


3D-Druck LGS

G612: 3D-Modellierung / Fakultät Geoinformation
Gregor Erdmann, Robert Landrock, Alexander Mutz





Gliederung

1. Vorstellung des Projekts
 2. Forschungsfragen
 3. Ablauf - Modellbereinigung und Bearbeitung
 1. mit *Autodesk Revit*
 2. mit *Autodesk AutoCAD*
 3. mit *Materialise Magics*
 4. mit *PSW 3.6 FORMIG*
 4. Druckprozess
 1. Drucker
 2. Anordnung im Bauraum
 3. Probedruck
 4. Finaldruck
 5. Bewertung des Drucks
 6. Fazit
- Quellen

1. Vorstellung des Projekts

- // Aufbereitung und Bereinigung des Modells des Laborgebäude LGS für 3D-Druck
- // Lasersinterdrucker: FORMIGA P110 von EOS
- // Ergebnis:
 - // gedrucktes Modell im Maßstab 1:250
 - // bereinigte Dateien
 - // Projektbericht

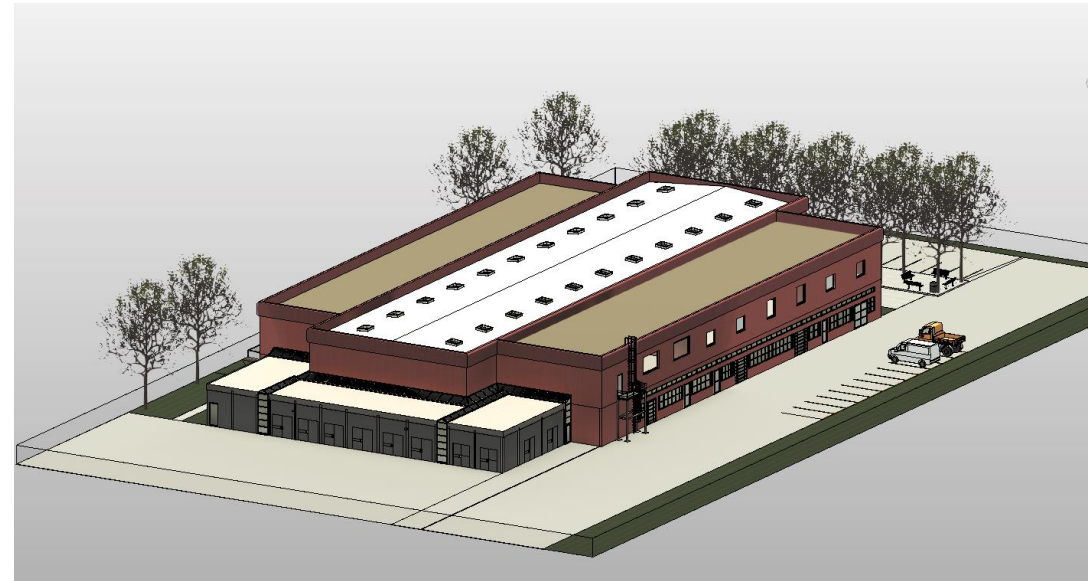


Abb. 1: ursprüngliches Modell in Revit



2. Forschungsfragen

- // Wie müssen BIM Modelle vereinfacht werden, damit sie druckbar werden?
- // Welche Softwaresysteme benötigt man, um einen 3D-Druck durchzuführen?

3. Ablauf - Modellbereinigung und Bearbeitung

// Versionierung mittels *Git* ermöglicht:

- // Parallele Bearbeitung
- // Zugriff auf aktuellen Stand

// Software:

- // *Autodesk Revit 2022*
- // *Autodesk AutoCAD 2023*
- // *Materialise Magics 26.0*
- // *PSW 3.6 FORMIG*

3.1 Bearbeitung in *Revit*

- // In *Revit* so viel bearbeiten wie möglich
 - // Dicke der Elemente der Feuerleiter [Typ bearbeiten]
 - // Dicken der Fassadenelemente Pfosten [Typ bearbeiten]
 - // Stützen als Wände ummodelliert [nachmodelliert als Wand]
 - // Geländer [Typ bearbeiten]
 - // Glasscheiben der Fenster entfernt [Familieneditor]
 - // Export als .dxf
- // Kein BIM-fähiges Modell übrig

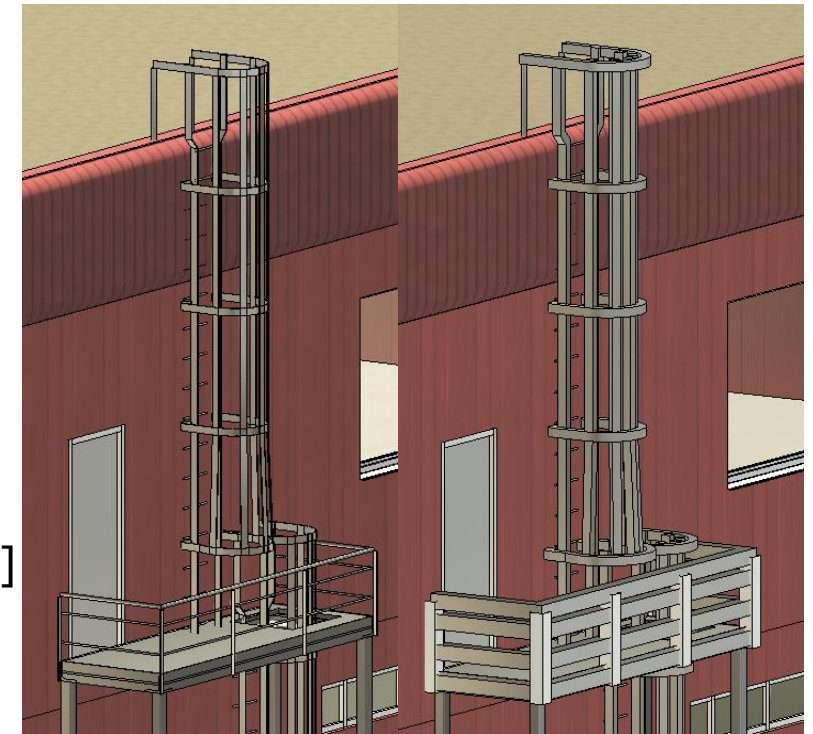


Abb. 2: Änderung Feuerleiter (links original, rechts bearbeitet)



