

**Fraunhofer-Allianz Verkehr**

Vorsitzender  
Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

c/o Fraunhofer IML  
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2-4  
44227 Dortmund

Ansprechpartnerin

Christiane Kolloosche

Phone: +49 231 9743-371

Fax: +49 231 9743-372

E-Mail: [info@verkehr.fraunhofer.de](mailto:info@verkehr.fraunhofer.de)

Internet: [verkehr.fraunhofer.de](http://verkehr.fraunhofer.de)

**Projektleiter**

Werner Schönewolf

Fraunhofer IPK

Pascalstraße 8-9

10587 Berlin

Phone: +49 30 39006-145

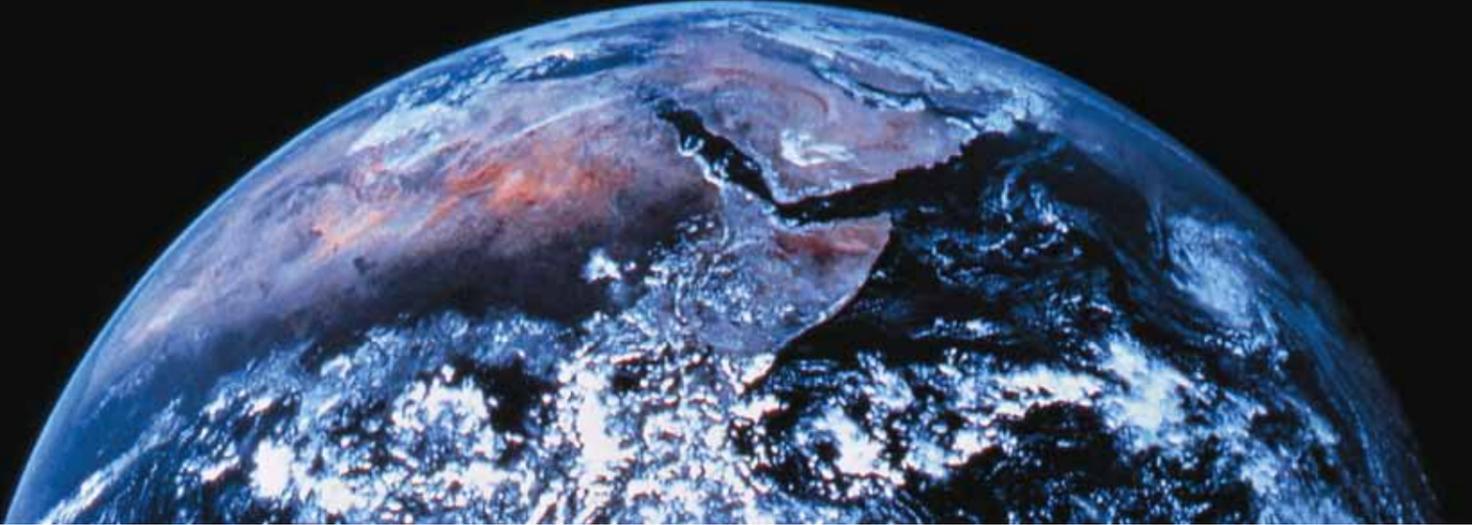
E-Mail: [werner.schoenewolf@ipk.fraunhofer.de](mailto:werner.schoenewolf@ipk.fraunhofer.de)

## FRAUNHOFER GNSS APPLICATIONS: TECHNOLOGIE UND ANWENDUNG

Bild Cover: Collage ESA



GNSS  
Applications



# ÜBER DIE FRAUNHOFER-ALLIANZ VERKEHR

Die Fraunhofer-Allianz Verkehr - ein Zusammenschluss mehrerer Institute mit verkehrsrelevanten Fachgebieten - entwickelt mit ihrem spezifischen Know-how Produkte für den zukünftigen Galileo-Anwendungsmarkt. Zu diesem Zweck werden deutschlandweit fünf »Galileolabs« aufgebaut um Anwendungen in den Bereichen Lokalisierungstechnik (Nürnberg), Güterverkehr (Dortmund, Prien am Chiemsee), Personenverkehr (Berlin) und Sicherheit (Dresden) auszustellen und greifbar zu machen.

Die Mitglieder der Allianz haben sich zum Ziel gesetzt, durch verkehrsrelevante Forschung geeignete technische und konzeptionelle Lösungen für öffentliche und industrielle Auftraggeber zu entwickeln und in die Anwendung zu überführen.

Durch eine enge themenbezogene Zusammenarbeit können im Verkehrsbereich für die Kunden ganzheitliche System- und Verbundlösungen sowie neue Anwendungsbereiche durch Know-how-Transfer erschlossen werden. Diese Auswahl und Bündelung unterschiedlichster Kompetenzen stellt sicher, dass bedarfsgerechte Lösungen für den Kunden angeboten werden können.

Die Forschungsgebiete der Fraunhofer-Allianz Verkehr beinhalten Informations- und Kommunikationstechnologien, Materialien, Logistik, Design und Prüfung bezogen auf die folgenden Verkehrsarten: Automotive, Rail, Aviation und Waterborne.

Im Rahmen der Allianz konnte die hier vorgestellte dreijährige Forschungsinitiative zu Satellitennavigationssystemen der nächsten Generation ins Leben gerufen werden. Die Aufgabe der Allianz Verkehr während und auch nach Abschluss des Projektes ist es, Ansprechpartner für Anfragen zu sein. Des weiteren kümmert sich die Allianz um die öffentlichkeitswirksamen Kommunikationsmaßnahmen der Forschungsergebnisse und der darauf aufbauenden Projekte.

**Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS**

**Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF**

**Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS**

**Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML**

**Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM**

**Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK**

**Fraunhofer-Institut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik FIRST**

**Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM**

**Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI**

**Fraunhofer-Allianz Verkehr**

# FRAUNHOFER GALILEOLAB

Noch in diesem Jahrzehnt wird Galileo - das erste unabhängige europäische Satellitennavigationssystem - den Beginn einer neuen Ära im Bereich ortsbezogener Dienste und Anwendungen einleiten. Galileo ist -im Gegensatz zu GPS- kein militärisch kontrolliertes System und wird in Kombination mit anderen Ortungstechnologien eine nie da gewesene Genauigkeit und Verlässlichkeit ermöglichen. Doch welche Chancen bietet das ehrgeizige Projekt für verkehrslogistische Aufgabenstellungen?

