

ANALYSE VON EFFEKTIVITÄT UND EFFIZIENZ VON WEICHENHEIZUNGEN IM BAHNVERKEHR UNTER VERWENDUNG DER WÄRMENETZMETHODE

Markus SCHLADITZ¹, Robert ADAM², Steffen GROßMANN³

Motivation

Schnee und Eis können sich während der Winterzeit zwischen den beweglichen Komponenten einer Weiche ansammeln und deren Funktion beeinträchtigen. Um einem Ausfall der Weiche vorzubeugen, werden Weichenheizungen verwendet. Elektrische Heizstäbe sind eine eingesetzte technische Realisierung. Verschiedene Umgebungsbedingungen (z. B. Lufttemperatur, Wind, Niederschlag) beeinträchtigen die Erwärmung der Weiche. Bisher ist nicht bekannt, welche Heizleistung installiert werden muss, um einen möglichst effektiven aber auch effizienten Betrieb einer Weichenheizung unter verschiedenen Umgebungsbedingungen zu gewährleisten. Daher ist es nötig, die Erwärmung einer beheizten Weiche unter Berücksichtigung verschiedener Umgebungsbedingungen berechnen zu können.

Methodik

Für die Berechnung der Erwärmung wird die Wärmenetzmethode verwendet. Sie nutzt die Analogie des elektrischen und thermischen Strömungsfelds und bildet so Wärmeübertragungsprozesse und Wärmespeicherung in einem Netzwerk aus Widerständen und Kapazitäten ab. Zum Aufbau des Netzwerks werden zunächst die Hauptkomponenten einer Weiche separat betrachtet. Backenschiene, Zungenschiene, Schwelle, Rippenplatte und Gleitstuhl werden jeweils bezüglich deren Geometrie approximiert. Die approximierte Geometrie wird mit Widerständen für Wärmeleitung nachgebildet. An der Schnittstelle zur Umgebung wird der Wärmeübergang mit Widerständen für Konvektion und Wärmestrahlung realisiert. Mehrere dieser Wärmenetze werden hintereinander gesetzt und in Längsrichtung miteinander verknüpft, um einen dreidimensionalen Wärmefluss nachzubilden.

Die berechneten Temperaturverteilungen und –verläufe werden mit gemessenen Temperaturen bei Erwärmungsversuchen der einzelnen Komponenten verglichen. Dabei lassen sich fehlende Parameter der Wärmeübertragungsprozesse ermitteln. Geringe Differenzen zwischen den Messungen und Rechnungen bestätigen die Genauigkeit der Teilmodelle. Aufgrund der Nutzung der Wärmenetzmethode, können die Teilmodelle anschließend problemfrei miteinander verknüpft werden.

Die Berechnungen des gesamten Wärmenetzes werden mit gemessenen Temperaturen an einer Modellweiche unter Laborbedingungen verglichen. Aus dieser Untersuchung können die Parameter des Wärmeübergangs an der Schnittstelle von zwei Teilkomponenten bestimmt werden. Letztendlich ist es zur Implementierung der Umgebungsbedingungen notwendig, die Berechnungen des Wärmenetzes mit Messungen unter Freiluftbedingungen zu vergleichen. Damit können die Faktoren Umgebungstemperatur, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Globalstrahlung und Niederschlag erfolgreich in das Netzwerk integriert werden.

Ergebnisse

Um Funktionsstörungen beim Stellen von Weichen vorzubeugen, sollten Temperaturen über 0 °C auf der Innenseite von Backen- und Zungenschiene und auf dem Gleitstuhl auftreten. Nur so kann die Bildung von Eis verhindert und sich anlagernder Schnee aufgeschmolzen werden. Der Stellmechanismus einer Weiche bedingt, dass zeitgleich auf einer Seite der Weiche die Zungenschiene

¹ TU Dresden (IEEH), Mommsenstraße 10; 01069 Dresden; Deutschland, Tel.: +49 351 463-34789
Markus.Schladitz@tu-dresden.de

² TU Dresden (IEEH), Mommsenstraße 10; 01069 Dresden; Deutschland, Tel.: +49 351 463-34789
Robert.Adam@tu-dresden.de

³ TU Dresden (IEEH), Mommsenstraße 10; 01069 Dresden; Deutschland, Tel.: +49 351 463-33428
Steffen.Grossmann@tu-dresden.de

an der Backenschiene anliegt während sie auf der anderen Weichenseite entfernt von der Backenschiene positioniert ist. Dabei treten die thermisch kritischeren Bedingungen an der zuletzt genannten Seite der Weiche auf (Abbildung 1).

