

GPS – Satellitenstarts

Am 16. Juli dieses Jahres wurde der zweite GPS-Satellit der F-Generation gestartet. Er wurde im Almanach mit der Nummer SVN63 versehen und wird den Code PRN01 verwenden.

Der Start von Cape Canaveral war zunächst aus unbekanntem Gründen um einen Tag und wegen schlechten Wetters kurzfristig um einen weiteren Tag verschoben worden, wodurch sich auch das – nur 19 Minuten schmale – Startfenster um jeweils vier Minuten nach vorne verschob.

GPS IIF-2 ist für Slot 2 in der Ebene D vorgesehen. Slot D2 ist neben den Slots B1 und F2 derjenige Slot, in dem zwei Satelliten untergebracht werden können. Diese werden entweder in einer sogenannten Vorder („fore“, F)- oder einer Hinter („aft“, A)-Position verwendet. SVN63/PRN01 beispielsweise wird im Slot D2A positioniert; in D2F befindet sich der Satellit SVN46/PRN11. Bereits am 20. Juli konnten die ersten IGS-Stationen die L1- und L2-Signale des neuen Satelliten aufzeichnen. L5-Signale wurden zum dem Zeitpunkt noch nicht empfangen. Außerdem war der Satellit noch nicht auf „healthy“ gesetzt.

Der Code PRN01 wurde in den vergangenen Monaten von mehreren GPS-Satelliten kurzzeitig bzw. kurz hintereinander verwendet, was in der IGS-Gemeinde für etwas Verwirrung sorgte. Die dortigen Analysezentren bestimmen bekanntlich auch präzise Bahnen auch für diejenigen Satelliten, die auf „unhealthy“ gesetzt sind, deren L-Band-Sender aber (noch) nicht abgeschaltet sind. Bis 6. Mai war der Code von SVN49 verwendet worden, ehe dieser abgeschaltet wurde (wir berichteten). Ab dem 1. Juni nutzte plötzlich SVN35 den Code PRN01. SVN35 ist einer der ältesten noch aktiven Satelliten. Zuletzt im Juni 2009 aktiv mit dem Code PRN05, verdankt dieser Block IIA-Satellit seine Aufmerksamkeit dem Umstand, dass er einer von nur zwei GPS-Satelliten ist, der mit Laserreflektoren ausgestattet ist. Aber bereits rund 10 Tage später verloren die wenigen Bodenstationen, die SVN35/PRN01 getrackt hatten, endgültig den Kontakt. Seit Anfang August nun verwendet SVN35 den Code PRN30, den kurz davor noch SVN30 verwendet hatte; dessen L-Band-Sender war jedoch am 4. August abgeschaltet worden. Am 10. August schließlich wurde noch der Satellit SNV27 außer Dienst gestellt, sodass dessen Code PRN27 wieder zur Verfügung steht.

GLONASS – News

Durch den Fehlstart einer russischen Soyuz-Rakete am 24.08. sind auch die für dieses Jahr geplanten GLONASS-Starts gefährdet.

Der Start des nächsten GLONASS-Satelliten war für den 25. August angekündigt gewesen. Es sollte sich dabei um einen Einzelstart eines M-Satelliten vom russischen Plesetzsk aus handeln. Er ist nun für den 25. September vorgesehen. Der nächste Start mit drei Satelliten an Bord ist für den 25. Oktober vom kasachischen Baikonur aus vorgesehen. Dieser Start war ebenfalls schon von August verschoben worden. Zwei weitere Einzelstarts von Plesetzsk im Oktober und im Dezember sind für dieses Jahr noch vorgesehen.

Die vom Fehlstart betroffene Soyuz-Rakete sollte einen unbemannten Raumtransporter vom Typ „Progress M-12M“ zur Internationalen

Raumstation ISS bringen. Es war der erste Verlust eines russischen Frachttransporters seit 1978. Wegen der fehlerhaften Zündung der dritten Stufe konnte die Ladung nicht von der Rakete gelöst werden und stürzte im Altai-Gebirge im Osten Russlands ab. Bevor die Ursache der Fehlfunktion nicht gefunden ist, wird bis auf weiteres keine Soyuz-Rakete starten. Das ist insbesondere für die ISS problematisch, sind die russischen Raketen nach dem Ende der US-amerikanischen Space Shuttle-Flüge die einzigen zum Austausch der ISS-Crew.

