

K2-Mobility

VIRTUAL VEHICLE Kompetenzzentrum –

Das virtuelle Fahrzeug Forschungs-GmbH

Programm: COMET – Competence Centers for Excellent Technologies

Programmlinie: K2-Zentren

Das Potenzial zuverlässiger Modelle

Stellen Sie sich eine Fläche vor, die so klein ist wie ein Fingernagel mit einer Last von mehr als zehn Tonnen und gleichzeitig Führungs-, Traktions- und Bremskräfte überträgt: Das ist der Rad-Schiene-Kontakt. Um die hier auftretende Reibung vorherzusagen, wurde das Extended Creek Force (ECF) - Modell entwickelt, das komplexe tribologische Effekte berücksichtigt. Dieses neue Modell kann zur Schätzung der Traktion und zur Vorhersage von Squads (ein spezielles Schadensmuster) verwendet werden und wird für eine Vielzahl zukünftiger Anwendungen von der Fahrzeugdynamik bis zur Vorhersage von Verschleiß und Schäden an Rad und Schiene wichtig sein.

Der Rad-Schiene-Kontakt ist die Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Gleis. Gerade so groß wie ein Fingernagel, muss er die Last tragen, das Rad entlang der Schiene führen und Zug- und Bremskräfte übertragen. Die Vorhersage der Reibung im Kontakt ist von äußerster Wichtigkeit, da sie Einfluss auf viele kritische Fragen bei der Entwicklung und dem Betrieb von Schienenfahrzeugen und der Eisenbahninfrastruktur hat. Einige verwandte Fragen betreffen die Fahrzeugdynamik, die Übertragung von Traktionskräften, den Verschleiß von Rädern und Schienen, die Rollkontaktermüdung und die Ermüdung von Komponenten.

Kriechkraftmodelle wurden entwickelt, um die Reibung zu analysieren. Diese Modelle versuchen, den Traktionskoeffizienten, der die Reibung dividiert durch die normale Last ist, unter Verwendung von so vielen Einflussfaktoren wie möglich vorherzusagen. Das am weitesten verbreitete State-of-the-Art-Modell ist FASTSIM, das auf dem Coulombschen Gesetz beruht und einen vordefinierten und konstanten Reibungskoeffizienten verwendet.

Mit Fortschritten in der Messtechnik wurde deutlich, dass der Reibungskoeffizient nicht konstant ist, sondern von komplexen tribologischen Wechselwirkungen abhängt.



Das EFC-Modell

Um all diesen Wechselwirkungen und Einflüssen Rechnung zu tragen, wurde bei VIRTUAL VEHICLE in Zusammenarbeit mit industriellen und wissenschaftlichen Partnern, z. B. L.B., das Modell der verlängerten Kriechkraft (ECF) entwickelt. Foster, ÖBB, SBB, Siemens und voestalpine sowie das Institut für Angewandte Mechanik und das Institut für Automatisierung und Regelungstechnik der TU Graz.

Der Kern des ECF-Modells ist die Beschreibung der dritten Körperschicht. In diesem Modell besteht die Schicht aus Partikeln zwischen Rad und Schiene sowie den obersten Mikrometern der Oberflächenschichten von Rad und Schiene, die Unebenheiten und Mikrorisse enthalten. Somit kann es den Einfluss von Rauigkeit sowie von künstlich oder natürlich zugefügten Verunreinigungen reproduzieren.

Es wird angenommen, dass das Material dieser Schicht elastoplastisch ist, um die bei den Hochdruck-Torsionstests beobachtete Verdrängungsabhängigkeit nachzubilden. Zusätzlich sind die Eigenschaften dieser Schicht von Spannung und Temperatur abhängig. Der erstere berücksichtigt den Einfluss der Normallast, während der Temperaturanstieg im Kontakt von der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Kriechgeschwindigkeit abhängt. Somit können alle oben erwähnten Effekte durch dieses neue Modell reproduziert werden.

