

Preisträger: Dipl.-Ing. (FH) Martin Quinque, Studiengang Maschinenbau

Thema: Optimierung einer Tragstruktur für ein Cockpitinbaugerät

Gutachter/Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Frank Hentschel, Fakultät Maschinenwesen
Dipl.-Ing. Mario Glaser

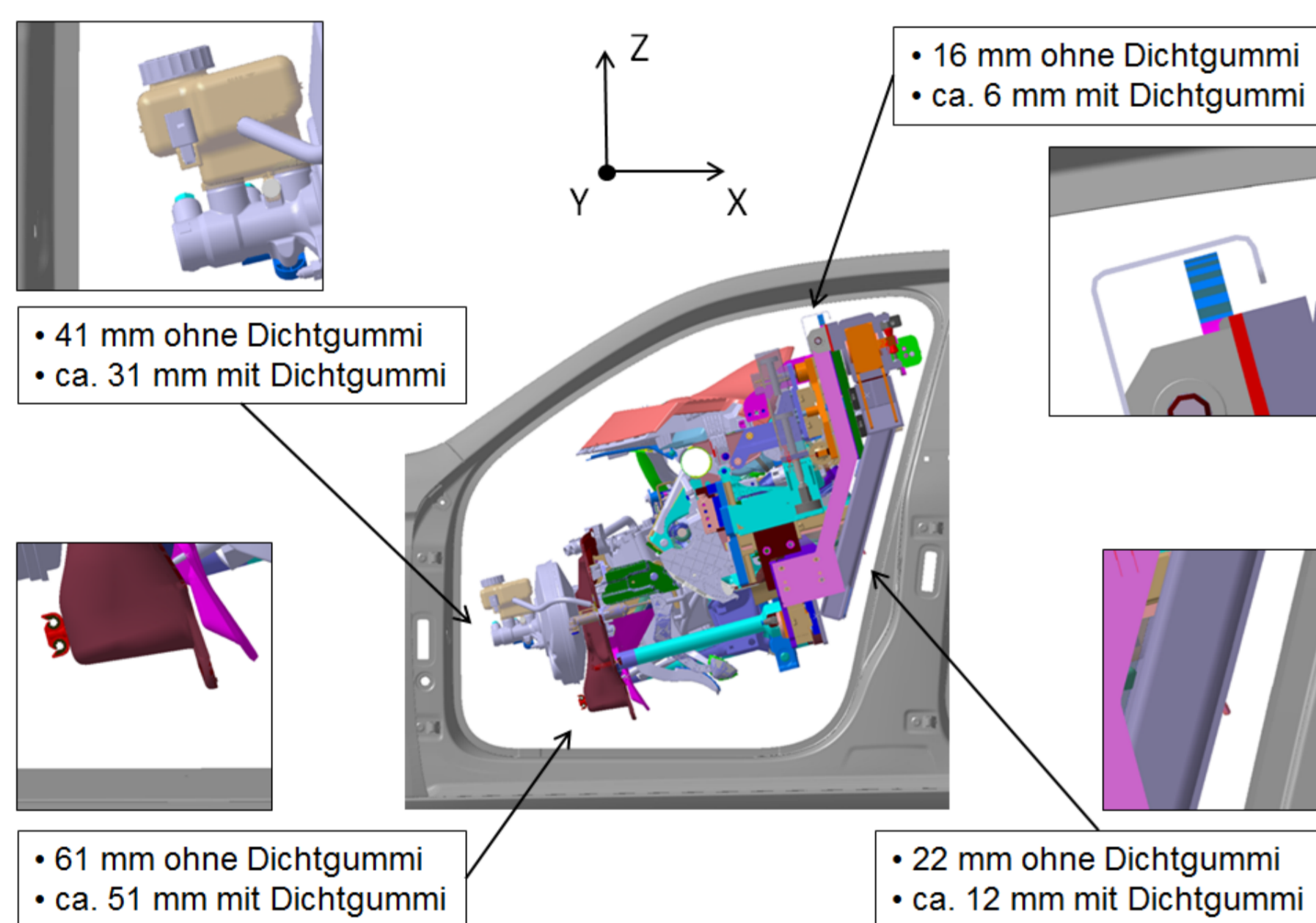


Zielstellung:

