



Galileo

*Das europäische Programm für
weltweite Navigationsdienste*



Europäische
Kommission



Galileo

*Das europäische Programm für
weltweite Navigationsdienste*

BR-186 (deutsche Version)

September 2002

ISBN 92-9092-730-5

ISSN 0250-1589

Koordinatorin: Apostolia Karamali, Galileo Interim Support Structure

Redakteur: Andrew Wilson, ESA Publications Division

Design und layout: Carel Haakman, ESA Publications Division

Herausgegeben von: ESA Publications Division, Postfach 299, 2200 AG Noordwijk, Niederlande

© 2002 European Space Agency (Europäische Weltraumorganisation)

Preis: Euro 10

Gedruckt in den Niederlanden



Inhalt

Galileo: eine Herausforderung für Technik, Wirtschaft und Politik	5
Optimale Nutzung der satellitengestützten Navigation	7
Anwendungen: Eröffnung neuer Horizonte	13
Dienste: Weltraumtechnik nutzbar gemacht	19
Infrastruktur: vom Weltraum zur Erde	23
Hervorragende technologische Entwicklungen	27
Umsetzung und Management	31

Galileo

Galileo, das erste ausdrücklich für zivile Zwecke entwickelte satellitengestützte Positionsbestimmungs- und Navigationssystem, wird moderner, effizienter und zuverlässiger sein als das derzeitige, als US-amerikanisches Monopol betriebene Globale Positionsbestimmungssystem GPS. Die Bandbreite zukünftiger Anforderungen an Navigationssysteme und die Notwendigkeit einer weltweiten Verfügbarkeit kann ein einzelnes System nicht abdecken.



©ESA-J.Huot

Galileo: eine Herausforderung für Technik, Wirtschaft und Politik

Galileo wird das erste satellitengestützte Positionsbestimmungs- und Navigationssystem speziell für zivile Zwecke sein. Anwendungen werden sich in vielen Bereichen gewinnbringend für uns alle auswirken, angefangen bei einer sicheren und effizienten Verkehrsgestaltung. Lediglich mit Hilfe eines kleinen Empfängers werden wir den eigenen Standort bis auf wenige Meter genau bestimmen können.

Galileo ist wesentlich für die Zukunft der europäischen Industrien im Bereich der Hochtechnologien. Mit Galileo werden neue, umfangreiche Märkte erschlossen. Es wird Europa den entscheidenden technischen Vorsprung für den internationalen Wettbewerb verschaffen.

Entscheidend für Europa und für die ganze Welt ist, dass unabhängig vom derzeitigen, technologisch älteren US-amerikanischen Monopol des Globalen Positionsbestimmungssystems (GPS), ein weiteres, effizienteres und noch zuverlässigeres Angebot besteht. Hinzu kommt, dass die Bandbreite zukünftiger Anforderungen an Navigationssysteme und die Anforderung



einer weltweiten Verfügbarkeit von einem einzigen System ohnehin nicht erfüllt werden können.

Das Programm Galileo wurde endlich gestartet. Die Kosten für die Umsetzung dieses Systems werden auf etwa 3,2 bis 3,4 Milliarden Euro geschätzt; die Kosten bei

Aufgabe des Projekts wären jedoch beträchtlich gewesen. Hätte man das Projekt nicht gestartet, könnten bis zum Jahr 2010 100 000 neue Arbeitsplätze und Geschäftsmöglichkeiten im Ausrüstungs- und Dienstleistungssektor im Wert von mehr als 10 Milliarden Euro nicht realisiert werden.

Galileo



Optimale Nutzung der satelliten- gestützten Navigation

Satellitengestützte Navigation und Zeitsteuerung

Satellitengestützte Navigationssysteme können die Position eines Objekts durch Messung der Abstände zu mindestens drei bekannten Referenzpunkten (zu den Galileo-Satelliten) exakt bestimmen.

Aus dem Abstand zu einem Satelliten ergibt sich jeweils eine Kugeloberfläche, auf der sich die gesuchte Position befinden muss. Die Überlagerung von drei Kugeloberflächen definiert einen gemeinsamen Punkt, die gesuchte Position. Von der Genauigkeit der Abstandsmessungen hängt ab, wie exakt dieser Punkt bestimmt und wie genau entsprechend die Zielposition ermittelt werden kann. Dazu erfasst ein Empfänger die von den Satelliten abgestrahlten Zeitsignale und errechnet die entsprechenden Entfernungen zu den Satelliten.

Die Positionsbestimmungsgenauigkeit wird unter anderem durch die Genauigkeit der Zeitmessungen bestimmt. Nur Atomuhren bieten die erforderliche Genauigkeit im Nanosekundenbereich (0.000 000 001 s). Diese hochgenauen und übrigens nicht

radioaktiven Uhren sind ein wesentlicher technischer Bestandteil des Galileo-Systems und werden zur Definition des internationalen Zeitstandards (UTC) beitragen. Ein viertes Satellitensignal wird sozusagen zur genauen Synchronisation der Empfängeruhr eingesetzt. Die Anzahl der Satelliten und die jeweiligen Umlaufbahnen sind derart zu wählen, dass auf jedem Punkt der Erde mindestens vier Satelliten jederzeit zu empfangen sind.

Galileo steht vor der Einführung

Galileo besteht aus einer Konstellation von 30 Satelliten auf drei kreisförmigen Umlaufbahnen in einer Höhe von etwa 24 000 km über der Erdoberfläche. Diese Satelliten werden durch ein weltweites Netz von Bodenstationen unterstützt.

Zur Zeit bestehen nur zwei Funknetze zur satellitengestützten Navigation: das amerikanische GPS und das russische Glonass. Beide Systeme wurden während des Kalten Krieges für militärische Zwecke entwickelt. Da aus dem russischen System noch keine zivilen Anwendungen hervorgegangen sind, stellt Galileo nun eine echte Alternative zum faktischen

Monopol des GPS und der US-amerikanischen Industrie dar.

GPS wird in großem Umfang für zivile Zwecke genutzt, hat aber verschiedene wesentliche Nachteile:

- Seine Genauigkeit ist unzureichend und schwankt je nach Ort und Zeitpunkt: manchmal beträgt die Genauigkeit nur einige Dutzend Meter.
- Die Zuverlässigkeit lässt zu wünschen übrig. Die Abdeckung von Regionen in hohen Breitengraden (über die jedoch zahlreiche Flugrouten führen) ist nicht immer gegeben, genauso wenig wie die Verfügbarkeit des Signals in dicht bebauten Gebieten. Außerdem bringt der vorwiegend militärische Charakter des GPS für zivile Nutzer die ständige Gefahr einer plötzlichen und unerwarteten Unterbrechung in Krisenfällen mit sich.

Signalunterbrechungen können katastrophale Folgen haben, besonders, wenn sie ohne Vorwarnung und ohne unverzügliche Aufklärung über Anzeigefehler erfolgen; dabei ist unerheblich, ob diese Unterbrechungen vorsätzlich herbeigeführt werden oder zufällig auftreten.



Eine kanadische Forschungsgruppe z.B. hat den Fall eines Flugzeuges geschildert, das von einer unangekündigten, 80 Minuten dauernden Signalunterbrechung betroffen war, wobei bei der Wiederaufnahme des Signals zusätzlich noch ein anfänglicher Standortbestimmungsfehler von 200 km auftrat. Die isländischen Luftfahrtbehörden berichteten über mehrere Transatlantikflüge in ihrer Kontrollzone, die auf dieselbe Weise gestört wurden. In drei Bundesstaaten im mittleren Westen der USA erlitten Zivilflugzeuge eine Signalunterbrechung von 20 Minuten; das gleiche Phänomen wurde von Piloten im Mittelmeerraum gemeldet.

Im August 2001 wurde außerdem im Bericht des Volpe National Transportation Center, einer staatlichen US-Einrichtung, klar auf gewisse Mängel hingewiesen; die selbst das Projekt GPS III, mit dem die Vereinigten Staaten das bisherige System verbessern wollen, nicht in der Lage sein wird zu beheben. Es bestehen keinerlei Garantien und keinerlei Haftungsübernahmen, da beide mit den militärischen Zielen des Systems nicht vereinbar sind; die entsprechenden Auswirkungen etwa für

den Fall eines Unglücks im Luftverkehr oder für die Havarie eines Öltankers kann man sich vorstellen.

Die Europäische Union (EU) hat daher beschlossen, in enger Zusammenarbeit mit der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) ein eigenes System zu entwickeln, das die bestehenden Anforderungen an Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit erfüllt.

Die Genauigkeit von Galileo ist vor allem dank der Struktur seiner Satellitenkonstellation und seines Netzes von Relaisstationen auf der Erde höher und konstanter. Diese garantierte Genauigkeit ist für gewisse Anwendungen unerlässlich: so können Kollisionen an Hafeneinfahrten vermieden oder Fahrzeuge bis in die Parklücke gelenkt werden.

Galileo verfügt über eine außerordentliche Zuverlässigkeit, da Benutzer mit einer "Integritätsmeldung" sofort auf mögliche Fehler aufmerksam gemacht werden; außerdem können die Galileo-Signale ohne Schwierigkeiten auch in Gebieten wie Nordeuropa empfangen werden.

Für bestimmte Dienste erzielt Galileo die hohe Kontinuität, die in der modernen Wirtschaft insbesondere zur Erfüllung vertraglicher Haftungsverpflichtungen unerlässlich ist.

Märkte für praktische Anwendungen

Die Satellitenübertragung gehört heute in vielen Lebensbereichen wie z.B. beim Telefon oder beim Fernsehen, in Computernetzen, in der Luftfahrt und in der Schifffahrt zum Alltag. Die Palette der potenziellen Anwendungen für Galileo ist außerordentlich vielfältig und die Anzahl möglicher gewinnbringender Nutzungen unermesslich.

Der Nutzen allein für Luftverkehrsgesellschaften im Zeitraum 2008 bis 2020 wird bereits auf etwa 15 Milliarden Euro veranschlagt. Dieser Betrag beinhaltet die Einsparungen, die durch direktere Flugverbindungen dank besserer Verkehrslenkung, durch wirksamere Kontrollen vom Boden aus, geringere Verzögerungen im Luftverkehr und ein einheitliches weltweites Mehrzwecknavigationssystem erzielt werden. Ähnliche Vorteile sind im Schiffsverkehr zu erwarten.



Die Vorteile für zukünftige Systeme im Straßenverkehr sind ebenfalls von entscheidender Bedeutung. Zurzeit entstehen infolge von Unfällen im Straßenverkehr (einschließlich 40 000 Unfällen mit Todesfolge) für Wirtschaft und Gesellschaft Kosten in Höhe von 1,5 - 2,5 % des Brutto-sozialprodukts (BSP) der Europäischen Union. Staus und Behinderungen im Straßenverkehr verursachen Mehrkosten in Höhe von etwa 2 % des europäischen BSP. Eine erhebliche Reduzierung dieser Zahlen infolge von Galileo wird daher nicht nur Leben retten, sondern auch ganz beträchtliche sozioökonomische Vorteile haben.