Der Algorithmus selbst ist modular und ermöglicht das Hinzufügen von Teilmodellen. Sie besteht neben dem elastoplastischen Materialmodell aus einem Grenzflächenfluidmodell zur Berücksichtigung des Einflusses flüssiger Schadstoffe und einem lokalen Temperaturmodell, das die Reibleistung zur Berechnung der Wärmezeugung nutzt. Einer der Hauptvorteile des ECF-Modells ist seine Fähigkeit, mit relativ einfachen Tests anstelle von komplexen und teuren Fahrzeugtests zu parametrisieren. Die Ergebnisse des Modells wurden mit Testdaten zur Parametrisierung und Validierung verglichen. Ein Beispiel ist als blaue Linie aufgetragen.

Die schwarze Linie zeigt die Ergebnisse des ECF-Modells, die eine sehr ähnliche Zunahme der Traktion für kleine Creepages, fast das gleiche Maximum und einen vergleichbaren Traktionsverlust für höhere Creepages aufweisen. Dieser Vergleich wurde für verschiedene Verunreinigungen im Kontakt, verschiedene Normallasten und unterschiedliche Fahrzeuggeschwindigkeiten durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten eine qualitative und quantitative Übereinstimmung zwischen dem Modell und den Testdaten.

Außerdem sind die Ergebnisse von FASTSIM als rote gepunktete Linie in Abbildung dargestellt. Die Abhängigkeit vom Coulombschen Gesetz führt zu einem konstanten Traktionskoeffizienten für hohe Kriechströme, wodurch der während des Tests beobachtete Traktionsverlust nicht reproduziert werden kann.

Diese Vergleiche zeigten, dass das ECF-Modell die Zuverlässigkeit der Reibungsvorhersage stark erhöht. Dies kann nun in verschiedenen Anwendungen ausgenutzt werden.

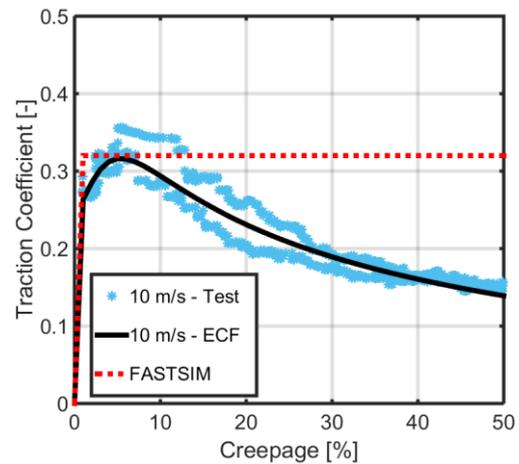


Abbildung: Traktionskennlinie des Rad-Schiene-Kontakts

Zusammenfassung

Das ECF-Modell wurde entwickelt, um gemessene Effekte zu reproduzieren, die von modernen Simulations-Modellen nicht berücksichtigt werden. Die wichtigste Neuerung ist die Berücksichtigung einer elastoplastischen dritten Körperschicht, bei der die Materialeigenschaften von der Temperatur und der Normalspannung abhängen.

Das Modell kann in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden und liefert Beiträge zur Verschleißvorhersage oder Fahrzeugdynamiksimulation. Hauptanwendungen des Modells sind zur Zeit die Traktionsschätzung zur Optimierung der Steuergeräte und die Vorhersage von typischen Squad-Schadensmustern.

Kontakt und Informationen

K2-Mobility

VIRTUAL VEHICLE

Kompetenzzentrum – Das virtuelle Fahrzeug

Forschungsgesellschaft mbH

Inffeldgasse 21a, 8010 Graz

T +43/316/873-9001

E alexander.meierhofer@v2c2.at

Projekt Koordinator

Dr. Alexander Meierhofer

Projektpartner (Auswahl, insgesamt 57)

Organisation	Land
Siemens AG	Österreich
Voest Alpine Schiene	Österreich
ÖBB Infrastruktur AG	Österreich
TU Graz	Österreich

Weitere Informationen zu COMET – Competence Centers for Excellent Technologies: www.ffg.at/comet

Diese Success Story wurde von der Konsortialführung/der Zentrumsleitung zur Verfügung gestellt und zur Veröffentlichung auf der FFG-Website freigegeben. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt die FFG keine Haftung.