Action-Bar

## **2. Erweiterung der Action-Bar**

Beschreibung:

- Der Erzeugen-Schritt wird in 2D und 3D-Elemente aufgeteilt

Pro:

- weniger Funktionen werden auf zwei Schritte aufgeteilt
- Struktur bereits in der Action-Bar gegeben

Kontra:

- Aufteilung der Elemente kann schnell zu Verwirrung führen

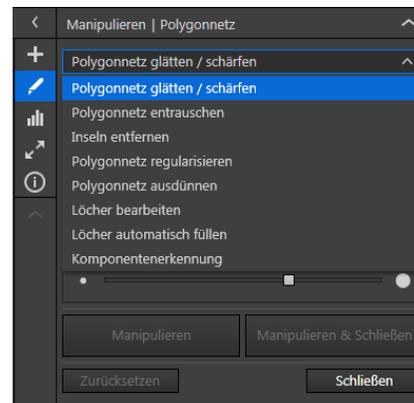


Abb.29 Funktionsauswahl  
in Dropdowns

## **Große Dropdowns**

Die Auswahl der Funktionen findet momentan in einem ausklappbaren Dropdown-Menü statt. Mit Klick auf die aktuelle Funktion (gekennzeichnet mit Pfeil) öffnet sich dieses.

Erzeugen | Kreis

Manuell

x

y

z

Best - Fit

Erzeugen

Funktionen zusammenfassen

## **Ansätze**

### **1. Funktionen zusammenfassen**

Beschreibung:

- Funktionen, die wenig Platz einnehmen werden zusammengefasst
- Nutzer muss auswählen, welche Funktion ausgeführt werden soll

Pro:

- Editor-Fläche ist sinnvoll genutzt

Kontra:

- Funktionen werden vermischt
- zusätzlicher Klick um etwas auszuführen



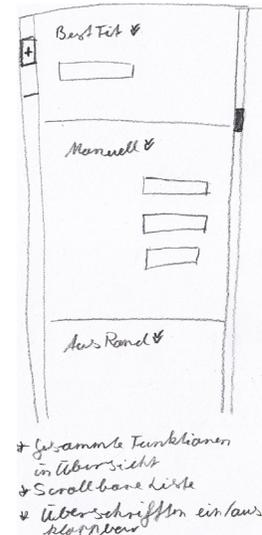
- \* beschränkt auf 5 Icons (Größe)
- \* Entwicklung vieler Abstrakter Icons nötig
- \* Einfaches Wechseln zwischen Funktionen

1. Icon-Leiste



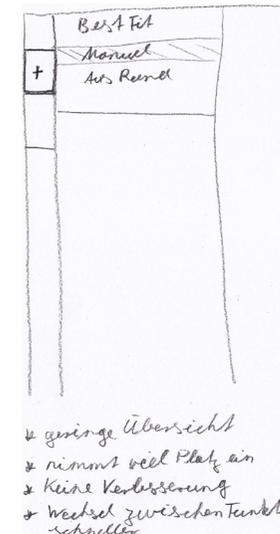
- \* Nur 4 Funktionen möglich
- \* 2 Funktionen in einem Explorer
- \* Sehr wenig Text für Benennung

2. Buttons



- \* Gesamte Funktionen in Übersicht
- \* Scrollbare Liste
- \* Überschriften ein/ausklappen

3. Funktions-Liste



- \* geringe Übersicht
- \* nimmt viel Platz ein
- \* Keine Verbesserung
- \* Wechsel zwischen Funktionen schneller

4. Ausgeklapptes Dropdown

## **Ansätze**

### **1. Iconleiste**

Beschreibung:

- Funktionen verbergen sich hinter Icon

Pro:

- schnelles Wechseln der Funktionen möglich
- Funktionsumfang auf ersten Blick ersichtlich

Kontra:

- Icons für spezielle Funktionen oft sehr abstrakt

### **2. Buttons**

Beschreibung:

- zwei Funktionen über einen Button zu erreichen

Pro:

- schnelles Wechseln der Funktion möglich
- Funktionsumfang auf ersten Blick ersichtlich

Kontra:

- Benennung oft zu lang
- nimmt zu viel Platz ein
- Vermischung von Funktionen

### **3. Funktionsliste**

Beschreibung:

- Namen der Funktionen ausklappbar

Pro:

- Funktionsumfang auf ersten Blick ersichtlich

Kontra:

- Nutzer muss viel scrollen
- Funktionen können übersehen werden

### **4. Ausgeklapptes Dropdown**

Beschreibung:

- Inhalt der Dropdowns permanent sichtbar
- Inhalt der Funktion unter Übersichtsblock gelistet

Pro:

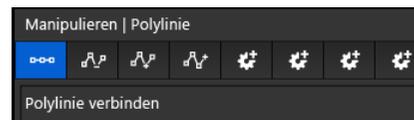
- schnelles Wechseln der Funktionen möglich
- Funktionsumfang auf ersten Blick ersichtlich

Kontra:

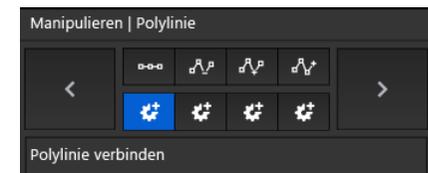
- nimmt zu viel Platz ein
- keine große Verbesserung



1. Großer Icon-Block



2. Kleine Icon-Leiste



3. Kleiner Icon-Block mit Gruppenauswahl

## **Ansätze**

### **1. Großer Icon-Block**

Beschreibung:

- Funktionen werden in Icons hinterlegt und als maximal vier Icons in zwei Reihen gelistet
- wenn die Anzahl der Icons unter fünf geht, verschwindet eine Reihe
- Betitelung des Icons unter gesamtem Icon-Block

Pro:

- Icons sind schnell erkennbar
- Funktionen sind einen Klick weniger entfernt
- Platzeinsparung bei Auswahl
- Dropdown lappt nicht mehr über den halben Editor

Kontra:

- Permanenter Platzverlust, da Icons mehr Platz einnehmen als zugeklapptes Dropdown-Menü

### **2. Kleine Icon-Reihe**

Beschreibung:

- gleiches Szenario wie bei „Großer Icon-Block“
- jedoch sind die Icons kleiner
- werden nur in einer Reihe gelistet

Pro:

- siehe „Großer Icon-Block“
- weniger Platz nötig

Kontra:

- Icons schlechter erkennbar wie bei „Großer Icon-Block“

### **3. Kleiner Icon-Block mit Gruppenauswahl**

Beschreibung:

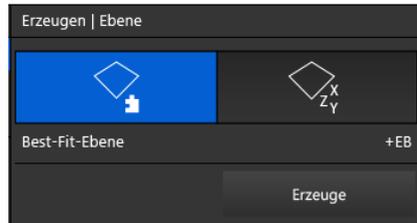
- gleiches Szenario wie bei „Großer Icon-Block“
- jedoch sind die Icons kleiner
- mittig angeordnet
- links und rechts sind Pfeil-Buttons, mit denen die Übergruppe (in diesem Fall Polylinie) direkt gewechselt werden kann

Pro:

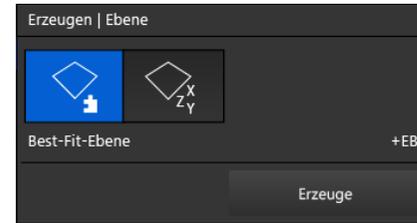
- Interaktion über Pfeile interessant für Touch-Bedienung

Kontra:

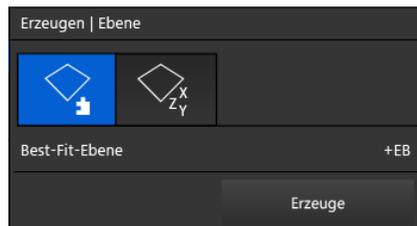
- Pfeile nehmen viel Platz ein
- Icons sehr klein



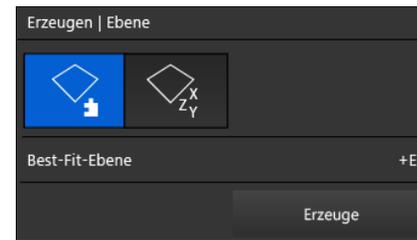
4. Größe passt sich an



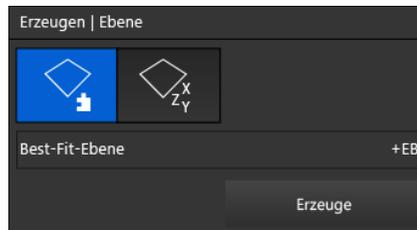
5. Ohne Trennung



6. Trennungslinie auf Button höhe



7. Trennungslinie



8. Benennung in Rechteck

#### **4. Größe passt sich an**

Beschreibung:

- Buttons füllen immer die ganze Breite aus

Pro:

- Fläche ausgefüllt
- visuelle Trennung durch Buttons

Kontra:

- Buttons immer unterschiedlich groß

#### **5. Ohne Trennung**

Beschreibung:

- Buttons haben immer die selben Maße

Pro:

- Buttons in selber Größe

Kontra:

- keine visuelle Trennung zu Benamung

#### **6. Trennlinie auf Button-Höhe**

Beschreibung:

- Trennlinie nimmt „Button-Linie“ auf

Pro:

- visuelle Trennung

Kontra:

- Platz erscheint sehr begrenzt

#### **7. Trennlinie**

Beschreibung:

- Trennlinie mit Abstand zu Buttons und Benamung

Pro:

- visuelle Trennung

Kontra:

- Art der visuellen Trennung wäre neu

#### **8. Benamung in Rechteck**

Beschreibung:

- Benamung der Funktion von Rechteck eingefasst

Pro:

- visuelle Trennung
- Art der visuellen Trennung wird im Editor bereits verwendet

Kontra:

- Editor wird in viele kleine Rechtecke unterteilt



Ergebnisse

## Workshop Icon-Leiste

Der größte Kritikpunkt der Icon-Leiste war, dass intuitiv erkennbare Icons für sehr spezielle Begriffe gefunden werden mussten. Zudem verfügt das ZRE über sehr viele, komplexe Funktionen, für welche jeweils ein Icon erstellt werden muss.

Um herauszufinden ob die Funktionsbegriffe bereits erstellten Icons zugeordnet werden können, wurde ein kleiner Workshop durchgeführt. Hierbei mussten die Begriffe den Icons zugewiesen werden. Die beiden Testprobanden hatten die Icons zuvor noch nicht gesehen.

Das Ergebnis zeigte auf, dass beide Testprobanden die Icon-Leiste bevorzugten, da Klicks und somit Zeit gespart werden konnte. Gut gestaltete Icons, unterstützt mit einem Tool-Tip gingen als Favorit aus dem Workshop hervor.

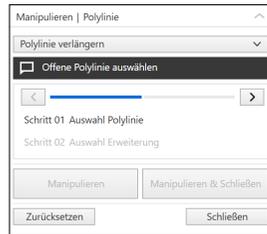


Abb.30 Polylinie verlängern

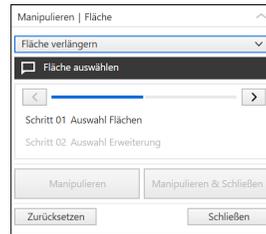


Abb.31 Fläche verlängern

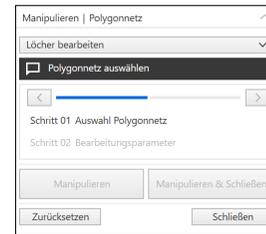


Abb.32 Löcher bearbeiten

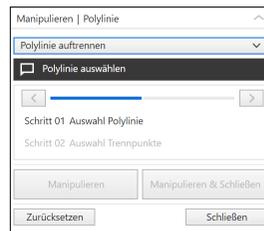
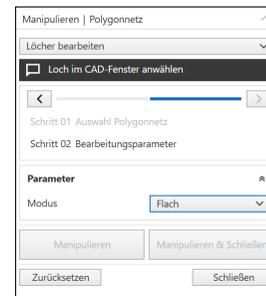
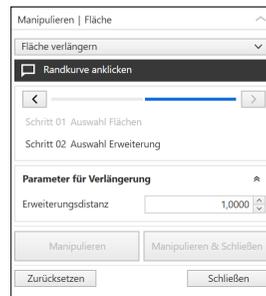
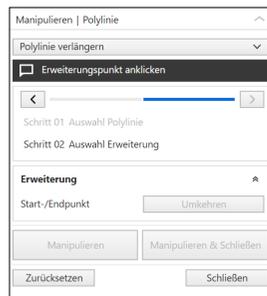


Abb.33 Polylinie auftrennen

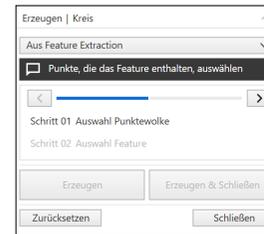
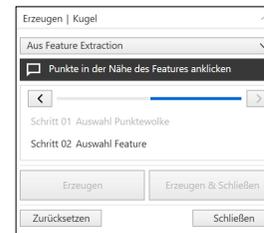
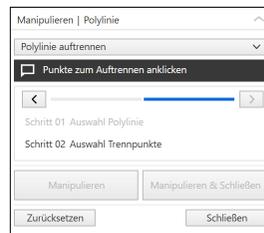
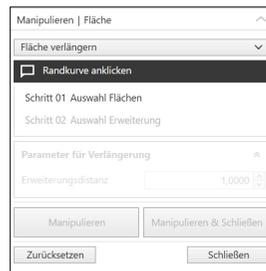


Abb.34 Aus Feature Extrahieren

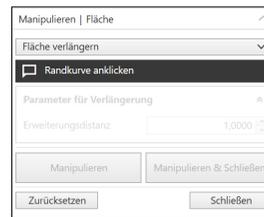


## **Unnötige Zwischenschritte**

Das schrittweise Führen soll den Nutzer unterstützen.  
In dem betrachteten Fall besteht jedoch kein Anlass eine Unterteilung in mehrere Schritte anzuwenden.  
Nicht nur der Workflow wird unterbrochen, auch die Klickzahl wird gesteigert.



1. Schritte beibehalten



2. Hilfebanner



3. In Hilfefunktion integrieren

## **Ansätze**

### **1. Schritte beibehalten**

Beschreibung:

- Schritte werden untereinander gelistet
- aktueller Schritt hervorgehoben/  
andere Schritte werden ausgegraut

Pro:

- bekannte Nutzerführung wird beibehalten
- sofort gesamter Schritt sichtbar
- durch Hervorheben des aktuellen Schritts wird die durchzuführende Interaktion klarer

Kontra:

- Könnte bei umfangreichen Schritten zu Unübersichtlichkeit führen
- wenn alle Schritte, bis auf den Ersten ausgegraut sind, wird der komplette Schritt als nicht nutzbar anerkannt
- platzeffizient

### **2. Hilfebanner**

Beschreibung:

- Schritt 01 wird in Hilfebanner verschoben

Pro:

- sofort gesamter Schritt sichtbar
- platzeffizienter als bei „Schritte beibehalten“

Kontra:

- Hilfestellung könnte schnell übersehen werden

### **3. In Hilfefunktion integrieren**

Beschreibung:

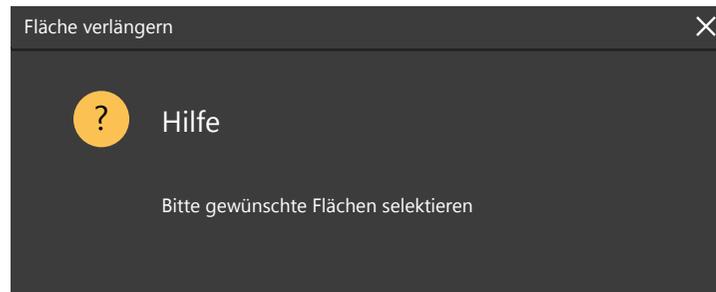
- Hilfestellung wird in Hilfefunktion (Hilfe 3) integriert
- wird aus Schritt komplett entfernt

Pro:

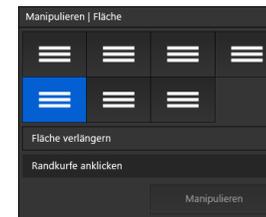
- sehr platzeffizient
- unnötige Information für bereits erfahrene Nutzer nicht mehr sichtbar
- bei Bedarf Hilfe abrufbar

Kontra:

- Hilfestellung könnte schnell übersehen werden



4. Pop-up-Fenster für Hilfe



5. Hilfe ohne Schritte

#### **4. Pop-up-Fenster für Hilfe**

Beschreibung:

- Pop-up öffnet nach festgelegter Zeitspanne ohne Interaktion/Auswahl im CAD-Fenster

Pro:

- Hilfe kann nicht übersehen werden
- Hilfe nur bei Bedarf sichtbar

Kontra:

- Pop-up zu aufdringlich
- Schritt zu unwichtig

#### **5. Hilfe ohne Schritte**

Beschreibung:

- Ohne selektiertes Objekt wird nur eine Hilfestellung angezeigt
- Ist ein Objekt selektiert hat man Zugriff auf die Funktion

Pro:

- Hilfestellung
- Keine zusätzlichen Klicks

Kontra:

- Umfang der Funktion ist nicht ersichtlich

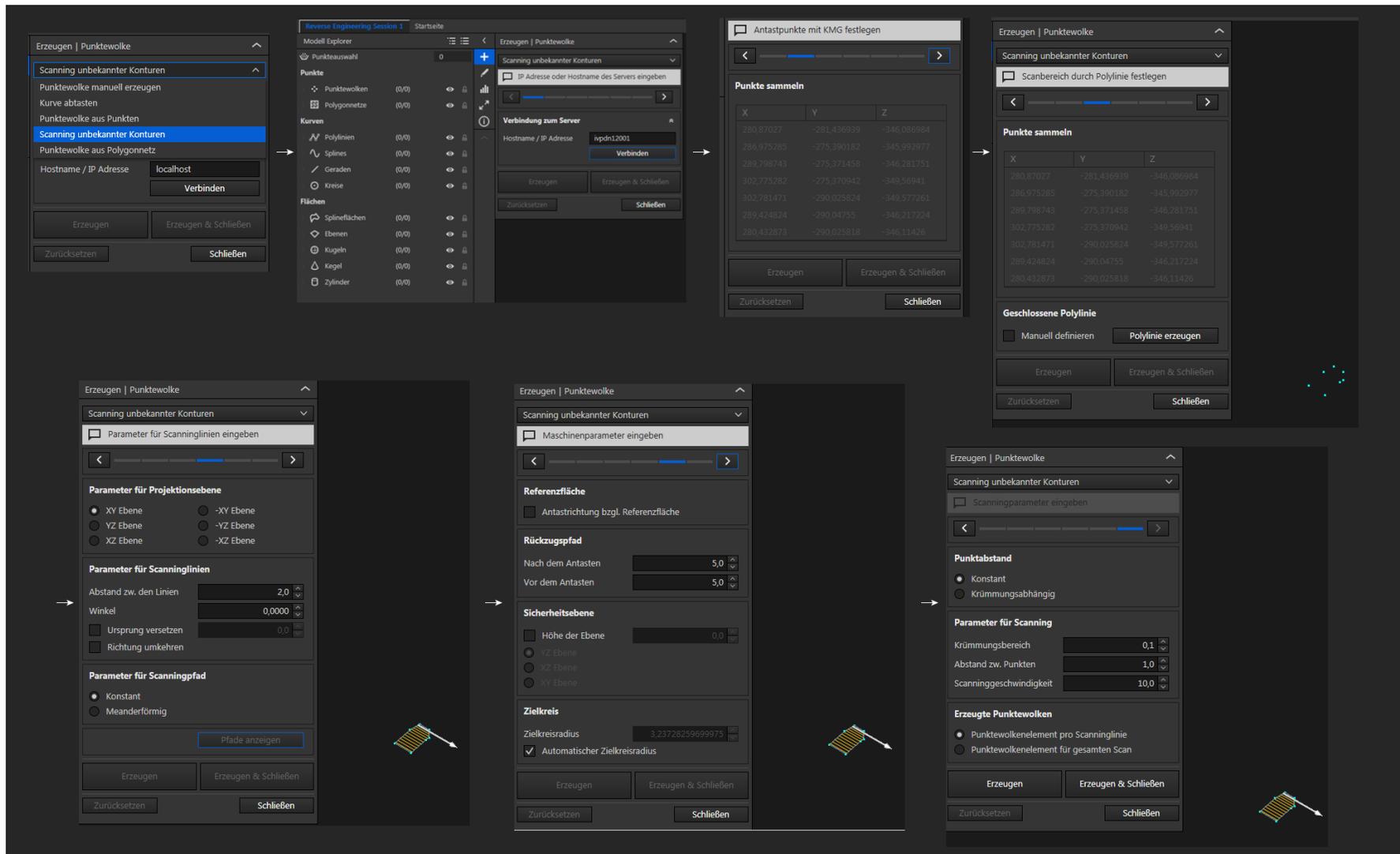


Abb.35 Alle Schritte: Scanning unbekannter Konturen

### **Scanning unbekannter Konturen**

Die Funktion „Scanning unbekannter Konturen“ ist ein Sonderfall, welcher selten genutzt wird. Hier muss der Nutzer sich mit einer Messmaschine verbinden um seine Daten direkt in der Software scannen zu können.

Auf Grund des Sonderfalles wurde hier die Schritt für Schritt-Funktion beibehalten.

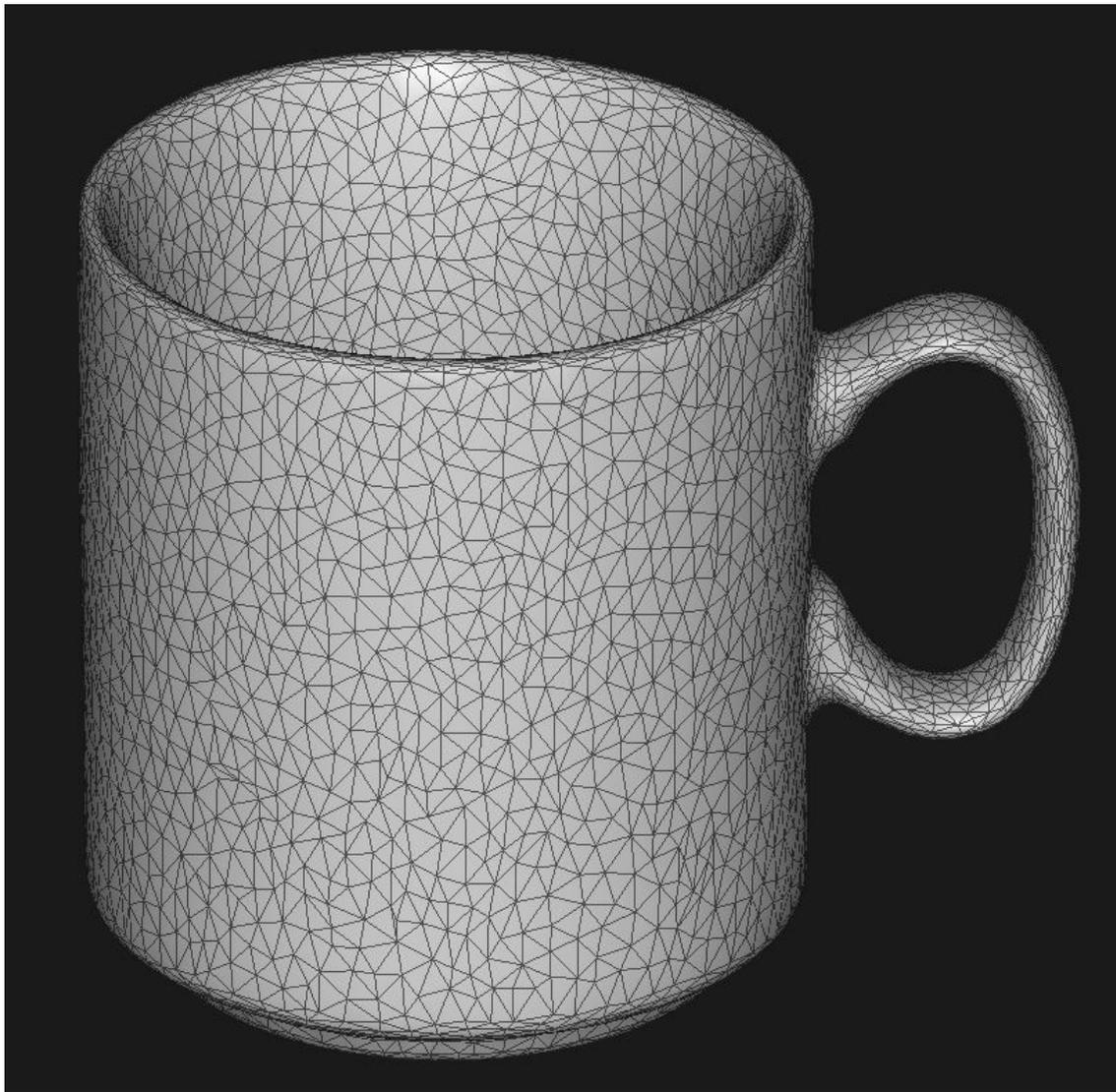


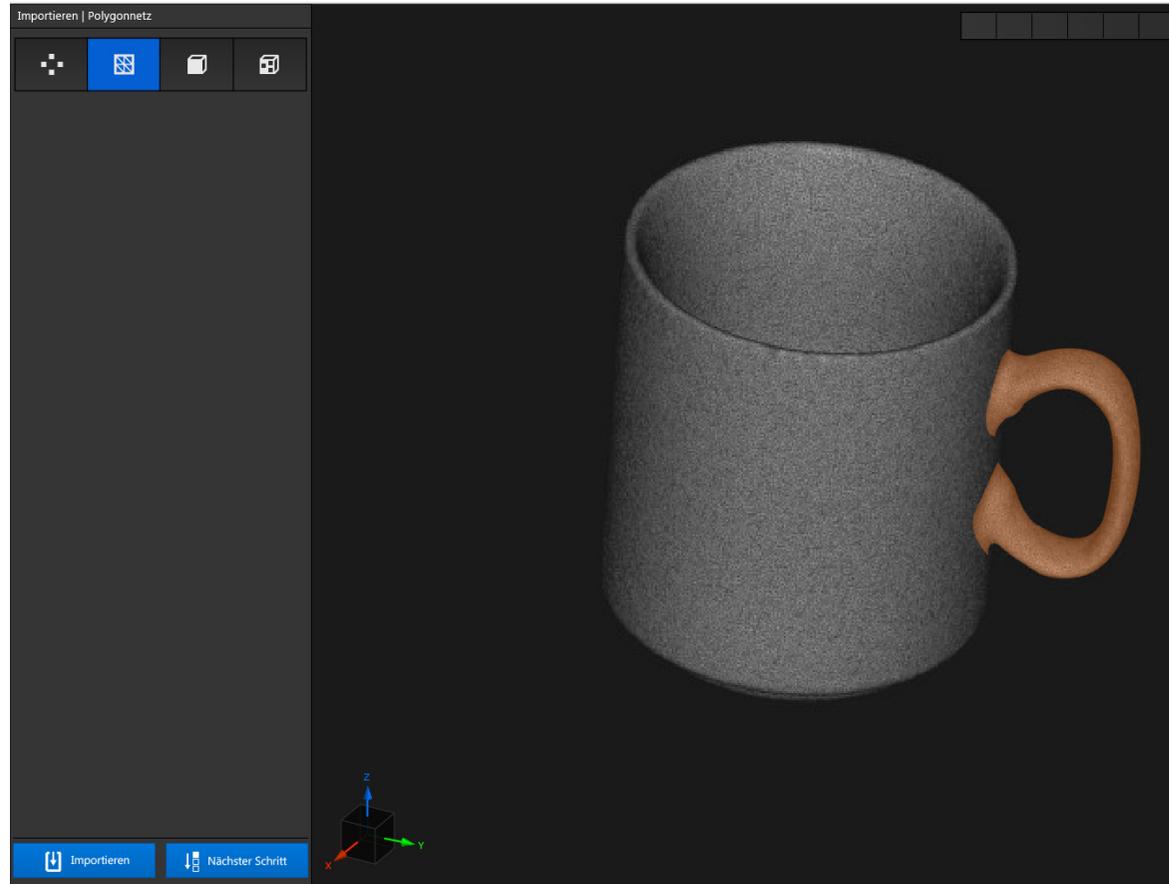
Abb.36 Farbloses Polygonnetz

## **Farben aus anderer Software**

Wenn der Kunde seine zu korrigierenden Daten an einen Messtechniker schickt, sind in den Daten die zu bearbeitenden Bereiche farblich markiert. Die Farbgebung der Kunden ist immer unterschiedlich. Im ZRE ist es nicht möglich diese Farben der Datensätze zu importieren.



1. Farbe ein/ausblenden



2. Farbe in Vorbereitung

## **Ansätze**

### **1. Farbe ein/ausblenden**

Beschreibung:

- Farbe kann per Toggle-Icon ein- und ausgeblendet werden
- Icon im CAD-Fenster

Pro:

- Nutzer kann nach Wunsch zwischen beiden Modi wechseln
- immer erreichbar
- unkompliziert

Kontra:

- Icon könnte übersehen werden

### **2. Farbe in Vorbereitung**

Beschreibung:

- Einblenden von Farbe begrenzt zulassen
- Nur in Vorbereitungsphase

Pro:

- steigert Struktur
- Entscheidung wird abgenommen
- Klickzahl wird verringert

Kontra:

- nicht immer erreichbar
- könnte irritieren

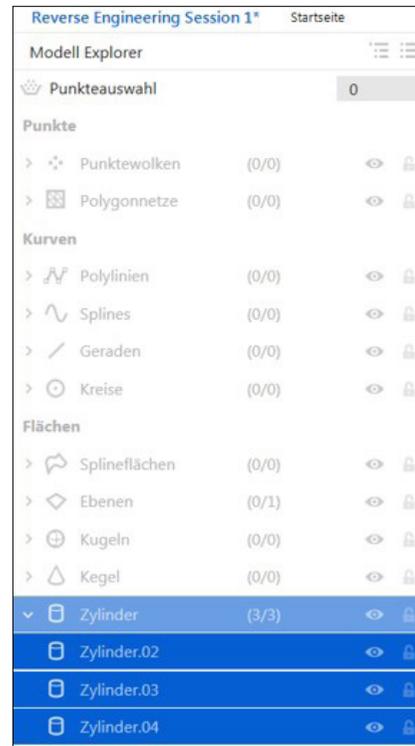


Abb.37 Momentane Benennung (blau)

## **Intelligente Benamung**

Viel Zeit geht bei der Umbenennung von neu erstellen Objektgruppen verloren. Außerdem sind hierfür einige Klicks notwendig. Das ZRE verfügt nicht über eine intelligente automatische Benamung. Neu erstellte Objekte werden mit fortlaufenden Nummern gekennzeichnet, was vor allem bei einer großen Anzahl an Objekten zu Unübersichtlichkeit führt.

Reverse Engineering Session 1*		Startseite
Modell Explorer		
Punkteauswahl		0
<b>Punkte</b>		
>	Punktwolken (0/0)	👁️ 🔒
>	Polygonnetze (0/0)	👁️ 🔒
<b>Kurven</b>		
>	Polylinien (0/0)	👁️ 🔒
>	Splines (0/0)	👁️ 🔒
>	Geraden (0/0)	👁️ 🔒
>	Kreise (0/0)	👁️ 🔒
<b>Flächen</b>		
>	Splineflächen (0/0)	👁️ 🔒
>	Ebenen (0/1)	👁️ 🔒
>	Kugeln (0/0)	👁️ 🔒
>	Kegel (0/0)	👁️ 🔒
▼	Zylinder (3/3)	👁️ 🔒
	inv. Zylinder	👁️ 🔒
	ori. Zylinder	👁️ 🔒
	trans. Zylinder	👁️ 🔒

Intelligente Benennung (blau)

## **Ansätze**

### **1. Autobenennung mit Anlehnung an ausgeführten Prozess**

Beschreibung:

- neues Objekt wird mit Kürzel des ausgeführten Prozesses benannt (Bsp. Approximation = APX)

Pro:

- Zeit/Klickeinsparung
- steigert Übersichtlichkeit

Kontra:

- wenn Kürzel unpassend erscheinen müssen sie geändert werden

Beispiel:

- Soll CAD = Wunschobjekt
- Ist CAD = gescanntes Objekt
- ori. = Original
- inv. = Invertiert
- trans. = Transformiert

### **2. Name von Datensatz übernehmen**

Beschreibung:

- Standardbenennung entfällt
- Originalbetitelung wird beibehalten

Pro:

- Zuordnung fällt leichter
- Umbenennen fällt größtenteils weg = Zeiteinsparung

Kontra:

- Benamung könnte unpassend sein

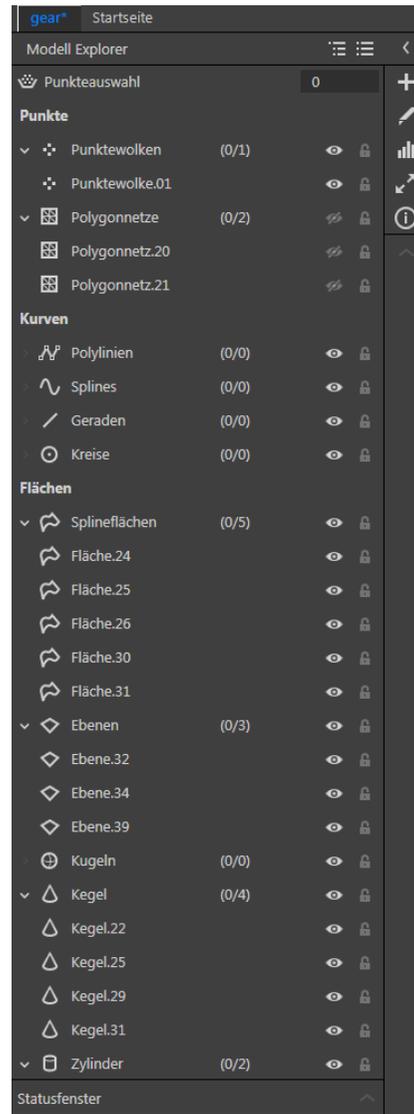
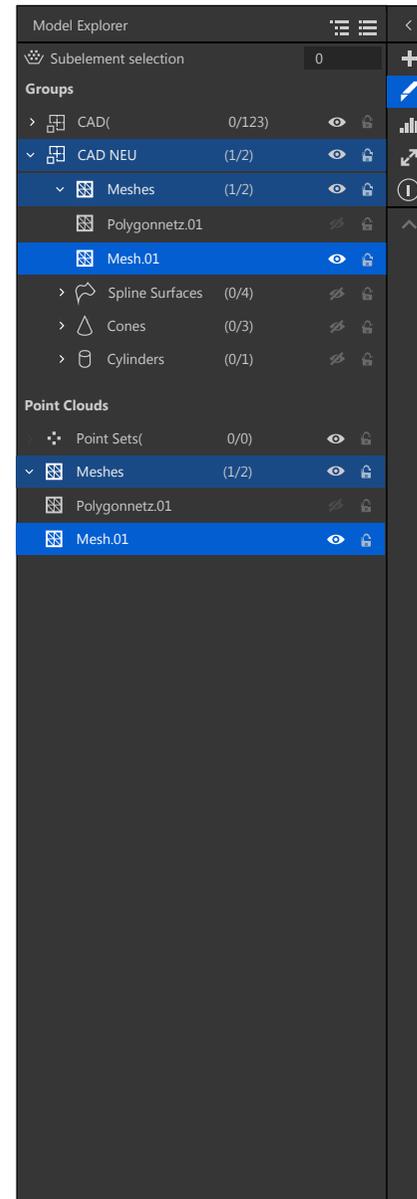
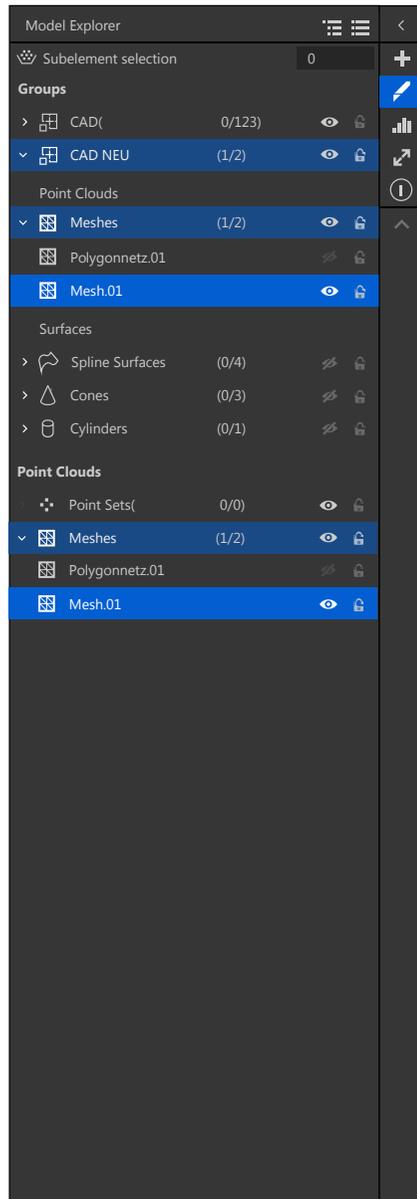


Abb.38 Momentane Listing

## **Unübersichtliche Bereichunterteilung**

Im bisherigen Design werden verschiedene Objektgruppen beim Import vermischt. In einem größeren Auftrag kann dies schnell dazu führen, dass gewisse Teilbereiche lange gesucht werden müssen. Eine Zuweisung der Objektgruppe erfolgt nicht.



Automatische Untergruppen

## **Ansätze**

### **1. Automatische Untergruppen**

Beschreibung:

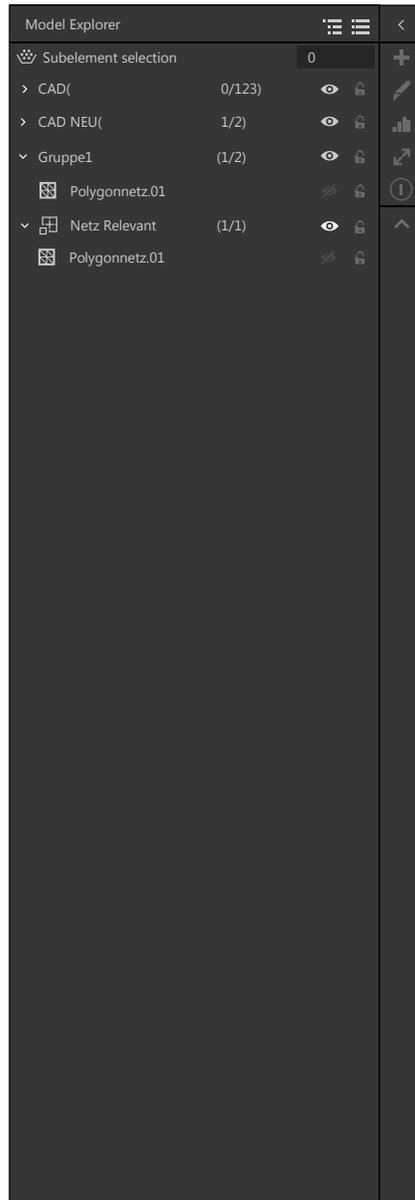
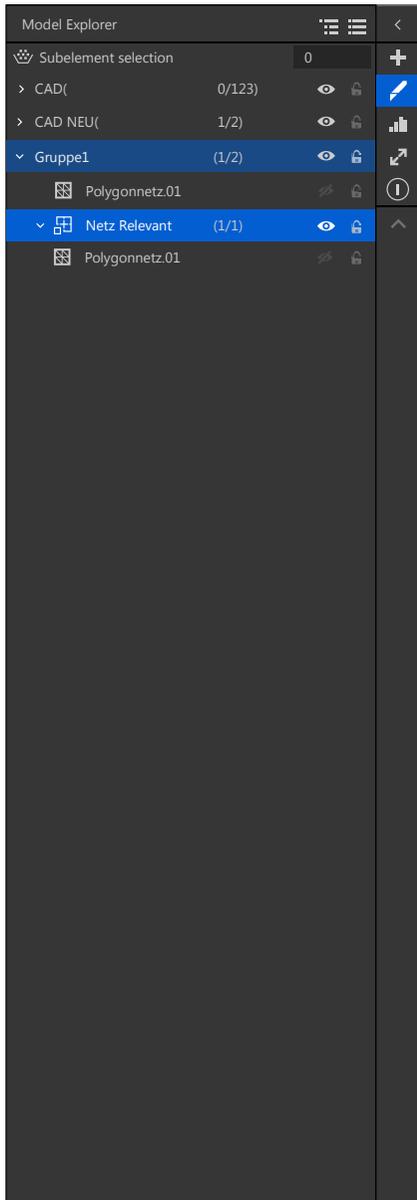
- „Gruppen“ als neue Überkategorie
- Mischung von CAD, STL, Netz in Gruppen möglich
- in den einzelnen Gruppen sind Objekte wie gewohnt gelistet
- Nur Vorhandenes wird angezeigt
- Elemente können per „drag & drop“ verschoben werden
- im CAD-Fenster können Elemente per Rechtsklick in Gruppen zusammengefasst werden
- ist eine Gruppe markiert, werden ihr neue Elemente direkt zugewiesen
- ist keine Gruppe selektiert, wird das neue Element ohne Gruppenzuweisung erstellt
- Gruppen können kopiert werden (Gruppe 1 Kopie)

Pro:

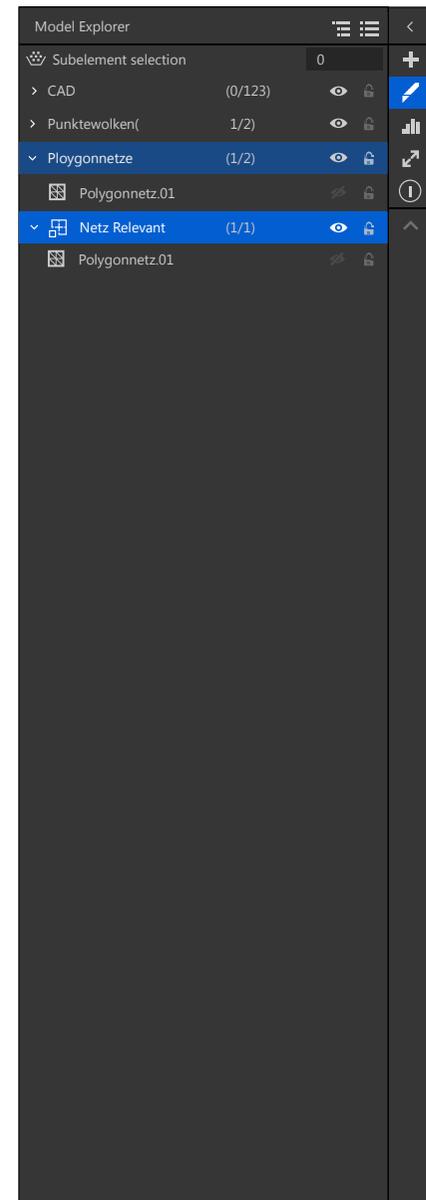
- Zusammengehörigkeit von einzelnen Elementen deutlicher
- bessere Übersicht
- bekannte Listung bleibt erhalten
- ist keine Gruppe angewählt, wird der Workflow nicht behindert

Kontra:

- Länge der Liste nimmt zu, mit gleichbleibendem Inhalt



Automatische Untergruppen 2



Automatische Untergruppen 3

### 1.1. Automatische Untergruppen

Beschreibung:

- Überkategorie = Gruppenverzeichnis
- Mischung von CAD, STL, Netz in Gruppen möglich
- freie Listung ohne Gruppe entfällt
- in den einzelnen Gruppen sind Objekte wie gewohnt gelistet
- Nur Vorhandenes wird angezeigt
- Elemente können per „drag & drop“ verschoben werden
- im CAD-Fenster können Elemente per Rechtsklick in Gruppen zugewiesen werden
- Erstellen nur mit markierter Gruppe möglich
- ist keine Gruppe markiert, ist die Action-Bar ausgegraut
- kein Datensatz, leere Gruppe vorhanden (Gruppe1)

Pro:

- Nutzer wird zu Zuweisung gezwungen

Kontra:

- Workflow kann gestört werden
- Explorer muss immer wieder aufgeklappt werden
- großer Frustfaktor für unerfahrene Nutzer

### 1.2. Automatische Untergruppen

Beschreibung:

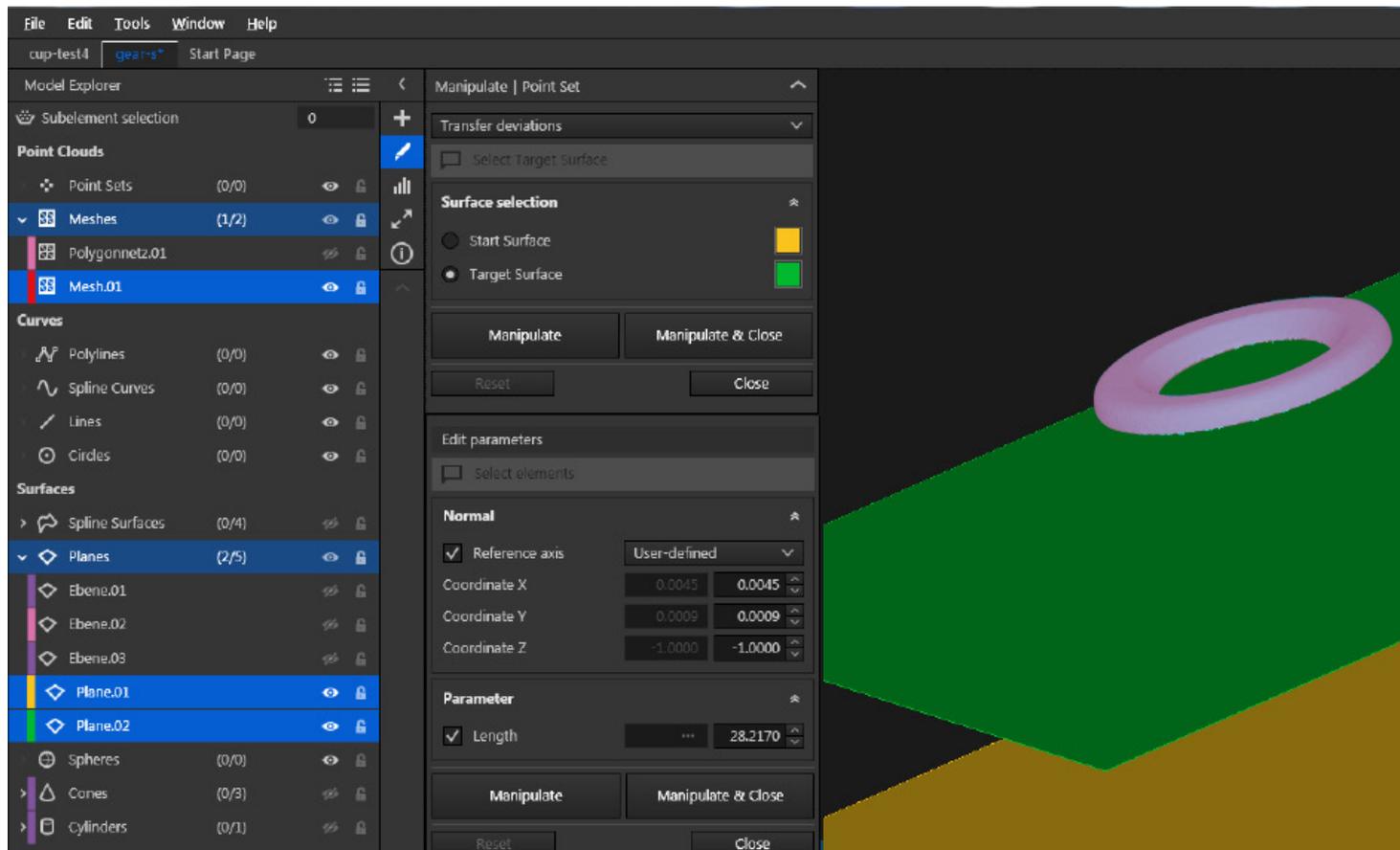
- 3 Übergruppen für CAD, Polygonnetz und Punktwolke
- keine Mischung von CAD, STL, Netz in Übergruppen möglich
- freie Listung ohne Gruppe entfällt
- in den einzelnen Gruppen sind Objekte wie gewohnt gelistet
- Nur Vorhandenes wird angezeigt
- Elemente können per „drag & drop“ verschoben werden
- im CAD-Fenster können Elemente per Rechtsklick in Gruppen zugewiesen werden
- Erstellen nur mit markierter Gruppe möglich
- ist keine Gruppe markiert, ist die Action-Bar ausgegraut

Pro:

- Eindeutige Zuweisung

Kontra:

- Mehr Untergruppen in Übergruppen nötig
- keine Mischung möglich



Pinke Markierungen im Explorer und CAD-Fenster

## 2. Farbliche Kennzeichnung

Beschreibung:

- Objekte, welche dem selben Datensatz angehören werden mit der selben Farbe markiert
- Übergruppen können eingefärbt werden

Pro:

- bei wenig Farben/Gruppen schnelle Zuordnung
- Zuordnung ohne Veränderung des momentanen Layouts

Kontra:

- Zu viele Farben steigern Unübersichtlichkeit
- steigert Unruhe
- funktioniert nicht in Kombination mit „Abweichungen übertragen“ & „Vorschau“
- farbliche Zuweisung wird auch im CAD-Fenster erwartet

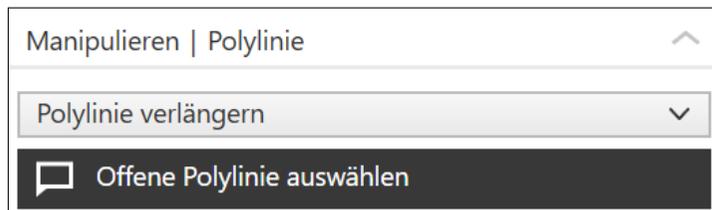


Abb.39 Hilfestellung in Funktion

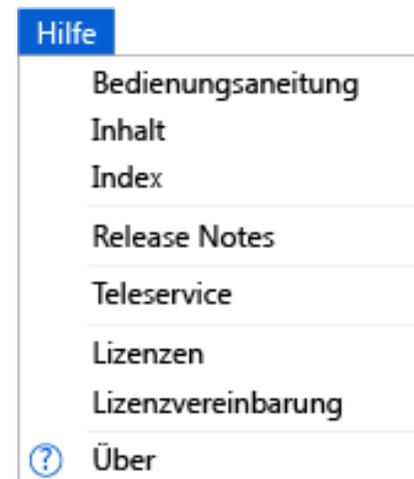
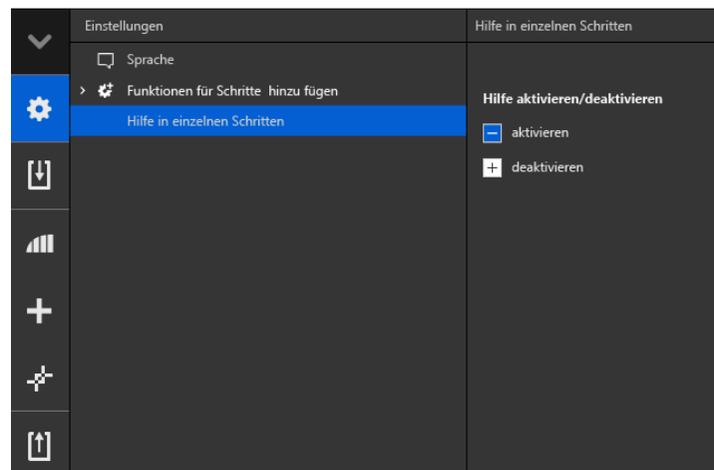


Abb.40 Hilfe in oberen Leiste

## Hilfe

Innerhalb der Funktionen befinden sich als erster Punkt kleine graue Kästen. In ihnen ist in einem Satz beschrieben, was der Nutzer tun muss, um die Funktion erfolgreich durchzuführen. Ist diese Hilfestellung nicht ausreichend, kann sich der Nutzer online in der Bedienungsanleitung informieren oder Kontakt zum Support aufnehmen. Diese Optionen sind in der obersten Leiste unter dem Punkt „Hilfe“ zu finden.