Abb. 3: Bearbeitung Geländer

3.2 Bearbeitung in *AutoCAD*

Erster Export nach *Magics* stark fehlerbehaftet

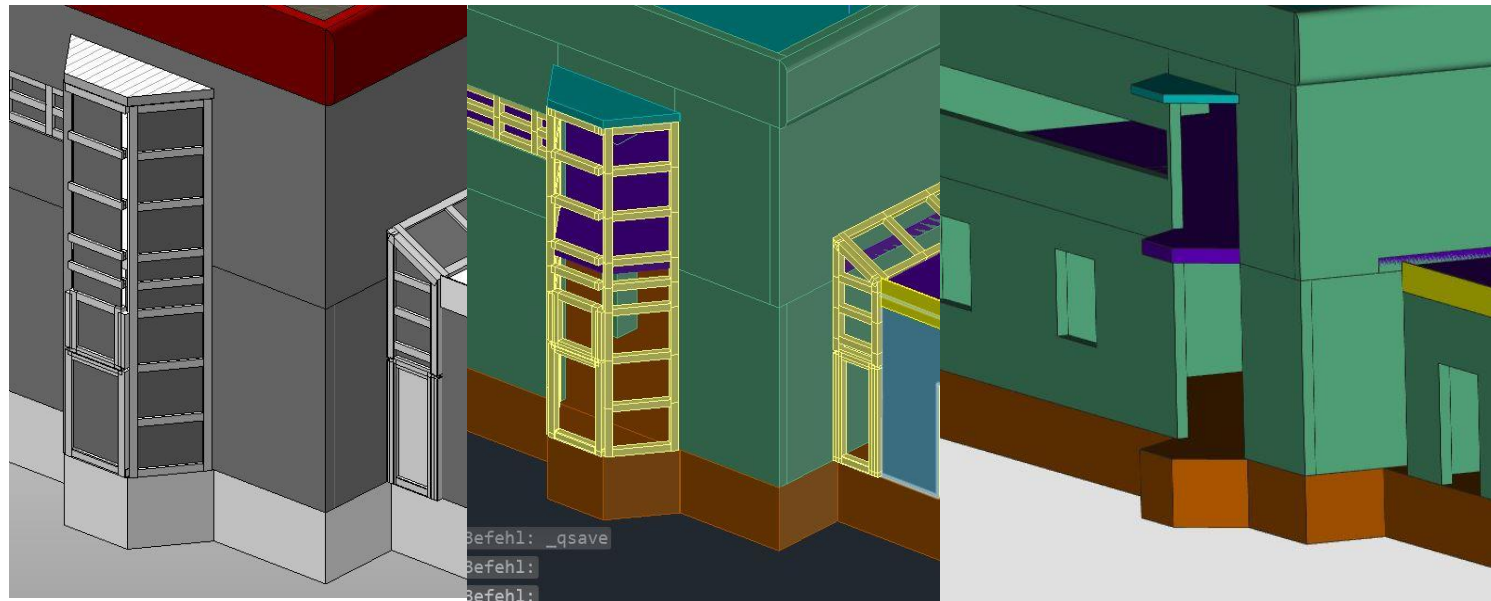


Abb. 4: Stützen in *Revit* – *AutoCAD* – *Magics*

3.2 Bearbeitung in *AutoCAD*

- ✓ Löschen von Fensterglas, Fassadenglas, Türen, Inneneinrichtung [Ebenen]
- ✓ Umwandeln aller Blockreferenzen [FILTER] in Vielflächennetze [URSPRUNG]
- ✓ Export der Vielflächennetze als .dxf



Abb. 5: Darstellung Fenster (links *Revit*, rechts *AutoCAD*)

3.2 Bearbeitung in *AutoCAD*

Export der Vielflächennetze als .dxf

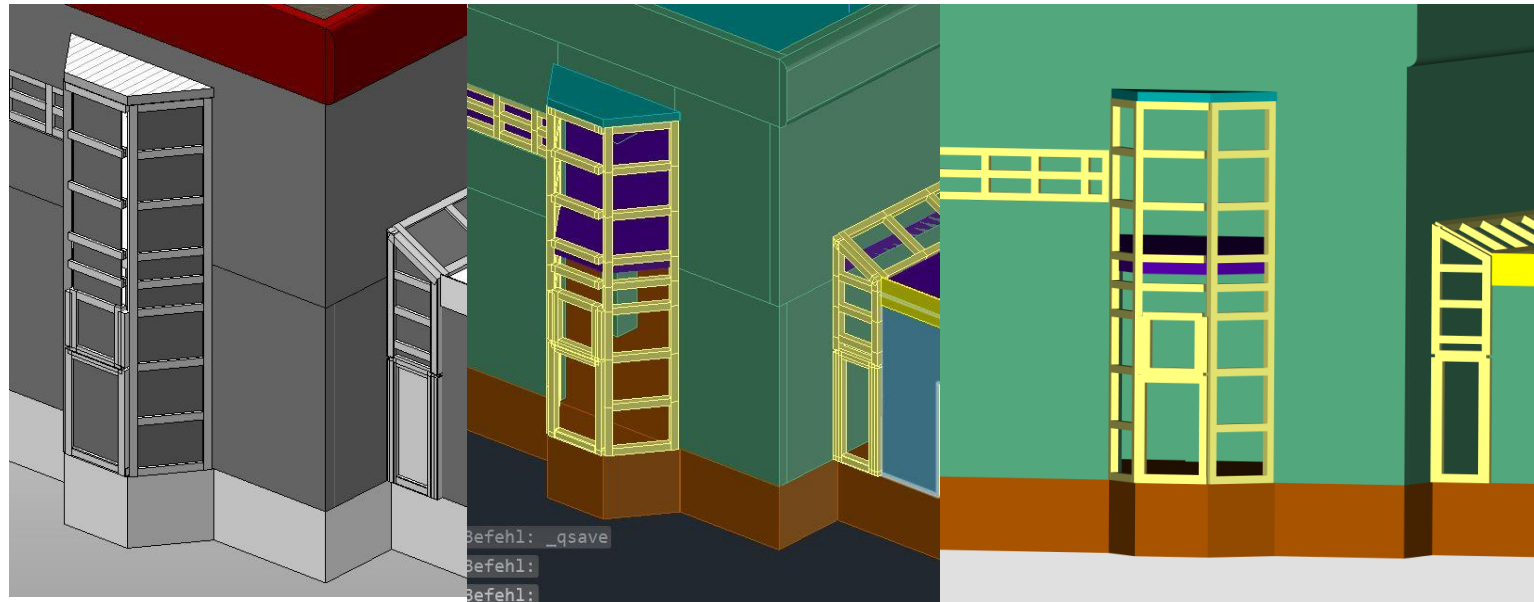


Abb. 6: Stützen in *Revit* – *AutoCAD* – *Magics*

3.3 Bearbeitung in *Magics*

- Skalieren [Skalieren]
- Schnitte [Vielfachschnitte] [Schneiden]
- Extrusion an Dachkante [Extrusion]

