

Einlamierte, tragende Glasverbindungen in VSG

Numerische Untersuchungen zur Anwendung unter Einsatz von strukturellem PVB

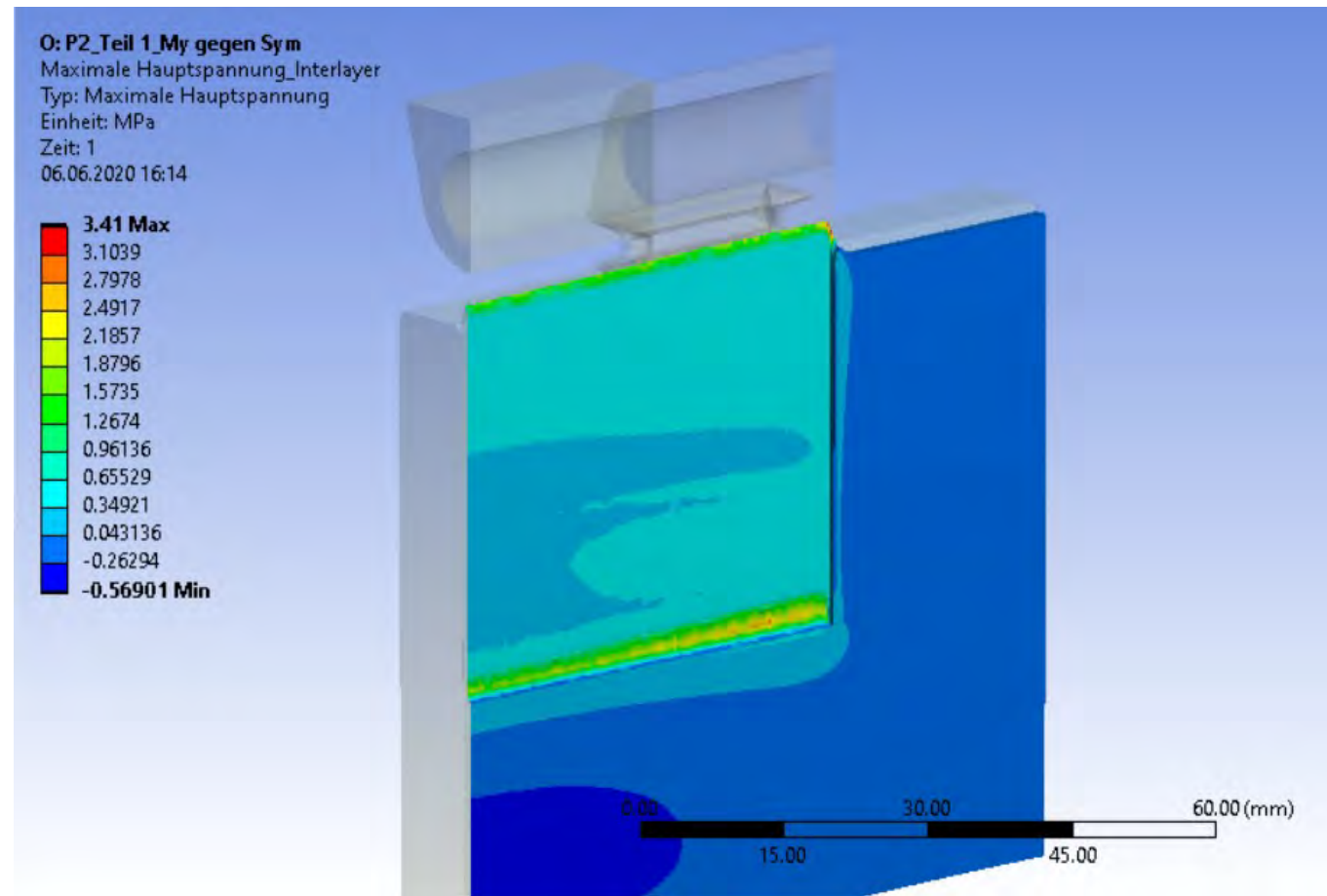


Abbildung 1: Hauptzugspannungen am Interlayer-Material im Zweifach-Laminat infolge LF 3. Auf Grund von Symmetriebedingungen wird 1/4 des Modellkörpers dargestellt.