1.2 Hilfe in Einstellungen aktivieren

## **Ansätze:**

### **1. Hilfe in Einstellungen aktivieren**

Beschreibung:

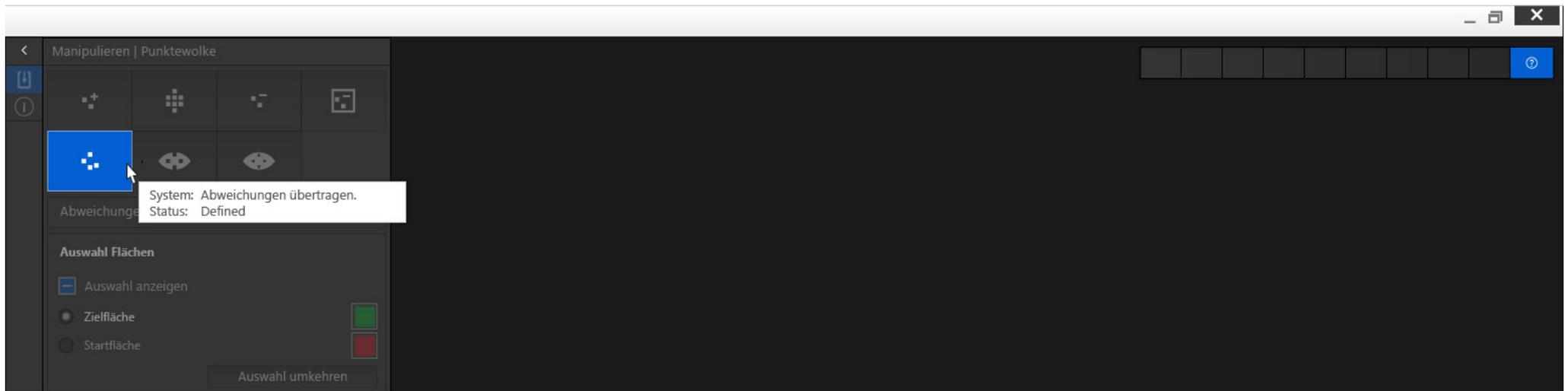
- Hilfe in Einstellungen aktivieren
- Tool-Tip wird bei Hover schneller angezeigt

Pro:

- schnellerer Zugang zu Informationen

Kontra:

- Tool-Tip kann bei Arbeit schnell stören
- für Hilfe mehr Informationen nötig
- Tool-Tipps bereits vorhanden



Hilfeicon in der Tool-Bar

## 2. Hilfe-Icon

Beschreibung:

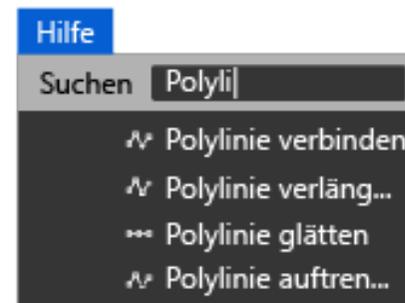
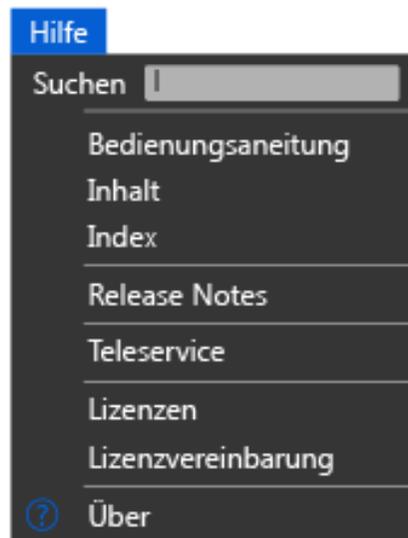
- alle grauen Informationsfenster werden entfernt
- Anstelle dessen befindet sich jetzt ein Hilfe-Icon in der Tool-Bar
- Toggle-Icon
- bei Aktivierung wird alles leicht ausgeblendet (Nav-Bar, Explorer, Action-Bar, Editor, Tool-Bar, Main-Area und Tab-Bar)
- hovert man mit dem Mauszeiger über einen Bereich oder Funktion, so wird diese hervorgehoben
- nun erhält man in einem Infofenster Informationen über diesen Bereich in Form von Text, Bilder oder Animationen
- in diesem Modus bleibt jede Funktion ausführbar und jeder Schritt begehbar
- Modus lässt sich durch Klick auf das Hilfe-Icon beenden

Pro:

- Problemlösung schnell auffindbar
- Platzeinsparung durch entfernen der Informationsfenster
- präzisere Informationsfindung
- komplette Funktion in einem Icon
- wenn Hilfefunktion nicht vonnöten, in der Tool-Bar versteckt

Kontra:

- Icon wird schnell übersehen
- Einführung eines neuen Mechanismuses



2. Suchleiste für Funktionen

### 3. Suchleiste für Funktionen

Beschreibung:

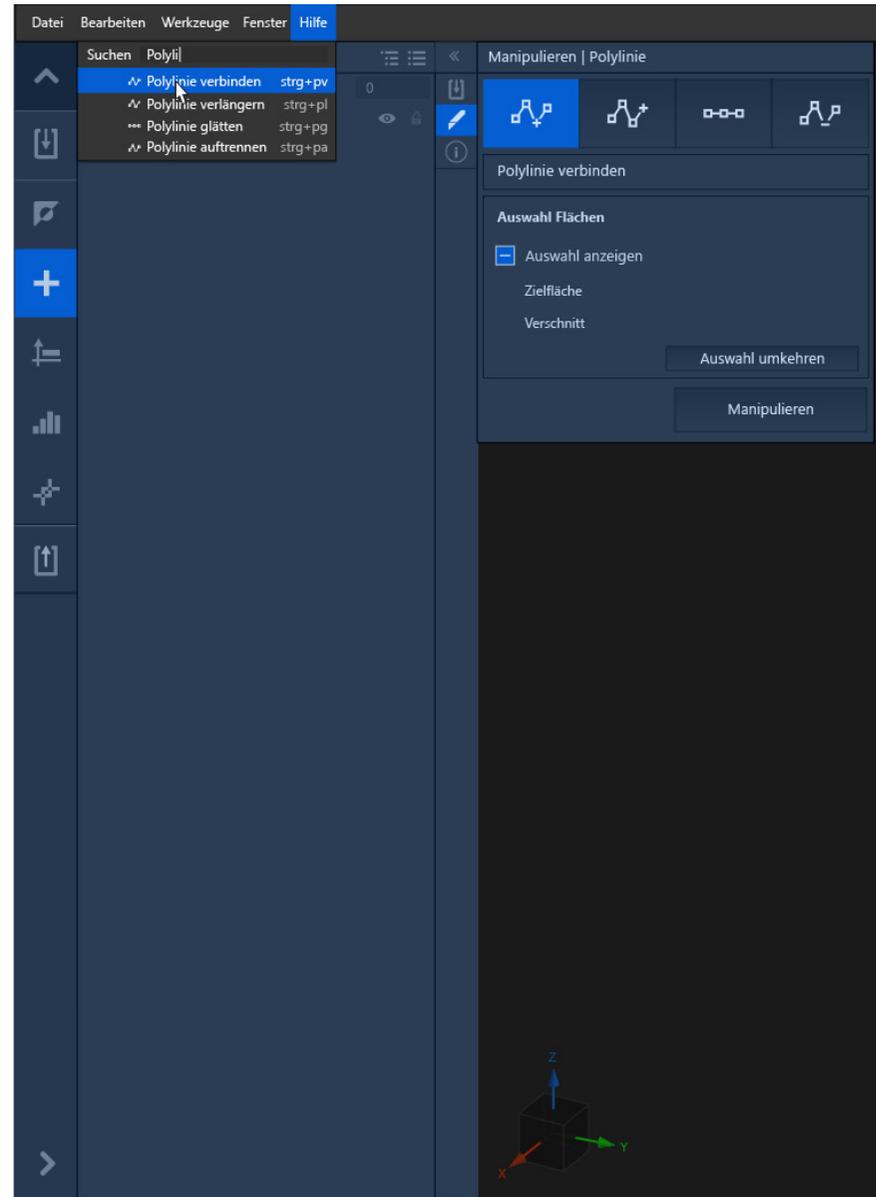
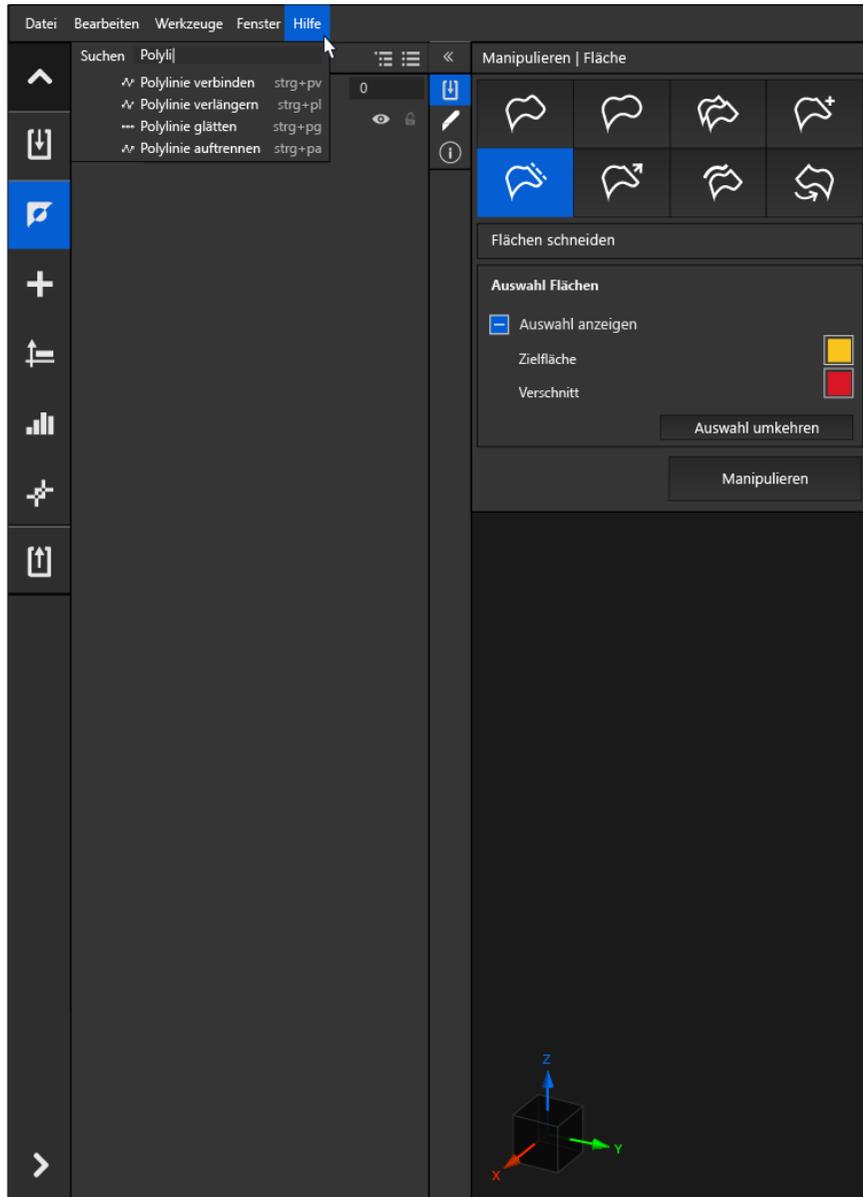
- Suche nach Funktionen
- in der Windows-Top-Bar im Schritt „Hilfe“
- direkte Führung zu Funktion durch farbliche Kennzeichnung des Pfades

Pro:

- enorme Zeiteinsparung da eigenständiges Suchen überflüssig wird

Kontra:

- eventuelles Verlassen des momentanen Schritts könnte Workflow schaden
- Suchleiste leicht versteckt



Funktionsuche

### 3.1. Suchleiste für Funktionen

Beschreibung:

- Suchefunktion für Funktionen
- in der Windows-Leiste unter „Hilfe“
- Textfeld
- Vorschläge vertikal in unteren Zeilen geordnet (+ Shortcuts)
- bei Hover eines Vorschlags wird alles Unwichtige ausgeblendet
- nur der Pfad zur gesuchten Funktion wird hervorgehoben eingeblendet (Blau)

Pro:

- direkte Führung zu Funktion
- Lerneffekt durch Folgen des Pfades

Kontra:

- Zeitintensiv
- Pfadanwendung wird nicht direkt klar

oft gehen  
 haben  
 haben  
 in mir  
 über nicht mehr  
 in ausgeführt werden  
 die man die man lösen muss  
 + Maus, Vorschau auf Zahlen mit

---

Short Cut  
 für  
 - Funktionen  
 Maus suchen ohne Werte  
 - Schnitt Cut im Fenster  
 von Schritt Beschreibung  
 - Umbenennung aus Punkten / Polygone  
 1. Teil Kreis / Aus Rand eines Zylinders / Kegel  
 1. Teil Ellipse / Aus Rand einer Ebene  
 - Polygone / Aus Rand eines Polys  
 - Aus schneiden  
 Teil Kugel  
 Zylinder  
 Kegel

Short-Cut-Skizzen

## Short-Cuts

Bisherige Short-Cuts:

F1: Die Hilfe zum Programm wird geöffnet.

STRG + 0: Die Sichtbarkeit des Koordinatenursprungs im CAD wird ein- bzw. wieder ausgeblendet.

STRG + S : Die aktuellen Änderungen werden gespeichert.

STRG + Z : Die letzten Arbeitsschritte werden rückgängig gemacht.

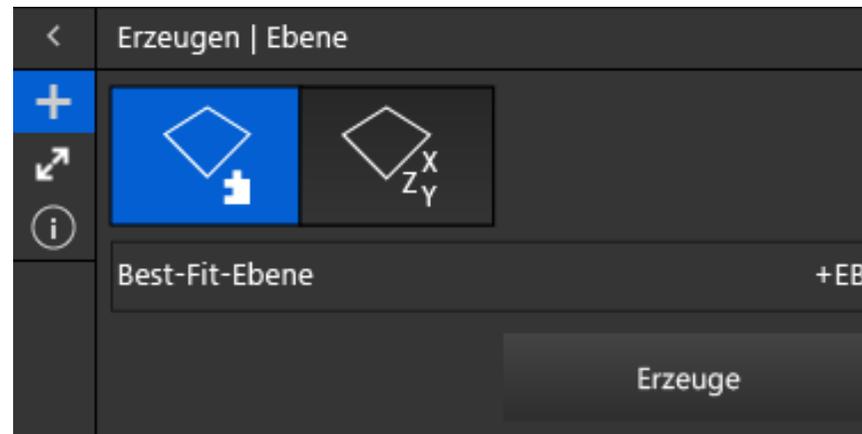
STRG + Y : Wiederherstellen der letzten rückgängig gemachten Arbeitsschritte.

Short-Cuts für Funktionen in Erzeugen:

- Punktwolke aus Punkten
- Punktwolke aus Polygonnetz
- Best-Fit-Kreis
- Aus Rand eines Zylinders
- Aus Rand eines Kegels
- Best-Fit-Ebene
- Aus Rand einer Ebene
- Ungeordnete Polylinie
- Aus Rand eines Polygonnetzes
- Ebene und Polygonnetz schneiden
- Aus Rand einer Fläche
- Best-Fit-Kugel
- Best-Fit-Zylinder
- Best-Fit-Kegel
- Best-Fit-Ebene
- Loftingfläche

Short-Cuts für Funktionen in Manipulieren:

- Polygonnetz regularisieren
- Komponentenerkennung
- Orientierung umkehren (Spline)
- Projektion auf Fläche
- Fläche verbinden
- Orientierung umkehren (Fläche)



Short-Cut bei Benamung

Beschreibung:

- bisher nur wenig Short-Cuts
- die meisten beziehen sich auf die Interaktion im CAD-Fenster
- wo möglich wird Funktion mit Short-Cut hinterlegt
- Short-Cut wird hinter Titel der Funktion im Explorer angezeigt

Pro:

- schnelles Arbeiten
- Explorer weniger oft aufgeklappt
- Klickzahl wird verringert

Kontra:

- nicht bei allen Funktionen möglich (Eingabe von Werten nötig)

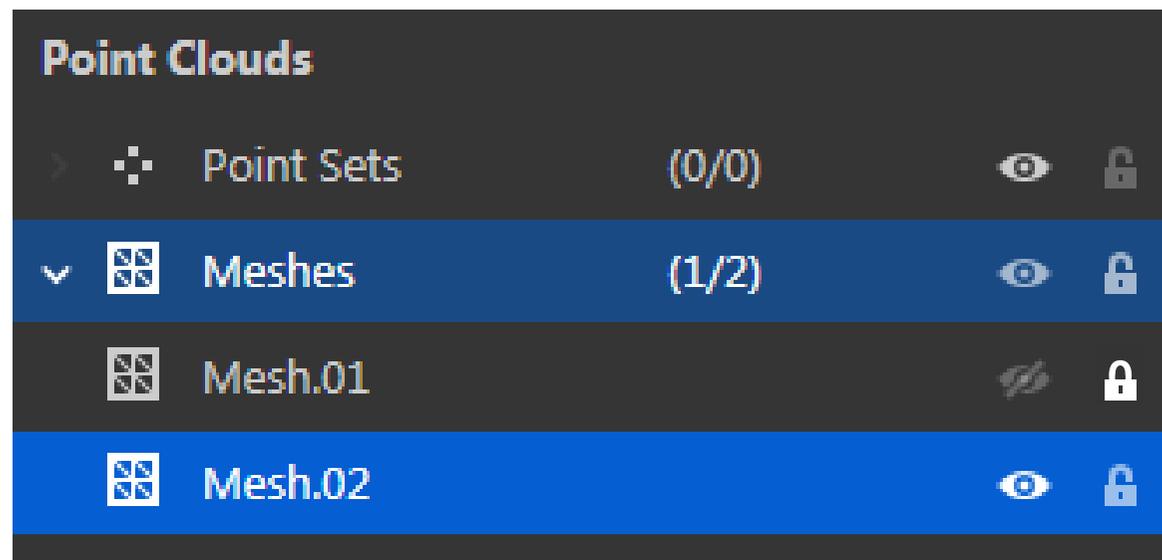


Abb.41 Sperr- & Einblendeicon

## Explorer-Icons

Die Icons zum Ein- und Ausblenden, sowie zum Sperren lassen sich in der momentanen Version entweder einzeln oder nur als Gesamtpaket anwählen.

### Ansätze

Beschreibung:

Möchte man schnell den Großteil einer Objektgruppe ausblenden, kann man mit gedrückter Maustaste über die gewünschten Icons hovern.

Pro:

- schnellere/bessere Handhabung
- präzisere Auswahl

Kontra:

-

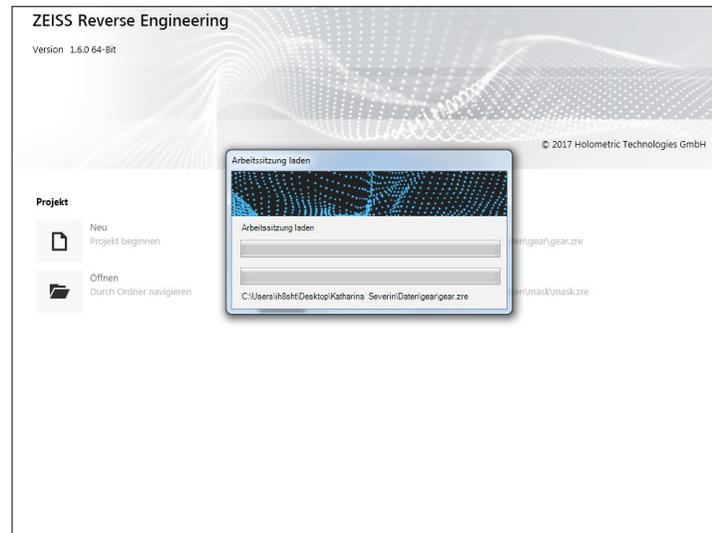


Abb.42 Projekt Lade-Screen

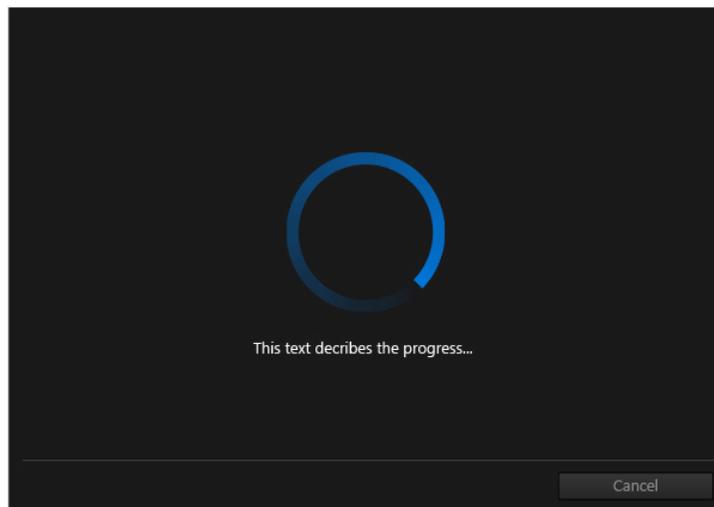


Abb.43 Lade-Screen mit Abbrechen-Button

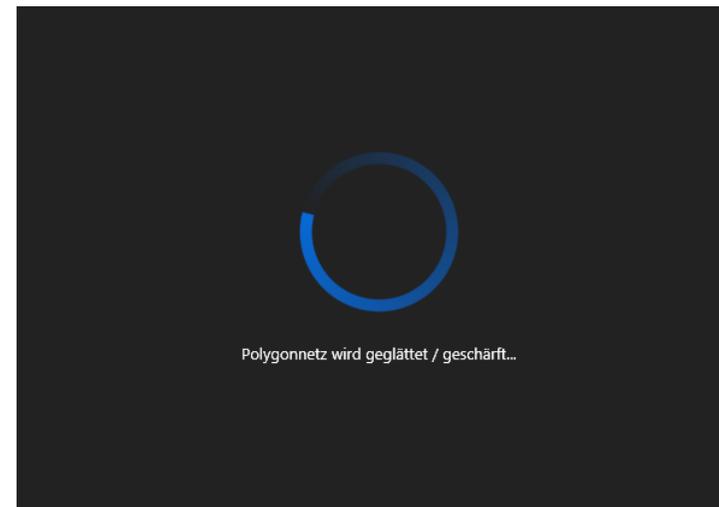


Abb.44 Lade-Screen ohne Abbrechen-Button

## Lade-Screen

In der bestehenden Version des ZRE existieren drei Lade-Screens. Möchte man etwas ausführen, erscheint entweder ein Lade-Screen mit oder ohne Abbrechen Button. Hier hatten befragte Nutzer bereits geäußert, dass es wünschenswert wäre, immer die Möglichkeit zu haben Abbrechen zu können.

Beim Öffnen oder Erstellen eines neuen Projekts erscheint ein Lade-Screen, welcher noch aus einer älteren Entwicklerphase zu stammen scheint.

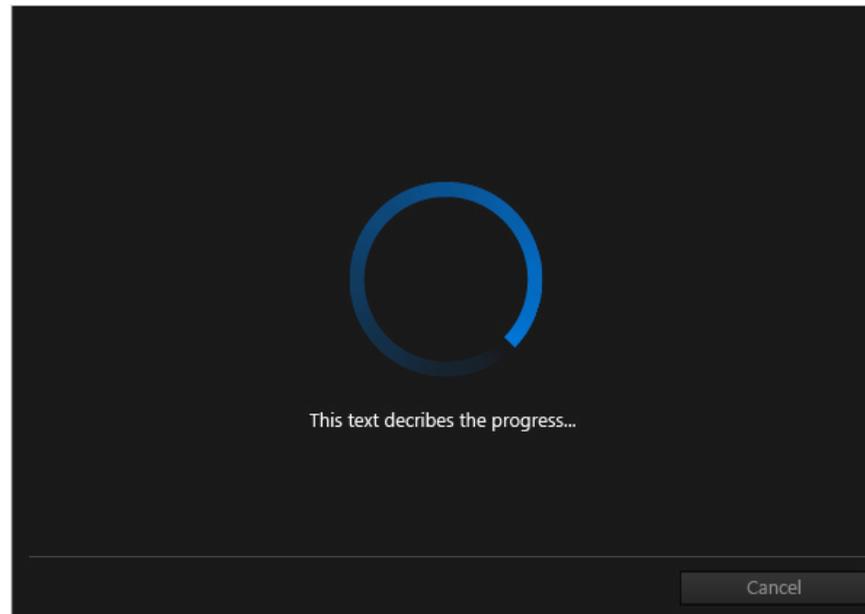


Abb.43 Lade-Screen mit Abbrechen-Button

## **Ansätze**

### **Ladescreen mit Abbrechen-Button**

Beschreibung:

- immer den selben Ladescreen verwenden
- Möglichkeit Vorgang abbrechen

Pro:

- Möglichkeit den Vorgang abbrechen
- visuell einheitlich

Kontra:

- Abbrechen nicht immer möglich  
(Technische Gründe)



Abb.45 Projektleiste

## **Tabs**

Um einen geöffneten Tab zu schließen, muss das X rechts außen, am anderen Bildschirmrand genutzt werden. Zudem ist ein Auflistungspfeil immer vorhanden, auch wenn beispielsweise nur ein Tab geöffnet ist. Im hellen Modus besteht nur eine sehr schlechte Trennung zwischen den jeweiligen Tabs.

Datei Bearbeiten Werkzeuge Fenster Hilfe			
Reverse Engineering S X	Startseite	X	
Modell Explorer		Erzeugen	

Tab mit blauem Highlite

Datei Bearbeiten Werkzeuge Fenster Hilfe			
Reverse Engineering S X	Startseite	X	
Modell Explorer		Erzeugen	

Nicht angewählter Tab ausgegraut

## **Ansätze**

### **Tabs mit X Schließen**

Beschreibung:

- X direkt an Tabs
- visuell Trennen
- Auflistungspfeil nur da, wenn nötig

Pro:

- Schließen X eindeutiger zuzuordnen
- visuelle Trennung auch im hellen Modus

Kontra:

-

Status Window	
Mesh curvature	
Gauss Curvature max	132.22974
Gauss Curvature min	-353.31379
Gauss Curvature $\emptyset$	0.00881
Gauss Curvature $\sigma$	2.36723
Mean Curvature max	14.32725
Mean Curvature min	-16.09446
Mean Curvature $\emptyset$	-0.08682
Mean Curvature $\sigma$	0.77902

Abb.46 Statusfenster

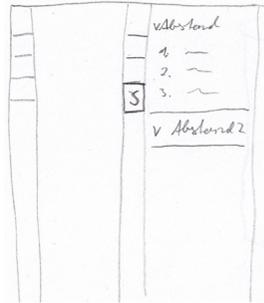
## Statusfenster

Im Statusfenster werden, wenn anwendbar, die Informationen zur aktuellen Funktion angezeigt, z.B. die Abstandsinformation bei der Flächenapproximation für die jeweilige Iteration.

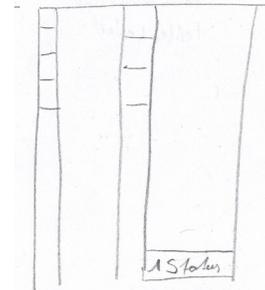
Je nachdem wie genau diese sind, geht er über zum nächsten Schritt oder führt die Analyse erneut durch.

Im Moment befindet sich das Statusfenster am unteren Rand des Explorers.

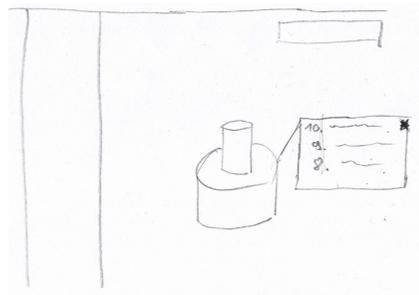
Das Fenster ist ein- und ausklappbar.



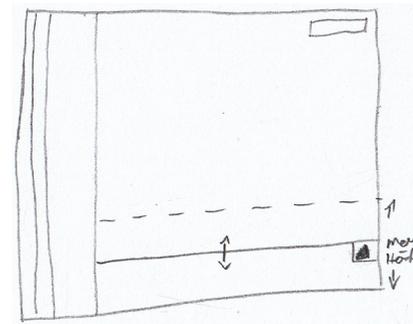
1. Statusfenster in der Action-Bar



2. Statusfenster im Editor



3. Infiltrationen im CAD-Fenster



4. Statusfenster in der Tab-Bar

## **Ansätze**

### **1. Statusfenster in der Action-Bar**

Beschreibung:

- Statusfenster in Action-Bar platziert

Pro:

- schnell zu erreichen
- platzsparend

Kontra:

- oft zwischen Schritten in der Action-Bar springen
- drei letzte Iterationen müssen direkt abgerufen werden können

### **2. Statusfenster in Editor**

Beschreibung:

- Statusfenster bleibt im Editor
- drei wichtigsten Iterationen werden im CAD-Fenster angezeigt

Pro:

- Editor muss nicht mehr wegen Statusfenster ausgeklappt sein
- platzsparend
- wichtige Informationen direkt ersichtlich

Kontra:

- Pop-Up kann stören
- zusätzlicher Klick zum Schließen

### **3. Information im CAD-Fenster**

Beschreibung:

- letzte drei Iteration werden an Modell angezeigt
- Fenster mit Klick auf X schließen

Pro:

- wichtige Informationen direkt ersichtlich

Kontra:

- Pop-Up kann stören
- zusätzlicher Klick zum schließen

### **4. Statusfenster in der Tab-Bar**

Beschreibung:

- X direkt an Tabs
- visuell trennen
- Auflistungspfeil nur da, wenn nötig

Pro:

- wichtige Informationen im CAD-Fenster einsehbar
- Explorer kann geschlossen bleiben

Kontra:

- In der Tab-Bar sind sonst andere Funktionen zu finden
- nimmt viel Platz vom CAD-Fenster ein
- Informationen im Statusfenster füllen nicht die gesamte Tab-Bar

Iteration	Max. Distanz	Maen Distanz
10	9,4829	0,2731
09	9,3829	0,2731
08	9,2829	0,4731
07	9,1829	0,5731
06	9,1813	0,6731
05	8,4829	0,7931
04	5,4829	0,0731
03	4,4829	0,1731

4.1. Statusfenster nimmt gesamte Tab-Bar ein

Iteration	Max. Distanz	Maen Distanz
10	9,4829	0,2731
09	9,3829	0,2731
08	9,2829	0,4731
07	9,1829	0,5731
06	9,1813	0,6731
05	8,4829	0,7931
04	5,4829	0,0731
03	4,4829	0,1731
02	4,4829	0,1731

4.2. Tab-Bar unterteilt

#### **4.1. Gesamte Länge in Tab-Bar**

Beschreibung:

- Statusfenster in Tab-Bar
- Satusfenster nimmt gesamte Länge der Tab-Bar ein
- aktuellste Information wird immer als Erste gelistet
- Informationen ein- und ausklappbar

Pro:

- wichtige Informationen im CAD-Fenster einsehbar
- Explorer kann geschlossen bleiben

Kontra:

- Platz in Tab-Bar nicht optimal genutzt
- ältere Informationsgruppen können leicht übersehen werden

#### **4.2. Tab-Bar unterteilt**

Beschreibung:

- Statusfenster in Tab-Bar
- Tab-Bar wird unterteilt
- Aktuelle Information in linker Spalte
- vorangegangene Informationen in rechter Spalte
- Informationen ein- und ausklappbar

Pro:

- Platz gut genutzt
- Trennung zwischen aktueller und zurückliegender Information
- Ältere Informationsgruppen können nicht mehr leicht übersehen werden

Kontra:

- Verschiebung der Information in anderes Fenster

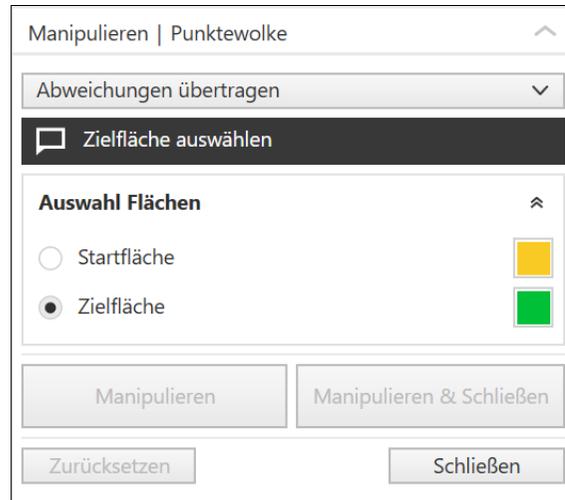


Abb.47 Abweichungen übertragen

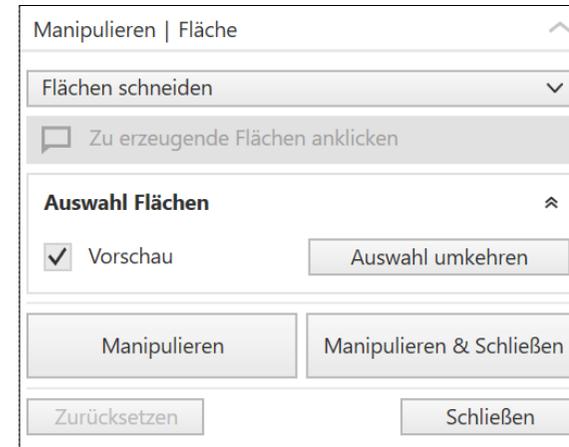
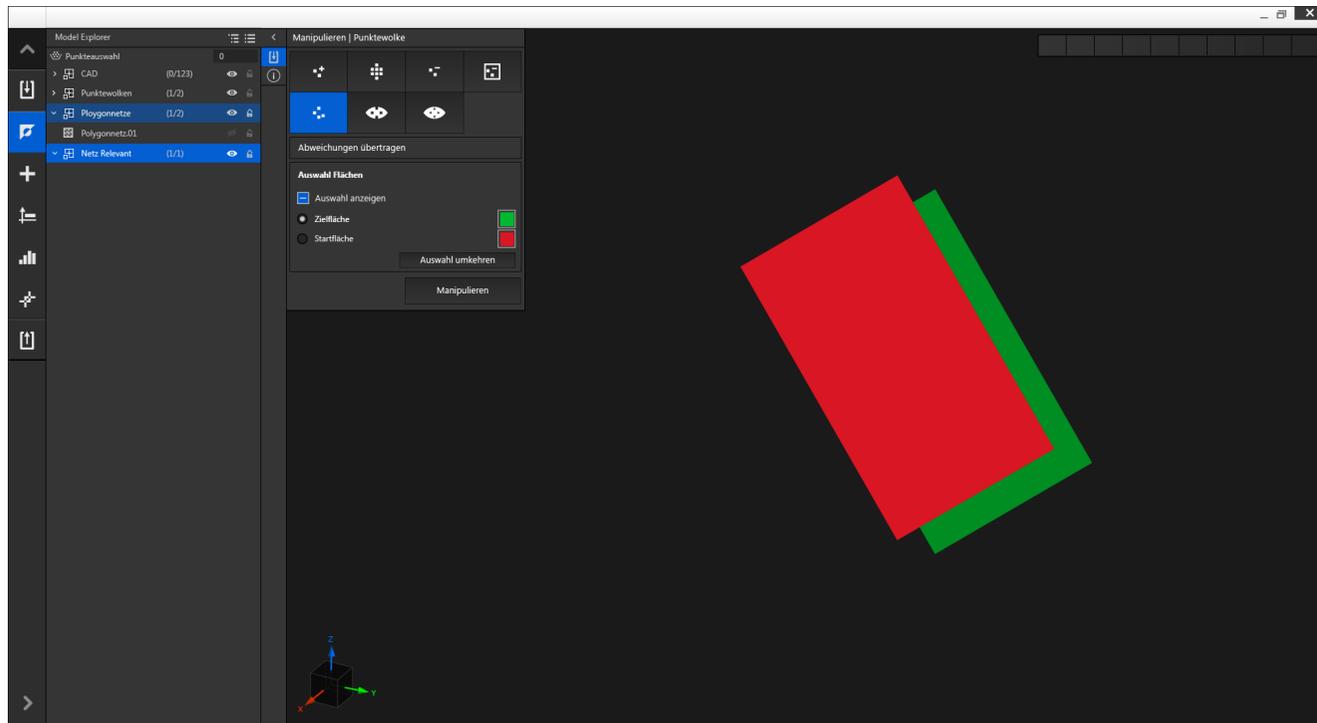


Abb.48 Flächen schneiden

## **Abweichungen übertragen und Verschneiden**

In den beiden Arbeitsschritten  
„Abweichungen übertragen“ und „Verschneiden“  
bestand das Hauptproblem in der Verknüpfung  
des CAD-Fensters und dem Explorer.  
Für beide Schritte ist es wichtig schnell  
im Explorer nachprüfen zu können,  
ob die richtigen Elemente selektiert wurden.  
Nachdem die Schritte durchgeführt wurden,  
wäre wieder eine Autobenennung hilfreich.  
Im Schritt „Verschneiden“ ist zudem die  
Bezeichnung „Vorschau“ für die Anzeige  
der selektierten Elemente irreführend.



Abweichung übertragen als Schritt

## **Ansätze**

### **Abweichungen übertragen**

Beschreibung:

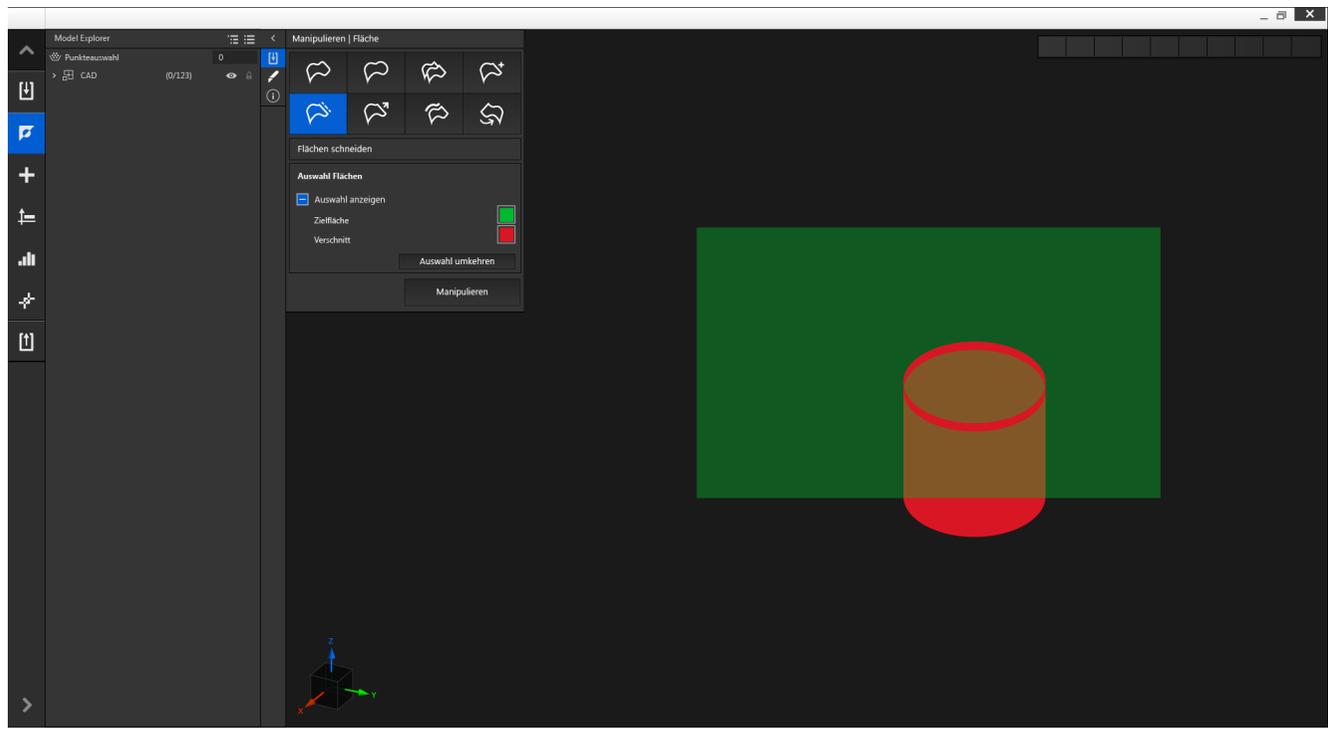
- kein Tastaturbefehl nötig
- Rechtsklick am Modell,  
Selektion im Explorer anzeigen
- Farbe der Startfläche in Rot geändert
- Button für Auswahl umkehren
- bei zweitem Klick auf Fläche  
Wechsel zwischen Start und Zielfläche
- Checkbox für Auswahl anzeigen
- erstellte Punktwolke  
automatisch selektiert (gelb)

Pro:

- kein Tastaturbefehl mehr nötig
- einfacher Wechsel zwischen  
Start- und Zielfläche
- eindeutige Benamung

Kontra:

- Farbgebung ist irreführend
- für farbenblinde Nutzer nicht geeignet



Verschneiden als Schritt

## **Ansätze**

### **Verschneiden**

Beschreibung:

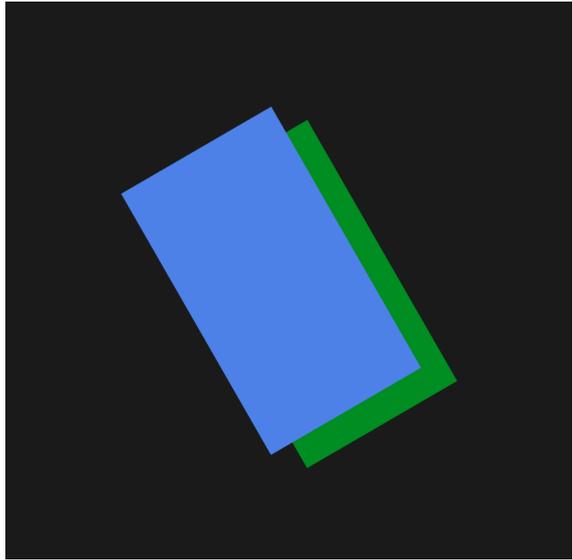
- Farben mit Funktion beschrieben
- „Vorschau“ in „Auswahl anzeigen“ umbenannt
- Automatische Benennung für Original (Ori) und Verschnitt (ver.)
- „Auswahl anzeigen“ auch nach ausführen des Schritts noch aktiv
- „Auswahl anzeigen“ aktiv, Explorer nicht ausgegraut

Pro:

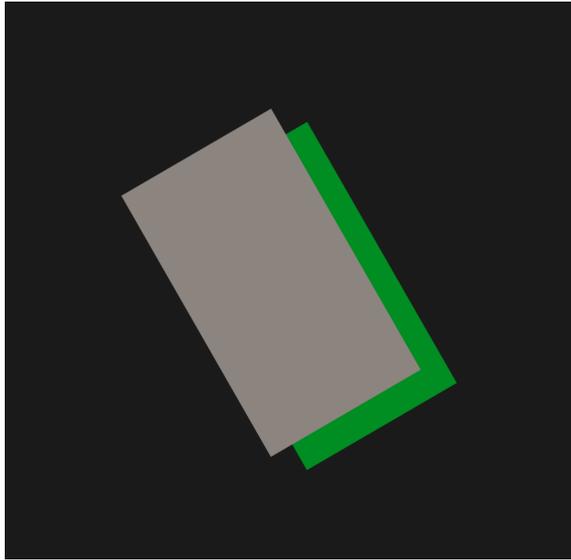
- Zugriff auf Explorer
- Einheitlich zu Abweichungen übertragen

Kontra:

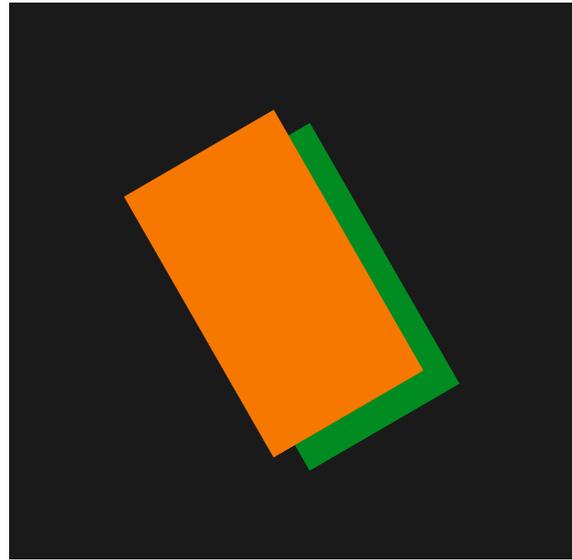
- Farbgebung ist irreführend
- für farbenblinde Nutzer nicht geeignet



Farbschema blau/grün



Farbschema braun/grün

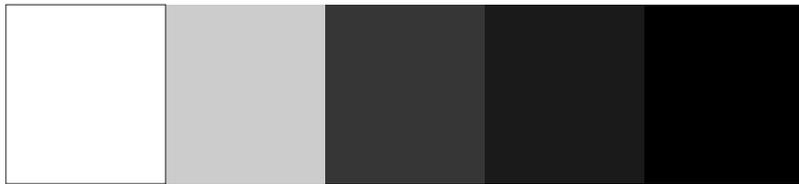


Farbschema orange/grün

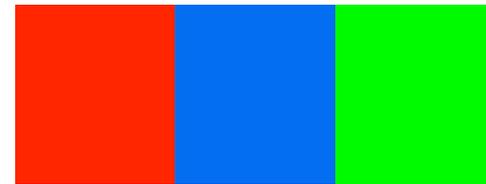
## Farbe

Die Farbgebung in Rot für die Selektion in der Funktion „Abweichungen übertragen“ und „Flächen verschneiden“ wurde als zu negativ wahrgenommen. Zudem hätten Farbenblinde große Probleme bei der Unterscheidung der Flächen. Aus diesen Gründen wurde nach einer neuen Farbgebung gesucht. Da die Rot-Grün-Schwäche 9% aller Männer und 8% aller Frauen betrifft und damit „deutlich häufiger als eine Gelb-Blau-Sehschwäche (Tritanopie) oder die vollständige Farbenblindheit“ [3] auftritt, wurde diese Gruppe bei der Farbfindung berücksichtigt. Gesucht wurde eine Farbe mit ausreichendem Kontrast für alle Nutzer.

