

GPS-gestützte Zugüberwachung

Die optimierte Disposition von Zügen mit Echtzeit-Lokalisierung erhöht die Planungssicherheit und die Wirtschaftlichkeit des Betriebs.

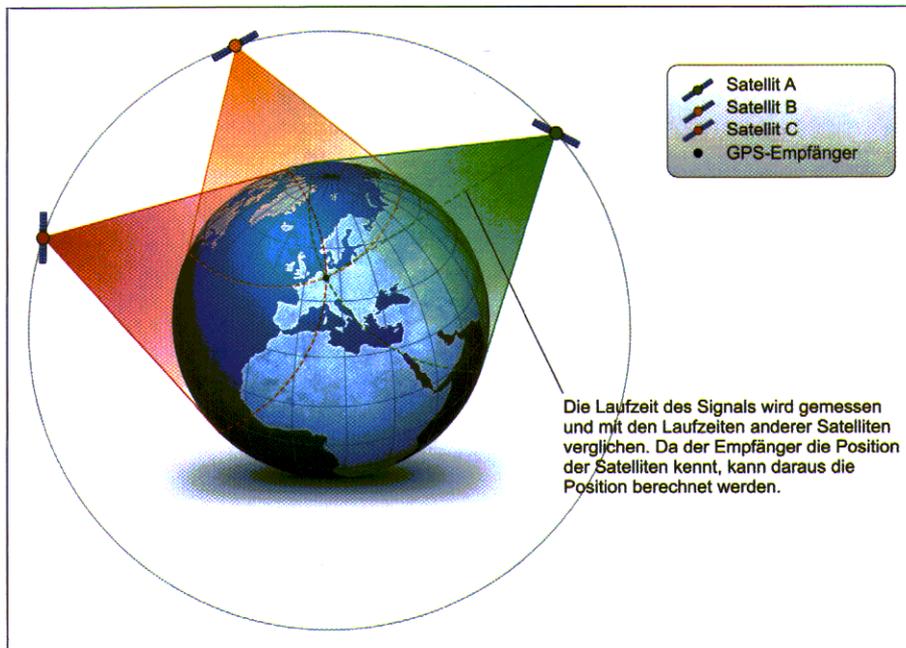


Abb. 1: Funktionsweise von GPS

Christian Neumann
Daniel Haas

Die GPS-Technologie ist im Straßenverkehr seit einigen Jahren zum Standard geworden. Im schienengebundenen Verkehr hingegen werden die Vorteile dieser Technologie bisher kaum genutzt. Und das, obwohl es die moderne GPS-Technologie in Kombination mit fortschrittlichen Dispositionssystemen ermöglicht, eine Lokalisierung von Zügen und Wagen, auch im länderübergreifenden Schienenverkehr, sicherzustellen. Dies versetzt Eisenbahnverkehrsunternehmen in die Lage, Züge und Loks in Echtzeit zu überwachen und effizienter zu disponieren.

Die Technik

Das GPS (Global Positioning System) ist ein satellitengestütztes System zur weltweiten Positionsbestimmung. Ursprünglich für den militärischen Bereich entwickelt, wird GPS heute vermehrt auch im zivilen Umfeld eingesetzt. Die um die Erde kreisenden GPS-Satelliten senden ständig ihre sich ändernde Position und die aktuelle Uhrzeit. Aus der Laufzeit der Signale kann ein GPS-Empfänger dann seine eigene Position, Richtung und Geschwindigkeit

bestimmen (Abb. 1). Ein weitverbreitetes Missverständnis ist, dass das GPS-System auch zur Übermittlung von Positionen eingesetzt werden kann. Dies ist jedoch nicht möglich: GPS-Satelliten senden nur Signale aus. Dagegen ist ein GPS-Empfänger immer passiv. Das heißt, er sendet keine Signale an die Satelliten. GPS dient also ausschließlich der Positionsbestimmung. Um die Position von Geräten entfernt abzufragen, muss die aktuelle Position auf geeignete Weise übermittelt werden. Gerade im mobilen Einsatz bietet sich dafür die GSM-Technologie an.

Die Positionsdaten können dann über das GSM-Mobilfunknetz in regelmäßigen Intervallen übertragen werden. Die Kombination von GPS und Mobilfunk ermöglicht die Ortung von Objekten weltweit.

