

# GPS-unterstützte Standort synchronisation

Die heutigen technisch sehr fortgeschrittenen Gleisgeometriemesssysteme ermöglichen eine hohe Genauigkeit und Wiederholbarkeit für eine große Vielfalt von Parametern im Bereich der Gleisgeometrie und der gleisbezogenen Messungen. Diese Genauigkeit kann auch bei Messgeschwindigkeiten von 250 km/h und darüber gleichbleibend erzielt werden, wodurch es möglich ist, dass selbst die kleinsten Gleisunregelmäßigkeiten identifiziert werden. Auch wenn Genauigkeit und Wiederholbarkeit der geometrischen Messungen sehr wichtig sind, ist es ebenso wichtig, diese Messwerte genau dem richtigen Standort zuzuordnen.

## 1 Einleitung

Die Ortungssynchronisation der Gleisgeometrieparameter wurde bisher üblicherweise von einem Bediener des Messfahrzeuges vorgenommen, indem dieser den genauen Standort eintrug (in Form eines laufenden Abstandes von einem vorgegebenen Nullpunkt) und dann zum richtigen Zeitpunkt den Synchronisationsknopf drückte. Es ist sicherlich vorstellbar, dass es eine sehr schwierige, wenn nicht gar völlig unmögliche Aufgabe für den Bediener ist, den Standort einzutragen und den Synchronisationsknopf zum richtigen Zeitpunkt zu drücken, insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten.

## 2 Standort synchronisation mittels Gleisinstallationen

Mit händischer Ortungssynchronisation bei Geschwindigkeiten von über 150 km/h können wiederholte Standortbestimmungen mit einer Genauigkeit von nur fünf Metern erreicht werden. Da die händische Standort synchronisation so ungenau und fehleranfällig ist, werden oft Vorrichtungen wie Magnete oder Balisen verwendet. Diese Vorrichtungen sind im Gleis befestigt und ihre Standorte sind bekannt. Wenn der Messwagen über eine solche fixe Gleisinstallation fährt, wird ein automatisches Signal gesendet, so dass der Bedie-

ner keinen Synchronisationsknopf mehr drücken muss. In den meisten Fällen funktioniert diese Lösung zufriedenstellend, jedoch ist die Zuverlässigkeit nicht garantiert, da es vorkommen kann, dass die Gleisvorrichtungen sich außerhalb vom Ortungsbereich befinden oder von ihren richtigen Standorten entfernt wurden. Außerdem ist der Bediener weiterhin dafür verantwortlich, den richtigen Standort und die dazugehörige Kopfzeileninformation einzugeben, damit der Überschreitungsbericht erstellt werden kann (die Kopfzeileninformation enthält die Strecke, den Code, das Gleis u.s.w.).

## 3 Automatische Standort-Detektoren

Eine bessere Methode der Ortungssynchronisation ist der Einsatz von intelligent kodierten ALDs (Automatic Location Detectors = automatische Ortungsdetektoren). Jeder ALD auf der Strecke hat entweder seine einzigartige Identifikationsnummer gespeichert, die einer Eintragung in einer Datenbank entspricht, in der Standort und Kopfzeileninformation enthalten sind, oder er hat die gesamten Standort- und Kopfzeilendaten gespeichert, die er an den Hostcomputer sendet. Wenn der Messwagen an einem ALD vorbeifährt, werden der Standort und die Kopfzeileninformationen automatisch auf die richti-

**Dr. Günther Oberlechner**

Abteilungsleiter für computergestützte Gleisgeometrie-Analysiersysteme der Plasser-Gruppe. —



**Dipl.-Ing. Bernhard Metzger**

Arbeitete 1993-1998 beim Fraunhofer Institut als Elektrotechniker mit Schwerpunkt auf Forschung und die Entwicklung von Anwendungen mit Laser. Seit 1994 arbeitet er mit Plasser Meß-Systemen. —

Anschrift der Autoren  
Oberlechner und Metzger: Plasser American Corporation, 2001 Myers Road, Chesapeake, VA 23324, USA.