Wichtig war zudem, dass die Farbe nicht bereits für eine andere Funktion verwendet wurde. Das Farbschema orange/grün erfüllte die Anforderungen für alle wichtigen Punkte.



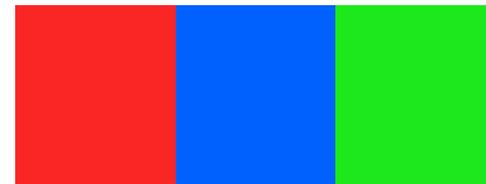
Grauwerte



Navigationswürfel (Original)



Button&Editor Selektion



Navigationswürfel (Überarbeitet)

## Überarbeitung der Farbe

Grauwerte:

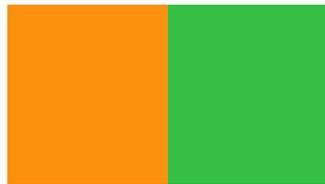
Diese Farbwerte bilden die Grundlage der Applikation. Beispielsweise Schrift, CAD-Model oder Editor sind in dieser Farbwelt gehalten. Die Grauwerte wurden nicht bearbeitet, da sie genügend Kontrast bieten und harmonisch zusammen passen.

Button&Editor Selektion:

Das kräftige blau wird genutzt um anzuzeigen was selektiert ist. Der dunkle Blauwert stellt hier zu eine Abstufung dar, welche nur im Editor nötig ist. Auch diese Farben mussten nicht angepasst werden

Navigationswürfel:

Am Navigationswürfel befinden sich Pfeile welche die Achsen X, Y, Z repräsentieren. Das blau der Y-Achse ähnelte zu sehr dem Selektionsblau. Auf das neu gewählte blau wurden rot und grün neu abgestimmt.



Verschneiden&Invertieren  
(Überarbeitet)



Verschneiden&Invertieren  
(Original)



CAD-Model selektiert  
(Original)



CAD-Model selektiert  
(Überarbeitet)



Punktwolke selektiert  
Multiselektion (Original)



Punktwolke selektiert  
Multiselektion(Überarbeitet)



Punktwolke selektiert  
Subselektion(Original)



Punktwolke selektiert  
Subselektion (Überarbeitet)



CAD-Vorschau  
(Original)



CAD-Vorschau  
(Überarbeitet)

Verschneiden&Invertieren:  
Auf der vorherigen Seite wurde bereits  
ausgeführt, warum die Farben von  
„Verschneiden&Invertieren“ geändert wurden.

CAD-Model selektiert:  
Für ein selektiertes Model soll in Zukunft  
das Selektionsblau verwendet werden.

Punktewolke selektiert  
Multiseletion/Subselektion:  
Das Türkisblau der Multiselektion und  
das Gelb der Subselektion wurden auf  
„CAD-Model selektiert“.

CAD-Vorschau:  
Auch das Gelb der Model-Vorschau wurde  
minimal angepasst.

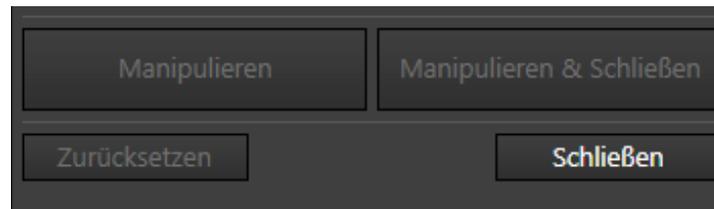


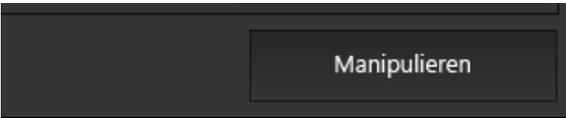
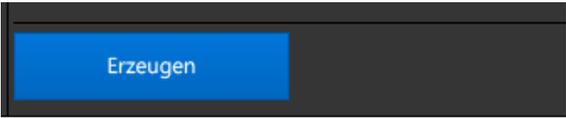
Abb.49 Buttons zum Schließen, Zurücksetzen,  
Ausführen und Ausführen&Schließen  
einer Funktion

## **Erzeugen/Schließen Button**

Abhängig von der auszuführenden Funktion sind bis zu vier Buttons am Ende des Editors zu finden. Genutzt wird allerdings meist nur der Manipulieren Button.

Normal besteht nicht die Notwendigkeit den Editor zu schließen, da hier alle weitere Funktionen zu finden sind.

Der Zurücksetzen-Button ist gleichzusetzen mit dem Short-Cut „Ctrl-Z“. Oft ist es jedoch nicht möglich die durchgeführte Aktion rückgängig zu machen. In zukünftigen Versionen wird dies möglich sein.



Buttons reduziert

## **Ansätze**

Beschreibung:

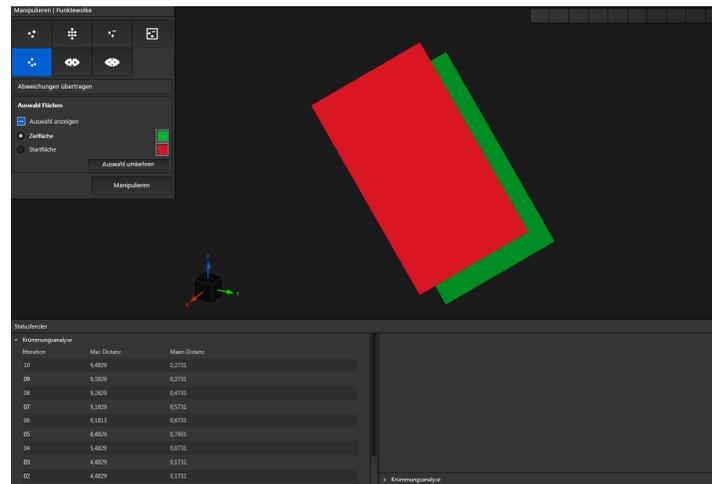
- auf einen Button reduzieren

Pro:

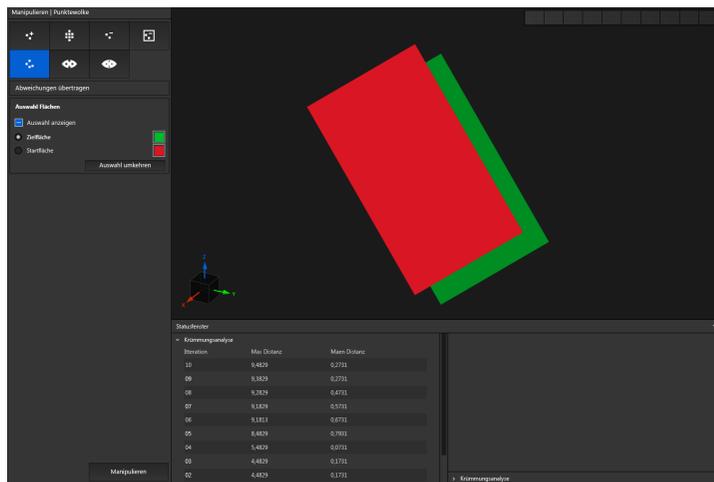
- gleicher Funktionsumfang  
reduziert auf einen Button

Kontra:

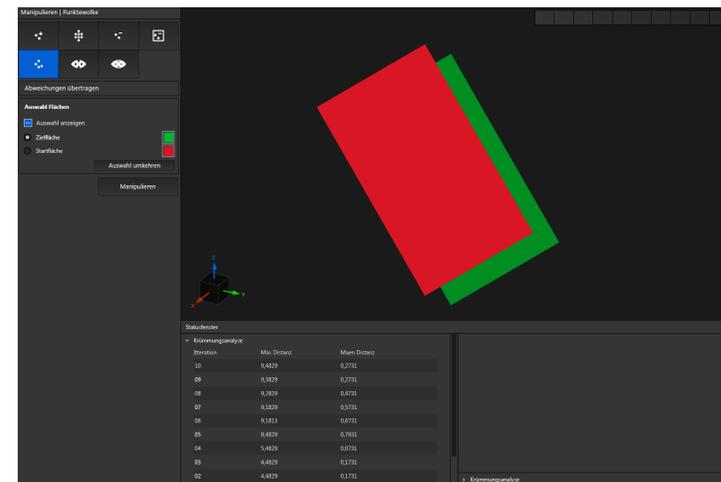
- Schließen-Funktion nicht ersichtlich



1. Länge beibehalten



2.1. Editor verlängern



2.2. Editor verlängern

## Länge des Editors

In der momentanen Version des ZRE entspricht die Länge des Editors jener, welche von der Funktion benötigt wird.

### Ansätze

#### 1. Länge beibehalten

Beschreibung:

- Länge entspricht Funktionsumfang

Pro:

- mehr Platz im CAD-Fenster

Kontra:

- Länge variiert
- Bei geöffneter Tab-Bar wirkt Fenster zerstückelt

#### 2.1. Editor verlängern

Beschreibung:

- Länge entspricht Fensterhöhe
- Manipulieren-Buttons am unteren Rand

Pro:

- einheitliche Länge
- harmonisch auch bei geöffneter Tab-Bar

Kontra:

- Platz im CAD-Fenster fehlt
- Langer Mausweg zu Button

#### 2.2. Editor verlängern

Beschreibung:

- Länge entspricht Fensterhöhe
- Manipulieren-Buttons nach Funktion

Pro:

- einheitliche Länge
- harmonisch auch bei geöffneter Tab-Bar

Kontra:

- Platz im CAD-Fenster fehlt

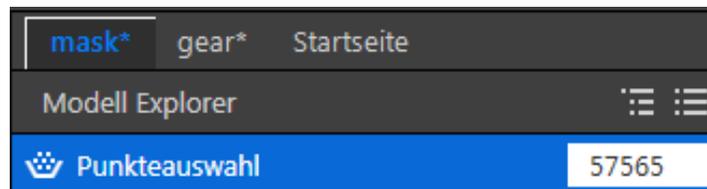
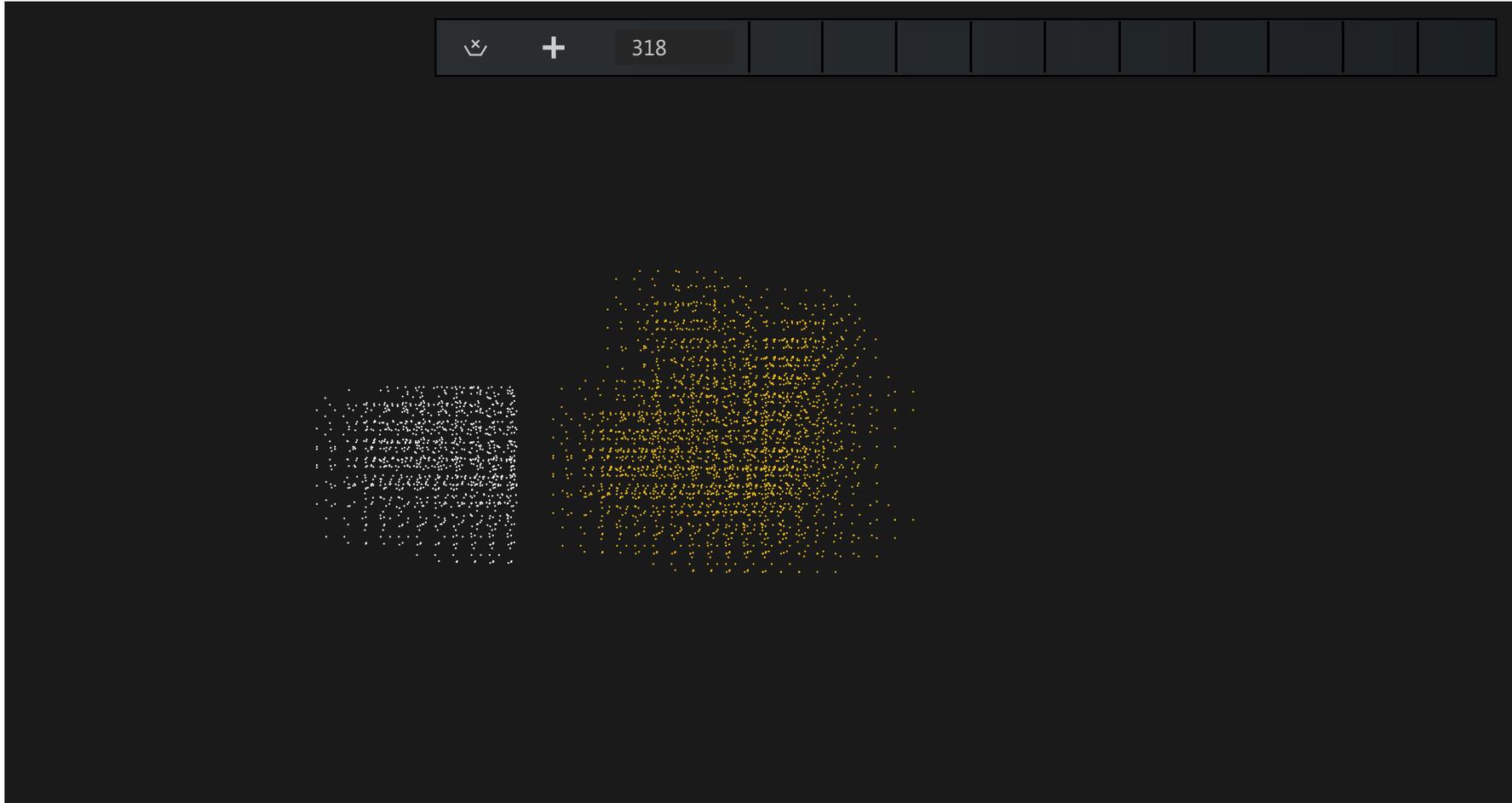


Abb.50 Punkteauswahl im Explorer

## Punkteauswahl

Um einzelne Punkte einer Punktwolke anzuwählen ist es nötig in die Subselektion zu wechseln. Dies kann man durch Auswählen des Subselektion-Icons in der Tool-Bar oder durch Anwählen der Punkteauswahl im Explorer. Wenn nun ein Bereich der Punktwolke markiert wurde, bekommt man in der Punkteauswahl die Anzahl der selektierten Punkte angezeigt. Weitere Optionen der Punkteauswahl sind: Punkte löschen und Punkte zu einer neuen Punktwolke zusammenfassen.

Die Anzeige der selektierten Punkte ist visuell in Form eines regulieren Textfeldes dargestellt. Dies ist irreführend, da der Nutzer davon ausgeht, das Feld sei beschreibbar. Die Cursor unterscheiden sich nur geringfügig. Bei aktiver Subselektion verändert sich der Cursor nach dem ersten Klick. Die visuelle Trennung der Modi ist nur schwierig zu erkennen.



Punkteauswahl in Tool-Bar 1

## **Ansätze**

### **Punkteauswahl im Explorer belassen**

Beschreibung:

- Punkteauswahl bleibt im Explorer
- Cursor in Subselektion weiß mit schwarzem Rand
- Cursor in Multiselektion schwarz mit weißem Rand
- Anzeige der Punkte ohne Textfeld

Pro:

- Anzeige der Punkte wird als Anzeige wahrgenommen
- Art des Modi durch Maus klar ersichtlich
- Auflistung der erzeugten Punktwolken direkt darunter

Kontra:

- zum Erstellen von Punktwolken muss der Explorer immer aufgeklappt sein
- Explorer nur für Auflistung von vorhandenen Teilen gedacht

### **Punkteauswahl in Tool-Bar 1**

Beschreibung:

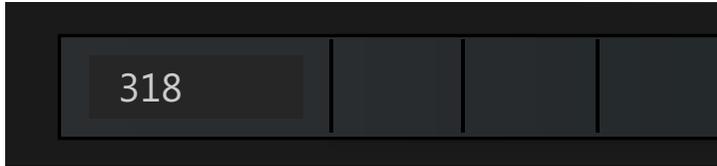
- Punkteauswahl in Tool-Bar
- Optionen immer anwählbar
- Punkteanzahl als Anzeige erkennbar
- Maus in Subselektion weiß mit schwarzem Rand
- Maus in Multiselektion schwarz mit weißem Rand

Pro:

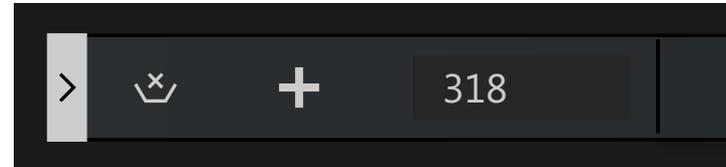
- Anzeige der Punkte wird als Anzeige wahrgenommen
- Punkteauswahl bei Selektion logischer platziert
- Punkteauswahl stört nicht mehr in Explorer
- Art des Modi durch Maus klar ersichtlich

Kontra:

- Kontinuität der Iconleiste durchbrochen
- Platzeinbußen im CAD-Fenster
- nimmt mehr Platz ein als „Punkteauswahl in Tool-Bar 2“



Punkteauswahl in Tool-Bar 2



Punkteauswahl in Tool-Bar 3

### **Punkteauswahl in Tool-Bar 2**

Beschreibung:

- Punkteauswahl in Tool-Bar
- Optionen nur bei hover anwählbar
- Punkteanzahl als Anzeige erkennbar
- Maus in Subselektion weiß mit schwarzem Rand
- Maus in Multiselektion schwarz mit weißem Rand

Pro:

- Anzeige der Punkte wird als Anzeige wahrgenommen
- Punkteauswahl bei Selektion logischer platziert
- Punkteauswahl stört nicht mehr in Explorer
- Art des Modi durch Maus klar ersichtlich

Kontra:

- Kontinuität der Iconleiste durchbrochen
- Optionen nicht immer anwählbar
- Platzeinbußen im CAD-Fenster

### **Punkteauswahl in Tool-Bar 3**

Beschreibung:

- Punkteauswahl in Tool-Bar
- Optionen nur bei Klick auf Pfeil anwählbar
- Textfeld erscheint nicht mehr als befüllbar
- Punkteanzahl als Anzeige erkennbar
- Maus in Subselektion weiß mit schwarzem Rand
- Maus in Multiselektion schwarz mit weißem Rand

Pro:

- Punkteauswahl bei Selektion logischer platziert
- Punkteauswahl stört nicht mehr in Explorer
- Anzeige der Punkte wird als Anzeige wahrgenommen
- Punkteauswahl bei Selektion logischer platziert
- Art des Modi durch Maus klar ersichtlich

Kontra:

- Kontinuität der Iconleiste durchbrochen
- einen Klick mehr nötig
- nimmt mehr Platz ein als „Punkteauswahl in Tool-Bar 2“

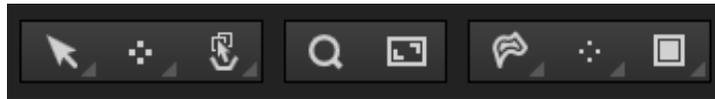


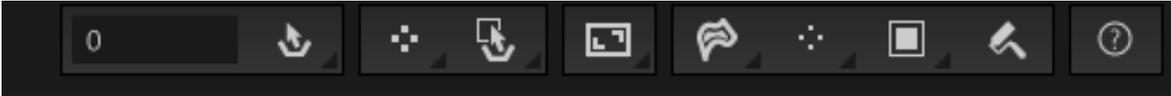
Abb.51 Tool-Bar

## **Tool-Bar**

Die Tool-Bar umfasst Funktionen,  
die sich auf das CAD-Fenster beziehen.  
Unterteilt ist die Tool-Bar in drei Bereiche:

- Selektion
- Zoom
- Ansicht

Einzelne Funktionen sind in Dropdowns  
zusammengefasst, welche durch ein  
kleines Dreieck im unteren rechten Eck  
gekennzeichnet sind.  
Durch einen Longpress oder Klick auf das Eck  
wird das entsprechende Dropdown geöffnet.



Erweiterte Tool-Bar

### **Erweiterte Tool-Bar**

Beschreibung:

- Funktionsumfang bleibt erhalten
- erweitert durch Punkteauswahl, Farbe & Hilfe
- Zoom und Fokus zusammengefasst
- Dropdowns öffnen mit Hover

Pro:

- Tool-Bar einheitlicher
- schnelleres Öffnen der Dropdowns

Kontra:

- Tool-Bar nimmt mehr Platz ein

8,0000	10,0000	^ v
6,2000	6,2000	^ v

Abb.52 Textfelder

## Textfelder

Die Interaktion mit Textfeldern weist momentan noch Mängel auf. Zum Beispiel werden keine grundlegenden Rechenfunktionen unterstützt. Des Weiteren kann der Inhalt nur vollständig markiert werden, indem an den äußersten Rändern des Textfeldes geklickt wird.

Ansatz:

In diesem Ansatz können Textfelder per Doppelklick markiert werden, bei individuellem Klick auf den Text befindet sich der Cursor an der Klickposition. Grundrechenfunktionen (+, -, \*, /) sind verfügbar.



## **Problemlösung CAD-Fenster**

Nach Abschluss der Detailarbeit im Navigation-Bereich, wurde die Interaktion im CAD-Fenster bearbeitet.

Der CAD-Bereich befindet sich noch am Anfang der Entwicklung. Aufgrund dessen bietet dieser Bereich die Möglichkeit das bestehende Konzept grundlegend zu überarbeiten.

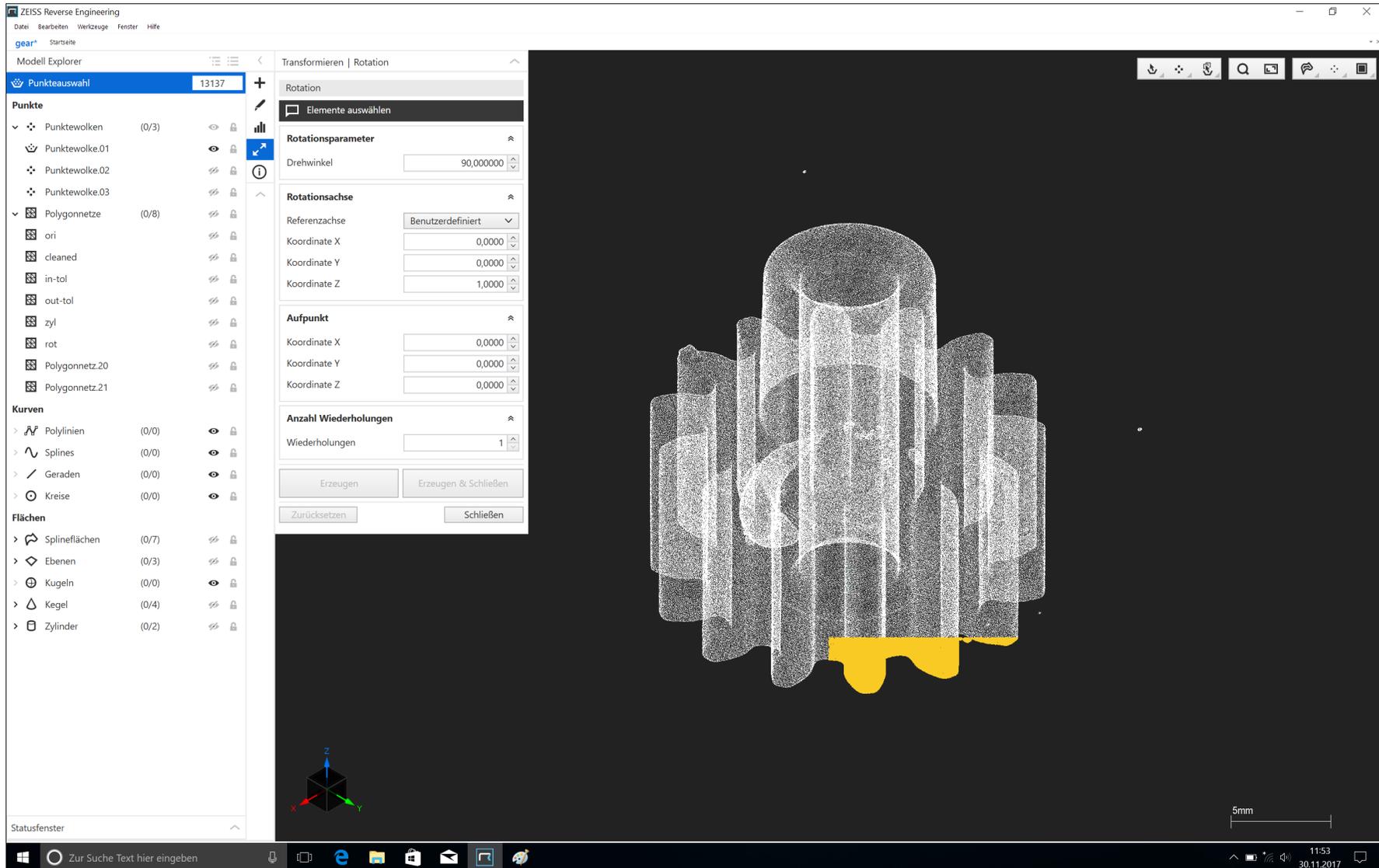


Abb.53 Selektierte Punktewolke

## Analyse CAD-Fenster

Im gesamten CAD-Fenster steht dem Nutzer im Moment keine Hilfe zur Verfügung.

Rotation:

- Longpress der rechten Maustaste
- „Rotations-Kreuz“ zur Orientierung
- Rotation um zuletzt geklickten Punkt am Model
- Bsp: mit Maus nach rechts ziehen  
= Model rollt sich nach links ab
- Rotationsverhalten wie in den meisten bekannten CAD-Programmen

Zoom:

- über Mousrad  
(Zoom immer auf Mitte des Screens)
- Zoom mit Lupe  
(Zoom-Fenster aufziehen mit Cursor)

Selektion:

- wenn ein Selektionsfenster aufgezogen wird, gibt es drei verschiedene Modi der Auswahl, welche durch Longpress verschiedener Tasten aktiviert werden
- Shift: nur Deselektion
- Ctrl: Selektion & Deselektion, Selektion umkehren
- Alt: nur Selektion

Navigationswürfel:

- freie Rotation direkt an Würfel nicht möglich
- nur per Klick auf Kanten, Eckpunkte, Flächen und Rotationspfeilen

Rechtsklick in der Subselektion:

- nur mit selektiertem Objekt möglich
- Löschen

Rechtsklick in der Multiselektion:

- ohne Selektion: alles Anzeigen/Ausblenden
- mit Selektion: Sperren, Löschen, nur Selektion anzeigen/ausblenden

Tool-Bar:

- Icon-Reihe
- mit Dropdowns bei Longpress oder Klick auf Ecken

Objektdarstellung:

- Punktwolke: weiße Punkte
- Polygonnetz: weiße Fläche
- CAD-Objekte: blaugraue Fläche



## **Hardware-Interaktion**

Die Interaktion findet im CAD-Fenster ausschließlich mit Hilfe der Maus und Tastatur statt.

Um die bestehende Interaktion zu erweitern, wurden verschiedene Bedienelemente untersucht. Der Fokus lag auf der Findung neuer Interaktionsmöglichkeiten und Zuweisung der jeweiligen Funktionen.



Abb.54 Herkömmliche Computer Maus



Abb.55 3-D Maus

### **Herkömmliche Computer-Maus**

Beschreibung:

- momentan vorhanden für jegliche Bereiche in der Software
- bis auf Texteingabe, direkte Manipulation und Erstellen eines Objekts

Neuer Verwendungszweck:

- direkte Manipulation am Objekt
- Schnellzugriff

Pro:

- einfacher Zugriff auf Objekt
- schnell und einfach möglich
- Klickzahlen werden verringert

Kontra:

- direkte Manipulation steigert Ungenauigkeit
- keine Werteeingabe möglich

### **3D-Maus**

Beschreibung:

- momentan mangelhaft unterstützt
- direkte Steuerung des Navigation-Würfels
- Maus, Tastatur & 3D-Maus nicht gleichzeitig bedienbar

Neuer Verwendungszweck:

- Manipulation von Werten durch Rotation des Potentiometer
- Selektionstasten der Tastatur (Shift, Alt & Ctrl) auf Tasten der 3D-Maus legen
- Bessere Unterstützung (zum Aktivieren in CAD-Fenster klicken ist kein Muss, Maus dämpfen bei Erschütterung)
- Ansichtsmodule auf Tasten

Pro:

- direkte Steuerung des Navigation-Würfels erfordert keine Klicks
- Manipulieren kann mit weniger Klicks durchgeführt werden
- bei Selektion von Teilbereichen keine Tastatur mehr vonnöten
- Vorsprung der Marktbegleiter einholen

Kontra:

- Perspektivenwechsel bei Manipulation nur mit regulärer Maus
- direkte Manipulation steigert Ungenauigkeit
- Hand meist auf 3D-Maus anstatt auf Tastatur (verlangsamte Eingabe)



Abb.56 Trag-Pad



Abb.57 Tastatur

## **Trag-Pad**

Beschreibung:

- momentan vorhanden für jegliche Bereiche in der Software
- bis auf Texteingabe, direkte Manipulation und Erstellen eines Objekts

Neuer Verwendungszweck:

- direkte Manipulation am Objekt
- Schnellzugriff

Pro:

- einfacherer Zugriff auf Objekt
- schnell und einfach möglich

Kontra:

- direkte Manipulation steigert Ungenauigkeit
- keine Werteeingabe
- ungenauer als Computermaus

## **Tastatur**

Beschreibung:

- momentan vorhanden für wenige Short-Cuts, numerische Eingaben & Wechsel zwischen verschiedenen Selektionsmodi

Neuer Verwendungszweck:

- mehr Short-Cuts
- bisherige Interaktion beibehalten

Pro:

- direkte Eingabe von Werten
- schnellerer Zugriff auf Funktionen

Kontra:

- Bedienumfang begrenzt



Abb.58 Digitales Zeichenbrett



Abb.59 Touchscreen

## **Digitales Zeichenbrett**

Beschreibung:

- momentan nicht unterstützt

Verwendungszweck:

- Ersetzen von Tastatur und Maus
- Klick mit Stift = linke Maustaste
- Longpress mit Stift = rechte Maustaste
- direktes Zeichnen von Objekten
- Tasten für Wechsel in:
  1. Short-Cut-Modi
  2. Selektionsart (Shift, Alt & Ctrl)
  3. direkte Steuerung des Navigation-Würfels

Pro:

- weniger Hardware

Kontra:

- unpassendes Eingabedevise  
in allen Bereichen des ZRE
- zusätzliche Anschaffung

## **Touchscreen (Tablet)**

Beschreibung:

- momentan nicht unterstützt

Verwendungszweck:

- bekannte Touch-Interaktionen

Pro:

- mobile Bearbeitung

Kontra:

- unpräziser Bedienung
- CAD-Handling erschwert
- bei eingblendeter Tastatur wird  
der Großteil des Bildschirms verdeckt



Abb.60 Gestensteuerung



Abb.61 Spracheingabe

### **Gestensteuerung**

Beschreibung:

- momentan nicht unterstützt

Verwendungszweck:

- direkte Steuerung des Navigation-Würfels

Pro:

- direkte Steuerung des Navigation-Würfels erfordert keine Klicks
- keine zusätzliche Anschaffung (falls Webcam vorhanden)

Kontra:

- sehr ungenau
- mehr Spielerei als ernstzunehmendes Werkzeug

### **Spracheingabe**

Beschreibung:

- momentan nicht unterstützt

Verwendungszweck:

- Texteingabe
- Short-Cuts
- (Ersatz für Tastatur)

Pro:

- Zeiteinsparung
- Tastatur wird nicht mehr benötigt

Kontra:

- nicht nutzbar, sobald sich mehrere Personen im Raum befinden

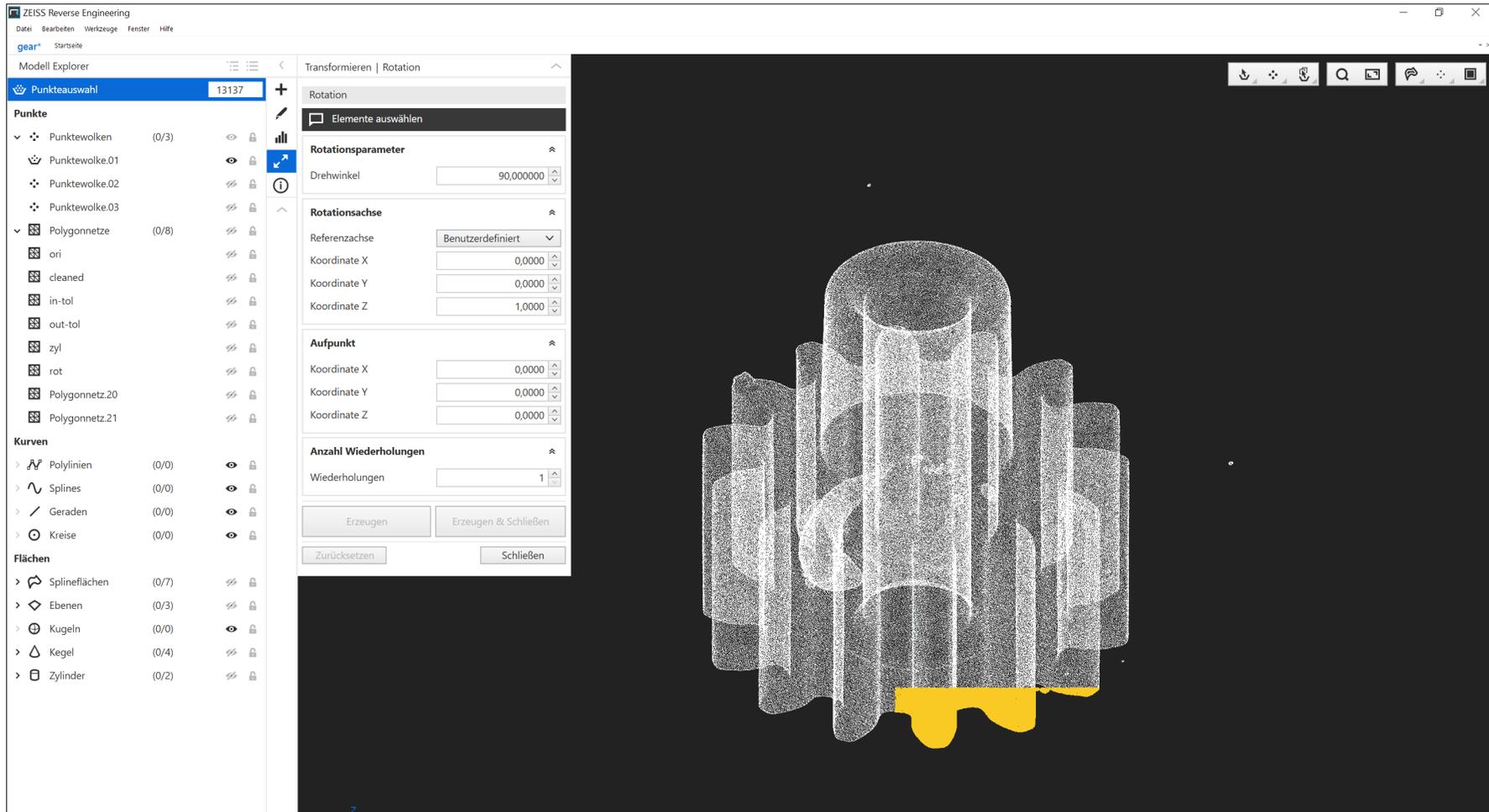


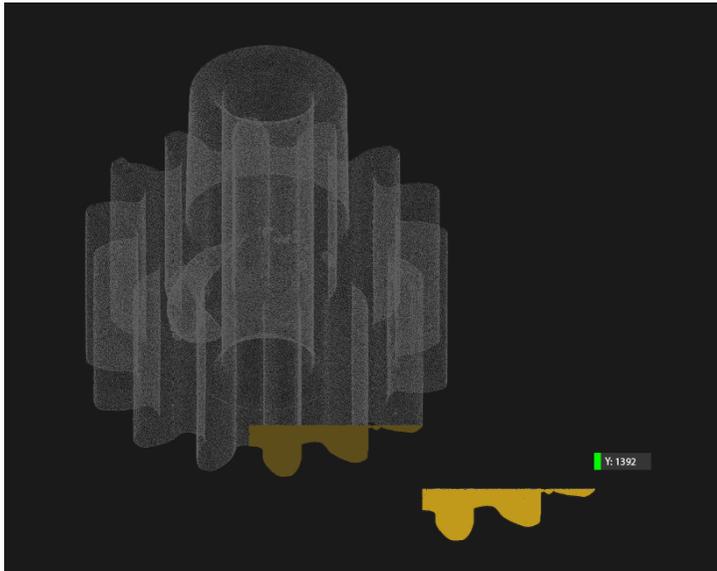
Abb.62 momentane Modellinteraktion

## Modellinteraktion

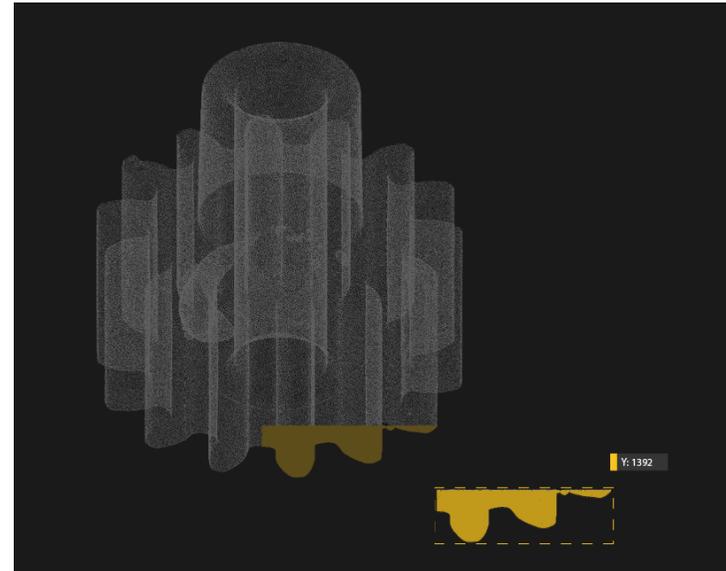
Die Interaktion am Modell im CAD-Fenster beschränkt sich momentan auf die Selektion, verschiedene Ansichten sowie einen begrenzten Umfang an Funktionen über einen Rechtsklick. Soll ein Objekt manipuliert werden, muss hierfür im Schritt „Transformieren“ ein Wert per Eingabe festgelegt werden. Für diese Interaktion gibt es keine Vorschau, so dass der Anwesende abschätzen muss, wie lange beispielsweise eine Ebene werden muss, bis sie eine andere durchdringt. Um Objekte verschneiden zu können, müssen diese sich vollständig durchdringen. Aufgrund dessen müssen viele Objekte verlängert werden, was im momentanen Stand der Software viel Zeit und Klicks in Anspruch nimmt.

In den folgenden Varianten sind diese Kritikpunkte berücksichtigt worden. Die gesamte Interaktion mit CAD-Objekten soll schneller und intuitiver werden.

Eine direkte Interaktion an Polygonnetz und Punktwolke ist jedoch nicht notwendig. Aus diesem Grund wurden die Ansätze nicht weiter verfolgt.