Ausgangssituation

Im Straßenverkehr ist GPS-Ortung schon lange weit verbreitet und wird vor allem im Lkw-Verkehr häufig eingesetzt. Im Schienenverkehr besitzen GPS-Systeme bis dato eher ein Nischendasein. Dies ist sicher darin begründet, dass in der Vergangenheit die ehemaligen Staatsbahnen hauptsächlich auf ihrer eigenen Infrastruktur fuhrten und daher über die Leitsysteme relativ gut über die Positionen ihrer Züge informiert

waren. Mit der Liberalisierung des Schienenverkehrs jedoch fahren zum einen immer mehr private Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU). Zum anderen sind die Verkehre zunehmend grenzüberschreitend unterwegs.

Der Transport auf unterschiedlichen Infrastrukturen erfordert nicht nur die technische Anpassung der Fahrzeuge. Auch die Zugverfolgung wird aufwändiger, da alle Infrastrukturunternehmen unterschiedliche Schnittstellen zur Verfügung stellen, um Zuglaufinformationen zu erhalten. Das erfordert teure Individuallösungen und Anpassungen, die sich gerade für kleinere Unternehmen nicht rentieren.

Dem gegenüber steht eine wachsende Anzahl von Kunden, die zum Beispiel im Güterverkehr genau wissen wollen, wo sich ihre Güter befinden, und ob sie das Ziel pünktlich erreichen (Tracking und Tracing).

Einsatz von GPS-Technologie im Schienenverkehr

Voraussetzungen

Für den Einsatz eines GPS-Empfängers und einer Sende-Einheit ist eine Stromversorgung zwingend notwendig. Es existieren zwar Produkte, die die Stromversorgung mittels Akkus über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten, aber auch diese Akkus müssen wieder aufgeladen beziehungsweise getauscht werden. Aus den genannten Gründen empfiehlt sich daher der Einsatz von GPS-Technologie besonders in Lokomotiven/Triebwagen oder Wagen, die über eine eigene Stromversorgung verfügen. Dazu gehören beispielsweise Kühlwagen oder die Begleitwagen für die Lkw-Fahrer der RoLa (Rollende Landstraße).

Des Weiteren ist für die Positionierung über GPS eine Sichtverbindung der GPS-Antenne zum Himmel nötig, um die Position präzise bestimmen zu können. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass die Positionsbestimmung in Tunneln, überdachten oder unterirdischen Bahnhöfen nicht oder nur sehr eingeschränkt erfolgt.

Um einen möglichst guten Empfang zu gewährleisten, muss die GPS-Antenne idealerweise auf dem Dach angebracht werden. Dies wiederum erfordert bestimmte Eigenschaften der Antenne, um die Sicherheit im Betrieb zu gewährleisten (z.B. einen Überschlageschutz bei Oberleitungsschäden). Inzwischen sind einige Antennen am

