

Technische Universität Dresden

Fakultät Verkehrswissenschaften
"Friedrich List"
Institut für Verkehrsanlagen
Professur für Oberbau und Gleistechnik

DIPLOMARBEIT

Thema: Belastung, Beanspruchung, Verschleiß und Instandhaltung von Herzstückkonstruktionen mit feststehender Herzstückspitze bei hohen Fahrgeschwindigkeiten

Das Institut für Verkehrsanlagen, Professur für Oberbau und Gleistechnik, führt derzeit Untersuchungen durch, bei denen die Eignung von Herzstückkonstruktionen mit feststehender Herzstückspitze auch für Fahrgeschwindigkeiten über 200 km/h überprüft werden soll. Durch die TUD wurden an Herzstückkonstruktionen von Weichen mit unterschiedlichen Halbmessern und Stützpunktsteifigkeiten, dynamische vertikale Einsenkungen sowie Dehnungen gemessen. Es bestand die Aufgabe, im Rahmen der Diplomarbeit die ermittelten dynamischen und quasistatischen Einsenkungen sowie Dehnungen bzw. Spannungen im Herzstückbereich zu analysieren und oberbautechnisch zu bewerten.

Bearbeiter:
Thomas Franz

geb. am:
02.12.1976

Schulbildung: 1983-1987 Grundschule Freital-Weissig
1987-1991 Realschule Friedrich-Schiller
1991-1995 Gymnasium Freital-Zuckerode

Wehrdienst: 1995-1996 in Mühlhausen (Thür.)

Studium: 1996-2002
Studiengang Bauingenieurwesen

Betreuer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Berg
Dipl.-Ing. Anker



Auf Ausbaustrecken der DB AG mit Schotteroberbau ist eine Anhebung der Streckengeschwindigkeit von 160 km/h auf 230 km/h vorgesehen. Dazu müssen die Trassierung der Strecke und die Oberbaukonstruktionen (Gleise und Weichen) an die Geschwindigkeitserhöhung angepasst werden. Herzstückkonstruktionen mit feststehender Herzstückspitze sind derzeit zur Befahrung mit 200 km/h zugelassen. Es muss der Nachweis erbracht werden, dass durch die Geschwindigkeitserhöhung die Beanspruchung dieser Herzstücke infolge Fahrzeuginwirkungen nicht, bzw. nur in vertretbarem Maße ansteigt. Dazu sollen ggf. konstruktive Maßnahmen (Erhöhung der Stützpunktsteifigkeit durch Ausrüstung der Stützpunkte mit elastischer Rippenplattenlagerung (ERL)) im Herzstückbereich vorgenommen werden.

Zur Nachweisführung wurden folgende Beanspruchungen im Herzstückbereich (hier beispielhaft für Weiche EW60-1200-1:18,5) bei Stammgleisdurchfahrt untersucht:

Flächenpressung p_m Rad-Schiene

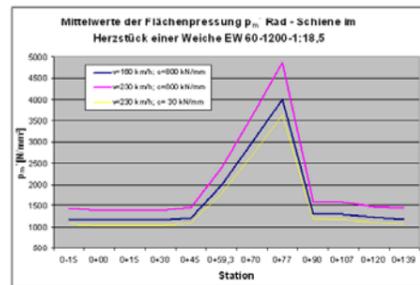
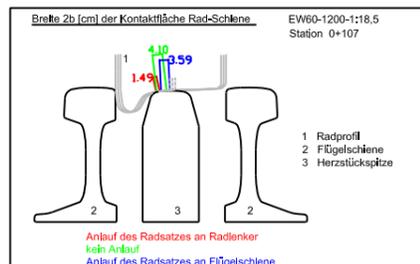
- Digitalisierung der Oberflächenkonturen von Herzstückspitze, Flügelschiene und Radprofil

- benötigte Eingangswerte:

- ▶ Breite $2b$ der Kontaktfläche Rad/Schiene
- ▶ Radkraft Q für unterschiedliche Stützpunktsteifigkeiten und Fahrgeschwindigkeiten

- Berechnung der Flächenpressung p_m mittels der vereinfachten HERTZ'schen Theorie mit rechteckiger Kontaktfläche nach EISENMANN

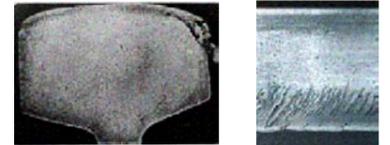
- oberbautechnische Bewertung der ermittelten Flächenpressung p_m mit Hilfe der Schubspannung τ_{max}



Schubspannung τ_{max} im Inneren des Schienenkopfes

- die auftretende Schubspannung τ_{max} in Schienenquerrichtung (4...7 mm unter der Schienenoberfläche), begrenzt die Flächenpressung Rad-Schiene und ist verantwortlich für Fahrflächenschäden (Shelling, Head Checks)

