

# Mehr Präzision durch EGNOS

## Details zur europäischen Unterstützung des amerikanischen Navigationssystems GPS

Dieser Beitrag gibt einen technischen Überblick über die Funktionsweise des Europäischen Geostationären Navigations-Überlagerungsdiensts EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service).

Von Jean-Marie Zogg und Bruno Studer

Am 2. März 2011 verkündete die ESA (European Space Agency, Europäische Weltraumorganisation), dass EGNOS ab sofort im Dienst der europäischen Luftfahrt stehe. Der sicherheitskritische EGNOS-Dienst (Safety of Life Service, SoL) kann demgemäß zur senkrechten Führung eines Flugzeuges bei Landeanflügen genutzt werden. Bereits im Oktober 2009 wurde der offene EGNOS-Dienst (Open Service, OS) freigegeben. Dieser Dienst steigert die Genauigkeit des amerikanischen Navigationssystems GPS, er darf aber nur für unkritische Anwendungen, d.h. wenn keine Gefährdung von Lebewesen auftreten kann, verwendet werden (z.B. zur Gütererholung). EGNOS bedient sich dreier Satelliten; im Juli 2001 wurde einer der drei, der ESA-eigene Satellit Artemis, per Ariane-Rakete in Umlauf gebracht.

### Was kann GPS und wo setzt EGNOS ein?

Das Globale Positionierungssystem GPS, entwickelt und betrieben von den USA, erlaubt eine weltweite Bestimmung von Koordinaten, Höhe, Geschwindigkeit und Zeit. 31 GPS-Satelliten umkreisen die Erde auf einer Umlaufbahn von ca. 20.000 km Bahnhöhe über der Erdoberfläche und sen-

den ihre Informationen mit einer Datenrate von 50 bit/s auf der Frequenz L1 von 1575,42 MHz zur Erde. Diese Frequenz wird für den Standard Positioning Service SPS genutzt und ist frei zugänglich. Die Daten, die so genannte Navigationsnachricht, stellen Informationen über den Verlauf der Satellitenbahnen, die Zeit etc. dar. Aus der Navigationsnachricht und aufgrund der bekannten momentanen Lage von mindestens vier Satelliten kann ein GPS-Empfänger seine Koordinaten mit einer Genauigkeit von 8 bis 12 m bestimmen. Dazu wird mittels der vorerst noch ungenau ermittelten Distanz des Empfängers zu den vier Satelliten (Pseudorange) der Standort ermittelt. Verschiedene Faktoren beeinflussen die Genauigkeit der Distanzmessung: Die wichtigsten Beeinflussungsgrößen sind das Verhalten der Ionosphäre in Bezug auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Signale und die Ungenauigkeit der Satelliten-

bahnen. EGNOS kann diese negative Beeinflussung zum Teil kompensieren.

Fällt ein GPS-Satellit ganz oder teilweise aus, können mehrere Stunden vergehen, bis das terrestrische Kontrollsegment dies bemerkt und den Satelliten außer Betrieb setzt. Wird das Signal eines defekten Satelliten zur Navigation genutzt, kann dies eine katastrophale Folge haben, z.B. in der Luftfahrt. Diese hohe Latenzzeit von mehreren Stunden für eine Fehlererkennung verkürzt EGNOS auf maximal sechs Sekunden. Durch Kombination von GPS und EGNOS können somit sicherheitskritische Navigationsanwendungen, z.B. Landeanflüge, durchgeführt werden.

### Wichtigste Funktionen von EGNOS und SBAS

EGNOS ist das Europäische Satellitengestützte Erweiterungssystem (sa-



tellite based augmentation system SBAS). Es stellt eine Verbesserung gegenüber GPS dar, weil es die Ortungsgenauigkeit und die Zuverlässigkeit der Ortungsinformationen durch das Aussenden zusätzlicher Signale erhöht. Diese Signale werden von drei geostationären Satelliten gesendet. Im Detail werden folgende Verbesserungen erreicht:

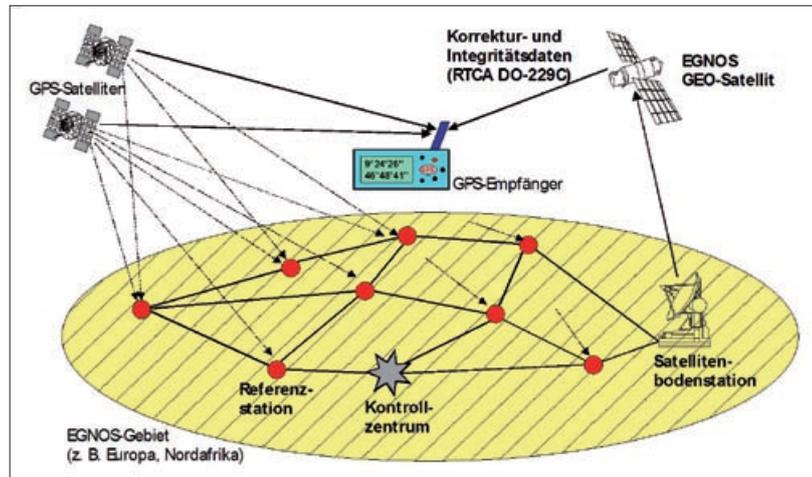
► Erhöhung der Ortungsgenauigkeit durch Korrekturdaten: EGNOS stellt Differentialkorrekturdaten (ähnlich wie bei Differential-GPS, DGPS) zur Verfügung, mit denen die Positionsgenauigkeit von GPS verbessert wird. In erster Linie geht es dabei darum, den Ionosphärenfehler zu korrigieren, der durch Signalverzögerungen in der Ionosphäre entsteht. Der Ionosphärenfehler schwankt mit der Tageszeit und ist regional unterschiedlich. Damit die Daten kontinental Gültigkeit aufweisen, ist es notwendig, ein aufwändiges Netz von Bodenstationen zu betreiben, um Ionosphärenfehler kompensieren zu können. Zusätzlich zu den Ionosphärenwerten übermittelt EGNOS Korrektur-Informationen zum Standort der Satelliten (Ephemeriden) und zur Zeitmessung.

