

Beladung erkennen – Fahrbetrieb optimieren

Artikel vom **29. April 2026**
Fahrzeugtechnik

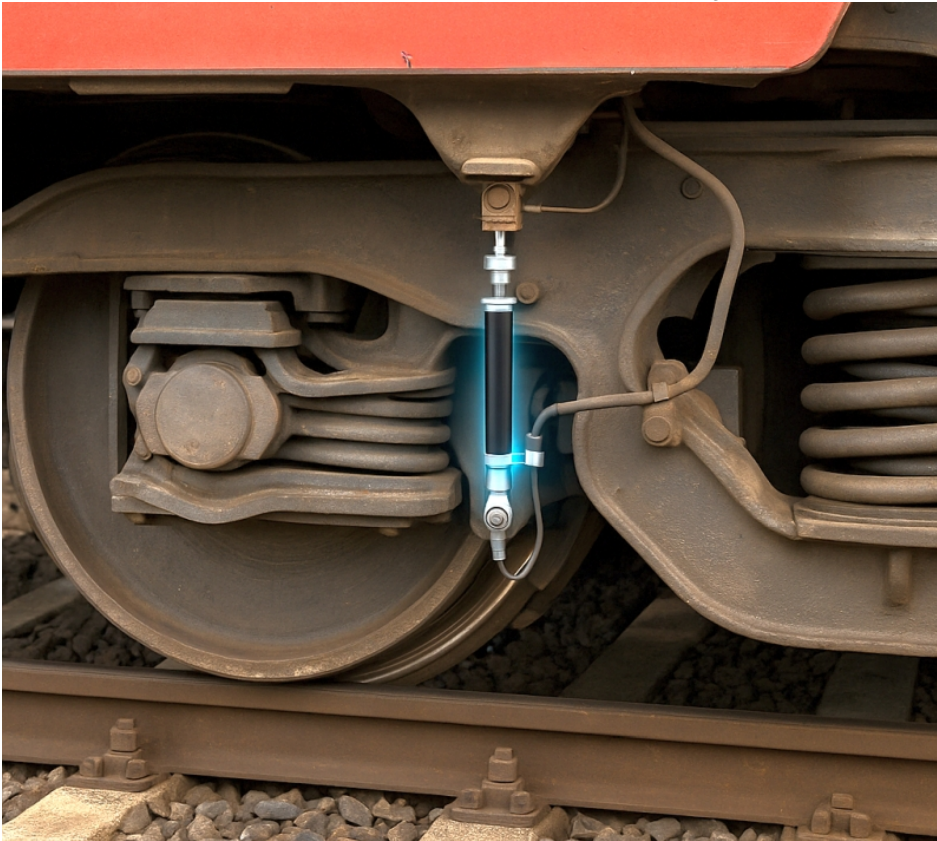
Induktive Wegaufnehmer wie der »SM42« erfassen präzise die Beladung von Schienenfahrzeugen über mechanische Verformungen im Fahrwerk. So lassen sich Energieverbrauch, Fahrgastkomfort und Wartung gezielt optimieren – ein Schlüssel für eine smartere »Bahn der Zukunft«.



Nicht immer so leer: Wie voll die Wagen sind, können Sensoren zuverlässig messen (Bild: a.b.jödden)

Im Schienenverkehr hängt die Effizienz des Fahrbetriebs längst nicht mehr nur von Triebwerken, Signalen und Fahrplänen ab. Eine oft unterschätzte Stellgröße ist die tatsächliche Beladung der einzelnen Wagen. Die präzise Erfassung der Auslastung kann wesentlich zur Optimierung von Energieverbrauch, Fahrgastkomfort und Pünktlichkeit beitragen. Ein technischer Schlüssel dazu liegt in der kontinuierlichen Erfassung mechanischer Verformungen im Fahrwerk – und genau hier kommen induktive

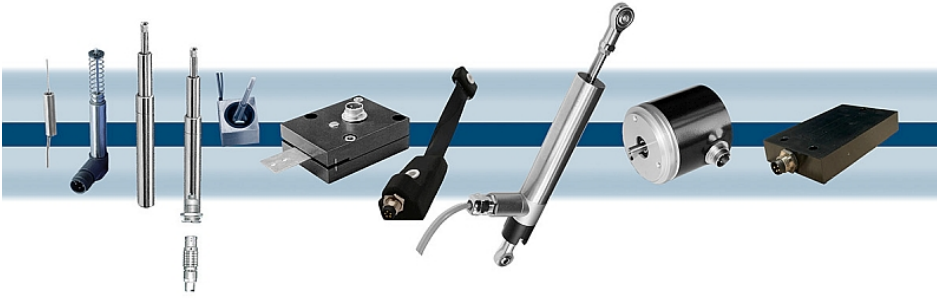
Wegaufnehmer wie der »SM42« zum Einsatz. Dieser universell einsetzbare Sensor ermöglicht die präzise Überwachung der Fahrzeugbewegungen unter Last – auch im rauen Bahnbetrieb. **Mechanische Verformung als Messgröße für Beladung** Jeder Waggon eines Zuges reagiert auf Belastung mit minimalen Durchbiegungen und Veränderungen an mechanischen Schnittstellen – etwa an den Lagern, Aufhängungen oder Rahmen. Diese Bewegungen sind klein, aber messbar. Wird ein Wegaufnehmer an geeigneter Stelle montiert, lässt sich aus der relativen Bewegung eines definierten Messpunkts auf die aktuelle Beladung schließen. Der »SM42« eignet sich für diesen Einsatz durch seine robuste Bauform (Durchmesser 25 mm), seine hohe Messgenauigkeit (< 0,5 %) und seine maximale Schockfestigkeit von 250 g im Frequenzbereich von 20–2000 Hz. Die Schutzart IP66 erlaubt den dauerhaften Einsatz im Außenbereich – auch bei Nässe, Staub, Temperaturschwankungen oder Vibrationen.