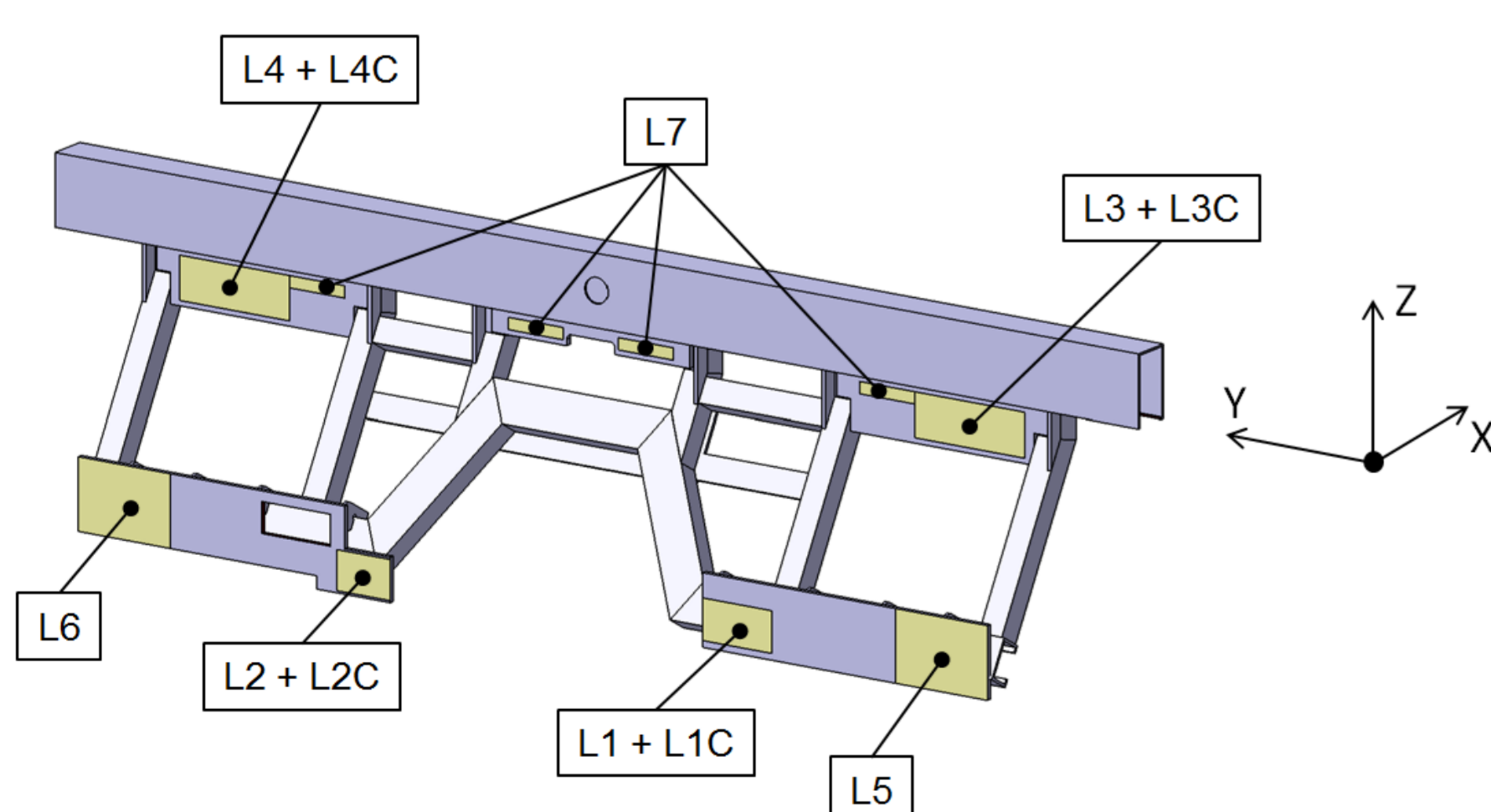
Die bestehende Tragstruktur eines Cockpitinbaugerätes soll hinsichtlich seiner mechanischen Beanspruchung und Auslastung untersucht werden. Darauf aufbauend ist das Gewicht des Grundträgers unter Berücksichtigung der notwendigen Festigkeit und Steifigkeit zu reduzieren. Weiterhin sollen alternative Tragstrukturen durch Struktur- und Werkstoffanpassungen zusammengestellt und unter Berücksichtigung der Herstellungskosten bewertet werden.