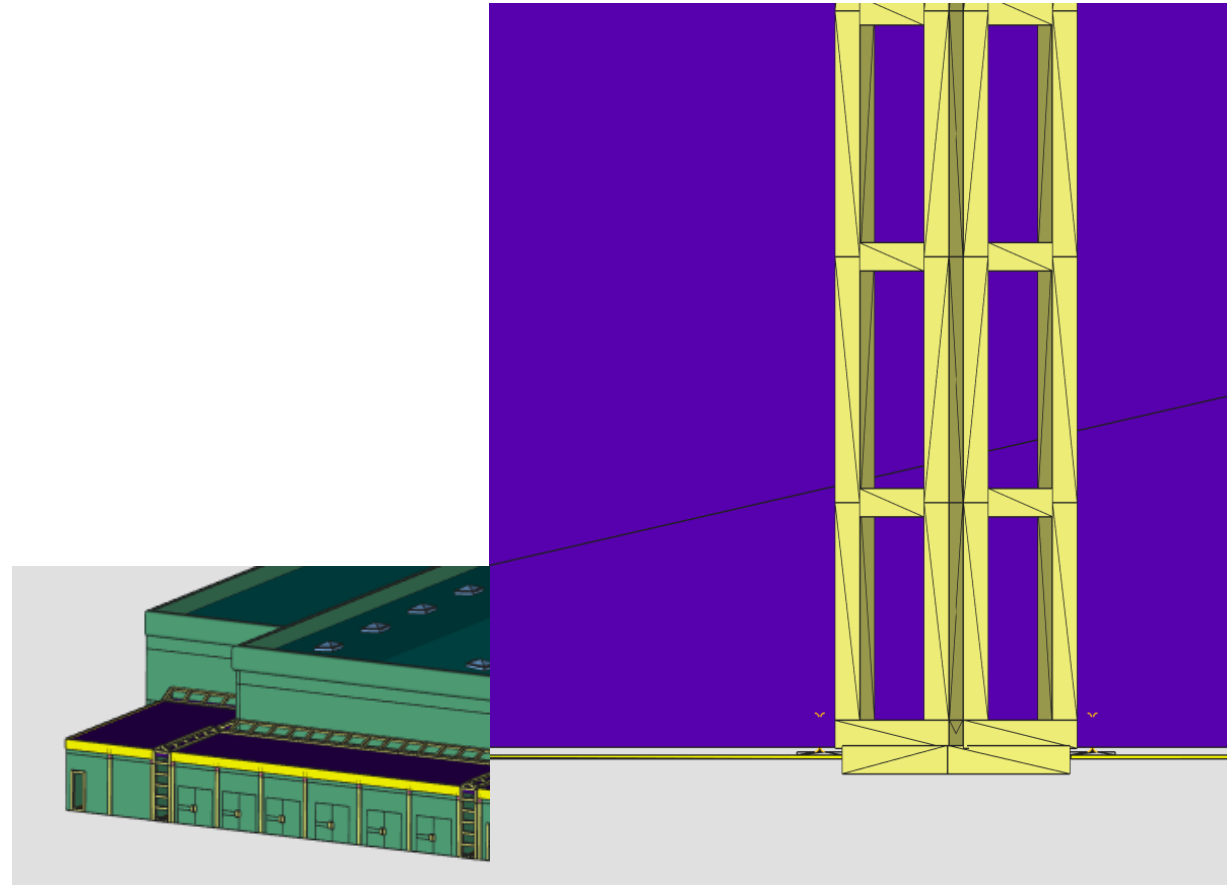


Abb. 7: Lücke an der Dachkante beim Vordach

3.3 Bearbeitung in *Magics*

- ✓ Löcher füllen [Lochfüllmodus]
- ✓ Entfernung der Geländer [Bauteile entladen]

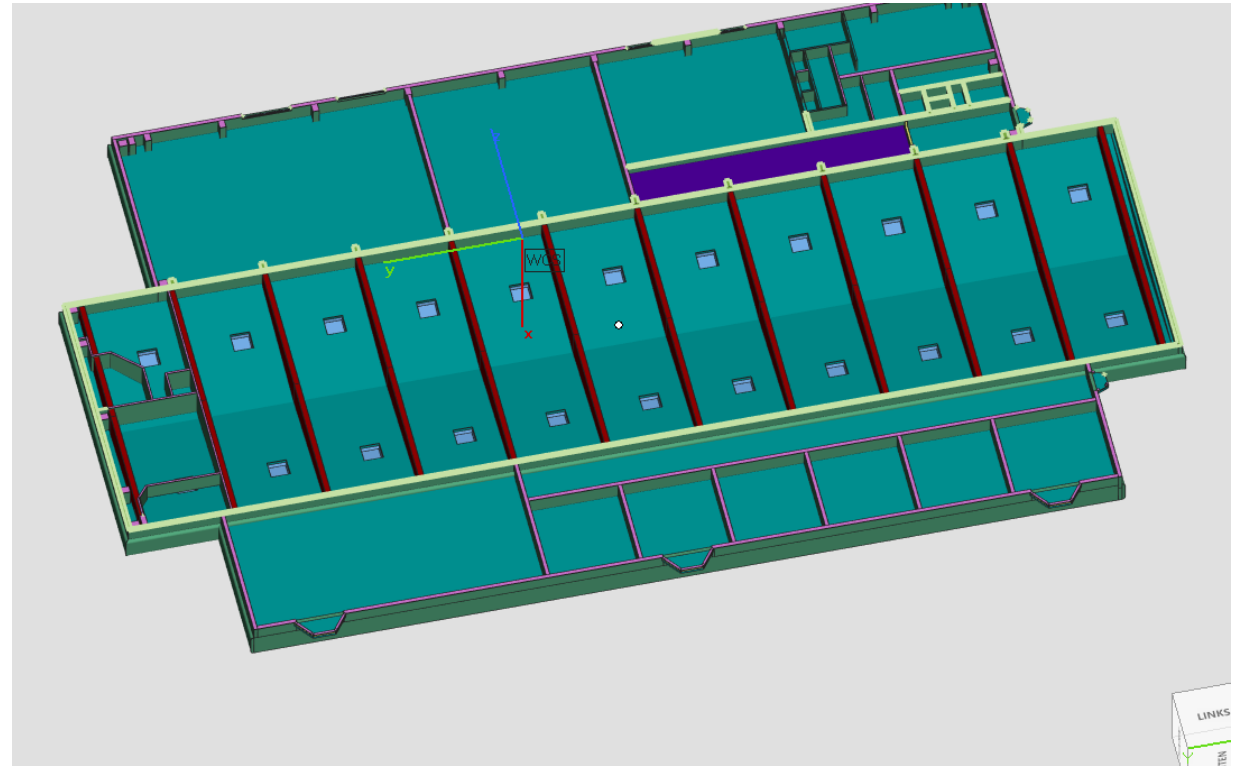


Abb. 8: Lochfüllmodus

3.3 Bearbeitung in *Magics*

- Extrusion von Sprossen [Extrusion]
- Dreiecke optimieren [Dreiecke trimmen] [Netzverfeinerung]

