

GNSS-Information

Wann ist ein Raketenstart erfolgreich? Wann ist ein Mensch im Weltraum ein Astronaut/eine Astronautin? Diese Fragen mögen die Raumfahrtinteressierten in den vergangenen Wochen bewegt haben. Der ersten „Spectrum“-Rakete des deutschen Unternehmens Isar Aerospace gelang am 30. März dieses Jahres der Start vom Weltraumbahnhof Andøya in Norwegen, jedoch geriet die Rakete nach circa 30 Sekunden auf Abwege, stürzte ab und explodierte. Was für viele wie ein Fehlschlag aussah, enthielt nach Aussage der Betreiber eine Fülle an Daten und Informationen, die für zukünftige Starts wertvoll sein können. Dem Vernehmen nach soll es noch in diesem Jahr einen weiteren Startversuch geben. Bemerkenswert war ebenfalls, dass es sich um den ersten Start einer Rakete vom westeuropäischen Festland handelte, die geeignet ist, Satelliten in die Erdumlaufbahn zu bringen. Während der von großem Medieninteresse begleitete Start der von Jeff Bezos' Unternehmen „Blue Origin“ betriebenen „New Shepard“-Rakete mit ausschließlich weiblicher Besatzung wohl unter der Rubrik „Weltraumtourismus“ verbucht werden kann, war Rabea Rogges mehrtägiger Aufenthalt an Bord der „Fram2“-Mission, die am 31. März mit einer Falcon-9-Rakete von SpaceX gestartet worden war, die erste Raumfahrtmission einer deutschen Frau. Die vierköpfige Crew um die Berliner Elektroingenieurin hatte sich über etliche Monate auf die Mission vorbereitet. Die Technik ist mittlerweile so weit fortgeschritten, dass die Durchführung von Missionen allein von der Erde aus möglich ist – zumindest im Bereich „Weltraumtourismus“.

Die beiden Menschen, die vor mehr als zehn Monaten zu einem nur wenige Tage dauernden Aufenthalt auf die Internationale Raumstation ISS gestartet waren, sind entgegen unserer letzten Meldung nicht wie geplant Anfang März zur Erde zurückgekehrt. Die Rückholmission mit dem Raumschiff „Crew Dragon“ von SpaceX wurde am 12. März kurz vor dem Start von Cape Canaveral aus gestoppt – wegen hydraulischer Probleme am Boden, hieß es. Der Start konnte dann aber am 14. März vorgenommen werden. Die vier Astronautinnen und Astronauten an Bord ersetzen die beiden amerikanischen Astronauten und einen russischen Kosmonauten auf der ISS, die „Crew Dragon“-Raumfähre brachte diese sowie die beiden „gestrandeten“ Astronauten – nach sieben Monaten – zurück zur Erde.

Eine interessante Notiz ist, dass bei Raketenstarts zunehmend erwähnt wird, wenn Teile der Rakete wie die erste Brennstufe nicht wieder „recovert“ werden – vor wenigen Jahren war die Meldung noch umgekehrt formuliert. Das war zum Beispiel der Fall beim Start einer Rocket-Lab-Electron-Rakete am 27. März dieses Jahres vom Startort Mahia in Neuseeland mit immerhin acht Satelliten der deutschen Firma OroraTech an Bord. Die Satelliten werden auf zirkularen Umlaufbahnen in rund 550 km Höhe platziert und sollen der Erkennung von Waldbränden dienen.

Weiterhin großes Interesse erzeugen die laufenden oder zukünftigen Mondmissionen. Der „Moonlander“ der Firma „Intuitive Machines“ namens „Athena“ war am 26.2.2025 mit einer Falcon-9-Rakete der Firma SpaceX gestartet worden. Die Landung der von der Nasa finanzierten Mission auf dem Mond war dann am 6.3.2025 erwartet worden. Es handelte sich um die zweite Mondmission der Firma;

die erste war vor einem Jahr erfolgt. Athenas Landung gelang wohl, jedoch ist der Roboter anscheinend auf die Seite gekippt. An Bord der Falcon-9-Rakete waren auch weitere Mondmissionen, z.B. der „Lunar Trailblazer“ der Nasa. Bereits am 3. März wurde der erste Navigations-Fix auf dem Mond vermeldet. Über die Mission „LuGRE“ (Lunar GNSS Receiver Experiment) der Nasa und der italienischen Raumfahrtagentur ASI an Bord des „Blue Ghost“-Mondlandemoduls hatten wir bereits in den Ausgaben 10/2019 und 1-2/2022 berichtet.

