

GNSS-INDOOR – INNOVATIVE TECHNOLOGIEN UND DEREN DEMONSTRATION ZUR ORTUNG IN GEBÄUDEN

O. Kalden ⁽¹⁾, A. Jungstand ⁽²⁾, F. Zimmermann ⁽¹⁾

⁽¹⁾VEGA IT GmbH, Europaplatz 5, 64293 Darmstadt

⁽²⁾ cesah GmbH Centrum für Satellitennavigation Hessen,
Robert-Bosch-Straße 7, 64293 Darmstadt

Zusammenfassung

Viele Anwendungen basieren auf Ortung durch Satellitennavigation. Allerdings stößt Satellitennavigation innerhalb von Gebäuden und in ihrem unmittelbaren Umfeld auf ihre Grenzen. Durch Hindernisse und Abschattung werden die Navigationssignale gedämpft. Hier versprechen Indoor-Ortungstechnologien in Kombination mit Satellitenortung höhere Systemverfügbarkeit und Ortungsgenauigkeit. Durch Entwicklung innovativer Technologien können Sicherheit in Gebäuden erhöht und neue Märkte erschlossen werden.

Das Ziel des Vorhabens GNSS-INDOOR ist die Erprobung unterschiedlicher Technologien zur Ortung von Personen, Fahrzeugen und Gütern in unterschiedlichen Gebäudetypen, Analyse der Leistungsfähigkeit einzelner Systeme, Entwicklung eines Konzepts zur kombinierten Nutzung und Integration ausgewählter Einzelsysteme und schließlich die Auswertung und Identifikation geeigneter Technologien für zukünftige Anwendungen.

Für GNSS-INDOOR-Anwendungen gibt es eine Vielzahl von Einsatzbereichen. Es besteht auch die Möglichkeit, mit einigen der Anwendungen neue Märkte zu erschließen. Der Schwerpunkt im vorliegenden Projekt liegt im Bereich der Logistik-, Sicherheits- und Massenmarktanwendungen. Daher wurden zunächst mögliche Anwendungsszenarien in diesen Bereichen untersucht und daraus die anwendungsspezifischen Nutzeranforderungen abgeleitet.

Nach der Marktanalyse und Bestandsaufnahme verfügbarer Ortungs- und Kommunikationstechnologien wurde der Systementwurf angegangen. Auf der Grundlage der Nutzeranforderungen und nach Auswertung und Auswahl geeigneter Technologien wurde ein Grobentwurf erstellt, der ein Komponenten-Baukasten für Ortungs- und Navigationssysteme für Anwendungen im Innenbereich darstellt. Ausgehend von diesen Arbeiten wurde der detaillierte Entwurf des GNSS-INDOOR Systems entwickelt. Mit diesem Demonstrator werden in Labor- und Feldversuchen die Leistungsfähigkeiten des Systems und der eingesetzten Technologien anhand von realitätsnahen Anwendungsszenarien erprobt und demonstriert. Anschließend werden diese Ergebnisse evaluiert, ein Aktionsplan für die Verwertung erstellt und Geschäftsmodelle für die Verwertung erarbeitet.

Aktuell befindet sich das aus mobilen Endgeräten, Infrastruktur, Ortungs- und Anwendungsservern bestehende System in der Realisierungs- und Integrationsphase. Einige Komponenten und Teilsysteme sind fertig gestellt worden und erste Ergebnisse liegen bereits vor. Bereits fertig gestellte Teilsysteme sind u.a. Map Matching Algorithmen für die Verbesserung der Positionslösung, Ultraschall- Video-Ortung, RFID-Handschuh, Infrastruktur, Ortungs-Referenzsystem, WLAN-Umgebung, Server (Ortung, Kommunikation, Prozesssteuerung, Datenaufzeichnung- und auswertung) und Sensorfusion von GNSS, WLAN, GSM.

Der vorliegende Beitrag beschreibt nach kurzer Erläuterung der Motivation die Vorgehensweise im Vorhaben GNSS-INDOOR, das entwickelte System und präsentiert erste Ergebnisse.

1. MOTIVATION

Viele Anwendungen basieren auf Ortung durch Satellitenavigation. Allerdings stößt Satellitenavigation innerhalb von Gebäuden und in ihrem unmittelbaren Umfeld auf ihre Grenzen. Durch Hindernisse und Abschattung werden die Navigationssignale gedämpft. Hier versprechen Indoor-Ortungstechnologien in Kombination mit Satellitenortung höhere Systemverfügbarkeit und Ortungsgenauigkeit. Durch Entwicklung innovativer Technologien können Sicherheit in Gebäuden erhöht und neue Märkte erschlossen werden.

Das Ziel des Vorhabens GNSS-INDOOR ist die Erprobung unterschiedlicher Technologien zur Ortung von Personen, Fahrzeugen und Gütern in unterschiedlichen Gebäudetypen, Analyse der Leistungsfähigkeit einzelner Systeme, Entwicklung eines Konzepts zur kombinierten Nutzung und Integration ausgewählter Einzelsysteme und schließlich die Auswertung und Identifikation geeigneter Technologien für zukünftige Anwendungen.