Die Anwendungen im Landverkehr sind in ständiger Entwicklung begriffen. Die Hersteller von Kraftfahrzeugen bieten ihren Kunden inzwischen Navigationssysteme an, um durch satellitengestützte Positionsbestimmung in Verbindung mit Streckendaten Verkehrsstaus zu vermeiden, Fahrzeiten zu verkürzen, den Kraftstoffverbrauch zu senken und entsprechend die Umweltverschmutzung zu reduzieren. Unternehmen im Bereich des Straßen- und des Schienenverkehrs werden in der Lage sein, die Bewegungen ihrer Lastkraftwagen,

Eisenbahngüterwagen und Container besser zu verfolgen und wirksamer gegen Diebstahl und Betrug vorzugehen. Taxiunternehmen setzen diese Systeme inzwischen ein, um ihre Kunden schneller und zuverlässiger bedienen zu können.

Die Vorteile von Galileo beschränken sich jedoch nicht auf die Wirtschaft und auf Unternehmen. Vielmehr wird sich Galileo auch als wertvolle Unterstützung für Rettungsdienste (Feuerwehr, Polizei, Krankentransportdienste, See- oder Bergrettung) erweisen, da diese Dienste schneller eingreifen und Personen in Gefahr rascher helfen können. Das System kann außerdem bei der Führung von Blinden und bei der Betreuung von unter Gedächtnisverlust leidenden Alzheimer-Patienten sowie als Orientierungshilfe für Forscher, Wanderer oder Bootsbesitzer eingesetzt werden.

Auch viele andere Sektoren können Galileo nutzen: Galileo kann als topographisches Vermessungsinstrument in der Städteplanung und für große Bauvorhaben sowie in geographischen Informationssystemen verwendet werden, die eine

bessere Bewirtschaftung von landwirtschaftlich genutzten Flächen ermöglichen und zum Umweltschutz beitragen. Galileo wird die Entwicklung von Mobiltelefonen der dritten Generation in Verbindung mit Internet-Anwendungen fördern. Durch die außerordentliche Präzision der Atomuhren wird Galileo die Zusammenführung von Telekommunikations-, Strom- und Banknetzwerken und -systemen erleichtern. Außerdem wird Galileo besondere Bedeutung dadurch erlangen, dass es Entwicklungsländern hilft, ihre natürlichen Ressourcen zu bewahren und ihre internationalen Handelsbeziehungen auszubauen.

Das Spektrum potenzieller Anwendungen ist außerordentlich umfassend. Wie schon beim Mikrocomputer vor 20 Jahren oder beim Internet vor 10 Jahren können wir uns die meisten Anwendungsmöglichkeiten heute wahrscheinlich noch gar nicht vorstellen.

Um all diese Anforderungen zu erfüllen, wird Galileo Dienste auf verschiedenen Niveaus anbieten:
– einen kostenlosen Basisdienst, auch





„offener Dienst“ genannt, mit dem Schwerpunkt auf kundenbezogenen Anwendungen und auf Diensten von allgemeinem Interesse. Für diese Anwendungen ist zwar auch GPS kostenlos, Galileo bietet aber eine höhere Qualität und zeichnet sich durch größere Zuverlässigkeit aus.

– Dienste mit eingeschränktem Zugang für kommerzielle Anwendungen („kommerzielle Dienste“ genannt) und professionelle Anwendungen, wie „sicherheitskritische Dienste“, die höhere Leistungen erfordern und Entwicklungen mit einem "Mehrwert" mit sich bringen. Diese reichen bis zu einem äußerst eingeschränkt zugänglichen Dienst für Anwendungen, die in keinem Fall beeinträchtigt werden dürfen, auch „öffentlich regulierter Dienst“ genannt.

Die kostenpflichtigen Dienste werden zur Finanzierung des Systems beitragen.

Entscheidende Fragen

Für die Zukunft Europas stellen sich entscheidende Fragen. Wie die Initiativen Ariane und Airbus wird auch Galileo Europa in die Lage versetzen, technische

Unabhängigkeit zu erlangen. Entscheidend ist, dass Europa in einem der wesentlichen Sektoren der Industrie des 21. Jahrhunderts vertreten sein sollte; in den USA ist dieser Bereich bereits weithin anerkannt. Ohne Galileo wäre die Entwicklung bzw. gar das Überleben der von den neuen Technologien geprägten Sektoren ernsthaft gefährdet. Der technische Vorsprung durch Galileo wird den beteiligten Industrien in Europa einen beträchtlichen Wettbewerbsvorteil in diesem Sektor sowie in Bezug auf viele entsprechende Anwendungen verschaffen.

Verschiedene Studien schätzen den Markt für Zubehör und Dienstleistungen infolge des Programms auf etwa 10 Milliarden Euro jährlich bei einem Potenzial von über 100 000 hoch qualifizierten Stellen für den europäischen Arbeitsmarkt. Würde Europa dagegen diese neuen Entwicklungen verpassen, würden letztlich viele Arbeitsplätze im Bereich der Elektronik und der Weltraumindustrie verloren gehen.

Im Bereich der internationalen Zusammenarbeit sind Zukunftstechnologien wesentliche Faktoren für die Stellung Europas in der Welt.

Die Europäische Union hat eindeutig ihre Bereitschaft erklärt, interessierte Länder auch dann in Aktivitäten in den Bereichen Forschung, Entwicklung und industrielle Durchführung einzubeziehen, wenn diese nicht Mitglieder der EU sind. Ganz unabhängig von den Möglichkeiten, die sich dadurch der gesamten Welt bieten, können unsere Verbindungen und unser gemeinsames Interesse durch diese Einbeziehung nur gestärkt werden.

Investitionen und wirtschaftliche Rentabilität

Galileo ist nicht teuer. Die Kosten für Entwicklung und Errichtung einschließlich des Starts von 30 Satelliten und der Errichtung der Bodenstationen belaufen sich auf 3,2-3,4 Milliarden Euro. Diese Kosten entsprechen dem Aufwand für den Bau einer 150 km langen Autobahn in Ballungsgebieten oder eines Haupttunnels der künftigen Hochgeschwindigkeitsbahnstrecke Lyon-Turin. Dieser Betrag ist geringer als der Aufwand für die Öresund-Querung zwischen Dänemark und Schweden oder der zurzeit im Bau befindliche fünfte Terminal des Flughafens Heathrow. Die Kosten betragen etwa zwei



Drittel der Kosten der Hochgeschwindigkeitsbahnstrecke zwischen Lüttich, Köln und Frankfurt oder die 160 km des Betuwe-Eisenbahninfrastrukturprojekts für den Containerverkehr in den Niederlanden.

Verschiedene durchgeführte Studien belegen die wirtschaftliche Rentabilität des Projekts. In der letzten Studie, die von PricewaterhouseCoopers mit abgezinsten Projektionen für zwanzig Jahre durchgeführt wurde, wurde ein Nutzen/Kosten-Verhältnis von 4,6 ermittelt; dieses Verhältnis ist günstiger als bei allen sonstigen Infrastrukturprojekten in Europa. Dabei wird von PricewaterhouseCoopers darauf hingewiesen, dass der Bericht auf vorsichtigen Schätzungen beruht und sich der errechnete Nutzen derzeit lediglich auf die Bereiche Luft- und Seeverkehr sowie teilweise auf den Straßenverkehr bezieht.

Eine neue und innovative Struktur

Galileo beruht auf einer neuen und innovativen Struktur zur Förderung öffentlich-privater Partnerschaften. Für die erfolgreiche Durchführung der Entwicklungs- und Validierungsphase und die Vorbereitung der Errichtungsphase wird

erstmals auf eine besondere Gesellschaftsform zurückgegriffen, die in Artikel 171 des Vertrages über die Europäische Union vorgesehen ist: das Gemeinsame Unternehmen (Galileo Joint Undertaking). Gründungsmitglieder sind die Europäische Union und die ESA. Die Europäische Investitionsbank sowie - zu einem späteren Zeitpunkt - Unternehmen mit Anteilen von mindestens 5 Millionen Euro (250 000 Euro für Klein- und Mittelunternehmen (KMU), die Anteile einzeln oder gemeinsam erwerben) können als Mitglieder hinzukommen.

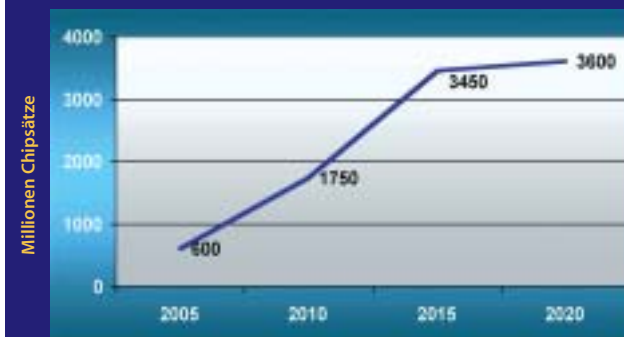
Diese Struktur soll die Einbeziehung des privaten Sektors fördern und sorgt einerseits dafür, dass Unternehmen die Entwicklungen nicht verschlafen; andererseits wäre es in den Augen der Kommission auch ungerechtfertigt, wenn die Industrieunternehmen als die großen Nutznießer der enormen aus Galileo entstehenden Geschäftsmöglichkeiten einfach nur darauf warten müssten, dass ihnen die öffentlichen Aufträge in den Schoß fallen.

Über Unternehmen des Weltraumsektors

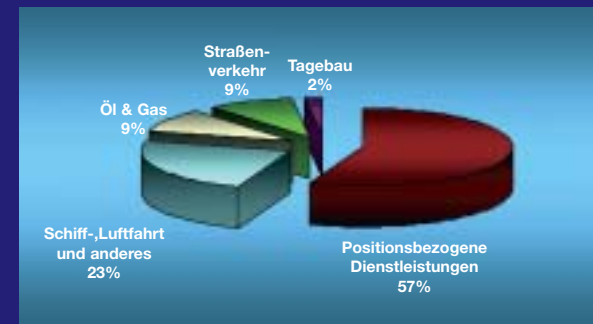
hinaus, für die die Beteiligung an Forschungsprogrammen der Europäischen Union Normalität ist, müssen auch für ein möglichst breites Spektrum sonstiger Unternehmen die Grundlagen für eine öffentlich-private Partnerschaft geschaffen werden. Durch ihre Beteiligung am Kapital des Gemeinsamen Unternehmens übernehmen sie ihren Anteil an den zwangsläufig mit unternehmerischer Tätigkeit verbundenen Risiken. Es kann nicht erwartet werden, dass die entstehenden Kosten vollständig aus öffentlichen Mitteln bestritten werden.