Vorschau mit visueller Zuweisung



Vorschau mit Rahmen

## **Ansätze**

### **Interaktion Punktwolke 1**

Beschreibung:

- Manipulation durch Eingabe in Textfeld
- Nicht im CAD-Fenster manipulierbar
- Vorschau vorhanden
- Objekte außerhalb der Vorschau werden ausgegraut
- Infofenster mit momentanem Wert an Modell
- Vorschau mit Farbe des manipulierten Werts gekennzeichnet

Pro:

- Vorschau mit Infofenster
- Genauigkeit bleibt erhalten
- Vorschau hebt sich deutlich ab
- Farbgebung stellt Bezug zu Selektionsart her

Kontra:

- keine direkte Manipulation möglich

### **Interaktion Punktwolke 2**

Beschreibung:

- Manipulation durch Eingabe in Textfeld
- Nicht im CAD-Fenster manipulierbar
- Vorschau vorhanden
- Objekte außerhalb der Vorschau werden ausgegraut
- Infofenster mit momentanem Wert an Modell
- Vorschau- und Objektselektionsfarbe identisch

Pro:

- Vorschau mit Infofenster
- Genauigkeit bleibt erhalten
- Vorschau hebt sich deutlich ab
- Farbgebung stellt Bezug zu Selektionsart her

Kontra:

- keine direkte Manipulation möglich
- keine visuelle Zuordnung des manipulierten Werts
- Vorschaurahmen = unnötige Linie

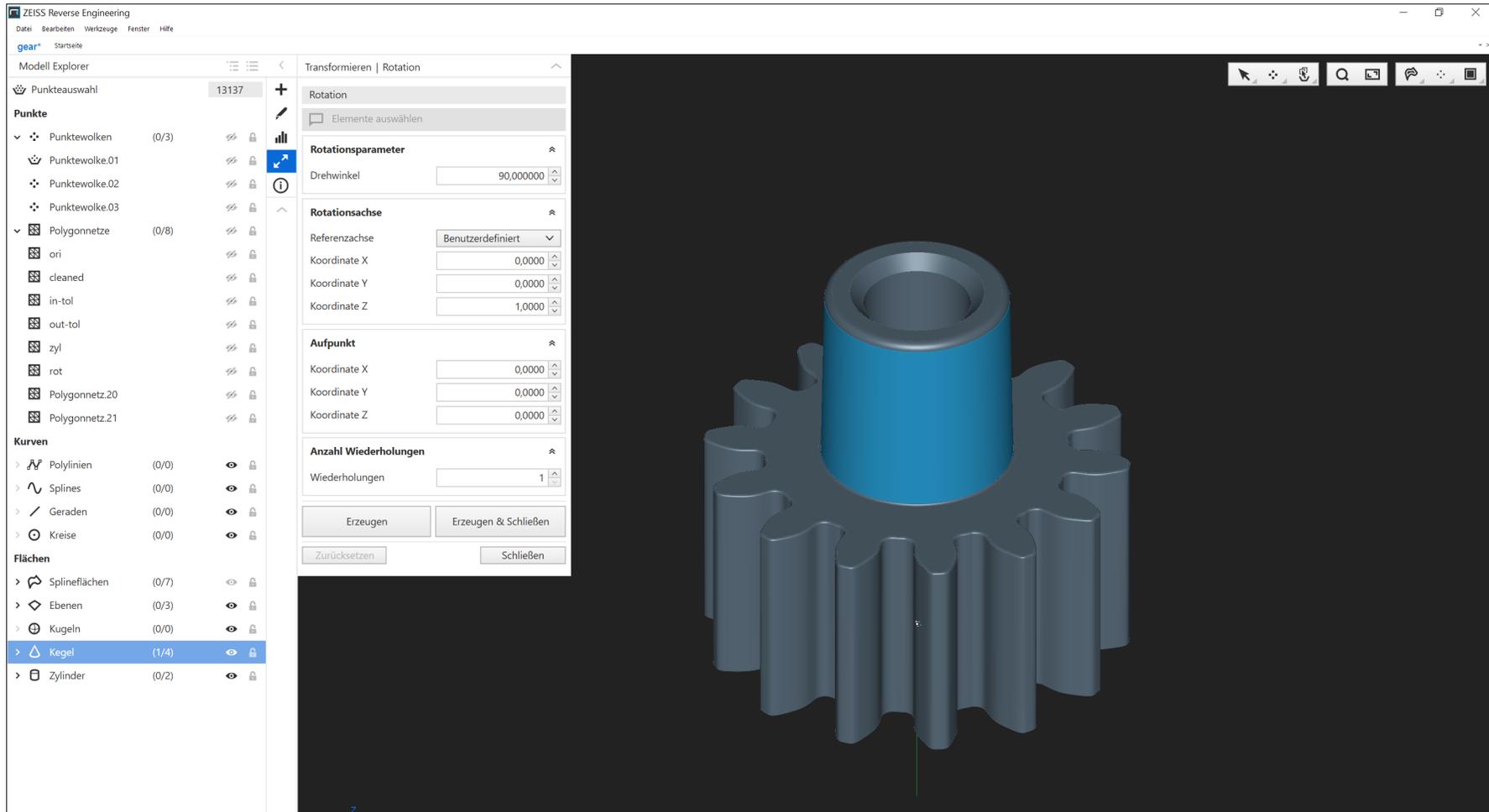


Abb.63 CAD-Transformation

## **Ansätze**

### **Interaktion CAD-Objekt**

Beschreibung:

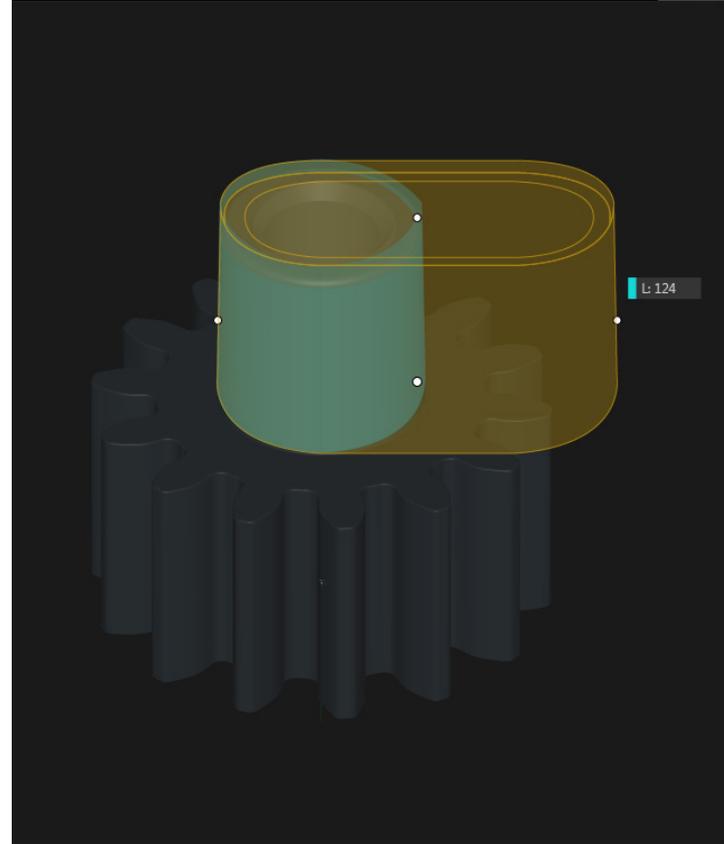
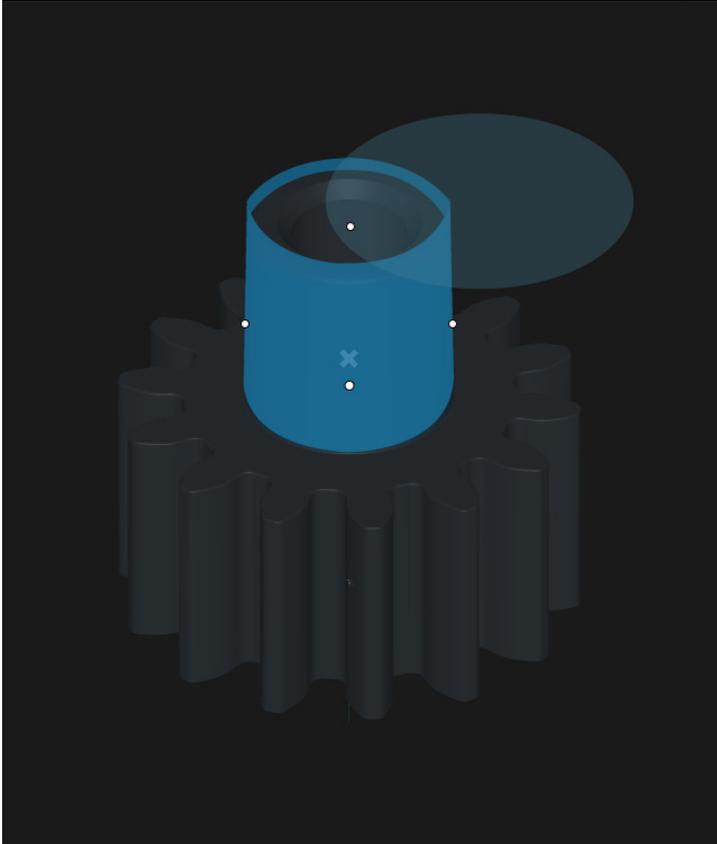
- Manipulation durch Eingabe in Textfeld
- Manipulation direkt am Objekt möglich
- Vorschau vorhanden
- Objekte außerhalb der Vorschau werden ausgegraut
- der sich momentan verändernde Wert bei Vorschau in Infofenster am Objekt
- Infofenster über angewähltem Punkt
- Vorschau- und Objektselektionsfarbe identisch

Pro:

- Vorschau mit Infofenster
- schnellere Interaktion am Objekt
- Vorschau hebt sich deutlich ab
- Farbgebung stellt Bezug zu Selektionsart her

Kontra:

- kann zu erhöhter Ungenauigkeit führen



Transformieren CAD-Objekt

## **Manipulieren CAD-Objekt**

Beschreibung:

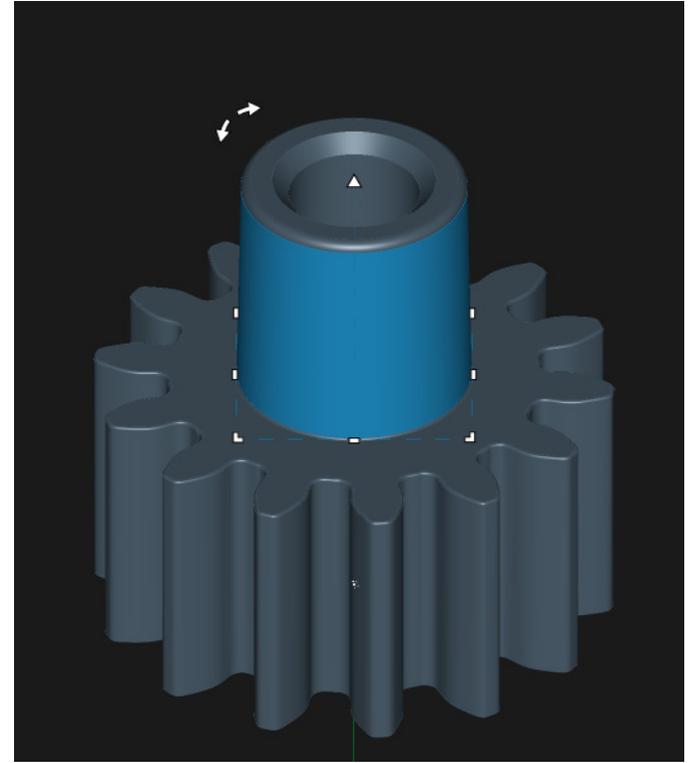
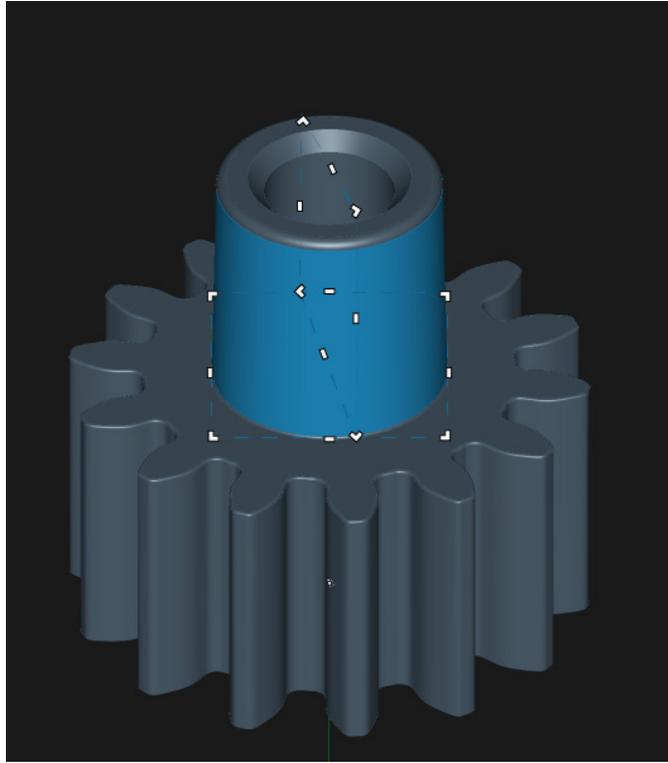
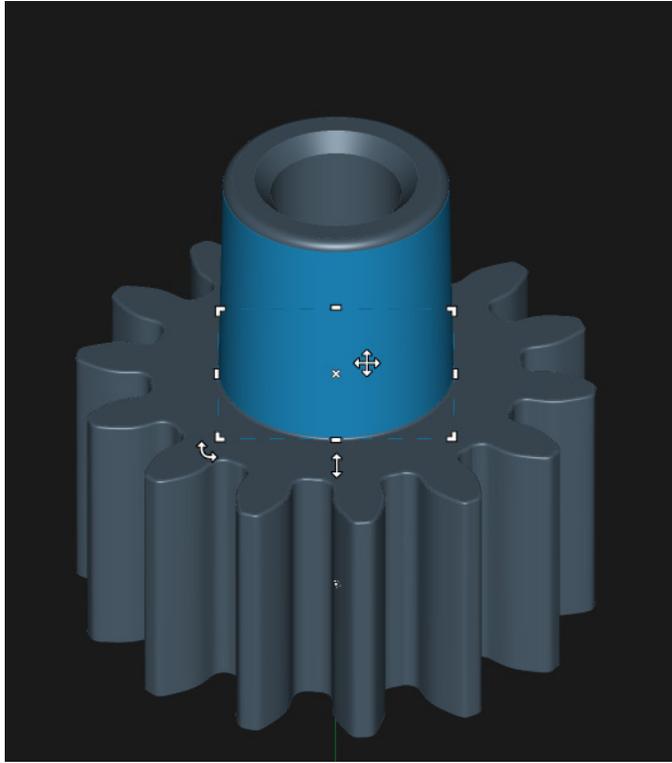
- Maus-Cursor auf selektiertem Objekt
- Anzeige von Manipulationspunkten
- vier Punkte für Manipulation in Breite/Tiefe
- ein Punkt für Manipulation von Höhe,  
bei 3D-Objekten
- nicht selektierte Objekte werden ausgegraut

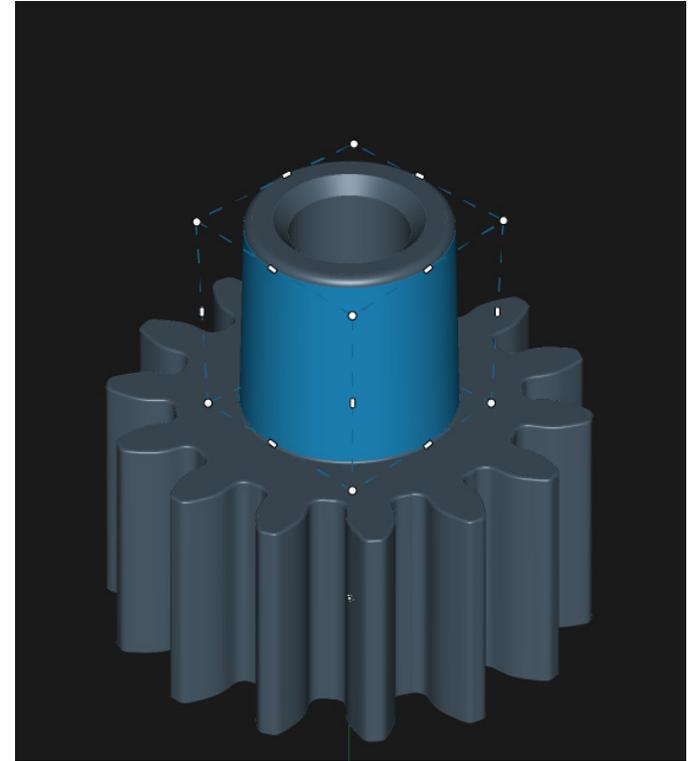
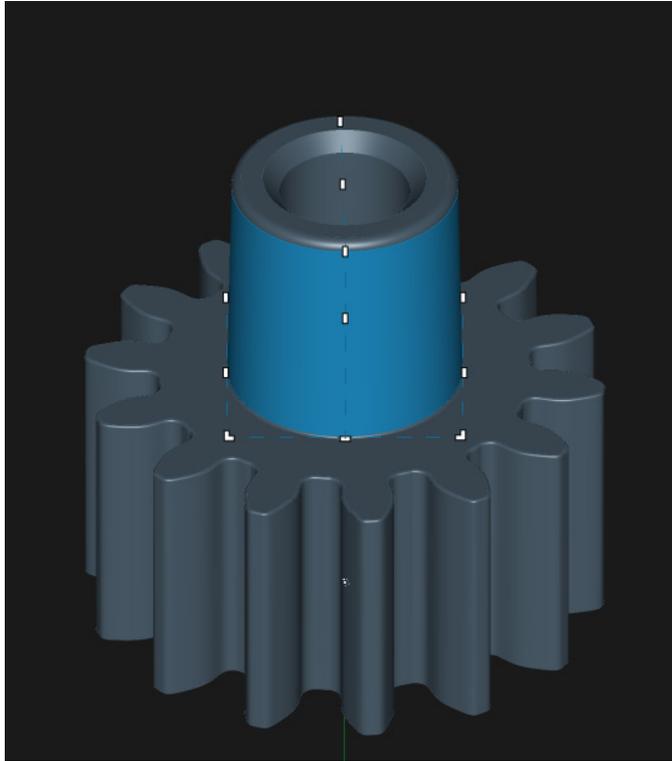
Pro:

- schnelles Verlängern
- Optionen deutlich

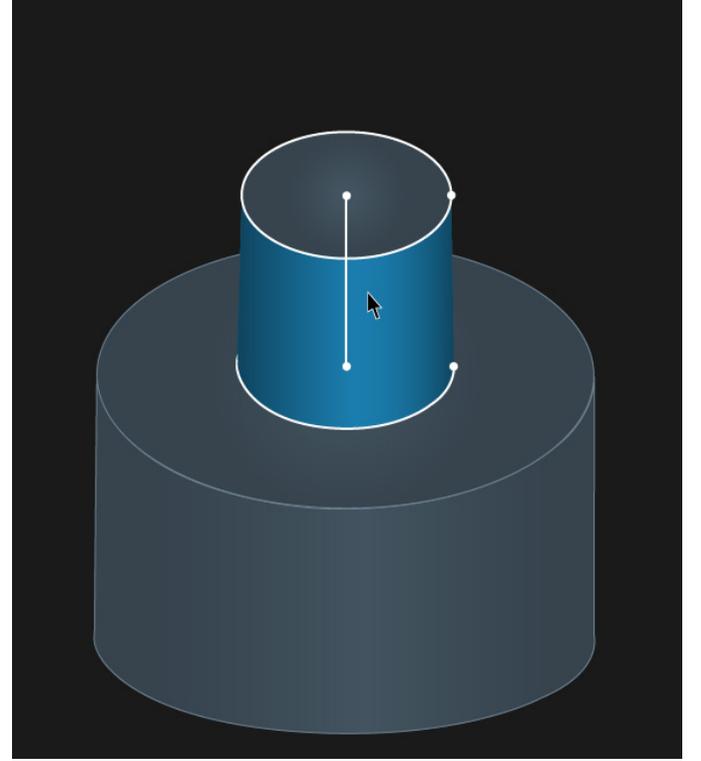
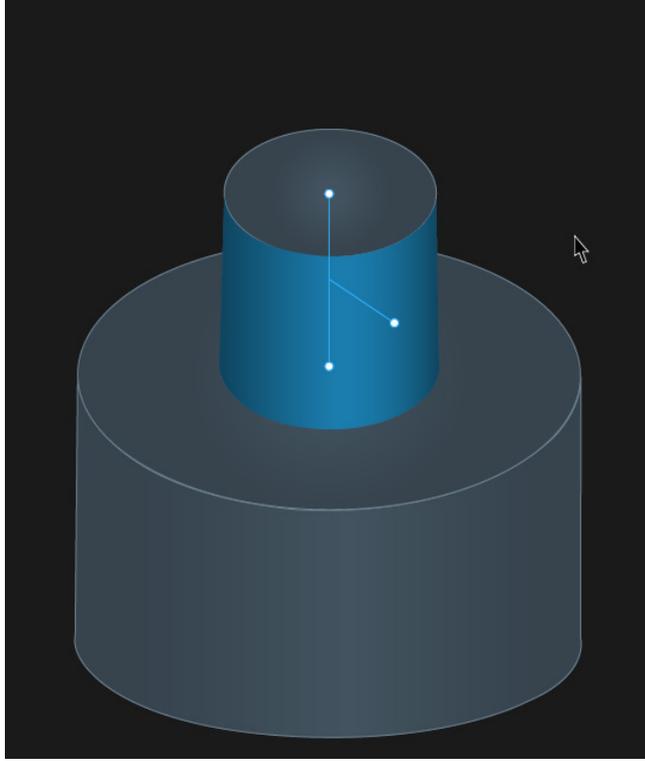
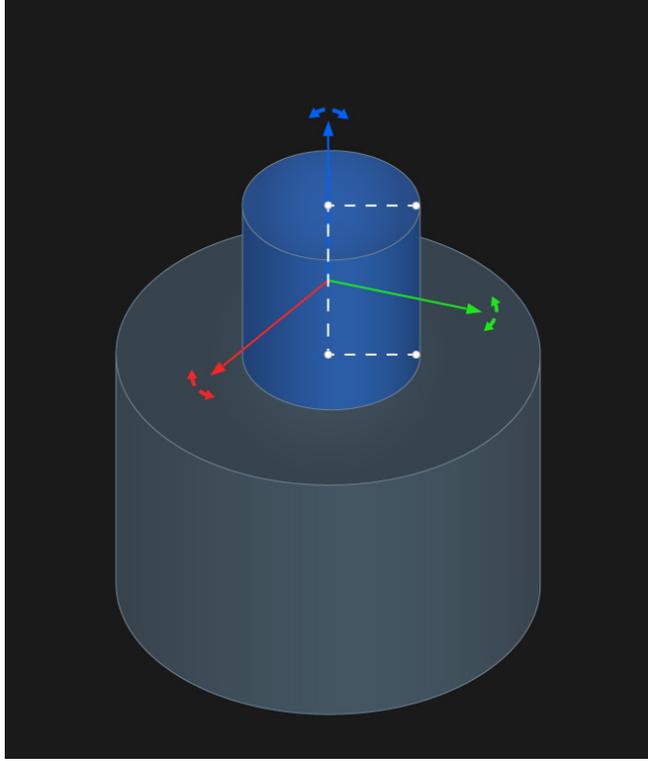
Kontra:

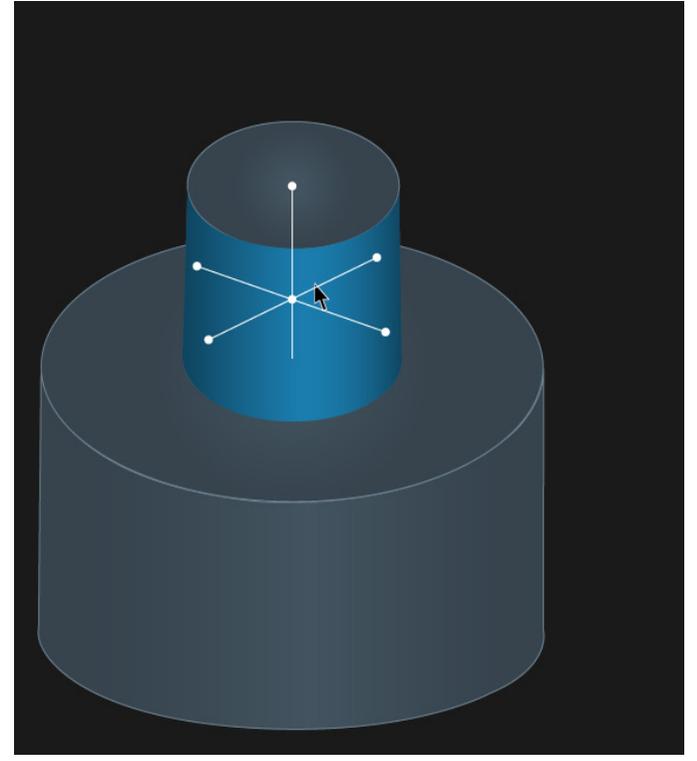
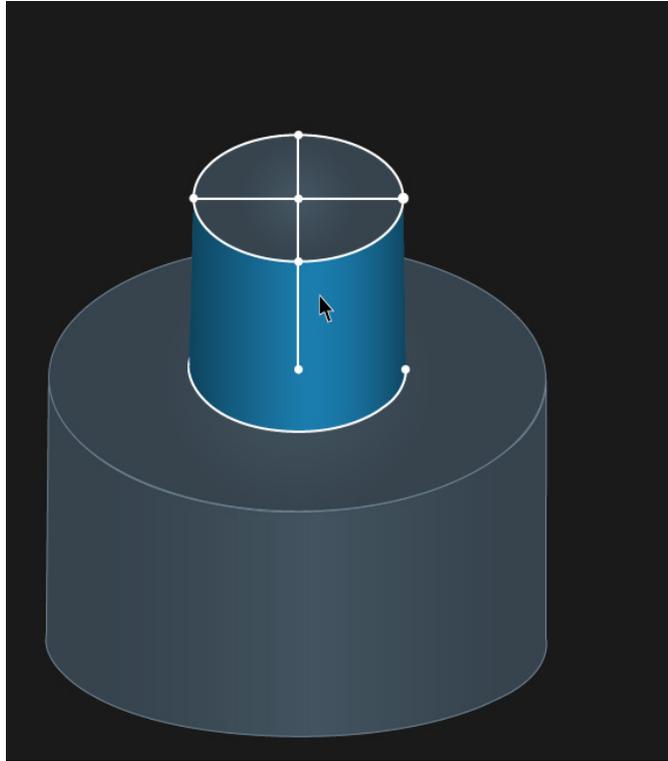
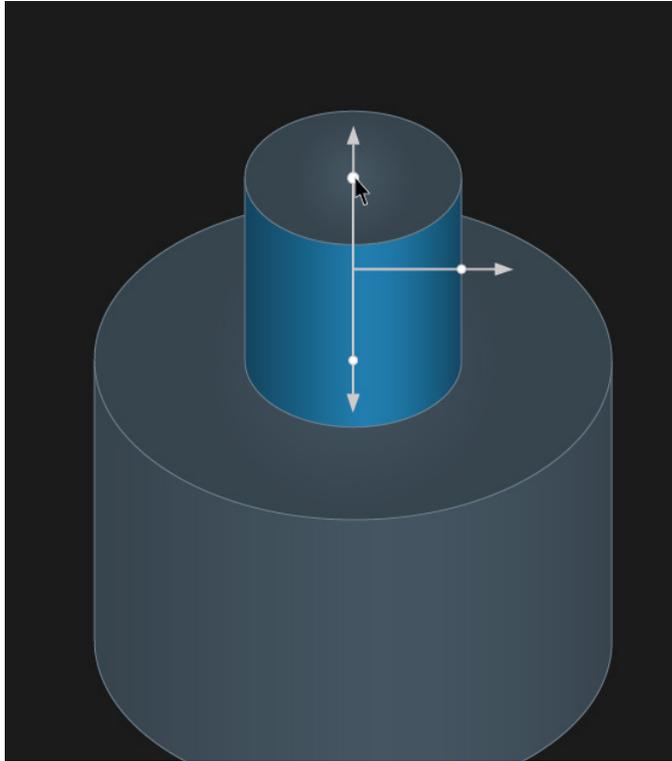
- andere Objekte werden ausgegraut



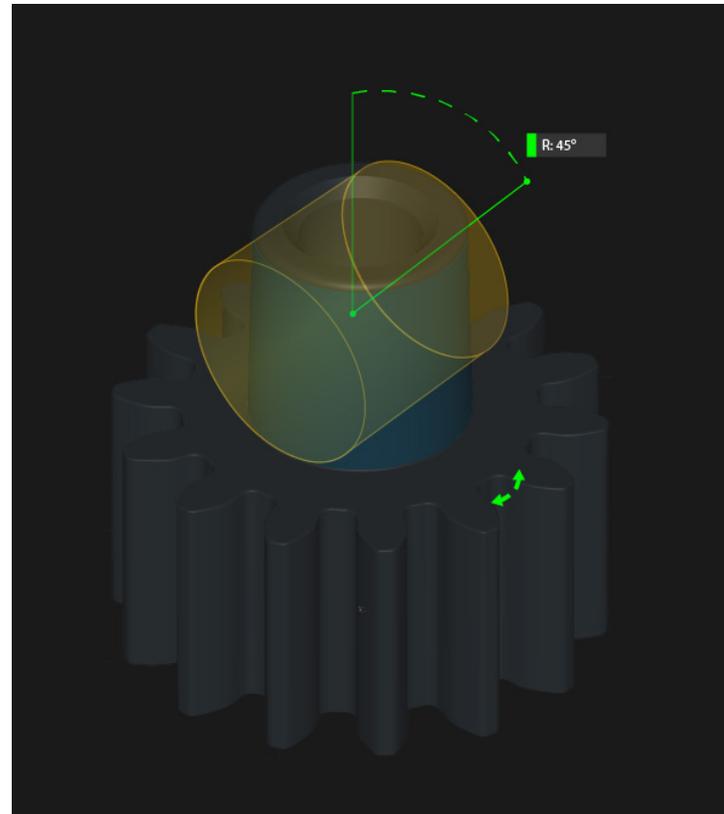
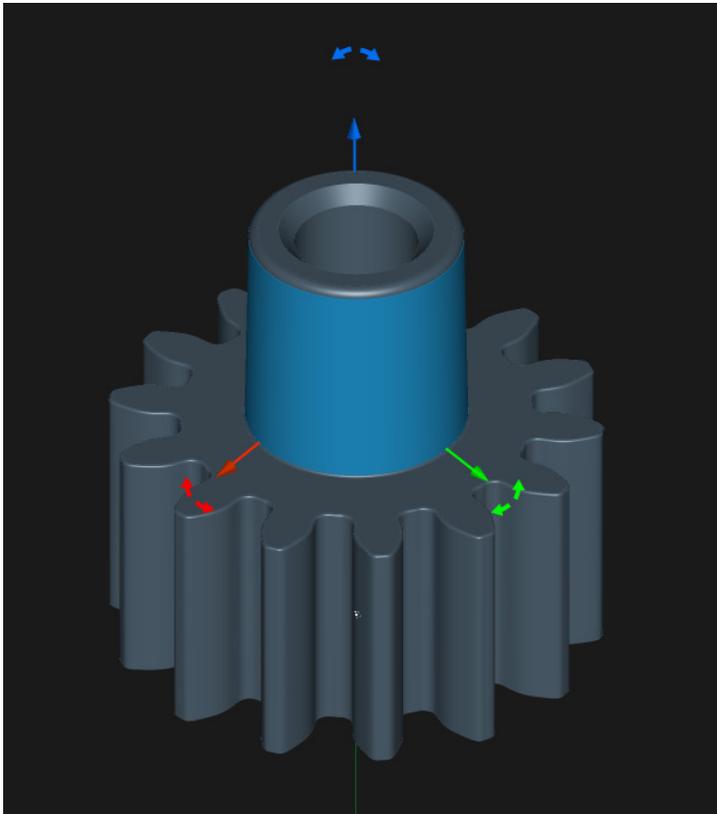


Entwürfe Transformieren





Entwürfe Transformieren

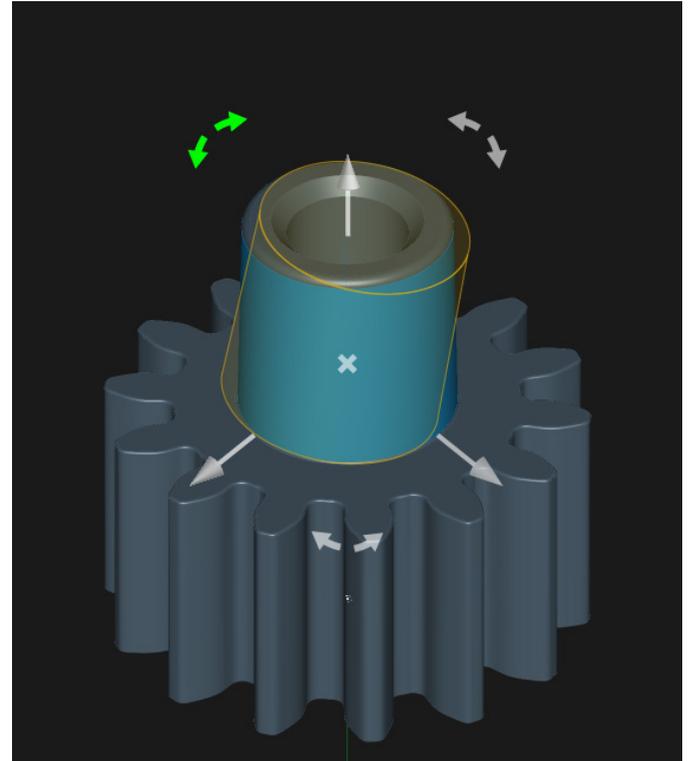
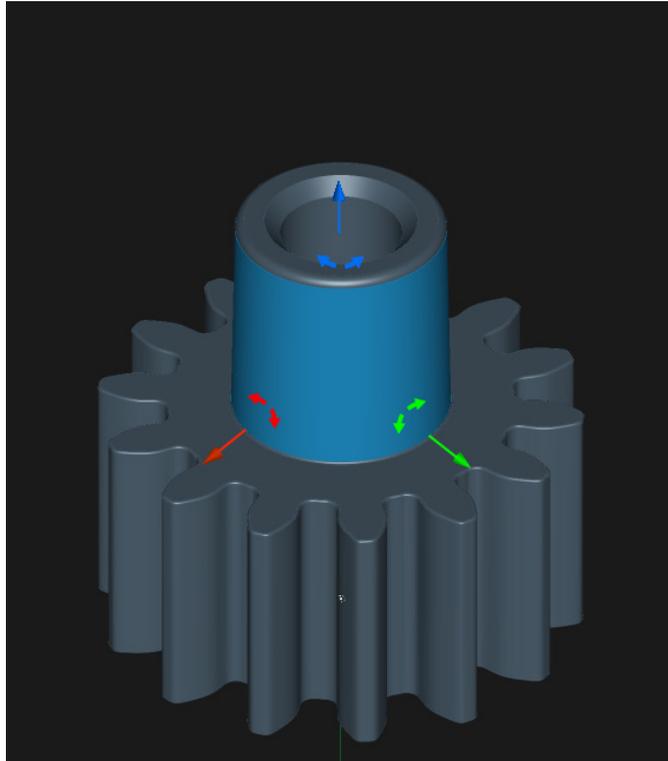
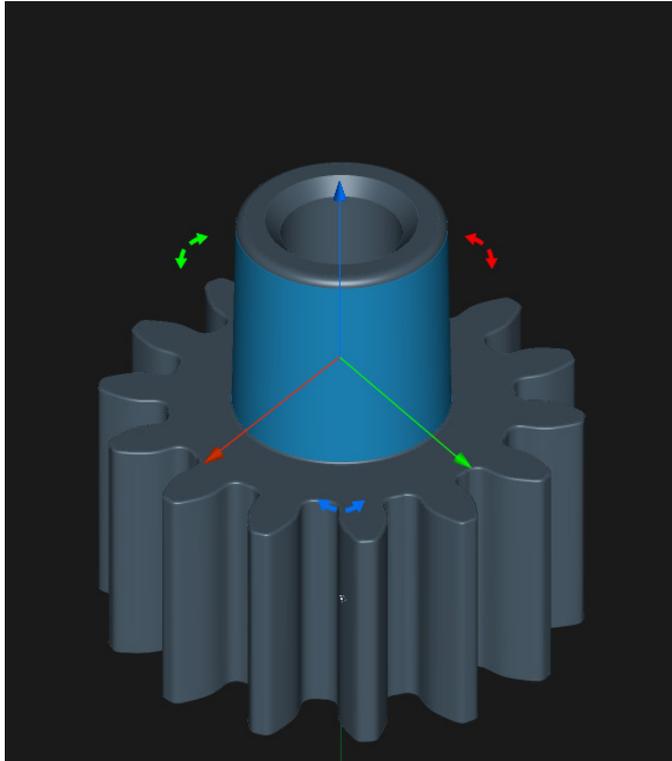


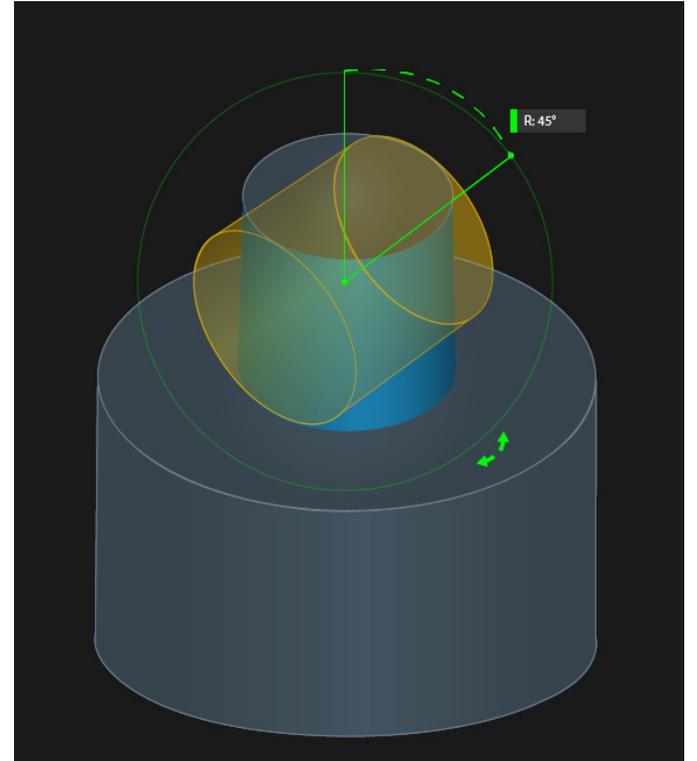
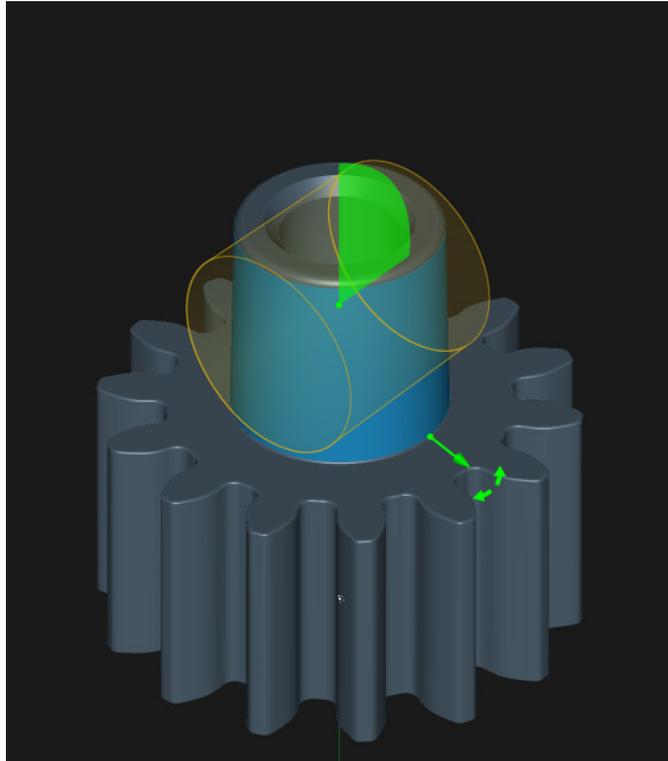
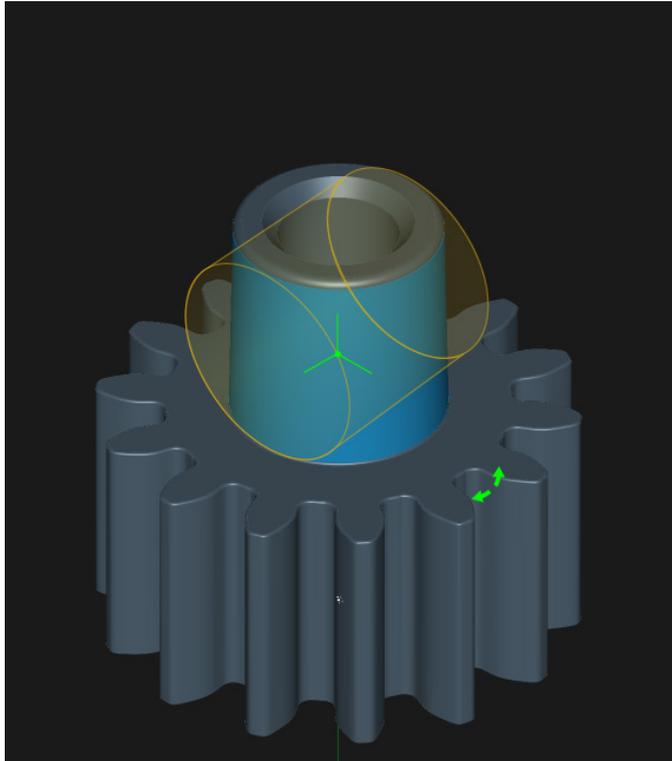
Rotieren CAD-Objekt

### **Rotieren:**

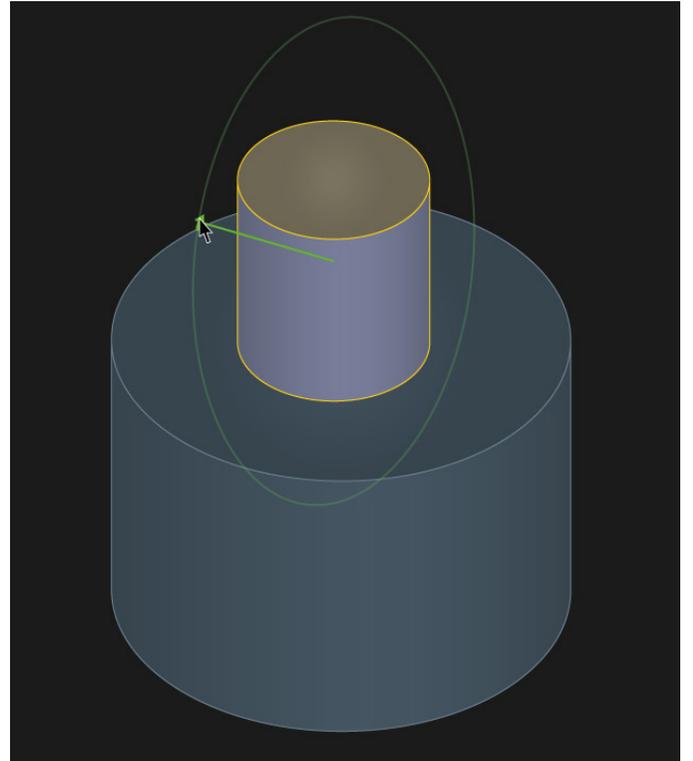
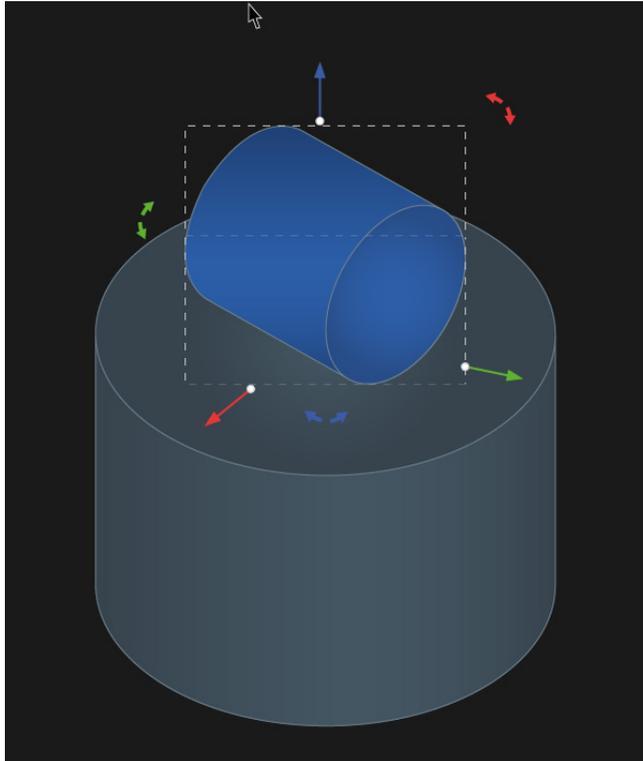
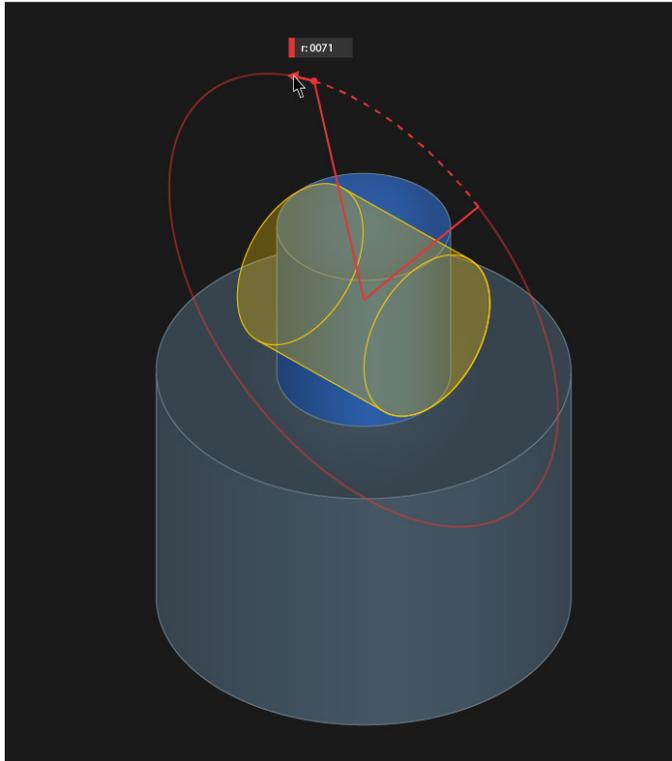
Das selbe Prinzip findet sich auch bei der Rotation.  
Hier muss der Cursor nach Objektselektion außerhalb des Objekts sein.  
Mit Klick auf die Pfeile kann nun das Objekt auf der dementsprechenden Achse gedreht werden.  
Der Start- sowie Endpunkt der Rotation wird in Form eines Kreises (Grün) repräsentiert.

Falls das gewünschte Objekt mit Hilfe von Werten manipuliert werden soll, gibt es im Editor Textfelder, in welche die Werte eingetragen werden können.  
Mit einem Doppelklick auf das Textfeld, wird der komplette Inhalt markiert.  
Bei einfachem Klick springt man direkt an die geklickte Position.