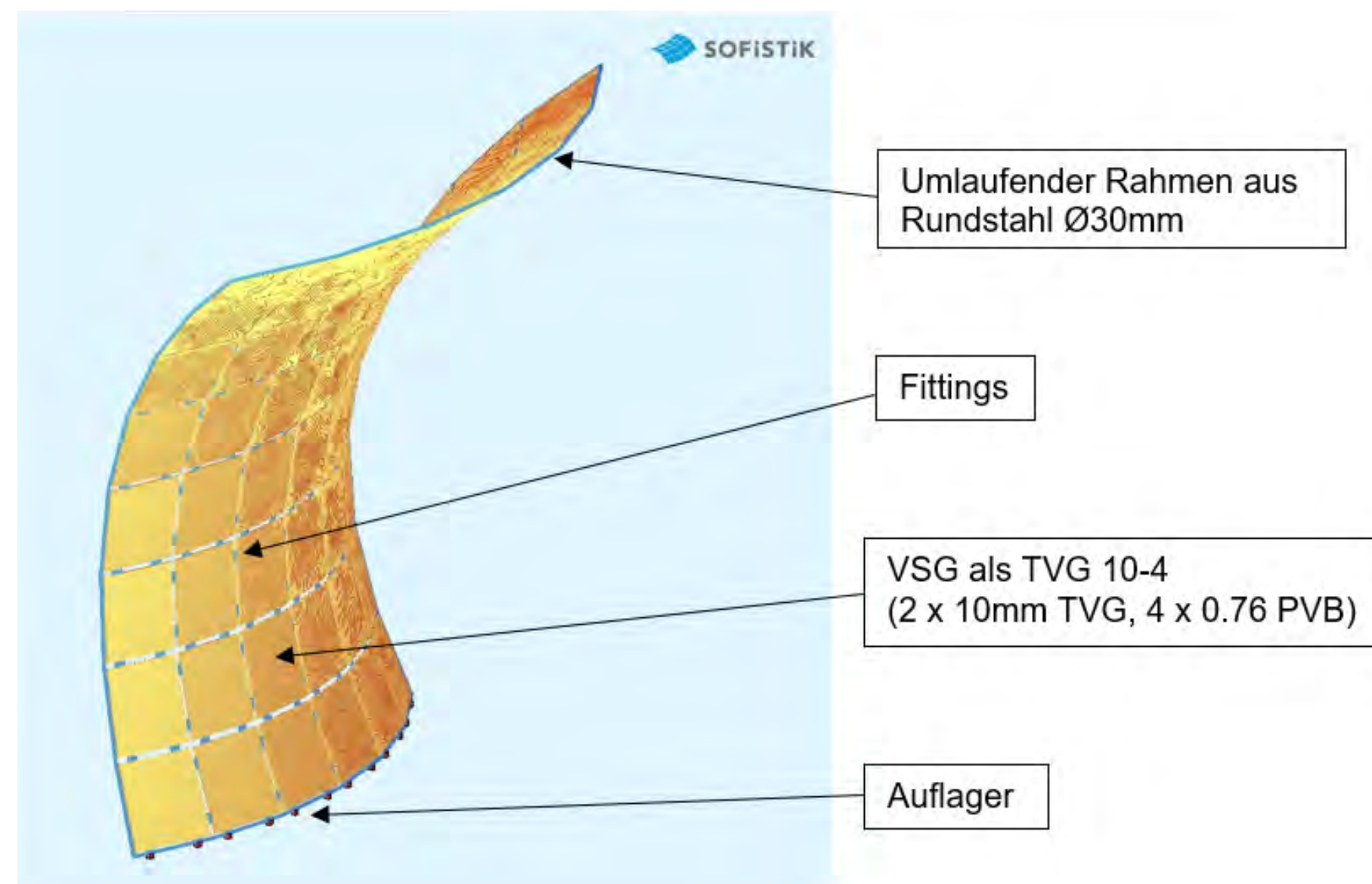


Abbildung 2: 3D-Modell des Hyperboloid-Segments für die FE-Berechnung in Rhino/Sofistik.