Im Februar dieses Jahres schließlich überschritt SpaceX die 8 000-Starlink-Satelliten-Marke. Die Starthäufigkeit für diese Satelliten hat sich weiterhin nicht verringert. Von diesen Zahlen ist die Konkurrenz noch weit entfernt. Amazon brachte jedoch am 28. April die ersten 27 Satelliten seines Kommunikations- und Internetprojekts „Kuiper“ mit einer Atlas-5-Rakete in den Orbit. Bis Mitte kommenden Jahres sollen es bereits 1 600 Satelliten sein, die Hälfte der letztendlich geplanten Anzahl.

GPS – NEWS

Für Ende Mai dieses Jahres ist der Start eines weiteren GPS-Satelliten vorgesehen. Der achte GPS-III-Satellit SV08 mit der SVN81 wird von Cape Canaveral aus mit einer Falcon-9-Rakete in den Orbit gebracht werden. Der Satellit erhielt den Beinamen der US-amerikanischen Mathematikerin Katherine Johnson, die 2020 im Alter von 101 Jahren gestorben ist. K. Johnson war maßgeblich an den Berechnungen zu Umlaufbahnen bemannter Missionen wie Apollo 11 beteiligt.

GALILEO – NEWS

Für die beiden am 17.9.2024 gestarteten Galileo-Satelliten GSAT0226 mit PRN-Code E23 und GSAT0232 mit PRN-Code E16 konnten nun die Satelliten-Metadaten vervollständigt werden. Diese sind für eine präzise Bahnbestimmung und ein präzises PPP unerlässlich. Die Metadaten umfassen eine Vielzahl von Parametern: Masse des Satelliten und Lage des Massenzentrums, Antennenreferenzpunkte, Antennenphasenzentrumsoffsets und -variationen für alle übertragenen Signale und Lage der Laserreflektoren.

UPGRADE DES GALILEO REFERENCE CENTRE

Das Galileo-System basiert bekanntlich auf verteilter Infrastruktur. Ein Element ist das Galileo Reference Centre (GRC), das in Noordwijk in den Niederlanden beheimatet ist. Hauptaufgabe des GRC sind das Monitoring und die Auswertung der Performanz des Galileo-Systems. Die Raumfahrtagentur der Europäischen Union, EUSPA, hat nun einen neuen Framework-Vertrag zum Upgrade des GRC an die Firma GMV vergeben. Ein zusätzliches Element von GRC V2 ist die Einführung von Monitoring-Möglichkeiten in Echtzeit – bislang evaluiert man im GRC im Wesentlichen basierend auf Post-Processing-Daten und -Auswertungen. Das Upgrade, das bereits im kommenden

Jahr operationell werden soll, soll unter anderem folgende zusätzlichen Dienste unterstützen: Signal Authentication Service (SAS), Time Dissemination Service, der eine präzise Synchronisierung kritischer Infrastrukturen ermöglichen soll, Verbesserung des „Search and Rescue (SAR)“-Dienstes sowie der Emergency Warning Satellite Service (EWSS) zur Verbesserung der Warnung der Öffentlichkeit bei Naturkatastrophen und Notfällen.

BEIDOU – NEWS

Im September vergangenen Jahres war ein weiteres Paar Beidou-3-Satelliten in einen mittleren Navigationsorbit gebracht worden. Die beiden Satelliten SVN C234 mit dem PRN-Code C47 und SVN C235 mit dem PRN-Code C49 starteten zwar die Aussendung ihrer Navigationssignale kurze Zeit später, mit den offiziellen Broadcast-Epemeriden begannen sie jedoch erst im Januar dieses Jahres. Derzeit sind beide Satelliten jedoch noch auf unhealthy gesetzt.

QZSS – NEWS

Japan konnte seine Flotte von Navigationssatelliten erweitern. Mit der neuen Rakete vom Typ H3, dem Nachfolger der H-2A, wurde auf deren erst viertem erfolgreichen Start vom Raumfahrtzentrum Tanegashima ein neuer Satellit in den Orbit gebracht. Der Satellit mit dem Namen Michibiki 6 wird das „Quasi-Zenith Satellite System“ (QZSS) um einen fünften Satelliten ergänzen und dazu beitragen, dass stets mindestens ein QZSS-Satellit im Zenit über Japan zu empfangen ist. Langfristig soll die Konstellation auf elf Satelliten ausgebaut werden.