Zweifelsohne ist der öffentliche Sektor für die Durchführung vorausschauender Analysen, für die Erkennung sich herausbildender Märkte und für die Förderung der Erschließung dieser Märkte zuständig - wie bei Ariane und beim Airbus. Dennoch müssen auch die Großunternehmen, von denen es sich manche bis vor kurzem unter dem Schutz der öffentlichen Hand bequem gemacht haben, über den kurzfristigen Horizont hinaus orientieren, wenn sie angesichts des weltweiten Wettbewerbs bestehen möchten.

Prognostizierter weltweiter Markt für GNSS-Chipsätze



Prognostizierter GNSS-Markt für Galileo im Jahre 2020 nach Anwendungen



Anwendungen: Eröffnung neuer Horizonte

Galileo ist als zentrale Infrastruktur konzipiert, auf deren Basis Anwendungen entwickelt werden. Galileo wird Bestandteil der umfassenderen technischen Infrastruktur (einschließlich der Kommunikations- und Rundfunksysteme) der Gesellschaft sein, auf die wir alle in erheblichem Maße angewiesen sind. Die durch Galileo ermöglichten Anwendungen reichen weit über die bloße Positionsbestimmung eines Benutzers und über die reine Zeitbestimmung hinaus und gehen bis zur Einbindung neuer Technologien zur Erfüllung zukünftiger Nutzeranforderungen.

Die Anwendungen unterstützen und fördern Innovationen in Europa in der Grossindustrie, in kleinen und mittleren Unternehmen, wie in der Forschung. In verschiedenen Bereichen bieten die Anwendungen durch eine bessere Systemeffizienz und höhere Rentabilität oder auch schlicht durch die Vereinfachung alltäglicher Abläufe unmittelbare Vorteile für die Bürger und ihr soziales Umfeld.

Die Galileo-Anwendungen werden auf integrierten Diensten beruhen, indem Navigationsdaten mit weiteren

Informationsschichten kombiniert werden. Die zahlreichen Anwendungsbereiche reichen vom Verkehr (Luft, Schiene, See, Straße und Fußgänger) bis hin zu Zeitsteuerung, Ingenieurwesen, Naturwissenschaften, Umweltschutz, Such- und Rettungsdienste, sogar bis in den Freizeitbereich. Diese Bereiche wirken sich ihrerseits wieder unmittelbar auf Geschäftsbereiche wie z.B. den Öl- und Gashandel, auf Banken und Versicherungen, auf Telekommunikation und Landwirtschaft aus.

Für manche Anwendungen muss das System über besondere Funktionen verfügen. Diese Funktionen sind in den derzeit erhältlichen Positionsbestimmungssystemen nicht enthalten und stellen einen Mehrwert für Galileo als ziviles System dar. Vorstellbar wäre ein Mehrwert etwa in Form von Dienstgarantien, Haftungsübernahmen der Dienstbetreiber, Rückverfolgbarkeit bereits erbrachter Leistungen, Funktionstransparenz, Zertifizierung und Wettbewerbsfähigkeit in Bezug auf Genauigkeit und Verfügbarkeit der Dienste. Auf diesem riesigen Markt, der bis 2010 voraussichtlich mindestens 1,75 Mrd. Empfangsgeräte und bis 2020 mindestens

3,6 Mrd. Empfangsgeräte bedienen wird, werden täglich neue Anwendungen entwickelt. Um das Potenzial zu verdeutlichen, werden im Folgenden einige Beispiele beschrieben.

Verkehr

Die verkehrsbezogenen Anwendungen stellen für Galileo die Anwendungskategorie par excellence dar. Die auf diesem System aufbauenden Dienste werden in allen Bereichen des Verkehrs, d.h. im Luftverkehr, im Seeverkehr, im Straßenverkehr und im Schienenverkehr und sogar für Fußgänger eingesetzt werden. Jedes Benutzersegment hat seine eigenen spezifischen Anforderungen, und Galileo ist so ausgelegt, dass all diese unterschiedlichen Anforderungen erfüllt werden können.

In der zivilen Luftfahrt kann Galileo in den verschiedenen Flugphasen eingesetzt werden: zur Streckennavigation, beim Landeanflug auf Flughäfen und bei der Landung sowie zur Führung am Boden. Besonders hilfreich wird Galileo dort sein, wo die entsprechende Infrastruktur wie z.B. ein Radar zur Überwachung von Bewegungen am Boden nicht vorhanden ist.



Im Seeverkehr wird Galileo für die Onboard-Navigation in allen Verkehrsformen (u.a. im Hochseeverkehr, in der Küsten- und Binnenschifffahrt, bei der Einfahrt in Häfen und im Hafenverkehr) eingesetzt werden. Die typischen Merkmale von Galileo, die es auch für die anspruchsvollsten Anwendungen unserer Zeit qualifizieren, werden die Beschreibung und Entwicklung neuer Anwendungen wie z.B. das automatische Identifizierungssystem zur Verbesserung der Navigationsicherheit ermöglichen. Auch die Navigation auf Binnenwasserstraßen wird selbst unter schwierigsten Bedingungen durch Galileo und seine Interoperabilität mit anderen Systemen erleichtert.

Anwendungen im Straßenverkehr sind etwa Navigationshilfen im Fahrzeug und die Flottenverwaltung in Taxi-, Speditions- und Busunternehmen sowie die Fahrerunterstützung. Informationsdienste für Straßenverkehrsteilnehmer können

ebenfalls auf der Basis von Galileo entwickelt werden. Das Verkehrsgeschehen kann über Onboard-Navigationsrecorder überwacht werden, um hilfreiche Informationen für andere Straßenverkehrsteilnehmer zu erfassen. Fahrzeugdaten können mit genauen Zeitdaten und mit exakten Positionsbestimmungsinformationen gespeichert werden, um Haftungsfragen bei Unfällen zu entscheiden. Damit die gespeicherten Daten vor Gericht sowie von Versicherungsgesellschaften verwendet werden können, müssen die Daten äußerst verlässlich, garantiert verfügbar und von einem zertifizierten System abgeleitet sein. Galileo erfüllt diese Anforderungen.

Die Leistungsniveaus von Galileo – häufig lokal unterstützt durch terrestrische Komponenten – und die verbesserte Zuverlässigkeit (garantierte ständige Verfügbarkeit und Integrität des Dienstes) werden zu erhöhter Sicherheit und Mobilität im Straßenverkehr beitragen. Weiterentwickelte Fahrer-Assistenzsysteme in Verbindung mit Galileo-Empfängern werden Funktionen wie z.B. Kollisionswarnung, Sichtunterstützung und Rangierhilfen beinhalten.

Dem Schienenverkehr werden Anwendungen im Bereich der Zugsteuerung, der Zugüberwachung, des Flottenmanagements, der Trassenüberwachung und der Fahrgastinformationendienste zugute kommen. Galileo kann dazu beitragen, die Anzahl von Unfällen zu reduzieren, die Hunderte von Opfern fordern könnten. Um Risiken z.B. beim Transport von Gefahrgütern durch dicht besiedelte Gebiete zu vermindern, wird große Genauigkeit in Verbindung mit einem hohen Maß an Integrität und Verfügbarkeit sowie mit garantierter ständiger Bereitschaft benötigt. Die Zertifizierung des Dienstes ist für die Einführung eines Systems, das die Sicherheitsanforderungen von Anwendungen im Schienenverkehr erfüllen soll, unabdingbare Voraussetzung.

Die satellitengestützte Navigation wird auch bei der Verbesserung der Grenzkontrollen zum Tragen kommen. Physische Kontrollen könnten auf Güter oder Personen beschränkt werden, die mit dieser Technik nicht überwacht werden können. Die erhöhte Effizienz wird sowohl den Zollbehörden als auch der Öffentlichkeit zugute kommen.

Wegen seiner durch die zivile Ausrichtung bedingten wesentlichen Merkmale der Zertifizierung, der Betriebstransparenz und der garantierten ständigen Verfügbarkeit wird Galileo eine herausragende Rolle bei allen genannten Anwendungen zukommen. Und durch die Integritätsüberwachung der Navigationsdaten im gesamten Bereich der Navigationsdienste (mit "Echtzeit-Flags" für die Integrität) ist Galileo für alle sicherheitskritischen Anwendungen qualifiziert.

Energie

Die sehr exakte Zeitsteuerung über Galileo wird dazu beitragen, den Stromtransfer über Elektrizitätsleitungen zu optimieren. Außerdem kann Galileo bei der Wartung und Unterhaltung der Infrastruktur zur Verteilung von Elektrizität unterstützend eingesetzt werden. Stromnetze werden über verschiedene im gesamten System verteilte Instrumente kontinuierlich überwacht. Aufgrund der Informationen dieser Instrumente wird das System bei Stromausfällen oder bei Netzschwankungen repariert. Galileo wird die Zeitsteuerung der Instrumente verbessern, so dass der volle Betrieb nach einer Störung rascher wieder aufgenommen werden kann.



Auch der Öl- und der Gassektor können in vielen Bereichen von Galileo profitieren. In der Seismik wird der Positionsbestimmungsdienst sowohl für Forschungsschiffe als auch für seeseismische Kabelanordnungen und Luftpulser genutzt. Der Dienst wird die Sicherheit der Bohrungen erhöhen, da neue Vorkommen hochauflösend erschlossen und geomorphologische oder geophysikalische Risiken bestimmt werden können.

Die Positionsbestimmung der Bohrseln und der Ankerziehschlepper wird durch Galileo ebenfalls verbessert. Beim Transport und bei der endgültigen Führung der Schleppseile werden exakte Positionsbestimmungsinformationen bezüglich der Position zur Bohrsel sowie zur Verankerung von Halbtauchern und zu unabhängigen Bohrseln übertragen. Die endgültige Position der Bohrsel sowie die endgültige Ausrichtung der Plattform werden mit hoher Genauigkeit bestimmt.

Im Öl- und Gassektor verlieren bekannte Vorkommen an Bedeutung, während neue entferntere Bohrstellen ohne lokale Infrastruktur erschlossen werden. In diesen

Bereichen sind die satellitengestützte Positionsbestimmung und Kommunikation entscheidende Hilfsmittel. Die Datenübertragung in Echtzeit in Verbindung mit der Positionsbestimmungsfunktion ermöglicht Ölgesellschaften, Entscheidungen über Bohrvorgänge in Echtzeit zu treffen. Die von Galileo übertragenen Informationen zur Systemintegrität sind von wesentlicher Bedeutung bei der Zielansteuerung und beim Vorbereiten der Verankerung oder beim Absenken der Stützen von Bohrplattformen.