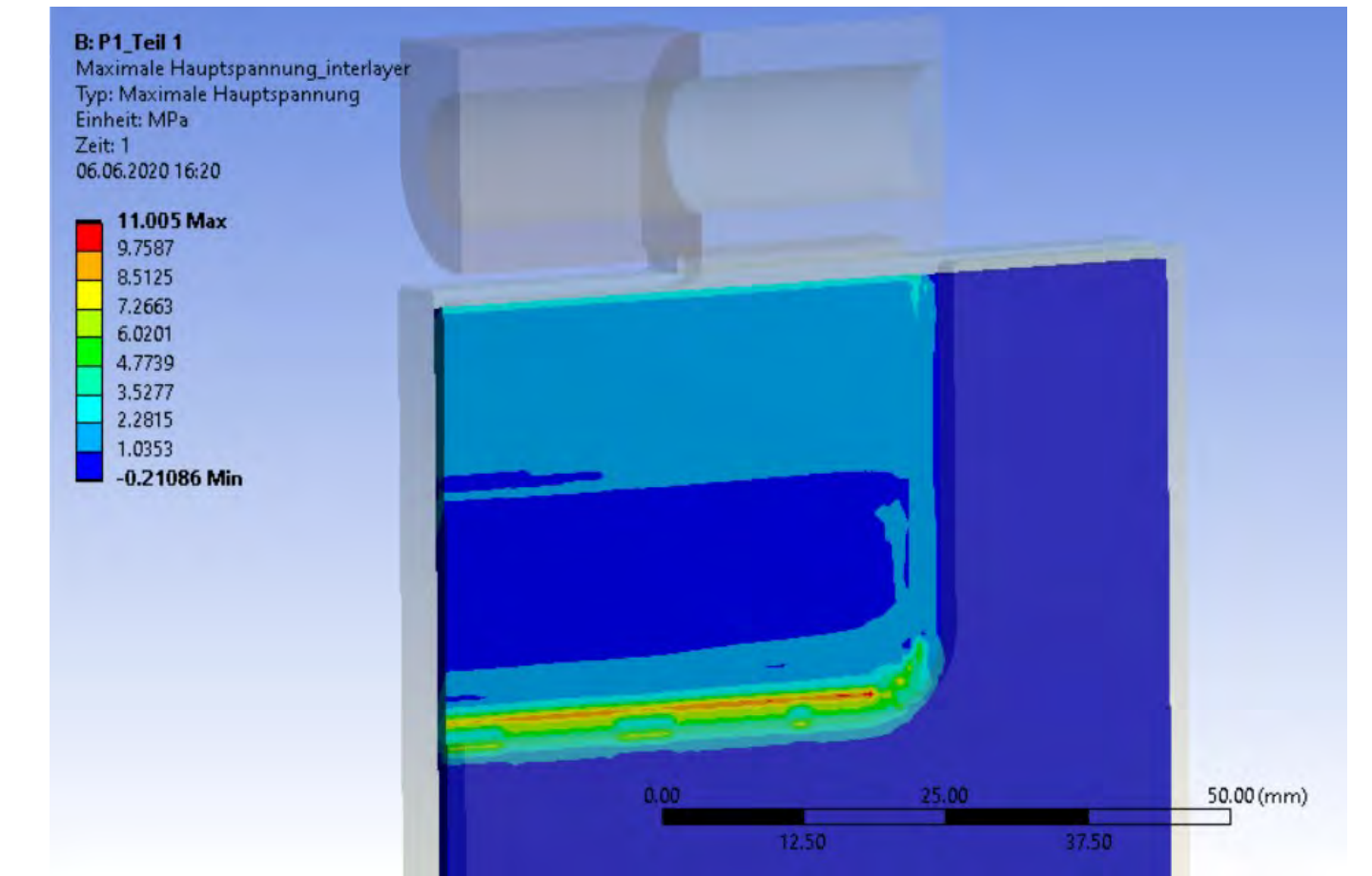


Abbildung 3: Hauptzugspannungen am Interlayer-Material im Dreifach-Laminat infolge LF 3. Auf Grund von Symmetriebedingungen wird 1/4 des Modellkörpers dargestellt.