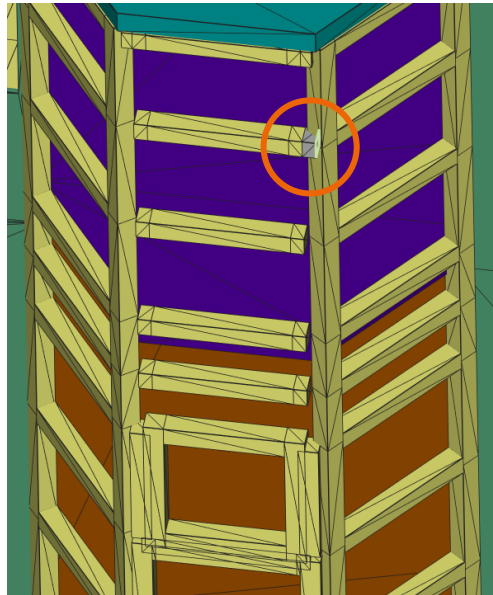


Abb. 9: Extrusion von Sprossen

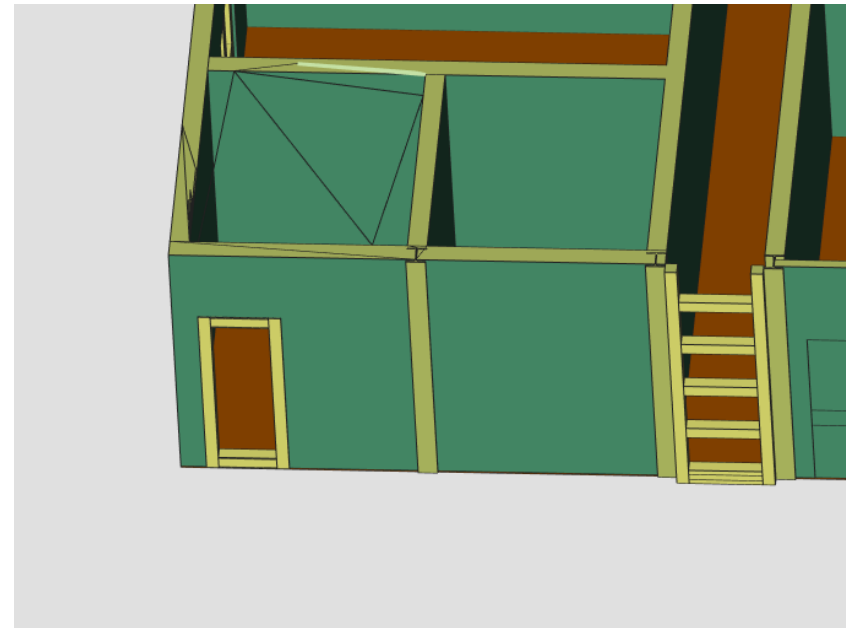


Abb. 10: manuelles Nachbearbeiten der Löcher

3.3 Bearbeitung in *Magics*

- Reparaturstatus verändern bis nur noch eine Shell und keine Probleme übrig sind [Schrumpffolie] [verschiedene Auto-Repair-Tools]