2. VORGEHENSWEISE

Für die Entwicklung eines Prototyps für Demonstration des GNSS-INDOOR-Systems wurde eine anwendungs- und benutzerorientierte Vorgehensweise gewählt. In diesem Abschnitt sind die Schritte dieser Methodik von der Definition der Anwendungen bis zum detaillierten Entwurf des für Feldversuche vorgesehenen Systems beschrieben.

Für GNSS-INDOOR-Anwendungen gibt es eine Vielzahl von Einsatzbereichen. Es besteht auch die Möglichkeit, mit einigen der Anwendungen neue Märkte zu erschließen. Der Schwerpunkt im vorliegenden Projekt liegt in den Anwendungsbereichen Massenmarkt, Industrie und Sicherheit.

Daher wurden zunächst mögliche Anwendungsszenarien in diesen Bereichen untersucht und daraus die anwendungsspezifischen Nutzeranforderungen abgeleitet. Die dabei näher betrachteten Anwendungen sind

- Massenmarkt
 - Touristen- oder Eventführer
 - Ortsbezogene Werbung
- Industrie
 - Gesicherte Warenkette
 - Gepäckwagenmanagement
 - Hafenspezifische Navigation
 - Gesicherter Warenübergang im Logistikzentrum
 - Personenstrommanagement
- Sicherheit
 - Erweiterter Notruf mit Positionsangeben (E112)
 - Verfolgung sicherheitskritischer Gegenstände
 - Personenortung

Dabei wurde schon in der Beschreibungsphase der Anwendungen Wert auf eine Formale Methodik gelegt. Zur Beschreibung von GNSS-INDOOR-Anwendungsfällen und der Funktionalen Dekomposition der entsprechenden Systeme wurde die Systemmodellierungssprache SysML (System Modeling Language) eingesetzt. Die SysML-Anwendungsfalldiagramme sind Grundlage für die Identifikation von Systemkomponenten und -funktionen. Bei dieser Art der Vorgehensweise spricht man vom Modellbasierten Entwurf (Model-Driven Design).

Die Verwendung von SysML hat den Vorteil, dass die Systeminformationen zwischen unterschiedlichen Projektpartnern unmissverständlich kommuniziert werden. Darüber hinaus erlaubt diese standardisierte Notation die Modellierung von z.B. Anwendungsfällen, Systemanforderungen, funktionalen Blockdiagrammen und Aktivitäten in einer Entwicklungsumgebung inklusive der Systemdokumentation. Das folgende Bild zeigt beispielhaft die Darstellung eines Anwendungsfalls im Logistikbereich.

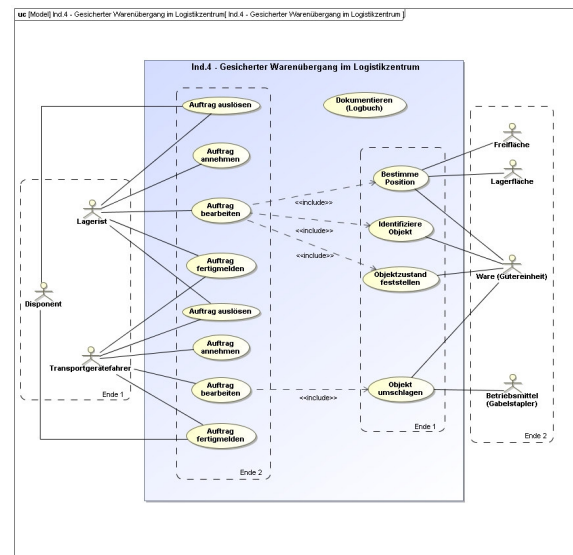


BILD 1. SysML Darstellung einer Logistik-Anwendung

Basierend auf diesen Anwendungsszenarien in den ausgewählten Bereichen wurden die entsprechenden Nutzeranforderungen abgeleitet, wobei Anforderungen teilweise auch durch Nutzerbefragungen und Marktrecherchen gewonnen wurden. Diese Anforderungen gliedern sich z.B. für logistische Anwendungen in folgenden Kategorien

- Funktionale Anforderungen
- Abdeckung
- Ergonomie
- Genauigkeit
- Kapazität
- Verfügbarkeit

Nach der Marktanalyse und Bestandsaufnahme der für die betrachteten Anwendungen geeigneten Technologien erfolgte der Grobentwurf eines Komponenten-Baukastens für Orts- und Navigationsanwendungen im Innenbereich.