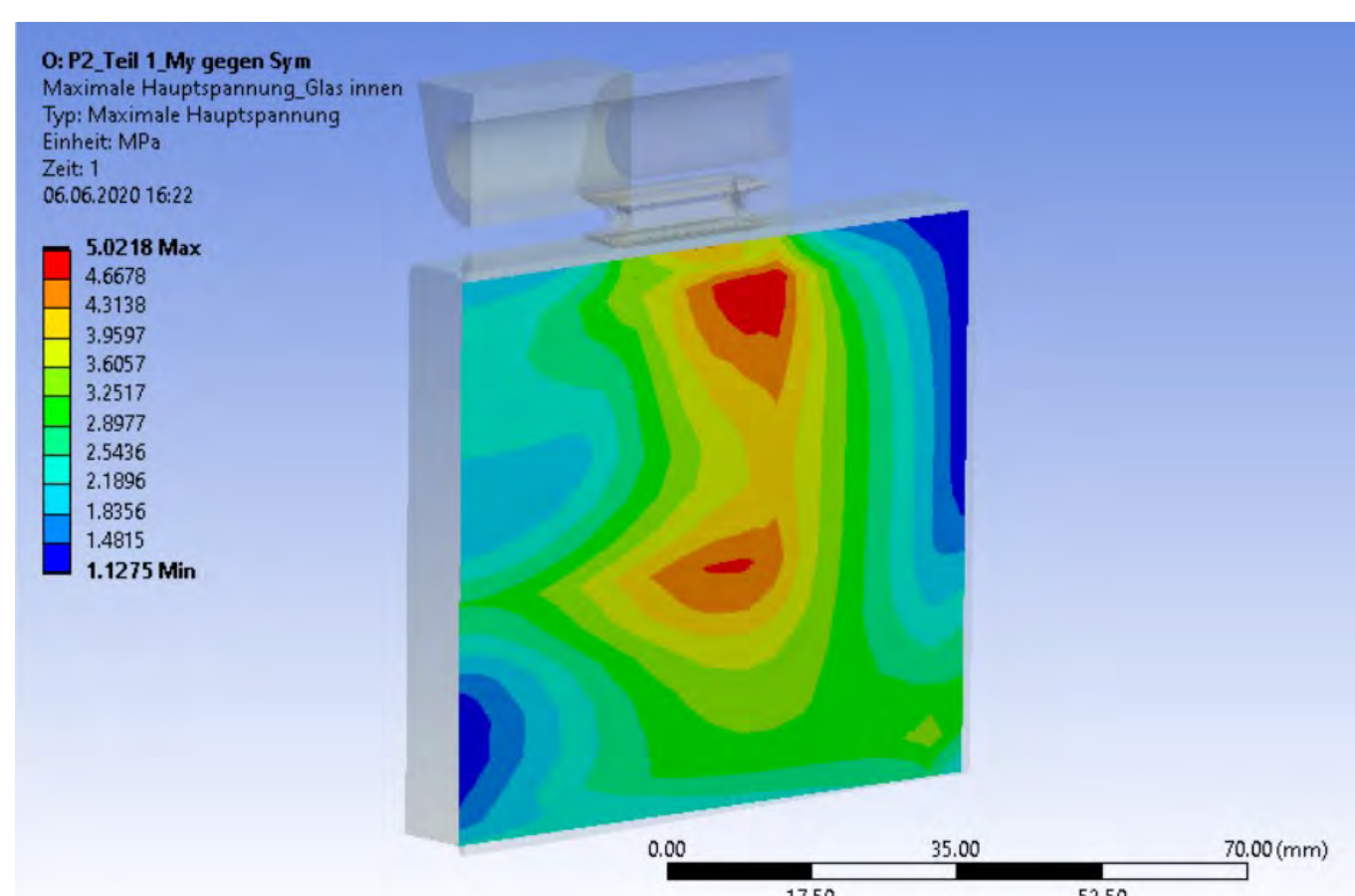


Abbildung 4: Hauptzugspannungen im Zweifach-Laminat an der dem Interlayer-Material zugewandten Glasseite infolge LF 3. Auf Grund von Symmetriebedingungen wird 1/4 des Modellkörpers dargestellt.

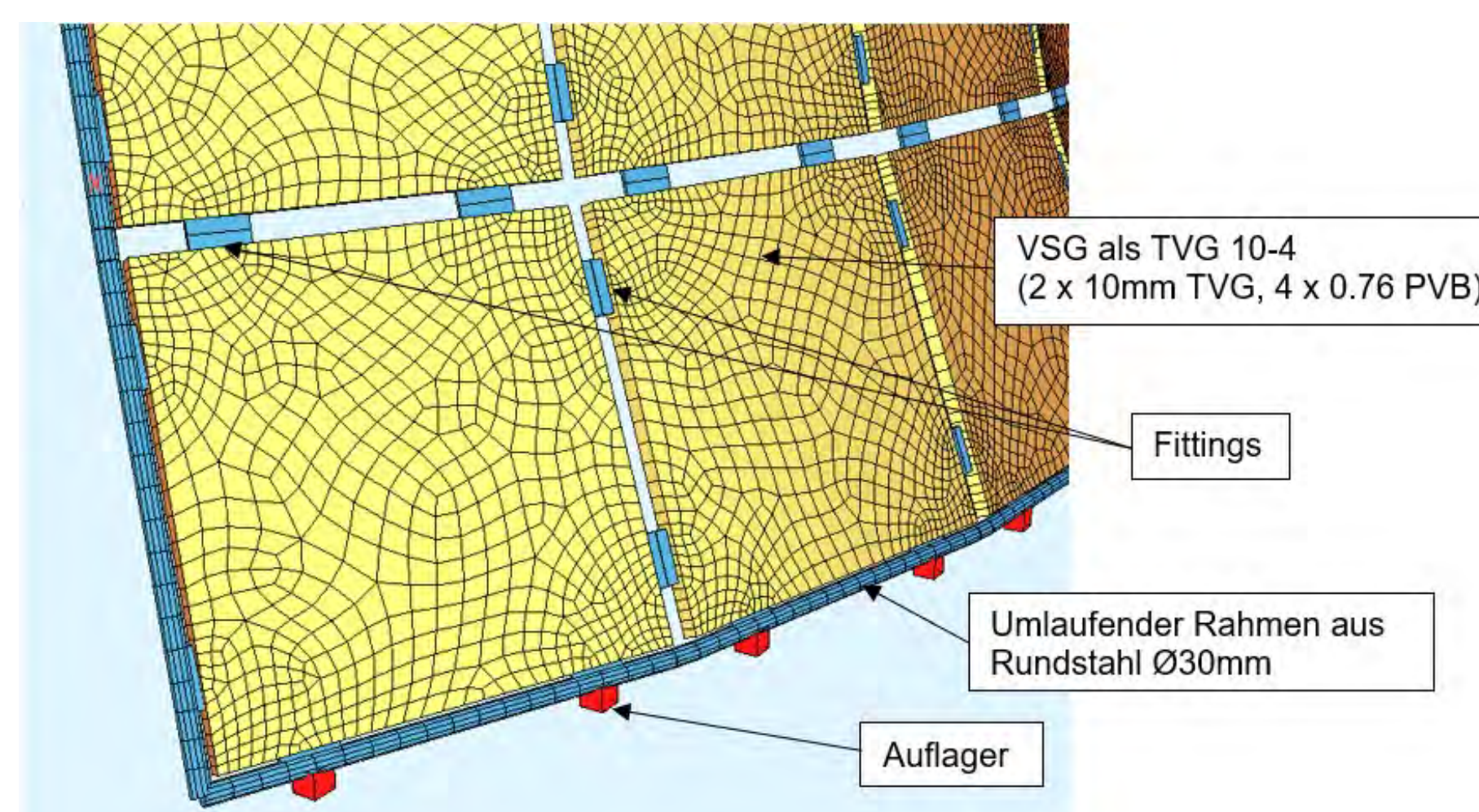


Abbildung 5: Zoom der linken, unteren Ecke von Abb. 2. 3D-Modell des Hyperboloid-Segments FE-Berechnung in Rhino/Sofistik.

