

GNSS-Information

GPS – NEWS

Der zweite GPS Block IIF-Satellit, SVN63/PRN01, ist am 15. Oktober auf „healthy“ gesetzt worden. Der Satellit war am 16. Juli 2011 gestartet worden. Der für GPS-Verhältnisse recht lange Zeitraum wird mit Problemen mit einer der Uhren an Bord des Satelliten erklärt. SVN63/PRN01 hat drei Atomuhren an Bord, zwei Rubidium- und eine Cäsiumuhr. Letztere war zunächst als Frequenznormal gewählt worden. Verschiedene Tests ergaben jedoch eine schlechte Performance, sodass die Übertragung der L-Band-Signale zwischenzeitlich sogar gänzlich gestoppt worden war. Nun wird die Signalzeugung mit einer der beiden Rubidiumuhren betrieben.

Im August ist einer der ältesten noch aktiven GPS-Satelliten, SVN27/PRN27, außer Betrieb genommen worden. Der Block IIA-Satellit war 1992 gestartet worden. Er sendet jedoch weiterhin seine L-Band-Signale, so dass sein Orbit weiterhin von den Analysezentren des Internationalen GNSS-Dienstes (IGS) bestimmt wird. Ein noch älterer Satellit, SVN24/PRN24, aus dem Jahre 1991 hat jedoch Ende September seine Signalübertragung komplett eingestellt und wird seitdem auch vom IGS nicht mehr geführt.

Die mögliche Bedrohung des ungestörten GPS-Empfangs durch Mobilfunkbetreiber sollte am 22. September die GPS-Nutzer in den USA zu Kundgebungen in mehreren Städten auf die Straße bringen. Ziel war es, der „Federal Communications Commission“ (FCC) klarzumachen, dass GPS ein sehr wichtiges öffentliches Gut ist und dass es viele Endnutzer gibt, die eine wesentliche Einschränkung ihrer GPS-Nutzung befürchten. Die Koinzidenz mit der ION-GNSS 2011 war mit Absicht gewählt worden. Selbst wenn die Zahl der Teilnahme an diesen Demonstrationen klein gewesen sein sollte, das Interesse der Medien, Politiker und Behörden an dem Aufruf ist das, was möglicherweise bedeutend ist. Die Webseite der Initiative ist unter www.saveourgps.org zu finden.

GLONASS – SATELLITENSTARTS

Im GLONASS-Spacesegment hat sich auch im vergangenen Quartal einiges getan.

Der jüngste Start eines GLONASS-Satelliten erfolgte am 28. November 2011. Eine Soyuz-Rakete hob gegen 08:26 Uhr UTC vom russischen Plesetz ab, um einen einzelnen GLONASS M-Satelliten, Nummer 746, in den Orbit zu bringen. Aufgrund seines derzeitigen Transferorbits kann angenommen werden, dass dieser vermutlich in die Bahnebene 3, Slot 17, eingestellt werden wird. Dort befindet sich der derzeit älteste noch aktive Satellit, 714.

Zuvor, am 4. November, gab es einen erfolgreichen Start vom Weltraumbahnhof Baikonur: Eine Proton M-Rakete startete um 12:52 Uhr UTC und brachte drei GLONASS M-Satelliten in den Orbit. Es handelt sich bei den Satelliten um die Nummern 743 bis 745. Knapp sechs Stunden später wurden die Satelliten freigesetzt. Die drei Satelliten werden in der Ebene 1 platziert, voraussichtlich in den Slots 2, 3 und 7. Diese Ebene ist derzeit nur mit sieben Satelliten gefüllt, während die beiden anderen Ebenen komplett sind. Damit

sind nicht nur alle drei Ebenen nominell vollständig, sondern es ergibt sich auch die notwendige Reserve.

