



Verlässliche Ortung im Bahnverkehr ist keinesfalls trivial – die Forschungsplattform DemoOrt vor ihrem Praxis-Test

Wo ist der Zug?

Von Matthias Grimm

Ortung für Züge – was ist so kompliziert daran, dass sich gleich ein ganzes Konsortium aus Forschung und Industrie damit befasst? Wo Züge doch auf Schienen fahren und nicht, wie im Straßen-, Flug- oder Seeverkehr, frei navigiert werden. Die Antwort ist in den Eigenschaften des Systems Eisenbahn zu finden. Mit DemoOrt ist im DLR Braunschweig eine Ortungsplattform geschaffen worden, die der spezifischen Herausforderung des Schienenverkehrs Rechnung trägt. Sie setzt auf Navigationsdaten von Satelliten, berücksichtigt spezielle Sensortechnik an den Zügen und beinhaltet digitale topografische Karten.

Das System Schiene beruht auf dem Zusammenspiel von Schiene und Rad. Beides ist aus Stahl, was sehr geringe Reibungswiderstände garantiert. Das ist von Vorteil für den Energieverbrauch, jedoch von Nachteil für den Bremsweg: Er ist achtmal länger als bei einem Straßenfahrzeug. Ein PKW benötigt aus einer Geschwindigkeit von 160 Kilometern pro Stunde einen Bremsweg von etwa 125 Metern. Das ist eine Distanz, die der Fahrer überblicken kann. Ein Zug dagegen kommt aus der gleichen Geschwindigkeit erst nach etwa 1.000 Metern zum Stehen – der Bremsweg ist weiter als das Sichtfeld des Triebfahrzeugführers. Er ist also darauf angewiesen, dass er Streckeninformationen erhält. Dies geschieht mithilfe von Signalen. Für eine Gleisfreimeldung muss die Position der einzelnen Züge in einem Streckenabschnitt bekannt sein. Ortungssysteme sorgen dafür. Derzeit werden Züge durch an den Gleisen befestigte Kontakte, so genannte Achszähler, geortet.

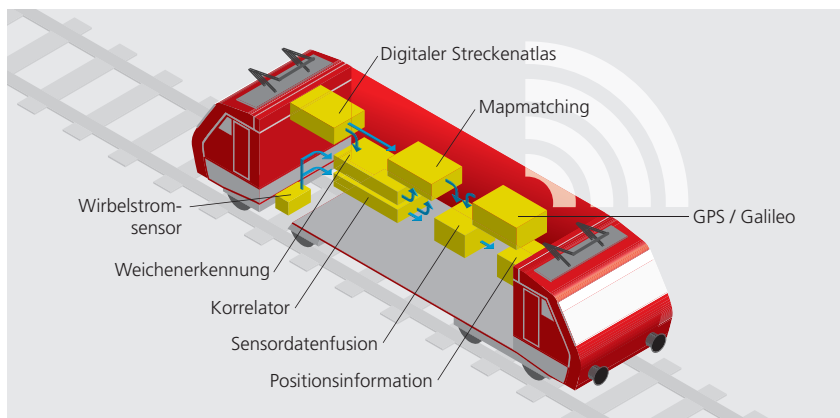
Die Räder der Züge werden durch den Achszähler erkannt und gezählt. Für die Positionsinformation genügt jedoch das Erkennen der Räder. Im Stellwerk ist die genaue Lage der Achszähler bekannt, wodurch der Ort des Zuges bestimmt werden

kann. Diese Bestimmung ist aber nur an jenen Punkten möglich, wo ein Achszähler im Gleis liegt. Der Zug kann also nur abschnittsweise geortet werden. Achszähler sind eine seit vielen Jahren bewährte Technik, die der rauen Umgebung im Eisenbahn-

bereich hervorragend gewachsen ist. Allerdings sind diese streckenseitigen Einrichtungen aufwändig und gerade für wenig genutzte Strecken unwirtschaftlich. Gefragt sind Systeme, die weniger aufwändig zu warten und somit wirtschaftlicher sind. Ein solches zukunftsweisendes System zur Fahrzeugortung wurde in den letzten zwei Jahren durch ein Konsortium aus drei wissenschaftlichen Partnern und einem Industriepartner entwickelt. Gefördert wurde das Projekt DemoOrt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Das Braunschweiger DLR-Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung ist daran maßgeblich beteiligt.



Der Wirbelstrom-Sensor unter dem Zug sorgt für das Erkennen der Weiche



Effiziente Zugpositionsbestimmung bedarf des zuverlässigen Zusammenspiels einer Vielzahl von Komponenten

Kooperationspartner des DLR-Instituts für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung im Konsortium DemoOrt sind:

- Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik der Technischen Universität Braunschweig
- Institut für Mess- und Regelungstechnik der Universität Karlsruhe (TH)
- Bombardier Transportation, Ulm

Die DemoOrt-Plattform

Das DemoOrt-Konsortium hatte sich zum Ziel gesetzt, eine Plattform zu entwickeln, die zum einen den technischen Anforderungen von morgen und zum anderen auch den wirtschaftlichen Randbedingungen eines effizienten Eisenbahnverkehrs gerecht wird. Zudem waren bei der Entwicklung der Plattform eisenbahntechnische Randbedingungen zu beachten. Zum Beispiel darf die Positionsbestimmung nicht mehr als einen Meter abweichen, eine nahezu hundertprozentige Ausfallsicherheit und eine sehr hohe Robustheit gegen Umwelteinflüsse müssen gewährleistet sein.