Finanzen, Banken, Versicherungen

Da Online-Finanzgeschäfte im täglichen Leben zunehmend an Verbreitung gewinnen, sind Integrität, Authentizität und Sicherheit der übertragenen Daten wesentliche Kriterien beim elektronischen Dokumentenaustausch geworden. Einer der größten Vorbehalte gegenüber dem elektronischen Handel z.B. ist der Schutz der beim Kaufprozess von den Kunden übertragenen Informationen. Dieses Bedürfnis nach Sicherheit wird in der Regel mit einem speziellen Verschlüsselungssystem erfüllt. Ähnlich wird auch der elektronische Bankverkehr durch Risiken

wie z.B. gefälschte Transaktionen und unbefugte Zugriffe auf Dokumente, Konten und Kreditkarten beeinträchtigt. Entsprechende Risiken bestehen bei Börsengeschäften. Datumsstempel aufgrund legal rückverfolgbarer Galileo-Referenzzeiten werden diese Risiken einschränken.

Durch Online-Systeme ist die Notwendigkeit exakter und rechtsverbindlicher Unterlagen entstanden, die detaillierte Informationen zu den einzelnen Benutzern sowie zu Typ und Umfang der jeweiligen Transaktionen enthalten. Zurzeit werden elektronische Unterschriften verwendet; durch exakte Zeitdaten wird die Sicherheit dieser Systeme jedoch beträchtlich erhöht. Ein auf Galileo beruhendes geschütztes Zeitsignal kann für ein zuverlässiges Verschlüsselungssystem genutzt werden, das den Mehrwert der Rückverfolgbarkeit und der Verbindlichkeit der Zeitinformationen beinhaltet.

Im Versicherungssektor bietet Galileo eine wirksame Möglichkeit zur Steuerung und Überwachung wertvoller Güter. Vorstellbar wäre ein Einsatz etwa beim Transport von Goldreserven zwischen Nationalbanken, beim Transport von Kunstwerken und beim

Transport großer Banknotenbestände zur Verteilung an Banken oder zur Vernichtung. Die kontinuierliche Verfolgung verringert die Risiken und kommt entsprechend den Versicherungsgesellschaften und ihren Kunden zugute.

Die mit Galileo angebotenen zertifizierten Dienste bieten nicht nur rechtsverbindliche Informationen, sondern ermöglichen auch zahlreiche Dienstleistungen in Verbindung mit Fahrzeug- und Immobilienversicherungen. Dadurch dürften erhebliche Vorteile sowohl für den Versicherungssektor als auch für die Endkunden erzielt werden, da innovative Prämien- und Policenkonzepte entwickelt werden könnten.



Landwirtschaft und Fischerei

Da die Lebensmittelsicherheit bei Entscheidungsträgern zunehmend an Bedeutung gewinnt, Gesundheitsgefährdungen durch Lebensmittel stärker ins Bewusstsein rücken und die Verbraucher allgemein kritischer eingestellt sind, ist die Erreichung traditioneller Produktivitätsvorgaben um jeden Preis nicht länger das Hauptziel der Landwirtschaft. Vielmehr sind die Landwirte bestrebt, unter Beachtung des Umweltschutzes und unter Erhalt eines annehmbaren Einkommens höherwertige Agrarprodukte zu erzeugen.

Die Navigation kann bei der Ertragsüberwachung und beim Ausbringen von Düngern zur Bodenverbesserung bzw. Herbiziden und Insektiziden unterstützend eingesetzt werden. Galileo-Empfänger können problemlos auf Erntemaschinen, Traktoren und selbstfahrenden Spritzen verwendet werden.

Eine sachgemäße Ertragsüberwachung bringt nicht nur eine wirksame Ressourcenverwaltung und entsprechend auch deutliche Ertragssteigerungen mit sich, sondern trägt auch dazu bei, den

Umweltschutz in der Landwirtschaft zu fördern, für den häufig ganz bestimmte Rechtsvorschriften gelten. Unter Umständen könnten Landwirte durch entsprechende Rechtsvorschriften verpflichtet sein, Flächen, in denen Chemikalien gespritzt wurden, exakt zu kartographieren.

In ähnlicher Weise kann der Fischereisektor von Galileo profitieren. Außer für die alltäglichen Aufgaben im Bereich der Navigation und der Positionsbestimmung von Schiffen kann Galileo auch zur Überwachung von Fischbeständen eingesetzt werden. Diese Daten können durch meeres- und umweltbezogene Daten ergänzt werden.

Mit zertifizierten Galileo-Diensten werden die Behörden feststellen können, ob Fischereischiffe tatsächlich ausschließlich in den ausgewiesenen Fanggründen eingesetzt werden. Diese Möglichkeit hat besondere Bedeutung auf internationaler Ebene, wo die Respektierung nationaler Gewässergrenzen strikt geregelt ist.

Ebenso bietet Galileo die Möglichkeit, Liegenschaftskataster einzurichten oder zu verbessern. Auf diese Weise kann Rechts-

sicherheit in den Fällen hergestellt werden, in denen Katasterdaten heute vielfach zu ungenau bzw. überhaupt nicht vorhanden sind.

Personennavigation

Galileo erschließt verschiedene standortbezogene Dienste, indem Positionsbestimmungs- und Kommunikationsdienste in der Regel in Endgeräten zusammengefasst werden. Die Endgeräte bestimmen ihre jeweilige Position entweder nur über Galileo oder über Galileo in Verbindung mit anderen Systemen.

Standortbezogene Dienste hängen davon ab, dass die Diensteanbieter oder Netzbetreiber wissen, wo sich der Benutzer eines Mobilfunkgeräts befindet; nur wenn die Position bekannt ist, können die betreffenden Informationen übermittelt werden. Die an das Endgerät eines Benutzers übermittelten Daten können automatisch individuell so angepasst werden, dass Dienste auf Abruf wie z.B. Informationen zu Restaurants, Hotels und Theatern in der unmittelbaren Umgebung sowie regionale Wettervorhersagen angeboten werden können.

Dieses Verfahren ist besonders wichtig in Notfällen, wenn Anrufer nur aufgrund ungefährender Vermutungen über den jeweiligen Standort bzw. ohne jegliche Angaben zum betreffenden Standort gefunden werden müssen. Mit Galileo können die Standorte automatisch bestimmt und dem nächsten Notfalldienst übermittelt werden. Dieses Konzept ist in Europa Bestandteil des E-112-Notrufprogramms.

Die Bestimmung von Personenbewegungen ist eine weitere Anwendung, bei der vor Ort eingesetzte Mitarbeiter wirksamer koordiniert werden können: Hausbesuche im medizinischen oder sozialen Bereich, Polizei, Feuerwehr oder gewerbliche Tätigkeiten im Außendienst. Durch Personenverfolgung können ganz allgemein Gruppen gelenkt und koordiniert werden. Denkbar wäre etwa eine Verbesserung der Sicherheit von Kindern auf dem Schulweg.

Das Abrechnungssystem in Mobilfunknetzen könnte verbessert werden. Heute machen die Betreiber von Mobilfunknetzen ihre Gesprächsgebühren von



verschiedenen Tageszeiten abhängig. In nächster Zukunft könnten Abrechnungen durch Positionsbestimmung der Mobiltelefone aufgrund des jeweiligen Standorts abgerechnet und auf begrenzte Räume bezogene Firmentarife angeboten werden. Die standortbezogene Abrechnung könnte für Dienste wie z.B. die Erfassung von Mautgebühren und automatische Touristenführungen genutzt werden.

Such- und Rettungsdienste

Die meisten Notfunkbaken werden heute über das Satellitensystem COSPAS-SARSAT betrieben. Leider lässt die Genauigkeit dieses Systems sehr zu wünschen übrig (typisch sind Abweichungen in der Größenordnung von einigen Kilometern), und der Alarm wird nicht immer in Echtzeit übertragen. Mit Galileo dürften die SAR-Funktionen (SAR = Such- und Rettungsdienst) erheblich verbessert werden, wobei die Kompatibilität mit den vorhandenen Notsendern an Bord von Schiffen und Flugzeugen erhalten bleibt.

Die Notsignale müssen auch unter ungünstigen Bedingungen auf der ganzen

Welt erkannt werden. Galileo wird dieses System erheblich verbessern, da die Position von Notfunkbaken in Echtzeit erkannt und mit einer Genauigkeit von wenigen Metern geortet werden können. Und durch Ergänzung um eine Rückverbindung – von den SAR-Diensten an die Baken – werden die Rettungsmaßnahmen weiter unterstützt. Das SAR-Element von Galileo wird Europas Beitrag zu einer umfassenden internationalen humanitären Anstrengung sein.

Krisenmanagement

Krisenmanagement setzt kurze Reaktionszeiten und möglichst effiziente Nutzung der vorhandenen Ressourcen voraus. Wirksame Reaktionen z. B. auf Waldbrände erfordern rechtzeitige Meldungen und zuverlässige und exakte Informationen zur Position eines Brandes. Polizei und Rettungsdienste benötigen zuverlässige und exakte Informationen über die Einsatzstandorte, um die verfügbaren Kräfte wirksam koordinieren zu können.

Weitere Krisensituationen sind etwa Überschwemmungen, Seenotfälle,

Ölteppiche, Erdbeben und humanitäre Hilfseinsätze.

Umweltmanagement

Galileo wird auch für Wissenschaftler eine wichtige Rolle spielen. Die ständige Datenerfassung z.B. wird neuartige Experimente in verschiedenen Forschungsbereichen ermöglichen. Galileo kann zur Ozeanografie und zur Vermessung der Kryosphäre sowie zur Bestimmung des Umfangs verschmutzter Regionen (und zur Rückverfolgung umweltverschmutzender Tanker zu ihrem jeweiligen Ursprungshafen), zu Gezeitenstudien und zu Untersuchungen des Meeresspiegels und Eisbergen beitragen. Weitere Anwendungen sind die Überwachung der Erdatmosphäre einschließlich der Analyse von Wasserdämpfen für Wettervorhersagen und für Klimastudien sowie Messungen der Ionosphäre für den Funkverkehr, raumfahrttechnische Untersuchungen und Erdbebenvorhersagen. Tierwanderungen könnten verfolgt werden, um den Schutz ihrer Lebensräume zu verbessern.

Freizeit und Erholung

Der Freizeitmarkt wird durch Entwicklungen,

die wir heute noch gar nicht absehen können, einen erheblichen Aufschwung erleben. GPS-Dienste sind für Sportflieger und Sportsegler bereits etabliert; Galileo wird diese Dienste jedoch auf die persönliche Navigation über Endgeräte mit Kartendarstellungen und sekundären Kommunikationsfunktionen ausdehnen. Die Integration mit der Mobilfunktechnologie wird neue Szenarien und Anwendungen für die persönliche Mobilität erschließen.

Zusammen mit interaktiven Multimedia-Diensten in Verbindung mit Anbietern lokaler Informationen können über Galileo attraktive Touristenpakete erstellt werden.