**Jan Zywiell**

Produktleiter für bahntechnische Anwendungen des Applanix-Systems (POS). —

Anschrift: Applanix, 85 Leek Crescent, Richmond Hill, Ontario L4B 3B3, Canada.



gen Werte aktualisiert. Ein Nachteil dieses Systems ist jedoch, dass es sehr kostspielig ist, diese Detektoren im gesamten Gleisnetz zu installieren. Außerdem können die Wartungsmaschinen die ALDs leicht beschädigen oder verrücken.

## 4 GPS-unterstützte Ortungssynchronisation

Um die Nachteile der oben genannten Ortungssynchronisations-Ansätze zu überwinden, haben Plasser American Corporation aus Chesapeake, Virginia, USA und Applanix Corporation aus Richmond Hill, Ontario, Kanada, GALS (GPS Aided Location Synchronisation) entwickelt und eingesetzt, einen GPS-un-

terstützten Standort Synchronisations-Vorgang. Die GALS-Funktionsweise ist in dem Applanix POS/TG (Position and Orientation System for Track Geometry = Standort- und Orientierungssystem für Gleisgeometrie) Messsystem implementiert.

Die Arbeitsweise von GALS besteht darin, zuerst die geographischen Standorte (Breiten- und Längengrade) der betreffenden Punkte, d.h. der Synchronisationspunkte, in einer Datenbank zu speichern. Während einer Messfahrt wird dann kontinuierlich der Abstand zwischen dem derzeitigen Standort des Messwagens und dem entsprechenden Synchronisationspunkt von GALS minimiert. Wenn dieses Minimum erreicht ist, erteilt GALS eine Synchronisationsmitteilung und ein Synchronisationssignal. Dieser Vorgang ist sowohl vollautomatisch wie auch zuverlässig.

Mit Hilfe des Integrierten Inertial-Navigations-Algorithmus (IIN) berechnet Applanix POS/TG den derzeitigen Standort des Messwagens. IIN mischt die Inertialdaten optimal mit den Daten der Hilfsensoren, wie dem Empfänger des Globalen Positionierungs-Systems (GPS). GPS ist eine Dienstleistung, die ursprünglich für das amerikanische Militär entwickelt wurde und jetzt der Öffentlichkeit zugänglich ist. Anhand der 24 Satelliten, die die Erde umkreisen, liefert GPS den Nutzern weltweit eine Standortbestimmung mit einer Genauigkeit von wenigen Metern. Wenn eine höhere Ortungsgenauigkeit gefordert ist, wie das bei der Ortungssynchronisation der Fall ist, wird differentiales GPS

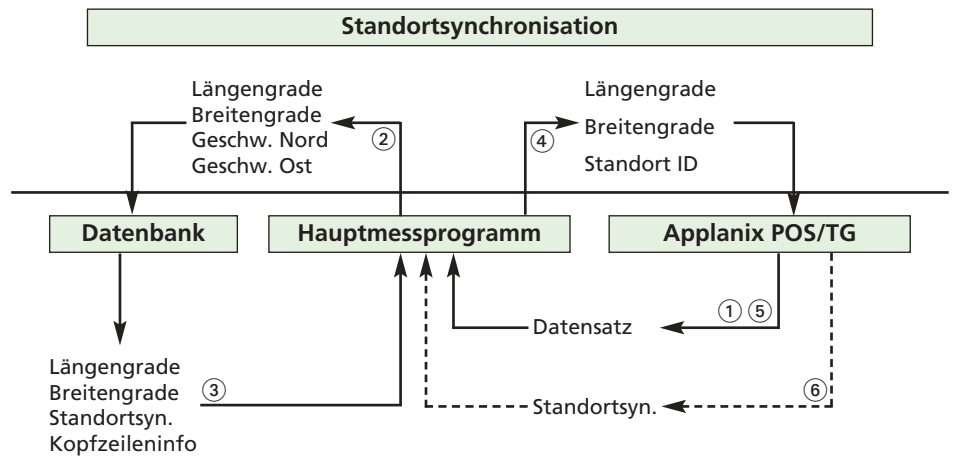


Bild 1: Datenfluss im GALS-Vorgang

(DGPS) verwendet. Mit DGPS kann eine Genauigkeit von ein paar Dezimetern oder noch höher im Echtzeitbetrieb erreicht werden.