NAVIC – NEWS

Am 29. Januar dieses Jahres hatte die indische Raumfahrtagentur ISRO einen weiteren Navigationssatelliten gestartet. Der NVS-02 benannte Satellit erreichte jedoch nicht die geplante Position im Orbit. Die notwendigen Manöver, den Satelliten mithilfe der an Bord befindlichen Treibstoffreserven in den geplanten Orbit zu bringen, schlugen fehl. Die Ventile für die Zufuhr des Oxidationsmittels zum Zünden der Triebwerke ließen sich nicht öffnen. Ob weitere Versuche unternommen werden bzw. inwieweit der Satellit in einem fehlerhaften Orbit nutzbar ist, ist nicht bekannt.

EGNOS – NEWS

Längst wird mit Egnos V3 die nächste Generation des European Geostationary Navigation Overlay Service (Egnos) entwickelt. Jedoch wird die „Vorgängerversion“ V2 parallel weiterlaufen, zumindest noch einige Jahre. Um den kontinuierlichen Betrieb von Egnos V2 zu gewährleisten, hat die Raumfahrtagentur der Europäischen Union, EUSPA, einen Vertrag mit Thales Alenia Space geschlossen, der die Bereitstellung der Navigationsdienste für den Luftfahrt-, Land- und maritimen Bereich über das Jahr 2028 hinaus sicherstellen soll.

SATELLITE SUMMIT MÜNCHEN

Wie schon seit einigen Jahren fand auch heuer wieder Ende März der Munich Satellite Summit in der Alten Kongresshalle am Bavaria-park in München statt. Das Motto für dieses Jahr lautete „Fortschritte und Herausforderungen für Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS) – Resilient PNT – Backbone of Autonomy & Critical Infrastructure“. An drei Tagen referierten führende internationale Experten der Satellitennavigation in Vorträgen und Podiumsdiskussionen zu Stand und Perspektiven der Raumfahrt. Begleitend fand eine Firmenausstellung mit aktuellem Equipment und Software aus dem Bereich Satellitennavigation statt.

Hauptthemen waren die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Störfestigkeit der GNSS. Deren Positionierungs-, Zeithaltungs- und Navigationsdienste werden heute von vielen Seiten angegriffen. Die Zahl der Stör- und Spoofing-Ereignisse ist so hoch wie nie zuvor, aber auch die Sonnenaktivität ist derzeit am stärksten, was zu einer Verschlechterung der Navigationsgenauigkeit oder zu Fehlfunktionen von Systemen im Weltraum und auf der Erde führt. Während die alltägliche Nutzung von GNSS durch Smartphones noch als völlig normal empfunden wird, wirken sich diese Herausforderungen eindeutig auf den Betrieb sicherheitskritischer autonomer Systeme zu Lande, zu Wasser und in der Luft aus. Das Gleiche gilt für kritische Infrastrukturen, die auf weltraumgestütztes PNT angewiesen sind und für deren Betrieb benötigt werden.

In zwölf Sitzungen wurden die Themenbereiche (siehe <https://www.munich-satellite-navigation-summit.org>) durch Übersichts- und technische Vorträge vorgestellt und ein aktuelles Bild von Leistungsfähigkeit, Problemen und möglichen Lösungen dargestellt. Herausragende Themen waren zum einen die Störfestigkeit bei der Nutzung der GNSS für autonome Systeme der Mobilität und für kritische Infrastrukturen. Hier ist die Gewährleistung der Ausfallsicherheit dieser Systeme von größter Bedeutung, insbesondere in Umgebungen, in denen Signalstörungen oder Spoofing zu schwerwiegenden Ausfällen führen können. Es wurden neue Technologien zur Verbesserung der Ausfallsicherheit untersucht, wie z. B. künstliche Intelligenz, Quantenfortschritte oder Nutzlasten der nächsten Generation. KI-gesteuerte Algorithmen können die Entscheidungsfindung in Echtzeit und die Fehlertoleranz verbessern, während Quantentechnologien eine noch nie dagewesene Sicherheit und Genauigkeit bieten.