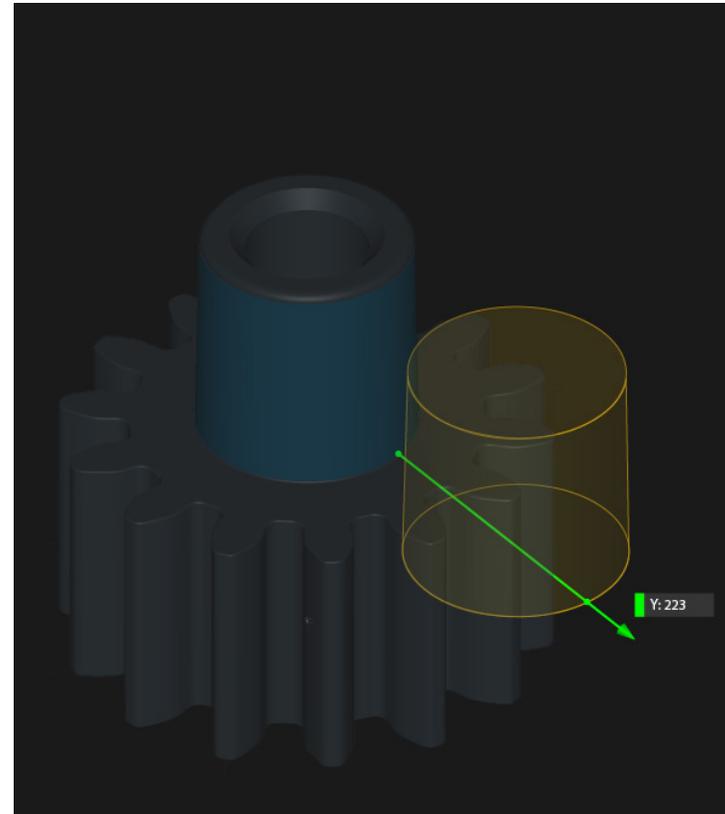
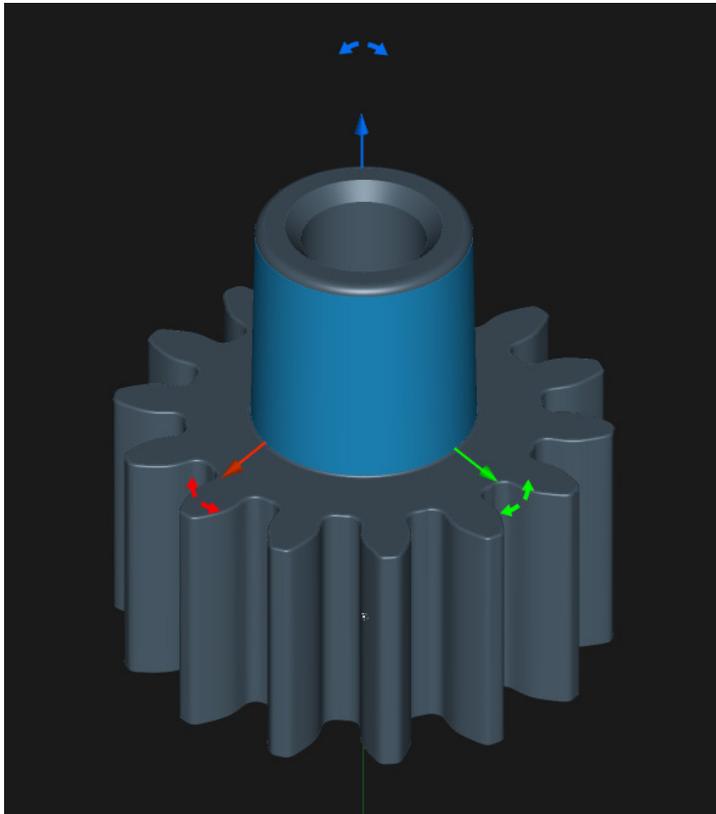




Entwürfe Rotieren







Positionierung CAD-Objekt

## **Positionierung CAD-Objekt**

Beschreibung:

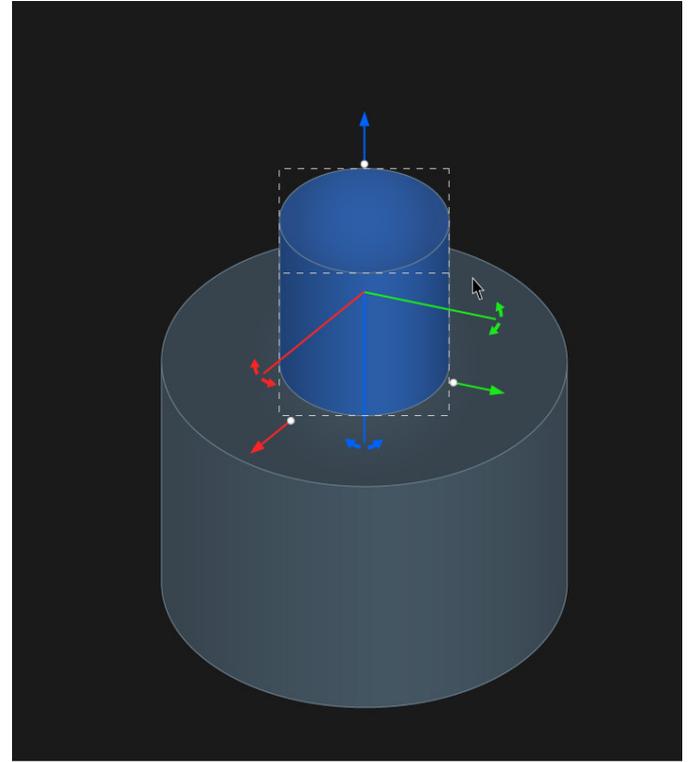
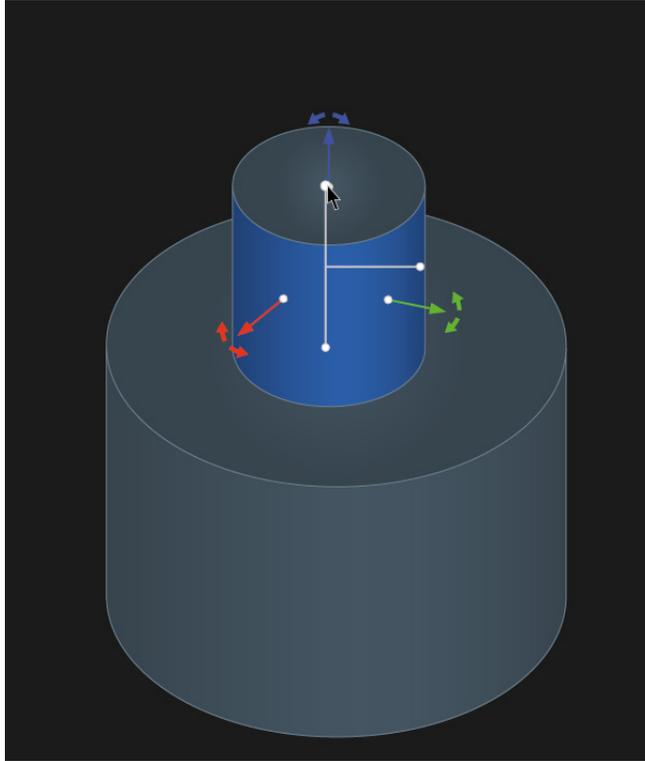
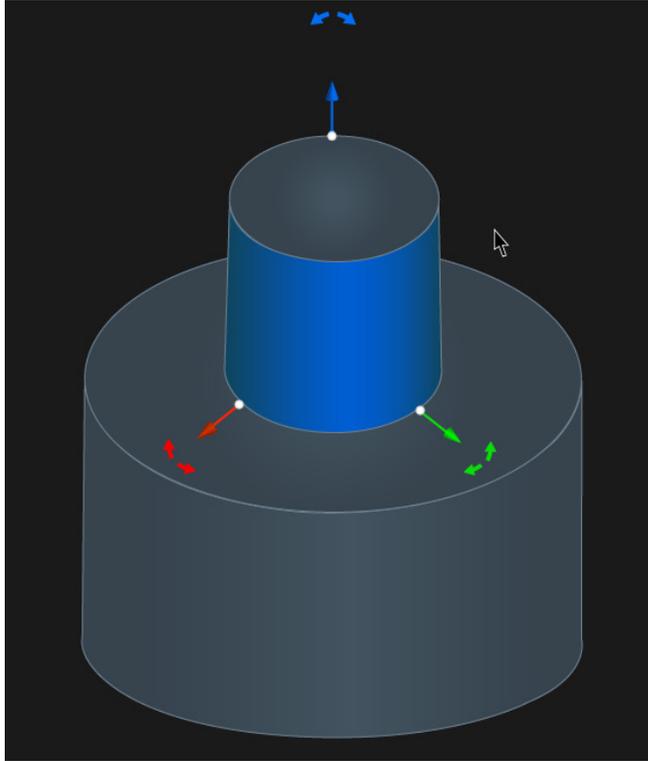
- Manipulation und Transformation werden getrennt
- Objekt selektiert, Maus befindet sich knapp außerhalb vom Objekt
- ist die Maus deutlich vom selektierten Objekt entfernt, werden keine Optionen eingeblendet
- Positionierungs-Pfeile an Navigationswürfel angelehnt
- Positionierung auf X,Y,Z Achse möglich durch Klick auf die Pfeile oder „ziehen“ der Pfeile mit gedrückter Maustaste
- freie Transformation möglich
- Mauszeiger als Indikator für Funktion
- Linien für Orientierung in Achsenfarbe

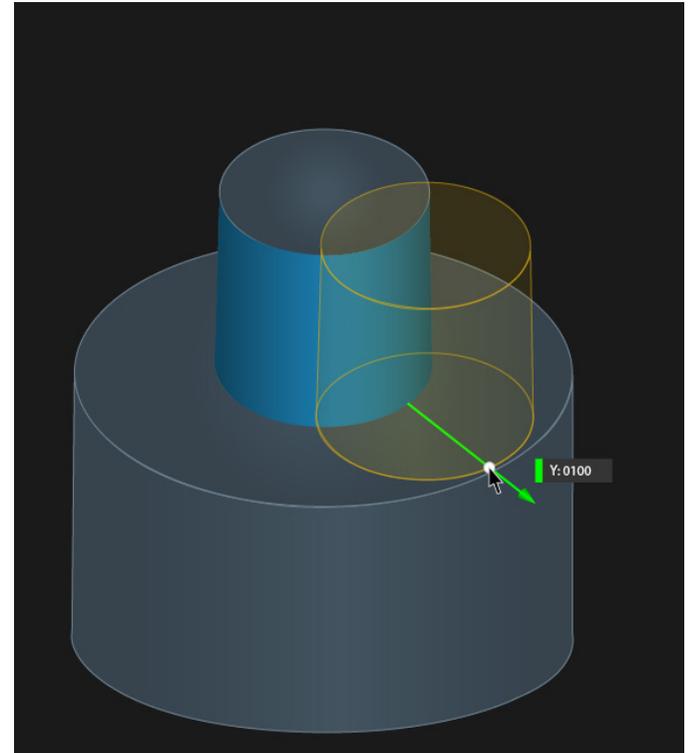
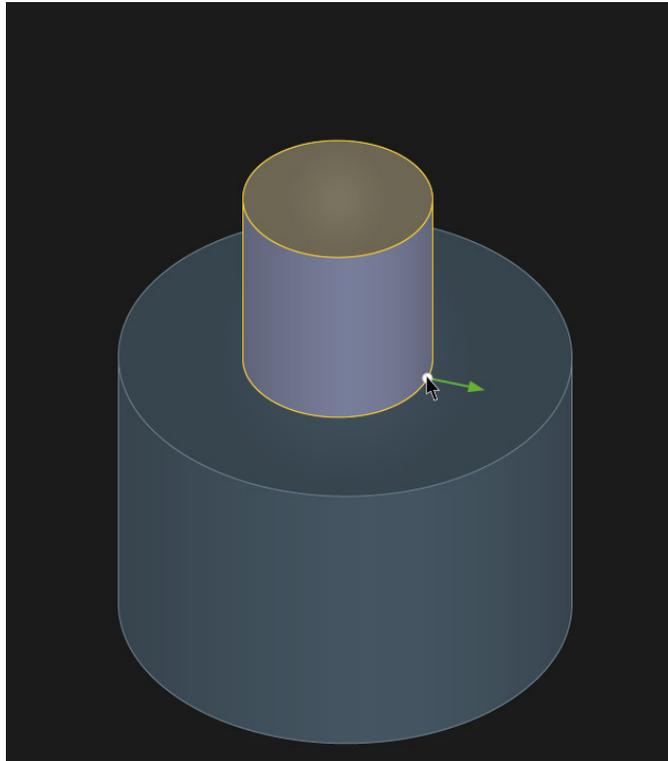
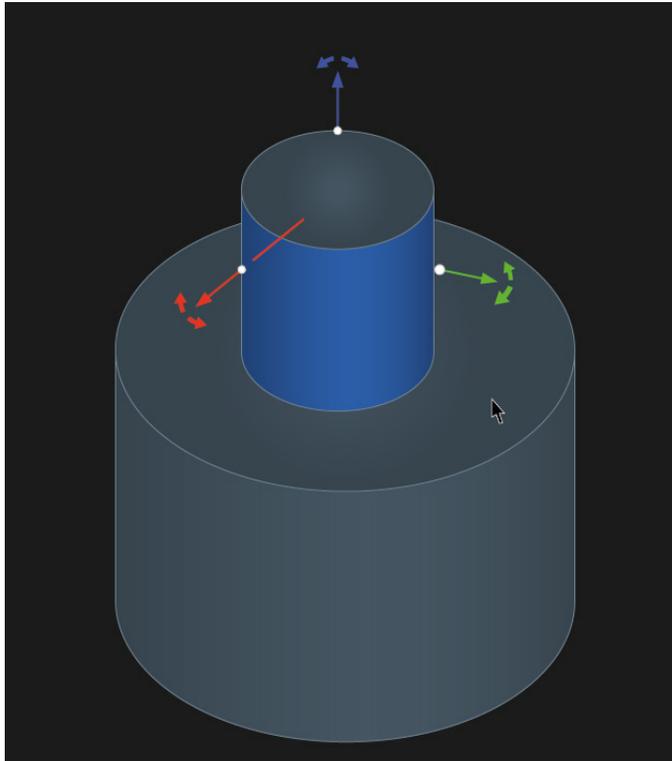
Pro:

- Optionen besser unterscheidbar
- optische Orientierung durch Linien in Achsenfarbe

Kontra:

- Steigerung der Ungenauigkeit
- Steigerung der Unruhe





Entwürfe Positionieren

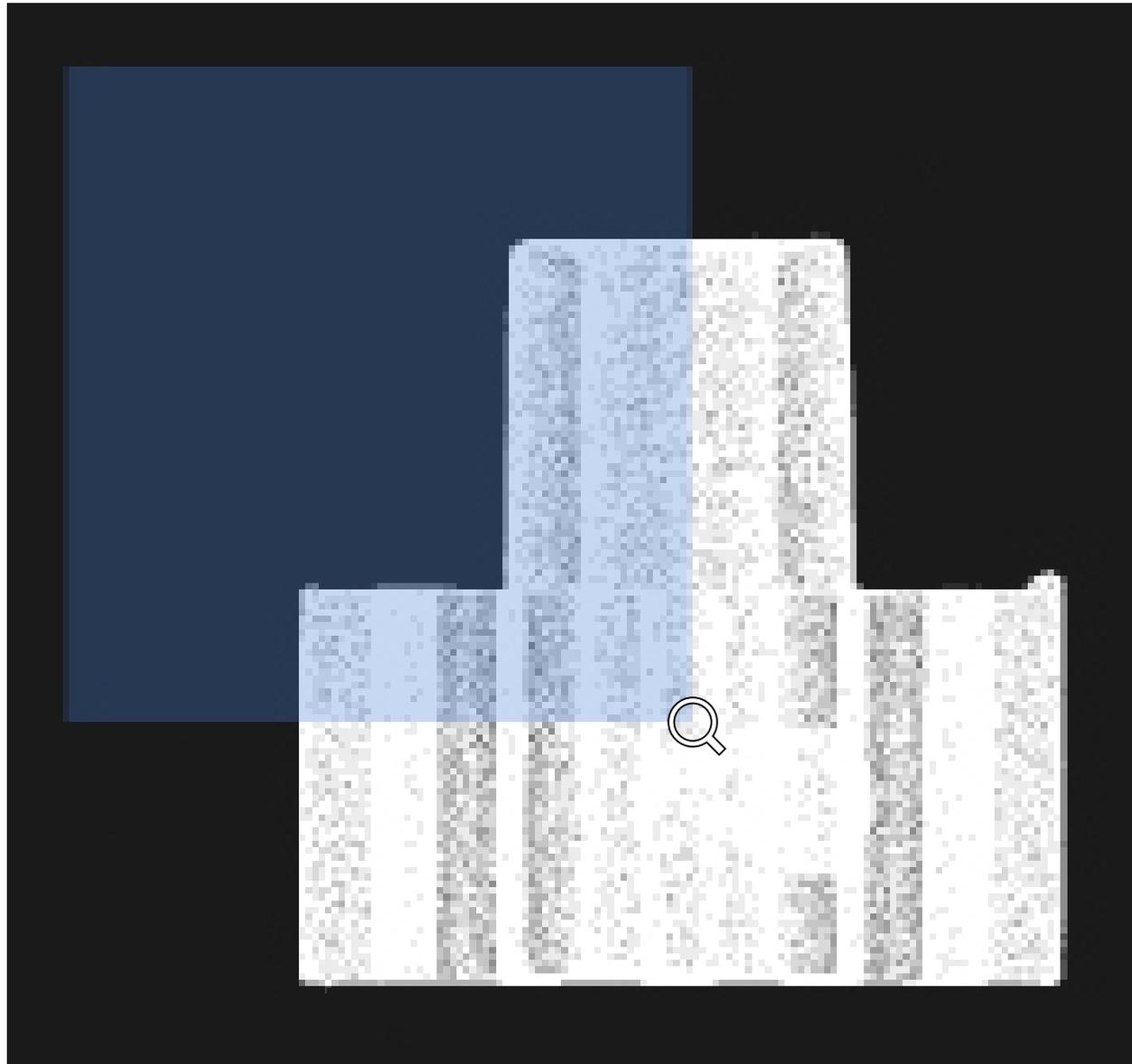


Abb.64 Zoom-Fenster

## **Zoom an Mausposition**

Die Zoomrichtung beim Scrollen des Mousrads bezieht sich immer auf den Mittelpunkt des CAD-Fensters.

Darum ist es nötig das Objekt bei Zoom immer mittig zu halten. Anderenfalls muss nach jedem Zoomen das Objekt erneut fokussiert werden.

Mit dem Lupenwerkzeug kann man ein beliebiges Sichtfenster aufziehen und in dieses Fenster zoomen.  
Zurück zoomen kann man über die Lupe nicht.

Ansatz:

Intuitiver wäre es, den Zoomfokus auf den Maus-Cursor zu legen.  
Dies erübrigt das erneute Plazieren des Objekts.

Pro:

- enorme Zeit- & Klickeinsparung

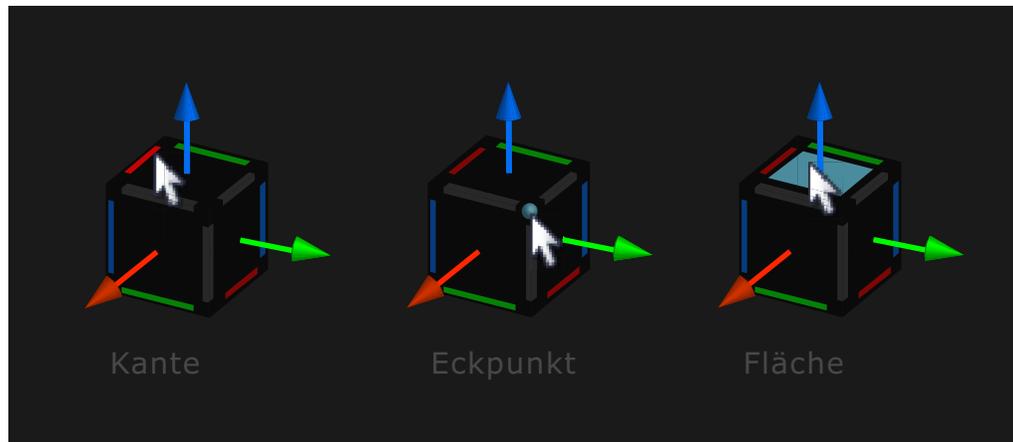


Abb.65 Navigationswürfel

## Navigationswürfel

Um den Blickwinkel auf das zu bearbeitende Objekt zu ändern, kann man die rechte Maustaste gedrückt halten, den Cursor bewegen und sich so in gewünschter Richtung um das Objekt drehen.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, per Klick auf den Navigationswürfel den Blickwinkel in vorgegebene Richtungen zu bewegen.

Der Würfel ist jeweils an seinen Kanten, Ecken und Flächen anwählbar. Die angewählte Stelle wird bei Klick nach hinten gedrückt.

Da der Würfel räumlich für das Objekt steht, wird dieses in selbige Richtung gedreht.

Dieses Konzept bleibt weiterhin erhalten. Der Würfel kann jederzeit frei rotiert werden.

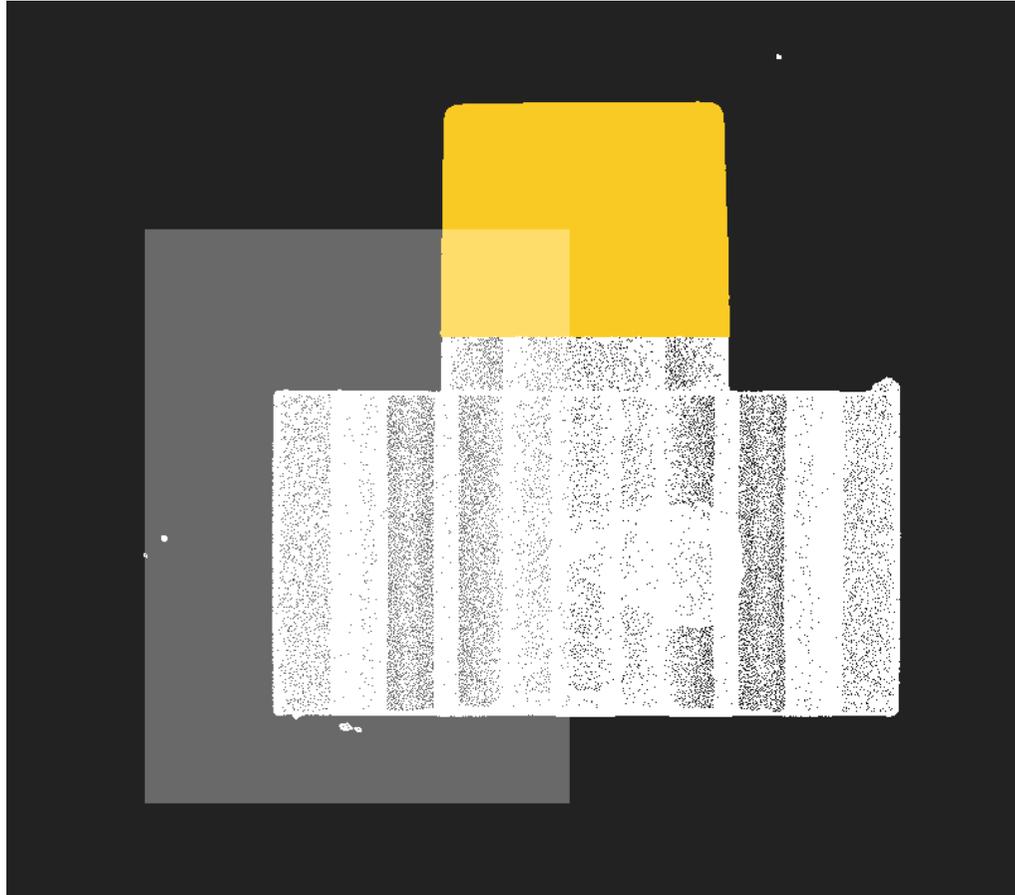
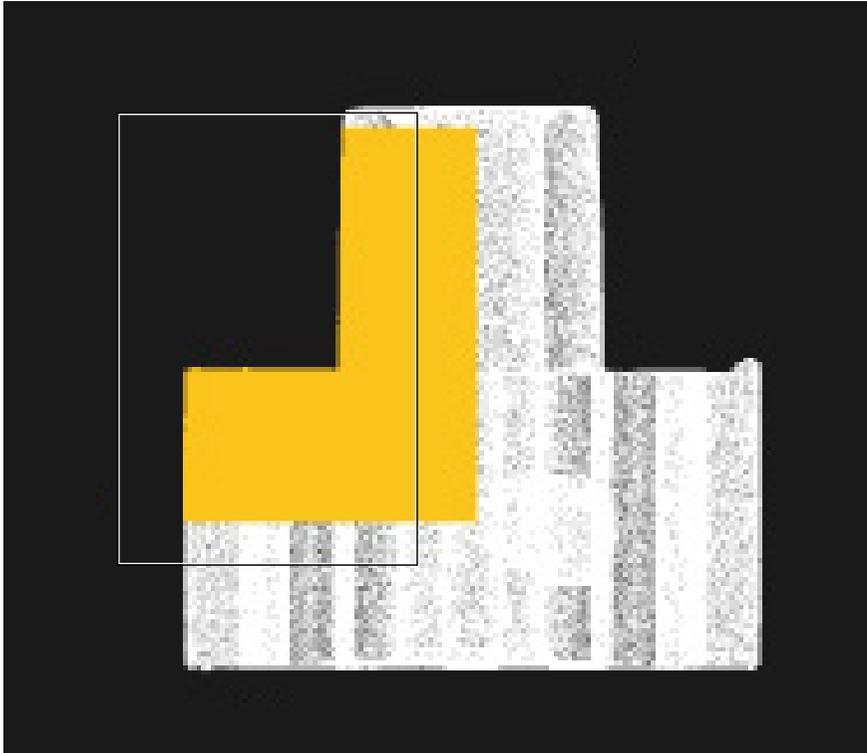


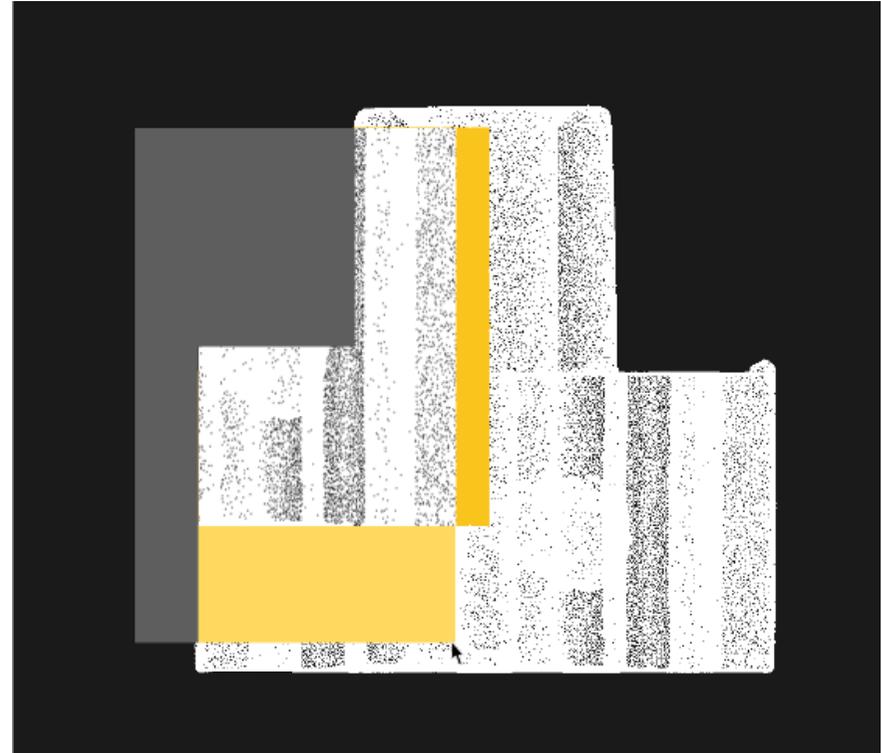
Abb.66 Selektion

## Selektion

Nur in der Subselektion können Teilbereiche von Objekten selektiert werden. Hierzu kann ein Fenster mit gedrückter linker Maustaste und entsprechender Taste (Shift, Strg & Alt) aufgezogen werden oder mit einer Art „Lasso-Funktion“ ein Bereich schrittweise markiert werden. Der Kontrast ist besonders auf Punktwolken sehr gering, da die Selektionsfarbe und die der Punktwolken weiß sind. Die so vorgenommenen Selektionen müssen teilweise auch genau sein.



schwarz/weißem Selektionsfenster



Selektion mit farbiger Transparenz

### **Ansätze:**

#### **Schwarz/Weiß**

##### Beschreibung:

- Selektionsrahmen immer als Linie
- Linie zweifarbig, schwarz/weiß
- direktes Maus-Feedback

##### Pro:

- Zweifarbigkeit erhöht Kontrast zum Modell
- funktioniert bei allen Elementtypen, außer bei Punktwolken (bei mittlere Zoom-Entfernung)

##### Kontra:

- Kontrast nicht bei allen Zoomstufen gegeben
- Doppelte Linie könnte verwirren

### **Ansätze:**

#### **Farbige Transparenz**

##### Beschreibung:

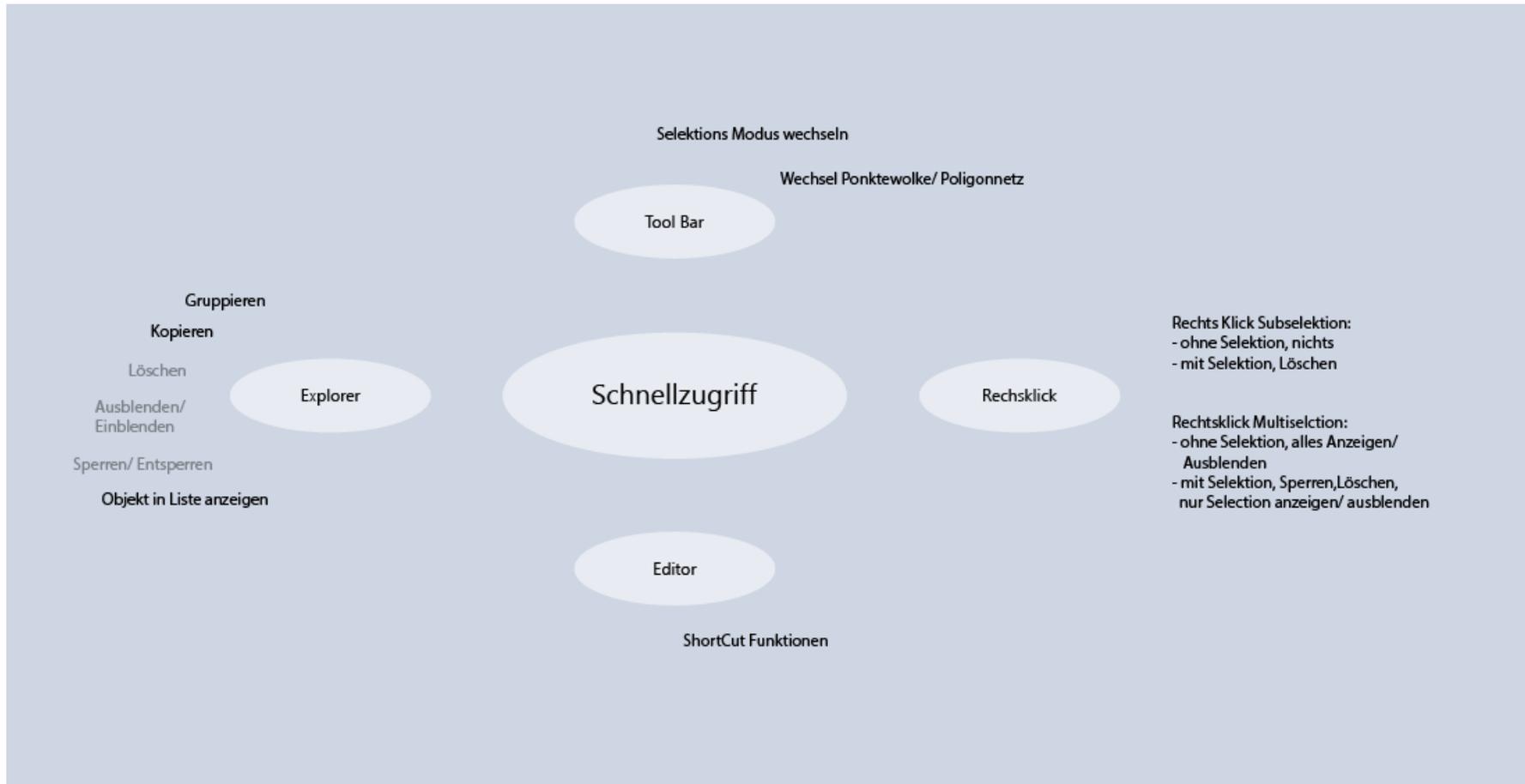
- Art der Selektion bleibt erhalten
- Selektionsvorschau (in Bsp. hellgelb) aktiv
- Vorschaufarbe auf Selektionsart angepasst
- direktes Maus-Feedback

##### Pro:

- selbsterklärend bei Nutzung
- deutliche Markierung der späteren Selektion
- Kontrast ausreichend vorhanden

##### Kontra:

- bei großen Punktwolken lange Rechenzeit
- technisch noch nicht umsetzbar



Mögliche Funktionen Schnellzugriff

## Schnellzugriff

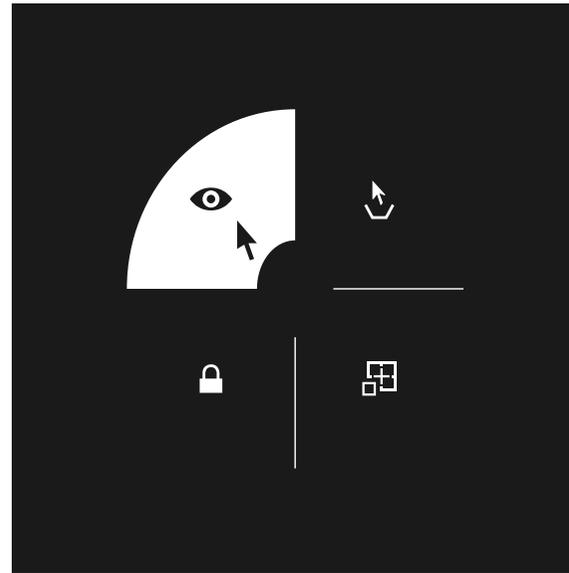
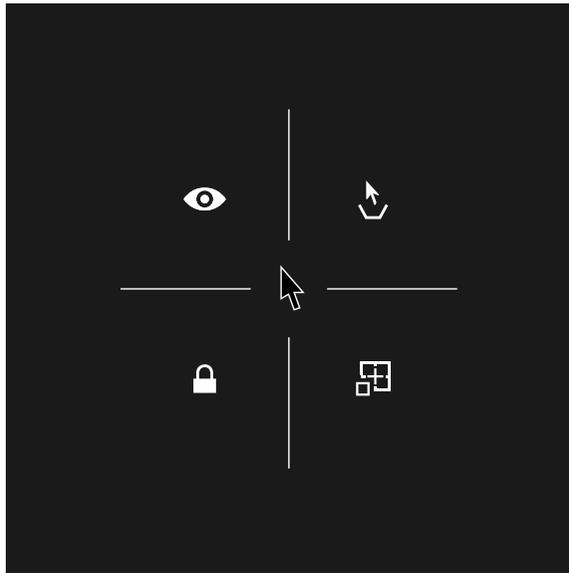
Einige Funktionen werden unabhängig von der Werkzeugkorrektur oder der Flächenrückführung immer wieder benötigt. Diese befinden sich im Explorer, Editor, Tool-Bar auf dem Rechtsklick. Im Zuge des Re-Designs soll dem Nutzer ein schneller Zugriff auf diese Funktionen ermöglicht werden, ohne seinen Workflow zu unterbrechen. Der Zugriff soll im CAD-Fenster erfolgen.

Aufschluss welche Funktionen in ein „Maus-Menü“ oder über einen Rechtsklick erreichbar sein sollten, gab die Informationsarchitektur. In ihr war auch vermerkt worden, welche Funktionen am häufigsten geklickt worden waren.

Mögliche Funktionen des Maus-Menüs:

- Sub-/Multiselektion
- End-/Gruppieren
- Ein-/Ausblenden
- Ent-/Sperrern

Funktionen aus dem Explorer, wie die Best-Fit-Funktionen, werden als Short-Cuts angeboten.



Variante 1

## **Ansätze:**

### **Schnellzugriff 1**

#### Beschreibung:

- Funktionen als Icons
- Menü durch Longpress mit rechter Maustaste aufrufen
- mit gedrückter Maus auf Funktion hovern
- Maustaste los lassen
  - = Menü beendet/Funktion ausgewählt
- visuelles Feedback durch Markierung der Fläche
- Funktion an Selektion angepasst

#### Funktionsbeschreibung:

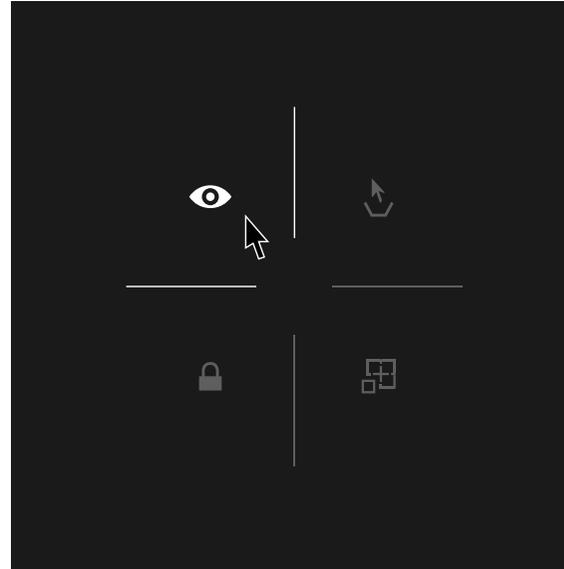
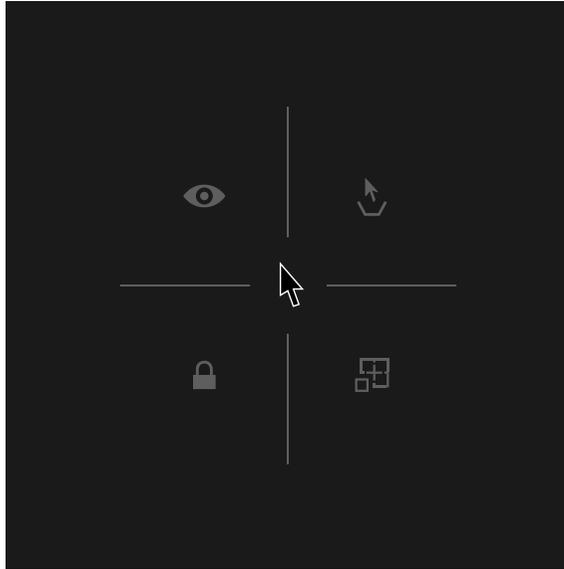
- Gruppierung nur mit Selektion möglich
- bestehende Gruppen werden nicht aufgelöst, sondern in Übergruppe zusammengefasst
- einzelne Objekte werden einer bestehenden Gruppe hinzugefügt
- einzelne Objekte werden zu einer Gruppe zusammengefasst
- Wechsel zwischen Sub- und Multiselektion
- ohne Selektion werden alle Objekte ein- und ausgeblendet
- bei der Selektion wird nur der selektierte Bereich ein/ausgeblendet
- ohne Selektion werden alle Objekte gesperrt/entsperrt
- Mit Selektion wird nur der selektierte Bereich gesperrt/entsperrt

#### Pro:

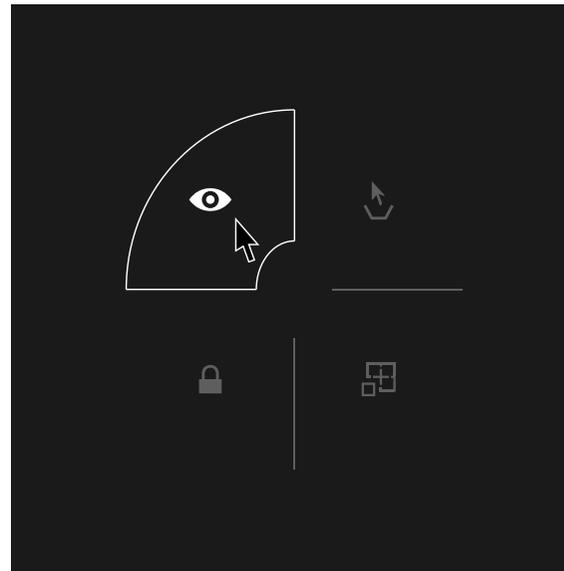
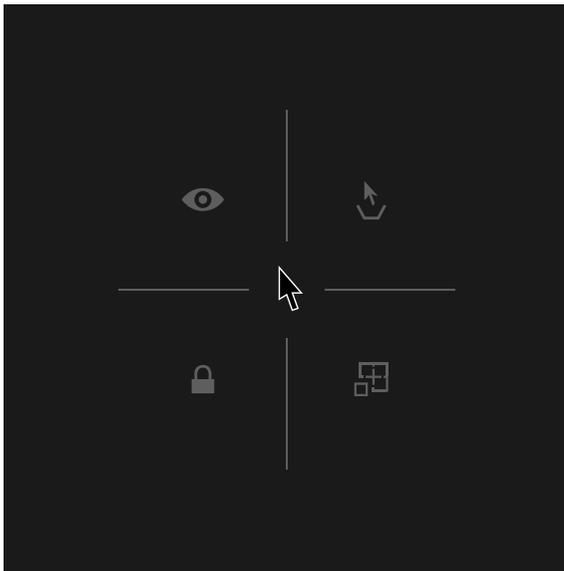
- Funktionen schneller erreichbar
- Workflow wird nicht unterbrochen
- Editor/ Explorer kann länger geschlossen bleiben
- mehr Arbeitsfläche
- geeignet für 3D-Maus

#### Kontra:

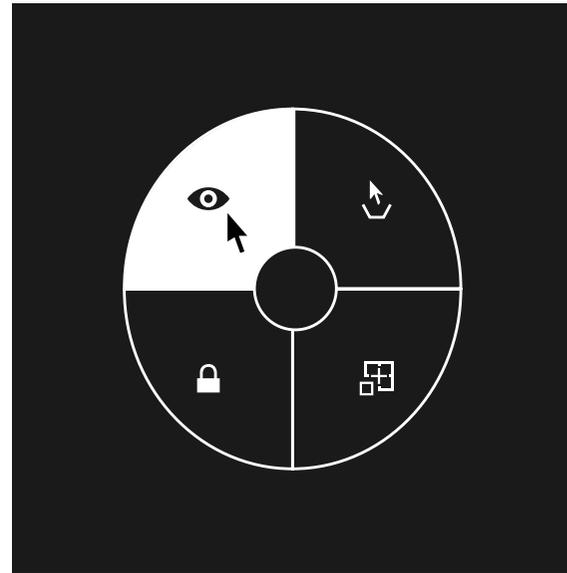
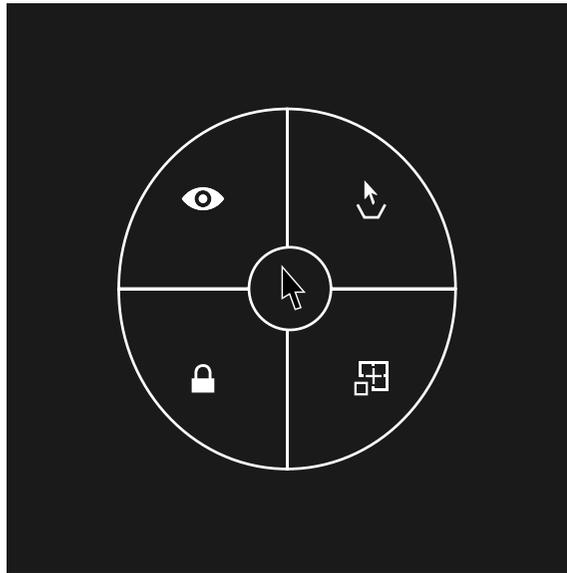
- Longpress rechte Maustaste selten belegt
- Doppelbelegung der Rechten Maustaste
- Shortcuts schwer zu finden



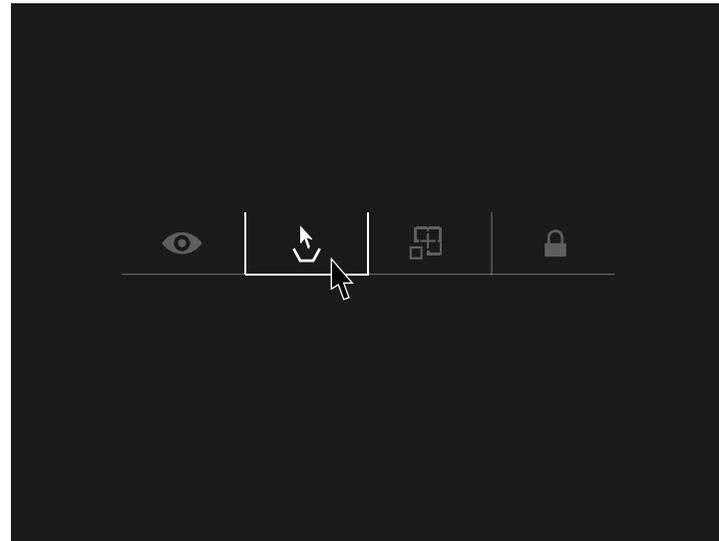
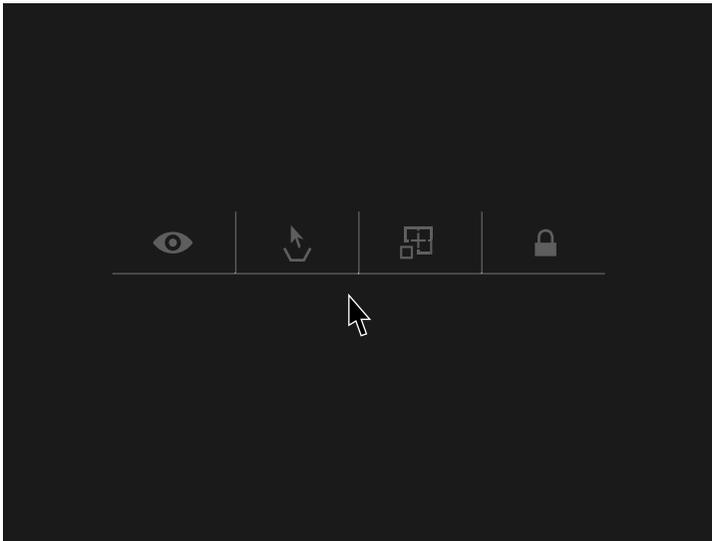
Variante 1.1



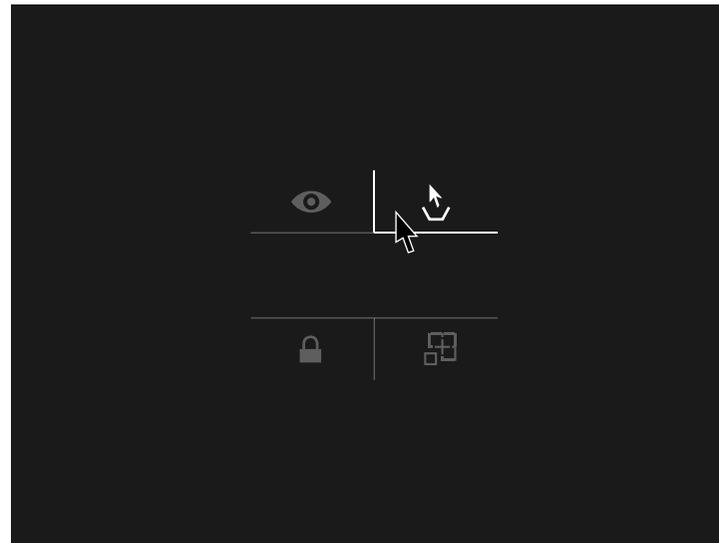
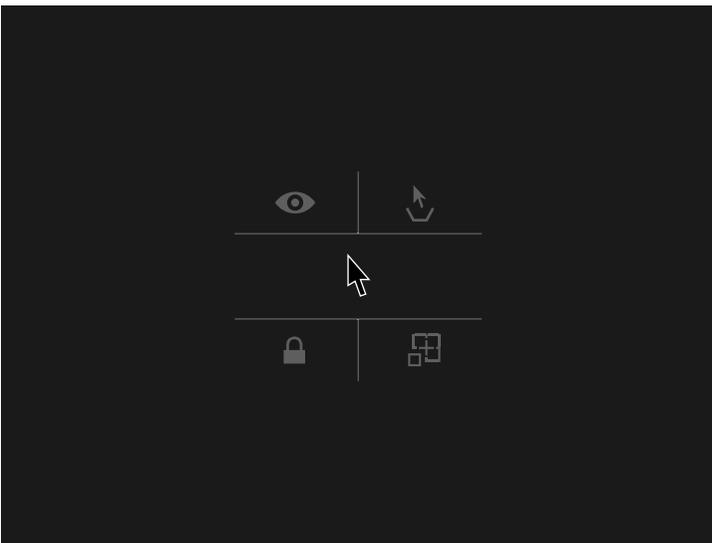
Variante 1.2



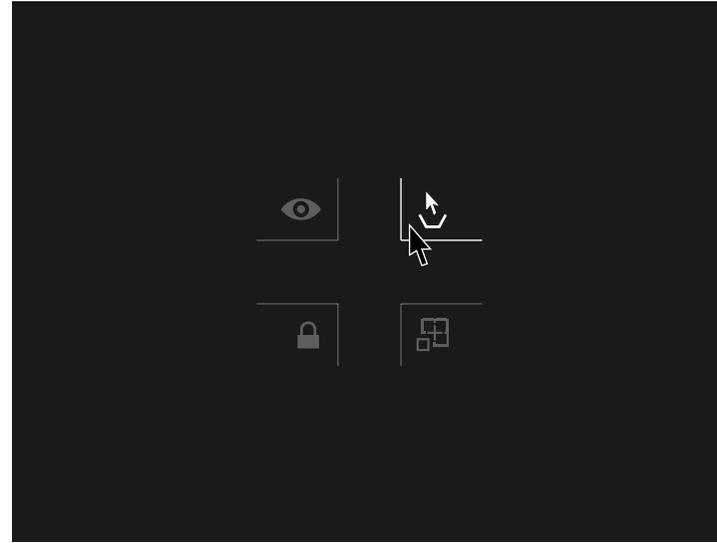
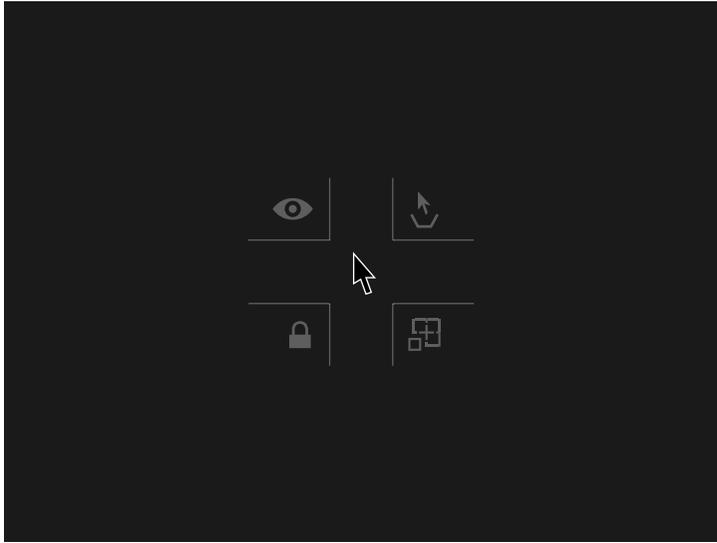
Variante 1.3