Schon im Oktober hatte es einen erfolgreichen Einzelstart gegeben. Am 2. Oktober um 20:15 Uhr UTC beförderte von Plesetz aus eine Soyuz-2.1b-Rakete den GLONASS M-Satelliten 742 in den Orbit. Die Trennung von der Endstufe erfolgte rund 3,5 Stunden später. Der Satellit ist in Ebene 1, Slot 4 (R04) platziert. Der Start war ursprünglich für den 25. August geplant, aber nach dem Verlust einer anderen Soyuz-Rakete nur einen Tag vorher gestoppt worden.

Der Start des zweiten GLONASS K-Satelliten wird voraussichtlich erst in 2012 erfolgen. Der erste GLONASS K-Satellit, der im Februar 2011 gestartet wurde, ist noch nicht auf „healthy“ gesetzt worden. Er befindet sich weiterhin in der Testphase. Zwischenzeitlich war er von Almanach Slot R04 auf R03 versetzt worden, in Vorbereitung auf den Einsatz von Nummer 742. Physisch befindet sich der Satellit jedoch in Slot 21. Angesichts der vollen 24er-Konstellation von GLONASS ist zu vermuten, dass K1 vorerst als Reservesatellit vorgehalten wird.

COMPASS – NEWS

Am 1. Dezember 2011, um 21:07 Uhr UTC erfolgte der Start des fünften sogenannten IGSO-Satelliten vom chinesischen Raumfahrtbahnhof Xichang. Der Satellit soll in wenigen Tagen die endgültige Position in seinem geosynchronen Orbit erreichen. Mit diesem Satelliten wurde das Raumsegment für einen Navigationsdienst für das Gebiet Chinas vervollständigt.

Für das Jahr 2012 hat sich die chinesische Raumfahrt das ambitionierte Ziel gesetzt, fünf neue Beidou-2/Compass-Satelliten zu installieren. Damit würde man dem Ziel, einen Navigationsdienst für den gesamten asiatisch-pazifischen Raum anbieten zu können, einen großen Schritt näher kommen. Derzeit besteht die Konstellation aus insgesamt neun Satelliten, drei geostationären (GEO), fünf geosynchronen (IGSO) und zwei Satelliten in mittlerer Umlaufbahn (MEO). Allerdings sind nicht alle Satelliten nutzbar. Einige, wie z. B. der geostationäre Satellit G2, der offenbar seine Position verlassen hat und als nicht mehr kontrolliert eingeschätzt wird (wir berichteten, AVN 01/2010), haben derzeit den offiziellen Status „in-orbit maintenance“.

Außerdem kündigte man die Veröffentlichung des Beidou-2/Compass Interface Control Dokuments (ICD) für das letzte Quartal 2011 an. Das ICD ist für alle von großer Wichtigkeit, die die ausgestrahlten Signale verwenden möchten, also z. B. die Gerätehersteller. Bis zum Redaktionsschluss dieser Ausgabe war vom Erscheinen des ICD allerdings noch nichts bekannt.

GALILEO – SATELLITENSTART

Der ein oder andere GNSS-Interessierte mag schon etwas Herzklopfen oder feuchte Hände gehabt haben an jenem Freitagmittag des 21. Oktober 2011, als die beiden Autoren mit einigen ihrer

Kollegen im BKG vor dem Monitor saßen, um im ESA-Livestream den Start in Kourou zu verfolgen.

Der Start der Soyuz-Rakete war zunächst kurzfristig um einen Tag verschoben worden, nachdem es beim Befüllen der dritten Raketstufe zu einem Problem gekommen war. Aufgrund eines kurzfristigen Druckabfalls wurde die Verbindung während des Ladevorgangs mit flüssigem Sauerstoff unterbrochen. Ein Leck in einem Ventil wurde als Ursache ausgemacht.

Die nächste kritische Phase nach dem Start war dann gegen 16:20 Uhr unserer Zeit, als die beiden Satelliten freigesetzt wurden. An dieser Stelle erfolgte dann auch das „Handover“ der Verantwortung von Arianespace an die ESA. Am 3. November, nach Beendigung der „Launch and Early Orbit Phase“ (LEOP) erfolgte die Übergabe der Satellitensteuerung vom französischen Raumfahrtzentrum des Centre National des Etudes Spatiales CNES in Toulouse an das deutsche Galileo Kontrollzentrum bei der DLR in Oberpfaffenhofen, welches die Satelliten bis zum voraussichtlichen Ende ihrer Lebensdauer in 12 Jahren kontrollieren.