Realisierung:

Nach einer umfangreichen Recherche und Analyse der sich im Einsatz befindenden Cockpitgreifer werden die Anforderungen an die Tragstruktur ermittelt. Als besondere Herausforderung wird bereits hier der eingeschränkte Bauraum durch die kollisionsfreie Einfahrt in das Fahrzeuginnere deutlich.

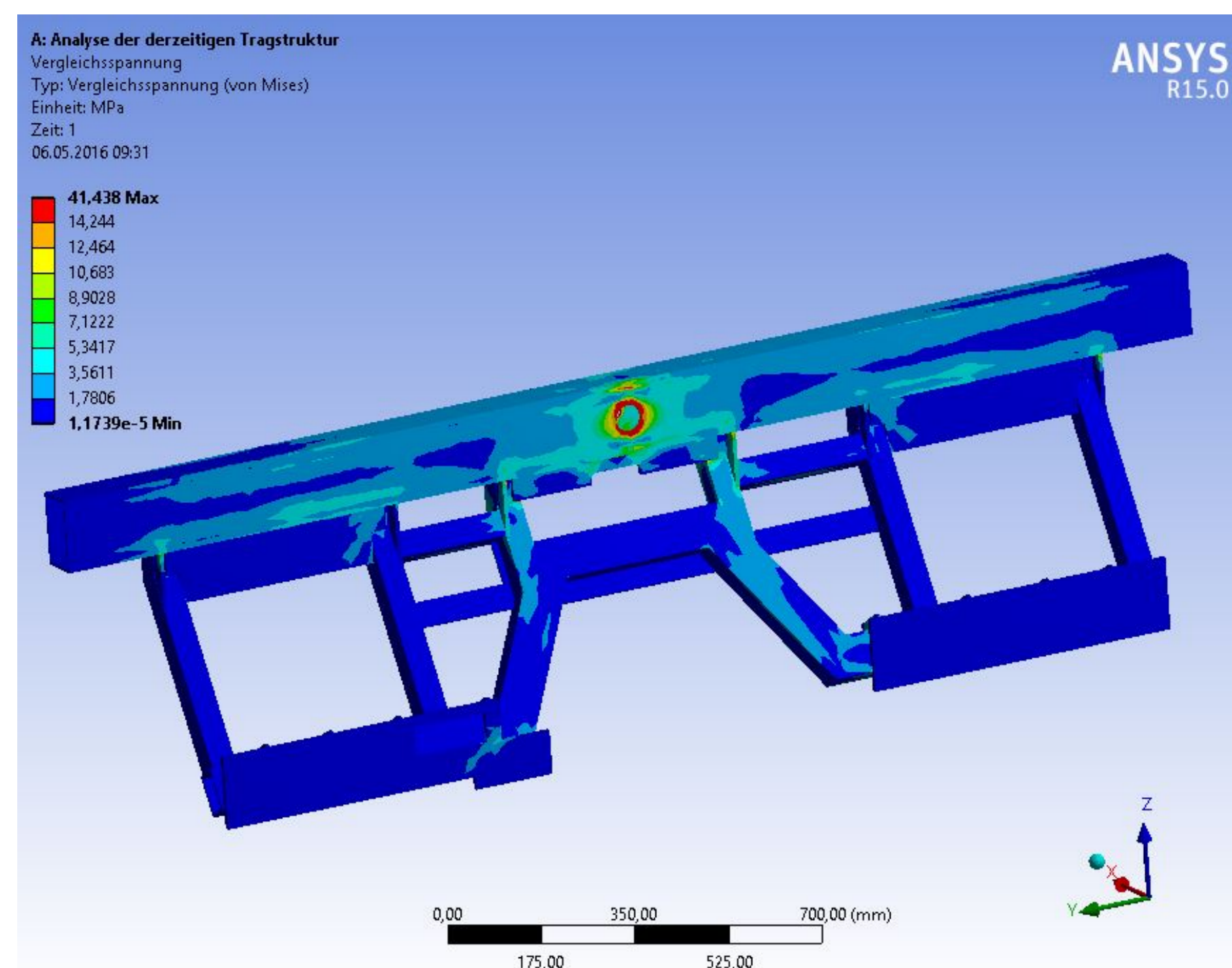


Um die mechanische Beanspruchung und die daraus resultierende derzeitige Auslastung zu analysieren, wird