Um dieser Frage nachzugehen und bereits entwickelte Antworten zu präsentieren, wurden durch die Fraunhofer-Allianz Verkehr deutschlandweit fünf GALILEOLABs ins Leben gerufen. Insgesamt forschen acht Fraunhofer-Institute innerhalb der einzelnen Labs. An vier Standorten werden themenspezifische Anwendungen der beteiligten Institute ausgestellt und greifbar gemacht:

- Lokalisierungstechnik - Nürnberg
- Güterverkehr - Dortmund
- Personenverkehr - Berlin
- Sicherheit - Dresden

Am fünften Standort, Prien am Chiemsee, stellt das Projektzentrum Verkehr, Mobilität und Umwelt des Fraunhofer IML Anwendungsbeispiele aus den Themen Güterverkehr, Mobilität und Sicherheit vor. Die Fraunhofer GALILEOLABs zeigen innovative technisch bereits mögliche Ortungs- und Navigationslösungen sowie zukünftige Anwendungen auf Basis der voraussichtlichen Galileo-Dienste. Eine wesentliche Grundlage der präsentierten Techniken ist die Kombination von satellitengestützten Ortungssystemen mit Positionierungstechniken, die auch innerhalb von Gebäuden angewendet werden können. Eine sichere und genaue Positionsbestimmung zu jeder Zeit auch an Orten, an denen herkömmliche Ortungstechnologien versagen, ist dabei ein maßgebliches Ziel. Die Bandbreite diesbezüglicher Anwendungen ist groß. Feuerwehrleuten kann die Orientierung in brennenden Gebäuden erleichtert werden, aber auch eine Warenpalette kann vollautomatisch im Blick behalten werden – sowohl in der Lagerhalle als auch im Freien.

Industrieunternehmen und Behörden, aber auch die breite Öffentlichkeit, haben die Gelegenheit in einem GALILEOLAB mehr über die technischen Möglichkeiten des ersten europäischen Satellitennavigationssystems zu erfahren, aktuelle Entwicklungen zu erproben und einen Blick in die Zukunft zu werfen. Funktionstüchtige Demonstratoren aus den Bereichen Güterumschlag, Sicherheit, indoor / outdoor-Ortung, Katastrophenschutz und Reiseassistenz stehen den Besuchern zum »Anfassen« zur Verfügung.



# SICHERHEIT

Bei Unglücksfällen und Katastrophen müssen Einsatzkräfte, Fahrzeuge und Material aus den Organisationen und Institutionen der Gefahrenabwehr oft in großen Mengen und kurzer Zeit in die Einsatzgebiete verlegt werden. Optimale Disposition setzt adäquate Technologien zur Optimierung der vorhandenen Ressourcen und Systeme zu deren Ortung voraus. In diesem Feld der vorrangig nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr leisten auch Institute der Fraunhofer-Allianz »Verkehr« einen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit für die Menschen in Deutschland.

## Im Einsatz optimal handeln

Optimale strategische und operative Entscheidungen sind eine wesentliche Grundlage für den Erfolg in der Gefahrenabwehr. Unmittelbar mit Verantwortlichen in Behörden sowie mit Einsatzleitern der Feuerwehr, des Rettungsdienstes, des Katastrophenschutzes und der Polizei erarbeitet die Arbeitsgruppe Strategische Optimierung und Disposition am Fraunhofer IVI neuartige Lösungen zur präventiven Planung und zur Optimierung taktischer Maßnahmen. Die Technologie MobiKat - Mobile Kommandoarbeit und Taktik - befindet sich seit mehreren Jahren erfolgreich im täglichen Einsatz und transferiert Forschungsergebnisse in die unmittelbare praktische Anwendung. Im Mittelpunkt stehen die präzise Lage- und Gefahrenbewertung und der entsprechende optimale Einsatz von Kräften und Mitteln sowohl bei Großereignissen als auch bei Alltagseinsätzen. Im strategischen Bereich wird die Technologie zur Analyse und Optimierung in der Brandschutz- und Rettungsdienstbereichsplanung, für die Dislozierung von mobilen Einheiten u. v. m. eingesetzt. Im operativen Bereich stehen unter anderem die schnelle Lagebewertung und die effektive Entscheidungsunterstützung in Stäben und Einsatzleitungen vor Ort im Mittelpunkt. Intelligente Algorithmen in Verbindung mit Lokalisierungs-komponenten ermöglichen darüber hinaus einen optimierten, lageabhängigen Kräfte- und Mitteleinsatz. Die Technologie

MobiKat basiert auf frei konfigurierbaren Modulen mit hochleistungsfähigen Berechnungs- und Optimierungsalgorithmen sowie Visualisierungs- und Datenbankkomponenten. Diese werden sowohl als skalierbares Komplettsystem, als Module in Fremdsystemen und als Serverkomponenten mit entsprechenden Webservices eingesetzt. MobiKat hat eine sehr hohe Akzeptanz in der Praxis und wird in enger Zusammenarbeit mit den Anwendern laufend weiter entwickelt.

Ansprechpartner: Dr. Kamen Danowski  
E-Mail: kamen.danowski@ivi.fraunhofer.de

## Orten und navigieren von Einsatzkräften

Das Fraunhofer IFF entwickelt kundenspezifische Ortungs- und Navigationslösungen zur Aufrechterhaltung und Verbesserung der Versorgungssicherheit im Rettungsdienst und dem zivilen Katastrophenschutz. Ziel ist es, trotz schrumpfender Budgets, neben deutlichen Effizienz- und Effektivitätsgewinnen ihre Aufgabenerfüllung abzusichern. Kern des Systems ist die verbesserte Einsatzplanung, denn in einer effizienteren Disposition und somit höheren Auslastung der Einsatzmittel liegen wesentliche und schnell erschließbare Optimierungs- und Einsparungspotenziale, mit denen Einsatzmittel – z.B. teure Einsatzfahrzeuge – eingespart und Betriebskosten reduziert werden können.