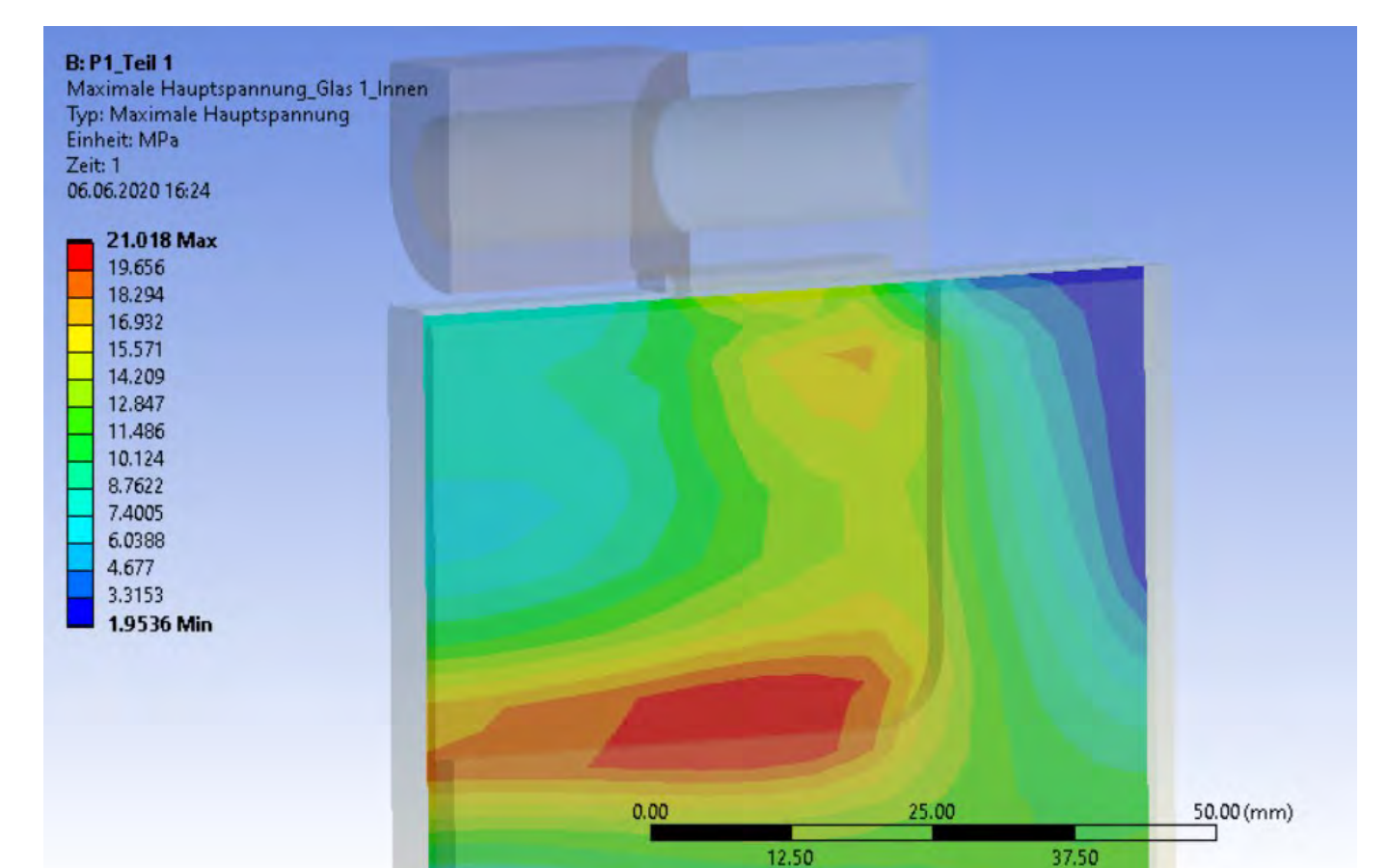


Abbildung 6: Hauptzugspannungen im Dreifach-Laminat an der dem Interlayer zugewandten Glasseite infolge LF 3. Auf Grund von Symmetriebedingungen wird 1/4 des Modellkörpers dargestellt.