Es war innerhalb einer Woche der zweite Fehlschlag für die russische Raumfahrt. Am 18. August konnte eine Proton M-Rakete einen Kommunikationssatelliten nicht in den für ihn vorgesehenen Orbit bringen. Dazu passt auch die folgende Meldung: Roscosmos, die russische Raumfahrtagentur, erhielt einen neuen Chef, Ende April übernahm der erste stellvertretende Verteidigungsminister Vladimir Popovkin diese Position. Er ersetzt Anatoly Perminov, der die Altersgrenze von 65 erreicht hatte. Außer diesem formalen Anlass gab es auch fachliche Gründe, die einen Neuanfang erforderlich zu machen schienen. Insbesondere die Fehlstarts beim Versuch, neue GLONASS-Satelliten ins All zu transportieren, hatten für Verärgerung bei Russlands Präsident Dmitri Medvedev, und Ministerpräsident Vladimir Putin geführt. Die beiden Fehlschläge vom August zeigen, dass noch eine Menge Arbeit vor dem neuen Leiter von Roscosmos liegt.

COMPASS – News

Am 26. Juli vermeldete die chinesische Nachrichtenagentur Xinhua den erfolgreichen Start einer Rakete vom Typ „Langer Marsch 3A“ vom chinesischen Weltraumbahnhof in Xichang. An Bord befand sich der neunte Beidou-Satellit. Es war der fünfte Start eines chinesischen Satelliten in diesem Jahr und dabei der zweite eines Navigations-satelliten für den Aufbau des COMPASS-Systems. Der Start wurde trotz eines Gewitters nicht verschoben.

Erst wenige Tage vor dem Termin hatten sich die Gerüchte über einen bevorstehenden Start eines weiteren Beidou-Satelliten konkretisiert. Es handelt sich um den vierten, sogenannten IGSO-Satelliten, d. h. einen Satelliten mit einer geosynchronen Bahn. Er ist derzeit in einer östlichen Länge von 93 Grad positioniert.

Galileo – News

Trotz einer weiteren Verschiebung rückt der Start der ersten beiden Galileo IOV-Satelliten näher. Als Starttermin wird derzeit noch der 20. Oktober genannt. Dann soll erstmals eine Soyuz-Rakete vom Europäischen Weltraumbahnhof in Kourou abheben. Derzeit befinden sich die Satelliten noch bei ThalesAleniaSpace in Rom. Sie sollen Anfang September mit dem Schiff nach Guayana gebracht werden.

Durch den Fehlstart der russischen Soyuz-Rakete (siehe oben) ist jedoch auch der Galileo-Start in Frage gestellt.

Daneben ist, ebenfalls als Premiere, der Start der kleinen VEGA-Rakete vorgesehen; sie wird 11 kleinere Satelliten an Bord haben, unter anderem den „Laser Relativity Satellite“ (LARES). LARES ist ähnlich zu LAGEOS ein passiver Satellit mit Retroreflektoren zur Schwerefeld-

bestimmung und zum Nachweis des Lense-Thirring Effektes. Er wiegt ca. 400 kg, hat 36,4 cm Durchmesser und 92 Prismen. Der Start dieses von der italienischen Raumfahrtagentur entwickelten Satelliten ist jetzt von Oktober auf Dezember verschoben worden.

QZSS – News

Die japanische Raumfahrtagentur JAXA hat am 22. Juni ihren ersten QZSS-Satelliten „Michibiki“ auf „healthy“ gesetzt. Diese Ankündigung umfasst allerdings nicht alle Signale, mit denen der Satellit ausgestattet ist. Freigegeben wurden zunächst die L1C/A- und L2C-Positionierungssignale. Die L1C- und L5-Positionierungssignale, das L1-SAIF-Augmentierungssignal sowie das LEX- Experimentalsignal befinden sich weiterhin in der Überprüfungs- bzw. Testphase. Es gibt nun auch eine englischsprachige Seite der JAXA über die QZSS-Aktivitäten: <http://qz-vision.jaxa.jp/USE/en/index>.