In der Session „Jamming, Spoofing, Solar Activity – Emerging Threats to GNSS“ wurden die Beeinträchtigung der GNSS durch immer deutlicher werdende Störungen mit Jamming und Spoofing sowie der derzeitige Höhepunkt der Sonnenaktivität untersucht und die Auswirkungen auf die GNSS-Empfänger analysiert.

Das Thema Multi-Layer PNT war ein weiteres Highlight. Die Nutzung der Low-Earth-Kommunikationssatelliten mit spezifischen Navigationsdaten oder als „Signal of Opportunity“, d.h. die reine Nutzung der Kommunikationssignale, sind PNT-Förderer. Dazu spielen Sensorfusion mit präzisiertem GNSS und Kommunikationssignalen mit geringer Reichweite (Wi-Fi, Bluetooth, UWB) eine große Rolle. Hier sollen speziell durch die 3GPP-Normung (5G/6G/NTN) die Kosten im vor- und nachgelagerten Bereich der Navigation durch die synergetische Nutzung von Kommunikations- und Navigationsgeräten gesenkt werden.

Der stärkeren Resilienz mit LEO-PNT war eine eigene Session gewidmet. Moderne Systeme entwickeln sich hin zu autonomen, dezentralen Systemen, die einen mehrschichtigen System-der-Systeme-Ansatz verfolgen, um die Resilienz zu erhöhen und die Einschränkungen und Schwachstellen einzelner Lösungen zu kompensieren. Eine Architektur, die das GNSS-Backbone durch erdnahe Orbitssysteme (LEO), terrestrische Systeme und integrierte Sensoren auf Nutzerebene ergänzt, ist unerlässlich, um den zukünftigen Anforderungen an die Leistung und Resilienz von PNT gerecht zu werden. Relevante Punkte sind robuste Signale, alternative Bänder, Frequenzdiversität und Synergien mit Satellitenkommunikation (Sat-Com) und Fused-PNT-Technologien. In diesem Zusammenhang sei hier auch auf einen aktuellen Artikel von Prof. Eissfeller in der Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv) 2/2025 zu diesem Thema hingewiesen, der diesen Themenbereich kritisch beleuchtet – Download unter <https://geodaesie.info/zfv/zfv-archiv/zfv-150-jahrgang/zfv-2025-2>.

Insgesamt bot sich ein sehr spannender Blick in die gegenwärtigen Entwicklungen und Chancen einer weiteren zuverlässigen Nutzung der verfügbaren Systeme und Signale.

WEITERE SENTINELS

In den vergangenen Ausgaben hatten wir einige jüngst gestartete Sentinel-Missionen der Europäischen Raumfahrtagentur ESA beschrieben. Die nächste Sentinel-Mission ist für den November dieses Jahres angekündigt. Es wird sich um den zweiten Satelliten der Sentinel-6-Mission, Sentinel-6B, handeln. Die als gemeinsame Mission von ESA, Nasa und der Europäischen Organisation zur Nutzung meteorologischer Satelliten, Eumetsat, konzipierte Satellit wird im Wesentlichen ein Radar-Altimeter für die Messung der Meeresoberfläche verwenden. Damit soll die Kontinuität dieser wichtigen Beobachtungsreihen gewährleistet werden. Der Start von Vandenberg in Kalifornien wird mit einer Falcon-9-Rakete der Firma SpaceX durchgeführt. Diesen Kontrakt hatte die Nasa bereits 2022 abgeschlossen. Der erste Satellit Sentinel-6A wurde bereits am 21. November 2020, ebenfalls von Vandenberg, gestartet.

GNSS-RESILIENZ

Die Robustheit der GNSS gegenüber Störungen wie Jamming und Spoofing zu erhöhen, wird mehr und mehr zu einem zentralen Thema in der Entwicklung (siehe Bericht zum Munich Satellite Summit). Die US-amerikanische Luftwaffe hat, neben weiteren Auftragsvergaben zur Verbesserung existierender GPS-Stör- und Spoofing-Erkennung, den erfolgreichen Abschluss von Flugtests mit einem „Resilient Embedded GPS/INS“ (R-EGI) genannten System bekannt gegeben. Das System basiert auf einer modularen offenen Systemarchitektur – kurz Mosa – bei der von GNSS unabhängige PNT-Funktionen von Drittanbietern relative leicht zu implementieren sind. Es wird vermutlich Teil des „Resilient GPS“ (R-GPS) genannten Programms der Luftwaffe werden. Ein weiteres Projekt in diesem Zusammenhang wurde von der Firma Astranis erfolgreich demonstriert, bei dem GPS-Navigationssignale mit einem softwaredefinierten Funkgerät

während des Flugs übertragen und von einem handelsüblichen GPS-Empfänger verarbeitet werden konnten.