die Finite-Elemente-Methode genutzt. Dafür werden die auftretenden Kräfte und Momente, sowie die Prozesskräfte beim Cockpitinbau ermittelt.



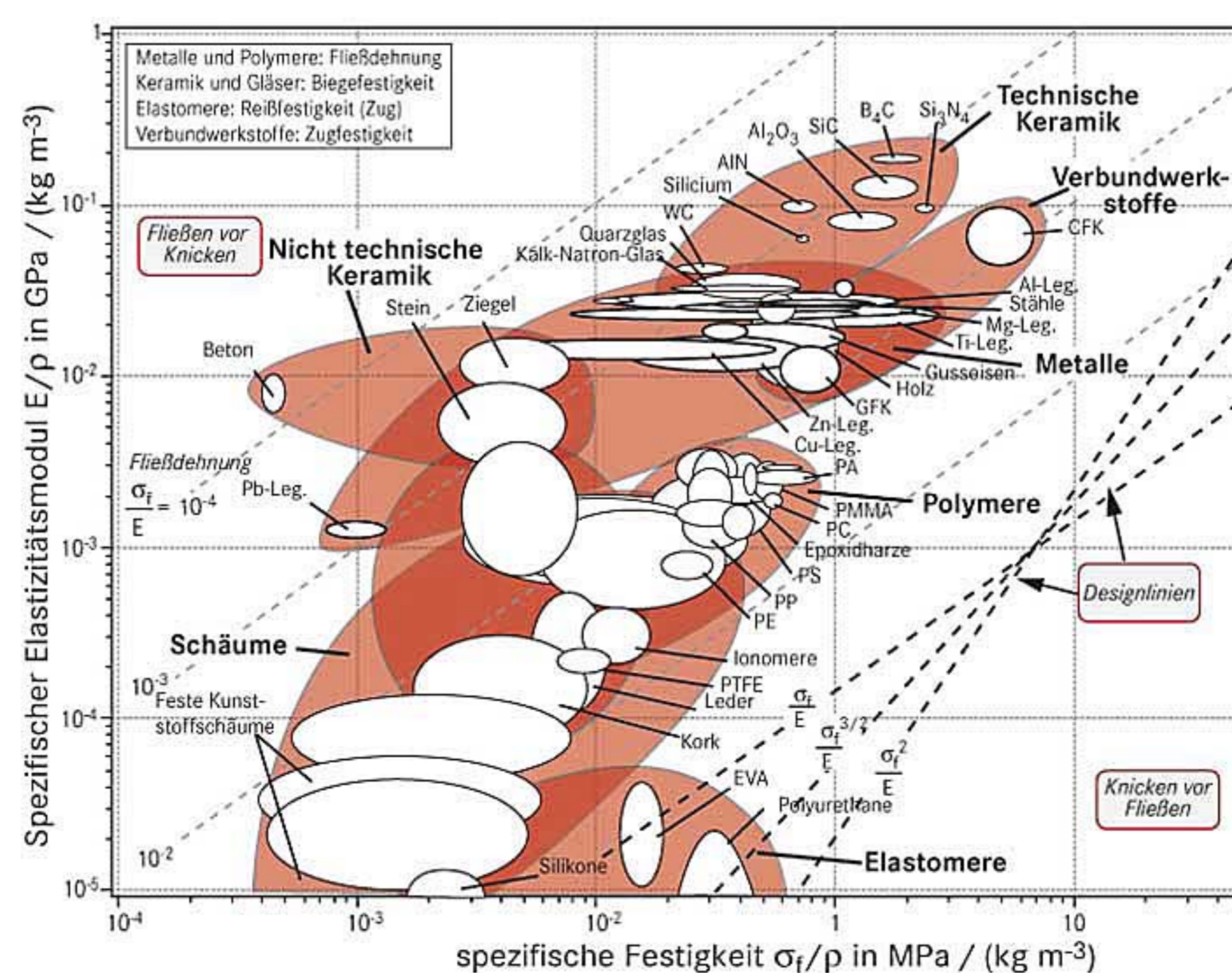
Um die Ergebnisse der Software für den weiteren Anwendungsverlauf zu nutzen, werden zunächst die Untersuchungsergebnisse für den Tragbalken der Struktur validiert. Weiterhin wird der notwendige Betriebsfestigkeitsnachweis nach der FKM-Richtlinie geführt.