LightSquared-Affäre – Fortsetzung

Die Sorge um einen störungs- und fehlerfreien GPS-Signalempfang in den USA beschäftigt die GNSS-Gemeinde weiterhin.

Wie in der letzten Ausgabe berichtet, will die Firma LightSquared einen terrestrischen Breitbanddienst in den USA aufbauen, um den Zugang der Bevölkerung zu kabelloser Kommunikation zu verbessern. Ziel ist es, mit rund 40000 Stationen in 140 Regionen mehr als 90 % der Bevölkerung zu erreichen. Die Firma hat dazu bereits im Januar dieses Jahres die Genehmigung der ‚Federal Communications Commission‘ (FCC) erhalten. Die Firma will den neuen schnellen Mobilfunkstandard LTE (Long Term Evolution) der vierten Generation (4G/LTE) verwenden. Ziel von LightSquared ist es, 2014 den vollen Betrieb aufzunehmen.

Eines der beiden genehmigten Frequenzbänder (1525–1559 MHz, 1626.5–1660.5 MHz) liegt jedoch unmittelbar neben der L1 (1575.42 MHz) GPS-Frequenz. Die Frequenzen werden nicht zum ersten Mal verwendet; sie wurden von einer anderen Firma – welche LightSquared aufgekauft hat – für Kommunikation zu Satelliten genutzt. Diese Signale waren jedoch relativ schwach gewesen und hatten GPS somit nicht gestört.

Auf der einen Seite kann ein solcher Dienst durchaus eine Unterstützung für die GNSS-Anbieter sein, können sie doch darüber ihre Korrekturdaten anbieten und verteilen. Viel schwerer wiegen aber die befürchteten Nachteile bezüglich des Signalempfangs der GNSS-Empfänger selbst.

Aufgrund des Drucks und der Proteste hatte die FCC eine Studie in Auftrag gegeben, die die Auswirkungen auf den GPS-Empfang untersuchen sollte. Am 15. Juni wurde der Abschlussbericht vorgelegt.

Auch die beiden US-Ministerien für Verteidigung und Verkehr äußerten ihre Bedenken bezüglich der Sicherheit und Verfügbarkeit von GPS, falls die Pläne von LightSquared in der geplanten Form umgesetzt würden. Eine für Anfang August angesetzte aktuelle Stunde im Kongress zu dem Thema fand allerdings nicht statt.

Mittlerweile ist der Ton schärfer geworden. LightSquared hat im August in einer Stellungnahme zu dem Untersuchungsbericht dessen Ergebnisse zurückgewiesen. Eigenen Untersuchungen zufolge sei bei mehr als 99 % der in Gebrauch befindlichen GPS-Empfänger nicht mit einer Beeinträchtigung zu rechnen. Das Problem sei überdies der GPS-Industrie anzulasten. Diese habe die für GPS vorgegebenen Standards des US-Verteidigungsministeriums bezüglich der Bandbreitenbegrenzung nicht korrekt umgesetzt. Deshalb komme es nun zu den Interferenzproblemen.

Bessere Filter in den GPS-Geräten könnten also zur Lösung des Problems beitragen. Die Schätzungen über die dadurch entstehenden Mehrkosten gehen jedoch weit auseinander. Sie reichen von einigen Zehnercent pro Endgerät bis zu mehreren Milliarden US-Dollar.

In den Stellungnahmen zur Risikobewertung wird der geodätische Bereich zwar erwähnt, die meisten Betrachtungen konzentrieren sich aber auf den Flugsektor. Die amerikanische Federal Aviation Administration (FAA) schätzt die entstehenden Mehrkosten für den Zeitraum von 2014 bis 2023 auf rund 70 Milliarden US-Dollar. Noch schwerer wiegt die Behauptung, dass die entstehenden Mängel in der Flugüberwachung zu mehreren hundert Todesfällen durch Flugzeugunglücke zusätzlich führen könnten.