Der wesentliche Vorteil von Galileo besteht in der Konzentration auf die Interoperabilität, die auf System- und auf Benutzerebene eine einfache Einbindung des Systems in vorhandene und künftige Systeme wie z.B. GSM und UMTS ermöglicht.

So wie heutzutage jeder wissen muss, wie spät es ist, wird in Zukunft niemand ohne die Ermittlung seines genauen Standorts auskommen.

Galileo



Dienste: **Weltraumtechnik** **nutzbar gemacht**

Positions- und Zeitbestimmung auf der Basis satellitengestützter Navigation werden unverzichtbarer Bestandteil zahlreicher Prozesse werden. Die Verwaltung und die Steuerung der verschiedenen Verkehrsträger, der jeweiligen sicherheitskritischen Aspekte, der Kommunikationsnetze und vieler sonstiger Hilfsmittel werden voraussichtlich in erheblichem Umfang von der satellitengestützten Navigation abhängen. Anwendungen für Massenmärkte einschließlich etwa kombinierter Mobilkommunikationssysteme erfahren ein rasches Wachstum und bringen spezifische Anforderungen mit sich. Galileo ist so ausgelegt, dass die Anforderungen derartig umfassender Anwendungen erfüllt werden können.

Der Ansatz der Galileo-Dienste

Anders als GPS wird Galileo für einige kritische Anwendungen Informationen zur Systemintegrität übertragen, um die gewünschte Positionsgenauigkeit zu gewährleisten. Die Benutzer erhalten rechtzeitig eine entsprechende Warnung, wenn das System die angegebene Genauigkeit unterschreitet. Das Galileo-

System garantiert, dass diese Warnungen selbst für die anspruchsvollsten Anwendungen (z.B. Flugzeuglandungen) rasch genug übermittelt werden.

Garantierte Signalgenauigkeit und garantierte Systemintegrität sind für eine schnelle Einführung der Galileo-Dienste bei bestehendem GPS ein Wettbewerbsvorteil. Galileo wird Diensteanbietern und Benutzern gleichermaßen das erforderliche Vertrauen in die Sicherheit ihrer Investitionen bieten.

Die garantierte Genauigkeit und die garantierte Systemintegrität setzen eine klar definierte Rollenverteilung zwischen den öffentlichen und privaten Partnern voraus. Weltweit anerkannte Signalstandards sind eine wesentliche Voraussetzung für die weltweite Akzeptanz des satellitengestützten Navigationssystems und werden eine raschere Übernahme des Systems seitens aller Benutzergemeinschaften ermöglichen. Die Zertifizierung unverzichtbarer Systemelemente oder -funktionen für sicherheitskritische Anwendungen werden bestimmte Benutzer als Gewähr für die Zuverlässigkeit des Systems betrachten.

Dieser Rahmen wird in Absprache mit internationalen Organisationen wie z.B. mit Organisationen im Bereich der Luft- oder Seefahrt sowie mit den für die Regulierung bestimmter Anwendungen zuständigen nationalen Behörden definiert.

Galileo als globales und offenes System

Galileo muss zweifelsohne alle Regionen der gesamten Welt bedienen können, um nicht nur einen ununterbrochenen Dienst für Benutzer in der Seefahrt und in der zivilen Luftfahrt anbieten zu können, sondern auch, um europäischen Ausrüstern und Betreibern die Möglichkeit zu bieten, ihre Produkte weltweit zu verkaufen. Die Synergien zwischen Navigation und Kommunikation liegen auf der Hand und müssen von Anfang an gefördert werden. In Verbindung mit terrestrischen Mobilfunk-netzen wie z.B. GSM und UMTS bieten sich unmittelbare Möglichkeiten, die im Bedarfsfall durch satellitengestützte Kommunikationsnetze erweitert werden können.

Um die Unabhängigkeit Europas zu garantieren, muss Galileo als eigenständige Infrastruktur ausgelegt, gleichzeitig aber kompatibel und interoperabel mit Systemen



wie z.B. GPS sein, damit nicht nur größtmögliche Verfügbarkeit erzielt, sondern auch die Einführung der mit Galileo ermöglichten Dienste erleichtert wird. Galileo sollte außerdem in der Lage sein, zu einem späteren Zeitpunkt auch regionale Komponenten einzubinden.

Beschreibung von Benutzeranforderungen und Diensten

Für verschiedene Dienstekategorien wurden die Anforderungen an Genauigkeit, garantierten ständigen Betrieb, Integrität und sonstige Parameter bestimmt. Die meisten Anforderungen können ausschließlich mit dem Satellitensignal und vielfach in Verbindung mit unterstützenden Sensoren erfüllt werden, die sich z.B. im Fahrzeug eines Benutzers befinden. Die erhöhten Diensteanforderungen sind am wirksamsten durch lokale Komponenten zu erfüllen, die als Mehrwertdienste privater Betreiber angeboten werden. Die verschiedenen Diensteanforderungen und die jeweiligen Leistungsniveaus und Sicherheitsaspekte

lassen sich den im Folgenden beschriebenen fünf Dienstgruppen zuordnen.

Der **offene Dienst (Open Service, OS)** wurde für Anwendungen auf Massenmärkten entwickelt. Dieser Dienst übermittelt kostenlos Signale zur Zeitsteuerung und zur Positionsbestimmung. Der offene Dienst wird ohne weitere Berechtigung für alle mit einem entsprechenden Empfänger ausgestatteten Benutzer zugänglich sein. Hinsichtlich der Positionsbestimmungsgenauigkeit und der Verfügbarkeit wird der Dienst GPS und den geplanten Weiterentwicklungen von GPS (GPS IIF und GPS III) überlegen sein. Für den offenen Dienst dürften kostengünstige Empfänger entwickelt werden, da es einen echten Wettbewerb mit den Herstellern von GPS-Empfängern geben wird. Für Anwendungen mit geringeren Genauigkeitsanforderungen werden immer günstigere Einfrequenz-Empfänger eingesetzt werden. Da die meisten Anwendungen allerdings auf einer Kombination von Galileo- und GPS-Signalen beruhen werden, wird die Systemleistung auch unter ungünstigeren Betriebsbedingungen wie z.B. in Stadtgebieten kontinuierlich verbessert werden.

Der offene Dienst wird die vom System berechneten Integritätsinformationen nicht übermitteln, und die Signalqualität auf Ebene der Benutzer-Terminals wird durch RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring = Empfangsseitige Integritätsprüfungen) nur annähernd bestimmt. Für den offenen Dienst wird die Galileo-Betreibergesellschaft keine Verfügbarkeitsgarantie und keine Haftung übernehmen.

Der **sicherheitskritische Dienst (Safety-of-Life Service, SoL)** wird für die meisten verkehrsbezogenen Anwendungen genutzt werden, bei denen infolge einer Beeinträchtigung des Navigationssystems ohne entsprechende Warnung in Echtzeit lebensbedrohliche Situationen auftreten könnten. Der SoL-Dienst wird die gleiche Genauigkeit bei Positionsbestimmung und Zeitsteuerung bieten wie der Open Service. Der wesentliche Unterschied besteht in der weltweit hohen Integrität bei sicherheitskritischen Anwendungen wie z.B. Seeverkehr, Luftverkehr und Schienenverkehr, bei denen die garantierte Genauigkeit ein wesentliches Merkmal darstellt.

Dieser weltweit verfügbare einheitliche Dienst wird die Sicherheit erhöhen, insbesondere dann, wenn keine Dienste mit herkömmlicher Bodeninfrastruktur verfügbar sind und die Effizienz global agierender Unternehmen (Luftverkehrsgesellschaften und Hochseereedereien) fördern. Die regionale Ergänzung des GPS-Systems durch das europäische EGNOS-Projekt wird bestmöglich mit dem SoL-Dienst des Galileo-Systems kombiniert, um zu unabhängigen und einander ergänzenden Informationen zu den Positionsdaten von GPS und Glonass zu gelangen. Dadurch werden parallel auftretende Störungen ausgeschlossen.

Der SoL-Dienst wird zertifiziert und die gewünschte Leistung durch die Verwendung zertifizierter Empfänger jeweils mit zwei Signalfrequenzen erzielt. Unter diesen Bedingungen wird die künftige Galileo-Betreibergesellschaft den SoL-Dienst garantieren. Damit der erforderliche Signalschutz gegeben ist, wird der SoL-Dienst auf den Frequenzbändern für Flugnavigationsservices (L1 und E5) eingerichtet.



Der **kommerzielle Dienst (Commercial Service, CS)** orientiert sich an Marktanwendungen, die höhere Leistungen erfordern als der offene Dienst. Über diesen Dienst werden kostenpflichtige Mehrwertdienste angeboten. Der kommerzielle Dienst beruht auf der Addition von zwei Signalen zu den allgemein zugänglichen Signalen. Dieses Signalkombi ist durch eine kommerzielle Verschlüsselung geschützt, die von den Diensteanbietern und der zukünftigen Galileo-Betreibergesellschaft verwaltet wird. Die Zugriffskontrolle erfolgt auf Empfängerseite über Zugriffsschutzcodes. Für den kommerziellen Dienst sind als Anwendungen u.a. Übertragungen mit hohen Transferraten und die Optimierung der Signalgenauigkeit bei Anwendungen mit differenzieller Korrektur vorgesehen. Diese Anwendungen werden von den Diensteanbietern entwickelt, die ihrerseits die Rechte zur Nutzung der beiden kommerziellen Signale von der Galileo-Betreibergesellschaft erwerben.

Die Entwicklung kommerzieller Anwendungen unter Verwendung entweder ausschließlich der kommerziellen Signale oder durch Verbindung dieser

Signale mit anderen Galileo-Signalen oder mit externen Kommunikationssystemen eröffnet zahlreiche neue Möglichkeiten. Die weltweite Verfügbarkeit bedeutet einen starken Wettbewerbsvorteil für Anwendungen, die auf der weltweiten Datenübertragung durch Rundsendedienste beruhen.

Typische Mehrwertdienste sind z.B. Dienste zur Übertragung von Daten mit hohen Transferraten, Garantien für die Bereitstellung der Dienste, exakte zeitbezogene Dienste und die Bereitstellung von Modellen zur ionosphärischen Verzögerung und von lokalen differenziellen Korrektursignalen für äußerst exakte Positionsbestimmungen.

Galileo ist ein ziviles System, das auch einen stabilen und zugriffsgeschützten Dienst für staatliche Zwecke beinhaltet. Dieser **öffentliche regulierte Dienst (Public Regulated Service, PRS)** wird von Benutzergruppen wie z.B. Polizei und Zoll genutzt. Der Zugang zum verschlüsselten PRS-Dienst wird von zivilen Stellen kontrolliert. Für den Zugang nach Regionen oder Benutzergruppen werden die in Europa geltenden Sicherheitsvorschriften berücksichtigt.