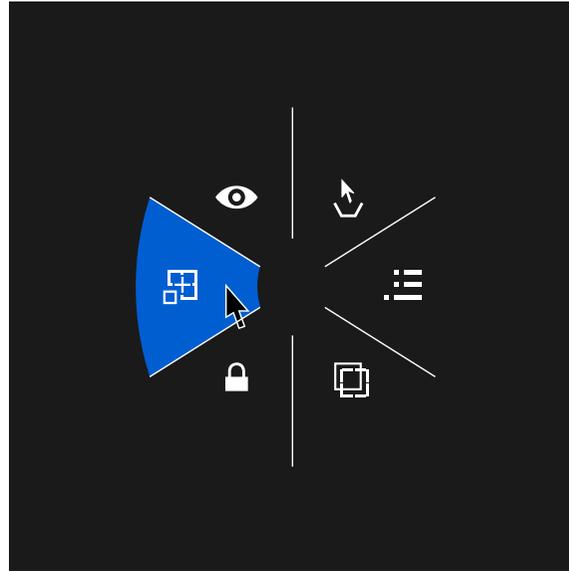
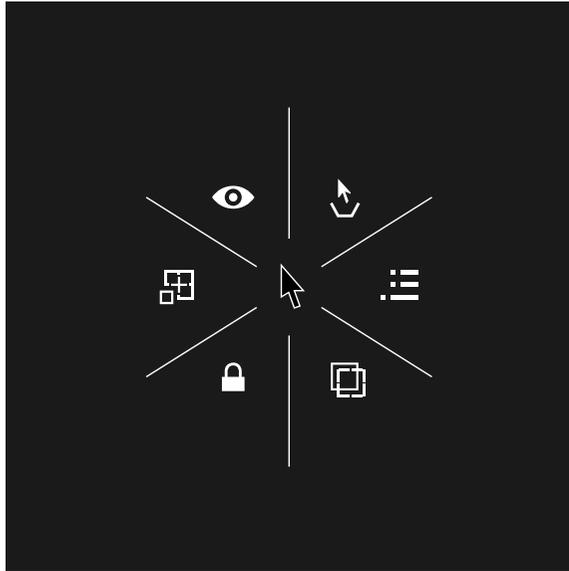
Variante 2



Variante 2.2



Variante 2.3



Variante 3

## **Schnellzugriff 2**

Beschreibung:

- Funktionen als Icons
- Menü durch Rechtsklick (Longpress) aufrufen
- mit gedrückter Maus auf Funktion (Icon) hovern
- Maustaste loslassen = Funktion aktiviert/  
Menü beendet
- visuelles Feedback durch Markierung der Fläche
- Funktion an Selektion angepasst
- Rechtsklick entfällt
- Löschfunktion über Taste/ Editor möglich

Zusätzliche Funktionen:

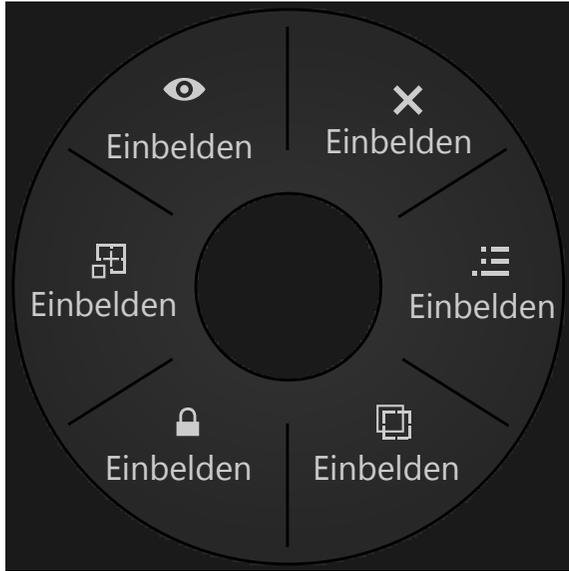
- Mit Selektion, Objekte können dupliziert werden  
und im Explorer angezeigt werden

Pro:

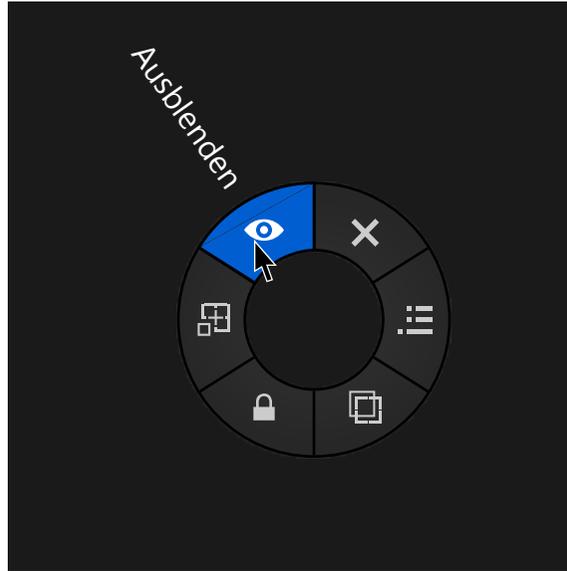
- Funktionen schneller erreichbar
- Workflow wird nicht unterbrochen
- Editor/ Explorer kann öfters geschlossen bleiben
- mehr Arbeitsfläche
- keine Verwirrung durch Doppelbelegung  
der rechten Maustaste

Kontra:

- ungewohntes (im ZRE) Bedienkonzept
- Löschen nur über Taste möglich
- kein Kontrast auf dem Model



Variante 4



Variante 4.1



Variante 4.2

### **Schnellzugriff 3**

Beschreibung:

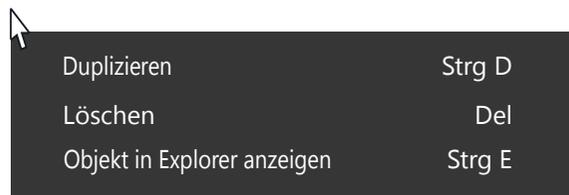
- Icons mit Benamung
- Menü mit Hintergrund

Pro:

- Icons auch auf Model zu erkennen
- Benamung unterstützt Verständnis

Kontra:

- Platzierung der Benamung
- Leserichtung/ Einheitlichkeit der Benamung



Rechtsklick

## **Rechtsklick**

Beschreibung:

- ersetzt durch Schnellzugriffsmenü
- Funktion an Selektion angepasst
- Funktionsumfang erweitert
- Funktionen durch Short-Cuts ergänzt

Funktionsumfang:

- Duplizieren
- Objekt in Explorer anzeigen
- Löschen

Pro:

- normaler Rechtsklick übersichtlicher
- schnelleres Finden durch  
„Objekt in Explorer anzeigen“
- Short-Cuts

Kontra:

- auf Grund des Schnellzugriffs  
nicht mehr von Relevanz

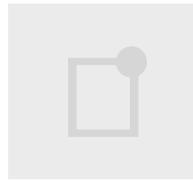


## Icons

Bei der visuellen Ausgestaltung waren Bereiche wie beispielsweise Schrift und Farbgebung bereits durch den vorhandenen Styleguide vorgegeben. Details wie Icons, welche durch die Umstrukturierung benötigt wurden, mussten ergänzt werden.



Werkzeugkorrektur



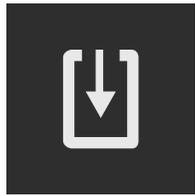
Flächenrückführung



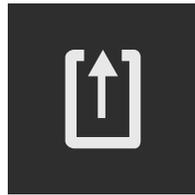
Freier Modus

## **Icons Modi-Auswahl**

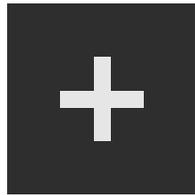
Für den Ansatz, die Wahl des Arbeitsmodus auf eine Vorauswahl zu legen, wurden Icons entwickelt.



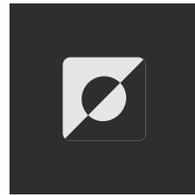
Importieren



Exportieren



Erzeugen



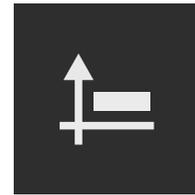
Invertieren



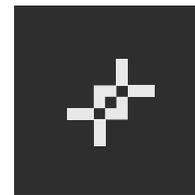
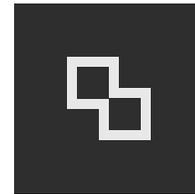
Analyse



Krümmungs-  
analyse



Anheben



Verschneiden

## **Icons Navigation-Bar**

Mit dem Einfügen der Navigation-Bar wurden Icons für die Arbeitsschritte der WZK und FR nötig.



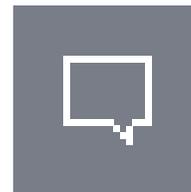
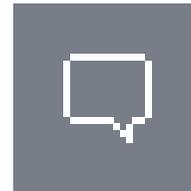
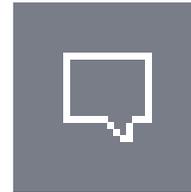
Gruppe/  
Gruppieren



Funktionen  
hinzufügen



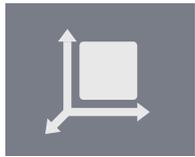
Duplizieren



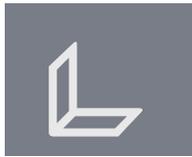
Sprache

## **Icons Explorer**

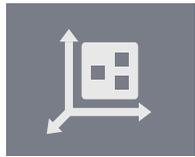
Im Zuge der Umorganisation des Explorers wurden hierfür weitere Icons erstellt.



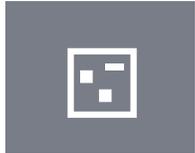
3D Element  
m. Healing



Geometrie  
Sheetbody



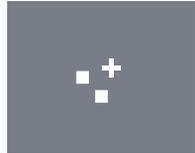
3D Element  
o. Healing



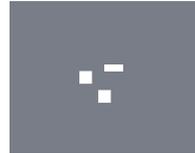
Punkte räumlich  
reduzieren



Punkte  
invertieren



Punkte zu  
Punktew. hinzu.



Punkteanzahl  
reduzieren



Orientierung  
umkehren



Fläche mit  
Kurve ber.



Orientierung  
umkehren



Fläche  
verlängern



Fläche  
verrunden



Offsetfläche



Fläche  
verbinden



Fläche  
schneiden

## **Icons Editor**

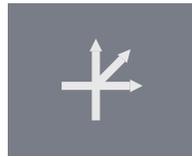
Die Funktionsauswahl im Editor erfolgt nun über eine Iconleiste. Für manche Funktionen wurden Beispiel-Icons erstellt.



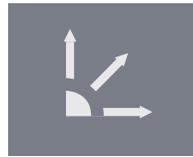
Manuell



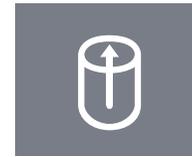
Geometrie



3D Element



Projektion in vorgeg. Richt.



Best-Fit Zylinder



Zylinder manuell



Polylinie verbinden



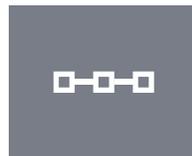
Polylinie verlängern



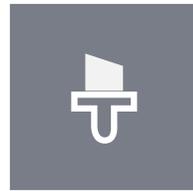
Polylinie glätten



Polylinie auftrennen







Farbe

Farbe1



## **Icons Tool-Bar**

Der Funktionsumfang der Tool-Bar wurde erweitert. Für die Funktion der Farbe musste ein weiteres Icon erstellt werden.



# Ausarbeitungsphase

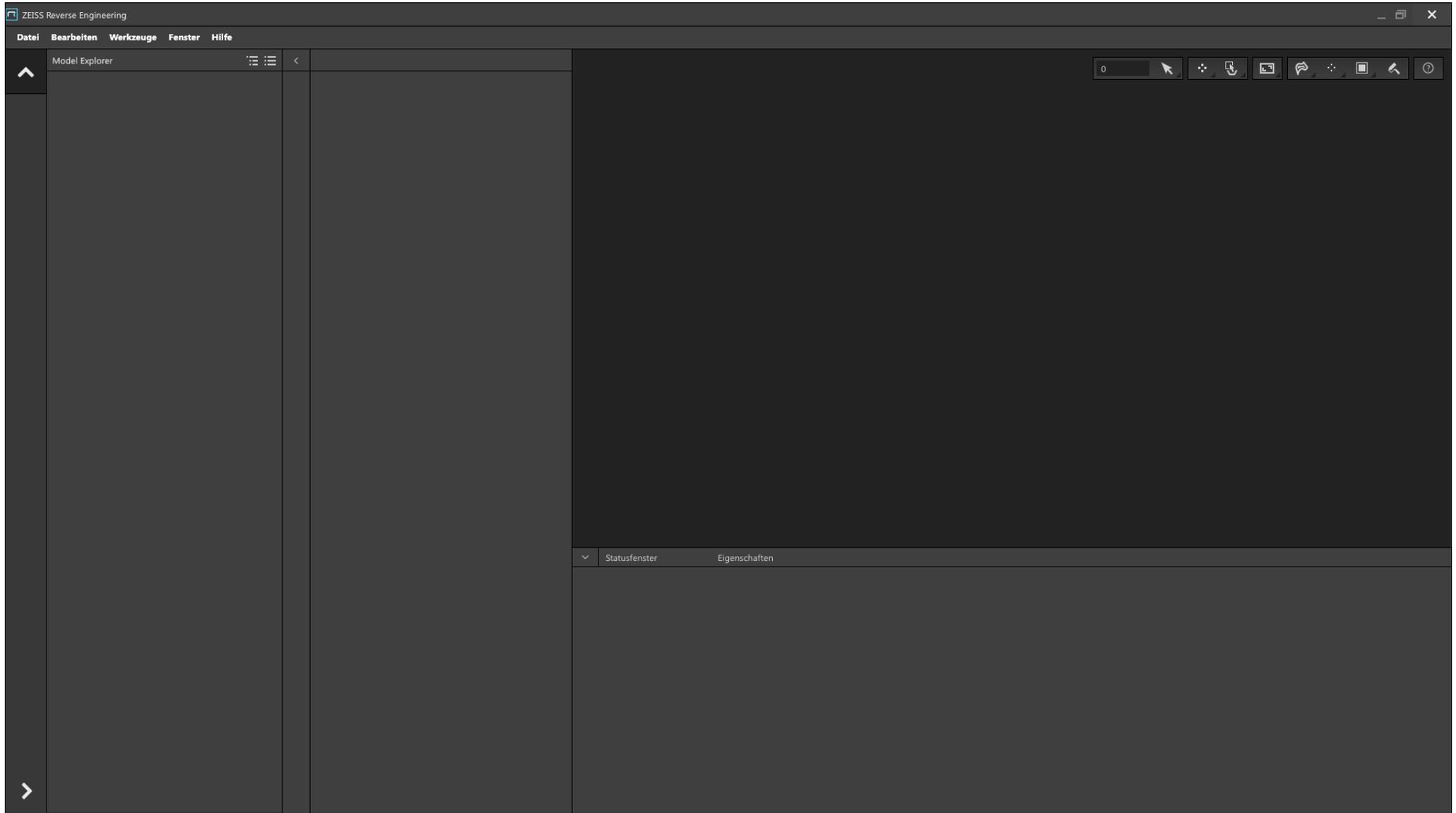
Einleitung Ausarbeitungsphase	S.317
Grid	S.319
Fertige Screens	S.321
Projektschritt	S.321
Import	S.325
Invertieren	S.337
Erstellen	S.339
Anheben	S.341
Analyse	S.347
Verschneiden	S.349
Export	S.369
Flächenrückführung	S.373
Freier Modus	S.375
Farbe	S.377
Funktionsumfang	S.379
Werkzeugkorrektur	S.379
Flächenrückführung	S.383
Resümee	S.389



## **Einleitung Ausarbeitungs- Phase**

Nach Festlegung der Konzepte in Form von Wireframes wurden diese digitalen Skizzen ausgearbeitet und pixelgenau platziert.

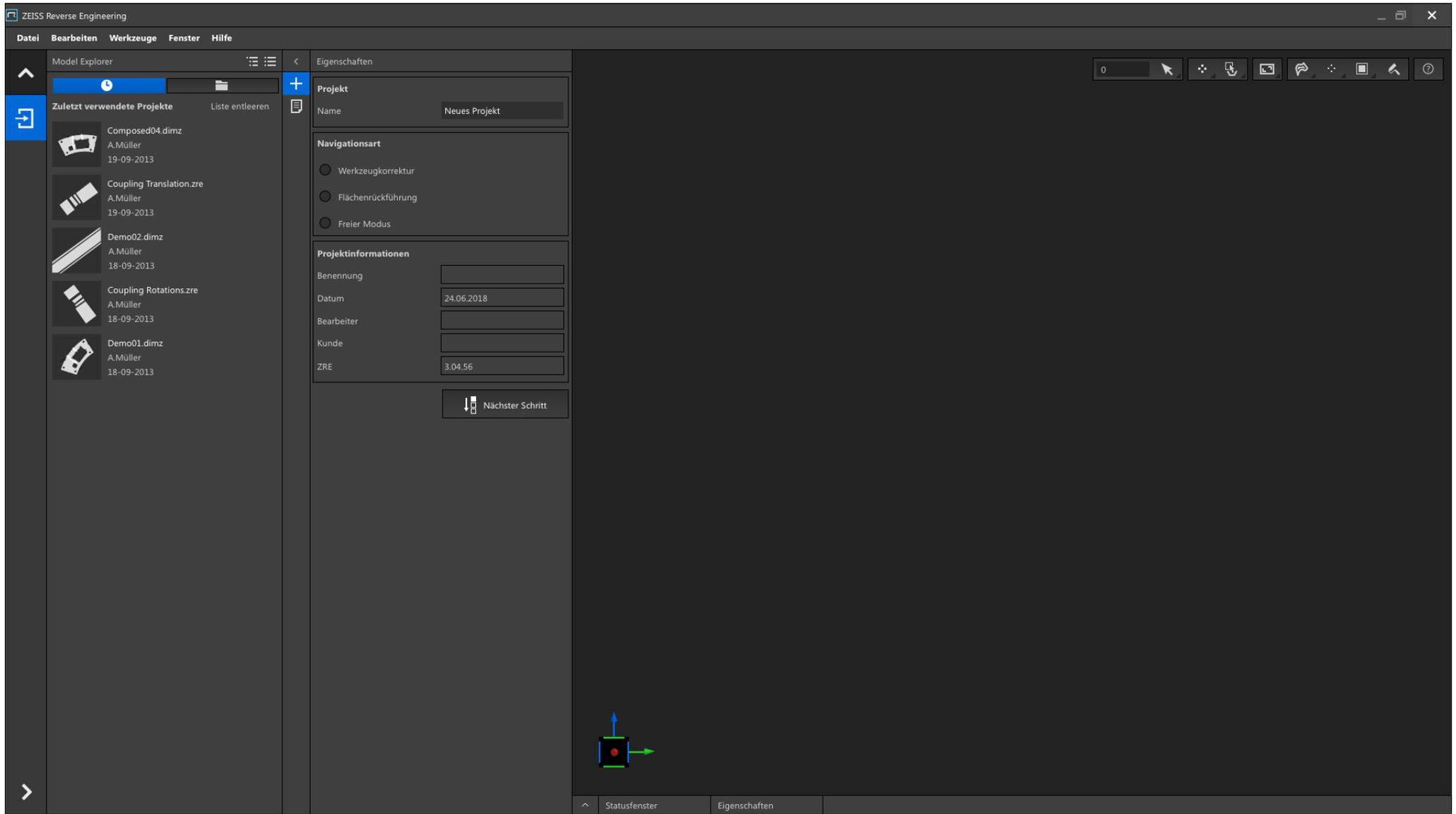
Am Ende der visuellen Ausarbeitung wurde das Re-Design in Form eines Clickdummies erfahrbar gemacht. Die endgültige Ausarbeitung wurde in Sketch und der Clickdummy in Flinto erstellt. So war es möglich, die gesamte Oberfläche pixelgenau vorzubereiten und im Anschluss an Flinto zu übergeben.



Leeres Grid

## **Grid**

Im ersten Schritt wurde ein pixelgenaues Grid erstellt, auf welchem alle weiteren Schritte der Software aufgebaut werden konnten.



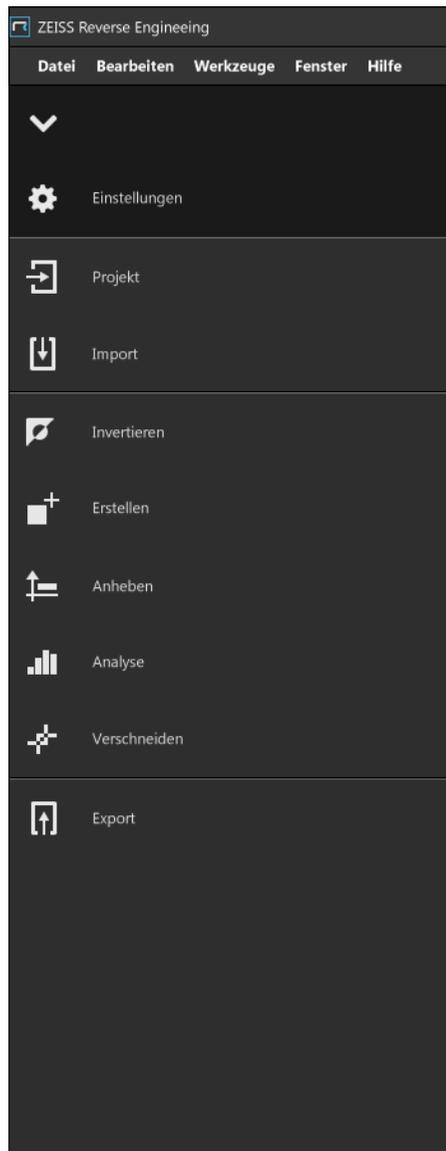
## Fertige Screens

### Projektschritt

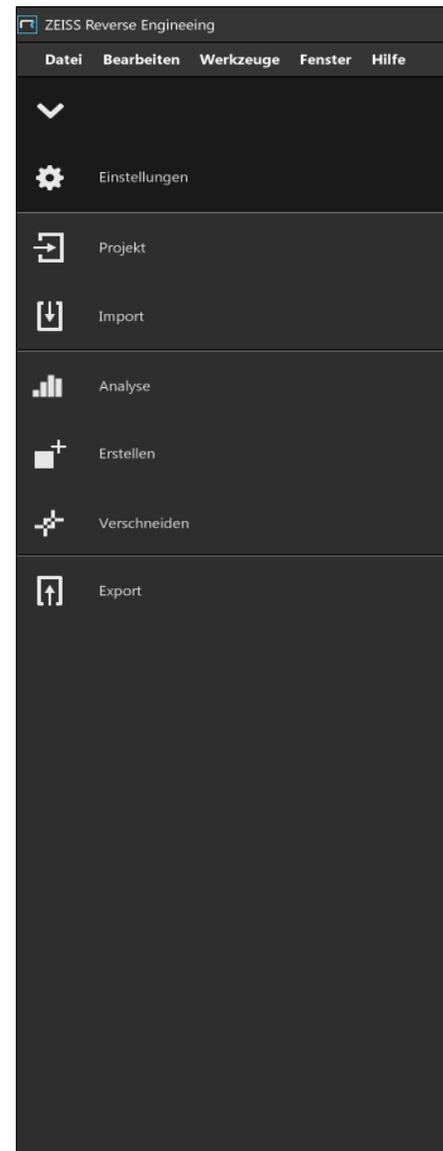
Dieses Beispiel findet anhand der WZK statt. Im Projektschritt werden die Rahmenbedingungen des Projektes festgelegt. Ob es sich um eine Werkzeugkorrektur, Flächenrückführung oder um eine Bearbeitung im Freien Modus handelt wird in diesem Schritt entschieden. Im Explorer können zuletzt bearbeitete Sessions geöffnet, sowie ältere Projekte geladen werden. Des Weiteren sind im Editor Namen, Datum, Bearbeiter, Kunde und Version des Projekts gelistet.

#### **Tabs:**

Da immer nur ein Projekt geöffnet sein kann, wurden die Tabs, sowie die Tableiste entfernt.



FRF Navigation-Bar ausgeklappt

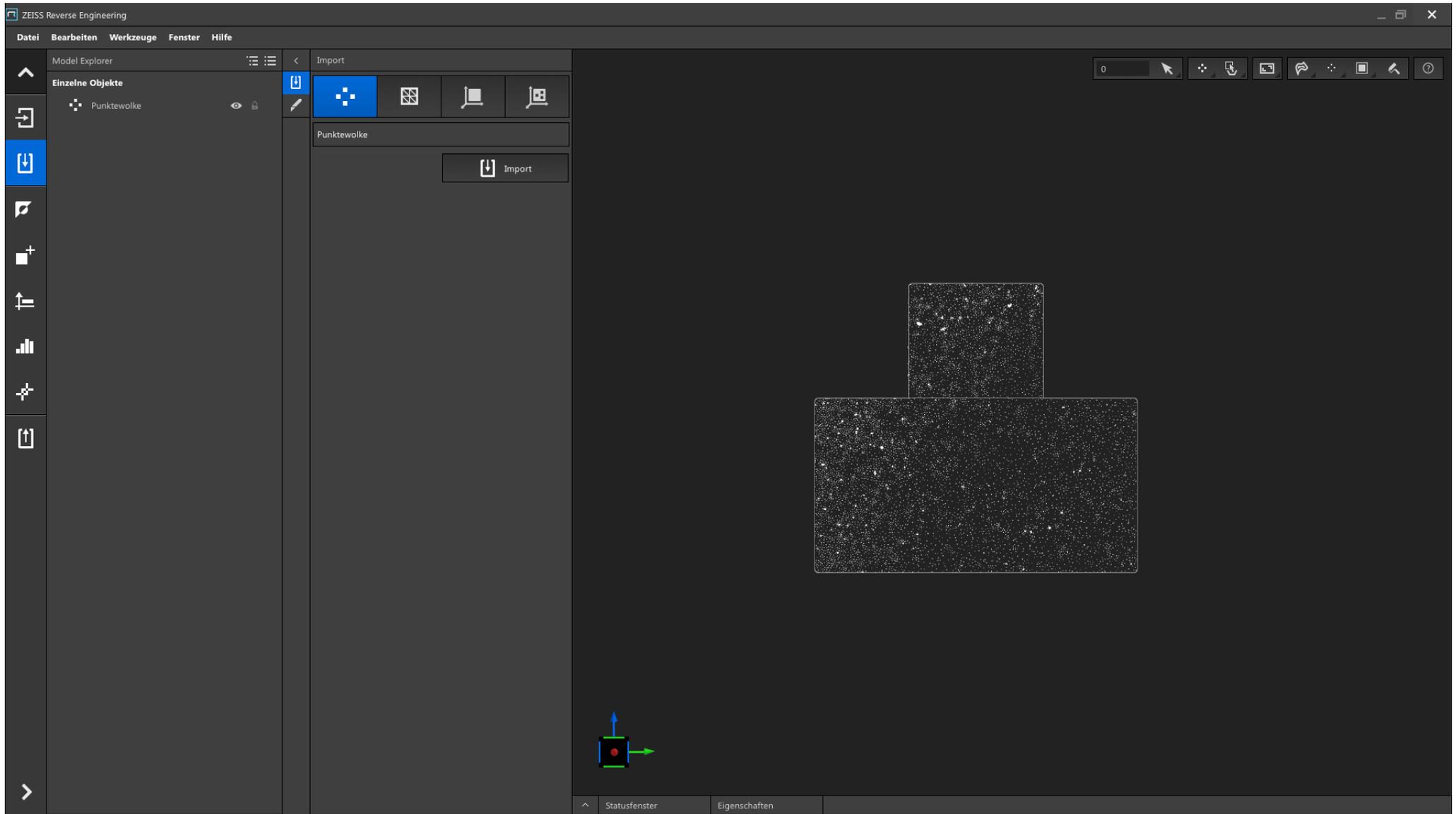


WZK Navigation-Bar ausgeklappt

**Navigation-Bar:**

Nach Festlegen der Projektart (WZK oder FR) wurde die Navigation-Bar mit den zugehörigen Schritten befüllt. Im eingeklappten Modus werden die Schritte durch einzelne Icons repräsentiert.

Im ausgeklappten Modus wird die Navigation-Bar verbreitert und die Icons werden mit ihrer zugehörigen Benennung gelistet.



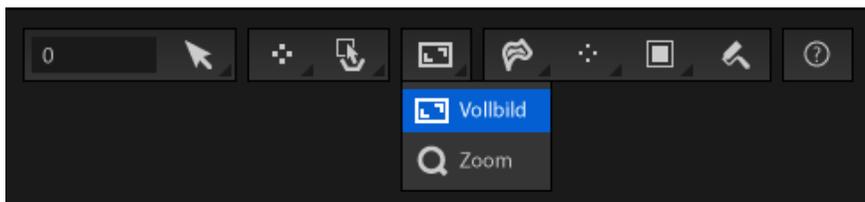
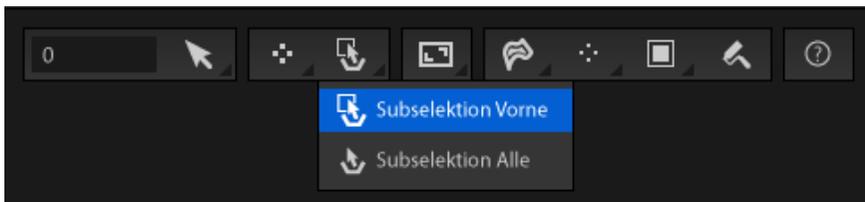
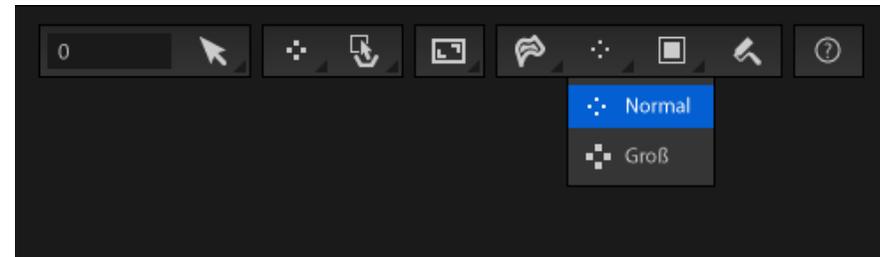
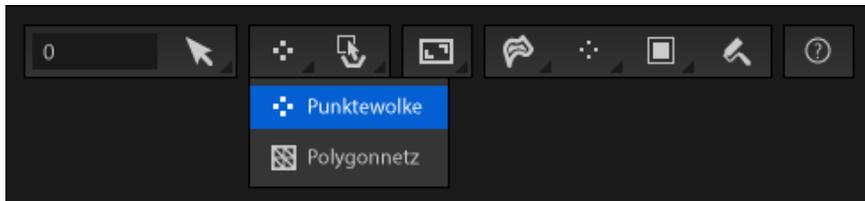
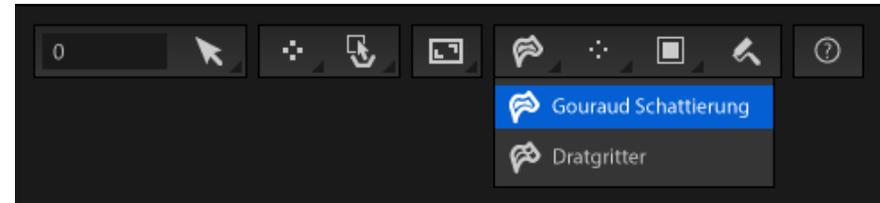
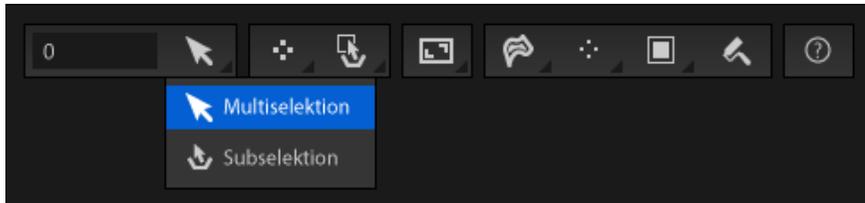
Import

## **Import**

Dieser Schritt lässt sich auf das Zusammen-  
tragen der benötigten Datensätze für  
die bevorstehende Session reduzieren.

Zur Auswahl stehen diese Formate:

- Punktwolke
- Polygonnetz
- 3D-Element mit Healing
- 3D-Element ohne Healing

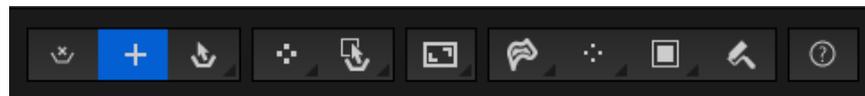
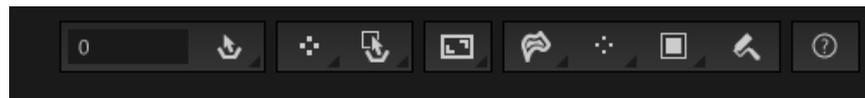


Tool-Bar

**Tool-Bar:**

Die Tool-Bar, sowie ihre Anordnung bleibt weitestgehend unverändert.  
Die Lupe wird zusammen in einem Dropdown mit „Zoom auf Objekt“ geführt.  
Des Weiteren wurde sie durch drei Funktionen erweitert:

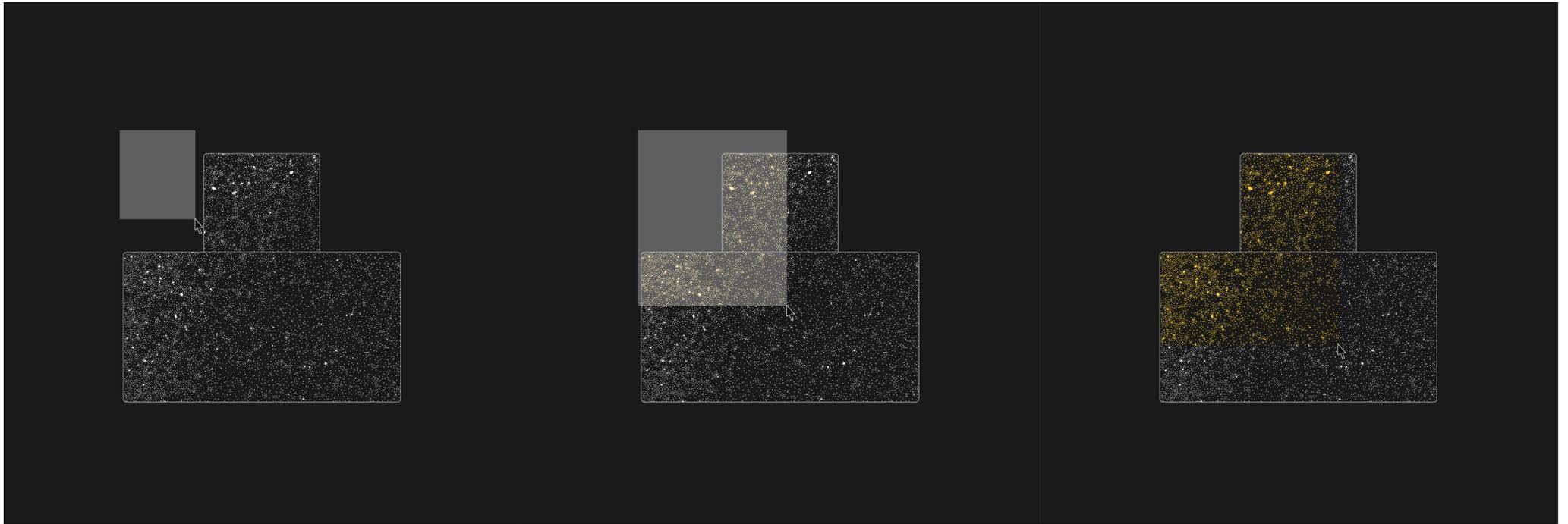
- Punkteauswahl
- Hilfe
- Farbgebung



Punkteauswahl in Tool-Bar

**Punkteauswahl:**

Die Punkteauswahl, welche zuvor im Explorer platziert war, ist die einzige Funktion in der Tool-Bar, welche aus dem Rahmen fällt. Hier wird die Anzahl der momentan selektierten Punkte aufgeführt. Jedoch werden bei Hover des Anzahlbereichs die zwei sonst neben der Anzahl platzierten Funktionen, wie „Punktewolke löschen“ oder „Markierte Punkte auf neue Ebene duplizieren“ eingeblendet.



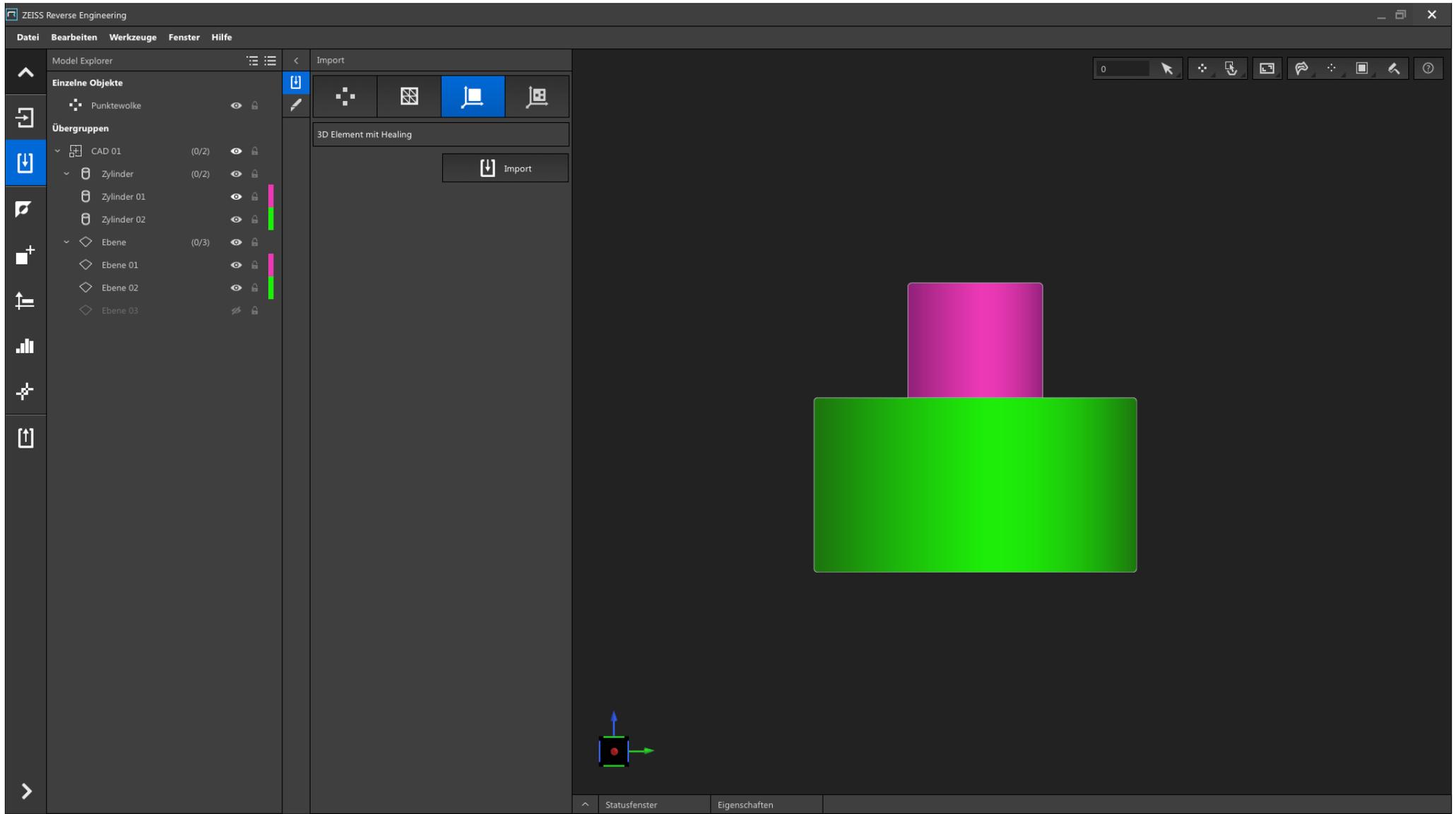
Abfolge Selektion

**Selektionsvorschau:**

Das Selektionsfenster wird mit gedrückter linker Maustaste und Bewegung des Cursors im CAD-Fenster geöffnet. Alle Objekte, welche sich im Selektionsfenster befinden werden in einer Vorschau mit der Selektionsfarbe Gelb gekennzeichnet.

**Zoom:**

Das Zoom-Fenster bleibt unverändert. Der Zoom mit Hilfe des Scrollrades jedoch, zoomt nur noch an die momentane Position des Cursors.



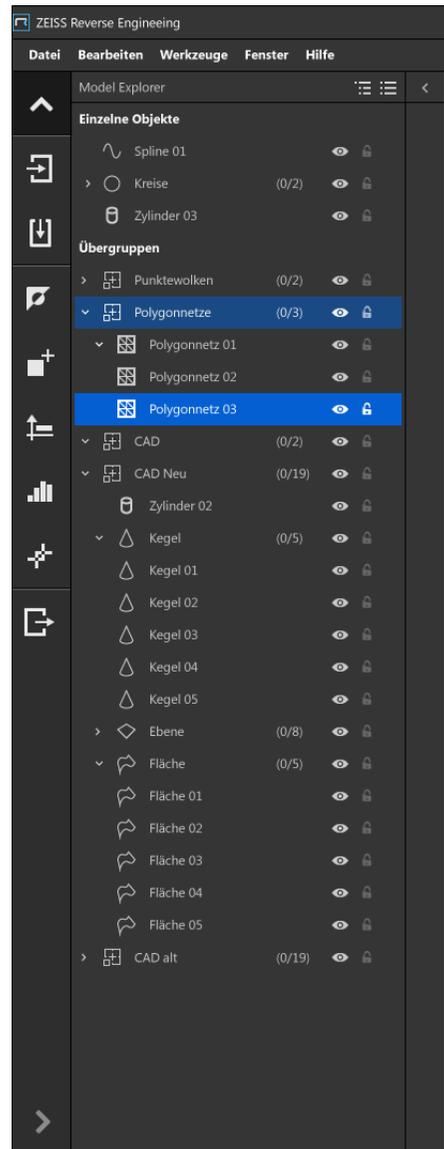
Importieren/Färbung

### **Menü-Icon-Leiste:**

Das große Dropdownmenü im Editor wurde durch eine Iconleiste ersetzt. Komplette gefüllt beherbergt die Leiste acht Icons, welche in zwei Viererzeilen gegliedert werden. Unterhalb dieser Leiste befindet sich die Beschriftung der momentan ausgewählten Funktion. Da kein Dropdownmenü, welches zur Öffnung einen Klick benötigt mehr vorhanden ist, wird dieser Klick gespart.

### **Import der Farbe:**

Der Anwendungstechniker kann das Objekt mit farblicher Markierung importieren. Um Unübersichtlichkeit vorzubeugen kann die Farbgebung in Form eines Toggle-Icons in der Tool-Bar ein- und ausgeschaltet werden.



Explorer

### **Listung Explorer:**

Bereiche welche nicht befüllt sind,  
werden nicht eingeblendet.  
Unterschieden wird in Gruppen  
und einzelne Objekte.

Wenn ein Objekt neu erstellt wird,  
wird es in den Bereich „einzelne Objekte“  
gelegt und seinem Elementtyp zugeordnet  
(Bsp. Zylinder zu Zylinder).  
Ist eine Übergruppe selektiert wird das Objekt  
dieser zugewiesen.

Wenn mehrere Objekte gruppiert werden,  
werden diese in einem Ordner in den  
Gruppenbereich gelegt.

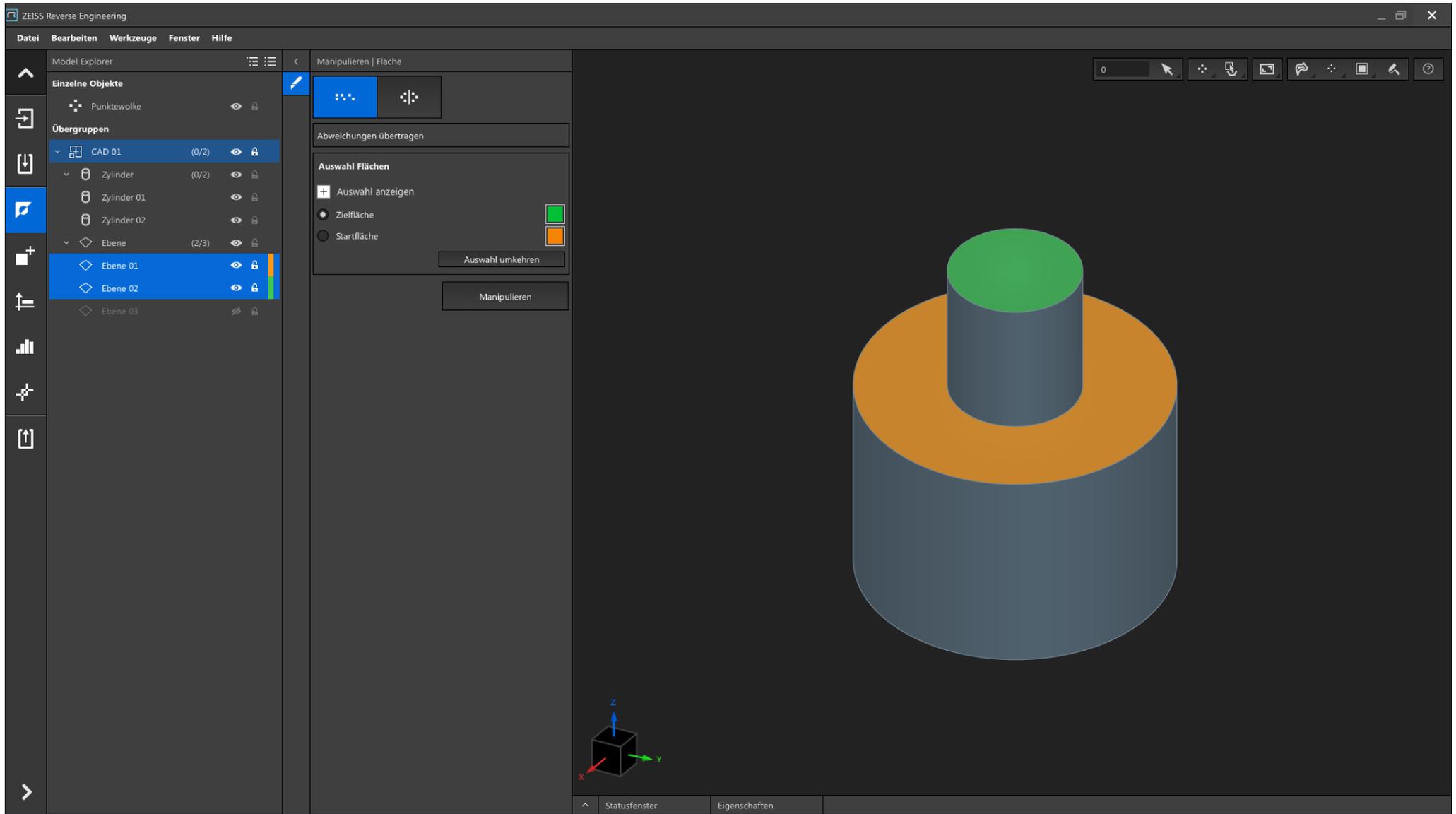
Jeder Gruppenordner ist aufgebaut wie  
der „einzelne Objekte“-Ordner und  
zeigt wieder nur das, was vorhanden ist.