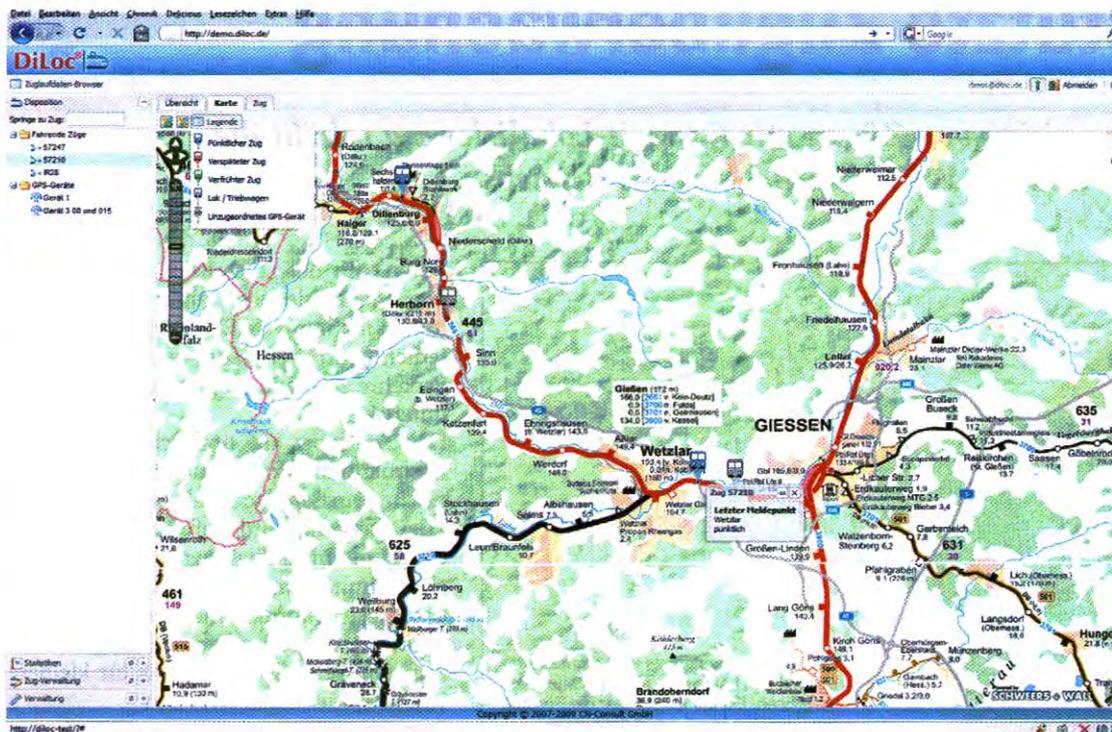


Abb. 2: Echtzeit-Darstellung von Zügen in DiLoc|Rail

Markt, die diese Voraussetzungen erfüllen und zudem eine EBA-Zulassung besitzen. Neben der GPS-Empfangsantenne enthalten diese Antennen in der Regel auch eine integrierte GSM-Antenne. Die Montage solcher Antennen muss natürlich durch entsprechend ausgebildetes Personal erfolgen.

Lokalisierung und mehr

Um aus den Positionsdaten Bewegungsabläufe zu gewinnen, ist es nötig, die aktuelle Position in regelmäßigen Abständen zu übertragen. Da die Übertragung der Positionsdaten via SMS sehr teuer ist, könnte nur selten eine Übermittlung stattfinden, wodurch die Verfolgung des Zuges beispielsweise zur Halterkennung unmöglich wäre. Aus diesem Grund ist eine permanente Internet-Verbindung über GPRS die einzige Alternative. Da ein GPS-Empfänger bei einem kurzen Sendeintervall (< 10 s) sehr viele Daten erzeugt, ist es unabdingbar, diese Positionsdaten intelligent zu selektieren und zu komprimieren. Erst dann ist es mit vertretbaren Kosten erreichbar, die Positionsdaten regelmäßig zu übertragen. Der Einsatz einer solchen Technologie birgt zudem ganz neue Optionen. Durch die ständige Übermittlung der Position über das Mobilfunknetz zu einem geeigneten Server wird eine kontinuierliche Kommunikation mit dem Endgerät aufgebaut. So ist es bei entsprechender Sensorik möglich, zusätzliche Daten zu übermitteln. Dazu gehören zum Beispiel ein aktueller Temperaturwert oder Informationen über einen Türkontakt (auf/zu). Dies bietet über die

reine Ortung hinaus ganz neue Anwendungsmöglichkeiten. Unter anderem ist eine lückenlose Überwachung der Kühlkette oder der Tür realisierbar.

Mittels einer geeigneten Software in der Leitstelle kann jeder einzelne Zug auf einer Karte visualisiert werden. So wird auf einfache Art und Weise ein Überblick über die aktuellen Positionen aller Züge erstellt. Für weitere Informationen wie die Verspätungslage sind jedoch zusätzliche, kontextabhängige Informationen wie Fahrpläne mit einzubeziehen. Dazu ist es notwendig, die aktuelle Position des Zuges, die nur in Form von zwei Koordinaten übermittelt wird, zu interpretieren, um daraus aussagekräftige Informationen zu gewinnen. Hierzu zählt hauptsächlich die Umwandlung von Koordinaten in bekannte Orte und Stationen. Nur auf diesem Weg können aus den reinen Positionsdaten echte Informationen wie zum Beispiel Verspätungen gewonnen werden.

