

# Thermische Simulation von Schienenfahrzeugen

## Entwicklung der Simulationssoftware ThermoTrainAnalyzer für thermische Bilanzen an einem Zugwaggon der RhB

### Diplomanden



Severin Hänny



Simon Ender

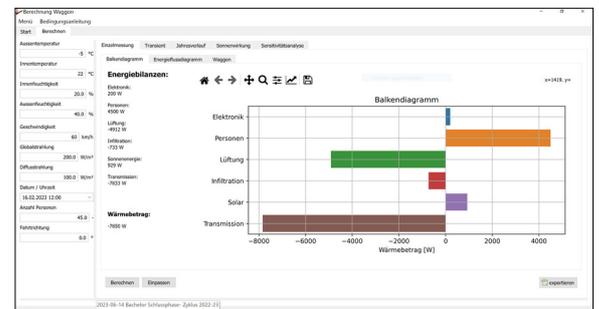
**Problemstellung:** Bereits seit 175 Jahren befördert die Rhätische Bahn erfolgreich Personen und Güter über das anspruchsvolle Schienennetz durch die Gebirgstäler des Kantons Graubünden. Um das Wohlbefinden der Passagiere bei allen Wetterlagen sicherzustellen, ist die thermische Regelung der Fahrzeuginnenräume eine grosse Herausforderung. Bis anhin waren keine eigenen thermischen Modelle zur Berechnung vorhanden, wodurch die Kompetenz und Auslegung von Wärme- und Kälteanlagen bei den Zulieferern lag. Das Ziel dieser Arbeit ist ein eigenständiges und bedienerfreundliches Simulationsprogramm für die thermischen Vorgänge in einem Schienenfahrzeug zu erstellen. Dies soll genutzt werden, um Offerten von Herstellern zu überprüfen und eigene Abschätzungen zu Wärmebilanzen während Sommer- und Wintermonaten zu prognostizieren.

**Vorgehen:** In der vorliegenden Arbeit wurden die thermischen Einflüsse auf ein Schienenfahrzeug eruiert. Mithilfe einer umfassenden Literaturrecherche wurden diese durch mathematische Formeln beschrieben. Mit Python wurden die einzelnen Wärmebeiträge bilanziert. Die ersten Ergebnisse wurden mit einer einfachen Computersimulation überprüft. Um weitere Erkenntnisse zu gewinnen, wurde eine Temperaturmessung an einem Zugwaggon durchgeführt. Zusätzlich wurden die Wärmeeinträge anhand einer 3D-Nachbildung des Messfahrzeuges mit einem Simulationsprogramm virtuell nachgebildet. Damit und mithilfe von Detailanalysen konnten die signifikanten Parameter für das Programm identifiziert werden. Die intuitive Bedienbarkeit der Software wurde mit einer grafischen Benutzeroberfläche generiert.

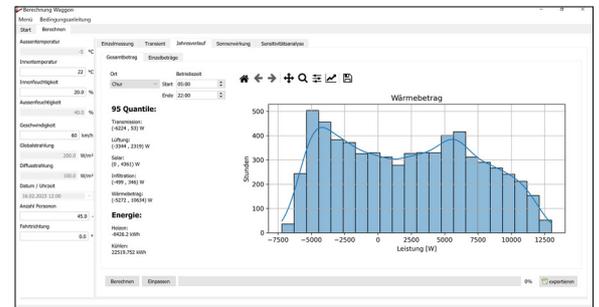
**Ergebnis:** Durch das Programm ist es nun möglich,

Zugwaggonmodelle diverser Varianten zu erfassen. Damit können Analysen wie Heiz- oder Kühlleistung bei bestimmten Arbeitspunkten, eine Jahressimulation und Parametervariationen durchgeführt werden. Zusätzlich können Einflüsse bei Anpassung von Werkstoff- und Geometrieigenschaften verdeutlicht werden. In einem weiterführenden Schritt könnte die Robustheit durch die Ermittlung noch unbekannter Parameter gesteigert werden.

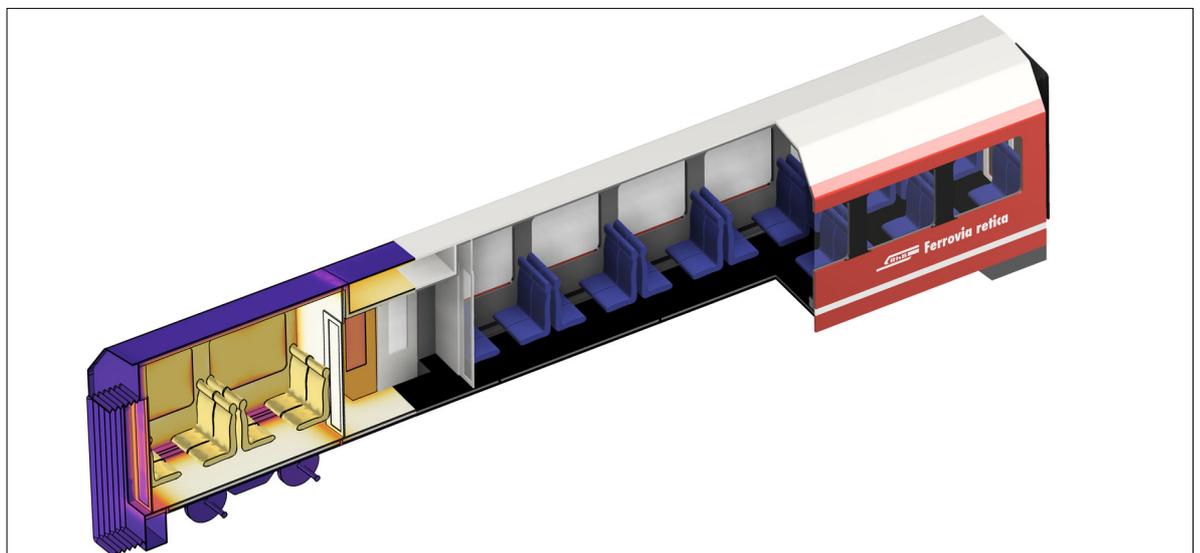
### Grafische Benutzeroberfläche zur Bestimmung der Kühl-/Heizleistung für einen Zustand Eigene Darstellung



### Grafische Benutzeroberfläche für eine Jahressimulation der Wärmebilanzen eines Schienenfahrzeugs Eigene Darstellung



### Eisenbahnwaggonmodell und dessen thermische Simulation Eigene Darstellung



### Referent

Prof. Stefan Bertsch

### Korreferent

Prof. Dr. Daniel Gstöhl,  
Institut für  
Energiesysteme, OST  
Campus Buchs, St.  
Gallen

### Themengebiet

Computational  
Engineering

### Projektpartner

Rhätische Bahn,  
Landquart,  
Graubünden