► Erhöhung der Integrität und Sicherheit: Die Bodenstationen von EGNOS überwachen alle empfangbaren GPS-Signale. Nach einer technischen Störung eines GPS-Satelliten kann EGNOS innerhalb von sechs Sekunden den Fehler oder Ausfall des Satelliten an den Nutzer melden. Diese Ja-Nein-Information wird nur übertragen, wenn die Qualität der empfangenen Signale bestimmte Grenzwerte unterschreitet.

► Vorgesehen, aber noch nicht in EGNOS implementiert, ist die Erhöhung der Verfügbarkeit durch Aussenden von Navigationsinformationen: Die EGNOS-GEO-Satelliten werden Signale aussenden, welche ähnlich den GPS-Signalen sind. Ein GPS-Empfänger kann dieses Signal zur Ortung auswerten.

In EGNOS sind drei Dienste implementiert oder vorgesehen:

1.) Die wichtigste Funktion des Offenen Dienstes (Open Service, OS) ist das Aussenden von Korrekturdaten, um die Genauigkeit von GPS zu erhöhen. Dieser Dienst ist seit Oktober 2009 verfügbar.



! Bild 1. Infrastruktur von EGNOS (und aller SBAS).

2.) Der Sicherheitskritische Dienst (Safety of Life Service, SoL) ist seit März 2011 freigegeben und vor allem für die zivile Luftfahrt durch das Aussenden des Integritätssignals innerhalb von sechs Sekunden dienlich.

3.) Der Kommerzielle Datenverteilungsdienst (Commercial Data Distribution Service, CDDS) wird zusätzliche Informationen zum EGNOS und GPS verbreiten. Dieser Dienst ist noch nicht implementiert. Der Zeitpunkt seiner Inbetriebnahme ist zur Zeit noch unbestimmt. Wahrscheinlich wird die Nutzung dieses Dienstes, im Gegensatz zu den zwei anderen (OS und SoL), kostenpflichtig sein.

### ■ Infrastruktur von EGNOS

Das Bodensegment besteht aus Referenzstationen, Kontrollzentren und Satellitenbodenstationen (Bild 1 und Tabelle 1). Die Bodenstationen von EGNOS werden durch zwei zusätzliche Stellen überwacht bzw. unter-

stützt, die Performance Assessment and Checkout Facility (PACF) und die Application Specific Qualification Facility (ASQF).

► Referenzstation (RIMS): Im EGNOS-Gebiet befinden sich 34 Referenzstationen, welche untereinander vernetzt sind. Die Referenzstationen empfangen GPS-Signale. Sie sind bezüglich ihrer Position genau vermessen. Jede Referenzstation bestimmt die Soll-Ist-Abweichung der ermittelten Pseudorange. Die Fehlersignale werden einem Kontrollzentrum übermittelt.

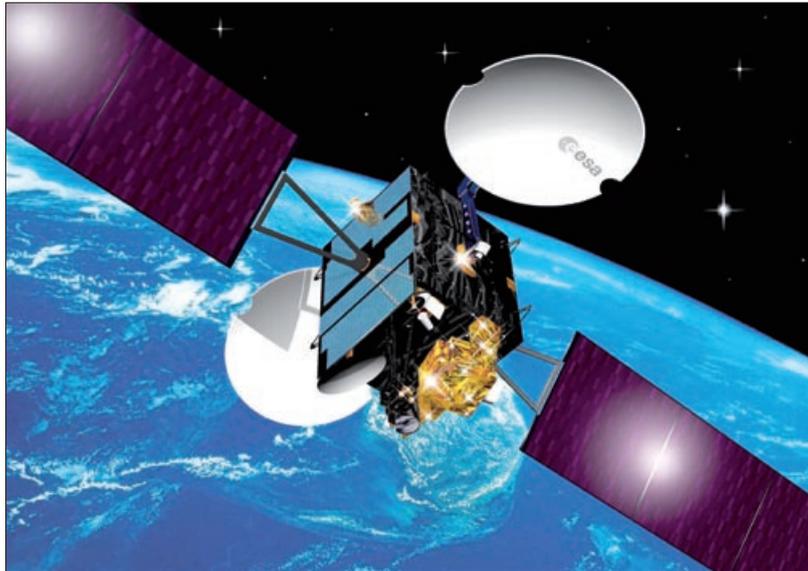
► Kontrollzentrum (MCC): Die vier Kontrollzentren in Italien, Deutschland, Großbritannien und Spanien übernehmen die Auswertung der Korrekturdaten, bestimmen die Genauigkeit der von jeder Referenzstation empfangenen GPS-Signale, stellen mögliche, von Turbulenzen in der Ionosphäre verursachte Ungenauigkeiten fest und überwachen die Integrität des GPS-Systems. Angaben über die Ab-