NAVIGATION OHNE GNSS

Die große Abhängigkeit bei Positionierung, Navigation und Zeithaltung, kurz PNT, von GNSS einerseits und das Bewusstsein der Störanfälligkeit von GNSS im Allgemeinen bzw. einzelner GNSS andererseits führt zunehmend zu Forschungen und Entwicklungen im Bereich Navigation, die unabhängig von oder als Alternative zu GNSS dienen sollen. Auch in Deutschland und Europa gibt es Untersuchungen oder Projekte zu einer Navigation ohne GNSS.

Die „Ranging Mode“ (R-Mode) genannte Navigationsmethode verwendet erdgebundene Funkstationen im Mittel- und Ultrakurzwellenbereich. Spezielle Empfänger prozessieren aus den Funksignalen bzw. deren Laufzeiten ihre Position. An dem Projekt ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) beteiligt und betreibt bereits seit etlichen Jahren ein Testfeld, überwiegend in der Ostsee. Dieses Testgebiet soll zukünftig mit den weiteren Ostseeanrainern erweitert werden – also in einem besonders für Jamming und Spoofing gefährdeten Gebiet. Die Technologie verwendet zu einem großen Teil vorhandene Infrastruktur und verspricht somit relativ preisgünstig zu sein.

Die Europäische Raumfahrtagentur ESA hat mit einem recht großen europäischen Konsortium unter der Führung der in Bremen beheimateten Firma OHB einen Vertrag zur Entwicklung einer optischen PNT-Technologie geschlossen. Der Vertrag umfasst die Studie zur Definition bis hin zur Vorentwicklung. Das System wird satellitenbasiert sein und soll optische Verbindungen zwischen Satelliten evaluieren. Die Nutzung optischer Verbindungen im Weltall, z. B. zur Kommunikation, sind nicht neu, jedoch wurden sie bislang nicht zur Navigation genutzt. Diese Erprobung im Orbit soll Teil des Projekts sein. In den entsprechenden Mitteilungen in den Medien werden zahlreiche Vorteile der optischen Verbindungen hervorgehoben, wie geringere Anfälligkeit gegen Störversuche, geringere Abhängigkeit von Bodensegmenten und möglicherweise auch höhere Navigationsgenauigkeiten.

Einen wiederum erdgebundenen Weg will die Firma TernAI aus den USA gehen. Sie möchte eine kostengünstige Navigation anbieten, die ohne GNSS auskommt. Verwendet werden sollen vor allem Sensorinformationen, die von Fahrzeugen selbst geliefert werden, in Kombination mit Kartendaten. Wie der Name der Firma schon vermuten lässt, setzt man auf KI-gestützte Algorithmen zur Positionsbestimmung. Die in Tests erreichte Genauigkeit von wenigen Metern würde für eine Reihe von Anwendungen durchaus ausreichen.

Die Entwicklung des Pulsar genannten Satellitennavigationsdienstes der Firma Xona Space Systems hatten wir an dieser Stelle schon mehrfach erwähnt (siehe avn 1-2/2023). Der Dienst soll auf speziellen Pulsar-Satelliten basieren, deren erster Start noch in diesem Jahr geplant ist. Nun hat das US-amerikanische Verteidigungsministerium einen Ergänzungsvertrag mit Xona geschlossen, um die Entwicklung von alternativen PNT-Funktionen wie Pulsar in handelsüblichen Geräten wie Smartphones zu beschleunigen und eine schnelle Markteinführung zu bewirken.

