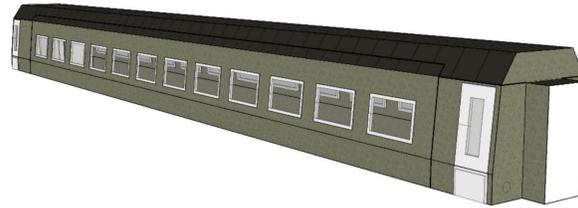


Bachelor-Thesis Gebäudetechnik | Energie

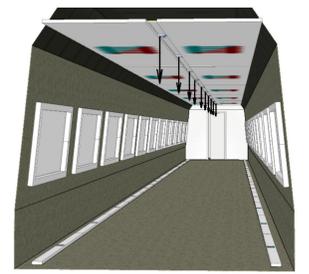
Energiesparpotenzial durch Deckkühlung im öV



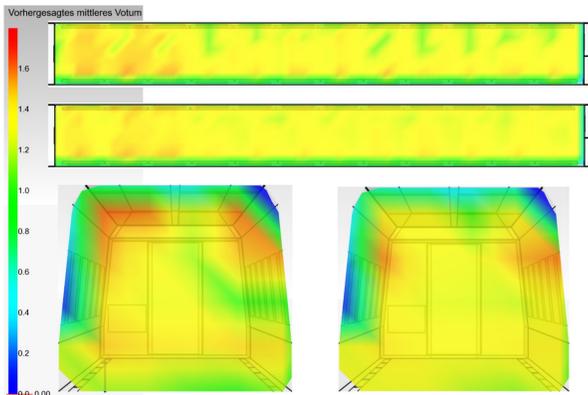
ICN der SBB - Vorlage des Modells



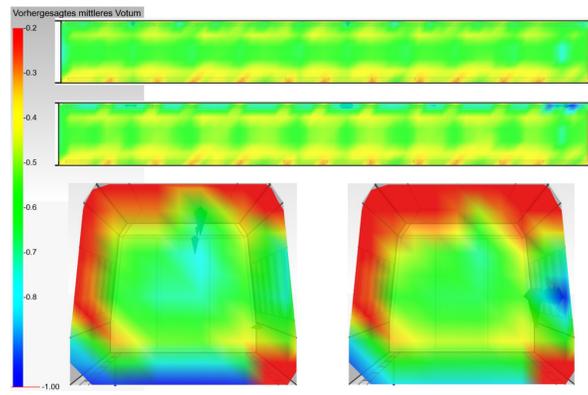
Aussenansicht des Bahnwagen-Modells



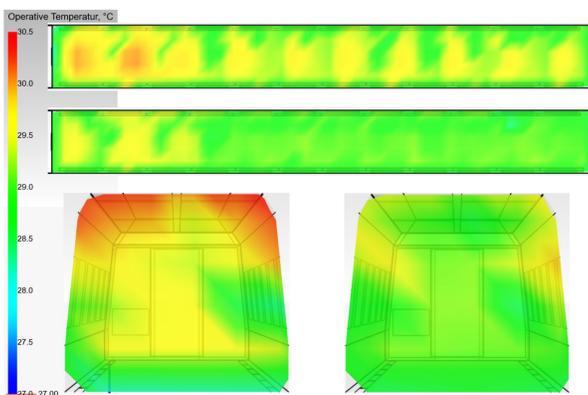
Modell-Innenansicht



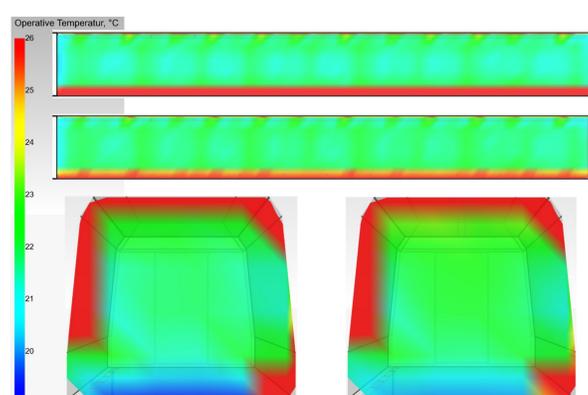
Vergleich PMV Kühlfall



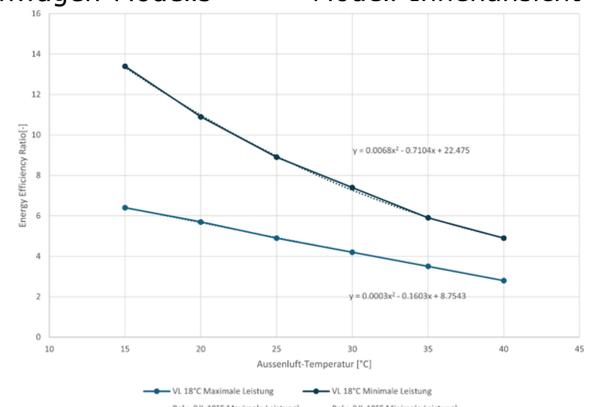
Vergleich PMV Heizfall



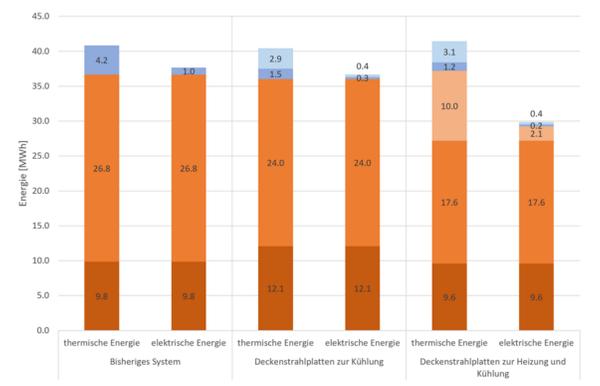
Vergleich operative Temperatur Kühlfall



Vergleich operative Temperatur Heizfall



Modellierung EER für Kälteerzeugung



Jahresenergien der untersuchten Systeme

Grundriss oben jeweils bestehend, Grundriss unten jeweils mit Deckenstrahlplatten
Schnitt links jeweils bestehend, Schnitt rechts jeweils mit Deckenstrahlplatten

Problemstellung

Um die Klimaziele der Schweiz zu erreichen, spielt auch die Optimierung der Energieeffizienz im öffentlichen Verkehr eine massgebende Rolle. Das Programm Energiestrategie 2050 im öffentlichen Verkehr des Bundesamts für Verkehr initiierte dazu zahlreiche Studien. Diese Bachelor-Thesis untersucht den Einsatz von Deckenstrahlplatten zur Kühlung und Heizung in Bahnwagen.

Die in der Gebäudetechnik etablierten Deckenstrahlplatten versprechen nicht nur erhebliche Energieeinsparungen durch die Möglichkeit des Einsatzes einer Wärmepumpe, sondern auch eine Verbesserung des Fahrgastkomforts. Das Potential der Deckenstrahlplatten, energetisch günstigere Systemtemperaturen zu ermöglichen, wird sowohl im Heiz- wie auch Kühlfall unter Auslegungsbedingungen geprüft.