Der PRS-Dienst muss ständig und unter allen Umständen in Betrieb sein, insbesondere in Krisensituationen, wenn andere Dienste gestört sein könnten. Der PRS-Dienst wird unabhängig von den übrigen Diensten gestaltet, damit diese Dienste verweigert werden können, ohne den Betrieb des PRS-Dienstes zu beeinträchtigen. Ein wesentlicher Faktor für den PRS-Dienst ist die Signalstabilität, die den Dienst gegen Störsender und elektronische Täuschung schützt.

Der SAR-Dienst (**Such- und Rettungsdienst**) ist Europas Beitrag zu den gemeinsamen internationalen Bemühungen im Bereich der humanitären Such- und Rettungsdienste. Der SAR-Dienst wird wichtige Verbesserungen des bestehenden Systems ermöglichen: Empfang von Notrufen von beliebigen Standorten auf der ganzen Erde praktisch in Echtzeit (Verzögerung bisher durchschnittlich eine Stunde), exakte Positionsbestimmung der Warnmeldungen (auf wenige Meter anstelle der derzeitigen Genauigkeit von 5 km), Erkennung mit mehreren Satelliten zur Überwindung standortbedingter Behinderungen bei ungünstigen Bedingungen und erhöhte Verfügbarkeit des Weltraumsegments (30

Satelliten in der mittleren Erdumlaufbahn ergänzend zu den vier Satelliten in der niedrigen Erdumlaufbahn und den drei geostationären Satelliten des aktuellen COSPAS-SARSAT-Systems). Mit Galileo werden neue SAR-Funktionen wie z.B. die Rückmeldung (vom SAR-Betreiber zur Notfunkbake) eingeführt, die Rettungsmaßnahmen erleichtern und den Anteil von Fehlalarmen reduzieren helfen. Der Dienst wird in Zusammenarbeit mit COSPAS-SARSAT definiert; die Merkmale und Funktionen des Dienstes werden von IMO und ICAO geregelt.



Galileo



Infrastruktur: vom Weltraum zur Erde

Weltraum- und Bodensegment

Kern des Galileo-Systems sind 30 Satelliten, die die Erde auf drei verschiedenen Kreisbahnen mit einer Bahnneigung von 56° zum Äquator in 23 616 km Höhe umkreisen. Jeweils zehn Satelliten werden gleichmäßig auf jeder einzelnen Bahn verteilt; die Satelliten benötigen etwa 14 Stunden für eine Erdumrundung. Einer der Satelliten auf jeder Ebene ist ein aktiver Reservesatellit, der ggf. die Funktion eines in der betreffenden Bahn ausgefallenen Satelliten übernehmen kann.

Die Satelliten beruhen auf durchgängig bewährten Technologien. Damit die Navigationsantenne immer zur Erde ausgerichtet ist und die Solarpaneele (mit Leistungen bis zu 1500 W) gedreht und zur Sonne ausgerichtet werden können, drehen sich die Satelliten um die zur Erde gerichtete Achse (d.h. die Satelliten "gieren"). In einem Grundaufbau werden Nutzlast und Plattformelemente auf jeweils eigenen strukturbildenden Panels untergebracht. Bei der Anordnung empfindlicher Elemente wie z.B. der Atomuhren wird sorgfältig darauf geachtet, dass diese nicht durch bewegliche Elemente wie z.B.

Drallräder gestört werden können. Das Startgewicht beträgt jeweils etwa 700 kg.

Nach Herstellung der Ausgangskonstellation werden mit weiteren Starts defekte Satelliten bzw. Satelliten, die das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben, ersetzt. Die Vorgabe für die Errichtung der benötigten Konstellation besteht darin, dass mehrere Satelliten gleichzeitig mit einer einzigen Trägerrakete befördert und mit einem Adapter (Dispenser) bis zu acht Raumfahrzeuge gleichzeitig in eine mittlere Erdumlaufbahn gebracht werden können. Für frühzeitige Validierungsmissionen in der Umlaufbahn werden kleinere Trägersysteme eingesetzt. Trägersysteme, die diese Anforderungen erfüllen, sind etwa Ariane-5, Sojus, Proton und Zenith.

Zwei Galileo-Kontrollzentren in Europa werden die Konstellation sowie die Synchronisierung der Atomuhren der Satelliten, die Integrität der Signalverarbeitung und die Datenverarbeitung sämtlicher internen und externen Elemente steuern. Sämtliche Bodenstationen und Einrichtungen sind über terrestrische Verbindungen und über VSAT-Verbindungen

in einem eigenen weltumspannenden Kommunikationsnetz miteinander vernetzt. Der Datentransfer zu den Satelliten und von den Satelliten erfolgt über ein allgemeines Netz von Galileo-Uplink-Stationen, jeweils mit einer Telemetrie-, Telekommunikations- und Tracking-Station und einer Station für Aufwärtsverbindungen zu Flugmissionen. Die Galileo-Sensorstationen auf der ganzen Welt überwachen die Qualität der von den Satelliten übermittelten Navigationssignale. Informationen dieser Stationen werden über das Galileo-Kommunikationsnetz an die beiden Boden-Kontrollzentren weitergegeben.

Regionale Komponenten werden als unabhängige Systeme die Integrität der Galileo-Dienste gewährleisten. Über von Galileo bereitgestellte, autorisierte Uplink-Kanäle werden regionale Diensteanbieter regionale Integritätsdaten übertragen. Das System garantiert, dass Benutzer jederzeit in der Lage sein werden, Daten zur Systemintegrität über mindestens zwei Satelliten mit einem Höhenwinkel von mindestens 25° zu empfangen. Lokale Komponenten werden das beschriebene



System um Funktionen zur lokalen Datenübertragung mit Hilfe terrestrischer Funkverbindungen oder bestehender Kommunikationsnetze erweitern, um Genauigkeit und Integrität des Systems in der Nähe von Flughäfen, Häfen und Endbahnhöfen sowie in städtischen Ballungsräumen zu verbessern. Außerdem werden lokale Komponenten eingerichtet, um die Navigationsdienste für Benutzer in geschlossenen Räumen nutzbar zu machen.

Frequenzen und Signalauslegung

Galileo wird 10 Signale übertragen: Sechs Signale werden für offene und sicherheitskritische Dienste verwendet (sowie teilweise für den kommerziellen Dienst), zwei Signale sind für kommerzielle Dienste vorgesehen, und zwei weitere Signale werden für öffentlich regulierte Dienste (PRS-Dienste) genutzt. Diese Signale werden auf folgenden Frequenzbändern gesendet:

- E5A-E5B, 1164-1215 MHz (auf der Weltfunkkonferenz 2000 (WRC-2000) in Istanbul für RNSS reserviert);
- E6, 1260-1300 MHz (auf der Weltfunkkonferenz 2000 für RNSS reserviert);
- E2-L1-E1, 1559-1591 MHz (vor der Weltfunkkonferenz 2000 für RNSS reserviert

und bereits von GPS genutzt). Die gemeinsame Nutzung dieses Frequenzbandes mit GPS erfolgt ohne wechselseitige Störungen, damit die aktuellen GPS-Dienste nicht beeinträchtigt werden und den Benutzern trotzdem Zugang gleichzeitig zu GPS und zu Galileo bei minimal höheren Terminkosten und nur minimal größerer Komplexität gewährt werden kann.

Die Galileo-Navigationssignale beinhalten Ranging (Entfernungs-) Codes und Positions- und andere Datenmeldungen. Die Ranging Codes werden von äußerst stabilen autonomen Uhren an Bord der einzelnen Satelliten erzeugt. Die Positionsmeldungen werden vom Boden an die Satelliten gesendet, an Bord gespeichert und dann in einer Datenpaketstruktur kontinuierlich übertragen; dadurch können dringende Meldungen verzögerungsfrei weitergegeben werden.

Die Datenmeldungen sollen nicht nur Informationen der Satellitenuhren sowie Ephemeriden (Satellitenpositionen), Identifizierungs- und Status-Flags und Konstellationsinformationen enthalten,

sondern auch ein Genauigkeitssignal übertragen, über das die Benutzer die Genauigkeit der Satellitenuhren und der Ephemeriden im zeitlichen Verlauf erkennen können. Aufgrund der Datenmeldungen werden die Empfänger die Messungen der einzelnen Satelliten gewichten und ihre jeweilige Navigationsgenauigkeit verbessern können. Die Übertragung von Integritätsmeldungen ist vorgesehen; die Integritätsmeldungen sollen von unabhängigen weltweiten oder regionalen Integritätsnetzen zur Überwachung der Galileo-Konstellation erzeugt werden.

Die Galileo-Satelliten sind für die Übertragung von bis zu vier L-Band-Trägern ausgelegt. Ein wesentlicher Aspekt des Galileo-Konzeptes ist die Bereitstellung rentabler Dienste, wobei Datenübertragungen eine wesentliche Rolle spielen werden. Für die Übertragung von Datenmeldungen werden verschiedene Transferraten von 50-1000 Zeichen pro Sekunde geprüft. Niedrige Transferraten stören das Navigationssignal nur minimal; höhere Transferraten maximieren das Potenzial für Mehrwertdienste wie z.B. Wetterwarnungen, Unfallwarnungen,



Verkehrsinformationen und Kartenaktualisierungen. Entsprechend wird die Kapazität für Datenübertragungen innerhalb des Navigationssignals maximiert, ohne die Navigationsgenauigkeit zu beeinträchtigen. Um die Stabilität der Signalverfolgung und die Signalerfassung unter ungünstigen Empfangsbedingungen zu verbessern, werden bestimmte Steuerkomponenten (Ranging Codes ohne Datenmeldungen) übertragen.

Die Möglichkeit einer Nutzung des C-Bands wird weiterhin geprüft. Die Definitionsphase führte zu dem Ergebnis, dass eine Einbeziehung des C-Bands in einer zweiten Generation der Galileo-Satelliten erwogen werden könnte. Verfahren zur Prüfung des C-Bands sind allerdings Bestandteil des Entwicklungsprogramms.

EGNOS

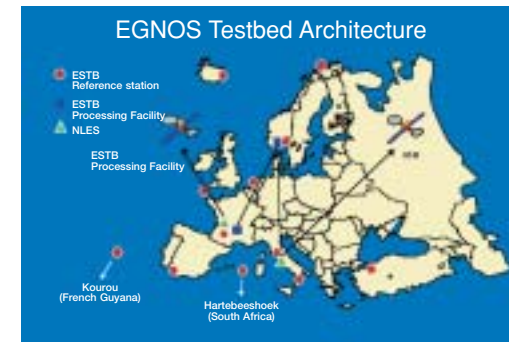
EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) stellt den ersten Vorstoß Europas in den Bereich der satellitengestützten Navigation dar. EGNOS wird von der ESA auf der Grundlage einer trilateralen Vereinbarung zwischen Europäischer Kommission, der Europäischen Organisation zur Sicherung der Luftfahrt EUROCONTROL und ESA entwickelt. Verschiedene Diensteanbieter unterstützen das Entwicklungsprogramm mit eigenen Investitionen.