Ein Beispiel für ein GNSS-INDOOR System für industrielle Anwendungen ist in BILD 2 gegeben. Das System besteht aus den Komponenten

- Geschäftsinformationssystem
- Überwachungssystem
- Ortungssystem
- Mobilien Endgeräten
- Logistik-Datenbank
- Positionsserver
- Kommunikationssystem

Die Schnittstellen der Komponenten sind nach den über diese Schnittstellen zu übertragenden Daten genant, z.B.:

- Anwendungsspezifische Informationen
- Positionsdaten
- Zustandsdaten (Temperatur, Luftfeuchte im Container)
- Sensordaten (Ortungssensoren)

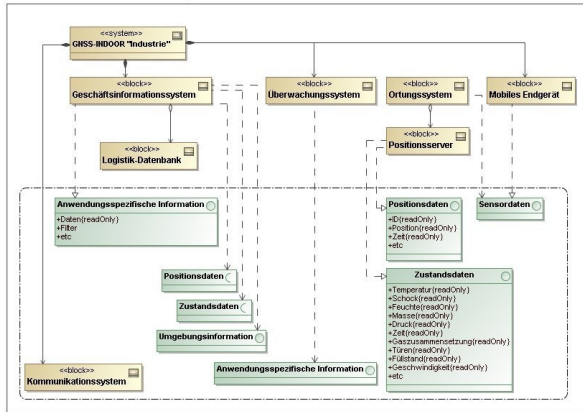


BILD 2. Funktionale Dekomposition industrielles GNSS-INDOOR System

Im Rahmen des Vorhabens GNSS-INDOOR wurden u.a. folgende Technologien für Ortungssysteme im Innenbereich betrachtet und ausgewertet:

- Satellitengestützte Systeme
GPS, EGNOS, Galileo
- GSM Basierte Systeme
Cell-ID, Cell-ID plus Nachbarzellen, Assisted GPS
- Inertiale Navigationssysteme (INS), Koppelnavigation
- WLAN
- RFID
- Ultraschall
- Ultraweitband (UWB)
- Unterstützende Systeme
Map Matching, Videoortung, Kombinierte Verfahren

Dabei wurden auch bereits verfügbare Technologien bzw. im Einsatz befindliche Systeme der Projektpartner in das Projekt eingebracht.

Nach dem Grobentwurf nach Baukasten-Prinzip wurde der detaillierte Entwurf der Systemkomponenten und Prototypen für die Labor- und Feldversuche angegangen.

3. SYSTEMBESCHREIBUNG

Aufbau und Schnittstellen des GNSS-INDOOR Gesamtsystems sind in BILD 3 dargestellt. Durch seine skalierbare Konzeption kann das System unterschiedlichen Anwendungen, Nutzeranforderungen bzw. Datenaufkommen angepasst werden.

Ausgewählte Systemkomponenten sind nachfolgend näher erläutert.

3.1. Mobile Endgeräte

Links im Systembild ist das GNSS-INDOOR Mobile Gerät dargestellt. Es basiert auf einem PDA und besitzt einen GPS Empfänger und eine WLAN Schnittstelle und eignet sich damit für GPS, GSM und WLAN Ortung. Ferner ermöglicht die serielle Schnittstelle den Anschluss von Sensorik zur Aufnahme und Übermittlung zusätzlicher Zustandsinformationen wie z.B. Luftfeuchte oder Temperatur.

3.2. Kommunikationsgateway

Das Kommunikationsgateway dient dazu, die unterschiedlichen Schnittstellen zur Datenübertragung vom und zum Endgerät zu bündeln. Dort liegen folgende Kommunikationsmethoden vor:

- GPRS
- SMS
- UMTS
- WLAN

Alle vier Methoden lassen sich auf unterer Ebene auf das Übertragungsprotokoll TCP/IP zurückführen, das einen transparenten Kanal für beliebige paketvermittelte Datenströme bietet. Das Gateway ist rückkanalfähig bzw. bidirektional.

Die verschiedenen in GNSS INDOOR zum Einsatz kommenden Ortungsverfahren teilen sich in client- und servergestützte Systeme auf. Während clientgestützte Systeme wie GPS bereits eine fertige Koordinate ermitteln und übermitteln können, ist dies bei servergestützten Verfahren wie GSM und WLAN nicht der Fall – hier ist eine serverseitige Aufbereitung der Rohdaten nötig, durch die die benötigte Koordinate dann ermittelt werden kann. Das Gateway ist auf diese Aufgabe vorbereitet und bietet verschiedene Ausgangsschnittstellen an.

- INDOOR-Ortungsserver, für GSM-, GPS-, WLAN-Ortung
- Hybrid-Ortungsserver, für RFID-, UWB-, Video-Ortung
- Ausgangsschnittstelle für Zustandsdaten weiterer Sensoren

3.3. Ortungsserver

Der INDOOR-Ortungsserver bietet die folgenden Funktionen:

- Ortungsverfahren GSM
- Ortungsverfahren GPS
- Ortungsverfahren WLAN

Die Daten werden über eine Schnittstelle zur Verfügung gestellt. Dort können für alle Ortungsverfahren WGS84-Daten inklusive einer Güteeinschätzung abgerufen werden.

Der Hybrid-Ortungsserver steuert die angebotenen Ortungssysteme und verarbeitet die Koordinaten der Systeme (Videoanalyse, bakenbasierte und punktbezogene RF-Identifikation). Die jeweilig aus diesen Systemen erhaltenen Daten werden bewertet und anschließend mit einer Aussage zur Güte der Koordinaten an den INDOOR-Ortungsserver im WGS84 - Format übergeben.