Mit diesen Prämissen wurde ein Ortungssystem entwickelt, das sich grundlegend aus drei Komponenten zusammensetzt: einem Satelliten-Navigationssystem, einem Wirbelstrom-Sensor und einer digitalen Karte. Jede dieser drei Komponenten übernimmt dabei eine eigene Rolle in der Ermittlung der Fahrzeugposition.

Das Satelliten-Navigationssystem

Der erste Baustein der Ortungsplattform, das Satelliten-Navigationssystem, empfängt die Signale – derzeit des amerikanischen Satellitensystems Global Positioning System (GPS) – und wertet sie aus. In einer späteren Variante der DemoOrt-Plattform soll das neue europäische Satellitensystem „Galileo“ genutzt werden. Für den Empfang sind eine Antenne auf dem Dach des Zuges und ein spezieller Computer als Empfänger im Zug notwendig. Damit kann die DemoOrt-Plattform per Satellit die Position des Zuges auf etwa 10 bis 20 Meter genau ermitteln. Die Position selbst ist nur in Form von Zahlenwerten im so genannten WGS84-Format vorhanden. Das WGS84-Format beschreibt ein weltweit gültiges Koordinatensystem, das allen Punkten der Erde ein eindeutiges Koordinatenpaar zuweisen kann.

Der Wirbelstrom-Sensor

Unter dem Zug hängt an einem Drehgestell der Wirbelstrom-Sensor, der elektromagnetische Signale nach unten auf das Gleis sendet. Diese Signale werden durch das Metall der Gleise reflektiert und an den Wirbelstrom-Sensor zurückgeschickt. Die Signale werden durch Unregelmäßigkeiten im Gleis, wie Schienenbefestigungen, Bestandteile von Weichen oder Ähnliches verändert. Für die Auswertung dieser geänderten Signale benötigt der Wirbelstrom-Sensor eine Datenbank mit zuvor aufgenommenen Referenzsignalen. Die aktuell empfangenen Signale werden mit den Referenzsignalen der Datenbank verglichen und die Unregelmäßigkeit wird dem entsprechen-

den Bauteil des Gleises zugewiesen. Damit können Weichen, die der Zug überfährt, erkannt und einem bestimmten Ort zugeordnet werden.

Die digitale Karte

Die Ortsangaben des Satelliten-Navigationssystems und des Wirbelstrom-Sensors werden in eine Art digitalisierte topografische Atlaskarte aufgenommen. Die digitale Karte ist der Bestandteil eines Ortungssystems, das die Zahlenangaben der Koordinatensysteme mit den Daten einer normalen Landkarte vergleicht. In einer Datenbank werden hierbei die wichtigen Informationen, wie Bahnhöfe, Weichen oder andere Punkte, eingetragen und mit den jeweiligen Koordinaten versehen. Durch Vergleich der Koordinaten des Satelliten-Navigationssystems und des Wirbelstrom-Sensors kann die Position in der Karte gefunden werden. Die einfachen Koordinatenzahlen bekommen also an dieser Stelle einen Namen, beispielsweise einen bestimmten Ortsnamen oder die eindeutige Nummer einer Weiche.

Die Vorgänge, die mittels der digitalen Karte durchgeführt werden, sind vergleichbar mit denen, die im Auto beim Navigationsgerät zu der Anzeige auf dem Display führen. Hier wird die eigene Position auf einem Kartenausschnitt durch einen Pfeil, einen Kreis oder ein Kreuz dargestellt. Eine gleiche Darstellung könnte zwar auch im Zug erfolgen, bei der Eisenbahn ist aber die Ortsinformation an die unterschiedlichen Stellen, die diese Angabe benötigen, zu verteilen und weiterzuarbeiten. Das Stellwerk, das den Bahnverkehr koordiniert, wird auf diese Weise in die Lage versetzt,

eine Gleisfreimeldung zu erteilen und der Triebfahrzeugführer kann sicher sein, dass zum Beispiel der Bremsweg bis zum vorausfahrenden Zug lang genug ist.

Bewährung in der Praxis

Die DemoOrt-Plattform wurde genau beschrieben, die Schnittstellen definiert und erste Komponenten aufgebaut. Jetzt beginnt die interessanteste Phase des Projekts: Die Plattform ist unter realen Bedingungen auf Herz und Nieren zu testen. Über einen Zeitraum von 15 Monaten muss sie im Rahmen von so genannten Feldtests zeigen, was sie kann. Hierbei wird die Plattform durch die Mitarbeiter des DemoOrt-Konsortiums in Züge, die im täglichen Einsatz sind, eingebaut und überwacht. In der Nähe von Karlsruhe und in der Hohen Tatra in der Slowakei wird das System jeweils ein volles Jahr im Einsatz sein.

Ganz gleich, ob Schnee und tiefste Wintertemperaturen in der Hohen Tatra oder hohe Sommertemperaturen in Karlsruhe, ob Gefälle oder Kurven im Hochgebirge oder dichte Waldgebiete im Schwarzwald, die DemoOrt-Plattform muss in allen Wetterlagen, geographischen Situationen und unter allen Streckeneigenschaften bestehen. Erst nach den Feldtests können sich die Wissenschaftler und ihre Partner sicher sein, dass DemoOrt die Erwartungen in Bezug auf Genauigkeit, Verlässlichkeit und auch Robustheit erfüllt.

Autor:

Dipl.-Ing. Matthias Grimm vom DLR-Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung ist DLR-Teilprojektleiter von DemoOrt.