Mit den vom Fraunhofer IFF entwickelten modernen Ortungs- und Kommunikationstechnologien ist eine Leitzentrale jederzeit in der Lage, die hierfür notwendigen Informationen, wie die aktuelle Position oder den Einsatzstatus, in Echtzeit einzuholen. So können je nach Bedarfsfall schnell verfügbare oder entsprechend qualifizierte Einsatzkräfte identifiziert und zum Einsatzort geleitet werden. Da Schnelligkeit im Rettungsfall oft entscheidend ist, bieten die neu entwickelten Systeme die Möglichkeit, Einsatz- oder Zielorte digital an online angebundene mobile Navigations- und Einsatzmanagementsysteme zu übermitteln. Das hilft, Medienbrüche bei der Kommunikation und somit Missverständnisse bei der Übermittlung per Funk oder Fehleingaben zu vermeiden. Die Einsatzkräfte werden sicherer, schneller und zielgenau an den Zielort geführt. Eine Vielzahl von Rettungseinsätzen findet in Gebieten statt, in welchen die Einsatzkräfte keine Ortskenntnis besitzen oder die Infrastruktur aufgrund von Umwelteinflüssen, wie z.B. Hochwasser, sehr stark verändert ist. Herkömmliche Navigationssysteme stoßen hier schnell an ihre Grenzen, da entweder das für Ausweichrouten benötigte Kartenmaterial nicht digital zur Verfügung steht oder aufgrund der Infrastrukturveränderungen aktualisierte Kartendaten benötigt werden. Vor allem fehlt diesen Systemen das zentrale Kartenmanagement, über das vor Ort erfasste Informationen – etwa Sperrungen – in kürzester Zeit auf allen Endgeräten zur Verfügung gestellt werden. Mit den vom Fraunhofer IFF entwickelten mobilen Ortungs- und »Offroad«-Navigationsmodulen, stehen nun Lösungen bereit, mit denen neue oder veränderte Wegeinformationen schnell und einfach erfasst werden können. Durch ihre Übernahme in herkömmliche Navigationssysteme werden aktuelle Lageveränderungen zur Unterstützung in die Einsatzplanung einbezogen und Reaktionszeiten oder Zeiten bis zum Eintreffen zum Einsatzort minimiert.

Ansprechpartner: Dipl.-Inform. Tobias Kutzler  
E-Mail: tobias.kutzler@iff.fraunhofer.de

## Betroffene finden und versorgen

Im Galileo Testgebiet GATE Berchtesgaden wurde durch das Fraunhofer IML unter Realbedingungen erprobt, wie mithilfe mobiler Endgeräte, in denen auch Tracking- und Meldedienste integriert sind, Betroffene oder Ereignissorte vom Rettungspersonal ermittelt werden können. Dabei wird z.B. der Grad der Verletzung zusammen mit den dazugehörigen Ortskoordinaten übermittelt. Die geocodierten Daten werden dann im Einsatzleitwagen oder in der Leitstelle visualisiert. Beim Lotsendienst werden diese Daten weiteren Rettungskräften bereitgestellt, um diese schnell an einen Zielort zu navigieren. Ein weiteres Ziel das dadurch erreicht wird ist, das Risiko der Rettungskräfte zu senken selbst in eine Situation zu gelangen, die eine Gefahr für die eigene Sicherheit und Gesundheit darstellt. Im Rahmen einer großangelegte Einsatzübung in Berchtesgaden, bei der die entwickelte Technologie eingesetzt wurde, haben einige von den ca. 120 anwesenden Einsatzkräften der Feuerwehr, des Technischen Hilfswerks (THW) sowie des Bayerischen Roten Kreuzes (BRK) die Funktionalitäten getestet und Daten an die Einsatzleitung übermittelt. Diese Daten bildeten die Grundlage einer Echtzeit-lagedarstellung des Einsatzes und damit die Basisfunktionalität für eine Koordination von Einsätzen.

Das Ergebnis war eine verbesserte Koordination der Rettungskräfte, welche die Durchführung von Rettungsmaßnahmen beschleunigt. Ein durchgängiger Einsatz dieses und ähnlicher Systeme bei Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) ist in jedem Fall sinnvoll und wird von Fraunhofer und seinen regionalen Kooperationspartnern unterstützt.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Inninger  
E-Mail: wolfgang.inninger@prien.iml.fraunhofer.de



# IMMISSIONSMONITORING

Bessere Chancen auf saubere Luft: Das Satellitennavigationssystem Galileo eröffnet neue Möglichkeiten für eine flächendeckende Überwachung der Luftqualität – z. B. durch mobile Monitoringsysteme wie die »Yellowbox« aus dem Fraunhofer Galileolab.

## Ausgangssituation

Vor allem in Ballungsräumen beeinträchtigen Immissionen von Verkehr, Industrie und Heizungsanlagen die Luftqualität immer wieder so stark, dass Grenzwerte überschritten werden. Wie sehr die Luft mit Schadstoffen belastet ist, messen jedoch selbst in Großstädten meist nur eine Handvoll stationärer Messeinrichtungen. So ist bis heute technisch nicht nachgewiesen, wie hoch beispielsweise die Schadgaskonzentrationen im Straßennetz tatsächlich sind und wie sie sich dort örtlich verteilen.

Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM in Freiburg haben die Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK in Berlin ein mobiles Umweltmonitoring-System für den direkten Einsatz im Straßenverkehr entwickelt.

## Yellowbox

Die knapp 30 Kilo schwere gelbe Box passt bequem in den Kofferraum eines Kombis, wird jedoch für Messfahrten auf einem Dachständer befestigt. Sie enthält ein Partikelmessgerät und Halbleitersensoren für die Schadgasmessung. Herzstück der Halbleitersensoren sind Siliziumkristalle, die auf jeweils ein Schadgas reagieren. Sind sie diesem Gas

ausgesetzt, verändern sich ihre elektrischen Eigenschaften. Sie messen die Konzentration von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), Ozon, Kohlenstoffoxiden, Stickstoffverbindungen, Ammoniak und Methan.

## Klassifizierung der Feinstaubpartikel

Das Partikelmessgerät erfasst Feinstaubpartikel der Größenklassen PM10, PM2,5 und PM1. Rußpartikel aus Dieselfahrzeugen entsprechen mit bis zu 10 Mikrometern der Klasse PM10. Sie belasten vor allem die Atemwege. Partikel der Klasse PM2,5 sind bereits lungengängig und solche der Klasse PM1 werden von der Lunge absorbiert und gehen ins Blut. Bisher lag bei Umweltmessungen der Schwerpunkt auf PM10-Partikeln.

