

## Verzögerungen bei Galileo, Egnos kurz vor dem Start

# Im Weltraum nichts Neues

»Welche Navis können denn heute schon Galileo-Signale verarbeiten« werden wir regelmäßig gefragt. Immer antworten wir dann »Keines«. Der folgende Artikel beschäftigt sich mit den weiteren Verzögerungen bei Galileo und der baldigen Inbetriebnahme des GPS-Korrektursystems Egnos.

● Wenn man sich ältere Quellen zum Thema Galileo ansieht, merkt man schnell, dass bei dem europäischen High-Tech-Vorzeigeprojekt momentan eigentlich nichts passiert.

Noch 2002 stand im Zeitplan, dass 2008 der letzte Satellit in eine Umlaufbahn geschossen werden soll, damit das europäische Selbstbewehrungsprojekt im Jahr 2009 sicher läuft. Und schon 2002 deckelte man die maximalen Ausgaben auf 3,6 Milliarden Euro.

2003 kam man dann darauf, dass das sowieso schon in Auftrag gegebene Egnos-System ja auch für Galileo genutzt werden könne. In einem Gefälligkeitsgutachten haben die Unternehmensberater von PricewaterhouseCoopers festgestellt, dass dank der höheren Genauigkeit von Egnos die mit Galileo erzielten Nettoeinnahmen um 166 Millionen Euro höher liegen werden als ohne Egnos. Das war der Todesstoß für das Egnos-System, das eigentlich 2004 in Betrieb hätte gehen sollen.

Beabsichtigt war anscheinend, die Inbetriebnahme von Egnos so lange hinauszuzögern, bis Galileo läuft, also entsprechend dem ursprünglichen Zeitplan bis 2009. Die ESA beziehungsweise Brüssel wollte dann die höhere Genauigkeit von GPS und Galileo als Errungenschaft

### Fehlender Artikel

● Eigentlich planten wir für diese Ausgabe einen Artikel über externe GPS-Antennen. Leider hat sich ergeben, dass es hier ungeahnte Qualitätsunterschiede gibt. Manche Testlinge empfangen beispielsweise außerhalb des Fahrzeugs besser als das »nackte« Navi im Auto. Aus diesem Grund brauchen wir leider noch ein wenig mehr Zeit für Tests und Recherche - im nächsten Heft finden Sie den Artikel aber garantiert.



*Egnos sollte ursprünglich eine Verbesserung der GPS-Signale bringen. Das Projekt wurde dann in Galileo integriert, wird nun aber so rasch wie möglich fertiggestellt.*

von Galileo verkaufen. Nun zieht sich Galileo aber so, dass man Egnos nicht mehr länger aus sitzen kann. Das praktisch exakt gleich arbeitende Fehlerkorrektursystem WAAS (Wide Area Augmentation System) arbeitet im Gebiet der USA seit Juni 2003 und seit knapp einem Jahr auch in Kanada und Mexiko.

Noch in diesem Halbjahr soll das europäische GPS-Korrektursystem Egnos endlich seinen Betrieb aufnehmen. Für diese Straffung des Zeitplans verantwortlich sehen wir nicht Brüssel, sondern die Luftfahrtindustrie, die es nicht mehr länger hinnehmen wollte, dass in den USA schon lange einwandfrei funktioniert, was bei uns am ausgestreckten Arm verhungern soll.

Egnos ist eigentlich konzipiert für die Luftfahrt. Die Position der Egnos-Satelliten in einer geostationären Umlaufbahn (exakt wie Fernsehsatelliten) bewirkt, dass ein normales Navigationsgerät oft gar keinen Sichtkontakt und deswegen auch keinen Empfang der Egnos-Korrektursignale hat. Auf hoher See und in der Luft wird Egnos aber ganz wunderbar arbeiten. Zurück zu Galileo. Schon im Lauf des Jahres 2003 verabschiedeten sich die anfangs mit ins Boot geholten europäischen Automobilhersteller. Die versprochene höhere Genauigkeit wäre zwar nett, bringe dem Anwender aber im Endeffekt gar nichts. Und weil GPS perfekt laufe, gäbe es keinen Grund, dass die Autoindustrie sich mit über 200 Millionen Euro beteiligen sollte.

