



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik Institut für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik

Euroweiche

Ein Projekt mit mehreren Bahnverwaltungen



DI Robert Adam

Dr.-Ing. Stephan Schlegel

Wien, 25.11.2016



DRESDEN
concept
Forschung und
Wissenschaft
an der TU Dresden

Gliederung

- 1 Motivation
- 2 Stand der Technik
- 3 Ziele
- 4 Thermisches Modell
- 5 Aufgaben

1 Motivation

Weichen

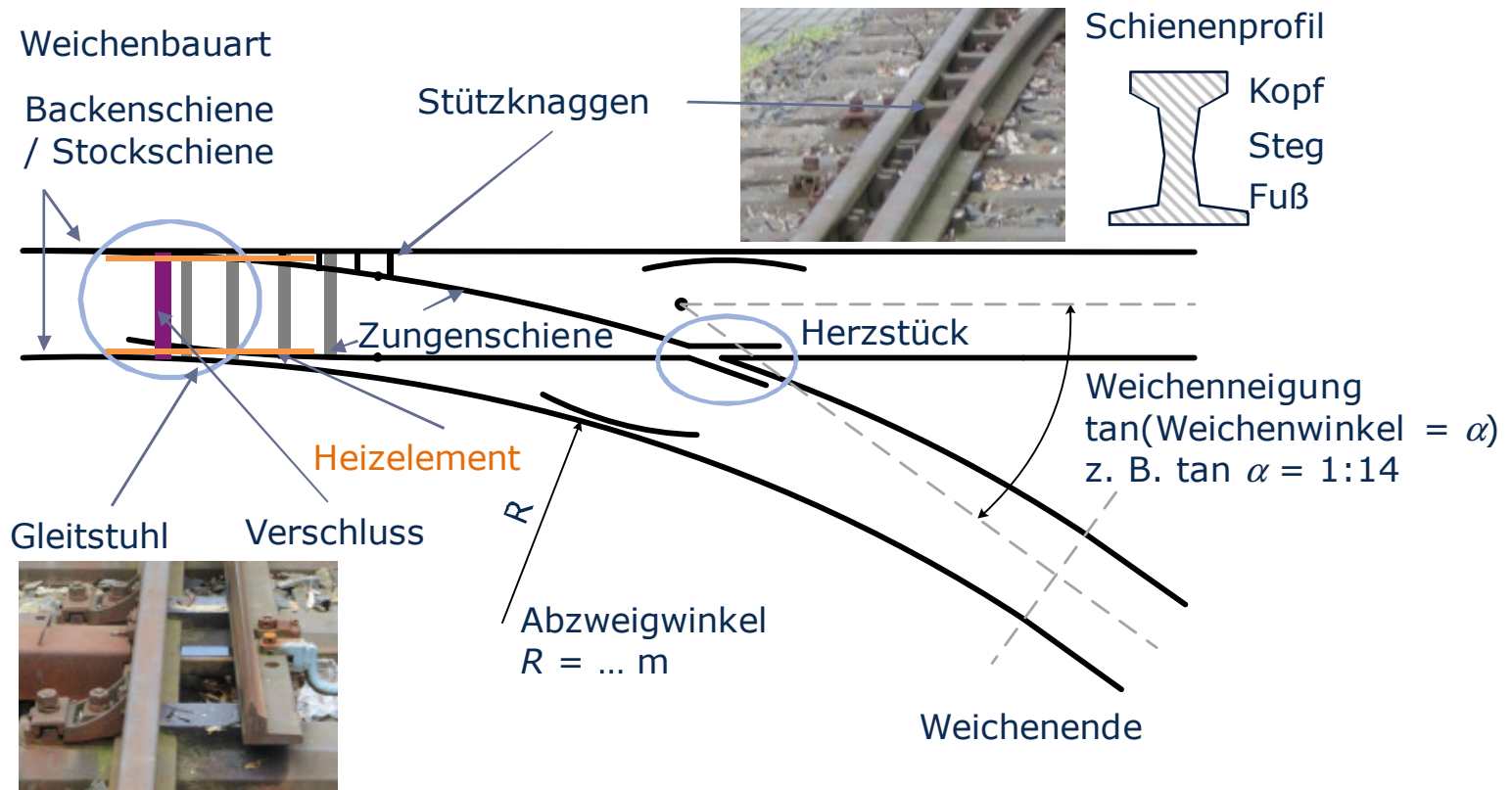
- bilden die Knotenpunkte im Schienennetz
- sind ein essenzieller Bestandteil der Schienenverkehrstechnik
- müssen zuverlässig unter jeglichen Witterungsbedingungen funktionieren
- können den Ablauf eines sicheren und pünktlichen Zugbetriebes erheblich stören



Funktionssicherheit muss gewährleistet sein

1 Motivation

Weichen



1 Motivation

Problem

- Witterungsbedingungen im Winter
 - niedrige Temperaturen
 - Schneefall, Flugschnee, Eisbelag
 - herabfallende Eisstücke von Fahrzeugen



Weichen sind im Winter zu beheizen!