Allgemeine Bezeichnung	EGNOS-Bezeichnung	Anzahl	Wichtigste Funktion
Referenzstation	RIMS: Ranging & Integrity Monitoring Station	34	Sammelt die Daten aller in Funkkontakt stehenden GPS-Satelliten
Kontrollzentrum	MCC: Mission Control Center	4	Verarbeitet die Daten und generiert Korrekturwerte und Integritätsinformationen
Satellitenbodenstation	NLES: Navigation Land Earth Station	6	Sendet die Korrekturwerte und Integritätssignale zu den drei GEO-Satelliten

! Tabelle 1. Bezeichnung der EGNOS-Bodenstationen

GEO-Satellit	Orbitale Position	Identifikationsnummer	NMEA-Nummer	Bemerkung
Inmarsat 3-F2	W 15,5°	PRN 120	33	Frei für SoL
Inmarsat 3-F5	E 25,0°	PRN 126	39	Testbetrieb
Artemis	E 21,5°	PRN 124	37	Frei für SoL, ESA-eigener Satellit

! Tabelle 2. Bei EGNOS verwendete Bezeichnung der EGNOS-Bodenstationen



I Bild 2. Der ESA-Satellit ARTEMIS.

(Foto: ESA)

standort befindet, umso kleiner ist die Elevation. Dies bedeutet, dass die Signale von vielen Standorten nicht zu empfangen sind, sobald sich Hindernisse (Berge, Gebäude) in Richtung Süd-Südwest befinden.

Die Europäische Union ist Eigentümer des EGNOS-Systems. Die Europäische Kommission ist zuständig für die allgemeine Verwaltung des EGNOS-Programms und damit verantwortlich für Entscheidungen in Bezug auf die Nutzung und Entwicklung des Systems.

Die Europäische Weltraumorganisation (ESA) leitete die technische Entwicklung von EGNOS und ist nun von der Europäischen Kommission beauftragt, die Weiterentwicklung zu koordinieren. ESSP (European Satel-

weichungen werden dann in ein Signal integriert. Eines der vier Kontrollzentren wird abwechselnd als Master-Kontrollzentrum definiert und hat die Aufgabe, alle Daten zu synchronisieren und den Satellitenbodenstationen zu übermitteln.

► Satellitenbodenstation (NLES): Diese senden die Korrektur- und Integritätssignale zu drei verschiedenen GEO-Satelliten. Aus Redundanzgründen sind immer zwei NLES für einen GEO-Satelliten zuständig.

Die drei geostationären Satelliten (siehe **Tabelle 2**) empfangen die Signale von der Satellitenbodenstation und senden sie zu den GPS-Nutzern weiter. Anders als die GPS-Satelliten haben diese GEO-Satelliten keine Signalgeneratoren an Bord, sondern sind mit Transpondern ausgestattet, welche die am Boden verarbeiteten und ihnen zugesandten Signale weiterleiten. Die Signale werden auf der GPS-L1-Frequenz (1575,42 MHz, 250 bit/s) zur Erde gestrahlt. Die EGNOS-Signale werden von den dafür vorbereiteten GPS-Empfängern empfangen und verarbeitet.

Zwei der drei für EGNOS verwendeten Satelliten werden von der internationalen Organisation Inmarsat betrieben. Der dritte Satellit Artemis (**Bild 2**) wurde von der ESA entwickelt und sendet EGNOS-Daten.

Die drei geostationären Satelliten sind von Mitteleuropa aus gesehen eher tief am Horizont (**Tabelle 3**). Je nördlicher sich der Beobachtungs-

	Berlin	Kiel	Wien	Bern
Satellit	Elevation/Azimet	Elevation/Azimet	Elevation/Azimet	Elevation/Azimet
PRN 120	24,3° / 214,8°	23,8° / 210,6°	26,8° / 219,9°	31,6° / 210,0°
PRN 126	29,0° / 165,5°	26,6° / 161,9°	34,0° / 168,5°	33,4° / 156,6°
PRN 124	29,5° / 169,8°	27,2° / 166,1°	34,4° / 173,2°	34,3° / 161,1°

I Tabelle 3. Elevation und Azimet der EGNOS-Satelliten für ausgewählte Standorte

Message Type (MT)	Offizielle Bezeichnung	Zweck der Nachricht
0	Don't Use (SBAS test mode)	Nicht für sicherheitskritische Anwendungen verwenden! Wird dieses Signal ausgesendet, ist der Inhalt identisch mit der Nachricht MT2.
1	PRN Mask	Gibt an, welche GPS-Satelliten von EGNOS momentan überwacht werden.
2 – 5	Fast corrections	Übermittelt kurzfristige Korrekturwerte (Entfernungskorrekturen) zu den GPS-Satelliten.
6	Integrity information	Mitteilung über die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der GPS-Satelliten.
7	Fast correction degradation factor	Informationen zum zeitlichen Verlauf der Korrekturwerte, übermittelt durch die Nachrichten 2 bis 5.
9	GEO ranging function parameters	Informationen über die orbitale Position des empfangenen GEO-Satelliten (Ephemeriden-Werte). Zurzeit kann dieses Signal nicht für die Positionsbestimmung des GPS-Empfängers verwendet werden.
10	Degradation parameters	Informationen zum zeitlichen Verlauf der Korrekturwerte, übermittelt durch die Nachricht 25.
12	SBAS network Time/UTC offset parameters	Diese Nachricht erlaubt es, die EGNOS-Satelliten-Zeit in UTC-Zeit umzurechnen bzw. zu synchronisieren.
17	GEO satellite almanacs	Informationen über die Bahnen sämtlicher GEO-Satelliten (Almanach-Daten).
18	Ionospheric grid point masks	Gibt an, für welche geographischen Gebiete die Korrekturwerte zum Einfluss der Ionosphäre gültig sind.
24	Mixed fast/long-term satellite error corrections	Kurzfristige und langfristige Korrekturwerte für eine Auswahl von sechs GPS-Satelliten.
25	Long-term satellite error corrections	Übermittelt die langfristigen Veränderungen der Satellitenbahnenparameter und -Uhren.
26	Ionospheric delay corrections	Korrekturwerte zum Einfluss der Ionosphäre.
27	EGNOS service message	Definiert die geographische Region des EGNOS-Dienstes.
63	Null message	Wird übermittelt, wenn keine weiteren Nachrichten zur Verfügung stehen.

