

Master Thesis – Mechanical Engineering

Schweißfreie Erdungsverbindungen für Heizungs-, Kühlungs- und Lüftungsanlagen von Schienenfahrzeugen: Entwicklung, Optimierung und Implementierung in die Serienfertigung



Abbildung 1: Proben für die thermische (links) und mechanisch-dynamische (rechts) Validierung

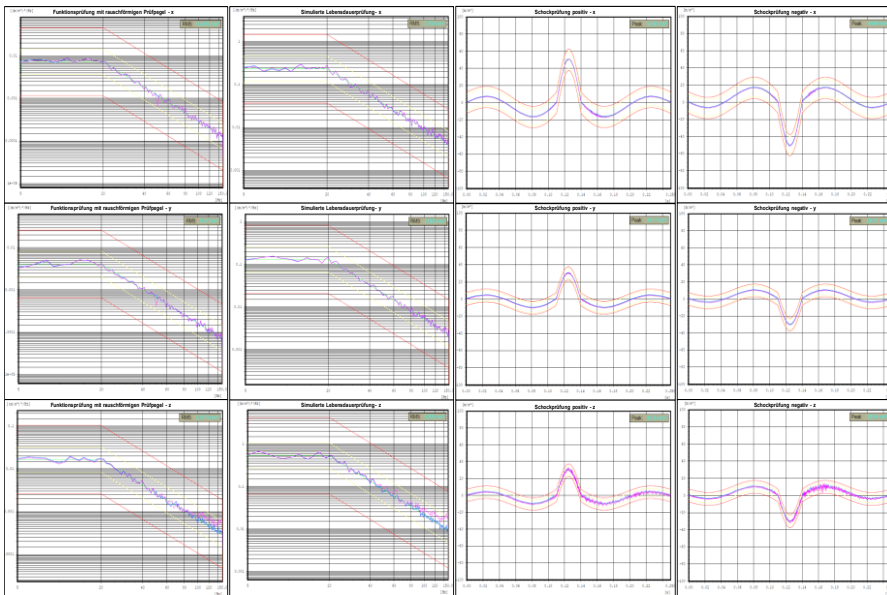


Abbildung 2: ASD-Spektren und Stoßbelastungskurven der mechanisch-dynamischen Validierung
Farbcode: Gelb für den Toleranzbereich, Magenta für den am Prüfling angebrachten Messsensor, Blau für den Messsensor des Vibrationstisches, Grün für die Nennkurve

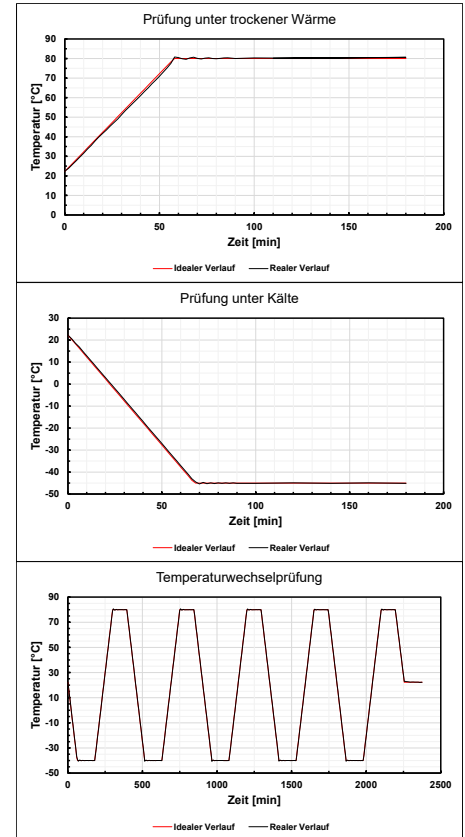


Abbildung 3: Belastungskurven der thermischen Validierung

Problemstellung

Erdungsverbindungen stellen eine sicherheitsrelevante Schnittstelle in Heizungs-, Kühlungs- und Lüftungsanlagen von Schienenfahrzeugen dar und unterliegen entsprechend hohen normativen Anforderungen. In der aktuellen industriellen Praxis werden diese Verbindungen überwiegend geschweißt. Dies ist mit erhöhtem Fertigungs-, Prüf- und Dokumentationsaufwand verbunden und erfordert spezifische Qualifikationen sowie umfangreiche Freigabeprozesse. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Serienfähigkeit, Prozessstabilität und wirtschaftliche Fertigung. Vor diesem Hintergrund besteht die Herausforderung, Erdungsverbindungen so auszugestalten, dass die elektrische Sicherheit und mechanische Zuverlässigkeit über die gesamte Lebensdauer gewährleistet bleiben, während Fertigungsprozesse vereinfacht und flexibler gestaltet werden können.

Lösungskonzept

Die Arbeit untersucht mehrere schweißfreie Ansätze zur Auslegung von Erdungsverbindungen auf Basis normativer und funktionaler Anforderungen. Mechanisch-elektrische Verbindungen zwischen Aluminiumkomponenten werden unter praxisnahen thermischen und mechanisch-dynamischen Belastungen validiert und im Anschluss in die Serienfertigung überführt.

Ergebnisse

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass schweißfreie Erdungsverbindungen die funktionalen und normativen Anforderungen zuverlässig erfüllen können. Entscheidend für eine stabile elektrische und mechanische Leistungsfähigkeit sind eine geeignete konstruktive Auslegung der Kontaktzone sowie dauerhaft stabile Kontaktbedingungen unter wechselnden Betriebsbelastungen. Die Ergebnisse belegen, dass eine schweißfreie Verbindungstechnologie für den Einsatz in HKL-Anlagen von Schienenfahrzeugen

geeignet ist und für eine serielle Anwendung ausgelegt werden kann. Darüber hinaus wird deutlich, dass durch den schweißfreien Ansatz eine Vereinfachung von Fertigungs- und Prüfprozessen möglich ist, ohne die sicherheitsrelevante Funktion der Erdungsverbindung zu beeinträchtigen.

Nikola Kacarevic, BSc.

Advisor
Prof. Ralf Legrand

Experte
Rüdi Haller

Industry Partner
Merak HVAC Austria GmbH (ehemals Teil der Knorr-Bremse GmbH)

MERAK