Eine anschließende statisch-mechanische Untersuchung der Tragstruktur mit der FE-Software ANSYS zeigt die zu optimierenden Bereiche der Tragstruktur auf.



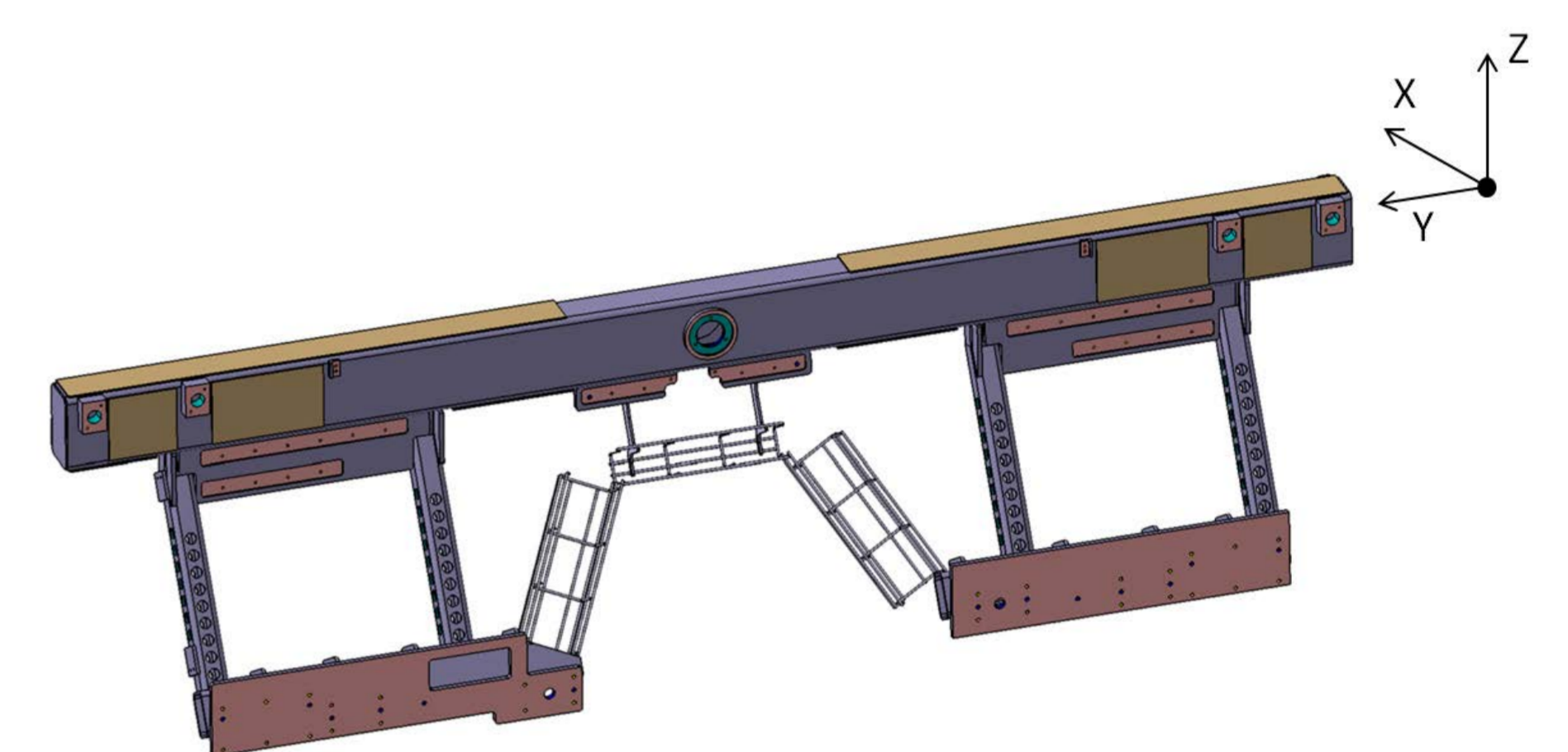
Darauf aufbauend erfolgt die Gewichtsreduktion der Tragstruktur durch eine Strukturoptimierung unter Berücksichtigung der zulässigen Spannung und Verformung. Als Resultat kann ein Einsparungspotential der Masse von ca. 20 % aufgezeigt werden.