Mittlerweile sind alle beteiligten Unternehmen abgesprungen, weil endlich eingesehen wurde, dass die kostenpflichtigen Services viel zu wenig Nutzer und damit Lizenzentnahmen bringen

werden. Angesichts der kostenlosen Leistungen von GPS und des offenen Services von Galileo wird es niemand geben, der für die kostenpflichtigen Galileo-Dienste Geld ausgeben will. Denn auch professionelle Nutzer wie beispielsweise Landvermesser haben sich schon lange professionelle Lösungen wie DGPS gesucht, die schon heute zuverlässig funktionieren. Aus diesem Grund hat Brüssel im September 2007 entschieden, dass die EU (also wir alle) den kompletten Aufbau von Galileo zahlen solle.

Am 1. Juli 2008 begann schließlich der erste Teil der Galileo-Ausschreibung. Das gesamte Galileo-Projekt wurde in sechs Stücke aufgeteilt: die Systemplanung, die Bodeneinrichtungen, Kontrollzentren, die ersten vier Satelliten, die Beförderung der Satelliten in den Orbit und schließlich der laufende Betrieb. 21 Unternehmen haben Bewerbungen abgegeben, wovon aber zehn wegen mangelnder Erfahrung oder Leistungsfähigkeit der Firmen abgelehnt wurden. Pro Los gibt es zwei Bieter, für das Verbringen der Satelliten in eine Umlaufbahn ist mit Arianespace nur noch ein Bieter im Rennen. Das war nicht sehr schwer, denn außereuropäische Anbieter wurden nicht akzeptiert. Bemerkenswerterweise gibt es für die vier Satelliten nur zwei deutsche Bewerber, die OHB Systeme aus Bremen und EADS-Astrium aus Ottobrunn bei München.

Dafür, dass nach dem momentan noch aktuellem offiziellen Zeitplan das Galileo-System im Jahr 2013 laufen soll, tut sich erschreckend wenig. Nun müssen die Mitarbeiter der beteiligten Institutionen natürlich bei jeder Gelegenheit kundtun, dass man voll im Plan liege und dass Galileo bis 2013 natürlich arbeiten würde. Wir haben deswegen natürlich auch mit unabhängigen Beobachtern über Galileo gesprochen. Von sieben befragten Experten auf diesem Gebiet hatte keiner vom europäischen Navigationssystem eine gute Meinung. Insbesondere die Zeitpläne wären niemals haltbar: Die früheste Schätzung belief sich auf 2016, die späteste auf »besser nie«. Zwei Professoren deutscher Universitäten meinten unabhängig voneinander, dass der angestrebte Finanzrahmen nicht mal annähernd haltbar ist, und rechnen mit Gesamtkosten von 8 bis »wahrscheinlich eher 12 Milliarden Euro« (Zitat).

### Fazit

Ob Galileo kommt, steht mehr denn je in den Sternen. Angesichts der Tatsache, dass keine neuen Funktionen implementiert werden, dürfte spätestens beim Eingestehen der tatsächlichen Kosten das System beerdigt werden. Die Frage lautet nur, wie lange es bis dahin dauert und wieviel Geld bis dahin ausgegeben wird.