Es gibt mehrere Vorteile, die für die Verwendung des gemischten GPS-inertialen Standorts von POS/TG sprechen, anstelle der Standortangabe direkt vom GPS Empfänger. Erstens und ausschlaggebend ist die Datenintegrität. Der GPS Standort kann aufgrund von Ausfällen, die üblicherweise durch die Unterbrechung der Sichtlinie zwischen der GPS-Antenne und den Satelliten verursacht werden, nicht immer zugänglich sein. Dies kommt oft vor, wenn Brücken, Tunnel und andere Eisenbahninfrastruktur es verhindern, dass die Satellitensignale die GPS-Antenne erreichen. Im Gegensatz zu GPS ist die POS/TG Standortbestimmung kontinuierlich zugänglich, da die Inertialkomponente des IIN die Stand-

ortdaten auch dann liefert, wenn keine GPS Daten vorhanden sind (wobei die Genauigkeit bei längeren Ausfällen etwas abnehmen kann). Der zweite Vorteil ist die Häufigkeit der Standortangaben. Die meisten GPS-Empfänger liefern Standortangaben jede Sekunde. Beispielsweise liefert GPS bei einer Geschwindigkeit des Messwagens von 80 km/h (oder etwa 22 m/s) alle 22 m eine Standortangabe. POS/TG berechnet die Navigationsdaten 200 Mal pro Sekunde. Bei 80 km/h wird somit der Standort alle 0,11 m berechnet. Der dritte Vorteil liegt in der Reduzierung der Fehlerwerte, da die Mischung der GPS-Daten mit den inertialen Daten zu ausgeglicheneren GPS-Standortangaben führt.

Im Vergleich zu den anderen hier angesprochenen Methoden ist die GPS-unterstützte Ortungssynchronisation die fortschrittlichste und zuverlässigste Stand-

Bild 2: Gleismessfahrzeug EM 250 der Österreichischen Bundesbahnen — seit Beginn des Jahres 2000 ist das GPS-unterstützte Standort-synchronisationssystem in Verwendung.





**Bild 3:** Arbeitsplatz des Messfahrzeuges EM 250 – im Hintergrund ein Tastenpult zur Eingabe von Ereignismarkierungen.

ortsynchronisationsmethode, die derzeit verfügbar ist. Sie verbindet alle Vorteile und eliminiert alle Nachteile der anderen Synchronisationsmethoden, die derzeit im Einsatz sind. Die Hardware, die für die GALS-Bearbeitung notwendig ist, besteht aus dem Plasser Computer System, dem Applanix POS/TG Gleisgeometrie-Messsystem (mit eingebautem GPS-Empfänger) und einem differentiellen GPS Empfänger. Es erübrigt sich, irgendeine Hardware entlang der Gleise zu installieren.

Referenzstandorte (Synchronisation) können anhand der Daten von Messfahrten mit Hilfe von POS/TG festgelegt werden (mit erhöhter Genauigkeit, falls notwendig, durch die Nachbearbeitung der erhobenen Daten). Der Vorgang ist automatisch und genau und bedarf kei-

ner manuellen Messarbeiten. Alternativ dazu können die Synchronisationspunkte von einem — falls vorhandenen — GIS (Geographical Information System = geographisches Informationssystem) abgeleitet werden.

Die standardmäßige Plasser American Corporation Datenbank beinhaltet Synchronisationspunkte sowie zusätzliche Ereignispunkte und Kopfzeileninformationen für das gesamte Streckennetz. Somit wird ein Zusammenhang zwischen jedem Synchronisationspunkt und der dazugehörigen Kopfzeileninformation erstellt. Dies ermöglicht den Auszug der Kopfzeileninformation, wenn der Messwagen einen Synchronisationspunkt überfährt.