I Tabelle 4. Die Nachrichten-Typen von EGNOS

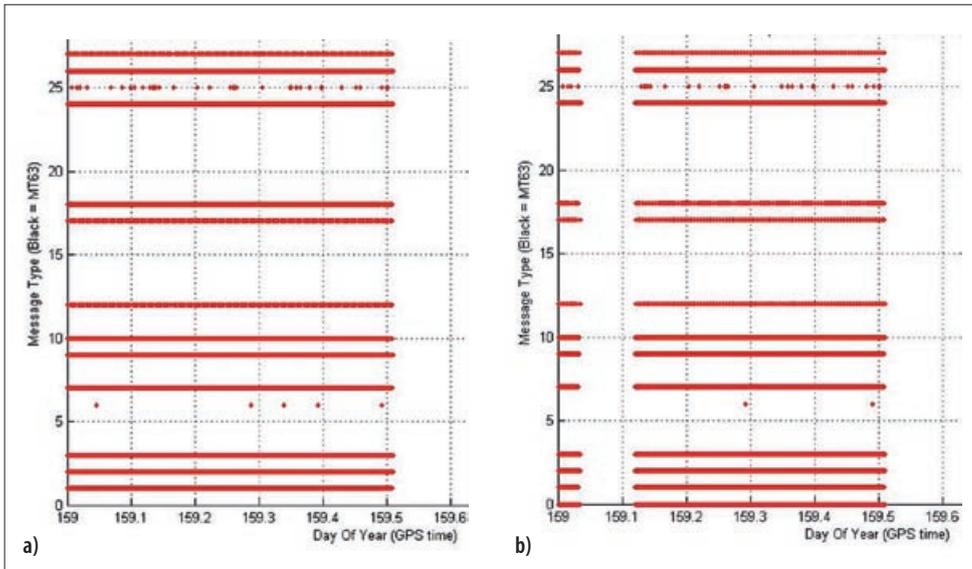


Bild 3. Übermittelte Nachrichtentypen der EGNOS-Satelliten PRN 120 (a) und PRN 126 (b).

lite Services Provider) ist dabei ein Unternehmen, getragen von verschiedenen Luftfahrt Dienstleistern. Gründungsmitglieder von ESSP sind Dienstleister von Frankreich (DGAC / DSNA), Deutschland (DFS), Italien (ENAV SpA), Portugal (NAV-EP), Spanien (AENA), Schweiz (Skyguide) und das Vereinigte Königreich (NATS). ESSP hat seinen Hauptsitz und sein Operationszen-

trum in Toulouse (Frankreich) und eine Dienstleistungsstelle in Madrid (Spanien).

### Die EGNOS-Nachricht

Die von den drei GEO-Satelliten empfangenen Daten bestehen aus verschiedenen Nachrichten-Typen (Message Types, MT). In Tabelle 4 ist eine kurze Erklärung zu den verschiedenen Nachrichten gegeben.

Auf dem ESA-Portal [1] kann in Echtzeit nachgeschaut werden, welche Nachrichten die EGNOS-Satelliten übermitteln (Bild 3). Aus den Graphiken ist ersichtlich, dass der Inmarsat-Satellit 3-F5 mit der PRN-Nummer 126 (Bild 3b) nicht für sicherheitsrelevante Anwendungen verwendet werden darf, da er den Nachrichten-Typ MT0 (SBAS-Test mode) überträgt. Auf dem gleichen Portal kann nachgeschaut werden, von welchen GPS-Satelliten Korrekturdaten übermittelt werden (Bild 4).

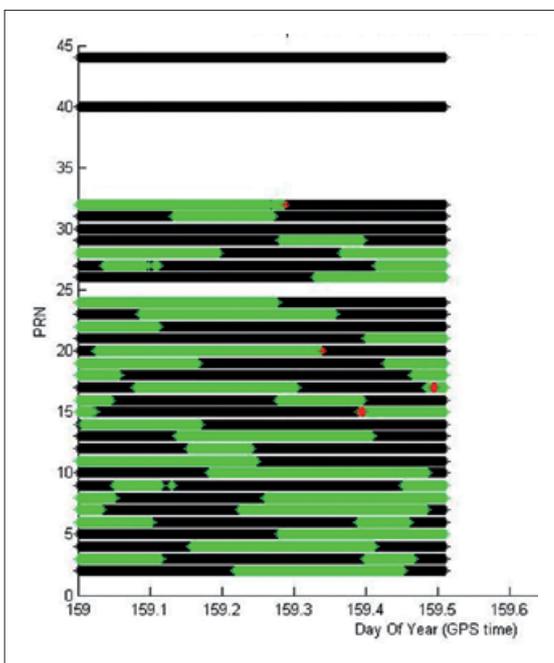


Bild 4. Von EGNOS PRN 120 übermittelte GPS-Daten. Ein schwarzer Balken bedeutet, dass vom entsprechenden Satelliten keine Daten übermittelt werden (not monitored). Ein roter Strich (oder Punkt) bedeutet, dass Satellitendaten zwar übermittelt werden, aber nicht vertrauenswürdig sind (DNU: Do not use). Nur wenn der Balken grün ist, sollten die Daten verwendet werden.

