

# Hochfrequenz-Temperierung für die Fahrzeuginnenraumbeheizung (HF-TEMP)



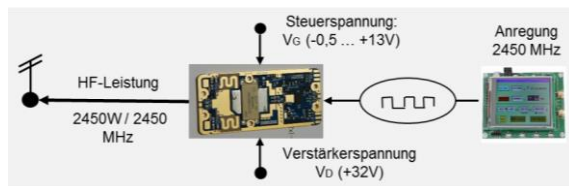
Institut für innovative Technologien,  
 Technologietransfer, Ausbildung und  
 berufsbegleitende Weiterbildung e. V.

## Motivation

Der Winterbetrieb von Elektrofahrzeugen stellt durch die notwendige Erwärmung der Fahrgastzelle sowie Temperierung der Akkusysteme und Aggregate eine große energetische Herausforderung dar. Folgen sind Reichweitenverkürzungen und Komforteinbußen.

## Lösungsweg

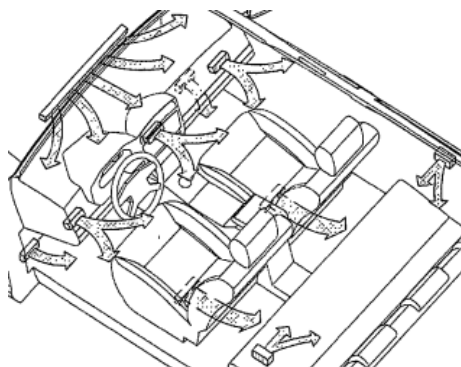
Mittels Hochfrequenztechnologie (HF) wird ein alternativer Beheizungsansatz untersucht. Auf Basis platzsparender Halbleiter-Verstärkungsplatten anstelle herkömmlicher Magnetrone sind im Niederspannungsbereich arbeitende HF-Emitter platzsparend und sicher applizierbar.



Schematischer Aufbau des HF-Leistungssystems

Mit HF-Energie besteht die Möglichkeit, hohe Aufheiz- und Durchdringungsraten an Konvertierungskörpern mit dielektrischen Eigenschaften zu erreichen. Über stufenlose Leistungsregelung kann die so generierte Wärmemenge bedarfsgerecht und effizient an einen umspülenden Luftstrom abgegeben werden.

Hieraus ergeben sich hohe Potenziale zur dezentralisierten und motorunabhängigen Beheizung der Fahrgastzelle.



Prinzipskizze zur dezentralen Anordnung von HF-Heizmodulen in einer Fahrgastzelle

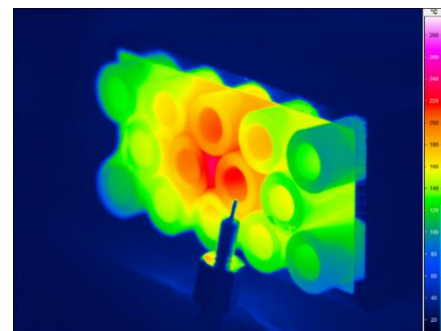
## Ergebnisse

Das gekapselte, wassergekühlte MOSFET-Endstufenmodul verstärkt das generierte Signal stufenlos bis 250 W und gibt es an einen Monopolstrahler  $\lambda/4 @ 2,5GHz$  ab.

Im Projekt wurden mit SiC-, dotierten  $Si_3N_4$ - (Keramik) bzw.  $MeFe_2O_4$ - (Ferrit) Varianten mehrere potenziell geeignete Dielektrika ausgewählt und deren HF-Wechselwirkung an Pulvern und Formkörpern untersucht. Im Vergleich erwies sich Ferrit als effektivstes Material mit hoher dielektrischer, thermischer und mechanischer Stabilität.

Bei der Bestrahlung der als Konvertierungskörper eingesetzten hohlzylindrischen Ferritpakete mit  $P_{HF} \sim 200 W$  wurden Maximaltemperaturen von  $350^\circ C$  erreicht.

Für die gezielte Nutzung zur Lufterwärmung wurden für die Fahrgastzellen-Klimatisierung typische Volumenströme in drei Stufen simuliert. Mit der entwickelten Konfiguration wurde eine Erwärmung von 26 bis 38 Kelvin zur Umgebungsluft erreicht.



Wärmebild des Ferrit-Konvertierungskörpers bei  $P_{HF} \sim 100 W$

Die Strahlungsabsorption beträgt nahezu 100%. Minimal aus dem System austretende Reststrahlung bewegt sich im physiologisch unbedenklichen Bereich  $10 dBm \approx 0,1 mW$ .

## Anwendungsmöglichkeiten

- Integration in das Thermomanagement eines Elektrofahrzeuges
- Zusatztemperierung mittels HF-Richtstrahl
- metallisch geschirmte Tragstrukturen als Heizelemente