Seit der Übernahme durch das DLR-Kontrollzentrum werden die Satelliten zahlreichen Tests unterzogen. Außerdem mussten beide in ihre exakte Bahnposition gebracht werden. Dies wurde vermutlich zwischen dem 19. und 23. November 2011 erreicht. Die beiden IOV-Satelliten befinden sich in demselben Orbit, mit rund 40 Grad Breitenunterschied.

Nach derzeitigem Stand soll Galileo 101 Mitte Dezember 2011 und Galileo 102 im Laufe des Januars 2012 erste GNSS-Signale liefern. Bereits zuvor gelang das erste erfolgreiche Tracken von Galileo 101 mittels Satellite Laser Ranging (SLR): Das TIGO-Team im südamerikanischen Chile vermeldete am 27. November 2011 den ersten erfolgreich gemessenen Durchgang.

QZSS – NEWS

Parallel zum Aufruf des IGS zur Teilnahme an dem sogenannten Multi-GNSS-Experiment (M-GEX, siehe <ftp://igs.org/pub/resource/pubs/IGS%20M-GEX%20VF.pdf>), dessen „Deadline“ am 31. Oktober 2011 war, lancierte die japanische Raumfahrtagentur JAXA einen Aufruf zur Teilnahme an ihrem Multi-GNSS-Experiment. Ziel ist es unter anderem, neue Anwendungen für Multi-GNSS zu finden. Dazu ist man bereit, den potentiellen Teilnehmern zumindest zeitweise das notwendige Equipment – im wesentlichen Empfänger, falls nötig auch Antennen – zur Verfügung zu stellen.

EGNOS-TOOLKIT

Um die Integration des Europäischen EGNOS Augmentierungssystems in Anwendungen zu erleichtern, hat die Europäische GNSS Agentur der Europäischen Kommission das „EGNOS-Toolkit“ veröffentlicht. Hersteller und Nutzer von Smartphones und Handheld-GPS Empfängern können mit Hilfe dieses Software Development Toolkits (SDK) auf einfache Weise EGNOS-Korrekturdaten und -Signale nutzen.

Das EGNOS SDK enthält neben Demo-Programmen eine Reihe von Funktionen für Software-Entwickler, mit deren Hilfe die Positionierungsgenauigkeit in Ortungs- und Navigationsanwendungen erhöht

werden kann: Mit einem einfachen Funktionsaufruf können beispielsweise GPS-Pseudorange unmittelbar verbessert werden. Dabei werden nicht nur die Messungen der geostationären EGNOS Satelliten genutzt, sondern auch der internetbasierte SISNet-Dienst. Da die Satelliten oft abgeschattet und daher schlecht zu empfangen sind, werden durch SISNet die Korrekturdaten über das Internet bereitgestellt. Insgesamt ergibt sich eine durchschnittliche Positionsverbesserung von 30 % gegenüber der alleinigen Verwendung von GPS.

Das Toolkit ist in einem Projekt des 7. EU- Forschungsrahmenprogramms entwickelt worden. Der Source-Code ist frei verfügbar, wodurch eine möglichst weite Verbreitung und Nutzung gefördert werden soll. Die Software wird durch eine ausführliche Dokumentation über die EGNOS Prozessierung und die Vorteile in Bezug auf Integritätsinformationen und Genauigkeit ergänzt. Die Software in Java, C oder C# kann von der EGNOS Webseite geladen werden (www.egnos-portal.eu).