### Die Verbesserung mit dem OS

Im offiziellen EGNOS-Dokument „Service Definition Document Open Service [2]“ wird auf Seite 27 eine minimale Genauigkeit in der Horizontalen von drei Metern und in der Vertikalen von vier Metern postuliert. 95 % aller Messungen sollten besser als diese Werte sein. Im Dokument „User guide for EGNOS application developers [3]“ wird auf Seite 49 aufgeschlüsselt, wo EGNOS im Vergleich zu GPS Verbesserungen bringt. Die aufgeführten Werte sollten als typische Größen betrachtet werden. Rot eingezeichnet sind die von EGNOS beeinflussbaren Parameter (in Tabelle 5). Messungen des Längengrades, Breitengrades und der Höhe über eine Zeitdauer von neun Stunden ergaben einen sichtbaren Einfluss von EGNOS; z.B. betrug die Standardabweichung in der Höhenmessung (Beispiel in Bild 5) ohne EGNOS 2,00 m und mit EGNOS 1,18 m.

### Weitere Erweiterungssysteme (SBAS)

Neben EGNOS für Europa existieren weitere satellitengestützte Erweiterungssysteme (Satellite Based Augmentation Systems, SBAS). Alle SBAS müssen interoperabel sein. Die Kompatibilität wird durch die Verwendung des Standards RTCA DO-229C gewährleistet. Zurzeit befinden sich zusätzlich zu EGNOS folgende SBAS, welche zueinander kompatibel sind oder sein werden (Bild 6), für folgende Gebiete in Funktion bzw. Entwicklung:

▶ Nordamerika (WAAS, Wide Area Augmentation System): Die Bundesluftfahrtverwaltung (FAA) der Vereinigten Staaten leitete die Entwicklung

Fehlerart	Fehler (nur mit GPS)	Verbleibender Fehler (mit GPS und EGNOS)
Fehler, bedingt durch ungenaue Umlaufbahn und Zeitfehler	1 m	0,5 m
Fehler, bedingt durch die Troposphäre	0,25 m	0,25 m
Fehler, bedingt durch die Ionosphäre	2 m	0,3 m
Fehler, bedingt durch das Rauschen des Empfängers	0,5 m	0,5 m
Fehler, bedingt durch Mehrwegempfang	0,2 m	0,2 m
Horizontaler Positionsfehler des Empfängers (RMS-Wert) × Einfluss der Satellitengeometrie HDOP von 1,1 (1σ-Wert)	2,31 m × 1,1 = 2,54 m	0,83 m × 1,1 = 0,92 m
Horizontaler Positionsfehler (2σ- oder 95%-Wert)	5,08 m	1,84 m

Tabelle 5. Einfluss von EGNOS auf die Positionierungsgenauigkeit. In roter Farbe: die von EGNOS beeinflussbaren Parameter.

des großräumigen Erweiterungssystems (WAAS), das die Vereinigten Staaten, inkl. Kanada und Mexico, mit zwei GEO-Satelliten abdeckt.

▶ Japan (MSAS, Multifunctional Satellite based Augmentation System): MSAS verwendet zwei GEO-Satelliten.

▶ Indien (GAGAN, GPS and GEO Augmented Navigation): Die indische Luftfahrtorganisation ISRO (Indian Space Research Organization [4]) will ein System entwickeln, das kompatibel zu den anderen SBAS ist.

▶ Russland (SDCM, System for Differential Correction and Monitoring): Russland plant für sein Gebiet ein System zur Überprüfung der GPS- und GLONASS-Signale durch verschiedene Monitorstationen. GEO-Satelliten

werden über das russische Gebiet Korrektur- und Integritätssignale für GPS und GLONASS aussenden [5].