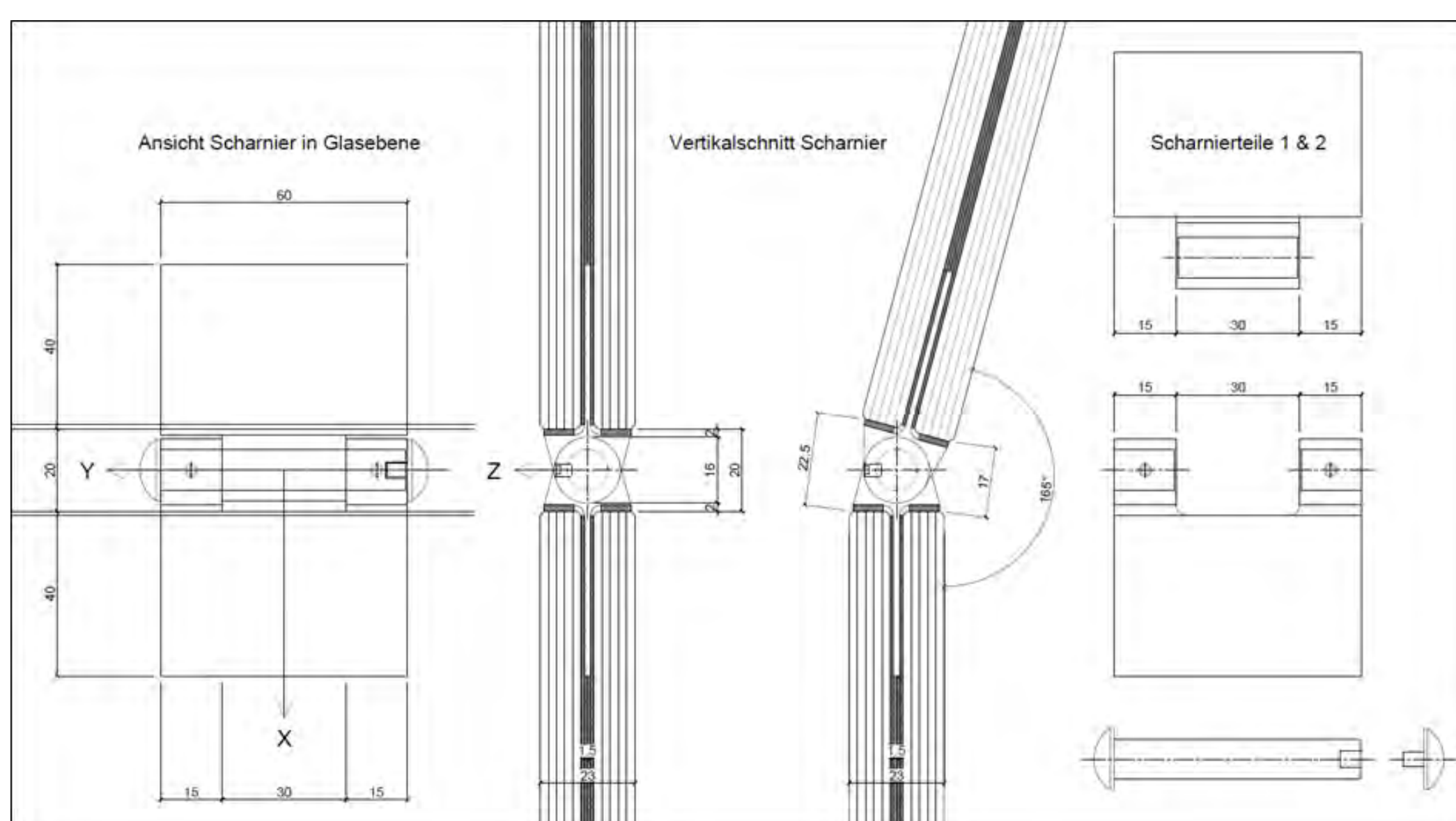


Abbildung 7: Detailplan des Fittings im Zweifach-Laminat. Renderings in Abb. 1 und 4 beziehen sich auf diesen Fitting.