Beispielabbildung: Einsatz eines Wegaufnehmers bei der Bahn.

Mit Messbereichen von bis zu 360 mm und einer integrierten Elektronik, die verschiedene analoge Ausgangssignale (z. B. ± 10 V, 0–10 V, 4–20 mA) bereitstellt, lässt sich der Sensor flexibel in bestehende oder neue Fahrzeugsysteme integrieren.

Exakte Daten für ein intelligentes Zugmanagement Die Vorteile der Echtzeit-Beladungserfassung liegen auf der Hand: Wird ersichtlich, welche Waggon stark oder schwach ausgelastet sind, können Folgeentscheidungen getroffen werden – von der Türsteuerung über die Beschleunigungsregelung bis hin zur Wagenreihung. In der Praxis bedeutet das etwa: Wäre ein Triebfahrzeug in der Lage, seine Beschleunigung auf die tatsächliche Wagenmasse abzustimmen, ließe sich der Energieeinsatz optimieren – besonders bei häufigem Anfahren und Bremsen im Regionalverkehr. Auch Haltezeiten könnten angepasst werden, etwa wenn ein Waggon deutlich mehr Passagiere aufnimmt und entsprechend längere Ein- und Ausstiegsvorgänge zu erwarten sind.



Miniaturwegaufnehmer »SM20« und »SM34«, Spaltaufnehmer »SM48«, Gummiewegaufnehmer »DST«, »SM40-43«, Winkelaufnehmer »SM6«, Neigungssensor »KAS4000«.

Langfristiger Nutzen durch Zustandsüberwachung Neben dem akuten Nutzen im Fahrbetrieb kann die dauerhafte Überwachung struktureller Bewegungen auch für die Wartungsplanung herangezogen werden. Wären die Daten des »SM42« mit einem entsprechenden Data-Logger gekoppelt, ließen sich langfristige Belastungstrends einzelner Fahrzeuge erfassen. Solche Informationen könnten die Grundlage für zustandsorientierte Wartung bilden: Wurde ein Waggon über längere Zeit stärker belastet, ließe sich dies bei der Instandhaltung berücksichtigen. So würde das Wartungsintervall nicht mehr starr nach Kalender, sondern angepasst an die tatsächliche Nutzung erfolgen. Auch Alterungsprozesse an Rahmen oder Lagern könnten frühzeitig erkannt und dokumentiert werden. **Möglicher Einsatz in einem Regionalzug** Ein Regionalzug könnte an den Fahrwerken ausgewählter Waggons jeweils einen »SM42«-Sensor verbaut haben. Diese würden die Durchbiegung der Federung bei Belastung kontinuierlich erfassen. Die Signale könnten in einem zentralen System gesammelt und mit weiteren Daten – etwa zur Fahrstrecke, Außentemperatur oder Geschwindigkeit – kombiniert werden. Man könnte daraus ein dynamisches Auslastungsprofil des gesamten Zuges erzeugen: Welche Wagen sind an welchen Stationen besonders gefragt? Wie verändert sich die Gewichtsverteilung bei verschiedenen Streckenabschnitten oder Uhrzeiten? Mit diesen Informationen ließe sich das Fahrverhalten automatisch anpassen. Denkbar wäre auch eine Anzeige im Fahrerstand, die über kritische Lastverteilungen informiert. Selbst für Fahrgäste ließen sich Auslastungsanzeigen realisieren, die anzeigen, in welchen Waggons noch freie Plätze vorhanden sind – eine Funktion, die vor allem in Stoßzeiten zu einer besseren Verteilung führen würde.



Ein Vibrationssensor, der auf Schienen montiert ist.

Sensorik aus Krefeld – robust und individuell abj sensorik aus Krefeld vertreibt den »SM42« sowie weitere induktive Messaufnehmer für industrielle und mobile Anwendungen. Der Sensor zeichnet sich nicht nur durch seine technische Leistungsfähigkeit aus, sondern kann auch kundenspezifisch angepasst werden, selbst in kleinen Stückzahlen. Dies erlaubt es, ihn exakt auf die Einbausituation und Umgebungsbedingungen im jeweiligen Fahrzeug abzustimmen. Durch die Kombination mit passenden Datenloggern lassen sich zudem komplette Monitoring-Systeme realisieren – ob als Nachrüstlösung oder Bestandteil eines neuen Flottenkonzepts. **Fazit** Der »SM42« bietet als universell einsetzbarer induktiver Wegaufnehmer eine effektive Möglichkeit, die tatsächliche Beladung von Schienenfahrzeugen kontinuierlich zu erfassen. Die gewonnenen Daten könnten nicht nur den Fahrkomfort und die Energieeffizienz verbessern, sondern auch Wartung, Sicherheit und Pünktlichkeit im Schienenverkehr langfristig unterstützen. In einer zunehmend vernetzten Mobilitätslandschaft stellt die Integration solcher Sensorik einen wichtigen Schritt in Richtung intelligenter Bahninfrastruktur dar.

Hersteller aus dieser Kategorie