Nutzung der GPS-Technologie in Leitsystemen

Mit geeigneter Leitsystem-Software ist es möglich, die Vorteile der GPS-Ortung für die Disposition und Lokalisierung zu nutzen.

Die webbasierte Anwendung DiLoc|Rail (DiLoc) ist beispielsweise eine solche Software zur Disposition und Lokalisierung im Bahnumfeld. In ihr sind diese Ideen umgesetzt und für Eisenbahnverkehrsunternehmen praxisgerecht nutzbar gemacht. Die von DiLoc genutzte GPS-Hardware unterstützt dabei intelligente Algorithmen,

um die Datenübertragungskosten gering zu halten. So ist es mit überschaubaren monatlichen Kosten möglich, die aktuelle Position des Geräts alle sechs Sekunden zu übertragen. Da die Datenübertragungskosten im Ausland bei entsprechenden Roaming-Verträgen teurer sind, kann das Aktualisierungsintervall im Ausland auf 12 Sekunden gesetzt werden.

Mit Hilfe von komplexen Geofencing-Algorithmen werden aus der Bewegung der Lok Positionsinformationen abgeleitet. Dazu wird der Abstand von bekannten Punkten (Stationen) betrachtet und über die Zeit analysiert. Daraus lassen sich unter anderem folgende Informationen gewinnen: Zug fährt auf Station XY zu; Zug ist bei Station XY angekommen; Zug verlässt Station XY etc. Aus diesen Daten erzeugt DiLoc dann Zuglaufmeldungen, wie sie aus Leitsystemen der Infrastrukturbetreiber bekannt sind (zum Beispiel LeiDis).

Da eine Lok oder ein Triebfahrzeug verschiedene Züge fährt, muss es eine Möglichkeit geben, ein bestimmtes GPS-Gerät einem Zug zuzuordnen. In DiLoc kann dies entweder der Lokführer direkt über eine SMS an das DiLoc-System machen, oder der Disponent kann ein nicht-zugeordnetes GPS-Gerät einem Zug zuweisen. Nach der Zuordnung werden alle erzeugten Zuglaufmeldungen diesem Zug zugeordnet. Durch die Verknüpfung der Zuglaufmeldungen mit einer Zugnummer ist auch der Vergleich mit einem Soll-Fahrplan auf einfache Art möglich. So wird die Verspätungslage direkt in Tabellenform oder auf der Eisenbahn-Landkarte dargestellt. Die

Betriebslage der Züge wird mit farbigen Symbolen gekennzeichnet, wodurch auf einen Blick nicht nur die Position aller Züge, sondern auch deren Betriebslage erkennlich ist (Abb. 2).

Um dem Disponenten hilfreiche Zusatz-Informationen an die Hand zu geben, bietet DiLoc das Kartenmaterial von Schweers + Wall. Mit diesen sehr detaillierten Karten stehen Informationen wie Streckenklassen, Zugsicherungen etc. zur Verfügung. Die einfach zu bedienende Kartenansicht ermöglicht das stufenweise Hereinzoomen in die Karte und ermöglicht so dem Benutzer, den Detailgrad selbst zu bestimmen. DiLoc ist das einzige Produkt, welches die Karten von Schweers + Wall auf diese Art und Weise online direkt in die Software integriert. Gerade im Zusammenhang mit der genauen Ortung über GPS bietet dies außergewöhnliche Vorteile.

Zur Beurteilung der Anschlusslage und Entscheidungsfindung für den Fahrtrieb ist die Anzeige als ZWL-Diagramm (Zeit-Weg-Liniendiagramm) unabdingbar. DiLoc bietet diese Ansicht auf Strecken als Echtzeitanzeige mit unterlegtem Soll-Fahrplan und damit einen optimalen Überblick zur aktuellen Lage. Verspätungen und Anschlüsse sind durch die Live-Vorschau im Voraus zu erkennen, um entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Da die Kenntnis der Ist-Situation bekanntermaßen nur die halbe Information ist, ermöglicht es DiLoc, auf unterschiedliche Weise den Soll-Fahrplan zu hinterlegen. Zum einen können die Fahrplandaten aus den Systemen der EVU oder Infrastrukturbetreiber importiert werden (z. B. NSS-Schnittstelle der DB Netze oder Syfa der SBB Infrastruktur). Zum anderen bietet DiLoc einen sehr intuitiv zu bedienenden Fahrplan-Manager. In diesem Editor kann für jeden Jahresfahrplan eine Standardwoche erfasst werden, in der wochentagsgenau alle fahrenden Züge mit sämtlichen fahrplanrelevanten Informationen hinterlegt werden. Für jede Kalenderwoche und auch jeden einzelnen Tag in der Fahrplanperiode können Ausnahmen zu