EGNOS wird die beiden vom Militär betriebenen Systeme (GPS und Glonass) ergänzen. Über EGNOS werden auf der GPS-Frequenz L1 Integritätssignale mit Informationen zur Beschaffenheit der GPS- und der Glonass-Konstellationen in Echtzeit übertragen. Korrekturdaten verbessern die Genauigkeit der derzeitigen Dienste von etwa 20 m auf weniger als 5 m. EGNOS deckt alle europäischen Staaten ab und kann problemlos auf andere Regionen im Abstrahlungsbereich der beiden eingesetzten geostationären Inmarsat-Satelliten ausgedehnt werden. Der dritte Satellit (der ESA-Satellit Artemis) wurde im Jahre 2001 gestartet und soll seine Betriebsposition Ende 2002 erreicht haben.

EGNOS ist einer von drei interregionalen, interoperablen satellitengestützten Augmentationsdiensten. (Die beiden anderen sind das US-amerikanische WAAS und das japanische MSAS.) Diese satellitengestützten Erweiterungsdienste senden Integritätssignale, die die militärisch betriebenen Systeme (GPS und Glonass) in weiten Teilen der Welt für sicherheitskritische Dienste nutzbar machen. EGNOS wird der erste Impuls für Navigationsdienste unter europäischer Führung sein und damit den Boden für die Galileo-Dienste bereiten. Im Bereich der zivilen Luftfahrt erfüllt EGNOS die weltweit geltenden ICAO-Normen. Außerdem soll EGNOS den multimodalen Verkehr und viele sonstige, nicht verkehrsbezogene Anwendungen abdecken.

Eine EGNOS-Vorstufe (ESTB = EGNOS System Test Bed) überträgt ein EGNOS-Testsignal seit Anfang 2000. ESTB bietet eine Möglichkeit, neue Anwendungsentwicklungen in einer realen Umgebung zu überprüfen. ESTB besteht aus einem Weltraumsegment mit zwei Transpondern an Bord der Inmarsat-III-Satelliten (Atlantischer Ozean Ost und Indischer Ozean), einem Bodensegment mit einer Reihe von RIMS (Referenzstationen) in ganz Europa und über Europa hinaus, einem Datenverarbeitungszentrum und in die Inmarsat-Bodenstationen integrierten Einrichtungen für Uplinks.

Ab 2004 wird EGNOS unter bestimmten Bedingungen unter Nutzung der derzeit geplanten Infrastruktur und des derzeit vorgesehenen Weltraumsegments einen garantierten Integritätsdienst für GPS/Glonass anbieten. Ab 2006/2008 wird die EGNOS-Infrastruktur in Galileo übergeführt. Etwaige Weiterentwicklungen des GPS-Integritätsdienstes werden berücksichtigt.



Galileo



Hervorragende technologische Entwicklungen

Das Galileo-System beruht auf einer Reihe neuer Technologien von der Signal-erzeugung und der Zeiterfassung im Welt-raumsegment bis zu exakter Steuerung und sicheren Betriebsfunktionen im Bodensegment. ESA hat mit der Entwicklung der kritischsten Technologien begonnen, als sich das Galileo-Programm noch in den Anfängen befand; seitdem wurden diese Entwicklungsarbeiten ständig intensiviert. Inzwischen umfasst die Entwicklungs-tätigkeit nahezu alle Bereiche von Galileo einschließlich der Simulationswerkzeuge.

In diesem Abschnitt werden die einzelnen für die verschiedenen Bestandteile des Galileo-Systems entwickelten Technologien vorgestellt.

Nutzlast

Die Nutzlast der Satelliten besteht aus Zeitsteuerung, Signalerzeugung und Übertragungssystem. Außerdem werden die Satelliten mit eigenen Antennen für den Such- und Rettungsdienst (COSPAS SARSAT) sowie mit einer Frequenz-umwandlung und mit Sende- und Empfangseinheiten ausgestattet.

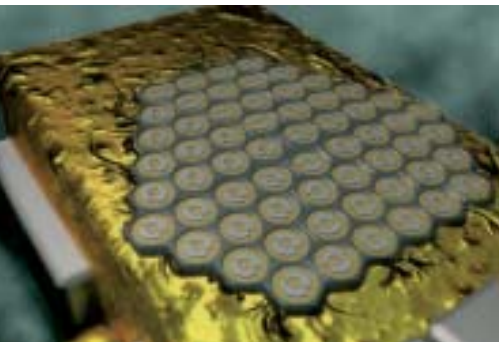
Die **Zeitsteuerung** mit dem äußerst genauen Referenzsignal der Atomuhr ist das eigentliche Herzstück der Nutzlast. Bei dieser Uhr beträgt der Nutzerpositions-fehler deutlich unter 30 cm. Zurzeit werden zwei verschiedene Uhren entwickelt. Die kleine Rubidium-Frequenznormale (3,3 kg) wurde aus einer kommerziellen Entwicklung abgeleitet, die in Kommunikationsnetzen eingesetzt wird. Diese Uhr hat sich bereits als geeignet erwiesen und wird nun zur Produktionsreife weiterentwickelt. Die Rubidium-Frequenznormale oszilliert mit optischen Frequenzen (lasergepumpt) und generiert eine Taktfrequenz im Mikrowellenbereich (etwa 6,2 GHz).

Die Entwicklung des komplexeren, aber auch exakteren passiven Wasserstoff-Maser wurde im Jahre 2001 begonnen; ein Versuchsaufbau wurde bereits vorgelegt. Das endgültige Modell wird ein Gewicht von 15 kg haben. Entwicklungsmodelle des physikalischen Systems und der Elektronik werden in Kürze getestet. Diese Uhr oszilliert direkt mit einer Frequenz von 1,4 GHz. Die Stabilität dieses Maser ist so groß, dass Korrekturen vom Boden aus pro Umlauf immer nur einmal erforderlich sind.

Die **Signalerzeugung** erstellt die benötigten Navigationssignale. Diese Signale bestehen aus vier Codes, die zunächst mit den jeweils entsprechenden Navigations-meldungen kombiniert und dann vor der Übertragung in die Sendeeinheit nochmals hochkonvertiert werden. Die Navigations-meldungen enthalten Informationen zu den Umlaufbahnen der Satelliten (Ephemeriden) sowie die Referenzsignale der Uhr.

Zwei aktuelle Entwicklungen betreffen die Erzeugung des Navigationssignals sowie die Frequenzerzeugung und die Hoch-konvertierung. Ein erstes Versuchsmodell wurde bereits gefertigt.

Die **Sendeeinheit** verstärkt die vier Navigationssignalträger um jeweils bis zu etwa 50 W. Diese Signale werden anschließend in einem Ausgangsmulti-plexer kombiniert und an die Sende-antenne übertragen. Für den niedrigen und den hohen Bereich des Galileo L-Band Frequenzspektrums werden zwei Leistungsverstärker entwickelt. Die Entwicklungsmodelle dieser Verstärker werden Ende 2002 fertiggestellt sein. Ein



Entwicklungsmodell des Ausgangsmultiplexers wird Anfang 2003 vorliegen.

Die Navigationsantenne ist Gegenstand zweier paralleler Aktivitäten, welche die Konstruktion qualifizierter Modelle bis Ende 2003 zum Ziel haben. Mit diesen Antennen soll die Erdoberfläche mit annähernd gleichbleibender Leistungsflussdichte unabhängig davon ausgeleuchtet werden, ob sich ein Empfänger unmittelbar unter dem Satellit befindet oder den Satellit aus einem niedrigen Höhenwinkel anpeilt.

Für die Nutzlast des Such- und Rettungsdienstes wird eine eigene Sende- und Empfangsantenne entwickelt; ein Entwicklungsmodell soll bis Ende -2003 verfügbar sein.

Plattform

Die Plattform der Raumfahrzeuge wird weitgehend auf vorhandenen Technologien beruhen. Die Funktionen im Bereich der Fernsteuerung und der Telemetrie werden jedoch von zwei besonderen Betriebsarten unterstützt: die Standardbetriebsart für Funktionen im Bereich Verfolgung, Telemetrie und Steuerung (TT&C =

Tracking, Telemetry & Command) der meisten ESA-Einsätze und eine neue Betriebsart unter Verwendung von Breitbandsignalen. Die neue Betriebsart soll vorwiegend für Zwecke der Konstellationspositionierung eingesetzt werden und die Stabilität und Sicherheit des Systems erhöhen.

Für TT&C-Transponder bestehen strenge Sicherheits- und Funktionsanforderungen. Diese Transponder werden vor allem in Umgebungen eingesetzt, in denen eine stärkere Strahlungseinwirkung gegeben ist als bei geostationären Satelliten. Mit den Transpondern können die TC/TM-Betriebsfrequenzen (TC = Telecommand; TM = Telemetry) in einem begrenzten Bereich ggf. auf mehrfache Startvorgänge, eine Reduzierung der Interferenzwerte, Sicherheitsaspekte und geänderte Frequenzzuweisungen während der gesamten Dauer eines Einsatzes abgestimmt werden. Außerdem erfordert das System die durch Breitbandverfahren erhöhte Signalstabilität und die verstärkte Sicherheit der TT&C-Verbindung durch Datenverschlüsselung, Authentisierung oder sonstige Verfahren.

Der S-Band-Transponder empfängt Befehle zur Fernsteuerung und Entfernungsbestimmung und sonstige Signale und überträgt Telemetriesignale sowie die umgewandelten Signale zur Entfernungsbestimmung. Der Transponder kann über die Referenzsignale interner und externer Uhren gesteuert werden. Außerdem können über die Entfernungsbestimmung die Funktionen zur Zeitübertragung und zur Synchronisation der Uhrsignale mit dem äußerst stabilen Referenzsignal einer am Boden befindlichen Uhr unterstützt werden.

Vorläuferentwicklungen des TT&C-Transponders begannen im Jahre 2000 mit dem Ziel der Schaffung eines Entwicklungsmodells. Die entsprechenden Aktivitäten konzentrieren sich auf eine flexible Konzeption mit optimiertem Gewicht und mit optimierter Leistungsaufnahme bei hoher Zuverlässigkeit.

Der Galileo-Systemprüfstand

Als wesentlicher Bestandteil der Konzeption, Entwicklung und Validierung wurde ein Galileo-Systemprüfstand (GSTB = Galileo System Test Bed) entwickelt, um Risiken für



das Programm möglichst zu minimieren. Der GSTB besteht aus zwei wesentlichen Entwicklungsschritten.