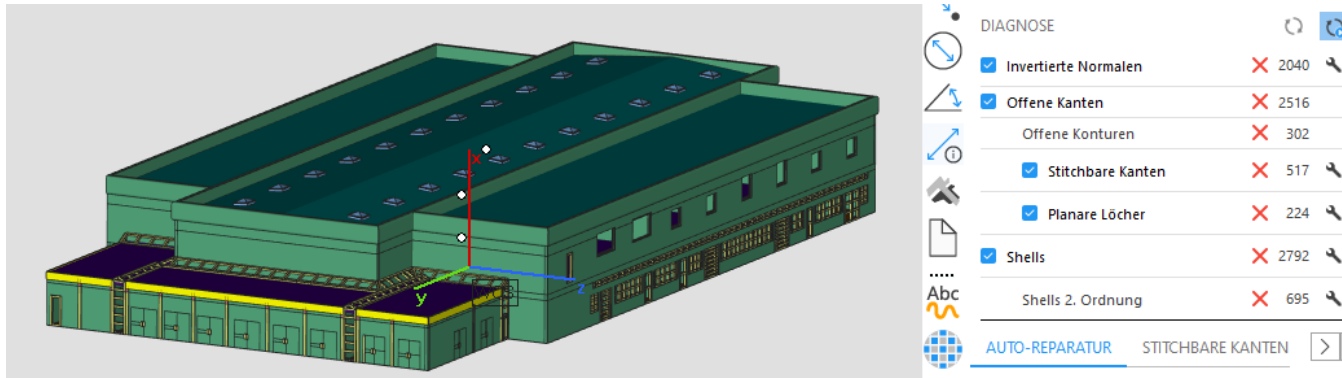


Abb. 11: Reparaturstatus vor Schrumpffolie und Auto-Repair

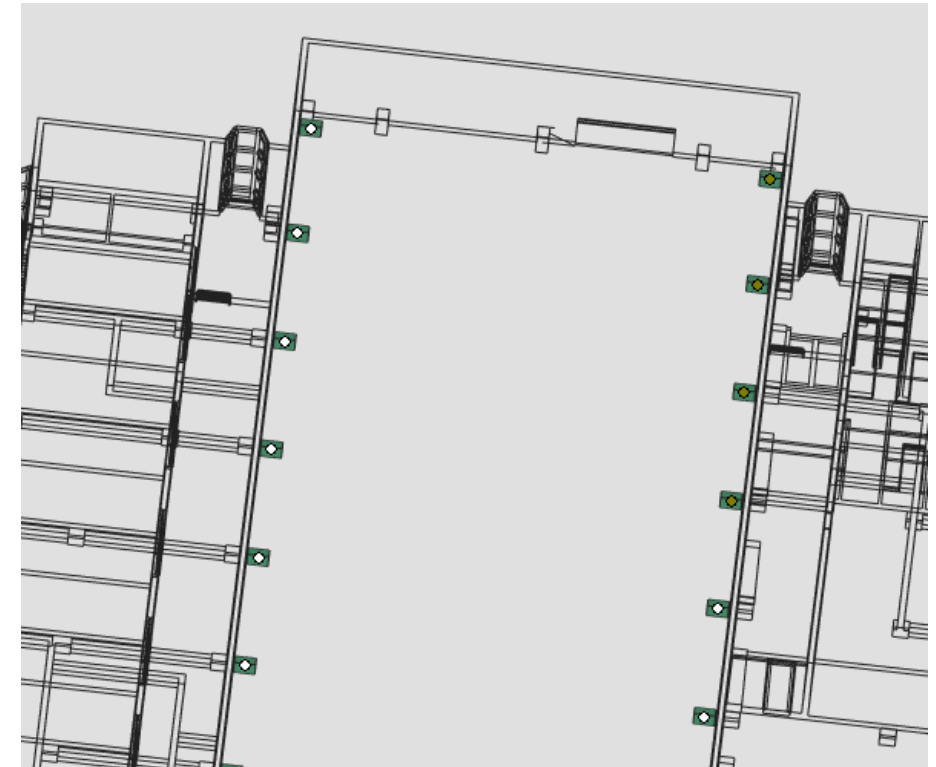


Abb. 12: Stützen als lose Shells

3.3 Bearbeitung in *Magics*

- Um Fehlberechnung der Schrumpffolie zu vermeiden Verdickung des Vordachs [Offset]

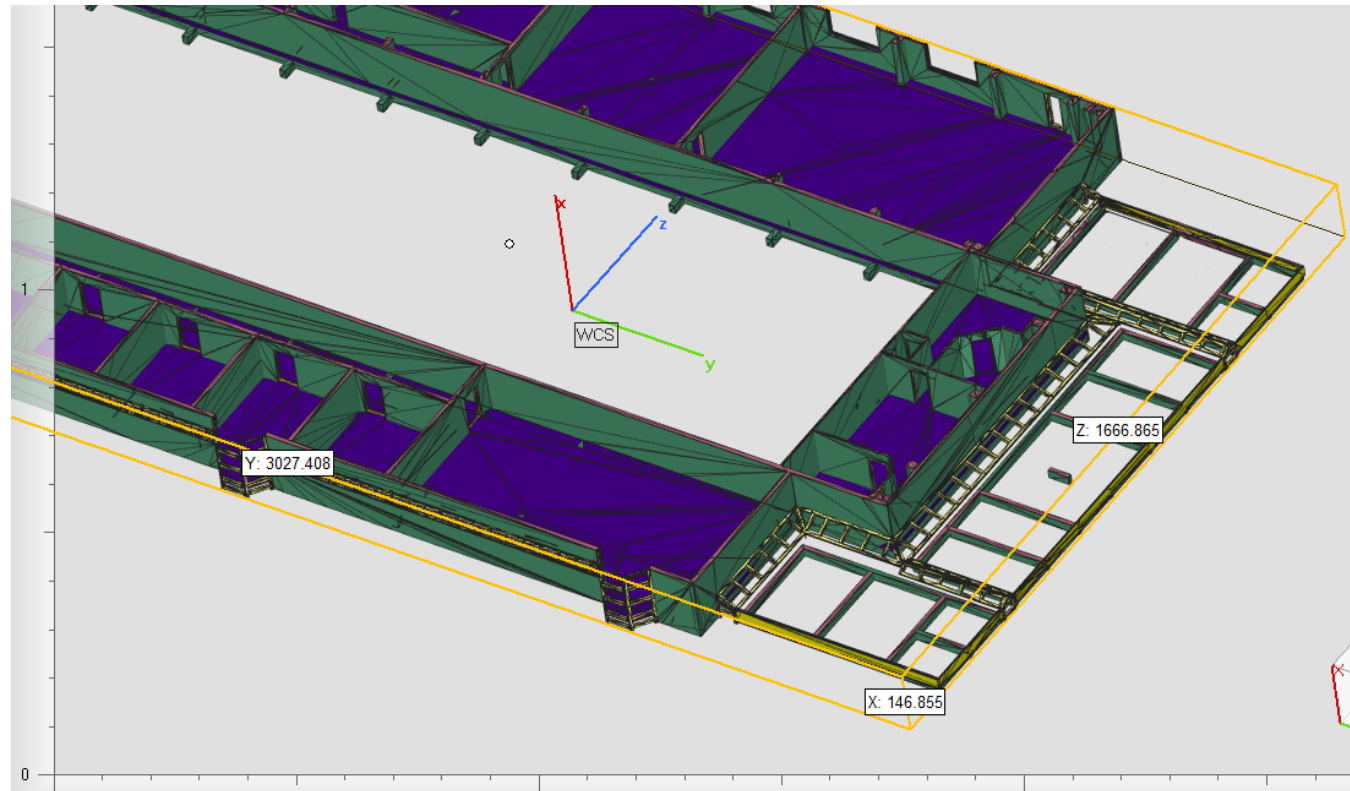


Abb. 13: Fehlberechnung Vordach

3.3 Bearbeitung in *Magics*

- Um Fehlberechnung der Schrumpffolie zu vermeiden Setzen der Genauigkeit auf 0,4 mm [Schrumpffolie]