Forderung: Weiche muss sicher schließen und öffnen!

1 Motivation

Forderung: Weiche muss sicher schließen und öffnen

Bedingungen

- Raum zwischen Backen- und den Zungenschiene eis- und schneefrei
- kein Festfrieren der Zunge- an der Backenschiene
- kein Einfrieren der Gleitstühle, Verschlüsse und der beweglichen Herzstücke



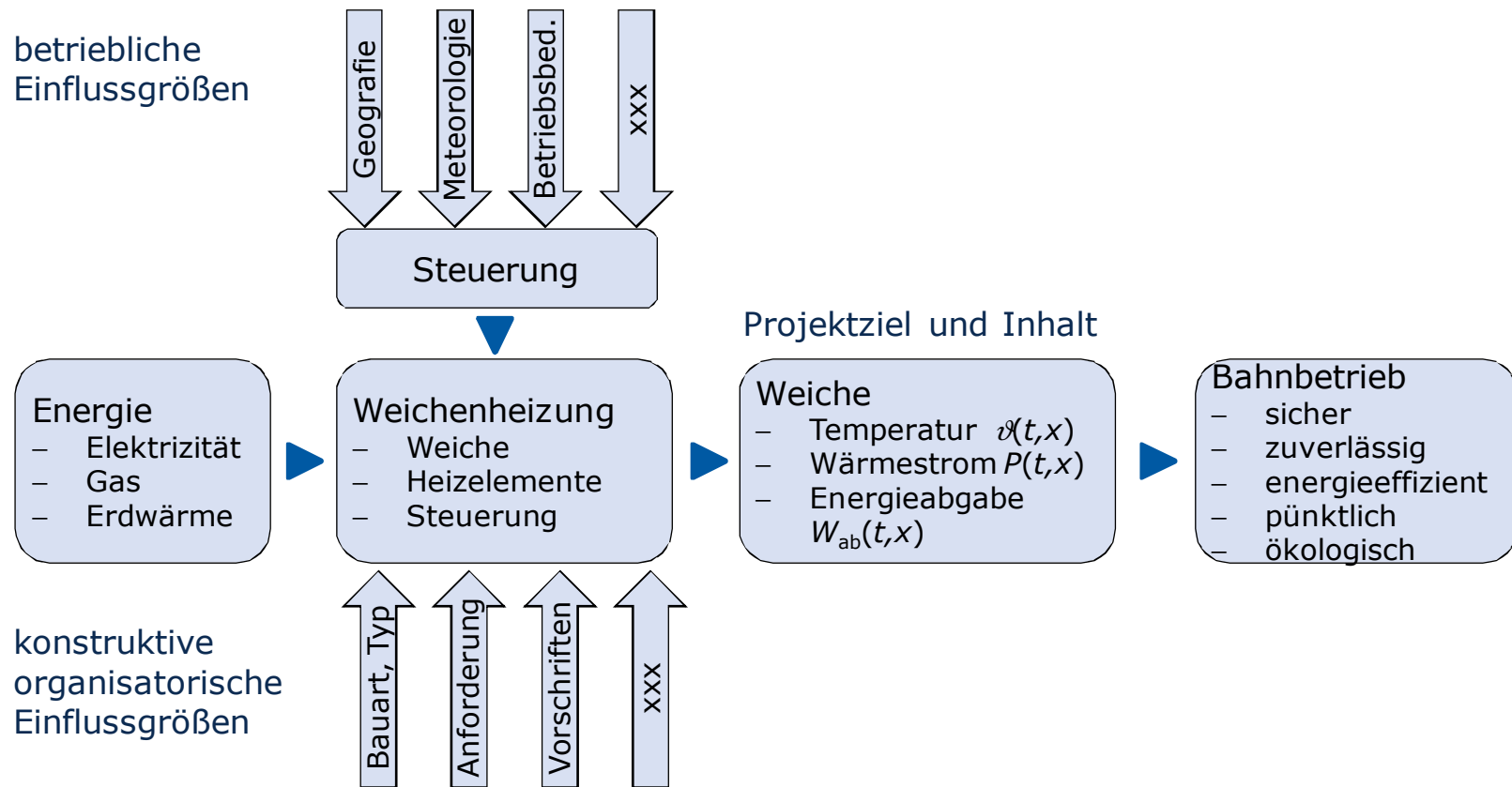
Prinzipielle Herausforderung für alle europäischen Bahnen