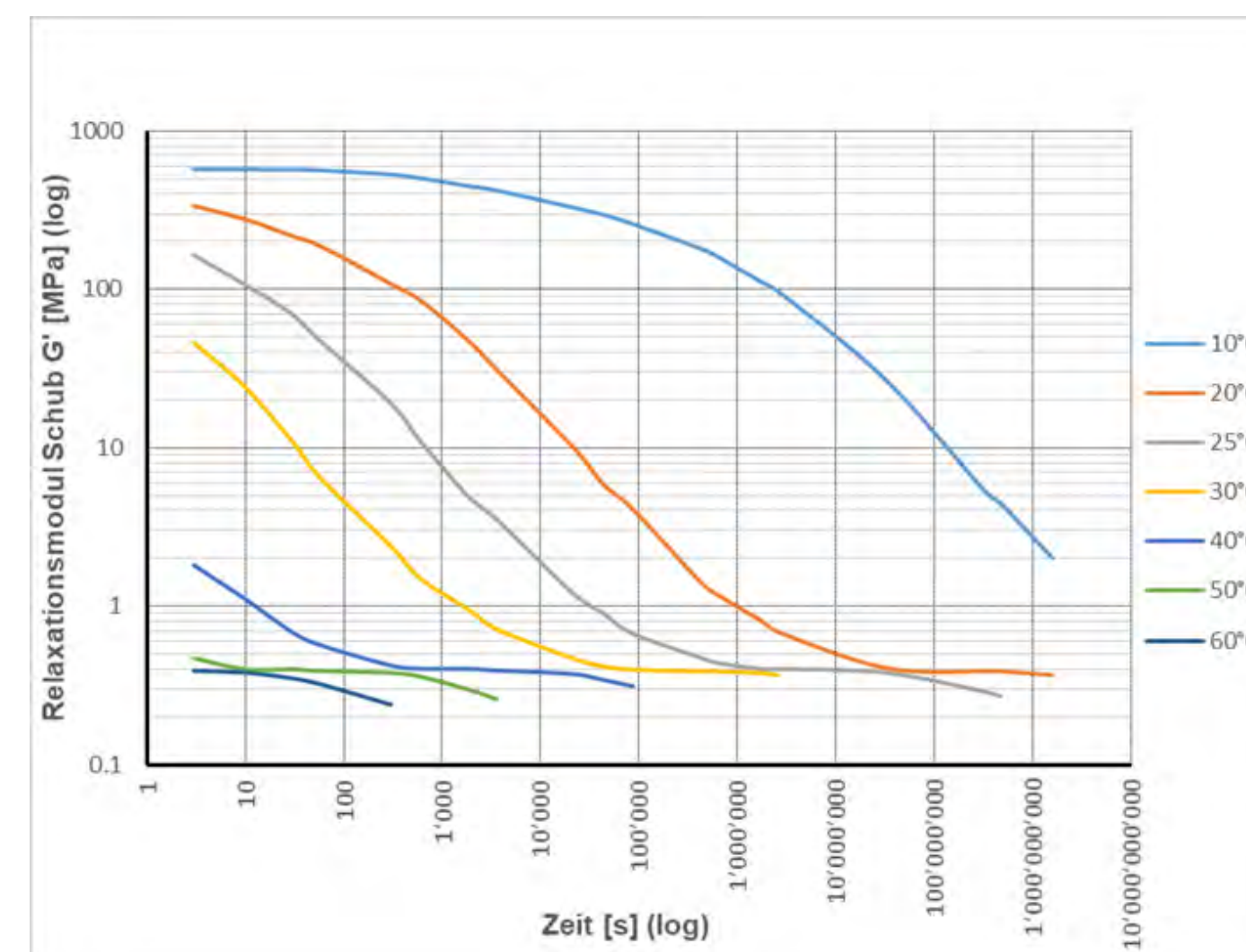


Abbildung 8: Darstellung des Temperatur- und Lasteinwirkungsdauer-Abhängigen Schubmoduls vom Interlayer-Material Saflex DG41.