Die verschärften Regelungen der EU-Luftqualitätsrichtlinie erstrecken sich seit August 2010 jedoch auch auf Feinstaubpartikel der Größe PM2,5. Ebenfalls in EU-Richtlinie und Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (BImSchV) festgelegt sind Obergrenzen für Schadgase wie Kohlenmonoxid oder Ozon. Kommunen, in denen Grenzwerte erreicht oder überschritten werden, müssen Aktionspläne erstellen.

Neben der Integration einer mobilen Partikelmessung bis PM 1,0 werden in der »Yellowbox« Schadgaskonzentrationen folgender gasförmiger Substanzen aufgenommen:

- Flüchtige organische Verbindungen
- Ozon
- Kohlenstoffoxide (CO, CO2)
- Stickstoffverbindungen (NO, NO2)
- Ammoniak
- Methan

## Örtliche Zuordnung der Messwerte

Bislang sieht der Gesetzgeber ausschließlich stationäre Messeinrichtungen zur Überwachung der Luftqualität vor: Die Messwerte müssen eindeutig und gerichtsfest örtlich zuordenbar sein.

Mobile Messeinrichtungen können das noch nicht leisten, selbst wenn sie mit einem GPS-Empfänger ausgestattet sind. Die Entwickler der Fraunhofer- »Yellowbox« nutzen GPS deshalb nur für den Übergang und haben ihr System von Anfang an auf Galileo zugeschnitten, das 2012 mit zunächst vier von 30 Satelliten seinen Dienst aufnehmen soll. Anders als GPS stellt Galileo bestimmten Diensten eine »Integrity«-Funktion zur Verfügung, die die Korrektheit der übertragenen Koordinaten garantiert. Diese Funktion soll genutzt werden, um die Ortsrichtigkeit der Messreihe zu dokumentieren und den Messwert rechtsgültig abzusichern.

Ansprechpartner:  
Dipl.-Ing. Werner Schönewolf  
E-Mail: [werner.schoenewolf@ipk.fraunhofer.de](mailto:werner.schoenewolf@ipk.fraunhofer.de)

Prof. Dr. Jürgen Wöllenstein  
E-Mail: [juergen.woellenstein@ipm.fraunhofer.de](mailto:juergen.woellenstein@ipm.fraunhofer.de)

1. Das Messsystem kann fahrend betrieben werden.
2. Für sofortige Messdatenanzeige und zur Steuerung von Messungen steht eine anpassbare, mobile Anwendung zur Verfügung.
3. Das Messsystem im geöffneten Zustand mit Probennahmerohr
4. Durch den modularen Aufbau können verschiedene Messzellen anwendungsgerecht konfiguriert werden.



# LOKALISIERUNGSTECHNIK

Lokalisierungstechnologien umfassen ein weites Anwendungsspektrum. Für jeden Anwendungsbereich sind daher spezielle Anforderungen zu berücksichtigen. Der Einsatzbereich der Lokalisierungstechnologie erstreckt sich dabei in die verschiedensten Bereiche wie z.B. den Katastrophenschutz, das Umweltmonitoring, die Logistik, die Bauwirtschaft und die Reiseassistenz. Um den sich daraus ergebenden, vielfältigen Anforderungen gerecht zu werden, werden an verschiedenen Fraunhofer-Instituten Technologien entwickelt und gekoppelt. Diese Hardware bildet die Grundlage für die vorgestellten Anwendungen.

## Integration

Ein wichtiger Aspekt für mobile Anwendungen sind niedrige Kosten für den Empfänger. Daher arbeitet das Fraunhofer IIS zusammen mit Partnern an einer monolithisch integrierten Lösung des Mehrfrequenz-GPS/EGNOS/GALILEO-Empfängers. Für präzise Anwendungen und kleine bis mittlere Stückzahlen bietet das Fraunhofer IIS diese Empfängerlösungen auch auf FPGA-basierten Hardware-Plattformen.

## RSSI – Received Signal Strength Indication

Mobile Endgeräte können durch vorhandene Kommunikationsnetze -z.B. in Form WLAN-, GSM- und UMTS-Basisstationen- in Städten und Gebäuden auf Basis einer Feldstärkemessung (RSSI) ihre Position selbstständig bestimmen. Die Lokalisierung erreicht dabei eine Genauigkeit von einigen Metern. Auch die Infrastruktur kann durch Messung der Feldstärkeverteilung die Position einzelner Objekte ermitteln.

## INS – Inertialsensorik

Inertialsensoren sind eigenständige Module, die aus Beschleunigungs- und Rotationsensorik den zurückgelegten Weg

sowie die Drehwinkel fortschreiben können. Aufgrund ihres eigenständigen Charakters sind sie nicht von umgebungsbedingten Störungen beeinflussbar und sind daher besonders gut als Stütztechnologie für funkbasierte Lokalisierungstechnologien in schlecht ausgeleuchteten Bereichen wie Tunneln oder Kellern geeignet.

Inertialsensorik bietet auch die Möglichkeit, dynamische Bewegungen zu erfassen und Bewegungsarten (Gehen, Laufen, Fahren) zu erkennen. Diese zusätzlichen Informationen können Lokalisierungssystemen zur Verfügung gestellt werden.

## Sensorfusion

Da Anforderungen oft umfangreich und abhängig von Anwendung und Einsatz sind, reicht es nicht, eine einzelne Technologie zu nutzen; vielmehr kommt es darauf an, mehrere Technologien unter einer Plattform intelligent zu kombinieren und zu integrieren. Es werden dadurch die Stärken der Technologien vereint und die jeweiligen Schwächen kompensiert. Somit lässt sich für verschiedenste Umgebungen und Anforderungen eine durchgängige und robuste Ortung realisieren. Durch die Kombination von Technologien kann z. B. die Umschaltung zwischen Innen- und Außenbereich bzw. Auto- und Fußgängeravigation lückenlos und transparent durchgeführt

werden. Anwendungen wie Navigationssysteme können somit kritische Randbedingungen besser berücksichtigen.