dieser Standardwoche eingegeben werden. Ausnahmen sind auf andere Wochen bzw. Tage kopierbar. Beim Erfassen neuer Züge können auch die Fahrpläne bereits bestehender Züge als Vorlage verwendet und angepasst werden. Es ist auch möglich, den Zuglauf eines schon gefahrenen GPS-Zuges als Vorlage für einen Fahrplan zu verwenden. Dadurch werden mit einem Minimum an Erfassungsaufwand selbst umfangreiche Fahrpläne schnell erfasst. Durch die übersichtliche farbliche Darstellung aller Informationen im Fahrplan-Manager können Abweichungen zum Standardfahrplan sofort erkannt werden.

Neben der Darstellung des Soll-Ist-Vergleiches im ZWL-Diagramm können alle Zuglaufinformationen in tabellarischer Form live angezeigt und ausgewertet werden. Das Setzen von Filtern nach beliebigen Kriterien unterstützt so zum Beispiel die Anzeige nur der verspäteten Züge in einer Tabelle.

Durch das Erzeugen von Zuglaufmeldungen für jeden Zuglauf stehen Eisenbahnverkehrsunternehmen, die GPS einsetzen, die umfangreichen Möglichkeiten des Statistik-Moduls von DiLoc|Rail zur Verfügung. Jede eingehende Meldung ist in Echtzeit auch in der statistischen Auswertung verfügbar. Dadurch kann die Pünktlichkeit mit verschiedenen Kennzahlen und Grafiken ausgewertet werden. Dies ermöglicht dem Betreiber, Engpässe im Fahrplan zu erkennen und bei der Planung des nächsten Fahrplans zu berücksichtigen. DiLoc und die Ortung über GPS sind deshalb auch hilfreiche Werkzeuge für die effiziente Planung und Disposition und bieten sowohl für die Produktionsleitung als auch die Geschäftsleitung wertvolle Führungsmittel.

Auch der Mischbetrieb von GPS mit anderen Systemen wie beispielsweise LeiDis oder ILTIS wird unterstützt und Züge lassen sich auf die gleiche Art und Weise überwachen.

Fazit

GPS-Technologien lassen sich mit entsprechendem Know-how hervorragend im

Bahnumfeld einsetzen und bieten neben den reinen Ortungsdaten auch die Option, weitere Daten wie Temperaturen oder Türkontakt-Informationen zu übermitteln. Technische Defizite und hohe Kosten gehören mittlerweile der Vergangenheit an. Kombiniert mit einer fortschrittlichen Software, ist eine leistungsstarke Echtzeit-Überwachung möglich, die die herkömmliche Zugüberwachung reformiert. Insbesondere im Verkehr auf Streckennetzen ohne Zuglaufdaten-Schnittstelle und im grenzübergreifenden Verkehr können solche GPS-Lösungen ihre Stärken voll zur Geltung bringen.



Christian Neumann

Geschäftsführer, CN-Consult GmbH
christian.neumann@cn-consult.eu



Daniel Haas

Produktmanager DiLoc,
CN-Consult GmbH
daniel.haas@cn-consult.eu

Summary

Using GPS-Positioning in railway systems is affordable and viable today.

Using the right hard- and software to transmit the positioning data in regular intervals allows realtime tracing of running trains. Combined with a powerful guidance system, such as DiLoc|Rail, its even possible to generate train-run messages to convert the positioning data into speakable messages. Furthermore this allows to compare the live-messages with the schedule to generate accurate lateness information. Particularly in rail traffic, which crosses country borders, or where no other information about running trains are available, GPS proves to be a great way to locate and manage running trains.