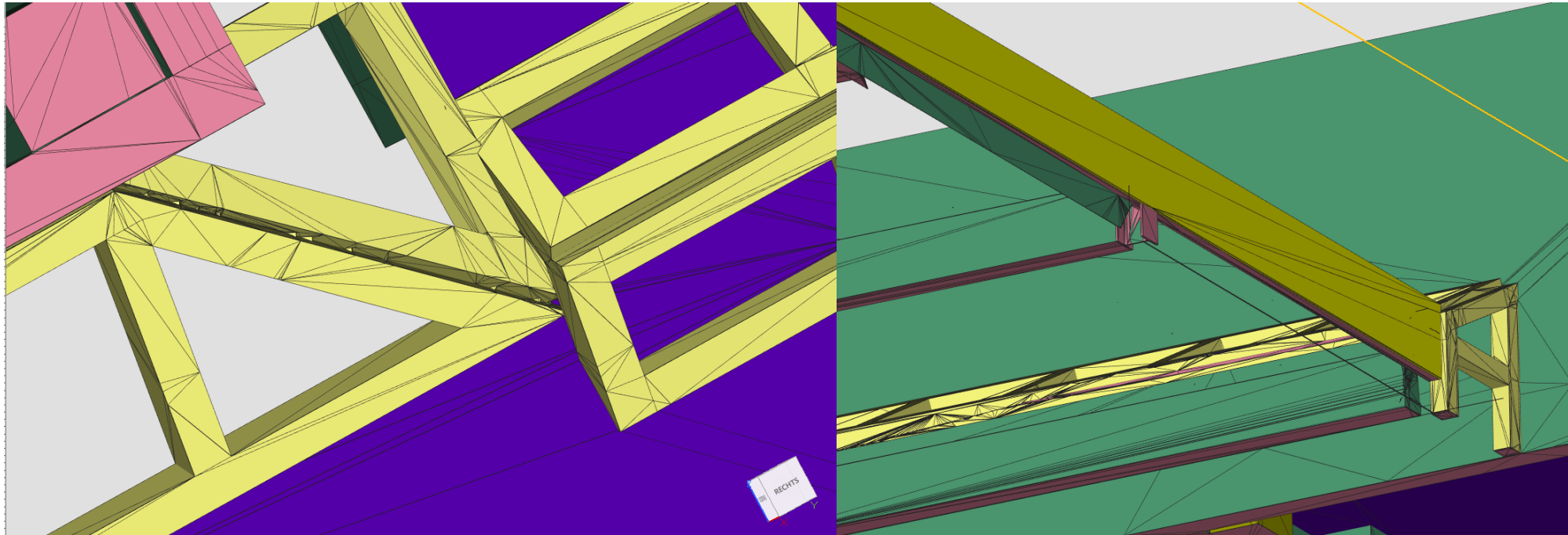


Abb. 14: Fehlberechnung Schrumpffolie

3.3 Bearbeitung in *Magics*

Positionieren der Gebäude-Shells im Bauraum

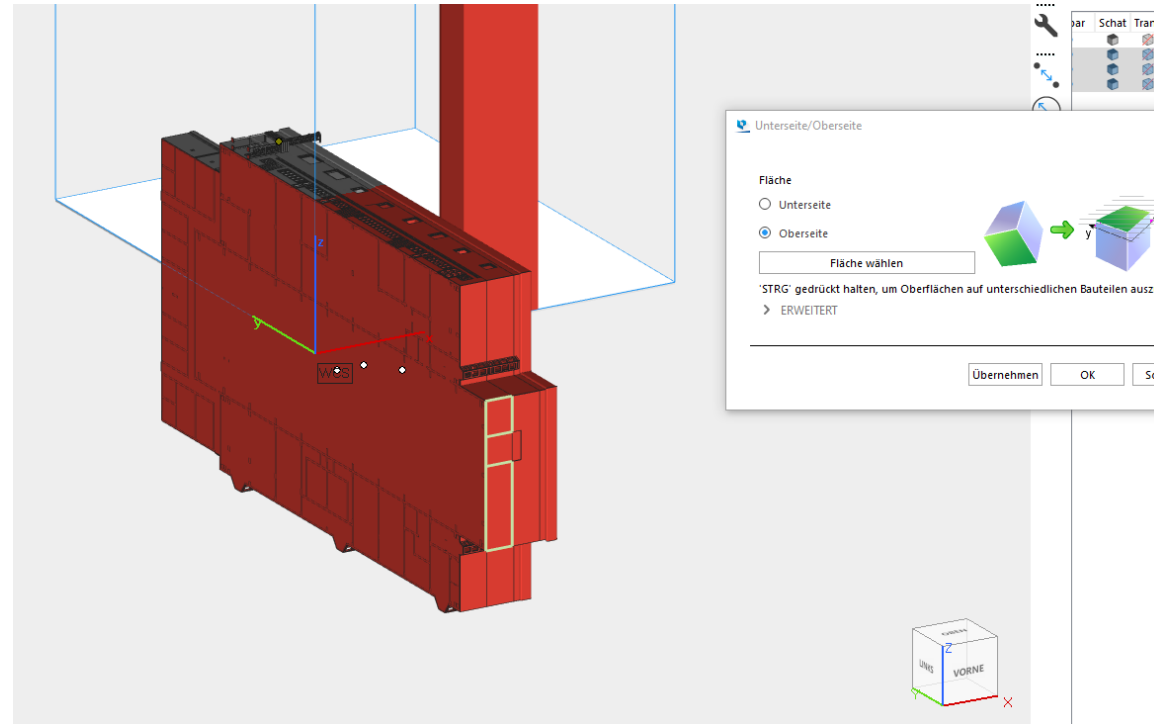


Abb. 15: Festlegen der Oberseite

3.4 Bearbeitung in *PSW 3.6 FORMIG*

Einladen der Slices in *PSW 3.6 FORMIG*

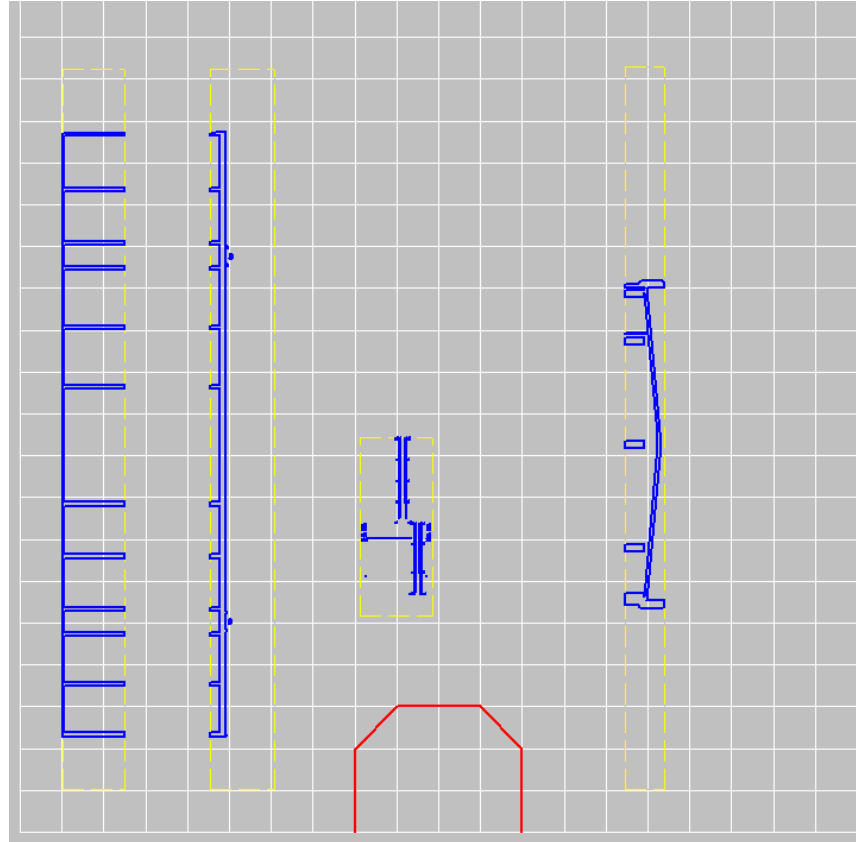


Abb. 16: Ansicht in *PSW 3.6 FORMIG*

4.1 Drucker

- FORMIGA P110 von Firma EOS GmbH
 - Selektiver Laser-Sinter-Drucker
 - Bauraumgröße 200 x 250 x 330 mm