Ansprechpartner: Dr. Günter Rohmer  
E-Mail: guenter.rohmer@iis.fraunhofer.de

## Hardware-Plattform

Für Anwendungs-Entwicklungen in den Bereichen Satellitenavigation, Flottenmonitoring, Logistik und Mobilität wurde eine Hardware-Plattform (DevKit) konzipiert und entwickelt. Sie stellt eine Entwicklungsplattform für Projektpartner aus Industrie und Wirtschaft bereit, um mobile Lokalisierungs- und Datenerfassungssysteme anwendungsspezifisch mit geringem Konfigurationsaufwand zu ermöglichen.

Im Sinne einer erforderlichen Migrationslösung von GPS und Galileo ist im DevKit ein galileofähiger GPS-Empfänger enthalten, der seine Lokalisierungsdaten der onboard-Datenfusion zur Verfügung stellt. Weitere Sensoren unterstützen die indoor-Lokalisierung und -Navigation:

Dies sind insbesondere Gyroskope und Beschleunigungssensoren, die Orientierung, Geschwindigkeit, Weg und Position, als auch Drehwinkel und dessen Änderungsgeschwindigkeit liefern. Ein barometrischer Höhenmesser dient der Plausibilisierung der Z-Koordinate, WLAN Feldstärke- und Fingerprint-Methoden für die indoor-Navigation. Die Strategie der Datenfusion besteht in der Zusammenführung von satellitenbasierten Lokalisierungsdaten mit der WLAN-basierten indoor-Verortung und einer Weg- und Navigationsinterpolation durch INS-Systeme, die ungenaue oder fehlende Wegmarken plausibilisieren oder ersetzen können.

## Technische Eigenschaften

Das DevKit verfügt über die folgenden Systembaugruppen und Schnittstellen. Über das Displayinterface können Displaytypen

vom einfachsten ASCII-Display bis zum hochauflösenden Touch-Screen angebunden werden. Als Speichermedien sind zwei microSD Kartenslots vorhanden, ein interner, für das Betriebssystem des Hauptprozessors und ein weiterer von außen zugänglicher für Anwendungsdaten. Für die Anbindung externer Geräte stehen serielle Schnittstellen zur Verfügung, um den Hauptprozessor zu entlasten sind diese mit einem eigenen Prozessor realisiert. Mit dem INS Modul, dem integrierten GPS und WLAN lässt sich eine hochwertige Sensorfusion realisieren. Für die drahtlose Kommunikation stehen WLAN und mit dem integrierten GSM Modul auch GSM/GPRS zur Verfügung. Auch Sprachverbindungen lassen sich so realisieren. Ein eigener I/O Prozessor bietet analoge Schnittstellen mit AD-Wandlung. Als Grundlage für den softwareseitigen Zugang wurde eine Servicearchitektur spezifiziert, die die drahtlose Einbindung des DevKit als ‚Lokalisierungssensor‘ in übergeordneten Client-Anwendungen durch eine abstrakte Diensteschnittstelle (abstract service interface) ermöglicht.

## Anwendung

Die modulare Systemstruktur des DevKit erlaubt die optimale Anpassung der Lokalisierungsplattform an Erfordernisse der Anwendungsbereiche. wie dem Katastrophenschutz, dem Umweltmonitoring, der Logistik, der Bauwirtschaft und der Reiseassistenz. Insbesondere das Tracking & Tracing z.B. von Einsatzkräften im Katastrophenfall nutzt die onboard-Verarbeitung und Speicherung von Lokalisierungs- und Verletzten-Daten auch wenn die Kommunikation zur Einsatzzentrale gestört ist. Durch diese Eigenschaften wird der DevKit einsetzbar als mobiler, frei-programmierbarer Datenlogger auch für Langzeitbeobachtungen oder für hochaufgelöste Lokalisierungsdaten auf der Grundlage von GPS/Galileo.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Werner Schönewolf  
E-Mail: werner.schoenewolf@ipk.fraunhofer.de



# REISEASSISTENZ

Unter dem Stichwort »Navigation im öffentlichen Raum« untersuchen die Partnerinstitute der Fraunhofer-Allianz Verkehr die Nutzung moderner Lokalisierungstechnologien für Reisen mit dem öffentlichen Verkehr (ÖV). Dabei ist das Ziel, die Potenziale allgemein und ständig verfügbarer Lokalisierungstechnologie im ÖV aufzuzeigen. Jedes Smartphone ist heute ein universeller Lokalisierungssensor. Viele Anwendungen bauen auf dieser Fähigkeit auf und stiften bereits hohen Nutzen. Dennoch ist die Einfachheit und Unterstützungsleistung von Navigationslösungen im Individualverkehr (»Auto-Navi«) für Reiseketten des ÖV noch nicht erreicht. Außerdem stellt sich die Frage nach tragfähigen Geschäftsmodellen für die ÖV-Betreiber, denn ohne signifikante Investitionen auf ihrer Seite kann eine vollwertige Navigation im öffentlichen Raum nicht gelingen.

## Echtzeit ÖPNV-Navigation

Die Lücke zwischen klassischen mobilen Fahrplaninformationen und Verbindungsauskünften im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) und dem Komfort von Autonavigationsgeräten schließt das Fraunhofer IVI mit der Echtzeit ÖPNV-Navigation, für die der Kunde sein eigenes, möglichst UMTS- und GPS-fähiges Mobilfunkgerät nutzen kann.

Der erste Schritt bei der ÖPNV-Navigation ist die Auswahl einer passenden Verbindung. Dazu kann der Kunde Start und Ziel eingeben oder direkt von seinem aktuellen Standort zu einem beliebigen Ziel eine Verbindung berechnen lassen. Sobald der Fahrgast die Starthaltestelle erreicht hat, beginnt der Navigationsprozess. Er bekommt auf dem Handydisplay die verbleibende Zeit bis zur Abfahrt und im weiteren Fahrtverlauf die nächsten Haltestellen angezeigt. Wichtige Punkte im Routenverlauf -wie Um- und Ausstiege- werden zusätzlich mit Vibration und Aufleuchten des Handydisplays signalisiert. Besonders innovativ ist der hohe Freiheitsgrad, mit dem sich der Nutzer im ÖPNV-Netz bewegen kann. Egal, ob der spontane Ausstieg für einen Gang zum Bäcker, ein verpasster Umstieg oder die Wahl eines anderen Fahrzeugs der Grund ist, die Navigationsanwendung erkennt die Abweichung und

passt sich an. Der Fahrgast wird in jedem Fall permanent – auf Wunsch auch mit Kartenunterstützung – bis zum Ziel begleitet. Durch die Anbindung an das Echtzeit-Auskunftssystem des Verkehrsunternehmens werden in der Anwendung realitätsnah alle Verfrühungen und Verspätungen und auch verpasste oder sich zufällig ergebene Umstiege berücksichtigt. Der Kunde bekommt analog zur Kfz-Navigation laufend aktualisiert die schnellste Verbindung zum Ziel.