Die Verwendung des Erdmagnetfelds zur Navigation wird beispielsweise von der Firma SandboxAQ – AQ steht dabei für „AI and Quantum Technology“ – beschrieben. Das Erdmagnetfeld ist wie ein unverwechselbarer Fingerabdruck. Verfügt man über hochgenaue Karten des Erdmagnetfelds und vergleichbar hochgenaue Sensoren, dann kann mit entsprechendem KI-gestützten Herausfiltern diverser Rausch- und Störquellen eine Positionierung erfolgen.

ON ORBIT SERVICERS

Hinter dem Begriff „On Orbit Servicers“ verbirgt sich die Entwicklung von Satelliten zur Reparatur und dem Service von bzw. an aktiven Satelliten. Dies betrifft aktive, insbesondere aber defekte Satelliten. Derzeit befinden sich etwa 3 000 solche Satelliten im Orbit. Im Hinblick auf u. a. die gegenwärtig im Aufbau befindlichen Mega-Konstellationen wie Starlink und „Project Kuiper“ wird diese Zahl noch dramatisch anwachsen. Diese rasante Zunahme von Satelliten, die als eine Art von Weltraumschrott keinen Zweck mehr erfüllen, erfordert neue Methoden, um mit ihnen umzugehen – hier setzen andere Satelliten, die On-Orbit-Servicer (OOS), an. Je nach den Anforderungen der Mission können diese einen Satelliten einfangen, reparieren, auftanken oder aus dem Orbit nehmen. Ein interessantes Video dazu ist auf dem YouTube-Kanal des DLR zu sehen: <https://youtu.be/ADS-qGI5k0c>.

Die für diese Operationen notwendigen Satelliten werden eine Vielzahl von Sensoren, Aktoren sowie eine sehr aufwendige Software benötigen. Die Hard- und Software, die für die Arbeit mit einer so großen Bandbreite potenzieller Ziele in den dynamischen Umgebungen erforderlich ist, ist sehr komplex. Sie muss die verschiedenen Phasen des OOS-Einsatzes abdecken: 1. Langstreckenführung, 2. Endanflug, 3. Einfangen in der Umlaufbahn, 4. Service nach dem Einfangen. Dieser Prozess wurde bisher nur wenige Male mit speziell entwickelten Satelliten erfolgreich durchgeführt und auch nur dann, wenn der OOS und der Zielsatellit zusammenarbeiteten. Mit der nun notwendigen Vielzahl von möglichen Einsatzfällen nimmt die Wahrscheinlichkeit von „unkooperativen“ Zielen enorm zu, d. h. ein Satellit, der entweder beschädigt ist, nicht reagiert oder nicht erkennen kann, dass ein OOS versucht, ihn einzufangen. Eine zusätzliche Komplikation besteht darin, dass einige Satelliten so programmiert sind, dass sie sich einer Manipulation widersetzen. Sie können so konstruiert sein, dass sie in eine bestimmte Richtung zeigen und ihre Ausrichtung anhand von Steuerungsparametern anpassen. Wenn der OOS versucht, diese Parameter zu ändern und der Satellit noch über eine funktionierende Lageregelung verfügt, könnte er sich aktiv gegen den OOS wehren.

Die Steuerung der OOS erfolgt anfangs remote, für den Endanflug auf das Zielobjekt, d. h., für den Kurs von der aktuellen Position eines OOS zum Zielsatelliten, werden zunehmend die Bordcomputer benutzt. Sie berechnen anhand möglichst vieler Sensoreingaben



Wichmann

NEU



Wichmann

Thomas Weinold (Hrsg.)

**23. Internationale
Geodätische Woche
Oberurgl 2025**



2025

380 Seiten

52,- € (Buch/E-Book)

72,80 € (Kombi)

Technikwissen punktgenau:

23. Internationale Geodätische Woche Oberurgl 2025

- ▶ Alle Tagungsbeiträge der 23. Internationalen Geodätischen Woche 2025 in Oberurgl
- ▶ Überblick über aktuelle Entwicklungen, neueste Forschungsergebnisse, Methoden und Anwendungen in der Geodäsie
- ▶ Themenschwerpunkte: BIM und KI; Der Millimeter und wie man ihn erreichen kann; Kataster 2.0
- ▶ Mit Berichten aus Praxis und Verwaltung

Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten. Sowohl das E-Book als auch das Kombiangebot (Buch + E-Book) sind ausschließlich auf www.vde-verlag.de erhältlich.

