

Schlupffreie Geschwindigkeitsmessung bei der SBB

Bei Bremsversuchen mit kritischen Adhäsionsbedingungen: schlupffreie Geschwindigkeitsmessung



Der mit Messtechnik ausgerüstete Triebzug.

Der LUXACT-Sensor im Einsatz

Die Prüfstelle Eisenbahnfahrzeugtechnik der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) ist spezialisiert auf Messungen im Bereich der Bremssysteme an Eisenbahnfahrzeugen. Für Bremsversuche auf einer Steilstrecke bei kritischen Adhäsionsbedingungen hat die Prüfstelle Eisenbahnfahrzeugtechnik den LUXACT-Geschwindigkeitssensor eingesetzt, um ein schlupffreies Weg-, bzw. Geschwindigkeitssignal zu erhalten.



Kompakt & präzise: der LUXACT-Geschwindigkeitssensor

Stahl auf Stahl

Bei der Eisenbahn rollen Stahlräder auf Stahlschienen. Diese Kombination führt zu sehr geringen Rollwiederständen, was die Eisenbahn zu einem der umweltfreundlichsten Transportmittel macht. Die Kombination von Stahl auf Stahl hat aber auch die Eigenschaft, dass der Kraftschlussbeiwert dieser Paarung sehr gering ist. Der Kraftschlussbeiwert eines Autoreifens auf trockenem Asphalt beträgt ca. 0,6. Bei einem Eisenbahnfahrzeug beträgt der Kraftschlussbeiwert bei trockenen Verhältnissen ca. 0,2.

Wird nun aber die Schiene feucht und beispielsweise noch mit Laub verschmutzt, sinkt der Kraftschlussbeiwert teilweise deutlich unter 0,1. Dabei kann die Bremskraft nicht mehr an die Schiene übertragen werden und das Eisenbahnrad rutscht auf der Schiene. Bei

Personenverkehrsfahrzeugen und Lokomotiven greift nun das Gleitschutzsystem ein, analog dem ABS beim Auto.

Die Prüfstelle Eisenbahnfahrzeugtechnik von SBB Personenverkehr wurde beauftragt, Messungen zum Brems- und Gleitverhalten eines Triebzuges auf einer Strecke mit starkem Gefälle durchzuführen. Die Strecke führt zu großen Teilen durch Laubwälder, mit entsprechend hohen Ansprüchen an das Bremsverhalten, insbesondere im Herbst.



Der LUXACT-Geschwindigkeitssensor wurde an der Zugspitze montiert, damit die Optik nicht mit Seifenwasser verschmutzt wird.

© Foto: SBB

Anforderungen an die Geschwindigkeitsmessung

Ein kurzer Blick zurück: Der bisher bei der Prüfstelle eingesetzte optische Geschwindigkeitssensor musste auf Grund der geringen Höhentoleranz auf dem Schienenkopf ausgerichtet sein. Dadurch ergaben sich in engen Kurven sowie im Bereich von Weichen immer wieder Ausfälle des Geschwindigkeitssignals. Um ein durchgehendes Geschwindigkeitsprofil zu erhalten mussten die Messdaten interpoliert werden. Deshalb suchte die SBB nach einer neuen Lösung für die Geschwindigkeitsmessung - mit folgenden Anforderungen:

- schlupffreie Messung (z.B. optisch oder mittels Radar)
- Messgenauigkeit besser als 0,5 %
- unempfindlich bei Höhenänderungen z.B. Bahnübergänge, Weichen, usw.
- unempfindlich gegenüber Regen
- Messung bis zum Stillstand möglich
- Messung auch im Tunnel möglich
- $V_{max} \ge 230 \text{ km/h}$

Die Prüfstelle Eisenbahnfahrzeugtechnik von SBB Personenverkehr entschied sich für den Geschwindigkeitssensor LUXACT, da dieser auf unterschiedlichsten Oberflächen und Oberflächenabständen eingesetzt werden kann und trotzdem eine Messgenauigkeit im Promillebereich aufweist. Die Oberflächenabstände ändern sich bei Bahnübergängen, Weichenherzstücke oder Zugsicherungsanlagen schlagartig um bis zu 30 cm.