## Fußgängernavigation in Verkehrsknoten

Die Durchgängigkeit der Navigation für ÖV-Nutzer bedeutet, dass nicht nur die eigentliche Fahrt im ÖV unterstützt wird, sondern die gesamte Reisekette vom Start zum Ziel, insbesondere beim Umsteigen. Komplexe Verkehrsknoten sind oft unübersichtlich und die Orientierung fällt Ortsfremden nicht leicht, trotz aller Beschilderung. Den richtigen Bussteig vor einem großen Bahnhof zu finden, kann einige Zeit in Anspruch nehmen, im Extremfall wird deshalb die Abfahrt des Busses verpasst. Eine Navigation für die Fußwege einer ÖV-Reisekette muss mehrere Herausforderungen lösen: zunächst gibt es keine standardisierten Formate für digitale Karten

einer Verkehrsknoten-Infrastruktur, die zudem routingfähig codiert sein müssen. Ferner sind standardisierte Protokolle nötig, um das dynamische und automatische Nachladen von Karten am jeweiligen Ort zu ermöglichen. Der Übergang der Lokalisierungssensoren zwischen indoor und outdoor und der Übergang der Koordinatensysteme muss ebenfalls gelöst werden. Fraunhofer FIRST demonstriert im Rahmen der Reiseassistenz die Fußgängernavigation in komplexen Verkehrsknoten wie dem Berliner Hauptbahnhof und integriert sie mit der ÖPNV-Navigation des Partners IVI.

## Anschlussmanagement und Simulation

Gute Umsteigemöglichkeiten sind mitentscheidend für die Qualität des öffentlichen Personenverkehrs. Leider ist es nicht möglich, für alle örtlichen und zeitlichen Vernetzungspunkte der Verkehrslinien gute Anschlüsse einzurichten. Verbessert man an einer Stelle einen Anschluss, wird oft an anderer Stelle die Wartezeit länger oder ein Anschluss geht ganz verloren. Dieses Dilemma der Anschlussoptimierung kann nicht vollständig beseitigt werden.

Umso wichtiger ist es für Verkehrsunternehmen zu wissen, wo und wann ihre Fahrgäste bevorzugt umsteigen möchten. Die Erhebung solcher Daten ist heute noch aufwändig und teuer. Die Services der Reiseassistenz eröffnen hier ganz neue Möglichkeiten. Fahrgäste können einer (anonymisierten) Nutzung ihrer Reisetrajektorien im ÖV-Netz durch die Verkehrsunternehmen zustimmen. Die Unternehmen erhalten dadurch laufend Daten über die Wegeketten ihrer Kunden und können darauf ein präzises kundenorientiertes Anschlussmanagement aufbauen. Die betrifft sowohl den Aspekt der kundenorientierten Abstimmung der Fahrpläne aufeinander (»Wo sollen gute Anschlüsse eingerichtet werden?«) als auch die betriebliche Anschlusssicherung im Rahmen des Verspätungsmanagements.

Die Notwendigkeit des Umsteigens ist ein häufig genannter Grund, warum Reisende den motorisierten Individualverkehr dem ÖV vorziehen. Deshalb hat ein kundenorientiertes Anschlussmanagement das Potenzial, den ÖV-Betreibern neue Kundensegmente zu erschließen. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf der Erlösseite und kann zu einer Amortisation von Investitionen in die Reiseassistenz führen. Dieses wirtschaftliche Potenzial der »Navigation im öffentlichen Raum« wird vom ITWM in Simulationsstudien untersucht.

## Befragung und Evaluierung

Durch die Entwicklung eines standardisierten Interviews mit Experten der ÖV-Verkehrsunternehmen durch das IML werden einerseits die Nutzenaspekte der Reiseassistenz in der Branche kommuniziert und andererseits Rückmeldungen derjenigen Akteure eingeholt, die eine Schlüsselstellung für die Verwirklichung der Navigation im öffentlichen Raum einnehmen. Ihre Bereitschaft, in die notwendigen Hintergrundsysteme zu investieren und ihre planerischen und betrieblichen Daten einzubringen ist – neben allen technologischen Herausforderungen – der wichtigste Faktor, um aus der Vision einer echten ÖV-Reiseassistenz Wirklichkeit werden zu lassen.

Ansprechpartner:  
Dr. Michael Schröder  
E-Mail: michael.schroeder@itwm.fraunhofer.de

Dipl.-Math. Birgit Kwella  
E-Mail: Birgit.Kwella@first.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Georg Förster  
E-Mail: Georg.Foerster@ivi.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. (FH) Katrin Scholz  
E-Mail: katrin.scholz@prien.iml.fraunhofer.de



# STOFFSTROMMANAGEMENT

Insbesondere auf großen Infrastrukturbauwerken erschweren intransparente und manuell ablaufende Erdbauprozesse immer wieder die Planung, Steuerung und Kontrolle von Erdbewegungen, sowie den dokumentierten Nachweis über die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben. Diese Missstände können durch den Einsatz des vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS entwickelten satellitengestützten Stoffstrommanagements für Erdbewegungen behoben werden.

## Große Infrastrukturbauwerke leiden unter intransparenten und manuellen Erdbauprozessen

Erdarbeiten, welche das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden betreffen, fallen prinzipiell bei jeder Baumaßnahme an. Jedoch werden insbesondere auf großen Infrastrukturbauwerken, also beim Bau von Straßen, Schienenwegen, Wasserstraßen und Brücken, großvolumige Erdbewegungen für den Ab- und Auftrag von Boden notwendig. Häufig erschweren gerade in diesem Umfeld intransparente und manuell ablaufende Erdbauprozesse die Kontrolle von Erdbewegungen und den dokumentierten Nachweis über die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben.