2 Stand der Technik

- unterschiedliche Form der Wärmeenergie
 - elektrische Heizungen, Gasheizungen, Erdwärme
 - Konstruktion der Heizsysteme unterschiedlich
 - Wärmetransport verschieden (Strahlungsheizung, Wärmeleitung)
 - Form, Verteilung und Montageart der Heizstäbe
 - vielfältige Lösungen zur Steuerung und Regelung dieser Weichenheizungssysteme
- **eingesetzte Energie ist enorm groß**
- **wesentlichen Kostenfaktor für den Betrieb**

2 Stand der Technik

System Weichenheizung



3 Ziele

Anforderungen an ein thermisches Modell

- Erwärmung von beheizten Weichenanlagen statisch und dynamisch berechnen
- grundlegenden physikalischen Prozesse der Wärmeerzeugung und des Wärmetransportes verdeutlichen
- universell für verschiedene Bauformen an Weichen und Heizungen einzusetzen
- Menge an Wärmeflüssen darstellen und analysieren
- Temperaturverteilung der gesamte Weichenanlagen abbilden
- mögliche konstruktive Änderungen der Weichenanlage und der Weichenheizung überprüfen

3 Ziele

Nutzen der Ergebnisse einer thermischen Berechnung

- die möglichen technischen Grenzen (z. B. Wetterbedingungen) einer Weichenheizung erkennen
- den Zusammenhang zwischen Verfügbarkeit der Weiche und Energieverbrauch der Weichenheizung darzustellen
- optimale Heizleistung der Heizelemente und den bestmöglichen Ort der Wärmeeinspeisung für eine hohe Effizienz ermitteln
- den Einfluss des Einbauorts der Temperatursensoren auf die Erwärmung verstehen

4 Thermisches Modell

Größe	elektrisch		thermisch	
Fluss	I Strom	A	P Wärmefluss	W
Potential	φ elektrisches Potential	V	ϑ Temperatur	°C
Potential Differenz	$\Delta\varphi$ Spannung	V	$\Delta\vartheta$ Temperatur Differenz	K
Leitung	κ elektr. Leitfähigkeit	$\frac{A}{m \cdot V}$	λ therm. Leitfähigkeit	$\frac{W}{m \cdot K}$
Speicherung	C_{el} elektr. Kapazität	$\frac{A \cdot s}{V}$	C_{th} Wärmekapazität	$\frac{W \cdot s}{K}$

- eindeutige Analogie zwischen dem elektr. und therm. Strömungsfeld
- gleichen Methoden und Verfahren zum Berechnen anwendbar



Wärmenetze

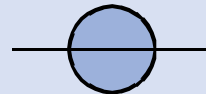
4 Thermisches Modell

Elektrische und thermische Netzwerkelemente

Elektrischen Feld

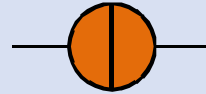
Spannungsquelle

V



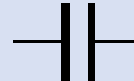
Stromquelle

A



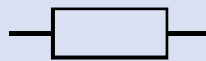
elektr. Kapazität

$\frac{A \cdot s}{V}$



elektr.
Widerstand

$\frac{V}{A}$



Thermisches Feld

Temperaturquelle

K

Wärmeflussquelle

W

Wärmekapazität

$\frac{W \cdot s}{K}$

Wärmewiderstände

Wärmeleitung

$$R_{cd} = \frac{d}{\lambda A} \quad \frac{K}{W}$$

Wärmestrahlung

$$R_{ra} = \frac{1}{\alpha_{ra} O_{ra}}$$

Wärmekonvektion

$$R_{co} = \frac{1}{\alpha_{co} O_{co}}$$

5 Aufgaben

Wärmenetzmethode für Bahnanlagen

- Wärmespeicherung und Wärmetransport untersuchen
 - Wärmeleitung Gleis, Gleitstuhl und Schwellen
 - Strömungsgeschwindigkeiten der Luft
 - Ähnlichkeitsbeziehungen der Konvektion
 - Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazitäten des Gleisbettes
- negative Wärmequellen
 - Verdunstungsenergie Wasser
 - Energie zum Schmelzen unterschiedlicher Schnee- und Eisarten
- Integrieren in die Wärmenetzmethode
- Aufbau des Wärmenetzes einer Modellweiche

Hochspannungshalle Technische Universität Dresden



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

DI Robert Adam
robert.adam@tu-dresden.de
+49 (0) 351 463 34789