Bild 1 stellt die Funktionsweise der GPS-unterstützten Standortsynchronisation dar.

Der Datenfluss in der GPS-unterstützten Standortsynchronisation erfolgt wie nachstehend erklärt :

1. Applanix POS/TG sendet kontinuierlich den derzeitigen Standort des Messwagens (Längengrade und Breitengrade) sowie den Geschwindigkeitsvektor (nördliche und östliche Komponenten) an das Hauptmessprogramm.
2. Einmal pro 100 m gefahrene Strecke sendet das Hauptmessprogramm diese Daten an das Datenbankbearbeitungsprogramm.
3. Das Datenbankbearbeitungsprogramm durchsucht die Datenbank des Streckennetzes, sortiert alle Standortsynchronisationseingaben aus, die sich innerhalb eines Halbkreises mit einem festgelegten Radius vor dem Messwagen befinden, und sendet diese an das Hauptmessprogramm.

4. Das Hauptmessprogramm versieht diese Standortsynchronisationseingaben mit einzigartigen Identifikationsnummern und leitet sie an Applanix POS/TG weiter.
5. a) Applanix POS/TG überprüft die Standortsynchronisationsdaten und filtert ungültige Datensätze aus.  
b) Wenn POS/TG feststellt, dass der Messwagen sich dem Synchronisationsstandort nähert und sich in unmittelbarer Nähe des Synchronisationsstandorten befindet, sendet es die entsprechende Standortidentität zurück an das Hauptmessprogramm.
6. a) Wenn der Messwagen den Synchronisationsstandort erreicht, erzeugt das Applanix POS/TG System eine Synchronisationsmitteilung und einen Synchronisationsimpuls.  
b) Das Hauptmessprogramm ändert den Standort und die Kopfzeileninformation auf die Angaben der Standortidentität.

## 5 Zusammenfassung

Das GPS-unterstützte Standortsynchronisationssystem wird zur Zeit von den ÖBB (Österreichische Bundesbahnen) verwendet. Bei der ÖBB ist das System seit Beginn des Jahres 2000 im Einsatz. Der tägliche Betrieb hat bewiesen, dass die GPS-unterstützte Standortsynchronisation ein wertvolles Werkzeug ist, um die Standortdaten und Kopfzeileninformationen zu erhalten und auf zuverlässige Weise die Gleisgeometrie- und Gleismessdaten ihren Standorten zuzuordnen.

### Résumé

#### GPS Supported Location Synchronization

The ÖBB (Austrian Railroad) is currently using the GPS supported location synchronization system. The ÖBB has used the system since the beginning of 2000. Daily operation has shown that the GPS supported location synchronization is a valuable tool to maintain the location data and headline information and to assign the platform geometry and platform measurement data to their location in a reliable manner.

### Récapitulation

#### Synchronisation de site assistée par le GPS

Le système de synchronisation de site assisté par le GPS est actuellement utilisé par les ÖBB depuis le début de l'an 2000. Le service quotidien a montré que la synchronisation de site assisté par le GPS est un outil précieux pour obtenir les données sur la position et les informations d'entête, et pour affecter de façon fiable les données concernant la géométrie et l'auscultation de la voie à leurs positions respectives.

### Resumen

#### El sistema GPS (Sistema de posicionamiento global): Control sincronizado del emplazamiento

La empresa de ferrocarriles austriacos ÖBB viene utilizando ya desde principios del año 2000 el sistema de control sincronizado del emplazamiento asistido por el dispositivo GPS (sistema de posicionamiento global). El uso cotidiano del sistema ha demostrado que el control sincronizado asistido por GPS es una valiosa herramienta para recibir los datos de ubicación y las informaciones básicas (titulares de cabecera) y poder de esta forma relacionar con fiabilidad los datos de medición y de geometría de los andenes con los emplazamientos correctos.