(Gerhard Bauer)

## Egnos: Das Korrektursystem für GPS und Galileo

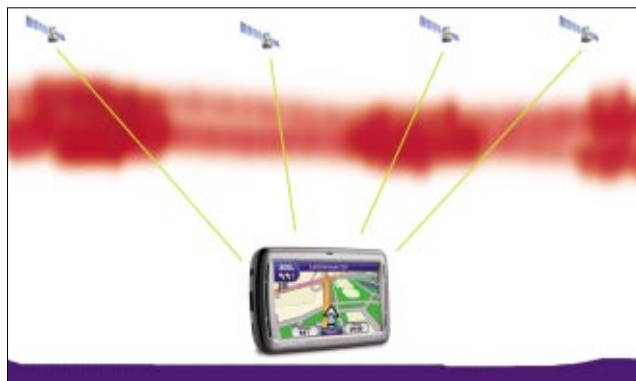
● Grundsätzlich können GPS- und Galileo-Satelliten ihre Fehlerfreiheit nicht selbst feststellen. Mit anderen Worten: Wenn ein Fehler auftritt, müssen »externe Beobachter« am Boden diesen Fehler merken und dann reagieren. Und die Möglichkeiten für Fehler sind gar nicht so selten. Es genügt, wenn ein einzelner Satellit falsche Daten über seine augenblickliche Position aussendet, wenn die normalerweise hochgenauen Atomuhren im Satellit falsch gehen oder wenn zwar ein richtiges Signal gesendet wird, der Satellit aber seine Umlaufbahn geringfügig verlassen hat. Schon ein Satellit mit Fehlfunktion verfälscht die Positionsrechnungen des größten Teils aller GPS-Empfänger auf der Erdhalbkugel unter ihm.

Für bodengebundene Fahrzeuge ist das zwar lästig, aber kein Sicherheitsproblem: Nur weil das Navi plötzlich falsch anzeigt, fährt man ja nicht in den Graben.

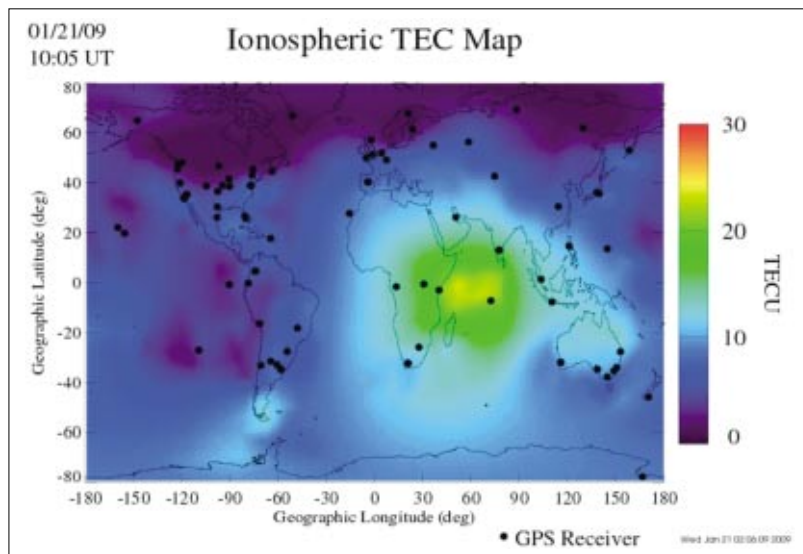
Ganz anders ist das aber im Flugverkehr. Sowohl im normalen Reiseflug per Autopilot als auch im Landeanflug können falsche GPS-Koordinaten fatal sein. Aufgrund der Verteilung von GPS-Satelliten über den Erdball ist es nicht möglich, dass US-Sendestationen jeden GPS-Satelliten im Fehlerfall abschalten. Ausländische Sender können und dürfen das natürlich nicht. Die einzige Möglichkeit für die Vermeidung der angesprochenen Probleme ist die Aussendung einer Warnmeldung. Stark vereinfacht sendet man im Fehlerfall dann ein Signal »GPS nicht verwenden! Satellit xx defekt!«. Aber wie kann man das über die ganze Welt senden, wenn die meiste Zeit die Satelliten gar nicht direkt ansprechbar sind? Man nimmt einfach ganz andere Satelliten, die mit GPS gar nichts zu tun haben. Als Senderrelais ungeschlagen sind geostationäre Satelliten wie zum Beispiel die bekannten Fernsehsatelliten Astra und Hotbird.