Die Icons:

- Sperren
  - Ein- & Ausblenden
  - Ent- & Sperren
- werden beibehalten.

### **Icon-Interaktion Explorer:**

Alle Objekte können zum Beispiel gesperrt  
werden, indem man mit einem Longpress  
über alle Sperr-Icons hovers.



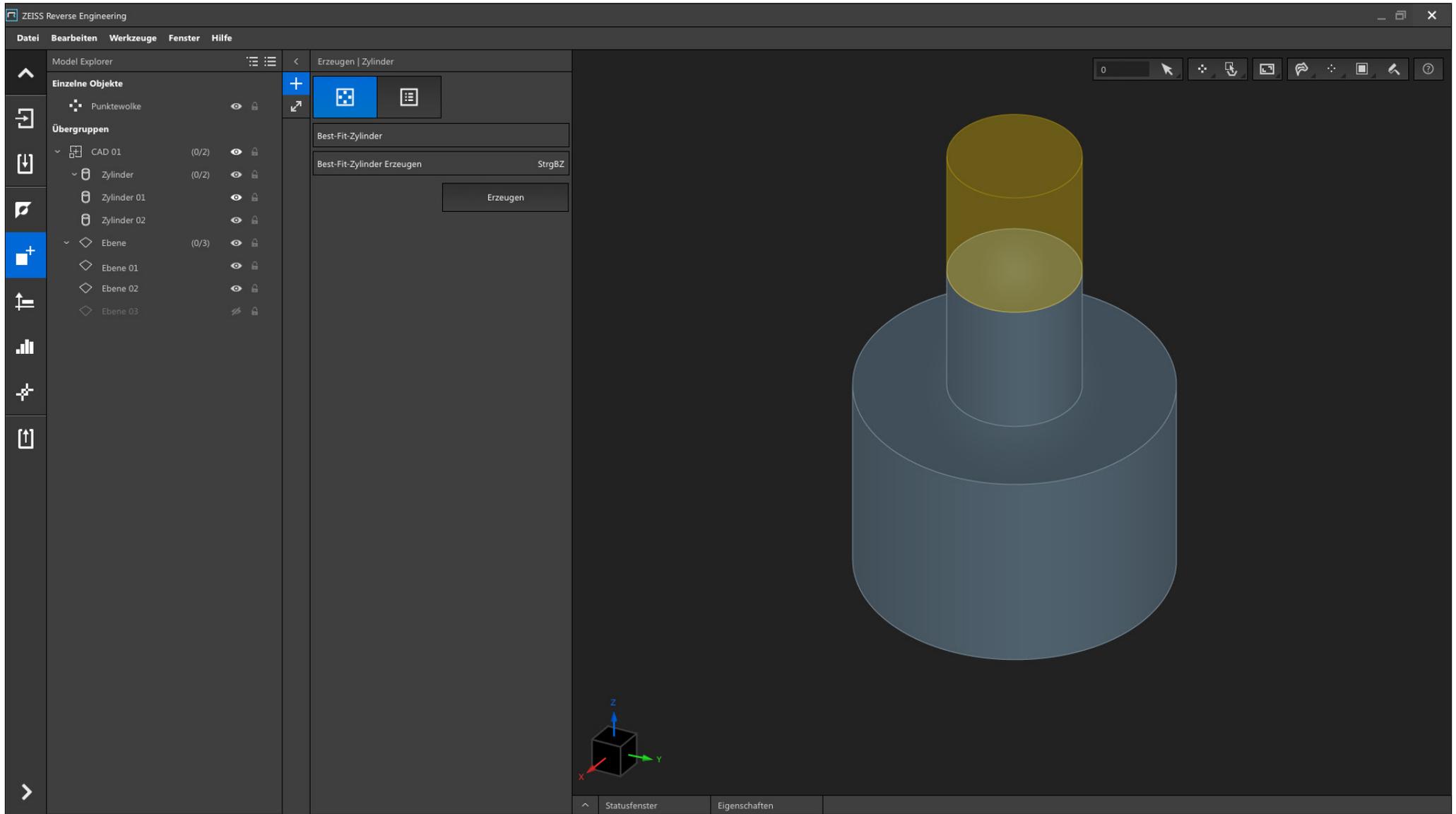
Invertieren

## **Invertieren**

In diesem Schritt werden Abweichungen in Normalenrichtung der Sollfläche gespiegelt oder invertiert. Dies ist nötig, da die Gussform das Negativ des realen Objekts ist.

### **Farbliche Kennzeichnung:**

Die farbliche Kennzeichnung der Start- und Zielfläche ist farblich mit der Verschneiden-Funktion abgestimmt. Diese Farben wurden gewählt, da Farbenblinde diese am besten unterscheiden können. Die Färbung eines Objekts wird auch in der Listung (Explorer) gekennzeichnet.



Erstellen

## **Erstellen**

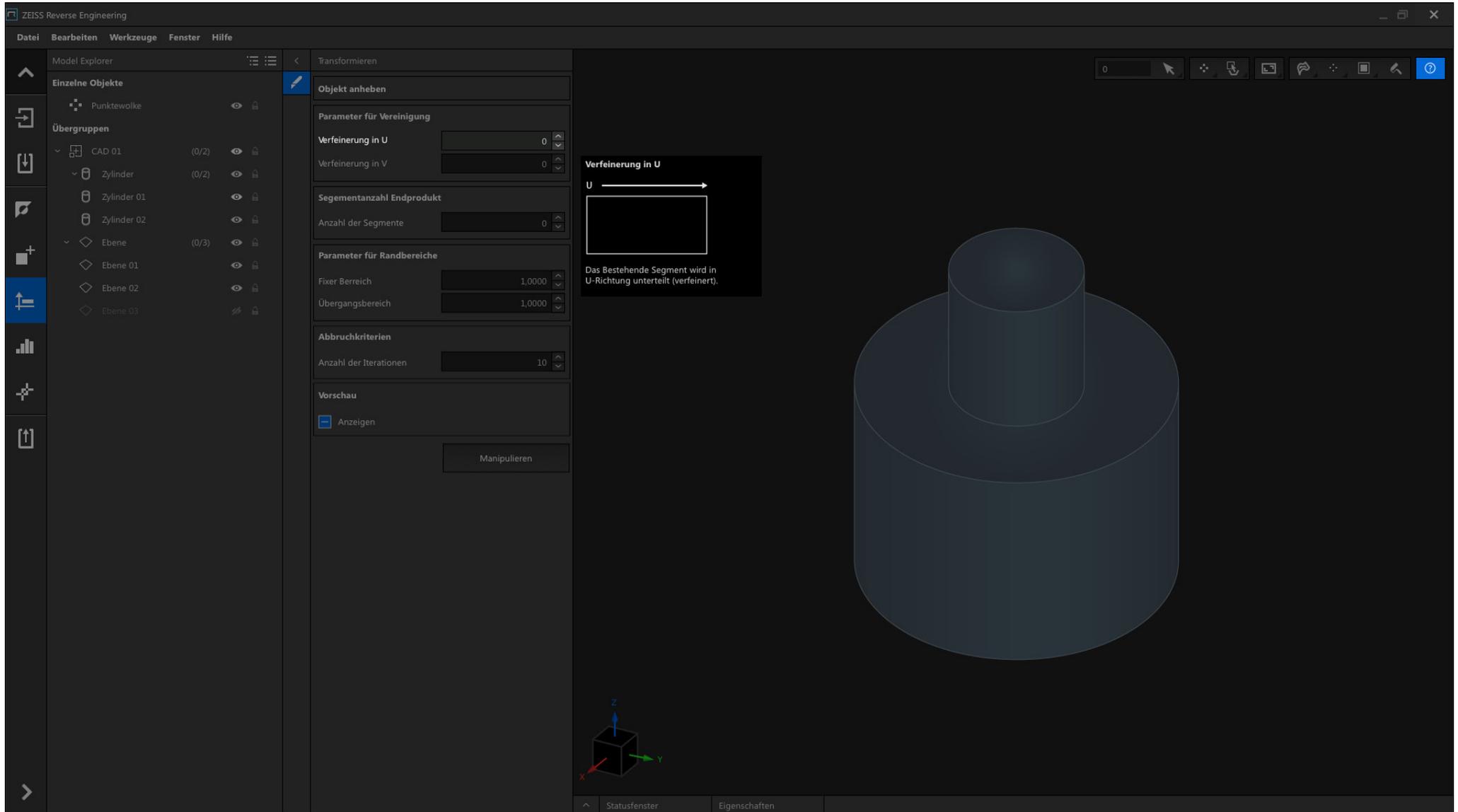
Das Erstellen und Transformieren von Objekten findet in diesem Schritt statt.

### **Shortcuts:**

Funktionen welche keine Werteeingabe benötigen, können durch einen Shortcut ausgelöst werden (siehe: Best-Fit Zylinder erzeugen (StrgBZ)).

### **Bestätigungs-Button:**

Die vier Editor-Buttons, welche konstant unterhalb der Editorfunktion platziert waren, wurden auf einen Bestätigungs-Button (Bsp. Erzeugen) reduziert.



## **Anheben**

Im Anheben-Schritt können 3D-Volumenkörper oder 3D-Flächen zwischen mehreren Querschnitten erstellt werden.

Erstellt man einen 3D-Volumenkörper oder eine Fläche, muss davor eine Reihe von Querschnitten auswählen. Durch die Querschnitte wird die Form des entstehenden Volumenkörpers oder der Fläche bestimmt.

### **Segmentanzahl Endprodukt:**

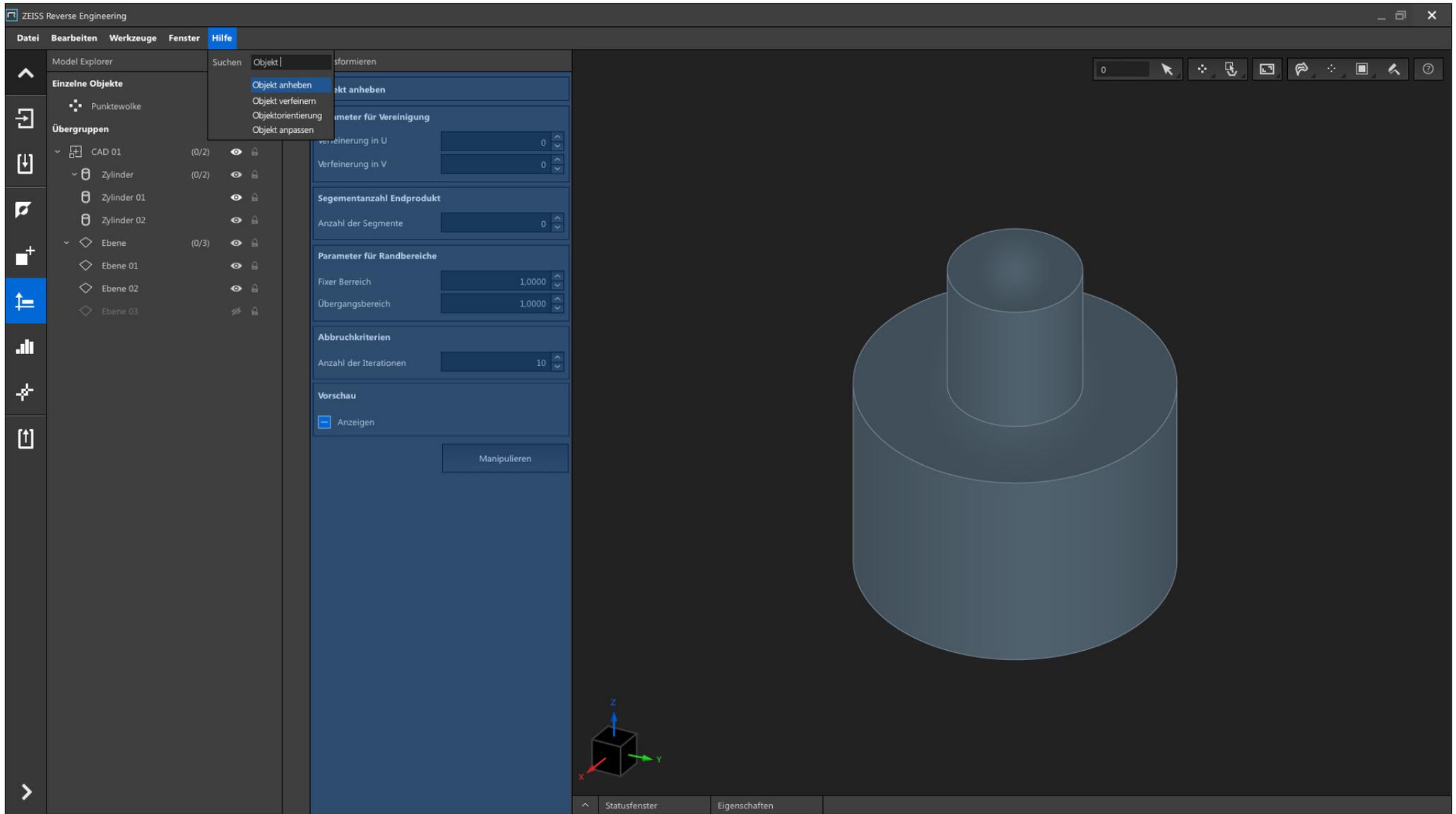
Die Funktion „Segmentanzahl Endprodukt“ ist neu. Mit dieser Funktion muss die Anzahl der gewünschten Segmenten nicht mehr aufwendig berechnet werden.

### **Hilfe:**

Falls während der Arbeit Hilfe vonnöten ist, kann sich der Nutzer diese mit einem Klick auf das Toggle-Hilfe-Icon in der Tool-Bar aktivieren. Der gesamte Screen wird ausgegraut.

Nun kann man mit der Maus über jeglichen Bereich der Software hovern. Dieser wird nun gehlightet. Zeitgleich erscheint an der Cursorposition ein Pop-up-Infofenster, mit dem sich der Nutzer über diesen Bereich informieren kann.

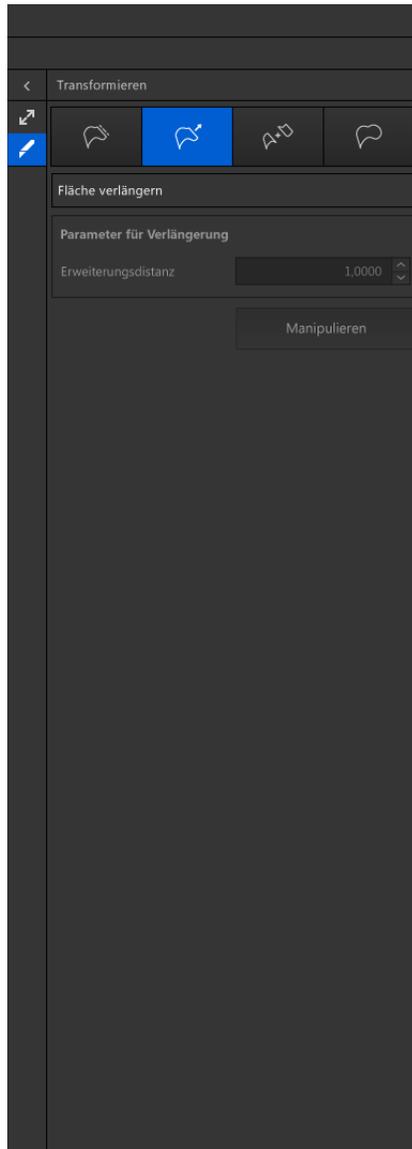
Die Hilfe besteht aus Text, Bildern, kleinen Videos und möglichen hilfreichen Links.



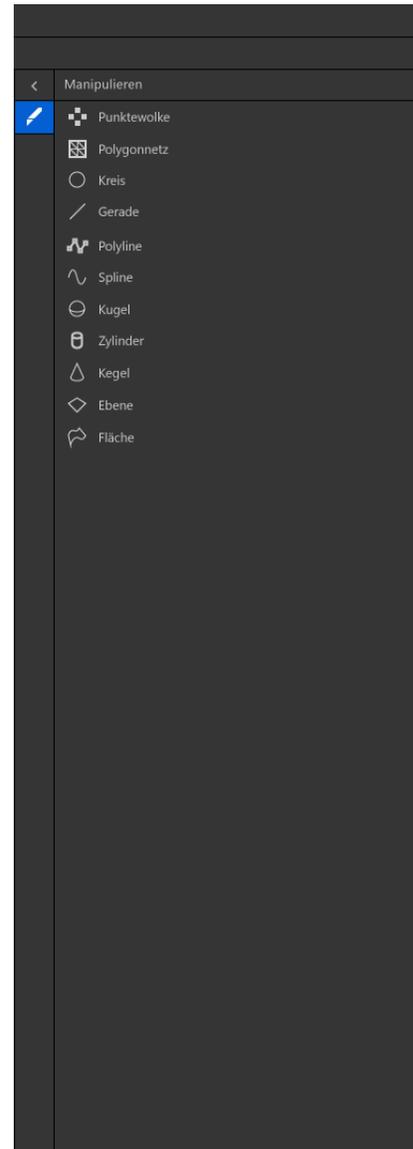
**Suchfunktion:**

Die Suchfunktion ist in der Windows-Leiste unter „Hilfe“ zu finden.

Bei Klick auf „Hilfe“ erscheint ein Suchfeld, in welches man seinen gesuchten Begriff eingibt. Unter dem Suchfeld erscheinen nun Vorschläge. Wenn einer dieser Vorschläge gehovert wird, wird die zugehörige Funktion im dementsprechenden Schritt (Blau) eingeblendet. Bei herunterhovern befindet man sich wieder im Ursprungsschritt. Wenn jedoch auf den gehoverten Vorschlag geklickt wird, springt man zu dieser Funktion und in den zugehörigen Schritt.



Schritt in Schritt



Editor-Listung

**Schritt für Schritt-Funktion:**

Die Schritt für Schritt-Führung wie z.B. bei „Fläche verlängern“ wurde komplett entfernt, da diese sehr klickintensiv und nicht vonnöten war.

Beim Ausnahmefall „Scanning unbekannter Konturen“ blieb diese Schritt für Schritt-Führung jedoch erhalten. Diese Funktion wird sehr selten und nur in Kombination mit einer Messmaschine genutzt.

**Vorschlag & Alle:**

Die „Vorschlag & Alle“-Gliederung wird entfernt. Es wird nur noch das gezeigt, was ausführbar ist.

ZEISS Reverse Engineering

Datei Bearbeiten Werkzeuge Fenster Hilfe

Model Explorer

Einzelne Objekte

- Punktwolke

Übergruppen

- CAD 01 (0/2)
  - Zylinder (0/2)
    - Zylinder 01
    - Zylinder 02
  - Ebene (0/3)
    - Ebene 01
    - Ebene 02
    - Ebene 03

Analysieren | Punktwolke

### Krümmungsanalyse

**Krümmung**

- Mittlere Krümmung
- Gausche Krümmung

**Toleranzbereich**

- Asymmetrisch
- Systematisch

Von: 0,0000

Bis: 0,0000

Analysieren

**Punktwolke erzeugen**

- innerhalb Toleranz
- außerhalb Toleranz

0% in Toleranz

Erzeugen

**Farbbereich**

- Farbskala
- RGB

Farbe	Von	Bis
Blue	-4,274	-9,983
Cyan	-0,341	-0,341
Light Blue	-0,273	-0,273
Green	-0,205	-0,205
Light Green	-0,136	-0,136
Yellow-Green	-0,068	-0,068
Yellow	0,000	0,000
Light Yellow	0,068	0,068
Orange	0,136	0,136
Light Orange	0,205	0,205
Red-Orange	0,273	0,273
Red	4,274	9,983

0

z  
y  
x

Statusfenster Eigenschaften

Krümmungsanalyse

Iteration	Max Distanz	Hauptdistanz
10	9,4829	0,2731
09	9,3829	0,2731
08	9,2829	0,4731
07	9,1829	0,5731
06	9,1813	0,6731
05	8,4829	0,7931
04	5,4829	0,0731
03	4,4829	0,1731
02	4,4829	0,1731

Krümmungsanalyse 10:23 Uhr

Iteration	Max Distanz	Hauptdistanz
08	9,4829	0,2731
07	9,3829	0,2731
06	9,2829	0,4731
05	9,1829	0,5731
04	9,1813	0,6731
03	8,4829	0,7931
02	5,4829	0,0731
01	4,4829	0,1731

Krümmungsanalyse 09:17 Uhr

## **Analyse**

Bei der Analyse werden alle benötigten Objekte auf Genauigkeit geprüft. Falls Ungenauigkeiten vorhanden sind, muss man wieder in die vorherigen Schritte zurück- kehren und diese erneut anpassen.

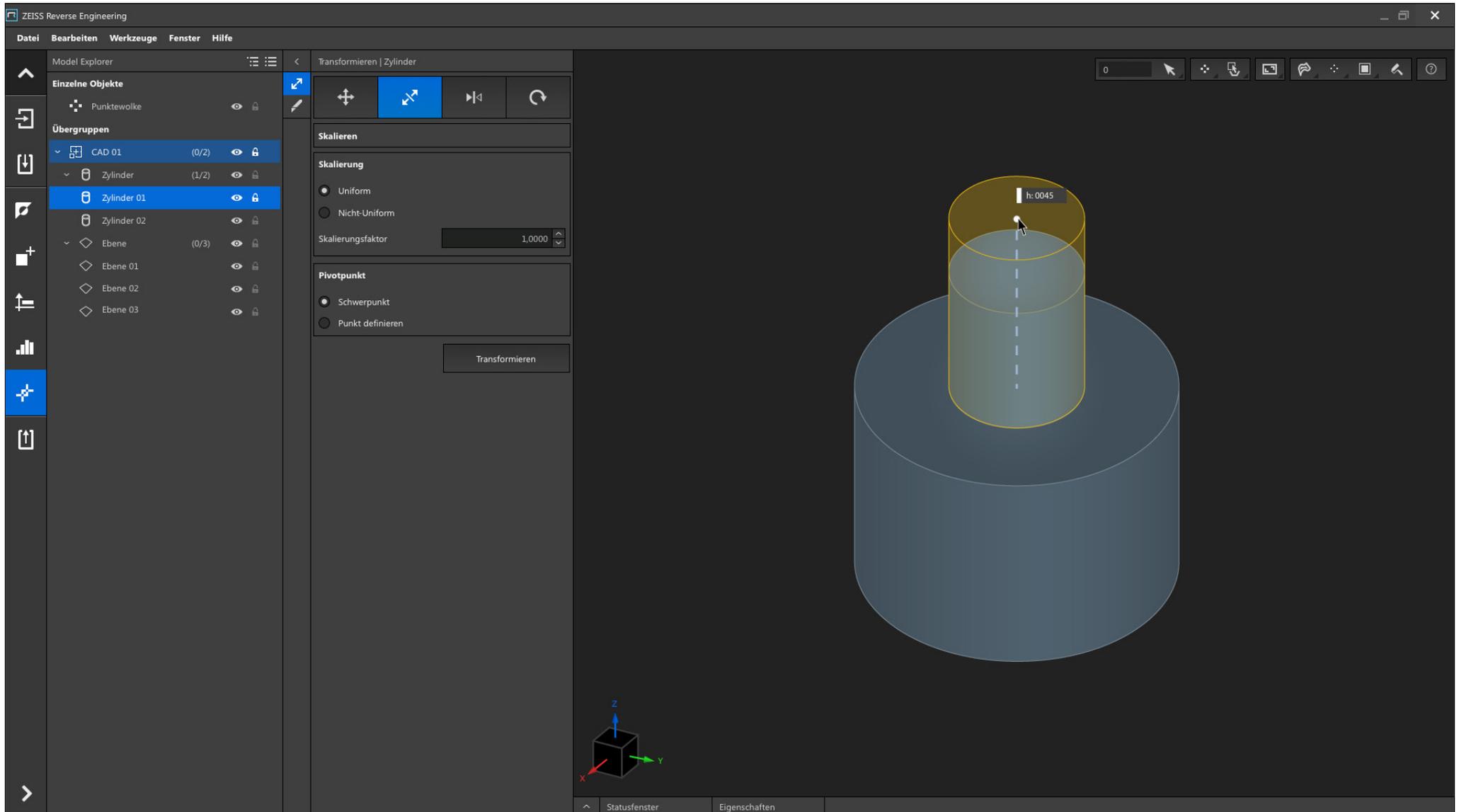
### **Tab-Bar:**

Ein neuer Bereich der Software stellt die Tab-Bar dar. In ihr befindet sich die Statusleiste als Tab. Zuvor war diese Funktion im Explorer untergebracht.

Diese Entwicklung fand statt, da dieser von nun an meist geschlossen sein soll und die Tab-Bar schnell zu erreichen ist. Zudem befinden sich die Eigenschaften, welche zuvor in der Action-Bar platziert waren, nun auch als Tab in der Tab-Bar.

### **Editor:**

Der Editor bleibt immer auf voller Länge, für eine einheitliche Optik. Auch mit geöffneter Tab-Bar findet ein sauberer Abschluss statt.



Verschneiden/Transformieren

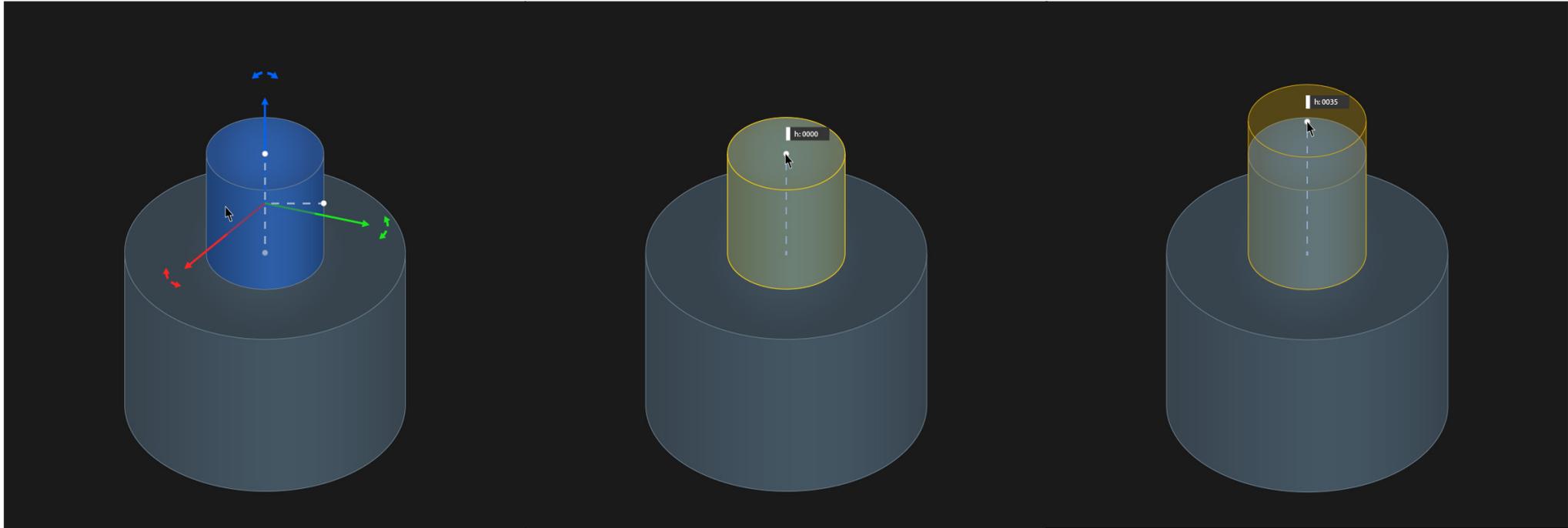
## **Verschneiden**

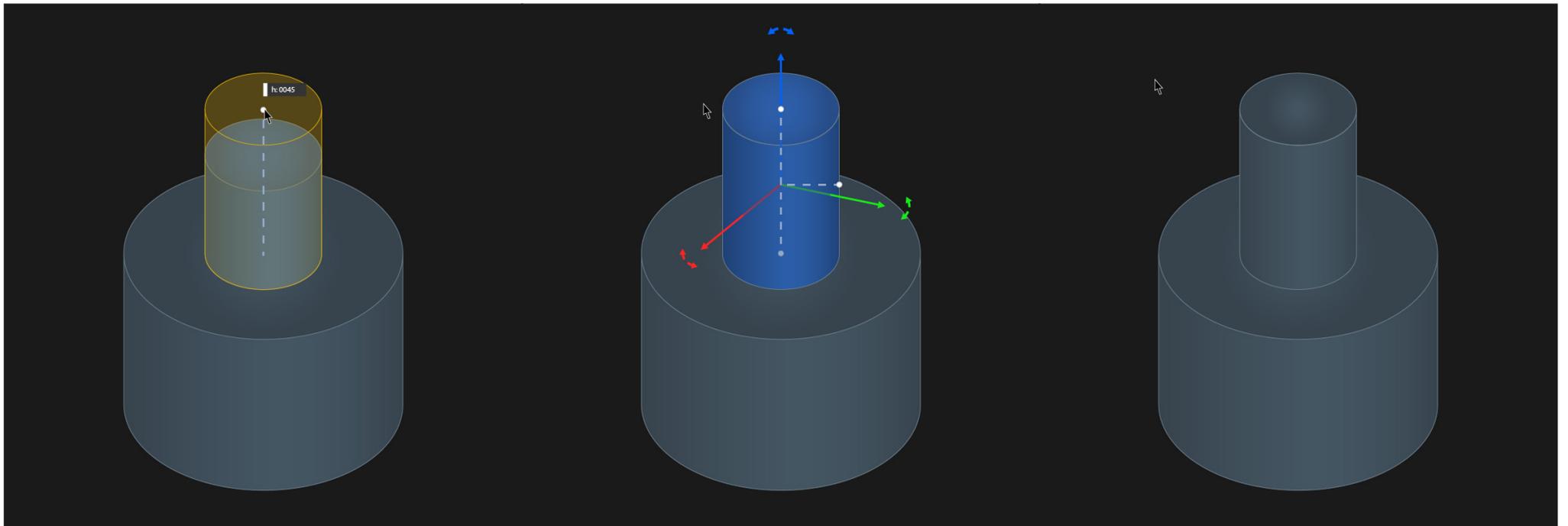
Im Verschneiden-Schritt werden z.B. überstehende Flächen geschnitten und das gesamte Objekt von Unreinheiten gesäubert.

## **Transformieren:**

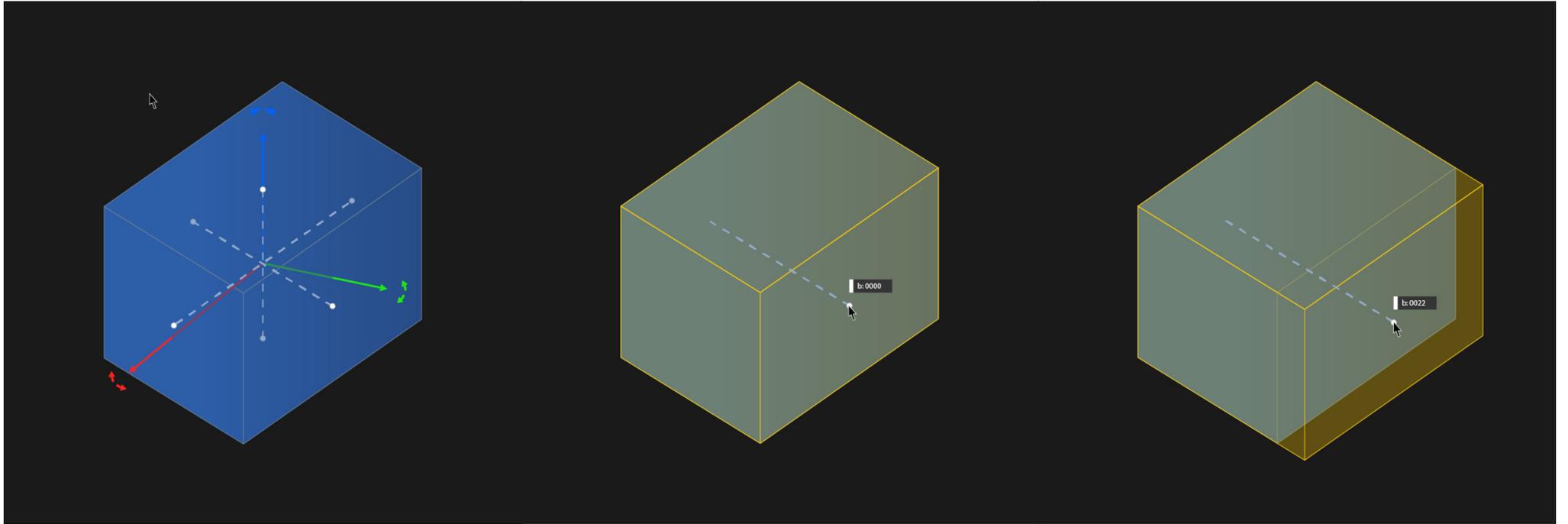
Direktes Manipulieren von Objekten ist durch einfaches Klicken auf das Objekt möglich. Wenn ein Objekt selektiert wurde (Blau), erscheinen verschiedene Anfasser. Bei Klick und anschließendem Longpress kann die Position der Anfasser manipuliert werden. Während ein Anfasser angewählt und verschoben wird, wird immer die momentane Werteposition in Form eines kleinen Infofensters über dem Cursor angezeigt. Gleichzeitig erscheint eine Vorschau der Modifikation (Gelb). Durch eine Transformation kann die Ursprungsform des Objekts nicht verändert werden. Manipuliert werden kann bspw. bei einem Zylinder nur die Höhe und der Radius. Bei gedrückter Shift-Taste wird das Objekt proportional transformiert.

Auf der nächsten Seite findet sich die Interaktion Schritt für Schritt abgebildet.



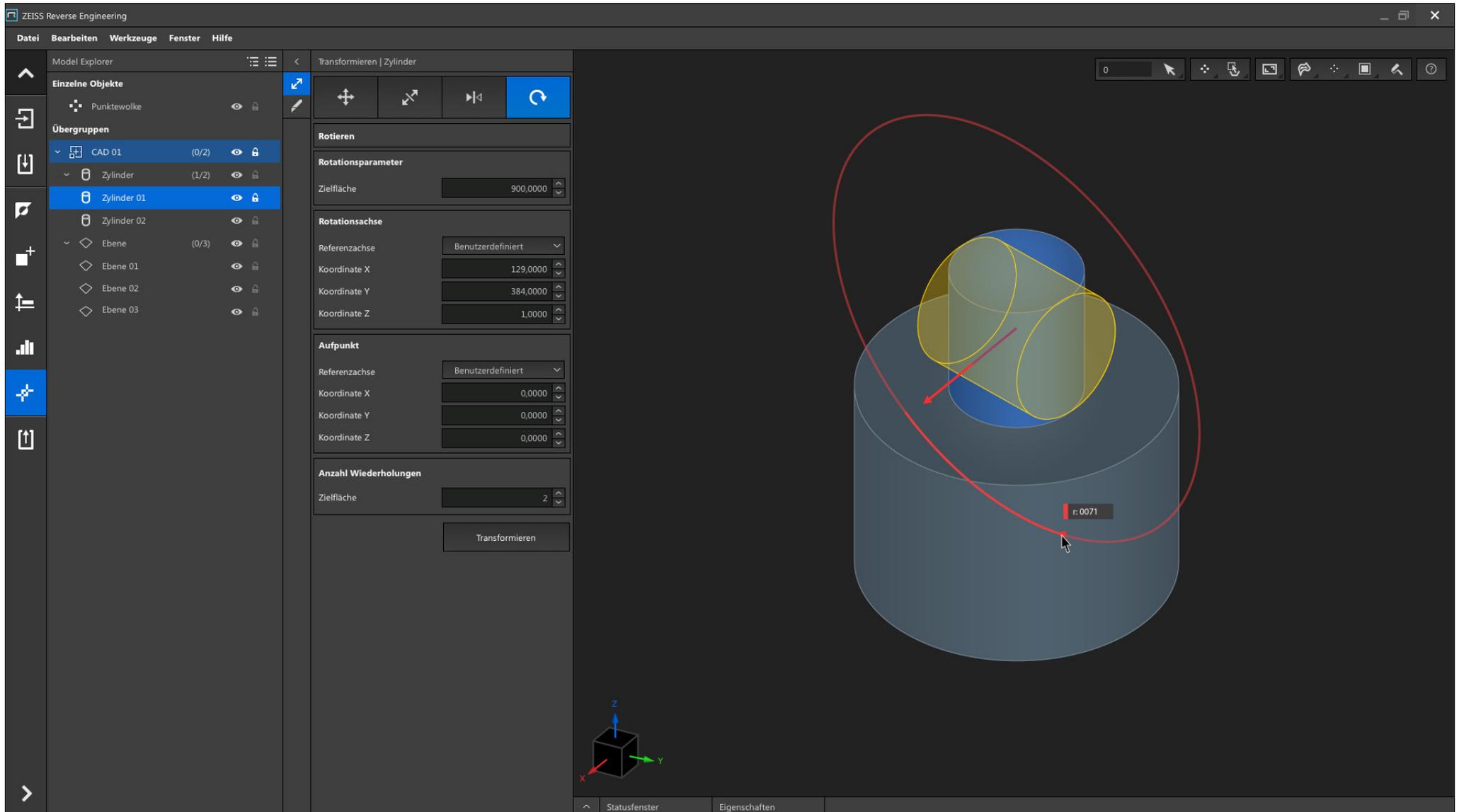


Abfolge Transformieren



Abfolge Transformieren am Beispiel Quadrat





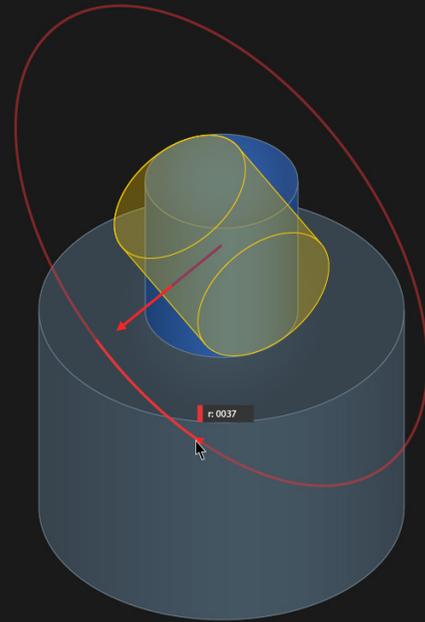
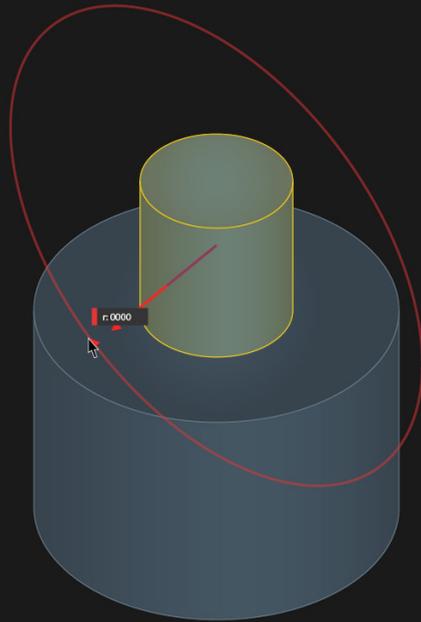
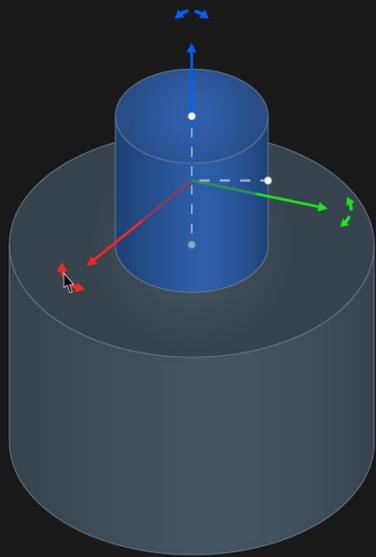
Verschneiden/Rotieren

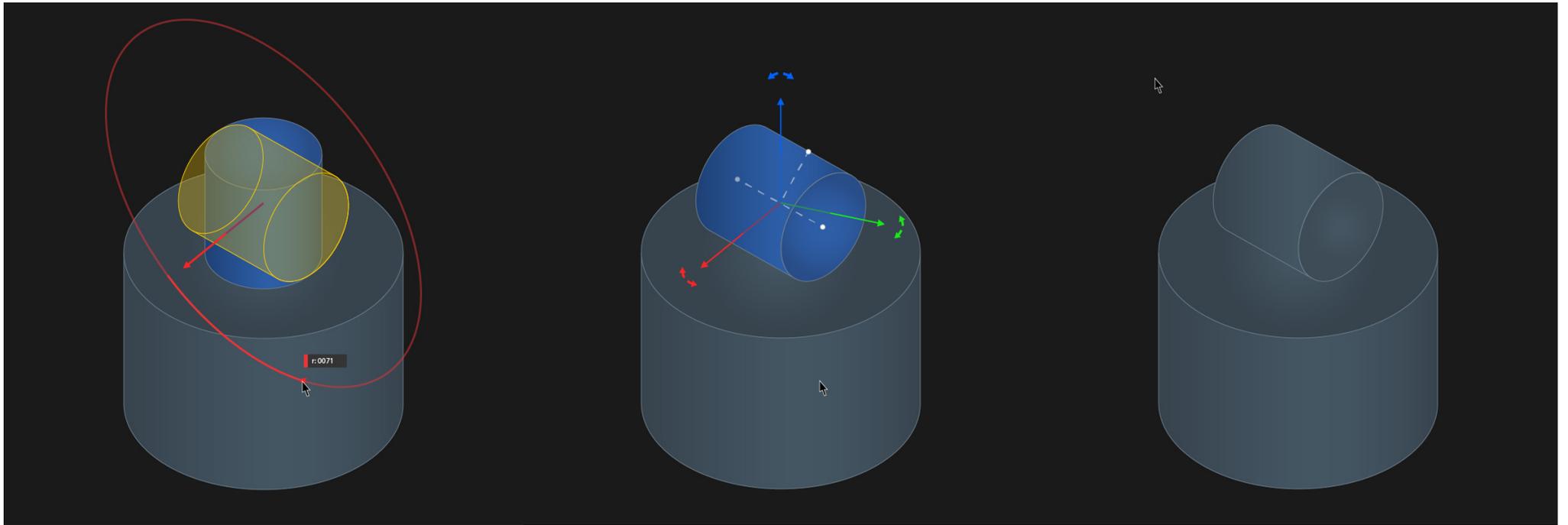
### **Rotieren:**

Mit einem Klick und anschließendem Longpress auf die außen liegenden Pfeile kann das Objekt auf der dementsprechenden Achse rotiert werden. Ist einer der gewünschten Pfeile ausgewählt, erscheint eine Ellipse.

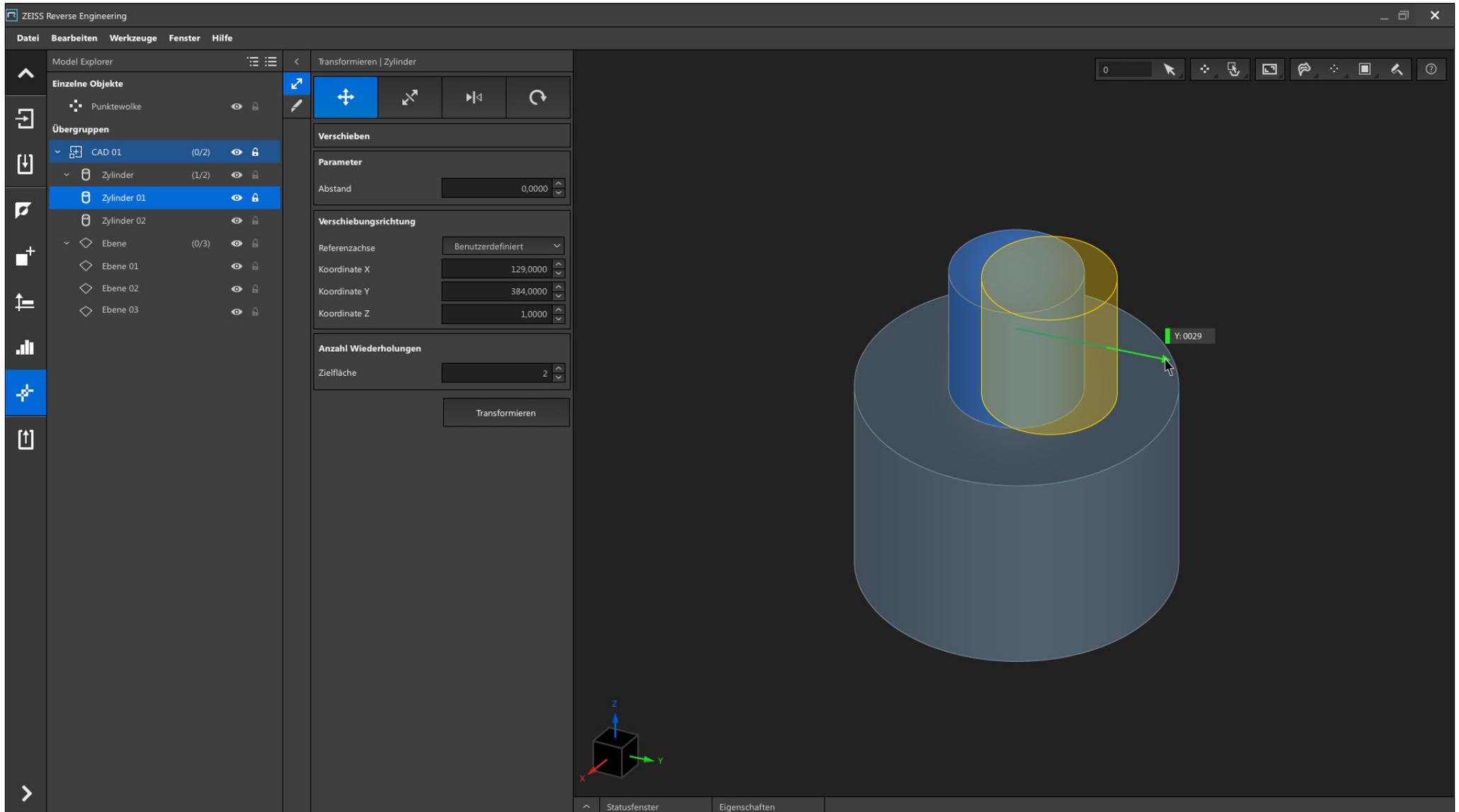
Bei der nun folgenden Rotation wird die zurückgelegte Strecke auf dieser Ellipse markiert. Für eine besser Orientierung bleibt die Achse, um welche die Rotation stattfindet eingeblendet, während alle anderen Anfassers verschwinden. Auch hier gibt es eine Objektvorschau und der entsprechende Wert wird an der Mausposition angezeigt.