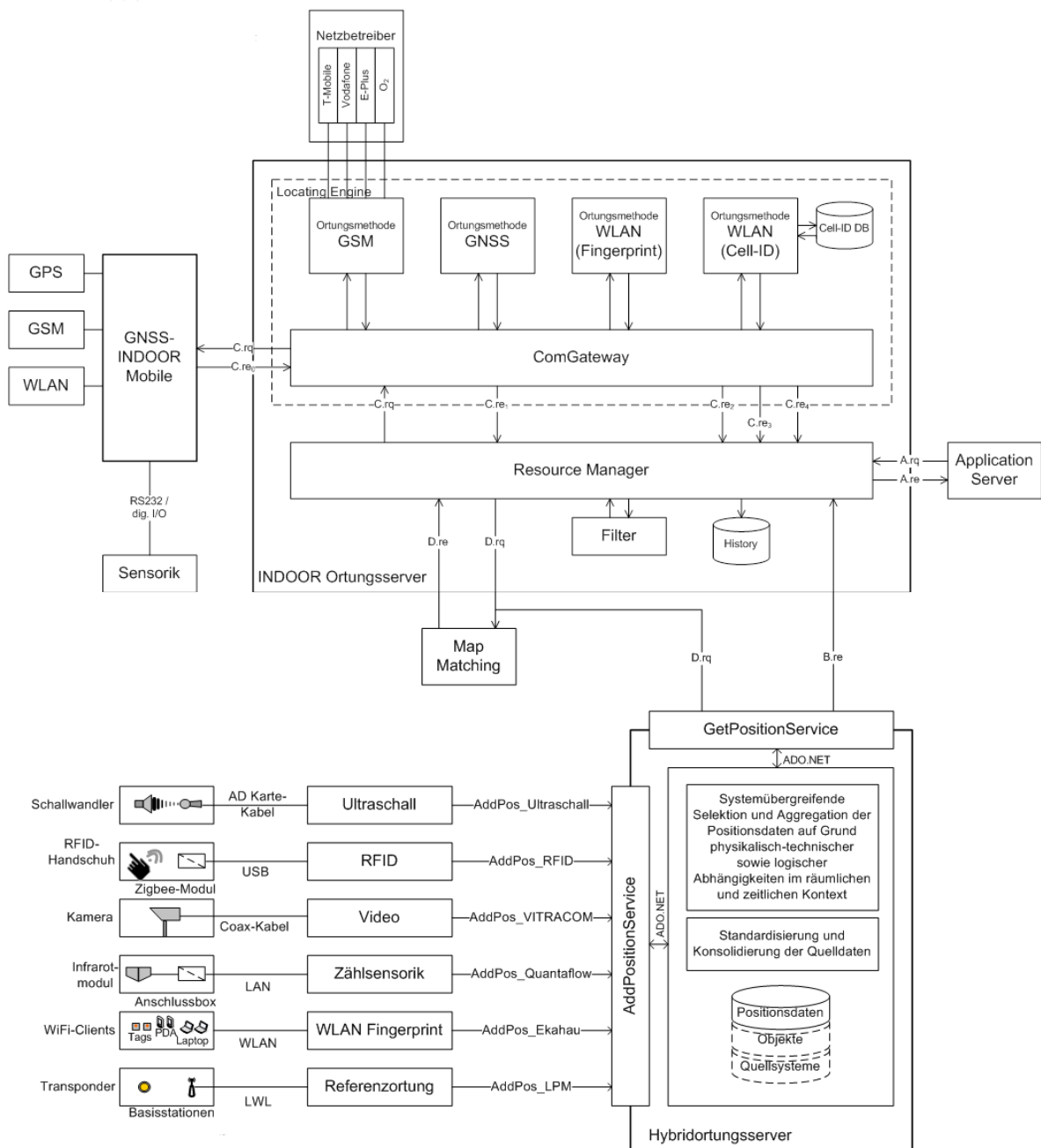


BILD 3. Aufbau und Schnittstellen des GNSS-INDOOR Gesamtsystems

3.4. Anwendungsserver

Im Anwendungsserver (EIP, Enterprise Information Portal) werden die Positionsdaten in einer internen Datenbank aufgezeichnet. Hierbei handelt es sich ausschließlich um bewertete Positionsdaten, die in der vorgelagerten INDOOR-Plattform Filtering und Map Matching durchlaufen haben und somit für die Abbildung von Prozessabläufen direkt zur Verfügung stehen. So kann bspw. über-

wacht werden, ob sich ausgewählte mobile Endgeräte ab einem fixierten Zeitpunkt in einem referenzierten Bereich befinden. Daraus folgernd können Prozesszustände zeitnah visualisiert und vordefinierte Aktionen wie Alarmer o.ä. ausgelöst werden.

Darüber hinaus lassen sich von Sensormodulen gelieferte Zustandsinformationen in die Prozessabbildung integrieren. Die bei der Prozessautomatisierung erzielbaren Synergieeffekte basieren dabei auf die Kopplung der Positionen und Betriebszustände von Objekten. Störgrößen im Gesamtprozess werden rechtzeitig erkannt und

weitest gehend kompensiert.

Das nachstehende BILD 4 zeigt die Anzeige von Positionsdaten auf dem Anwendungsserver EIP.