EU-VERORDNUNG ZUR EUROPÄISCHEN SATELLITENNAVIGATION

Zur Sicherstellung der vollständigen Implementierung und Nutzung der Europäischen Satellitennavigationssysteme, Galileo und EGNOS, hat die die EU am 30. November einen Vorschlag für eine Verordnung veröffentlicht. Darin wird festgehalten, dass im nächsten Finanzrahmenplan (für den Zeitraum von 2014 bis 2020) Mittel in Höhe von 7 Milliarden Euro für Satellitennavigationssysteme vorgesehen werden müssen. Diese dienen der Fertigstellung der Galileo Infrastruktur sowohl des Raumsegments (neun noch zu bauende Satelliten) als auch des Bodensegments (vollständiger Ausbau der Tracking- und Kommandostationsnetzwerke und der Kontrollzentren). Ebenfalls abgedeckt werden sollen Kosten für eventuelle Ersatz- und Ergänzungsinfrastruktur, Zertifizierungen, sowie die zukünftigen Galileo-Dienste.

Der Vorschlag beinhaltet auch, dass die EU der Eigentümer des Systems bleiben soll. Die Überwachung des Programms soll durch die Europäische GNSS Agentur GSA übernommen werden, sowie die Aufsicht über die gesamte Einrichtung durch die Europäische Raumfahrtagentur ESA.

Sollte diese Verordnung verabschiedet werden, so würde dies die gegenwärtige finanzielle Unsicherheit in der weiteren Einrichtung von Galileo ausräumen und die lange erwartete Planungssicherheit für Industrie und Nutzer bringen.

US PATENTANMELDUNG FÜR PPP-GNSS

Unter den Wissenschaftlern, die sich mit der Präzisen Punktpositionierung (PPP) und der Zustandsraumrepräsentation der GNSS-Korrekturen befassen, hat sich Erstaunen und teilweise Empörung über eine Patentanmeldung in den USA eingestellt. Ein Mitarbeiter der Kanadischen Landesvermessung (Natural Resources Canada, Geodetic Survey Division, GSD) hat am 13. September 2011 das US Patent No. 8,018,377 erhalten.

Es beinhaltet eine Erfindung zur sicheren und schnellen Auflösung der Integer-Mehrdeutigkeiten bei undifferenzierten GPS Phasen-

messungen. Die bisherigen sogenannten Ambiguity-Resolution-Methoden beruhen auf der Verwendung von Einzel- oder Doppeldifferenzen, so dass wesentliche Fehleranteile entfallen und die Ambiguitäten wirklich ganzzahlig sein müssen. Dies ist im undifferenzierten Fall nicht gegeben.

Damit nun auch die Präzise Punktpositionierung mit fixierten Mehrdeutigkeiten arbeiten kann, müssen die durch eine Vielzahl von Fehlerquellen entstehenden Bruchteile einer Wellenlänge bei der Phasenmessung bestimmt werden. Diese als „uncalibrated phase delays“ (UPD) bezeichneten Effekte können mit dem hier patentierten Verfahren des „Decoupled Clock Models with Ambiguity Datum Fixing“ aus den Beobachtungen eines Referenznetzes geschätzt werden und dann in Echtzeit mit den Uhr- und Orbitkorrekturen an die PPP-Nutzer übertragen werden. Damit ergibt sich die Möglichkeit, bei PPP ohne lange Konvergenzzeiten direkt eine zentimetergenaue Positionierung zu erreichen. Allerdings sind neben den UPD auch Ionosphäre und Troposphäre nicht zu vernachlässigende Fehlerquellen.

Da dieses Verfahren in leicht unterschiedlicher Form an mehreren Forschungsinstituten entwickelt und schon publiziert wurde, war die Patentierung für viele eine Überraschung. Es bestehen Befürchtungen, dass die freie Forschung und Weiterentwicklung dadurch behindert werden könnten. Man muss nun abwarten, wie die weitere Entwicklung und die Standardisierung der Korrekturen, wie sie z. B. im Zusammenhang mit den via NTRIP übertragenen Uhr- und Orbitkorrekturen essentiell ist, weitergeht und wie mit ähnlichen Entwicklungen in Zukunft umgegangen wird.