Messfahrten bei schlechten Adhäsionsverhältnissen



"Schlechtes Wetter auf Knopfdruck" dank der Bewässerungseinrichtung vor der ersten Achse. © Foto: SBB

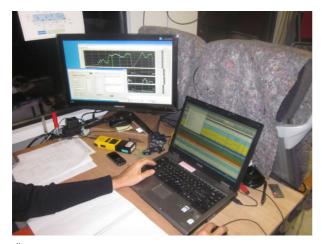
Für die Messfahrten wurden zuerst Messfahrten auf trockenen Schienen durchgeführt. Anschließend wurden die Adhäsionsbedingungen schrittweise verschlechtert, z.B. indem Wasser, bzw. Seifenwasser direkt vor der ersten Achse auf die Schiene gesprüht wurde. Die gebremsten Achsen weisen teilweise bis zu 30 % Schlupf auf. Das heißt, die Räder drehen sich entsprechend 70 km/h, wobei sich das Fahrzeug noch mit 100 km/h bewegt.

Die Aufgabe des Gleitschutzes ist es, den Schlupf in einem akzeptablen Bereich zu halten, ohne den Bremsweg unzulässig zu verlängern (entsprechend dem ABS beim PKW). Dank dem LUXACT-Geschwindigkeitssensor stand während den gesamten Messfahrten ein zuverlässiges Geschwindigkeitssignal zur Verfügung.



Als Ersatz für das Gewicht der Reisenden wurde der Triebzug mit Sandsäcken beladen. © Foto: SBB

Zusammen mit weiteren Messdaten wie Bremszylinderdrücken, Bremsleistung der elektrodynamischen Bremsen (Dynamobetrieb), Bremsauslösesignalen der Zugsicherung oder vom Lokführer, Bremsscheibentemperaturen, usw. konnte nun das Bremsverhalten dieses Triebzuges beurteilt werden.



Über 80 verschiedene Messgrößen wurden über den Zug verteilt gemessen und im Messabteil zentral überwacht. © Foto: SBB

Weitere Erfahrungen mit dem LUXACT-Geschwindigkeitssensor

Seit den Messfahrten bei schlechten Adhäsionsverhältnissen, mit vmax 120 km/h durchgeführt, hat sich der LUXACT-Geschwindigkeitssensor bereits bei weiteren Messfahrten mit bis zu 200 km/h bewährt. Die flexiblen Montagemöglichkeiten des LUXACT-Geschwindigkeitssensors haben sich als äußerst praktisch erwiesen, da die Messtechnik mehrmals von einem Fahrzeug auf ein anderes umgebaut werden musste.

Bei einzelnen Messungen wich die vom LUXACT-Sensor gemessene Geschwindigkeit von der realen Geschwindigkeit ab. Dank des "Health"-Signals, welches über die CAN-Schnittstelle zur Verfügung steht, konnten diese Zustände aber leicht identifiziert und die Messungen wiederholt werden. Als zusätzliche Überprüfung brachte die SBB auf der Messstrecke zwei Reflektoren in bekanntem Ab-

stand von mehreren 100 m an, welche mit einer Lichtschranke erfasst wurden. Durch diese Einrichtung ließen sich Fehler, wie z.B. eine schlechte Ausrichtung des Sensors, rasch und zuverlässig erkennen.





Dank Reflektoren und Lichtschranke kann das Geschwindigkeits-/Wegsignal bei jeder Messfahrt überprüft werden und Fehler wie z.B. einen nicht korrekt ausgerichteter Sensorkopf sofort erkannt werden.