Positionsdaten:

Area: Creation Date/Time: -

Methode: Locating Date/Time: -

Matching at Date/Time:

MID:	MID	CREATION DATE/TIME	VERS.	LOCATING DATE/TIME	SID	POSITION	SENSORDATA
- all - +491736012065 - +491736012067 - +491790000001	+491736012065	08.07.2008 16:31:41	1.0	08.07.2008 16:28:44	1f658f32eb4e3b8163	LAT: 52.314625 LON: 10.55319 ALT: 0.0 ACC: 100.0 METH.: 0000100	null
	+491736012067	08.07.2008 16:32:05	1.0	08.07.2008 16:29:30	120080708163539587792808	LAT: 52.314158 LON: 10.55735 ALT: 0.0 ACC: 100.0 METH.: 0000100	null
	+491736012065	08.07.2008 16:32:58	1.0	08.07.2008 16:29:57	1f8ee9a503c335b2	LAT: 52.314625 LON: 10.55319 ALT: 0.0 ACC: 100.0 METH.: 0000100	null
	+491736012065	08.07.2008 16:33:22	1.0	08.07.2008 16:30:30	120080708163648293781572	LAT: 52.314625 LON: 10.55319 ALT: 0.0 ACC: 100.0 METH.: 0000100	null
	+491736012067	08.07.2008 16:34:39	1.0	08.07.2008 14:31:36	1f09dc61f069aa0fef	LAT: 52.314158 LON: 10.55735 ALT: 0.0 ACC: 100.0 METH.: 0000100	null
	+491736012065	08.07.2008 16:35:22	1.0	08.07.2008 14:32:15	1f00ce7b7189dbef5	LAT: 52.314625 LON: 10.55319 ALT: 0.0 ACC: 100.0 METH.: 0000100	null

BILD 4. Positionsanzeige auf dem Anwendungsserver EIP (Enterprise Information Portal)

4. ERSTE ERGEBNISSE

Aktuell sind Entwicklung und Realisierung der Infrastruktur, Server und Mobilien Endgeräte abgeschlossen. Ferner wurden die Abnahmetests der Systemkomponenten und die Schnittstellentest erfolgreich abgeschlossen. Die Laborversuche sind in Vorbereitung. Anschließend wird ein Feldversuch beim Projektpartner DHL am Flughafen Leipzig/Halle durchgeführt.

In Laborversuchen werden alle im Projekt verfügbaren Ortungstechnologien und deren Kombinationen getestet und ausgewertet. Im Feldversuch wird ein GNSS-INDOOR Demonstratorsystem bestehend aus einer Auswahl dieser Technologien für eine realitätsnahe Logistik-anwendung eingesetzt und demonstriert.

Im Weiteren sind ausgewählte erste mit dem GNSS-INDOOR System erzielten Ergebnisse dokumentiert.

4.1. GSM Ortung

Die GSM-Ortung funktioniert abhängig von der Basisstation in die das zu ortende Endgerät derzeit eingebucht ist. Anhand der Koordinaten der Basisstation und der Größe der Zelle wird nun die Positionsinformation zurückgeliefert. Dieses Verfahren nennt man „Cell Of Origin“. Es ist ein naives Verfahren und lässt sich relativ simpel realisieren. Diese Zellen können im ländlichen Bereich theoretisch bis zu 35.000 Metern groß sein. Daher ist eine all zu genaue Ortung mit in Form von Zellenortung bei GSM nicht möglich. Dieses Verfahren wird aber unter anderem auch als unterstützendes System bei A-GPS eingesetzt.

Ein Beispielergebnis stellt BILD 5 für GSM Ortung über Cell-ID Wechsel-Trigger dar. Bei dieser Methode registriert das Endgerät den Zellwechsel und meldet dies an den Ortungsserver. Der Ortungsserver fragt die Position des Endgeräts beim Provider ab worauf der Provider antwortet.

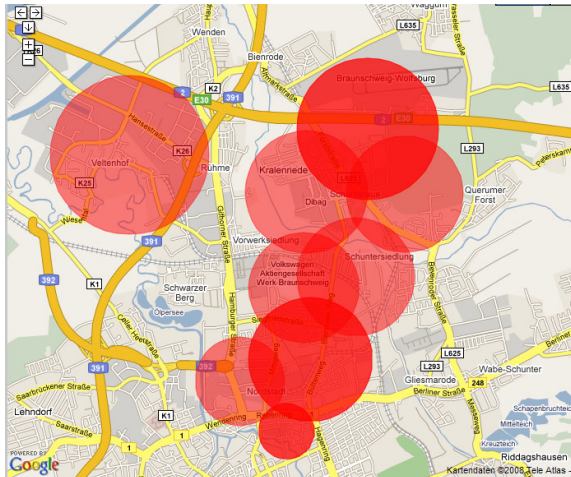


BILD 5. GSM Ortung über Cell-ID Wechsel-Trigger

Durch die Ermittlung verfügbarer Access Points am Endgerät können diese dann serverseitig in der Datenbank abgefragt werden und so eine Position ermittelt werden, die mindestens den aktuellen Straßenabschnitt als Position zurück liefert.