## Gesetzliche Nachweise zur Abfallvermeidung, zur sortenreinen Lagerung und über Massenbewegungen

Eine besondere Herausforderung im Erdbau ist die Erbringung des Nachweises über die Einhaltung der zahlreichen Pflichten, welche Bauherrn und Bauunternehmern vom Gesetzgeber auferlegt werden. Dazu zählt unter anderem die Verpflichtung, auf einer Baumaßnahme anfallende Abfälle zu vermeiden, zu verwerten bzw. alle nicht vermeidbaren oder verwertbaren Stoffe schadlos zu beseitigen. Daher gilt es, unterschiedliche Bodenarten sortenrein zu lagern. Während diese Pflichten vom Bauunternehmen einzuhalten sind, ist der Bauherr angehalten, ein Entsorgungskonzept für die jeweiligen Abfälle zu erstellen

und dessen Umsetzung zu kontrollieren.

Weiterhin wird von Bauunternehmern verlangt, einen statistischen Nachweis über Massenbewegungen zu führen. D.h. aus Gründen der Nachhaltigkeit soll nicht mehr Material die Baustelle verlassen als ihr zugeführt wird. Diese Forderung wird allgemein als Mengen- bzw. Massenausgleich bezeichnet. Gleichzeitig liegt die Verwendung von vorhandenen Materialien auf der Baustelle im Interesse des Bauherrn. Bei intransparenten Prozessen kauft er im schlechtesten Fall unnötigerweise Material ein, welches bereits auf der eigenen Baumaßnahme verfügbar ist. Das bereits vorhandene Material muss dann gegen eine zusätzliche Gebühr entsorgt werden. Zusätzliche Intransparenz ist dem Umstand geschuldet, dass die Kontrolle und die Dokumentation von Erdbewegungen bisher manuell stattfinden.

## Das Stoffstrommanagement des Fraunhofer IIS führt zu transparenten und effizienten Prozessen im Erdbau

Mit dem Begriff Stoffstrommanagement wird allgemein die zielgerichtete Planung, Steuerung und Kontrolle von Stoffströmen bezeichnet. Bezogen auf den Erdbau stellt das vom Fraunhofer IIS entwickelte Stoffstrommanagement einen wirksamen Mechanismus zur Planung, Steuerung und Kontrolle von Erdbewegungen dar. Dabei wird in der Planung festgelegt, wie das vorhandene Erdmaterial in der Baumaßnahme gemäß

der zugehörigen Materialeigenschaften, welche vor Beginn der Baumaßnahme durch geotechnische Beprobung ermittelt werden, zu verwenden ist. Dagegen betreffen Steuerung und Kontrolle die korrekte Umsetzung der Planungsentscheidung und deren Überwachung auf der Baustelle.

## Smart Object Technologien des Fraunhofer IIS als technische Basis für das Stoffstrommanagement

Um Erdbewegungen im Sinne des Stoffstrommanagements planen, kontrollieren und steuern zu können, ist es notwendig, alle Erdbewegungen informationstechnisch zu erkennen. Zu diesem Zweck werden unterschiedliche Baufahrzeuge durch den Einsatz von Identifikations-, Kommunikations- und Ortungstechnologien (kurz: Smart Object Technologien) überwacht, welche vom Fraunhofer IIS entwickelt wurden. Mit den Technologien lassen sich der aktuelle Aufenthaltsort sowie der aktuelle Status eines Baufahrzeuges jederzeit nachvollziehen. Sowohl Erdbaugeräte, welche das Lösen, Laden, Einbauen sowie Fördern von Erdmassen auf kurzen Strecken zur Aufgabe haben, als auch Transportgeräte, deren Zweck der Transport von Erdmassen über weite Strecken ist, können durch die Smart Object Technologien überwacht werden.

## Satellitengestützte Erfassung von Erdbau- und Transportgeräten

Durch den Einsatz von Satellitentechnik ist es möglich, die bewegten Erdmassen indirekt durch eine Baggerschaufel oder eine Kipperladefläche zu erfassen. Sämtliche am Baufahrzeug erfassten Informationen werden über das Mobilfunknetz in Echtzeit an das Stoffstrommanagement-System übertragen. Das Bagger-System, welches in Kooperation vom Fraunhofer IIS und weiteren Partnern entwickelt wurde, ist durch die zentimetergenaue Bestimmung der Schaufelposition per Satellitentechnik in der Lage, Arbeitsbewegungen zu verfolgen

und über ein digitales Geländemodell einen Aushub zu erkennen. Zudem kann der Typ des ausgehobenen Erdmaterials bestimmt werden, da das Geländemodell unterschiedliche, übereinanderliegende Bodenschichten kennt, welche zuvor durch Bohrungen ermittelt wurden.

Auf Basis von Satellitentechnik kann ein Kipper bzw. dessen Ladefläche geortet werden. Menge und Art des aufgeladenen Erdmaterials werden im Stoffstrommanagement-System einerseits durch das Aufsummieren der über der Ladefläche abgeladenen Baggerschaufeln ermittelt. Zusätzlich wird diese Berechnung durch eine Waage abgesichert, welche das aktuelle Gewicht auf der Ladefläche des Kippers ermitteln kann. Zudem kann durch zusätzliche Sensoren am Kipper der Abkippvorgang erkannt und an das Stoffstrommanagement-System gemeldet werden.

## Automatische Auswertung der gesammelten Informationen

Das Stoffstrommanagement-System übernimmt die automatische Überwachung von Erdbauprozessen, um die gesammelten Informationen auszuwerten, Abweichungen frühzeitig zu erkennen und an den Verantwortlichen per E-Mail oder SMS zu melden. Eine graphische Benutzeroberfläche stellt den aktuellen Prozess übersichtlich dar und informiert pro Bagger über die geförderten Erdmaterialien. Pro Kipper werden der aktuelle Ladezustand und pro Haufwerk die abgeladenen Mengen dargestellt. Die Positionen von Baufahrzeugen, Aushuborten und Haufwerken werden innerhalb einer Karte angezeigt. Die erlaubten Positionen der Baufahrzeuge können durch einen virtuellen geographischen Korridor eingeschränkt und überwacht werden.