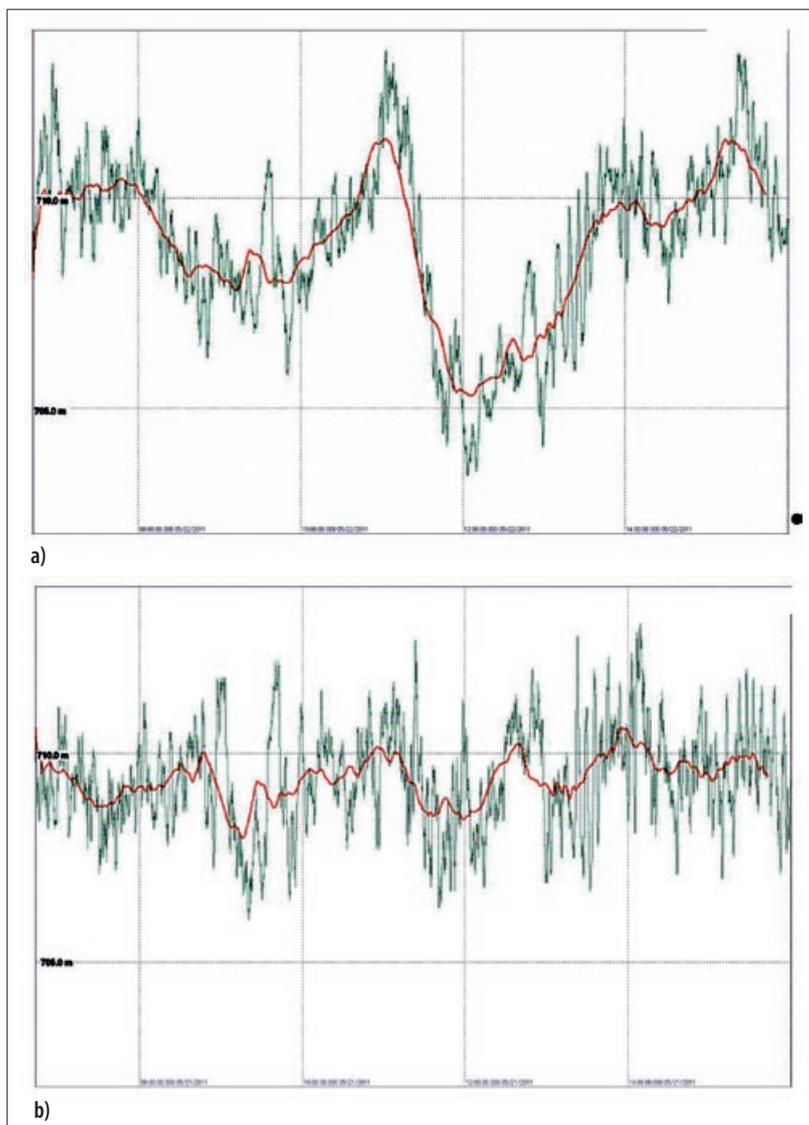
### Der Dienst SoL für die Luftfahrt

Der Navigationsüberlagerungsdienst EGNOS steigert regional begrenzt auf Europa die Positionsgenauigkeit von GPS von 10 bis 20 m auf 1 bis 3 m (Bild 7). Zusammen mit der erhöhten Integrität und Sicherheit der Signale (time to alarm = 6 s) wird EGNOS mit dem SoL-Dienst (Safety of Life) sehr interessant für die Luftfahrt. Routenavigation und Landeanflüge können so von Flugzeugen, aber auch Helikoptern mit GPS präziser durchgeführt werden.

Der sicherheitskritische Dienst SoL von EGNOS bietet folgende Verbesserungen und Vorteile:

▶ Erhöhte Sicherheit der Luftfahrt: EGNOS SoL ermöglicht präzise Anflüge, was die Sicherheit gerade bei schlechtem Wetter erheblich erhöht.

▶ Niedrigere Betriebskosten: Das EGNOS-Signal wird unentgeltlich be-



I Bild 5. Messungen der Höhe über neun Stunden, ohne (a) und mit EGNOS (b). Im Diagramm ist mit roter Farbe der gleitende Mittelwert über jeweils 1024 Sekunden eingetragen. Deutlich zu sehen sind die besseren Werte in Bild b) (mit EGNOS).

#### Seminaranzeige

**Fraunhofer**  
IMS

**ANWENDERFORUM  
DRAHTLOSE SENSORIK  
IN INDUSTRIE UND LOGISTIK**

8. NOVEMBER 2011 IN DUISBURG



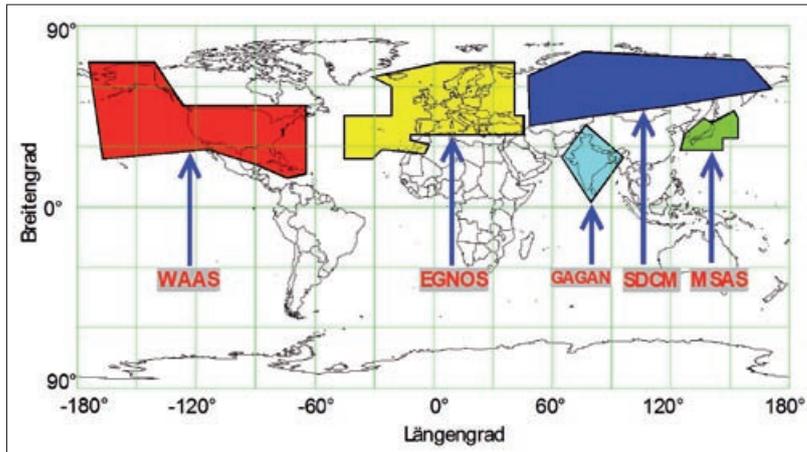
+49 (203) 3783-2943  
www.ims.fraunhofer.de

## Wireless M2M Gut und Günstig



[www.netmodule.com/NB1600](http://www.netmodule.com/NB1600)

Bild 6. Versorgungsgebiet der verschiedenen SBAS.



reitgestellt und erfordert im Flugzeug lediglich einen Empfänger. Am Boden werden keine Einrichtungen benötigt.

► Weniger Kohlendioxid-Emissionen: EGNOS ermöglicht eine effizientere Planung der Flugstrecken und Anflüge und damit die Verringerung der Emissionen.

► Weniger Verspätungen, Umleitungen und Stornierungen: Mit EGNOS sind bei schlechtem Wetter geringere Mindestabstände zwischen den Flugzeugen möglich, und das heißt weniger Verspätungen, Umleitungen und Stornierungen von Flügen.

► Weniger Lärmbelästigung: Durch die optimierten Flugstrecken und Verfahren mit gekurvtem Anflug brauchen die Flugzeuge erst in der Nähe der Piste mit dem Sinkflug zu beginnen und verringern so den Lärm in Flugplatznähe.