4.2. WLAN Ortung

WLAN-Ortung kann prinzipiell überall dort eingesetzt werden, wo bereits ein WLAN-Netz vorhanden ist oder installiert werden kann. Vorhandene WLAN-Netze haben natürlich einen erheblichen Vorteil bei den aufzuwendenden Kosten, dass keine weitere Hardware installiert werden muss.

Wie in BILD 6 dargestellt, wurde das gesamte Innenstadtgebiet vermessen. Währenddessen wurden ständig die verfügbaren Access Points aufgezeichnet. Zusätzlich die aktuelle Position per GPS ermittelt. Das gesamte Gebiet ist etwa 3x3km² groß. Insgesamt wurden ca. 7000 verschiedene WLAN-Netze aufgezeichnet.

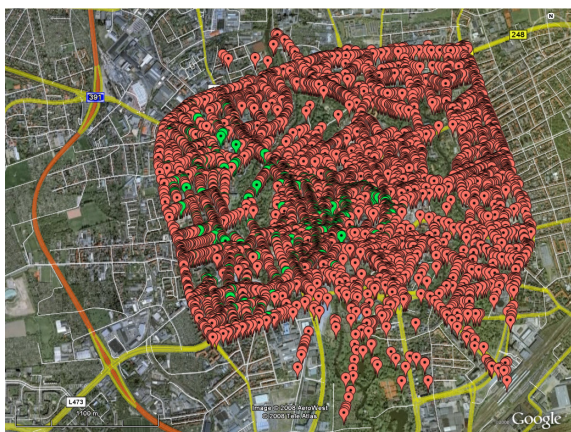


BILD 6. WLAN-Vermessung der Braunschweiger Innenstadt

WLAN-Ortung kann mit verschiedenen Verfahren realisiert werden. Diese Realisierungen unterscheiden sich sowohl im Aufwand der Inbetriebnahme als auch in der Präzision der Positionsbestimmung.

Betrachtet man das Netz eines einzelnen Access Point als eine WLAN-Zelle, bei Kenntnis der Position des Access Points kann man diese als Mittelpunkt eines Kreises zurückliefern. Durch Angabe eines Radius erhält man nun die Zelle, in der sich das Endgerät befindet. Dieses Verfahren ähnelt im weitesten Sinne dem 'Cell Of Origin'-Verfahren bei der GSM-Ortung.

Empfängt man die Signale von mindestens drei Access Points, so empfiehlt sich ein Triangulierungsverfahren welches auf Kreisen beruht. Zur Realisierung dieses Verfahrens zieht man die Signalstärke sozusagen als "Abstandsmesser" zwischen Access Point und Endgerät. So erhält man für jeden empfangenen Access Point einen Kreis mit einem bestimmten Radius, auf dem sich das Endgerät theoretisch befinden müsste (Im dreidimensionalen Raum benötigt man mindestens vier Kugelgleichungen).

Die Schwierigkeit bei der Triangulierung in WLAN-Netzen ist die Reaktion auf stark veränderliche Umgebungen und die ungleichmäßige Signalausbreitung. Dort, wo große Gegenstände (z. B. in Fuhrparks, Lagerhallen, Fabriken...) häufig bewegt werden ändert sich auch ständig das Bild der Signalstärkeausbreitung der APs. Ebenso gibt es eine ganze Reihe von Möglichkeiten, die die Signalausbreitung stören können.

Ein anderer Ansatz liefert die bislang besten Ergebnisse und bleibt auch von der ungleichmäßigen Signalausbreitung in WLAN-Netzen deutlich weniger beeinflusst, nicht jedoch von bereits erwähnten dynamischen, stark veränderlichen Umgebungen.

Dabei werden im Vorfeld auf dem gesamten Gelände, auf dem die Positionsbestimmungen durchgeführt werden sollen Referenzmessungen der Signalstärken aller empfangenen Access Points durchgeführt. Zur jeweiligen Position werden nun die Durchschnittswerte aller Access Points erzeugt. So erhält man nun zu jeder Position eine Menge von zu empfangenen Access Points mit einer durchschnittlichen Signalstärke. Diese Informationen werden dann für die Positionsbestimmung verwendet (FingerPrint Verfahren).

Das folgende BILD 7 zeigt eine dreidimensionale Darstellung von WLAN-Positionsbestimmung in einem Gebäude mit dem GNSS-INDOOR System. Das dabei verwendete Ortungsverfahren entspricht dem FingerPrint Verfahren.

Die FingerPrint Positioning Engine (FPPE) ist im INDOOR-Ortungsserver integriert. Der FingerPrint Client arbeitet mit dem Mobile Locator zusammen.

Am Endgerät oder am Server wird das Intervall gewählt, in dem geortet werden soll. Der Server fragt die Position des Endgeräts bei der FPPE anhand der MAC-Adresse ab. Die FPPE antwortet mit der MAC-Adresse, MAP-ID und Position.