Falls das gewünschte Objekt mit Hilfe von Werten manipuliert werden soll, gibt es im Editor Textfelder, in welche die Werte eingetragen werden können. Mit einem Doppelklick auf solch ein Fenster, wird der komplette Inhalt markiert. Bei einfachem Klick springt man direkt an die geklickte Position.





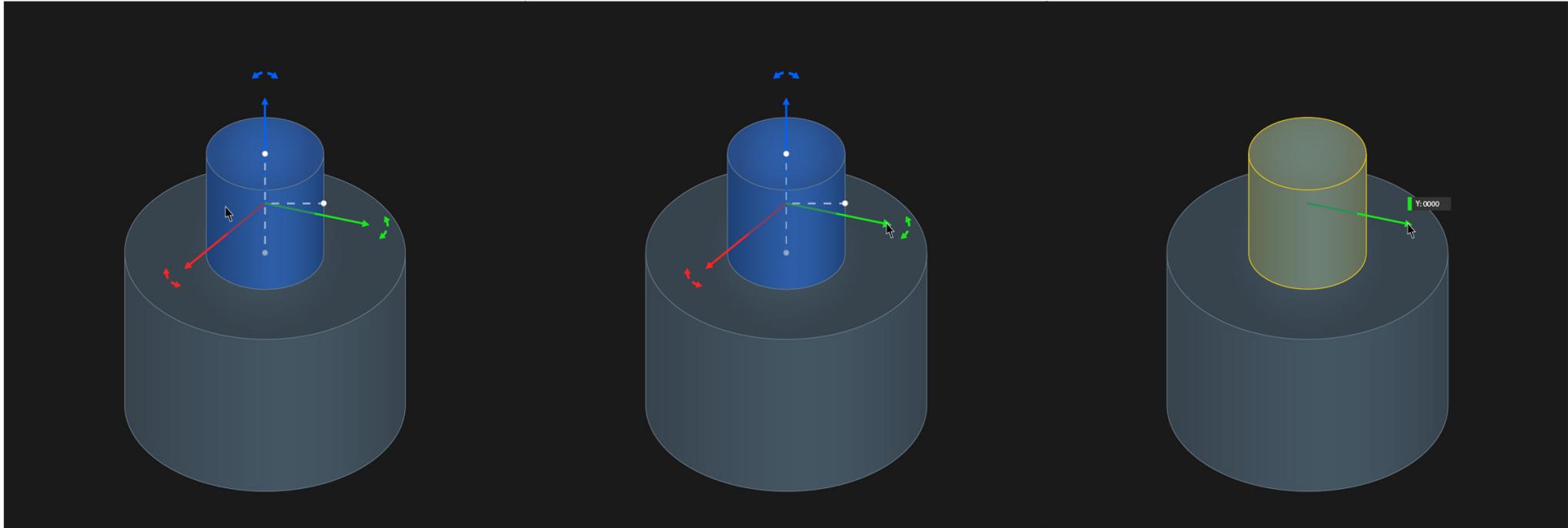
Abfolge Rotieren

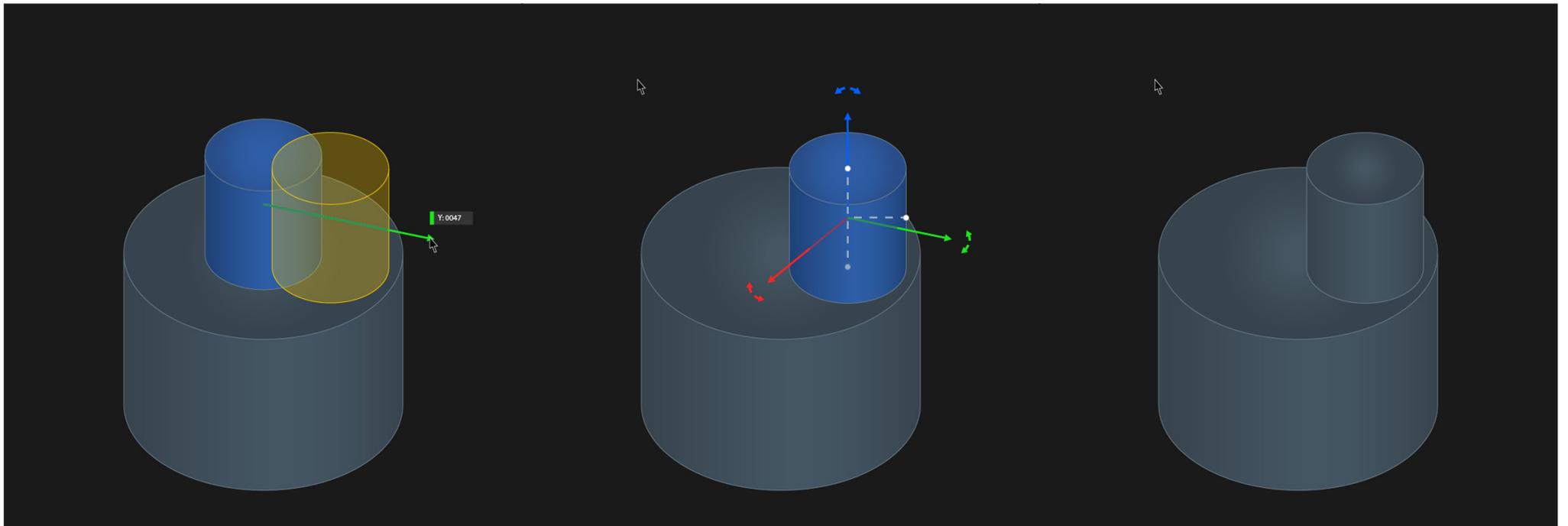


Verschneiden/Positionierung

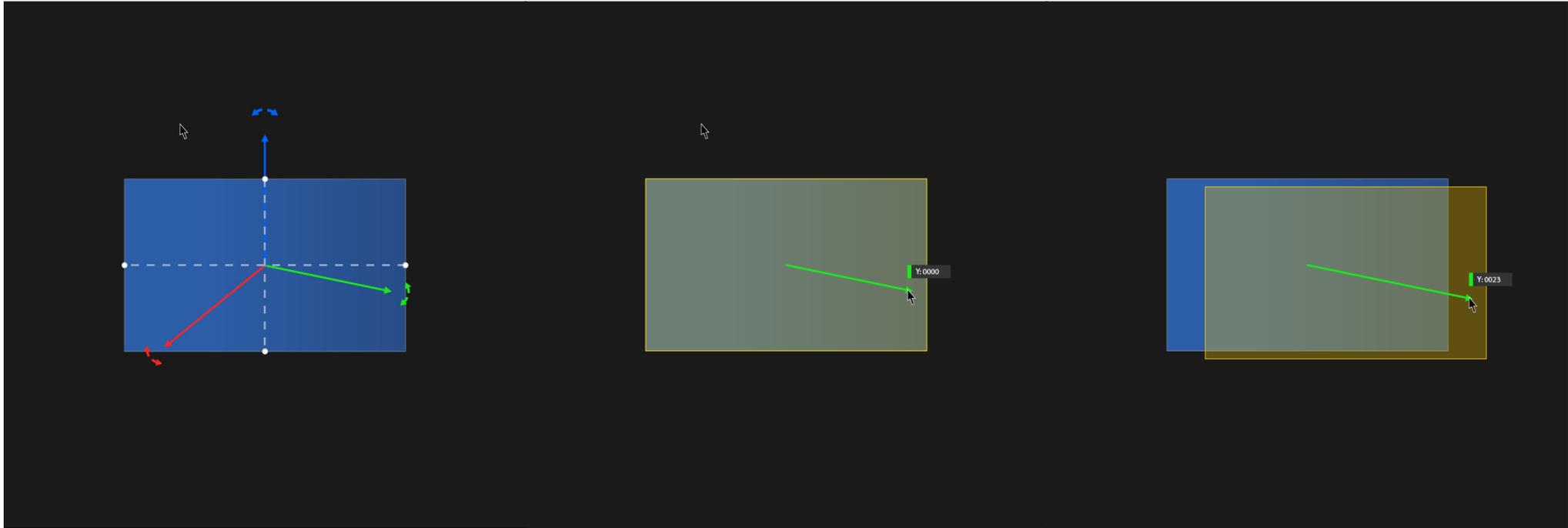
### **Positionieren:**

Möchte man ein Objekt auf der X,Y oder Z Achse verschieben, so ist dies über die jeweiligen Pfeile, welche sich an den Achsenenden befinden möglich. Ist einer der Pfeile selektiert werden alle anderen Anfassers ausgeblendet. Anhand der Modelvorschau und der Werteangabe über der Mausposition bekommt man ein Feedback über den aktuellen Manipulationswert im CAD-Fenster.



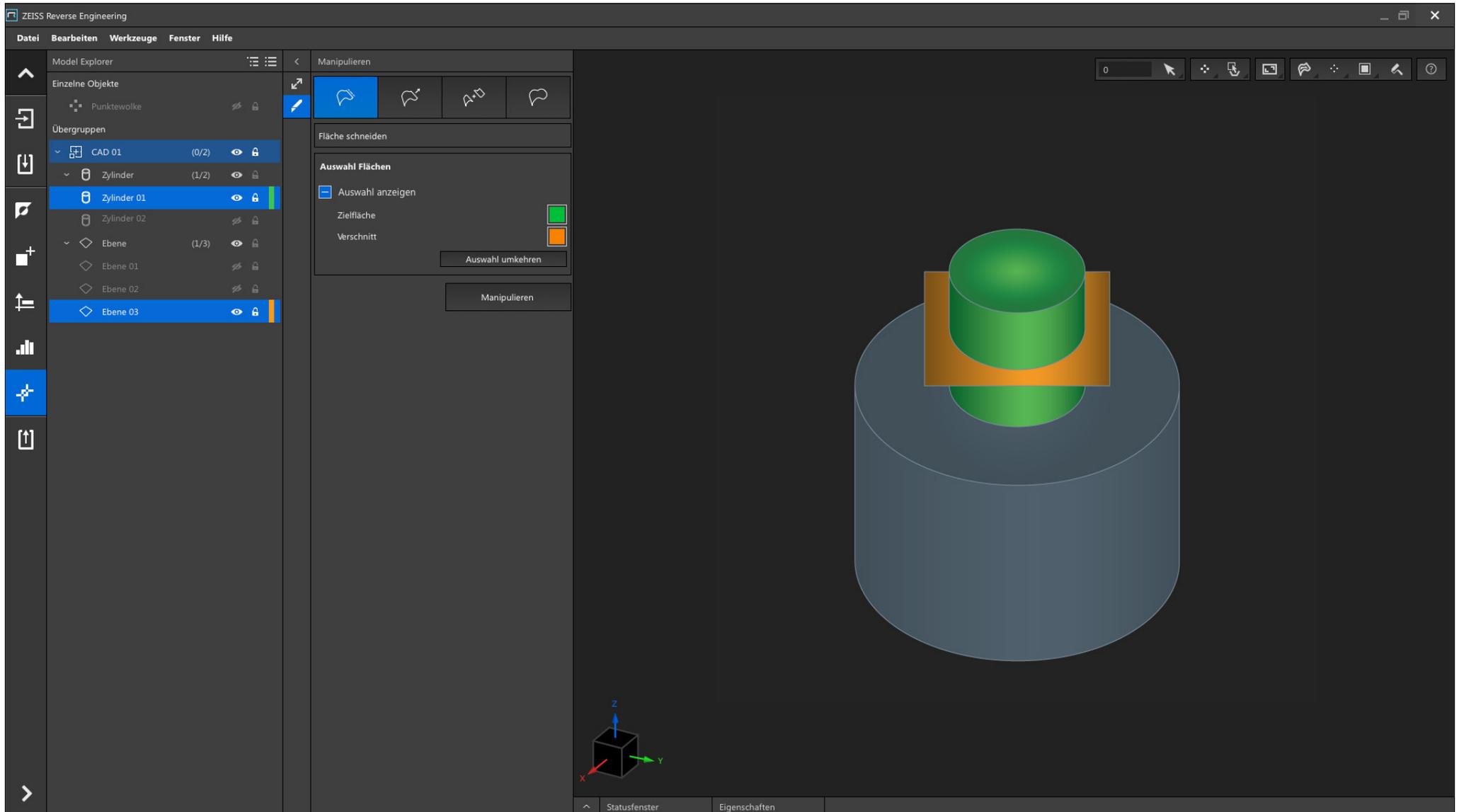


Abfolge Positionierung



Abfolge Positionierung am Beispiel Ebene

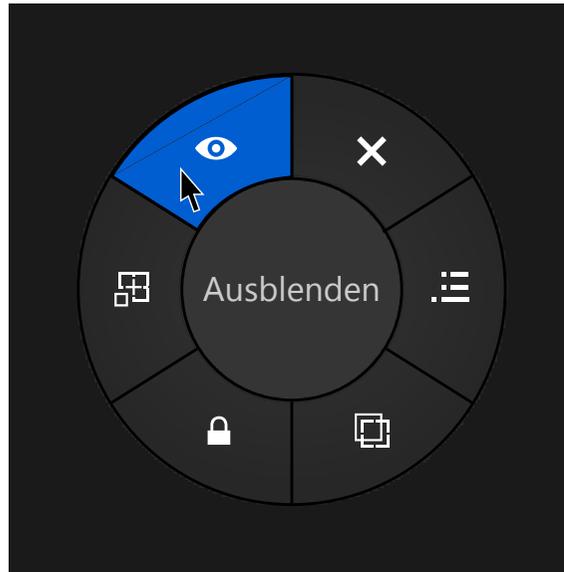
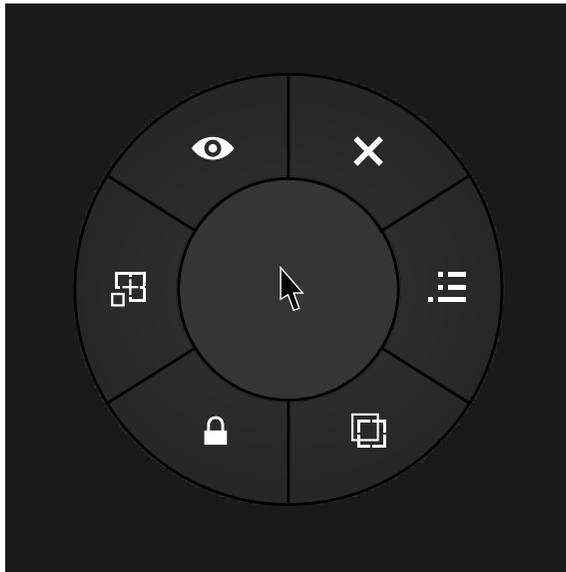




Verschneiden/Farbgebung

**Farbgebung:**

Die Farbgebung der Objekte im Verschneiden-Schritt ist angepasst an die Invertieren-Farben. Die Färbung eines Objekts wird wiederum in der Listung (Explorer) angezeigt.



- ✕ Löschen
- .☰ im Explorer anzeigen
- ☐ Duplizieren
- 🔒 Sperren/ Entsperren
- ☐ Gruppieren/ Entgruppieren
- 👁 Einblenden/ Ausblenden

Schnellzugriff

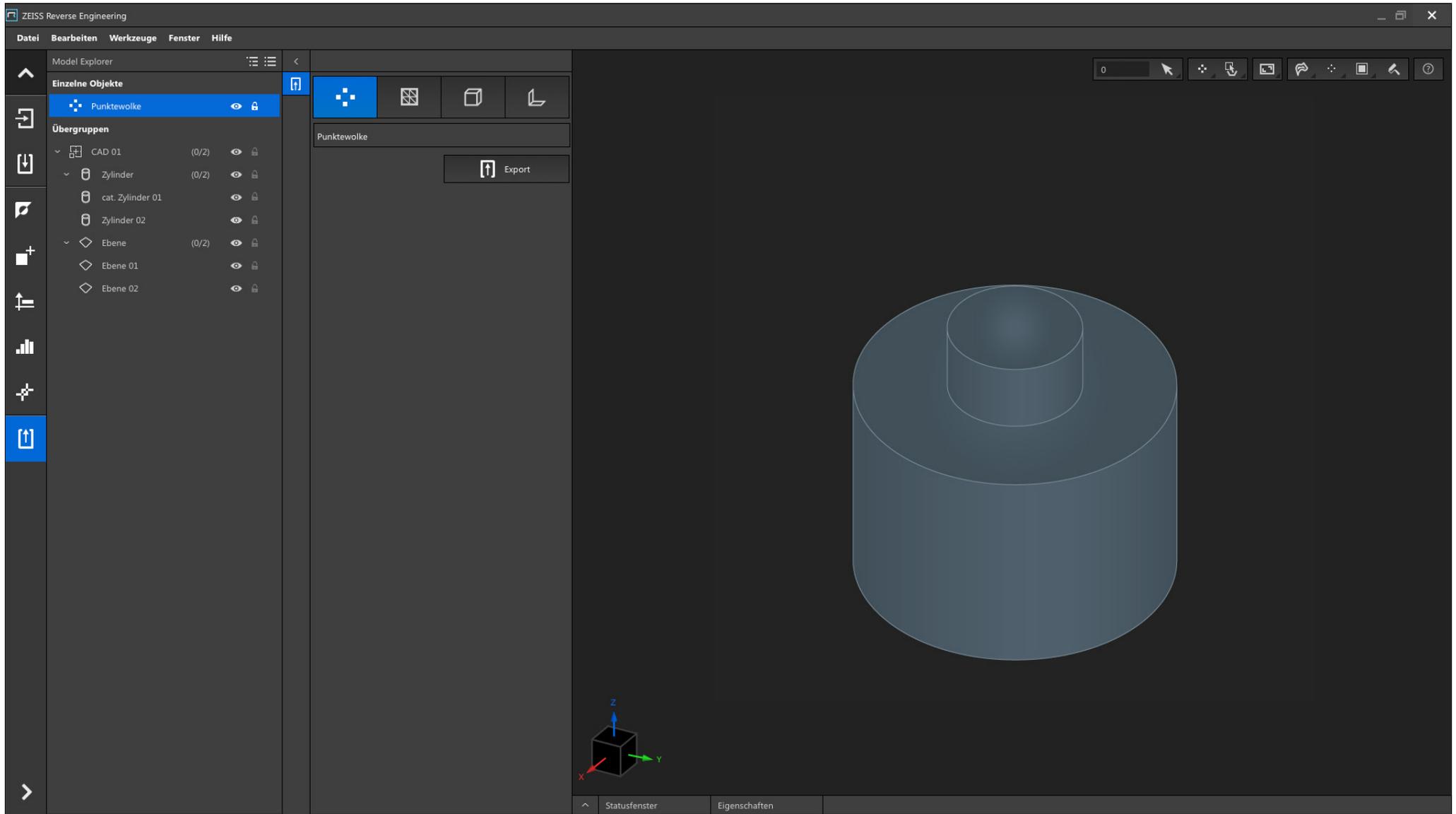
### **Schnellzugriff:**

Der klassische Rechtsklick im CAD-Fenster wurde entfernt und durch den Schnellzugriff ersetzt. Dieser wird durch einen Rechtsklick aktiviert. Bei Hover über eines der Schnellzugriff-Icons, wird dieses markiert und die Benennung wird in der Mitte des Menüs angezeigt. Möchte man die Funktion ausführen, muss diese angeklickt werden.

Funktionen/Icons:

- Ein- & Ausblenden
- Gruppieren
- Ent- & Sperren
- Duplizieren
- In Listung anzeigen
- Löschen

Der Schnellzugriff befindet sich in Abhängigkeit mit der Selektion. Ist ein Objekt selektiert und der Schnellzugriff wird aktiviert, so begrenzt sich die ausgelöste Funktion nur auf dieses Objekt. Ist kein Element selektiert, so gelten die Funktionen für alle Objekte.

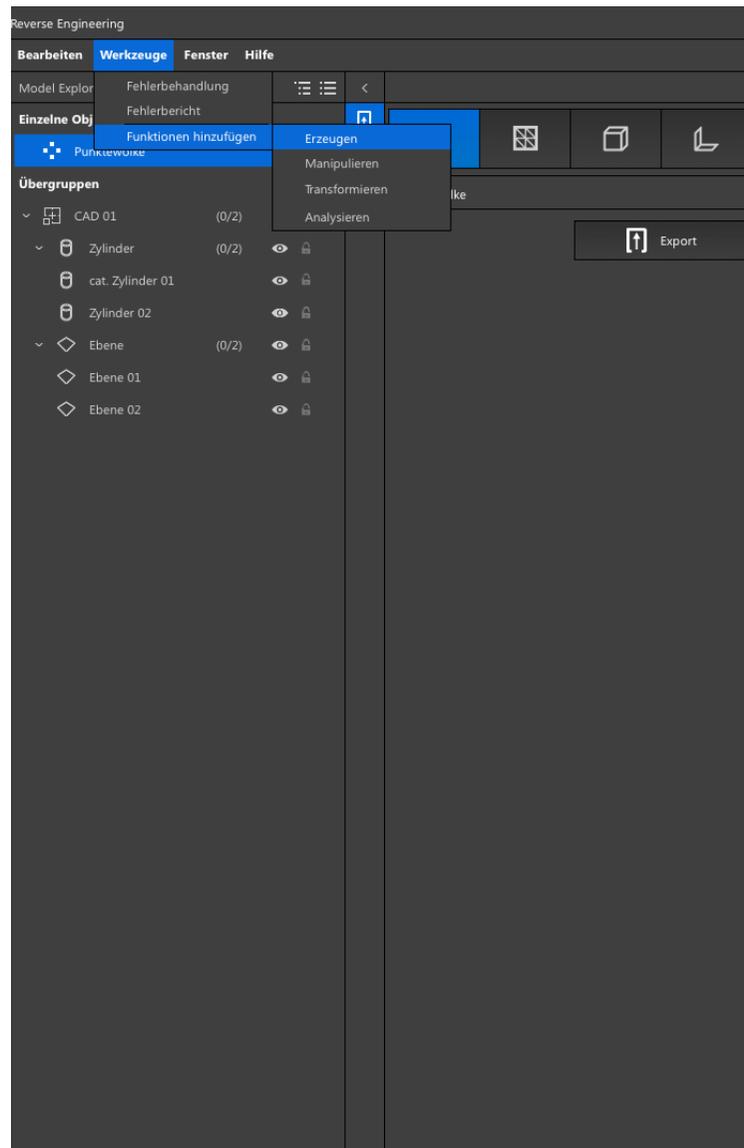


Export

## **Export**

Nachdem die Bearbeitung der Objekte abgeschlossen ist, werden diese exportiert. Zur Auswahl stehen diese Exportformate:

- Punktwolke
- Polygonnetz
- Geometrie
- Geometrie als Sheetbody



Funktionen hinzufügen

### **Funktionen hinzufügen:**

Werden Funktionen, welche nicht im Workflow vorhanden sind benötigt, so kann man diese in den Workflow einfügen. Zu finden ist diese Funktion in der Windows-Leiste unter „Hilfe“. Aktiviert werden können dort aber nur komplette Action-Bar-Bereiche, welche dort auch abgelegt werden. Jedoch sind diese kompletten Action-Bar-Bereiche nur im momentanen Schritt vorhanden und werden bei einem Schrittwechsel wieder ausgeblendet.

Bestimmte Funktionen werden nur in Ausnahmefällen benötigt. Diese Funktionen können über diese Optionen hinzugeholt werden.

### **Selten genutzte Funktionen**

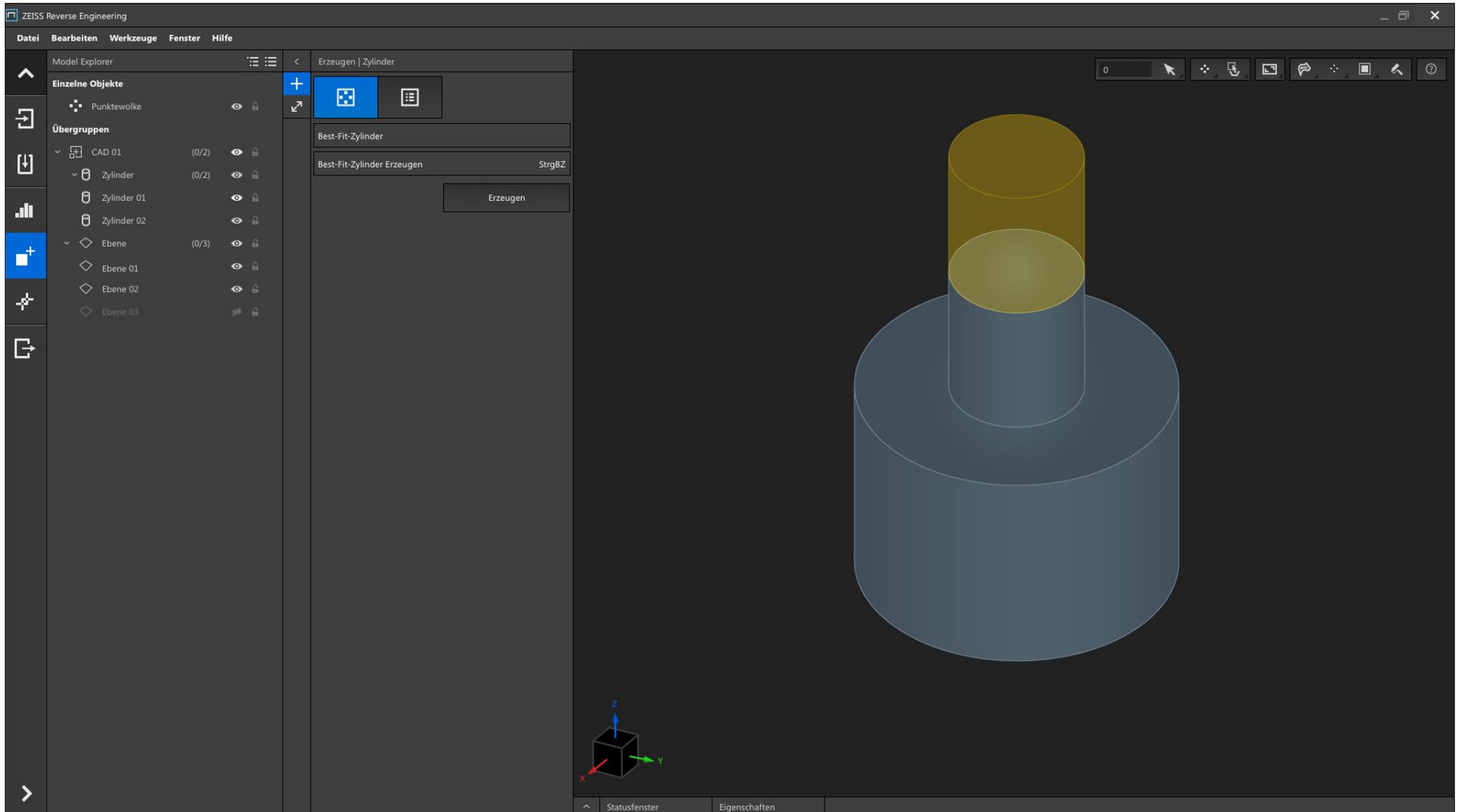
#### **Werkzeugkorrektur:**

- Polylinie glätten
- Polylinie auftrennen
- Polylinie verbinden
- Manipulieren Kugel
- Projektion in vorgegebene Richtung
- Polylinie verlängern
- Orientierung umkehren
- Manipulieren Kreis
- Offsetfläche

### **Selten genutzte Funktionen**

#### **Flächenrückführung:**

- Polylinie auftrennen
- Orientierung umkehren
- Polylinie verlängern
- Polylinie verbinden
- Polylinie glätten
- Projektion in vorgegebene Richtung



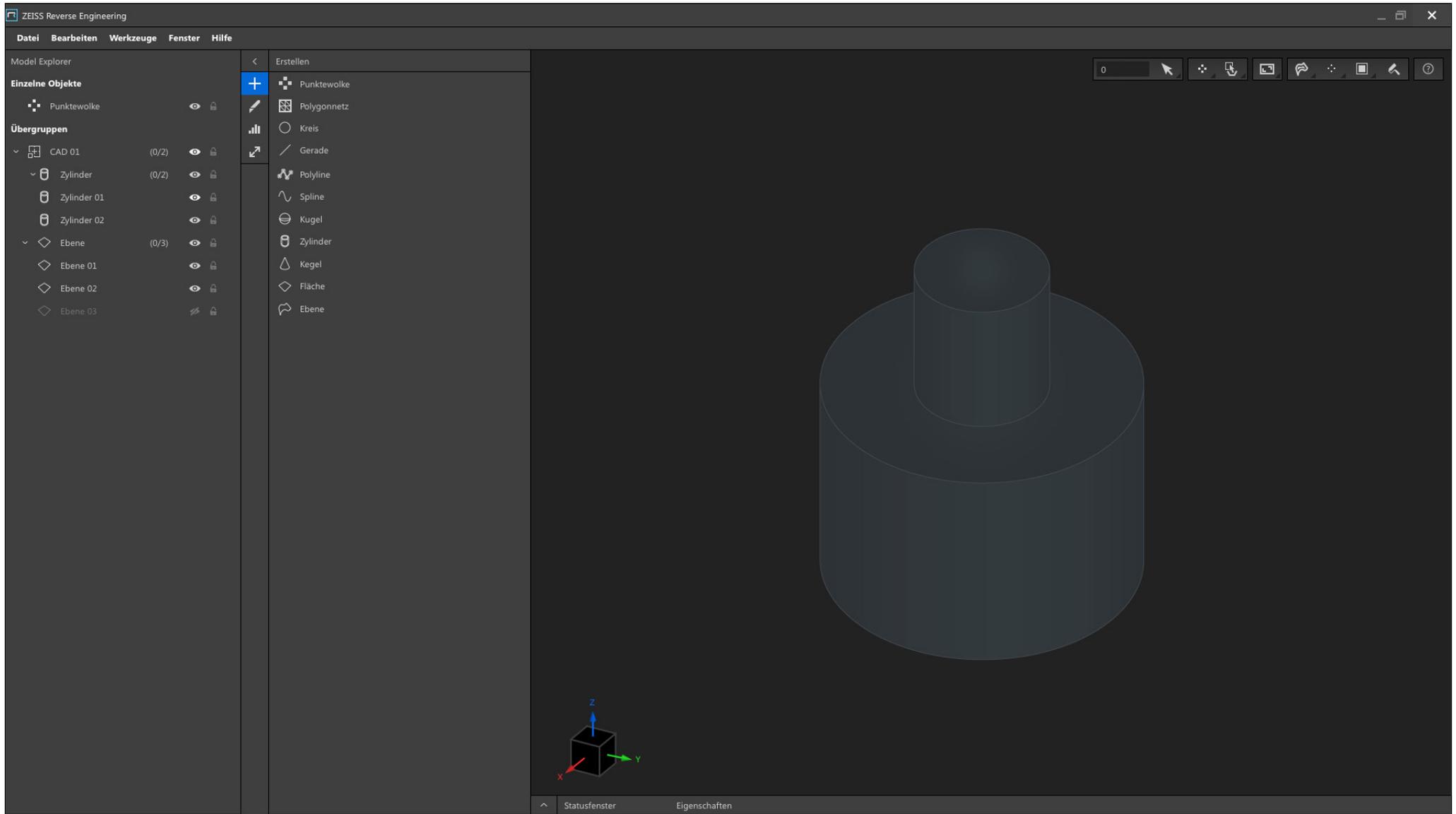
Flächenrückführung

## **Flächenrückführung**

Die Flächenrückführung beinhaltet teilweise andere Schritte und Funktionen als die WZK.

Die Untergliederung der FR besteht aus:

- Projekt
- Import
- Analyse
- Erstellen
- Verschneiden
- Export



Freier Modus

## **Freier Modus**

Der Freie Modus beinhaltet im Gegensatz zur WZK und FR keine Navigation-Bar. Jedoch sind alle Funktionen des ZRE in diesem Modus enthalten.



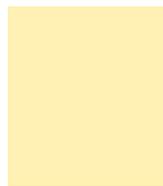
Verschneiden&Invertieren



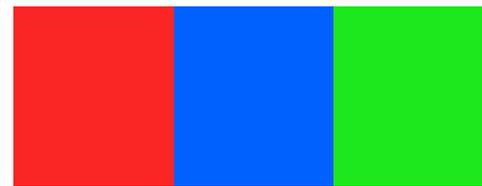
Button&Editor Selektion



CAD-Model selektiert



CAD-Vorschau



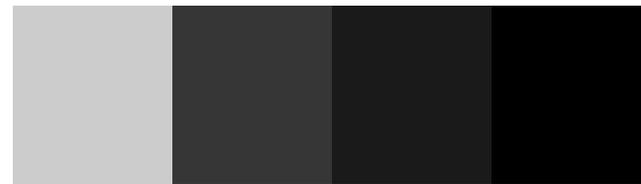
Navigationswürfel



Punktwolke selektiert  
Subselektion



Punktwolke selektiert  
Multiselektion



Grauwerte

## **Farbe**

Die Farben wurden teilweise angepasst und vereinheitlicht. Dies betrifft im besonderen die Selektionsfarben.



# Funktions- umfang

## Werkzeugkorrektur

### 1. Importieren:

- Manipulieren
  - Polygonnetz
    - Polygonnetz glätten/schärfen
    - Polygonnetz entrauschen
    - Inseln entfernen
    - Polygonnetz regularisieren
    - Polygonnetz ausdünnen
    - „Parameter“ einklappen
    - Löcher bearbeiten
    - Löcher automatisch füllen
  - Punktwolke
    - Punkteanzahl reduzieren
    - Punkteanzahl räumlich reduzieren

### 2. Invertieren

- Manipulieren
  - Punktwolke
    - Abweichungen übertragen
    - Punkte invertieren

### 3. Erstellen

- Transformieren
  - Verschiebung
  - Skalierung
  - Spiegelung
  - Rotation
- Erzeugen
  - Kugel
    - Best-Fit Kugel
    - Aus Feature Extraction
    - Kugel manuell erzeugen
  - Kegel
    - Best-Fit Kegel
    - Kegel manuell erstellen
  - Fläche
    - Approximation an Punkte
    - Approximation innerhalb Randkurven
    - Loftingfläche
  - Zylinder
    - Best-Fit Zylinder
    - Zylinder manuell erstellen
  - Ebene
    - Best-Fit Ebene
    - Ebene manuell erstellen
  - Punktwolke
    - Punktwolke manuell erzeugen
    - Kurve abtasten
    - Punktwolke aus Punkten
    - Scanning unbekannter Konturen
    - Punktwolke aus Polygonnetz



#### **4. Anheben**

- Manipulieren
  - Fläche
  - Fläche anheben

#### **5. Analyse**

- Analyse
  - Punktwolke
    - Krümmungsverhalten in Punktwolke
  - Fläche
    - Abstand zur Punktwolke
    - Flächenkrümmung
    - Abstand zu Polygonnetz
    - Volumenberechnung
  - Polygonnetz
    - Krümmungsverhalten in Polygonnetz

#### **6. Verschneiden**

- Transformieren
  - Verschiebung
  - Skalierung
  - Spiegelung
  - Rotation
- Manipulieren
  - Fläche
  - Fläche schneiden
  - Fläche verlängern
  - Fläche verbinden
  - Fläche verrunden

#### **7. Export**



## Flächenrückführung

### 1. Importieren:

- Manipulieren
  - Polygonnetz
    - Polygonnetz glätten/schärfen
    - Polygonnetz entrauschen
    - Inseln entfernen
    - Polygonnetz regularisieren
    - Polygonnetz ausdünnen
    - „Parameter“ einklappen
    - Löcher bearbeiten
    - Löcher automatisch füllen
  - Punktwolke
    - Punkteanzahl reduzieren
    - Punkteanzahl räumlich **reduzieren**

### 2. Krümmungsanalyse

- Manipulieren
  - Polygonnetz
    - Komponentenerkennung



### 3. Erstellen

- Transformieren
  - Verschiebung
  - Skalierung
  - Spiegelung
  - Rotation
- Erzeugen
  - Kugel
    - Best-Fit Kugel
    - Aus Feature Extraction
    - Kugel manuell erzeugen
  - Kegel
    - Best-Fit Kegel
    - Kegel manuell erstellen
  - Fläche
    - Approximation an Punkte
    - Approximation innerhalb Randkurven
    - Loftingfläche
  - Zylinder
    - Best-Fit Zylinder
    - Zylinder manuell erstellen
  - Ebene
    - Best-Fit Ebene
    - Ebene manuell erstellen
  - Polygonnetz
    - Fläche abtasten
  - Punktwolke
    - Punktwolke manuell erzeugen
    - Kurve abtasten
    - Punktwolke aus Punkten
    - Scanning unbekannter Konturen
    - Punktwolke aus Polygonnetz

- Kreis
  - Best-Fit Kreis
  - Aus Rand eines Zylinders/Kegels
  - Aus Feature Extraction
  - Kreis manuell erzeugen
- Gerade
  - Best-Fit Gerade
  - Aus Rand einer Ebene
  - Gerade manuell erzeugen
- Polylinie
  - Durch Punkte
  - Geordnete Polylinie
  - Ungeordnete Polylinie
  - Aus Rand einer Punktwolke
  - Aus Rand eines Polygonnetzes
  - Ebene mit Polygonnetz schneiden
- Spline
  - Interpolation durch Punkte
  - Approximation an Punkte
  - Aus Rand einer Fläche
- Analyse
  - Punktwolke
    - Krümmungsverhalten in Punktwolke
  - Fläche
    - Abstand zur Punktwolke
    - Flächenkrümmung
    - Abstand zu Polygonnetz
    - Volumenberechnung
  - Polygonnetz
    - Krümmungsverhalten in Polygonnetz



#### **4. Verschneiden**

- Transformieren
  - Verschiebung
  - Skalierung
  - Spiegelung
  - Rotation
- Manipulieren
  - Fläche
  - Fläche schneiden
  - Fläche verlängern
  - Fläche verbinden
  - Fläche verrunden

#### **5. Export**



## Resümee

Durch die Aufteilung der beiden Hauptworkflows konnte der Funktionsumfang besser strukturiert und gegliedert werden. So bleibt das Arbeiten mit dem ZRE auch bei stetig wachsendem Funktionsumfang übersichtlich. Neue kleine Details, wie z.B. das Importieren von farblichen Markierungen am Objekt erleichtert und beschleunigt den Arbeitsablauf enorm.

Weitere Zeiteinsparungen gelingen durch die intelligente Benennung, erweiterte Short-Cuts, sowie einer Suche für Funktionen und Objekte im Explorer.

Die Software ist nicht nur für erfahrene Nutzer überarbeitet worden (Bsp. das bessere Handling der 3D-Maus), sondern auch für Einsteiger, welche mit der neuen Hilfefunktion und der oben genannten Suche eine ausführliche Unterstützung erhalten.

Im CAD-Fenster sind nun alle wichtigen Informationen schnell und einfach abrufbar. Die direkte Manipulation des Modells ist nun möglich. Das Modell kann nun im CAD-Fenster verschoben, rotiert und verlängert werden.



# Anhang

Nachweise	S.393
Eidesstattliche Erklärung	S.399
Danksagung	S.401
Impressum	S.403
Daten	S.405



# Nachweise

## Abkürzungen

ZRE	ZEISS Reverse Engineering
IMT	Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH
WZK	Werkzeugkorrektur
FR	Flächenrückführung
CNC	Computerized Numerical Control
CAD	Computer-aided Design
Abb.	Abbildung

## Quellen

- [1] Online abgerufen unter:  
<https://www.zeiss.de/messtechnik/ueber-uns/willkommen.html>  
[Stand: 07.09.2017]
- [2] Siehe unter: <https://www.zeiss.de/messtechnik/ueber-uns/willkommen.html>  
[Stand: 07.09.2017]
- [3] Siehe unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Rot-Gr%C3%BCn-Sehschw%C3%A4che>  
[Stand: 12.12.2017]

## Abbildungsverzeichnis

Abb.1-8	Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH
Abb.10	privat
Abb.10	Online abgerufen unter: <a href="http://exactitudes.com/index.php?/series/zoom/154/7">http://exactitudes.com/index.php?/series/zoom/154/7</a> [Stand: 12.10.2017]



- Abb.11 Online abgerufen unter:  
<http://exactitudes.com/index.php?/series/zoom/64/7>  
[Stand: 12.10.2017]
- Abb.12 Online abgerufen unter:  
<https://www.myminifactory.com/competition/tinkercad-competition-110>  
[Stand: 13.10.2017]
- Abb.13 Online abgerufen unter:  
<https://www.pinterest.de/pin/10836855330925884/>  
[Stand: 13.10.2017]
- Abb.14 Online abgerufen unter:  
<https://lagunatools.com/accessories/cnc-accessories/cnc-software/rhinoceros-3d-cad-software/>  
[Stand: 13.10.2017]
- Abb.15-18 Tinkercad  
[Stand: 13.10.2017]
- Abb.19-22 SketchUp  
[Stand: 13.10.2017]
- Abb.23-26 Rhinocerus Version 5  
[Stand: 13.10.2017]
- Abb.27-53 ZRE Version 1.6
- Abb.54 Online abgerufen unter:  
<https://rukminim1.flixcart.com/image/1664/1664/mouse/h/z/4/hp-x4000b-bluetooth-mouse-h3t50aa-original-imadn7wfvffbvm5.jpeg?q=90>  
[Stand: 28.11.2017]
- Abb.55 Online abgerufen unter:  
<http://solicad.com/media/foto/3dconnexion/spacemousepro.jpg>  
[Stand: 28.11.2017]



- Abb.56 Online abgerufen unter:  
[http://www.apfelpage.de/wp-content/uploads/2017/07/51VxP99zdFL\\_SL1200\\_.jpg](http://www.apfelpage.de/wp-content/uploads/2017/07/51VxP99zdFL_SL1200_.jpg)  
 [Stand: 28.11.2017]
- Abb.57 Online abgerufen unter:  
[http://www.ezpr.com.tw/wp-content/uploads/2014/02/%E7%BE%85%E6%8A%80%E8%97%8D%E7%89%99%E7%82%AB%E5%85%89%E9%8D%B5%E7%9B%A4-K810\\_%E7%94%A2%E5%93%81%E5%9C%96.jpg](http://www.ezpr.com.tw/wp-content/uploads/2014/02/%E7%BE%85%E6%8A%80%E8%97%8D%E7%89%99%E7%82%AB%E5%85%89%E9%8D%B5%E7%9B%A4-K810_%E7%94%A2%E5%93%81%E5%9C%96.jpg)  
 [Stand: 28.11.2017]
- Abb.58 Online abgerufen unter:  
<https://www.zeichnen-am-pc.de/grafiktablets/bilder/Wacom-Intuos-Pro-M-Grafiktablett.jpg>  
 [Stand: 28.11.2017]
- Abb.59 Online abgerufen unter:  
<https://www.facebook.com/708101725988945/photos/a.708118752653909.1073741826.708101725988945/1136110536521393/?type=3>  
 [Stand: 28.11.2017]
- Abb.60 Online abgerufen unter:  
[http://www.trendylife.it/wp-content/uploads/2013/08/Leap\\_Motion\\_Volt-copia.jpg?2d4f02](http://www.trendylife.it/wp-content/uploads/2013/08/Leap_Motion_Volt-copia.jpg?2d4f02)  
 [Stand: 28.11.2017]
- Abb.61 Online abgerufen unter:  
[https://media.licdn.com/media-proxy/ext?w=800&h=800&hash=KKOkshMmte0nl82AzaPuYoeRIFA%3D&ora=1%2CaFBCTXdkRmpGL2lvQUFBPQ%2CxAVta5g-0R6nlh8Tw1It6a2FowGz60oISIfYC2G8G2f1spyfNT-tDoDScbKhsgUbfiwBhI\\_IfnwEXO5H\\_vJfdm-FaUg8-isINOTPwsFbxYBiV9Cy9cNYVx3kdKpF-qtMWsc8e1-TwyJC73iVV8vLQlI8fq4GKH6GWxUi3WUbo71GJICE-dQppRNyHR-rO\\_kG5Msmrt-6m1gnVmw2YrDZRIu5pehKWeoEgMcHFPqH\\_Ufl4WW-wiagVjPuHzXoqyHALGFQrIf-IO9z7HVbzW8kTRGukMB8wE](https://media.licdn.com/media-proxy/ext?w=800&h=800&hash=KKOkshMmte0nl82AzaPuYoeRIFA%3D&ora=1%2CaFBCTXdkRmpGL2lvQUFBPQ%2CxAVta5g-0R6nlh8Tw1It6a2FowGz60oISIfYC2G8G2f1spyfNT-tDoDScbKhsgUbfiwBhI_IfnwEXO5H_vJfdm-FaUg8-isINOTPwsFbxYBiV9Cy9cNYVx3kdKpF-qtMWsc8e1-TwyJC73iVV8vLQlI8fq4GKH6GWxUi3WUbo71GJICE-dQppRNyHR-rO_kG5Msmrt-6m1gnVmw2YrDZRIu5pehKWeoEgMcHFPqH_Ufl4WW-wiagVjPuHzXoqyHALGFQrIf-IO9z7HVbzW8kTRGukMB8wE)  
 [Stand: 28.11.2017]
- Abb.62-66 ZRE Version 1.6



## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erklären wir an Eides Statt, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Zurhilfenahme der ausgewiesenen Hilfsmittel angefertigt haben. Sämtliche Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder dem Sinn nach anderen gedruckten oder im Internet verfügbaren Werken entnommen sind, haben wir durch Quellenangaben kenntlich gemacht.

Schwäbisch Gmünd, 25.01.2018  
Ströhle, Severin

Schwäbisch Gmünd, 25.01.2018  
Kuhn, Katharina



## **Danksagung**

An dieser Stelle möchten wir uns bei unseren Betreuern Prof. Hartmut Bohnacker, Ann-Kathrin Spörl, Dr. Dominik Schmid und Marius Häusele bedanken. Sie haben uns durch ihre kompetente Beratung durch das Projekt begleitet.

Des weiteren möchten wir uns bei folgenden Anwendungstechniker für die Unterstützung während des Projekts bedanken:

- Wolfgang Reber
- Winfred Hillenmeyer
- Jochen Merz

... des weiteren unseren Eltern,  
Familien und Freunden.



# Impressum

## **BA Interaktionsgestaltung**

Hochschule für Gestaltung  
Schwäbisch Gmünd  
Wintersemester 2017/18

## **Severin Ströhle**

Stroehle93@web.de

## **Katharina Kuhn**

Kuhn.interaction@gmx.de

## **Betreuer**

Prof. Hartmut Bohnacker  
Ann-Katrin Spörl

## **Produktion der Dokumentation**

Gmünder Copycenter

## **Schrift**

Segoe UI Regular  
Segoe UI Bold

## **Copyright**

Abdruck nur nach vorheriger Genehmigung



## Daten

### Auf diesem Datenträger befindet sich:

- vollständige Informationsarchitektur
- vollständige Flowcharts
- fertige Screens
- digitale Dokumentation
- Clickdummy als Datei und Video