► Höhere Kapazitäten für kleinere Flughäfen: Die vom System bereitgestellte Höhenleitfunktion ermöglicht Landungen bei schlechter Sicht und erhöht so die Kapazität von Flughäfen vor allem von kleinen und mittelgro-

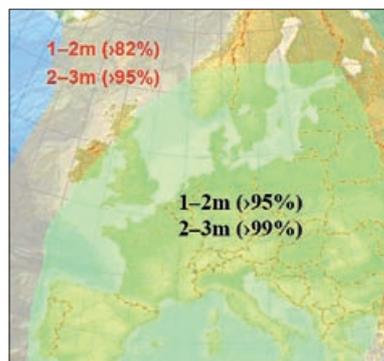


Bild 7. Ausleuchtzone mit Genauigkeit von EGNOS. (Bild: ESA)

ßen, für die andere technische Lösungen (wie z.B. ILS, Instrumenten-Landesystem) zu teuer sind. Für größere

Flughäfen mit bereits vorhandener Infrastruktur für Präzisionsanflüge dient EGNOS als Backup-System.

Für die Nutzung des sicherheitskritischen SoL-Dienstes müssen Flugzeuge mit einem EGNOS-fähigen, zertifizierten Empfänger ausgestattet sein (Bild 8) und Flughäfen über besondere Anflugverfahren für ihre Pisten verfügen. Da in Europa EGNOS SoL erst seit dem 2. März 2011 freigegeben wurde, laufen die Planungen und Implementierungen mit Hochdruck. In der Schweiz wurde beispielsweise am 27. 7. 2011 das erste zivile GPS-basierte Anflugverfahren für Helikopter zum Berner Inselspital bewilligt. Somit können die Rettungshelikopter der REGA auch bei Schlechtwetter und Hochnebellagen sicher landen. In den USA sind bereits über 3000 SBAS-Verfahren für Flugplätze realisiert worden (analog zu EGNOS mit WAAS, Stand Januar 2011).

Ein interessantes, zweiminütiges Video „EGNOS Safety of Life Service – How does it work?“ befindet sich im Web unter [6].

## EGNOS und GALILEO

Lange Zeit wurde EGNOS als Vorläufer des Europäischen Navigationssys-



Bild 8. EGNOS-Darstellung der Empfängerinformationen auf herkömmlichen Luftfahrzeug-Displays. (Foto: BAZL)



Prof. Dipl.-Ing. FH Jean-Marie Zogg

ist Professor für Elektronik, Mobile Computing und Elektrotechnik an der Fachhochschule HTW Chur (Hochschule für Technik und Wirtschaft Chur, Schweiz), an der er sich vertieft mit den Gebieten der Satelliten-Navigation und -Kommunikation auseinandergesetzt hat. Zu diesen Themen hat er in namhaften Fachzeitschriften publiziert, außerdem verfasste er zwei Fachbücher zum Thema „Telemetrie mit GSM/SMS und GPS-Einführung“ und „GPS – Essentials of Satellite Navigation“.

[jean-marie.zogg@htwchur.ch](mailto:jean-marie.zogg@htwchur.ch)  
[www.zogg-jm.ch](http://www.zogg-jm.ch)



Prof. Dr. Dipl. El. Ing. ETH Bruno Studer

ist Professor für Informatik und Telekommunikation an der Fachhochschule HTW Chur (Hochschule für Technik und Wirtschaft Chur, Schweiz). Seine Schwerpunkte umfassen Netzwerkmanagement, Netzwerksicherheit, Datenbanken, Software-Entwicklung, IPTV und Aviatik. Außerdem leitet er das Departement Medien, Information und Kommunikation an der HTW und hat drei Fachbücher zu den Themen „Teleanformatik“, „Java“ und „Netzwerkmanagement und -sicherheit“ verfasst.

[bruno.studer@htwchur.ch](mailto:bruno.studer@htwchur.ch)  
[www.bstuder.ch](http://www.bstuder.ch)

tems GALILEO angepriesen. EGNOS ist und bleibt aber eine Zusatzfunktion zu GPS. Da die künstliche Verschlechterung (selective availability, SA) bereits im Mai 2000 abgeschaltet wurde, ist die Genauigkeitsverbesserung mit EGNOS nicht so dramatisch wie erhofft. Den wichtigsten Dienst von EGNOS bildet SoL. Vor allem die erhöhte Genauigkeit und die Zuverlässigkeit der Signalinformation ermöglichen nun endlich auch in Europa den sicherheitskritischen Einsatz von GPS in der Luftfahrt. Die Entwicklungen in Europa werden vergleichbar wie in den USA sein. Dort hat sich WAAS in der Fliegerei schon etabliert. EGNOS wird mindestens 20 Jahre in Betrieb sein und somit auch noch verfügbar sein, wenn GALILEO in einigen Jahren (geplant ist 2014) betriebsfähig sein wird. *ha*

**Literatur**

- [1] [www.egnos-pro.esa.int/IMAGETech/imagetech\\_realtime.html](http://www.egnos-pro.esa.int/IMAGETech/imagetech_realtime.html)
- [2] [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/files/egnos-service-definition-document-open-service-v1.1-30-10-2009\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/files/egnos-service-definition-document-open-service-v1.1-30-10-2009_en.pdf)
- [3] [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/files/brochures-leaflets/egnos-user-guide\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/files/brochures-leaflets/egnos-user-guide_en.pdf)
- [4] <http://isro.gov.in/>
- [5] [www.sdcm.ru/smglo/staticpages?version=eng&site=extern&title=about](http://www.sdcm.ru/smglo/staticpages?version=eng&site=extern&title=about)
- [6] [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/safety-of-life-services/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/safety-of-life-services/index_en.htm)