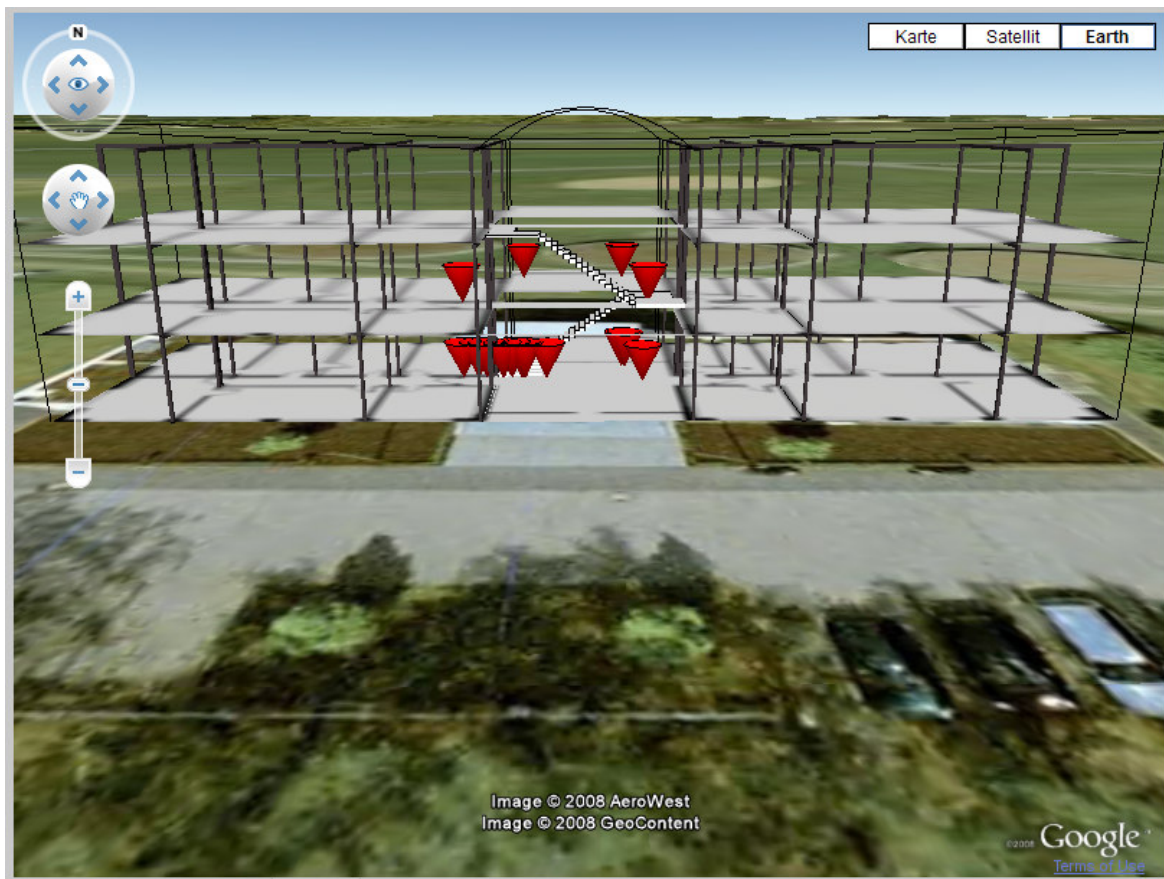


BILD 7. WLAN Ortung im Innenbereich mit dem Fingerprint Verfahren

MAP-ID: Verschiedene Karten können in eine FPPE integriert sein, so dass ein Endgerät in verschiedenen WLAN-Netzen geortet werden können.

Die Koordinatentransformation von lokalen Koordinaten in WGS84 wird dabei durch den INDOOR-Ortungsserver realisiert.

4.3. Map Matching

Als Map-Matching oder Karteneinpassung werden Verfahren bezeichnet, welche einen logischen Bezug zwischen der mit Hilfe eines Navigationssystems bestimmten Positionen und einer digitalen Karte herstellen. Die wesentlichsten Einflussfaktoren auf die Darstellungsgenauigkeit der Position in einer Karte sind die Qualität der Karte und die Genauigkeit der bestimmten Position. Bisher wird die als Karteneinpassung bezeichnete Technik vor allem im Bereich der Fahrzeugnavigation eingesetzt, um die Zuordnung der mittels GPS bestimmten Positionen zu Straßenelementen zu realisieren. Aufgrund der begrenzten GPS Genauigkeit, ist es möglich dass die Position neben der eigentlich befahrenen Straße angezeigt wird. Um dies zu vermeiden, wird die Position des Fahrzeugs auf die Straße eingepasst und auf dieser dargestellt.

Im Zusammenhang mit Map-Matching ist es wichtig die Fußgängernavigation besonders zu berücksichtigen, da die Anforderungen von Fußgängern anspruchsvoller als

von Fahrzeugen (Fahrzeug- & Güterortung) sind. Während bei der Fahrzeugnavigation davon ausgegangen werden kann, dass sich das Fahrzeug auf einer Straße befindet, sind die Bewegungen von Fußgängern nicht derart vorhersagbar. Bei der Fußgängernavigation sind abrupte Richtungswechsel möglich, bis hin zur Drehung auf der Stelle. Es gibt keine starre Einschränkung auf vorgegebene Wege. Das notwendige Wegenetz kann zudem als komplexer bezeichnet werden. Die Höhenkomponente spielt vor allem im Gebäude eine wichtige Rolle (Fahrstuhl, Treppe).

