

Realisierung einer Schotterheizung mittels geschlitztem Mikrowellenleiter

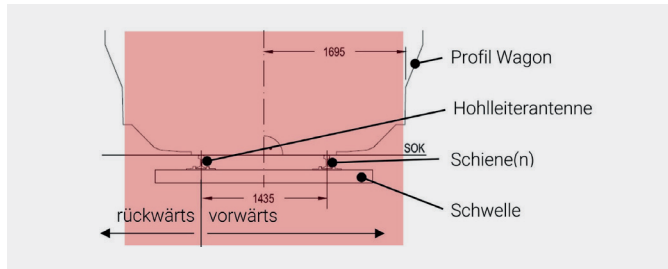


Abb. 1: Platzierung der Hohlleiterantenne und rot markierter Bereich für die zulässige Überschreitung der Strahlungsgrenzwerte

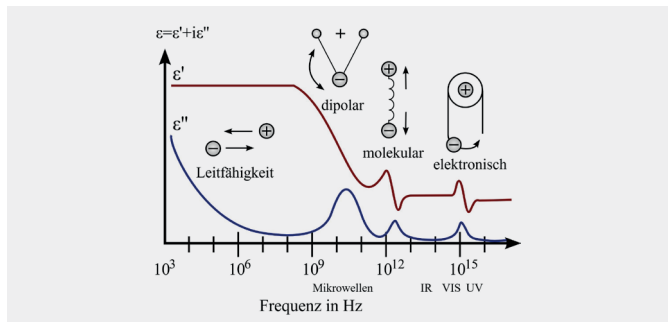


Abb. 2: Komplexwertige relative Permittivität bei Wassermolekülen bei unterschiedlichen Frequenzen: In blau die Verlustanzeige durch Absorptionsprozesse

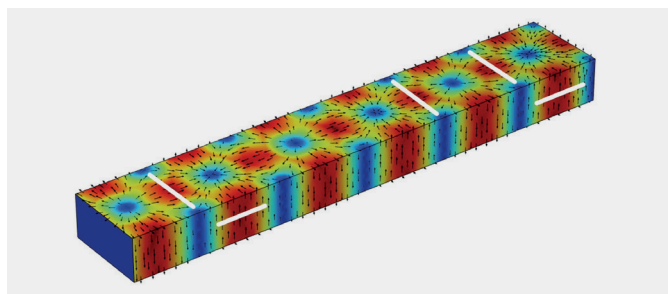


Abb. 3: Ideale Schlitzpositionen bei höchster Stromdichte (rot) für beste Abstrahleigenschaften

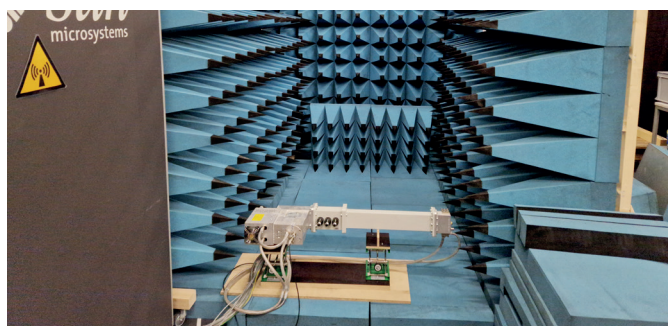


Abb. 4: Errichteter Versuchsaufbau mit Absorbern und dem Magnetronkopf als Strahlungsquelle

Problemstellung

Die Weiche gilt als besonders anfällige Komponente in der Bahninfrastruktur. Kann sie nicht richtig schliessen oder öffnen, ist die Zugüberfahrt blockiert und der Bahnverkehr kann zum Erliegen kommen. Gerade im Winter müssen die Weichen trotz Schnee und Eis zuverlässig funktionieren, weshalb die SBB AG etwa 7000 Weichenheizungen betreibt. Das entspricht einem Energiebedarf von etwa 40 GWh pro Jahr. Mit den aktuellen Stab- oder Gasheizungen auf dem Schienenfuss wird jedoch der Schotterbereich kaum beheizt, weshalb Schnee und Eis in der Weiche liegen bleiben kann.

Lösungskonzept

Mit einer «Leaky Wave Antenne» soll Schnee und Eis effizient durch Mikrowellen-Bestrahlung geschmolzen werden. Vorangegangene Arbeiten haben gezeigt, dass mit dieser Technologie theoretisch ein Schmelzrate bei Schnee von 6 cm pro Stunde möglich ist. Nun sollen Versuche mit nachgestellten Umgebungsbedingungen die Realisierbarkeit der Methode beweisen.

Realisierung

Es wird ein Versuchsaufbau realisiert, in welchem die Gegebenheiten eines Bahngleises mit Weiche nachgeahmt werden können. Mit einem Magnetron und einem geschlitzten Hohlleiter als Strahlungsquelle werden Feldversuche durchgeführt, wobei Eis und Schnee bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen der Strahlung ausgesetzt werden. Mit Messungen der elektromagnetischen Felder wird die Strahlungsimmission und die damit zusammenhängende, maximal erlaubte Strahlungsleistung bestimmt.

Ergebnisse

Es konnte unter der Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte Schmelzraten für Schnee zwischen 4 und 6 cm pro Stunde erreicht werden. Der Schmelzprozess begann dabei ab Strahlungsbeginn, wohingegen die klassischen Systeme lange Vorlaufzeiten für die Erwärmung der Schienenkomponenten aufweisen. Durch Wassereinschlüsse in den Steinen konnte auch das Schotterbecken effizient erwärmt werden. Somit ist ein präventives Erwärmen des Schotters möglich, wobei das Ansetzen von Neuschnee verhindert wird.

Ausblick

Mit dem Beweis, dass mit Mikrowellen realistische Schmelzraten bei Eis und Schnee erzielt werden können, kann nun an einem Prototyp für die reale Umgebungsbedingungen weitergeforscht werden. Im Fokus steht dabei das Schrumpfen der Hohlleiter-Schlitzantenne auf den verfügbaren Bauraum. Auch sind Optimierungen bei der Richtcharakteristik möglich, weshalb die Technologie ein grosses Potential aufweist.



Diplomand
 Meier Florian

Dozent
 Prof. Dr. T. Graf, Prof. M. Joss

Themengebiet
 Aufbau Mikrowellen Hohlleiterstrahler,
 Messungen und Auswertungen

Projektpartner
 SBB AG