UBIQUITÄRE POSITIONIERUNG

Die Integration von unterschiedlichen Positionierungs- und Ortungsmethoden lässt den Wunschraum nach einem Gerät zur universellen Bestimmung der eigenen Position näher rücken. Unter dem Schlagwort „ubiquitär“ versteht man die universelle Verfügbarkeit. In Bezug auf die Positionierung heißt das, dass man sowohl im Freien, in einem Bahnhof oder einer Tiefgarage, d. h. unabhängig von der Umgebung, seine Position bestimmen kann. Dies ist nur in der Kombination von unterschiedlichen Techniken zu realisieren.

Die neueste Generation der GNSS Empfänger-Prozessoren, die nun unter dem Sammelbegriff „Fusion Platform“ verfügbar ist, beinhaltet nicht nur die Multi-GNSS-Fähigkeit zum parallelen Empfang von GPS, GLONASS, Galileo, QZSS, COMPASS und SBAS. Diese Prozessoren bieten zusätzliche Schnittstellen zur Echtzeitintegration von MEMS-Kreiseln und -Beschleunigungsmessern, Kompassen sowie WiFi- und Mobilfunksignalen. Alle Informationen werden in einer Datenfusion unter Verwendung von Karten und aus dem Internet abrufbaren ortsbezogenen Daten zu einer optimalen umgebungsangepassten Lösung fusioniert. Integriert in ein Smartphone oder in ein Autonavigationssystem kann eine solche „Fusion Platform“ somit eine nahtlose Positionierung und Navigation in nahezu allen Umgebungen sicherstellen. Durch die Internetanbindung an die „Cloud“ erscheint z. B. das Szenario einer direkten Navigation bis zu dem vom Gebäudeinformationssystem zugewiesenen Parkplatz einer Tiefgarage nicht mehr unmöglich.

POSNAV 2011

Vom 22.-23. November fand das POSNAV 2011 Symposium am Europäischen Satellitenkontrollzentrum ESOC in Darmstadt statt. Das alle zwei Jahre stattfindende Symposium ist eine Veranstaltung der Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation (DGON) zum Themenbereich Positionierung und Navigation. In diesem Jahr lag der Schwerpunkt auf der Integration neuer Entwicklungen aus diesen Bereichen in die Architektur intelligenter Verkehrssysteme. In einem gemeinsam vom Fachausschuss Weltraumtechnik und der Kommission für Landverkehr zusammengestellten Programm wurden 23 Vorträge aus den Bereichen

- Intelligente Verkehrssysteme,
- Basistechnologien,
- Sensorfusion,
- Fahrzeugtechnik,
- Straßenverkehr und
- öffentlicher Verkehr

vorgestellt. Drei Einführungsvorträge behandelten außerdem den aktuellen Stand der Satellitennavigation in Europa, die Rolle des Navigation Support Office des ESOC bei den Satellitenpositionierungsdiensten, die Bahnbestimmung von Satelliten, sowie methodische Konzepte für den Aufbau einer bundesweit einheitlichen Architektur Intelligenter Verkehrssysteme und die damit verbundenen Problemstellungen.

Die anschließenden Fachbeiträge zeigten in sieben Sitzungen einen guten Überblick zum Stand der Entwicklung und Anwendung von Satellitennavigation und terrestrischen Verfahren in ausgewählten Bereichen des öffentlichen und privaten Verkehrs. Dabei spannten die Themen den Bogen von RTK Referenznetzen über Multi-Sensor-Ortungsverfahren und modernster Fahrzeugtechnik bis hin zu Fragen der Architektur von intelligenten Verkehrs- und Transportsystemen.

Das Programm und weitere Informationen können von der Webseite der DGON (www.dgon.de) bezogen werden. Es ist außerdem geplant, die Vorträge auf CD-ROM zu publizieren.

Prof. Dr.-Ing. Matthias Becker

INSTITUT FÜR PHYSIKALISCHE GEODÄSIE
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Petersenstraße 13 | 64287 Darmstadt
E-Mail: becker@ipg.tu-darmstadt.de



Dr.-Ing. Wolfgang Söhne

BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND
GEODÄSIE

Richard-Strauss-Allee 11 | 60598 Frankfurt am Main
E-Mail: wolfgang.soehne@bkg.bund.de