Dieser wissenschaftliche Beitrag untersucht, welche Leistungen vom Heizsystem mindestens generiert werden müssen, um eine Ansammlung von Schnee und Eis zu vermeiden. Dabei werden verschiedene Umgebungsbedingungen in Kombination betrachtet.

Weiterhin werden die Wärmeströme innerhalb der Weiche und zur Umgebung analysiert. In diesem Zusammenhang werden die Wärmeströme zum kritischen Zwischenraum von Backenschiene und Zungenschiene als positiv bewertet. Die Wärme kann hier Schnee und Eis aufschmelzen, einer Anlagerung und damit dem Ausfall der Weiche vorbeugen. Analog dazu werden die Wärmeströme in den restlichen Teil der Weiche als thermisch negativ betrachtet.

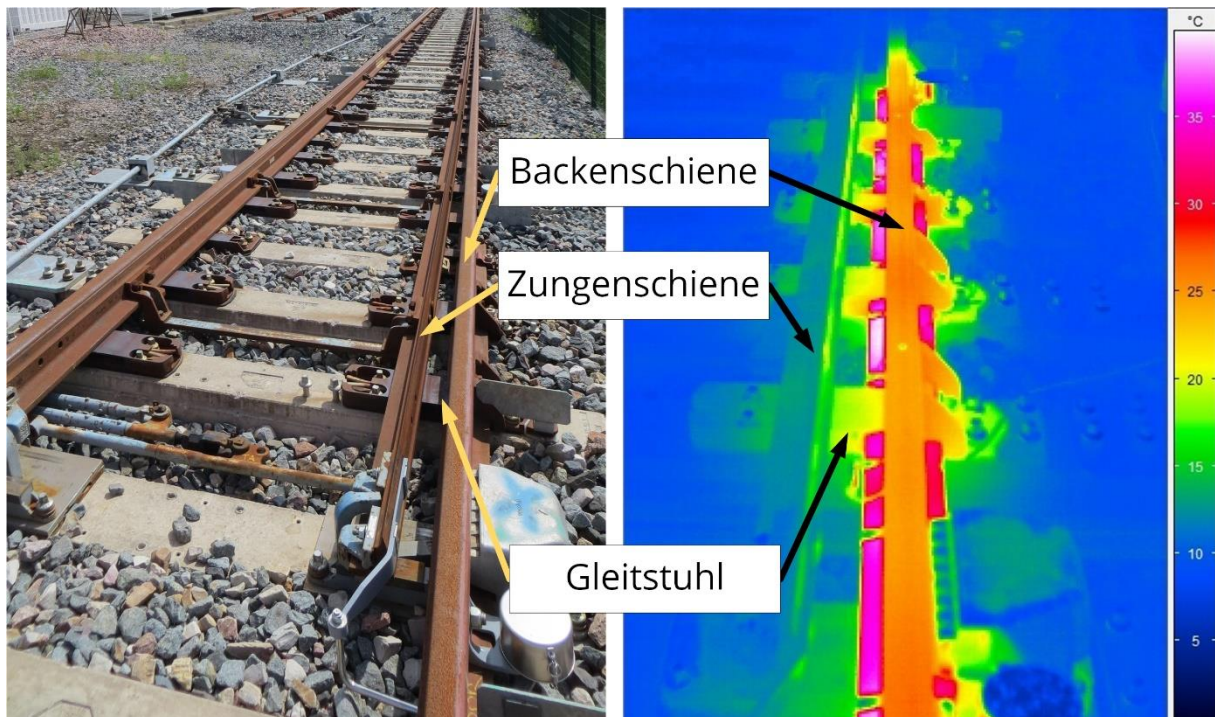


Abbildung 1: Hauptkomponenten einer Weiche im Überblick und beheizt in einer thermografischen Aufnahme

Daran anknüpfend wird der Einfluss einer thermischen Backenschienenisolation auf die Wärmeflüsse der Weiche untersucht. Ein größerer Anteil der Wärmeflüsse in den kritischen Bereich zwischen Backen- und Zungenschiene hilft, Energie zum effektiven Heizen der Weiche einzusparen. Diese Steigerung der Effizienz ist besonders im Sinne der Nachhaltigkeit erstrebenswert.