Neben der konstruktiven Strukturoptimierung der derzeitigen Tragstruktur werden alternative Werkstoffe mit der Methode des systematischen Werkstoffauswahlprozesses erarbeitet. Nach dem Aufstellen einer spezifischen Materialanforderungsliste erfolgt eine Vorauswahl geeigneter Werkstoffe mit Hilfe von Werkstoffschaubildern und Performance-Indizes nach Prof. Michael F. Ashby.



Die anschließende Feinauswahl und Analyse in einem geeigneten Bewertungsverfahren zeigen neben nativen Werkstofflösungen auch den Einsatz von technisch und wirtschaftlich vorteilhaften Materialkombinationen auf. Darauf basierend wird eine Untersuchung durchgeführt, wie diese Werkstoffe in die Struktur eingebracht werden können, um die materialspezifischen Vorteile optimal auszunutzen.

In diesem Schritt werden neben der Integral- und Differentialbauweise auch die Verbundbauweise näher betrachtet. Als Resultat werden konstruktive Konzepte aufgezeigt, welche alternative Tragstrukturen durch die Struktur- und Werkstoffanpassungen hervorbringen. Die konkretisierten Varianten werden anschließend technisch und wirtschaftlich bewertet. Auf Grundlage der Vorzugsvariante und den Berechnungen der Voruntersuchungen wird die Konstruktion einer Tragstruktur ausgearbeitet.



Ergebnis und Zusammenfassung:

- Reduzierung der Gesamtmasse durch Struktur- und Werkstoffanpassung um 32 %
- Erarbeitung alternativer Werkstoffe und Konzepte für den konstruktiven Einsatz
- Ausarbeitung einer Konstruktion basierend auf der ermittelten Vorzugsvariante

Die Arbeit zeigt auf, dass eine 1:1 Substitution der Strukturelemente im Leichtbausegment selten zielführend ist, weshalb eine ganzheitliche Betrachtung der Tragstruktur notwendig ist. Eine weitere Einschränkung der Arbeit stellt die Zuverlässigkeit der Materialkennwerte bei alternativen Werkstoffen dar. In der Praxis wird daher häufig auf konventionelle Materialien für tragende Strukturelemente zurückgegriffen, wodurch der Leichtbau stark eingeschränkt wird. Als Ausblick für eine weiterführende Entwicklung kann festgehalten werden, dass die Holzwerkstoffe für Leichtbaukonzepte den idealen Werkstoff darstellen.

Eine optimale Struktur- und Werkstoffanpassung kann bei einer Tragstruktur ein hohes Potential an Gewichtseinsparung hervorbringen.