Voraussetzung für die Nutzung von Map-Matching Algorithmen im Gebäude sind aktuelle digitale Gebäudepläne mit ausreichender geometrischer Genauigkeit und definierten Wegen in Form von Vektoren, mit denen die gemessenen Positionen verglichen und auf diese abgebildet werden können. Diese Vektoren sind im Vorfeld meist noch zu erstellen.

Im folgenden BILD 8 sind die Ergebnisse der Ortung (gelbe Punkte) und ihre Verbesserung durch das GNSS-INDOOR Map Matching Algorithmus (grüne Punkte) dargestellt. Das dabei verwendete Verfahren berücksichtigt u.a. auch den Geschwindigkeitsvektor um bessere Ergebnisse zu erzielen.

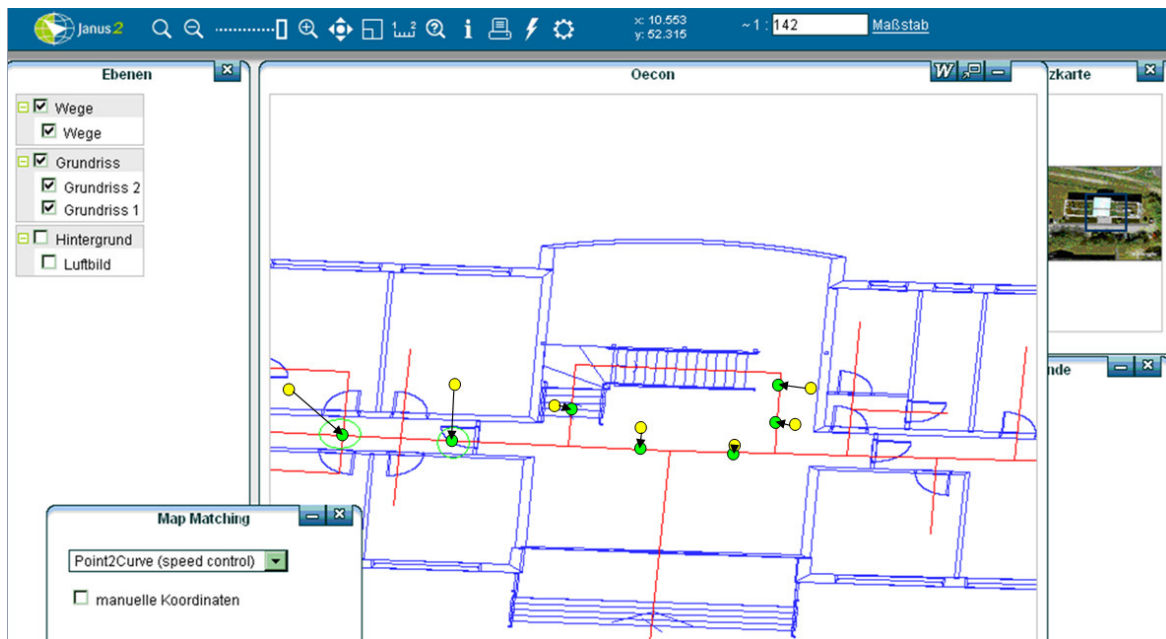


BILD 8. Map Matching unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit

5. FELDVERSUCH

Erfolgversprechende Anwendungen sollen abschließend beim Projektpartner DHL am Flughafen Leipzig/Halle weiteren Feldtests in Form eines Funktionsmusters unterzogen werden, die sich auf das geodatenbasierte, echtzeitnahe Monitoring von beweglichen Betriebsmittel wie Trucks und Dollies beziehen.



BILD 9. Typische Truck-Dolly-ULD-Kombination

Hier werden beispielsweise Anwendungsszenarien untersucht, die bedingt durch den sich ständig wechselnden Bestand an Frachtflugzeugen auf dem Vorfeld des Flughafens den Einfluss der schwankenden Umgebungsbedingungen auf die Verfügbarkeit und Ortungsgenauigkeit funktechnischer Verfahren berücksichtigen. Andere Szenarien betreffen das Monitoring der Umschlagoperationen von ULD-Frachtcontainern im Warehouse des Hubs.

6. DANKSAGUNG

Dieser Beitrag entstand in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern. Wir bedanken uns ganz herzlich für ihre Beiträge.

Projektpartner:

VEGA IT GmbH, Darmstadt

OECON GmbH, Braunschweig

Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und – Automatisierung, Magdeburg

Scheller Systemtechnik GmbH, Wismar

Friedrich-Schiller-Universität, Jena

Centrum für Satellitennavigation Hessen (cesah GmbH), Darmstadt

Das Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie durch die Raumfahrtagentur des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) gefördert (Förderkennzeichen 50 NA 0701).

Web-Seite: www.gnss-indoor.de