Man braucht also für die Fehleranzeige in einem Navigationssatellitensystem nur eine Reihe von ganz einfachen Bodenstationen, eine Sendestation (nicht komplizierter als ein TV-Uplink, und sowas gibt's in jedem Übertragungswagen) und pro Kontinent zwei oder drei Kommunikationssatelliten, die nicht exklusiv für die GPS-Fehlerkorrektur zur Verfügung stehen müssen.

● Jede der 25 amerikanischen Bodenstationen weiß hundertprozentig exakt seine eigene GPS-Position. Gleichzeitig hört es ständig auf die GPS-Signale und berechnet wie ein ganz normales Navi anhand dieser



**Die unterschiedliche Dichte der Ionosphäre (rot) verändert die Laufzeiten der Satellitensignale und bringt damit eine Ungenauigkeit. Über Egnos werden die Navis über diese Störungen informiert.**



**Die Ionosphäre ist die größte Fehlerquelle für GPS. Dieses Schema stammt vom 21. Januar 2009, 10.05 Uhr. Deutlich erkennt man, dass das Störungsmaximum (gelb-grün) mit dem Stand der Sonne übereinstimmt.**

Signale seine Position. Sobald die berechnete und die tatsächliche Position sich zu weit unterscheiden, schlägt die Bodenstation Alarm. Durch mehrere Vergleiche kann sie leicht herausfinden, welcher Satellit »daneben schießt«. Innerhalb von sechs Sekunden muss das Korrektursystem dann eine der beiden folgenden Aktionen durchführen: Man erreicht den Satelliten und kann ihn korrigieren oder abschalten, oder der Satellit ist außerhalb des Einflussbereichs, und dann wird die obige Warnmeldung ausgesandt, dass das GPS-Signal nicht mehr verwendet werden darf. Das Warnsignal wird einfach auf den GPS-Frequenzen über die Kommunikationssatelliten verbreitet, so dass es jeder GPS-Empfänger ohne Verzögerung empfangen kann.

### Fehlerkorrektur

● Egnos und WAAS können aber mehr, als vor kompletten Ausfällen warnen. Weil ständig die berechneten und die realen Positionen verglichen werden, kann das System recht einfach die über weite Gebiete gleichen Abweichungen ermitteln.

GPS ist theoretisch auf etwa 50 Zentimeter genau. Die weitaus größte Fehlerquelle ist die Ionosphäre der Erde beziehungsweise ihre von Gegend zu Gegend unterschiedliche Dichte. Während Licht im Vakuum knapp 300.000 km pro Sekunde zurücklegt, schafft es beispielsweise in hochreinem Glas nur 160.000 km/s. Genauso werden die Signale der GPS-Satelliten je nach Dichte der Ionosphäre mehr oder weniger gebremst. Dieser Effekt ist zwar minimal, führt aber zu Ungenauigkeiten von bis zu 10 Metern.

(Die Dichte der Ionosphäre ist weitgehend abhängig von der Sonnenstrahlung, so dass ein in Europa betriebener GPS-Empfänger in der Nacht immer genauer funktioniert als am Tag und im Winter immer genauer als im Sommer.)

● Aus einem Vergleich der über GPS ermittelten und der tatsächlichen Position kann man die Dichte der Ionosphäre und die daraus bedingten Störungen ableiten. Diese Information sendet man dann an die GPS-Empfänger, damit diese die Ionosphärenfehler herausfiltern. Durch diese Korrektur arbeitete GPS in den USA schon 2007 mit einer durchschnittlichen Abweichung von nur 0,92 Metern. Das ist weit besser als alles, was für Galileo versprochen wird.