

Simulationsbasierte Untersuchung und Weiterentwicklung eines Steckers für die Raumfahrt

Entwicklung eines Steckers

Diplomand



Fabian Grob

Ausgangslage: Für zukünftige Raumfahrtanwendungen werden kompakte, vibrationsbeständige und montagefreundliche Glasfasersteckverbindungen benötigt, die auch unter mechanischen und thermischen Belastungen eine zuverlässige Signalübertragung gewährleisten. Das von Huber + Suhner entwickelte Konzept eines Mehrfaser-Steckers mit Hebelmechanismus befand sich jedoch noch in einem frühen Entwicklungsstadium und war hinsichtlich Funktionalität, Fertigungsgerechtigkeit sowie mechanischer Belastbarkeit nicht ausreichend untersucht (Abb. 1). Ziel dieser Arbeit war die konstruktive Anpassung des bestehenden Steckerkonzepts zur Sicherstellung einer fertigungs- und montagegerechten Auslegung. Aufbauend darauf wurden mithilfe von FEM-Analysen die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit bewertet. Im Fokus standen die Untersuchung von Spannungen, Verformungen sowie der Anpresskraft der Ferrulen, um die mechanische Funktion und die erforderliche Signalqualität unter thermomechanischen und dynamischen Belastungen nachzuweisen.

Ergebnis: Die konstruktive Überarbeitung des Steckerkonzepts führte zu einer fertigungs- und montagegerechten Ausführung mit verbesserter mechanischer Stabilität (Abb. 1). Insbesondere die Schnappverbindung sowie die Sicherung des Hebelmechanismus konnten erfolgreich ausgelegt und in das Gesamtkonzept integriert werden. Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die auftretenden Spannungen und Verformungen innerhalb zulässiger Bereiche liegen. Unter thermischer Belastung zwischen $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ bleiben die Kontaktbedingungen der Ferrulen weitgehend erhalten. Die höchste thermisch induzierte Vergleichsspannung wurde lokal im Bereich der Presspassungen mit rund 468 MPa ermittelt. Gleichzeitig bestätigt die Analyse des Kontaktdrucks, dass die für eine zuverlässige optische Signalübertragung erforderliche Anpresskraft auch unter Temperaturbelastung gewährleistet bleibt (Abb. 2).

Zur Validierung wurde ein physischer Prototyp gefertigt und experimentell untersucht (Abb. 3). Während der Vibrationsprüfungen wurden die Dämpfungsänderungen aller Glasfaserkanäle kontinuierlich überwacht. Die gemessenen Signalabweichungen lagen deutlich unter dem zulässigen Grenzwert von 0.5 dB . Die experimentellen Ergebnisse bestätigen die numerischen Untersuchungen und weisen auf eine stabile mechanische sowie optische Funktion des Stecksystems hin.

Fazit: Die Arbeit zeigt, dass simulationsbasierte Untersuchungen eine fundierte Entwicklung und Bewertung kompakter Glasfasersteckverbindungen

für Raumfahrtanwendungen ermöglichen. Durch die Kombination aus konstruktiver Überarbeitung, FEM-Analysen und experimenteller Validierung konnte eine Grundlage für die weitere Entwicklung des Space-Steckers geschaffen werden. Für zukünftige Entwicklungsarbeiten werden weiterführende thermomechanische sowie dynamische Untersuchungen empfohlen. Zusätzlich besitzen die konstruktive Auslegung sowie die Montage des Steckers weiteres Optimierungspotenzial hinsichtlich Bauraum, Fertigungsgerechtigkeit und Montageaufwand.

Abb. 1: Ursprüngliches Steckerkonzept (links) Konstruktive Weiterentwicklung des Space-Steckers (rechts)
Eigene Darstellung

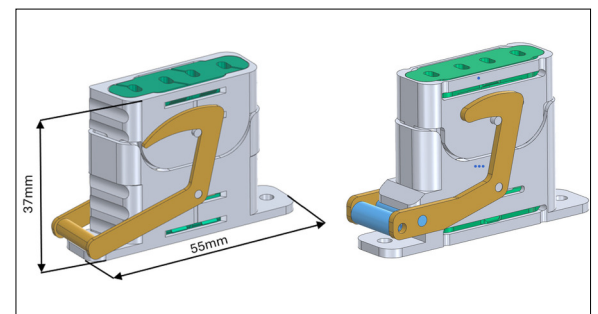


Abb. 2: FEM-Ergebnisse bei $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vergleichsspannung (links) und Kontaktdruck der Ferrulen (rechts)
Eigene Darstellung

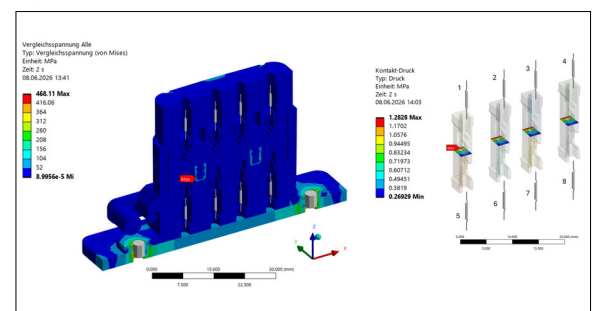
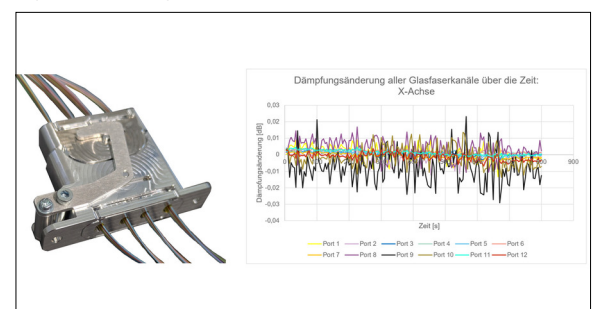


Abb. 3: Gefertigter Prototyp (links) und Dämpfungsänderungen während des Vibrationstests (rechts)
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Mario Studer

Korreferent

Daniel Marty,
Weidmann Medical
Technology AG

Themengebiet

Simulationstechnik,
Produktentwicklung

Projektpartner

Huber+Suhner AG,
Herisau, AR