Auf der anderen Seite steht auch bei der Firma finanziell einiges auf dem Spiel. Eine fortdauernde Hängepartie mit ungewissem Ausgang und der Möglichkeit, dass letztlich die Gerichte entscheiden müssen, wird potentielle Kapitalanleger zögern lassen.

Megha-Tropiques

Für den 25. September ist der Start eines interessanten wissenschaftlichen Satelliten vorgesehen. Der Satellit „Megha-Tropiques“ ist ein Gemeinschaftswerk von Frankreich und Indien. Er soll bei einer Inklination von 20 Grad insbesondere für die Tropen wichtige Daten über den Wasserhaushalt in der Atmosphäre liefern. Die technische Ausrüstung besteht aus einem Mikrowellenscanner (MADRAS), einem Mikrowellenradiometer (SAPHIR) und einem weiteren Scanner für Strahlungsdichte (ScaRaB). Der 500 kg schwere Satellit wird vom indischen Weltraumzentrum in Sriharikota aus mit einer PLSV gestartet. Die Mission soll mindestens drei Jahre dauern.

Kongressbericht:

3. Internationaler Kongress – Galileo Science in Kopenhagen

Das dritte internationale Kolloquium „Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo Programme“ fand vom 31. August bis 2. September dieses Jahres in Kopenhagen statt. Nach Toulouse 2007 und Padua 2009 war die dänische Hauptstadt diesmal der Gastgeber. (weiter auf Seite 359)

Der Termin war vermutlich mit Bedacht gewählt worden, sollte doch ursprünglich am 31.08. der Start der ersten beiden IOV-Satelliten erfolgen.

Die Veranstaltung im „Danish Design Center“, direkt gegenüber vom berühmten Vergnügungspark „Tivoli“, wurde von rund 100 Kolleginnen und Kollegen besucht. Der Schwerpunkt lag auf (geo-)wissenschaftlichen Anwendungen; „klassische“ geodätische Anwendungen wie Positionierung und Bahnbestimmung spielten eine eher untergeordnete Rolle. Bis auf die Begrüßungs- und die Abschluss-session, einschließlich einiger ausgewählter Vorträge, wurde das Symposium in zwei parallelen Sessions abgehalten.

In ihrer Begrüßung schlug die Vertreterin für die dänische Wissenschaftsministerin den Bogen von Alexander von Humboldt („living GPS“) zu den modernen Navigationssystemen. Anschließend informierte G. Hein von der ESA über den aktuellen Stand der europäischen Systeme EGNOS und Galileo. Im ersten der eingeladenen Vorträge entführte M. Wikelski von der Universität Konstanz die Zuhörer in die Welt der Biologie. Er zeigte zahlreiche Beispiele von Tieren, insbesondere Zugvögeln, die, mit mehr oder weniger modernen Navigationssystemen „beschwert“, Auskunft über ihre Routen und Aufenthaltsorte geben. Den zweiten Einführungsvortrag hielt N. Dimarcq über die Entwicklung der optischen und Mikrowellenuhren sowohl am Boden als auch im All, sowie über die Zeitübertragungsverfahren.

Die nachfolgende Ionosphärensession beschäftigte sich wesentlich mit dem „Ionosphere Scintillation Monitoring“, also dem Erfassen von irregulären kurzzeitigen Änderungen der Ausbreitung der GNSS-Signale in Amplitude und Phase. Ursache dafür sind kleinräumige Änderungen des ionosphärischen Brechungsindex. Es gibt spezielle Receiver für diese Anwendung, z. B. den im Rahmen des „Monitor“-Projektes entwickelten „Galileo Ionospheric Sensor Monitor“ (GISMO), aber auch kommerzielle Empfänger von Novatel (GSV4004B) und Septentrio (PolaRxS). Ein Gedanke neben dem reinen Erfassen der Situation ist die Berechnung von Korrekturen in Echtzeit im Empfänger, um einen Signalabbruch („Loss of Lock“) zu verhindern. Ein weiterer Vortrag von S. Syndergaard beschäftigte sich mit der Aussendung von Navigationssignalen im S- und C-Band künftiger Galileo-Generationen. Durch neue ionosphärenfreie Linearkombinationen könnten weitere störende Signale herausfallen bei gleichzeitig nur geringer Zunahme des Rauschens.