Abb. 17: ursprüngliches Modell in Revit

4.2 Anordnung im Bauraum

- addierte Modellmaße L 302,741 mm B 173,299 mm H 41,301 mm
- Modell zu groß, um in idealer Pose im Bauraum angeordnet zu werden
 - Modell musste Vertikal gedruckt werden
- Feuerleiter nicht am Modell gedruckt, um Schnitte zu vermeiden



Abb. 18: Bauraum nach Probedruck

4.3 Probedruck

- // Gesamtzeit 29 h
 - // Druckzeit 13 h
 - // Auskühlzeit 16 h
 - // Abgebrochene Sprossen an Außenfassade
- // Fehler bei Verteilung des Materials
- // Freigabe für finalen Druck

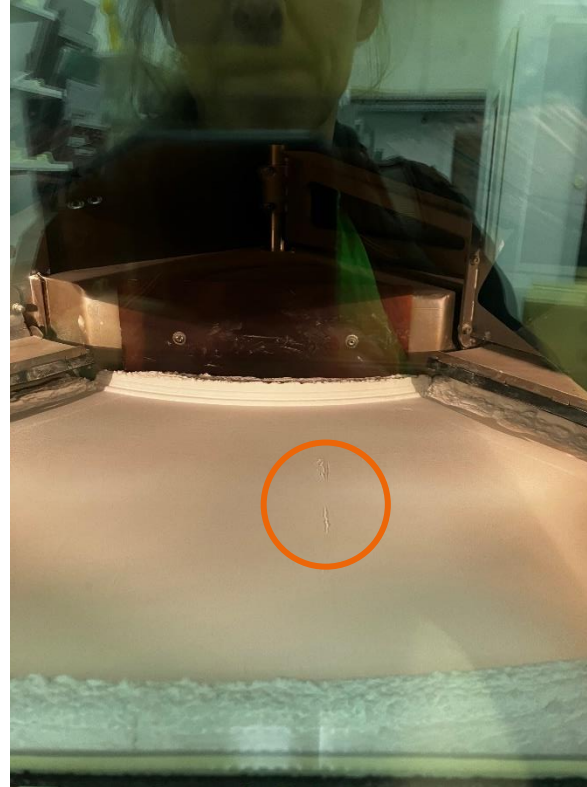


Abb. 19: Fehler bei Materialverteilung



Abb. 20: Auspacken Probedruck

4.3 Probedruck

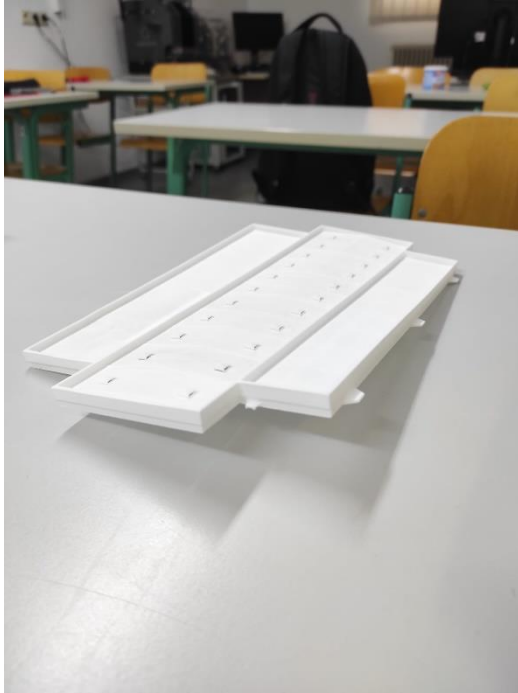


Abb. 21: Probedruck Dach

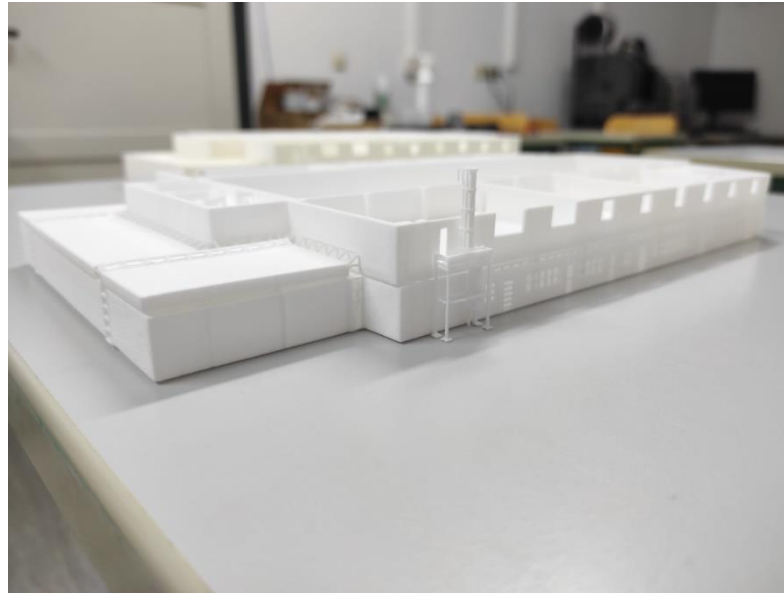


Abb. 22: Probedruck EG, OG und Feuerleiter

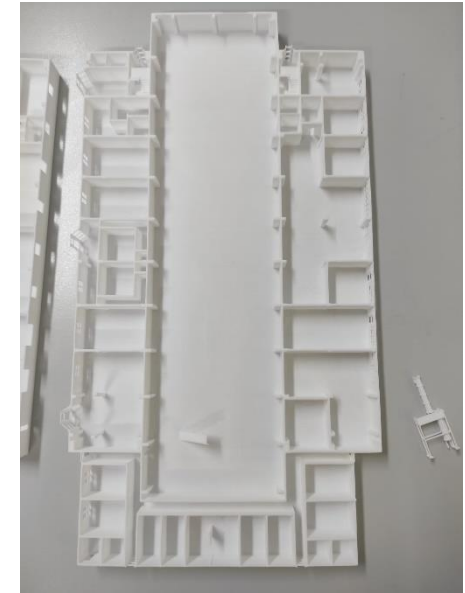


Abb. 23: Probedruck EG

4.4 Finaldruck

- ✓ Gesamtzeit 47 h
 - ✓ Druckzeit 18 h
 - ✓ Auskühlzeit 29 h
- ✓ Auspacken am Absauger mit Pinsel, Nadel, Rakel, Sandstrahler und Druckluft