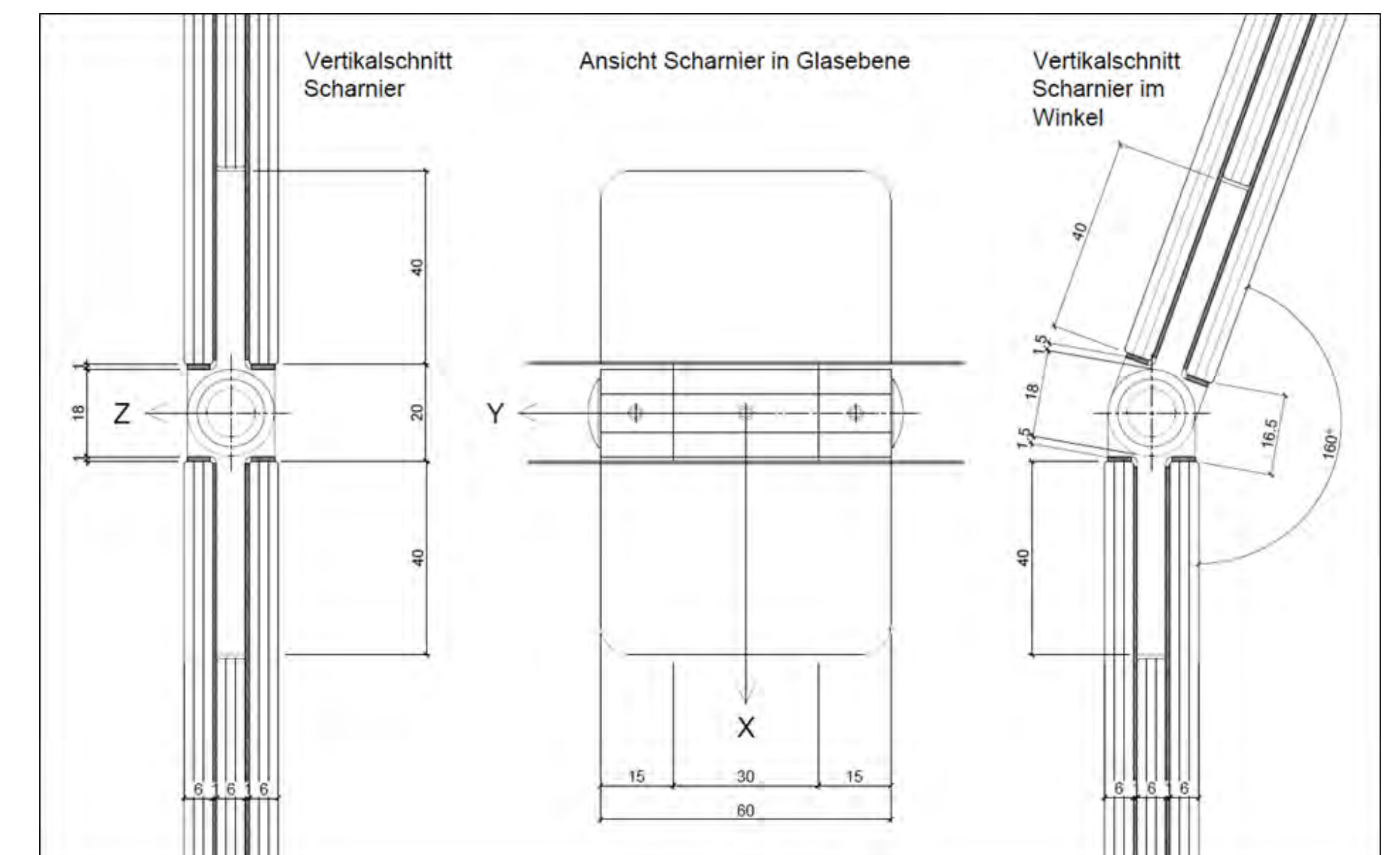


Abbildung 9: Detailplan des Fittings im Dreifach-Laminat. Renderings in Abb. 3 und 6 beziehen sich auf diesen Fitting.

Problemstellung

In der vorliegenden Arbeit werden einlamierte, tragende Verbindungsstücke aus Edelstahl («Fittings») zum Zusammenfügen von Verbundsicherheitsglas (VSG) unter Einsatz von strukturellem PVB untersucht. Dabei wird als Interlayer-Material das Produkt Saflex® DG41 von der Eastman Chemical Company verwendet, welches für diese Art von Verbindungen bislang nur wenig untersucht worden ist.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie sollen Fitting-Entwürfe für unterschiedliche Verbundglasbauten mit variablen Fügewinkeln erstellt und numerisch untersucht werden. Die Fittings bestehen beim Zweifach-Laminat aus dünnen Edelstahlblechen, welche in die örtlich

ausgesparte Vierfach-PVB-Schicht einlamiert werden. Beim Dreifach-Laminat werden die Fittings in Taschen einlamiert, die im mittleren Glas vorgängig ausgespart worden sind.

Ein konkreter Anwendungsvorschlag für die Fittings, basierend auf einer vorgängig definierten Geometrie, soll dabei die festgelegten Kriterien und die objekt-spezifischen Ergebnisse unterstreichen.

Lösungskonzept

Anhand von experimentell ermittelten Daten zum nichtlinearen Materialverhalten vom o. e. Interlayer, welche an der Technischen Universität Dresden im Jahre 2019 ermittelt worden sind (Louter & Santarsiero, 2019), wird ein ansatzweise validiertes Materialmodell erstellt.

Darauffolgend wird eine Cluster-Geometrie definiert, in der das VSG mittels der zu entwerfenden Fittings zu einem Segment zusammengefügt werden kann. In Anlehnung an eine Kühlturmform soll die Geometrie als beispielhafte, komplexe doppelt gekrümmte Form ein Hyperboloid-Segment darstellen. Dabei wird zunächst von einer temporären Anwendung als Exponat ausgegangen. Anhand einer FE-Analyse der Geometrie werden im Anschluss die Schnittgrößen ermittelt, welche von den Fittings abgetragen werden sollen. Basierend darauf werden die Fittings als mehrschnittige, scharnierartige Verbindungen vorgestellt und im Ansatz entwickelt, um verschiedene Fügewinkel zu ermöglichen.

Fazit

Die FE-Analyse belegt, dass beide Fitting-Typen mit dem Interlayer-Material Saflex® DG41 grundsätzlich zum Verbinden von Glaselementen zu einem Hyperboloid-Segment grundsätzlich geeignet sind. Die im Anschluss durchgeführten Parametervariationen zeigen, dass beide Fitting-Typen in Bezug auf die Ausnutzung des Interlayer-Materials und des Glases für das ausgewählte Exponat und dessen Beanspruchungen vielversprechend sind.

Antoine Yersin

Betreuer:
Prof. Dr.-Ing. Thiemo Fildhuth

Experte:
Dipl. Ing. HTL Ives Schüpfer