Der zweite Tag behandelte die Themenkomplexe Troposphäre und Fernerkundung. Beginnend mit bodengestützter Bestimmung des Wasserdampfgehalts der Luft (J. Böhm, S. Gutman, H. Vedel, T. Ning, R. Haas) stellten weitere Vorträge die Methoden und Ergebnisse der Radiokultation (GNSS-RO, J. Wickert, M. Kinch, S. Healy, A. von Engel) und der GNSS-Reflektometrie (GNSS-R, J. Löfgren, F. Fabra, A. Egido) vor.

Eine der beiden Parallelsessions am letzten Tag präsentierte eine ganze Reihe von GNSS-Themen wie das „Atomic Clock Ensemble in Space“ (ACES, A. Helm), welches bald auf der ISS zum Einsatz kommen soll, die französische Multi-GNSS-Auswertesoftware GINS (F. Perosanz), einer Studie zur Einfrequenzbewertung mit Galileo E5- und GPS L1-Signalen (S. Junker) und die Deformationsanalyse für den Westteil der Alpen (A. Walpersdorf).

Einen ebenso großen Raum der Veranstaltung nahmen die Sessions über Uhren, Uhrenreferenzsysteme, Zeit- und Frequenzübertragung, sowie Grundlagen der Physik und Relativitätstheorie ein.

Abgerundet wurde das Symposium durch ein Dutzend Poster, die während der Kaffeepausen zu studieren waren.

GPS und Fußball

Die Medien versorgen uns rund um die Fußballbundesliga mit einer Vielzahl von Meta-Informationen, die dem Interessierten Aufschluss darüber geben sollen, wie (gut) ein einzelner Spieler gespielt hat. Diese Informationen umfassen auch das sogenannte Laufpensum, also die im gesamten Spiel zurückgelegte Strecke, und seit neuestem auch die Laufwege. Dazu wird ein „Spieler-Radar“ genanntes System eingesetzt, das unter anderem aus zwei Spezialkameras besteht. Das Ergebnis ist eine Darstellung des Spielfeldes mit dem gesamten Bewegungsverhalten eines Spielers während des Spiels.

Auf der anderen Seite bedienen sich die Vereine selbst schon lange medizinischer und anderer Methoden, um Training und Saisonvorbereitung bestmöglich zu gestalten. Fußball-Bundesligist Hannover 96 verwendet seit kurzem ein GPS-gesteuertes System. Bei diesem von einer australischen Firma entwickelten System werden die Spieler mit einer Weste ausgestattet, die einen GPS-Chip enthält. Auf diese Weise wird der Trainerstab relativ rasch nach dem Spiel oder Training mit Informationen versorgt beispielsweise darüber, wie viele Sprints ein einzelner Spieler absolvieren kann, ehe eine Ermüdung eintritt. Zu dem System gehört eine außerhalb des Spielfeldes installierte feste Einheit, von der Presse als „weißes Rohr mit orangefarbener Schrift“ bezeichnet. Das System enthält weitere Sensoren wie Beschleunigungsmesser und erfasst auch andere Parameter wie Herzfrequenz. Der GPS-Empfänger besitzt eine relativ hohe Taktrate (5-15 Hz) und muss über eine kurze Initialisierungszeit und gute Empfangseigenschaften in ungünstiger Umgebung wie einem Stadion verfügen. Die australische Firma ist nicht die einzige am Markt, die derartige Trainingssysteme mit GPS-Unterstützung anbietet. Deshalb werben die Firmen stolz mit den renommierten Fußball-Clubs aus England und Spanien als ihren Kunden.

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