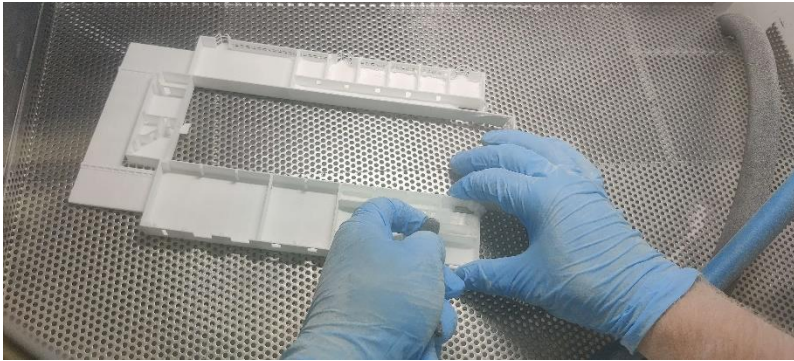


Abb. 24: Druckluft

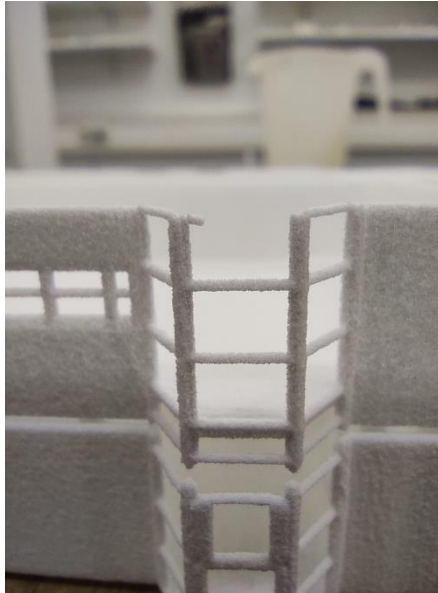


Abb. 25: abgebrochene Sprosse

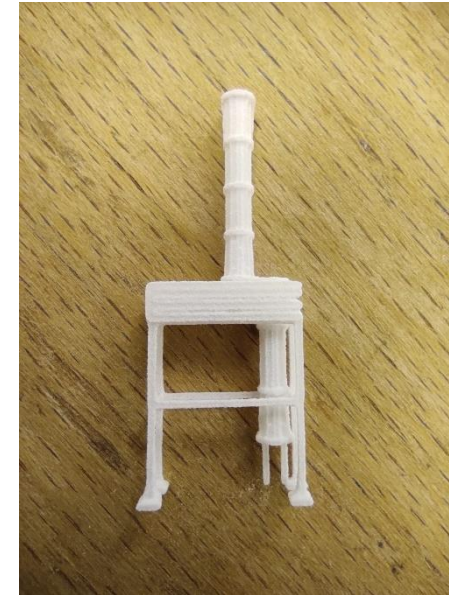


Abb. 26: Feuerleiter

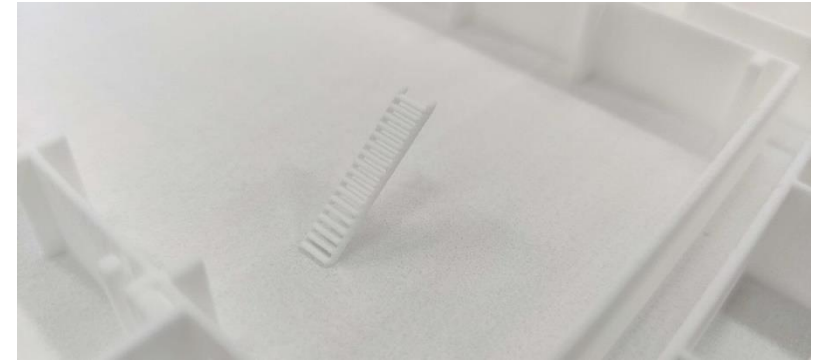


Abb. 27: Treppe im LGS

5. Bewertung des Drucks

- // Unter der Maßgabe die Geometrie weitestgehend zu erhalten, tauchen Probleme auf:
 - // Wände sehr dünn
 - // Druckauflösung muss beachtet werden (Pfosten, Stangen, u.Ä.)
- // Verzogenes Dach auch nach längerer Abkühlzeit nicht verbessert
- // Verschmelzung des Materials zwischen Geländerstreben an Feuerleiter

5. Bewertung des Drucks

Im Gesamten sind wir mit dem Druck sehr zufrieden.

Die Details an Fenstern und Fassade sind gut erkennbar und es sind keine groben Druckfehler aufgetreten.

Durch die entfernten Fensterscheiben wirkt das Modell wertiger als das Vorgängermodell.

Die Stabilität von Elementen wie Treppen und der Feuerleiter sind ausreichend.

Speziell die Treppen könnten mittels Supports an Stabilität gewinnen.

Komplexere Schnitte könnten die Etagenstabilität zueinander und die Stabilität verschiedener Kleinteile ebenfalls erhöhen.

6. Fazit

- // *Wie müssen BIM Modelle vereinfacht werden, damit sie druckbar werden?*
 - // Zielstellung BIM: komplexe Modelle für komplexe Anwendungen der Fachgewerke, bestehend aus Einzelteilen
 - // Zielstellung 3D-Druck: einzelnes geschlossenes Modell
 - // Vereinfachung durch Verringerung der Komplexität (BIM → CAD)
 - // Vereinfachung durch Zusammenfassen (CAD → .stl)
- // *Welche Softwaresysteme benötigt man, um einen 3D-Druck durchzuführen?*
 - // Unsere Lösung:
 - // Autodesk Revit 2022
 - // Autodesk AutoCAD 2023
 - // Materialise Magics 26.0
 - // PSW 3.6 FORMIG
 - // Allgemein:
 - // BIM Software
 - // Optional CAD Software
 - // Slicer Software

Quellen

- Abbildungen: privat
- AutoCAD Support: <https://help.autodesk.com/view/ACD/2021/ENU/> (24.06.2023)
- Daten zu Formiga P110: https://www.kuhn-stoff.de/fileadmin/benutzerdaten/kuhn-stoff-de/pdf/maschinen/EOS_Systemdatenblatt_FORMIGA_P110_de.pdf (24.06.2023)
- Bedienungsanleitung: https://3dagainstcorona.eos.info/subdomain/subdomain_corona/pdf/shield_parameter_sheet.pdf (24.06.2023)