Ansprechpartner: Dipl.-Inform. Sebastian Lempert  
E-Mail: [sebastian.lempert@iis.fraunhofer.de](mailto:sebastian.lempert@iis.fraunhofer.de)



# GÜTERUMSCHLAG

Der Begriff Güterumschlag bezeichnet die Be- und Entladung von verschiedenen Verkehrsträgern mit Gütern. Man schränkt heute den Begriff nicht mehr auf die Verladung auf Schiffe ein, sondern beschreibt damit auch die Verladung auf LKW und Bahnen und das Umladen zwischen diesen Verkehrsträgern. Damit der Güterumschlag nahtlos in die Informationskette moderner Supply Chains integriert werden kann, untersuchen die Partnerinstitute moderne Ortungs- und Kommunikationstechnologien und entwickeln ein System zur Darstellung der Potenziale für die Logistik.

## Hersteller und Logistikdienstleister wünschen eine permanente Warenverfolgung

Die Anforderungen der Logistikdienstleister und der Verlager an die Transparenz der Lieferketten steigt derzeit stetig. Dies wird zum einen verursacht durch gesetzliche Vorgaben, zum anderen – und dies ist der gewichtigere Teil – auch durch die steigenden Kundenanforderungen an Planung und Überwachung der Lieferkette. Aber auch neue Konzepte in der Steuerung der Logistiksysteme, wie z.B. die im Internet der Dinge vorgesehene Selbststeuerung der logistischen Netze, fordern eine neue Qualität an Orts-, Zeit- und Zustandsinformationen von versendeten Waren. Jederzeit über den Verbleib der Waren informiert zu sein, gehört für Versender, Transporteure und Empfänger heute in vielen Branchen zum täglichen Geschäft.

## Nachhaltige Lieferketten kommen nicht ohne einen Wechsel des Verkehrsträgers aus

Es müssen die immer komplexer werdenden Lieferketten bzgl. der Anzahl der Unternehmen, die an einem Transport beteiligt sind, berücksichtigt werden. Denn häufig ist der Wechsel eines Dienstleisters mit einem Wechsel des Verkehrsträgers verbunden. Somit kommt es bei vielen multimodalen Transporten zu mehreren Güterumschlägen, an denen wiederum mehrere Unternehmen und somit auch Umschlagfahrzeuge beteiligt sein

können. Heute stellen aber gerade diese Umschlagpunkte ein Problem in der durchgängigen Bereitstellung von Orts- und Statusinformationen der Waren da. Die Informationsbereitstellung des einen Dienstleisters endet am Umschlagpunkt, wenn der nächste Dienstleister die Ware noch nicht aufgenommen hat, und somit noch keine Information bereitstellen kann.

## Durchgängige Ortung unterstützt den Güterumschlag

Zur Unterstützung der Bereitstellung von durchgängigen Ortsinformationen der Waren in Umschlagpunkten wird ein System entwickelt, welches diese Informationslücke schließt. Das System liefert für die Steuerung der Logistik wichtige Positions- und Zustandsinformationen der Waren im Außen- wie auch im Innenbereich von Umschlaganlagen und Betriebshöfen.

Dabei wird auf die Kombination von verschiedenen Ortungstechnologien gesetzt, die es erlaubt, in ausreichender Genauigkeit die Umschlagfahrzeuge und somit auch die transportierte Ware zu orten und zu verfolgen. Hierdurch kann auf der einen Seite der Umschlagprozess selbst effizienter gestaltet werden, da zu jeder Zeit ersichtlich ist, wo sich Fahrzeuge und Waren befinden. Auf der anderen Seite wird dadurch aber auch die Lücke in der Informationsbereitstellung in der gesamten Supply Chain geschlossen.

## Eine flexible Lokalisierungsplattform als technische Basis für das Logistiksystem

Die Grundlage hierfür ist die gemeinsam entwickelte Lokalisierungsplattform, ergänzt um spezielle, für die Lösung der logistischen Aufgaben relevante Dienste und Funktionen. Hierzu zählen zum Beispiel eine Auftragsverwaltung und die Vorbereitung zur Anbindung an Logistiksoftware-Systeme. Die Datenbank des Systems wird damit zu einer Fundgrube für operationelle Daten im Sinne des Workflowmanagements sowie eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses im Qualitätsmanagement. Die Ortungssysteme können somit auch dabei helfen, effizientere und sichere Arbeitsabläufe zu installieren.

## Kostengünstige indirekte Ortung der Waren

Um nicht jedes Gut mit einem eigenen GPS-/Galileo-Empfänger ausstatten zu müssen und somit unabhängig von der Art der zu ortenden Ware zu werden, wird nicht die eigentliche Ware aktiv geortet, sondern das transportierende Umschlaggerät (indirekte Ortung). Dies kann ein Gabelstapler, ein Kran, ein Reachstacker oder letztendlich auch ein Bagger sein, der Schüttgut umlädt. Durch die integrierte Verortung indoor wie outdoor wird ein breites Einsatzspektrum des Systems ermöglicht. Das Gerät am Fahrzeug kann dabei eine sog. Blackbox sein, die die Ortung und Kommunikation mit dem Server übernimmt. Der Fahrer muss hier nicht eingreifen. Soll der Fahrer mit dem System interagieren und zum Beispiel Aufträge annehmen und bestätigen oder Statusinformationen abgeben, so kann das System auch um ein Terminal erweitert werden.

## Das System ermöglicht transparente und effiziente Prozesse im Gütertransport

Die Anwendbarkeit des Systems in der Logistik reicht von der reinen Verortung von Fahrzeugen bis hin zur Unterstützung von Umschlagsprozessen durch Automatisierung von Teilschritten. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Fahrzeuge ausschließlich innerhalb oder außerhalb von Gebäuden unterwegs sind, oder sogar in Gebäude hinein- oder herausfahren. Durch die durchgängige Ortung der Waren wird ein lückenloses Tracking und Tracing über verschiedene Verkehrsträger hinweg ermöglicht und es entsteht eine Prozesstransparenz vom Versand bis zum Empfang der Waren. Alle Vorgänge können durch die Netzwerkfähigkeit auch an entfernten Standorten visualisiert und analysiert werden. Die Aktivitäten können bei Datenaufzeichnung auch nachträglich noch sichtbar gemacht werden. Die zurückgelegten Wege können errechnet und dargestellt werden. Neben der Verfolgung der Waren kann auch die Position der Fahrzeuge immer live ermittelt und ihre Aktivitäten sichtbar gemacht werden.

Ansprechpartner: Dipl.-Inform. Jens Schoneboom  
E-Mail: jens.schoneboom@iml.fraunhofer.de