**Weitere interessante Portale**

- [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/index_de.htm)
- [www.esa.int/esaNA/egnos.html](http://www.esa.int/esaNA/egnos.html)
- [www.essp-sas.eu/home](http://www.essp-sas.eu/home)
- [http://egnos-user-support.essp-sas.eu/egnos\\_ops/index.php](http://egnos-user-support.essp-sas.eu/egnos_ops/index.php)
- <http://egnos-portal.gsa.europa.eu/>
- [www.gsa.europa.eu/go/egnos/edas](http://www.gsa.europa.eu/go/egnos/edas)
- [www.egnos-pro.esa.int/index.html](http://www.egnos-pro.esa.int/index.html)
- [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/index_en.htm)

## Inserentenverzeichnis

CESYS GmbH	<a href="http://www.cesys.com">www.cesys.com</a> . . . . .	11
Circuit Design GmbH	<a href="http://www.circuitdesign.de">www.circuitdesign.de</a> . . . . .	19, 23
CompoTRON GmbH	<a href="http://www.compotron.com">www.compotron.com</a> . . . . .	3, 19
Conradt Meß- und Regeltechnik	<a href="http://www.conradt.com">www.conradt.com</a> . . . . .	22
DFE – Dirk Fischer Elektronik	<a href="http://www.dfe-online.de">www.dfe-online.de</a> . . . . .	11
Digi-Key Corporation	<a href="http://www.digikey.com">www.digikey.com</a> . . . . .	1, 2
Das Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen	<a href="http://www.ims.fraunhofer.de">www.ims.fraunhofer.de</a> . . . . .	17
MSC Vertriebs GmbH	<a href="http://www.msc-ge.com">www.msc-ge.com</a> . . . . .	9
NetModule AG	<a href="http://www.netmodule.com">www.netmodule.com</a> . . . . .	19
Pengutronix e.K.	<a href="http://www.pengutronix.de">www.pengutronix.de</a> . . . . .	11
Industrial Linux Solutions	<a href="http://www.pengutronix.de">www.pengutronix.de</a> . . . . .	11
Dipl.-Ing. Ernest Spirig	<a href="http://www.spirig.com">www.spirig.com</a> . . . . .	10
Texas Instruments	<a href="http://www.ti.com">www.ti.com</a> . . . . .	15
UNIPO GmbH	<a href="http://www.unipo.de">www.unipo.de</a> . . . . .	23
WEKA FACHMEDIEN GmbH	<a href="http://www.elektroniknet.de">www.elektroniknet.de</a> . . . . .	7, 20-21

### Circuit Design GmbH



**Firmenprofil**

- ▶ Gründungsjahr: 2001
- ▶ Mitarbeiter: 3

Schleißheimer Str. 263  
D 80809 München  
Tel. 089/35 82 83 – 60  
[info@circuitdesign.de](mailto:info@circuitdesign.de)  
[www.circuitdesign.de](http://www.circuitdesign.de)

**Zielmärkte**

- ▶ Industrieelektronik
- ▶ Systemintegratoren
- ▶ Industrielle Funkfernsteuerung/ Zählerablesung
- ▶ Industrieautomation (M2M)
- ▶ Sensornetzwerke

**Produkte/Linecard**

Sender, Empfänger, Transceiver, Modems, Antennen

**Standorte/Lager**

Vertrieb in München, Entwicklung und Fertigung in Japan (Mutterfirma)

**Firmenausrichtung**

Anbieter von Low Power Daten- und Audiofunkmodulen sowie Zubehör (Antennen etc.) für die zulassungsfreien europäischen ISM-Frequenzbänder

**Qualitätsmanagement**

ISO 9001 (Japan)

### CompoTRON GmbH

**Firmenprofil**

- ▶ Mitarbeiter: 21



Sandstraße 26  
D 80335 München  
Tel. +49 (89) 5 38 86 60  
[info@compotron.com](mailto:info@compotron.com)  
[www.compotron.com](http://www.compotron.com)

**Zielmärkte**

- ▶ Telekommunikation, Mobilfunk, M2M
- ▶ Automobilindustrie
- ▶ Kommunikationstechnik
- ▶ Automatisierungstechnik
- ▶ Sensorik

**Firmenausrichtung**

Europaweit agierender, führender Repräsentant für HF- und fiberoptische Komponenten, spezialisiert auf Telekom, Konsumer- und Industrieanwendungen.

**Produkte/Linecard**

- ▶ **Wireless-Module:** GSM/GPRS-Module, GPS-Module, ISM-Module
- ▶ **HF-Halbleiter:** ISM Transceiver bis 2,4 GHz, ISM Funkmodule, DVB-T Tuner, CSS Chipsets, HF-Schalter.
- ▶ **Passive HF-Komponenten:** Antennen, Filter, Quarze, Oszillatoren, Amplifier, VCO.
- ▶ **Fiber Optic:** MSA Transceivers und Module (1x9, 2x9 DDM, SFF, SFP, SFP+, XFP, 300-pin), Diskrete und Passive Komponenten, SFP/XFP Cages, Laser- und Photodioden für Analog- und CATV-/SAT-ZF-Applikationen.

**Dienstleistungen**

Design-In Support, kundenspezifische Lösungen, Beratung, kundenspezifische Entwicklungsdienstleistungen

**Standorte/Lager**

Deutschland, UK, Dänemark, Polen

**Qualitätsmanagement**

DIN EN ISO 9001:2008