Autor: Roman Zoller, Systemingenieur Bremssysteme und Bremsversuche, SBB Personenverkehr, Prüfstelle Eisenbahnfahrzeugtechnik



Weitere Informationen:

imc Meßsysteme GmbH

Voltastr. 5 D-13355 Berlin

Telefon: +49 (0)30-46 7090-0
Fax: +49 (0)30-46 31 576
E-Mail: hotline@imc-berlin.de
www.imc-berlin.de

Seit über 25 Jahren entwickelt, fertigt und vertreibt die imc Meßsysteme GmbH weltweit Hard- und Softwarelösungen im Bereich der physikalischen Messtechnik. Ob im Fahrzeug, an Prüfständen oder beim Überwachen von Anlagen und Maschinen -Messdatenerfassung mit imc-Systemen gilt als produktiv, leicht bedienbar und rentabel. Dabei kommen in Entwicklung, Forschung, Versuch und Inbetriebnahme sowohl schlüsselfertige imc-Messsystemlösungen als auch standardisierte Messgeräte und Softwareprodukte zum Einsatz. imc-Geräte arbeiten in mechanischen und mechatronischen Anwendungen bis 100kHz pro Kanal mit nahezu allen gängigen Sensoren zur Erfassung physikalischer Messgrößen wie z.B. Drücke, Kräfte, Drehzahlen, Vibrationen, Geräusche, Temperaturen, Spannungen oder Ströme. Das Spektrum der imc-Messtechnik reicht von der einfachen Messdatenaufzeichnung über integrierte Echtzeitberechnungen bis hin zur Einbindung von Modellen und vollständigen Automatisierung von Prüfständen. Am Hauptsitz Berlin beschäftigt das 1988 gegründete Unternehmen rund 160 Mitarbeiter, die das Produktportfolio stetig weiterentwickeln. International werden imc-Produkte durch rund 25 Partnerunternehmen vertrieben.

imc Test & Measurement GmbH

Max-Planck-Str. 22 b D-61381 Friedrichsdorf/Ts.

Telefon: +49 (0)6172 59672-0
Fax: +49 (0)6172-5967-222
E-Mail: hotline@imc-frankfurt.de
Internet: www.imc-frankfurt.de

Die imc Test & Measurement GmbH ist ein Systemhaus, das Produkte und Dienstleistungen für messtechnische Anwendungen anbietet. Unser Team aus ca. 40 praxiserprobten Experten mit überwiegend ingenieur- oder naturwissenschaftlichen Abschlüssen realisiert produktive, kundenorientierte und anwendungsspezifische Lösungen rund um das Thema "elektrisches Messen physikalischer Größen".

Die imc Test & Measurement GmbH vermarktet die anerkannt innovativen und leistungsstarken Hardund Softwareprodukte unseres strategischen Partners imc Meßsysteme GmbH, Berlin.

Wir ergänzen diese Produkte mit umfangreichen Ingenieurdienstleistungen. Diese reichen von der Konzeption über die Beratung und den Verkauf mit Pre- und After-Sales-Service bis zu kunden- und anwendungsspezifischen Erweiterungen, Systemintegration, Inbetriebnahme, Schulung sowie Vermietung von Messsystemen und Personal u.v.m.

Nutzungshinweise:

Dieser Bericht ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Der Bericht darf ohne Genehmigung weder bearbeitet, abgewandelt noch in anderer Weise verändert werden. Ausdrücklich gestattet ist das Veröffentlichen und Vervielfältigen des Dokuments. Bei Veröffentlichung bitten wir darum, dass der Name des Unternehmens und eine Verlinkung zur Homepage www.imc-berlin.de genannt werden.

Trotz inhaltlicher sorgfältiger Ausarbeitung kann dieser Bericht Fehler enthalten. Sollten Ihnen unzutreffende Informationen auffallen, bitten wir um einen entsprechenden Hinweis an marketing@imc-berlin.de. Eine Haftung für die Richtigkeit der Informationen wird grundsätzlich ausgeschlossen.