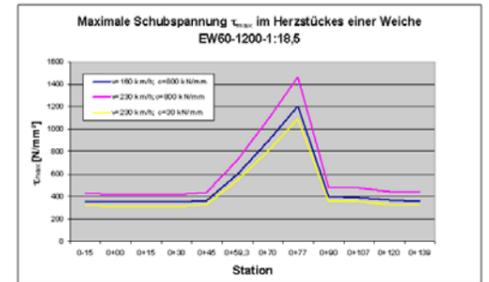
- Berechnung von τ_{max} mit Hilfe der Halbraumtheorie



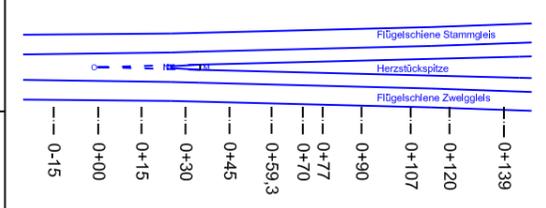
Ergebnisse

- Schubspannung τ_{max} und damit Flächenpressung p_m liegen im Überlaufbereich über dem zulässigen Grenzwert (340 N/mm² für Ermüdungsfestigkeit)

- durch beginnenden Verschleiß der Oberflächen von Herzstückspitze und Flügelschiene



Untersuchte Stationen



vergrößert sich die Kontaktfläche Rad-Schiene deutlich

⇨ starke Verringerung von p_m und τ_{max}

- der Einbau der ERL kompensiert die Erhöhung von τ_{max} und p_m aus der Geschwindigkeitssteigerung von 160 km/h auf 230 km/h

- Durchführung von Einsenkungs- und Dehnungsmessungen im Herzstückbereich von 4 Weichen einer Ausbaustrecke

- Messungen erfolgten im Geschwindigkeitsbereich von 20...220 km/h, sowie vor Umbau (Stützpunktsteifigkeit $c=800$ kN/mm) und nach Umbau auf ERL ($c=30$ kN/mm)



Übersicht der Messpunkte am Herzstück



3 Messpunkte für Wegaufnahme zur Aufnahme der Differenzwege

Differenzwege z Schiene-Schwelle

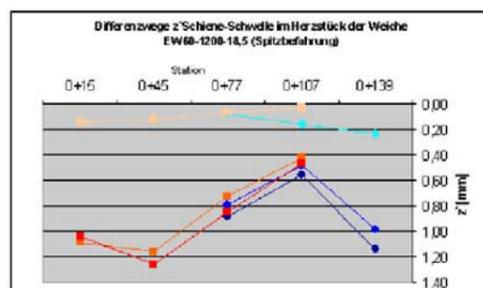
Ergebnisse

- zunehmende Fahrgeschwindigkeit und Einbau der ERL führen zur Vergrößerung der auftretenden Differenzwege z

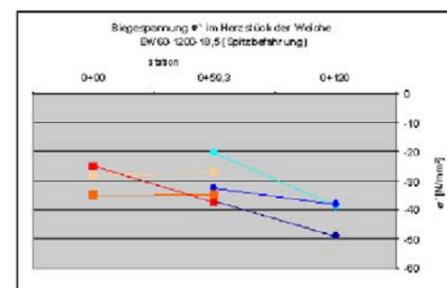
- die hohe Steifigkeit des Herzstückbereichs, bedingt durch die massive Bauweise des Herzstückblocks, wird durch die ERL verringert

⇨ Ausbildung einer besseren Biegelinie

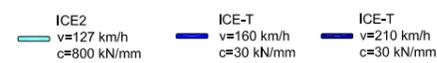
- die Durchbiegung wird nach oben hin durch die dabei entstehende Biegespannung am Schienenfußrand begrenzt



Gemessene Werte auf Flügelschiene Zweiggleis für Mittelwagen



Gemessene Werte auf Herzstückspitze für Mittelwagen



Biegespannung σ am Schienenfußrand

Ergebnisse

- zunehmende Fahrgeschwindigkeit und Einbau der ERL führen zur Vergrößerung der auftretenden Biegespannungen σ

- die Grenzwerte der Biegespannung σ (220 N/mm² für Ermüdungsfestigkeit) werden unter ICE2/ICE-T Mittelwagen nicht erreicht

- auch bei Überfahrt der Triebfahrzeuge (auch andere Baureihen) wird der Grenzwert der Biegespannung nicht überschritten

Fazit

Bei Herzstückkonstruktionen mit feststehender Herzstückspitze ist im Überlaufbereich zwischen Herzstückspitze und Flügelschiene ein deutlicher Anstieg der Beanspruchungen festzustellen. Dabei führen zunehmende Fahrgeschwindigkeiten und höhere Radkräfte zu einer weiteren Vergrößerung der auftretenden Beanspruchungen. Der Einbau der ERL im Herzstückbereich verringert die Flächenpressung Rad-Schiene und die Spannungen im Inneren des Schienenkopfes, vergrößert gleichzeitig die Durchbiegung der Schiene und dabei die am Schienenfußrand auftretende Biegespannung. Die zunehmenden Beanspruchungen (Durchbiegung und Biegespannung) erreichen die Grenzwerte nicht.