In der ersten Version des GSTB werden Messungen des GPS erfasst, um die Galileo-Konzepte zur Bestimmung der Umlaufbahn sowie die Algorithmen zur Zeitsynchronisierung und zur Integritätsprüfung zu überprüfen. Bei der Entwicklung dieser Version wird zur Zusammenarbeit mit der IGS Community (IGS = International GPS Service) und mit der UTC Time Community ermutigt. Außerdem sind Schnittstellen zur EGNOS-Vorstufe, zum MTB (Mediterranean Test Bed) und zu sonstigen GPS-relevanten nationalen Infrastrukturen vorgesehen.

Die zweite Version wird aus einem Galileo-Versuchssatelliten, der Ende 2004 gestartet werden soll, und einer Erweiterung der ersten Version des GSTB-Bodensegments einschließlich der Galileo-Empfänger und der Verarbeitungsalgorithmen bestehen.

Die Erfahrungen mit dem GSTB werden bei der Definition der kritischen Algorithmen bei Konzeption, Entwicklung und

Validierung von Galileo berücksichtigt werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Validität und die Durchführbarkeit einiger der wichtigsten Annahmen und Leistungsziele des endgültigen Galileo-Systems anhand von Experimenten demonstriert werden können. Insbesondere werden die eigentlichen Messungen und der Vergleich alternativer Algorithmen in einer realistischen Umgebung Gegenstand der Experimente sein. Außerdem werden die Experimente zu nützlichen Informationen führen, die für den zeitlichen Rahmen der Galileo-Infrastruktur, für die längerfristige Kalibrierung, für eine frühzeitige Verifizierung und Abstimmung der Simulatoren und für die Einrichtung geeigneter Analyseinstrumente sowie für die Abstimmung des Betriebskonzeptes von Bedeutung sein werden.

Simulationsinstrumente

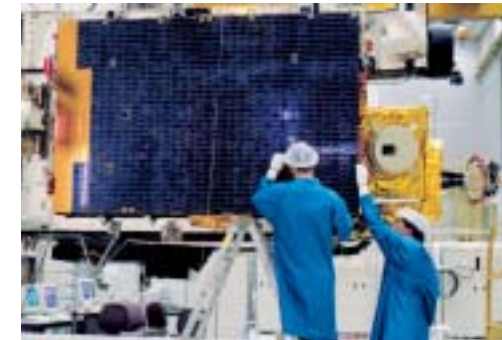
Die GSSF (Galileo System Simulation Facility = Galileo-Simulationseinrichtung) ist ein komplettes Simulationsinstrument, das zur Unterstützung der ESA und der Industrie bei der Entwicklung des Galileo-Systems konzipiert wurde. Die GSSF beinhaltet Modelle auf hoher Ebene zur Darstellung

des Galileo-Raumes, der Benutzer- und der Bodensegmente und der Umweltauswirkungen auf das Navigationssystem. Die Modelle können in Echtzeit ausgeführt werden und ermöglichen die Analyse bestimmter Leistungsgrößen einschließlich der Integritätsanalysen und der Navigationsgenauigkeit von Galileo-, GPS- und Hybrid-Empfängern (Galileo/GPS-Empfängern).

Die Flexibilität der GSSF-Architektur ermöglicht die Einbeziehung benutzerdefinierter Modelle und Algorithmen in die GSSF-Gesamtmodelle. Zukünftige Benutzer von Galileo können GSSF zur Entwicklung eigener Navigationssysteme in wirksamer Weise in einer realistischen Umgebung nutzen.

Mit einem Daten-Browser nach Art des Microsoft Explorer können sich die Benutzer in einer Baumstruktur mit GSSF-Projekten, Szenarien und Simulationsläufen bewegen und die gewünschten GSSF-Komponenten in einer Schaltflächenleiste auswählen. Während der Simulation können die Benutzer die gewünschten Variablen anzeigen oder in Interaktion mit dem Simulationsprozess treten und die

zugrunde liegenden Parameter ändern, um die betreffenden Auswirkungen auf die Leistung des Gesamtsystems zu überprüfen. Eine erste Konfiguration konnte bereits erfolgreich entwickelt werden. Zurzeit wird an der Schaffung eines Echtzeitsimulators im Großmaßstab gearbeitet.



Galileo



Umsetzung und Management

Die Infrastruktur wird in drei Phasen umgesetzt:

- Entwicklung und Validierung in der Umlaufbahn (2002-2005)
 - Abstimmung der Missionsziele;
 - Entwicklung von 3-4 Satelliten sowie von Bodenkomponenten;
 - Nachweis der Funktionstüchtigkeit des Systems in der Umlaufbahn.
- Errichtung (2006-2007)
 - Fertigung und Start der übrigen 27-28 Satelliten;
 - Errichtung des gesamten Bodensegments.
- Kommerzieller Betrieb (ab 2008)

Die Phase der Entwicklung und Validierung in der Umlaufbahn wird gemeinsam von ESA und der Europäischen Kommission finanziert. Das Gemeinsame Unternehmen Galileo (Galileo Joint Undertaking) wird die Umsetzung überwachen und die Errichtungsphase vorbereiten. In dieser Phase leistet der private Sektor im Rahmen eines Konzessionsvertrages einen wesentlichen Beitrag.

Entwicklung und Validierung des Weltraumsegments und des entsprechenden Bodensegments übernimmt die ESA gemäß einer zwischen dem Gemeinsamen Unternehmen (Galileo Joint Undertaking) und der ESA zu schließenden Vereinbarung.

In der Phase des kommerziellen Betriebs wird der private Sektor eine breite Palette von Einnahmen erzielen: vom Verkauf von Mehrwertdiensten an Betreiber durch die Inhaber der betreffenden Konzessionen bis zur Verwertung von Rechten am geistigen Eigentum. Bis 2015 werden es die Einnahmen der Konzessionsinhaber zulassen, die von den öffentlichen Stellen übernommene Finanzierung zur Gewährleistung der Verfügbarkeit des Systems vollkommen einzustellen.



Das Gemeinsame Unternehmen Galileo

Um die Phase der Entwicklung und der Validierung abzuschließen und die Errichtungsphase vorzubereiten, wurde mit dem Gemeinsamen Unternehmen Galileo eine neue Unternehmensstruktur begründet. Mit diesem Unternehmen ist gewährleistet, dass eine einzige Stelle für die Verwaltung des Programms zuständig ist. Zudem können so öffentliche und private Mittel kombiniert werden.

Das Gemeinsame Unternehmen Galileo wird für die Dauer von 4 Jahren mit Sitz in Brüssel errichtet. Die Organe des Gemeinsamen Unternehmens sind ein Verwaltungsrat, ein Direktor und ein Exekutivkomitee. Gründungsmitglieder sind die Europäische Kommission und die ESA. Diesen beiden Mitgliedern können sich die Europäische Investitionsbank und private Unternehmen durch eine Beteiligung an der Finanzierung des Gemeinsamen Unternehmens in Höhe von mindestens 5 Millionen Euro (bzw. für KMU 250 000 Euro) anschließen.

Das Gemeinsame Unternehmen Galileo hat im Wesentlichen folgende Aufgaben:

- 1) Aufsicht über die optimale Integration von EGNOS in das Galileo-Programm; Überwachung der Durchführung der Entwicklungs- und Validierungsphase von Galileo; Unterstützung bei der Vorbereitung der Errichtungs- und der Betriebsphase;
- 2) Aufnahme der Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen der Entwicklungsphase und Koordinierung dieser Maßnahmen mit nationalen Maßnahmen (in Zusammenarbeit mit der ESA); Start (durch ESA) einer ersten Serie von Satelliten zur Umsetzung der technologischen Entwicklungen und zur Demonstration der Möglichkeiten und der Zuverlässigkeit des Systems im großen Maßstab;
- 3) (in Zusammenarbeit mit Europäischer Kommission, ESA und der Privatwirtschaft) Unterstützung bei der Erschließung öffentlicher und privater Finanzierungsquellen, die zur Unterbreitung von an den Rat gerichteten Vorschlägen zur Gestaltung von Managementstrukturen für die verschiedenen aufeinander folgenden Phasen des Programms für die nachstehenden Maßnahmen benötigt werden:
 - Erstellung eines Geschäftsplans zur Beschreibung aller Phasen des Programms ausgehend von den der Kommission vorgelegten Daten zu den Diensten, die mit Galileo angeboten werden können, sowie der Einnahmen, die mit diesen Diensten erwirtschaftet werden können;
 - Abschluss einer umfassenden Vereinbarung zur Finanzierung der Errichtungs- und der Betriebsphase im Rahmen eines wettbewerbsorientierten Vergabeverfahrens, wobei in dieser Vereinbarung die Aufteilung sämtlicher Zuständigkeiten, Rollen und Risiken zwischen öffentlichem und privatem Sektor geregelt werden soll.

Abkürzungen

CS: Commercial Service
EC: European Commission
EGNOS: European Geostationary Navigation Overlay Service
ESA: European Space Agency
ESTB: EGNOS System Test Bed
Eurocontrol: European Organisation for the Safety of Air Navigation
GNSS: Global Navigation Satellite System
GOC: Galileo Operating Company
GPS: Global Positioning System
GSFF: Galileo System Simulation Facility
GSM: Global System for Mobile Communications
GSTB: Galileo System Test Bed
ICAO: International Civil Aviation Organisation
IGS: International GPS Service
IMO: International Maritime Organisation
ITU: International Telecommunications Union
JU: Joint Undertaking
MSAS: MT Sat-based Augmentation System
OS: Open Service
PRS: Public Regulated Service
RIMS: Ranging and Integrity Monitoring Station
RNSS: radionavigation satellite service
SAR: search and rescue
SoL: Safety-of-Life
TAI: Temps Atomic International
TC: telecommand
TM: telemetry
TT&C: Tracking, Telemetry & Command
UMTS: universal mobile telecommunications system
UN: United Nations
UTC: Universal Time Coordinated
VSAT: very small aperture terminal
WAAS: Wide Area Augmentation System
WRC: World Radio Conference

Weitere Informationen

Gemeinsames Unternehmen GALILEO

B-1000 Brüssel
E-Mail: JU@galileo-pgm.org

Europäische Weltraumorganisation (ESA)

Direktion Anwendungen (Applications Directorate)
Abteilung Navigation (Navigation Department)
8-10 rue Mario Nikis
F-75738 Paris CEDEX 15
Frankreich
Telefon: +33 1 5369 7247
Telefax: +33 1 5369 7445
E-Mail: contactesa@esa.int
<http://www.esa.int/navigation/>

Europäische Kommission

Generaldirektion Energie und Verkehr
Referat E.4 Satellitennavigationssystem (GALILEO), Intelligenter Verkehr
DM28 1/64
B-1049 Brüssel
Belgien
Telefon: +32 2 29 56040
Telefax: +32 2 29 65372
E-Mail: tren-galileo@cec.eu.int
http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo/