Bestellen Sie jetzt: (030) 34 80 01-222 oder www.vde-verlag.de/buecher/537756



Flugbahndifferenzen und nähern den OOS an das Ziel an. In der Phase des Endanflugs kommen für die wesentlich feinere Steuerung Lidar- und Ultraschall-Sensoren zum Einsatz. Das Einfangen des Satelliten erfolgt dann z.B. mit einem Netz oder einem Roboterarm. Zur Lösung dieser komplexen Steuerungs- und Regelungsprobleme werden nun verstärkt KI-Ansätze entwickelt, die in Bezug auf Ressourcenverbrauch, Lernfähigkeit und Schnelligkeit sehr gut geeignet sind. Ein aktueller Ansatz der Universität Eindhoven verwendet ein rekursives Online-Modell, das eher für Echtzeit-Entscheidungen als für das Lernen aus einem bestehenden Datensatz ausgelegt ist.

Viele Unternehmen wetteifern darum, den ersten OOS-Satelliten herzustellen, der in der Lage ist, einen nicht-kooperativen Satelliten adaptiv zu erfassen und zu steuern, darunter kleinere Anbieter wie Astroscale und Branchenriesen wie Maxar und Airbus. Man kann nur hoffen, dass die OOS-Satelliten die in Zukunft zu erwartenden Probleme des Weltraumschrotts aus Satelliten in den Griff bekommen, ansonsten kann die Nutzung des erdnahen Weltraums sehr schnell sehr stark eingeschränkt sein.

NEUE EUSPA-LERNPLATTFORM

Die Agentur der Europäischen Union für das Weltraumprogramm (EUSPA) hat eine neue Online-Lernplattform installiert. Ziel ist es, das Bewusstsein für die Verfügbarkeit und die Nutzung von EU-Weltraumdaten zu schärfen, indem registrierten Nutzern eine Schnittstelle zur Teilnahme an den Kursen der EU Space Academy angeboten wird. Sie bietet registrierten Nutzern Kurse, Lektionen, Follow-up-Sitzungen, Workshops, Mentoring-Sitzungen und andere Dienstleistungen der EU Space Academy-Plattform an.

Ein Modul besteht aus Lektionen und den dazugehörigen Folgesitzungen mit einer Sammlung von Schulungsvideos, die von ausgewählten Dozenten speziell für die Module der Lernplattform produziert wurden. Die Folgesitzungen beziehen sich auf den Inhalt der Lektionen in den jeweiligen Modulen und bestehen aus Workshops und Mentoring-Sitzungen. Workshops sind interaktive Live-Online-Sitzungen, die von Ausbildern der EU Space Academy per Videokonferenz durchgeführt werden. Diese Sitzungen vertiefen die Schulungsinhalte und bieten praktische Übungen, Diskussionen und praktische Erfahrungen. Mentoring ist eine persönliche Beratung per

Videokonferenz durch einen ausgewiesenen Mentor der EU Space Academy. Jede Sitzung dauert in der Regel eine Stunde und konzentriert sich auf die Bereitstellung maßgeschneiderter Beratung, die Beantwortung spezifischer Fragen und die Unterstützung der Lern- oder beruflichen Entwicklungsziele des Nutzers. Die Trainer und Mentoren sind dafür verantwortlich, persönliche Ratschläge zu erteilen, auf spezifische Fragen einzugehen und den Nutzern zu helfen, ihr Verständnis der Schulungsinhalte zu vertiefen. Die Informationen, Texte, Grafiken, Videos und/oder sonstigen Materialien werden von der EU Space Academy auf der Lernplattform kostenlos zur Verfügung gestellt. Weitere Informationen dazu sind auf den Webseiten von EUSPA zu finden (<https://www.euspa.europa.eu/spaceacademy>).

Dort findet man auch weitere Angebote, wie z.B. ein EUSPA-Praktikantenprogramm, das Hochschulabsolventen praktische Erfahrungen, Mentoren und ein monatliches Stipendium von 1 500 € für den Start einer Karriere im EU-Raumfahrtsektor gibt.

AUTOREN



Prof. Dr.-Ing. Matthias Becker

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
INSTITUT FÜR GEODÄSIE

Franziska-Braun-Straße 7 | 64287 Darmstadt | Deutschland
becker@psg.tu-darmstadt.de



Dr.-Ing. Wolfgang Söhne

BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE
UND GEODÄSIE

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