Lösungskonzept

Anhand dynamischer Simulationen mit der Software IDA ICE werden die beiden HLK-Systeme in iterativen Simulationsdurchläufen auf möglichst identische Komfortbedingungen im Fahrgastraum ausgelegt. Zur Beurteilung werden die Komfortkriterien PMV, PPD und operative Temperatur entsprechend dem Fanger-Modell verwendet.

Anhand von Jahresenergiesimulationen wird das thermische Energiesparpotenzial ermittelt. Mit der Modellierung einer Wärmepumpe und Kältemaschine wird über die Ergebnisse aus den Jahresenergiesimulationen das Potenzial der Stromeinsparung eines HLK-Systems mit Deckenstrahlplatten eruiert.

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass Deckenstrahlplatten den Strombedarf für Heizung und Kühlung erheblich reduzieren können. Im Kühlfall wird die elektrische Endenergie von 1 MWh auf 0,64 MWh um zirka 35% gesenkt, während der elektrische Verbrauch im Heizfall von 36,7 MWh auf 29,3 MWh um

knapp 20% reduziert wird. Zudem verbessern sich die Komfortbedingungen, insbesondere durch die Optimierung der operativen Temperatur und der Zulufttemperatur.

Die Untersuchungen bestätigen das große Energiesparpotenzial durch den Einsatz temperierter Flächen, vor allem durch die Möglichkeit der Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen. Die Ergebnisse der Simulationen legen nahe, dass diese Technologie für neuentwickeltes Rollmaterial vorteilhaft sein könnte, obwohl eine Nachrüstung bestehender ICN-Wagen wirtschaftlich und technisch herausfordernd wäre.

Benjamin Frischkopf
Manuel von Allmen

Hauptbetreuer
Prof. Dr. Axel Seerig
Prof. Dr. Zoran Alimpic

Experte
Markus A.E. Steinmann