



Bericht zum GSV-Forum „GalileoNow – nützen wir die Chancen!“

Europa hat mit Galileo das erste unter ziviler Kontrolle stehende weltweite Satellitennavigations- und Ortungssystem in Betrieb. Im Vergleich zu den bestehenden Systemen bietet Galileo zahlreiche Vorteile: schneller, genauer, verlässlicher. Zusammen mit dem seit geraumer Zeit eingeführten European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS), welches in Europa die Genauigkeit von Satellitennavigationsystemen verbessert, sind zahlreiche Anwendungen möglich, insbesondere auch im Sektor Mobilität. Die Palette reicht von innovativen Flugverfahren bis zum automatisierten Fahren, wie unterschiedliche Stakeholder im Rahmen des GSV-Forums „GalileoNOW – nützen wir die Chancen!“ in Kooperation mit dem BMVIT Anfang Oktober 2019 gezeigt haben. Die Wünsche an Galileo sind relativ einheitlich: die Satelliteninformationen müssen noch genauer und verlässlicher werden, um größeren Nutzen erzielen zu können.

BM Reichhardt: BMVIT will gemeinsam mit Stakeholdern weitere Anwendungen forcieren

Die GSV war besonders erfreut, dass der Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie, Andreas Reichhardt, das Forum eröffnete und einleitete: „Galileo, welches auch mit österreichischer Beteiligung entwickelt wurde, zeigt eindrucksvoll, welche Chancen Weltraumtechnologien uns allen bieten. Galileo beweist einerseits, dass europäische Qualität weltweit führend ist und andererseits, dass wir es auch ohne militärischen Background geschafft haben, ein derartiges System zu entwickeln und zu betreiben. Kontinuität der Dienstleistung auf dem höchsten Niveau ist die europäische Zielsetzung, die von allen Mitgliedstaaten unterstützt wird. Wir sind gefordert, Ideen und Konzepte zu entwickeln, wie wir alle von Galileo in unserem täglichen Leben profitieren können. Robustheit und Präzision sind insbesondere auch bei der ‚klassischen‘ Infrastruktur – Straße, Schiene, Luftfahrt, Wasserstraße – ein zentrales Thema.“

Das BMVIT will stufenweise auf die Nutzer zugehen: Zuerst sollen die potentiellen Anwender erfasst und deren Bedürfnisse erhoben werden, um in weiterer Folge gemeinsam Produkte, Technologien und Anwendungen zu entwickeln. Letzteres wird auch über das BMVIT finanziell unterstützt. Reichhardt: „Mit gemeinsam Anstrengungen stellen wir sicher, dass Österreich international weiterhin eine führende Rolle einnehmen wird.“

GALILEO bietet bereits in der offenen Version zahlreiche Vorteile

Einen Überblick, wie Galileo und EGNOS genutzt werden und welche Geschäftsmodelle bereits existieren, geben Carmen Aguilera und Daniel Lopour von der European GNSS Agency (GSA). Ziel der GSA ist es, die Anwendung von Galileo und EGNOS zu vertiefen, betont Aguilera. Dazu behält die GSA die Bedürfnisse der Nutzer im Auge, unterstützt bei der Nachfragegenerierung und bei der Entwicklung neuer Produkte. Bei letzterer bietet die GSA für jedes Marktsegment entsprechende öffentliche Finanzierung an.

Galileo, das europäische weltweit verfügbare Satellitennavigationssystem, bietet **vier Services** an:

- Open Service (OS): der frei zugängliche Positionierungs- und Timing-Service
- High Accuracy Service (HAS): Ein zusätzliches Satellitennavigationssignal sorgt für höhere Genauigkeit. Damit sind weitere wertsteigernde Services möglich. Dieser laut GSA kostenlose Service befindet sich noch in Entwicklung und soll verschlüsselt sein, um den Zugang kontrollieren zu können.
- Search and Rescue Service (SAR): unterstützt Such- und Rettungsoperationen.
- Public Regulated Service (PRS): Ein verschlüsselter Service, der ausschließlich der öffentlichen Hand für sensible Applikationen oder kritische Infrastruktur zur Verfügung stehen soll.

Galileo-Highlights:

- Zwei Frequenzen (E1 und E5) bereits im Open Service: Vor allem in städtischen Bereichen sind damit neue Genauigkeitsstufen bis in den Zentimeter-Bereich möglich.
- Authentifizierung: Um sicher zu sein, dass das empfangene Signal von Galileo stammt und nicht gehackt wurde, ist eine Authentifizierung erforderlich. Diese ist als Basisversion bereits im Open Service integriert und wird gerade getestet.

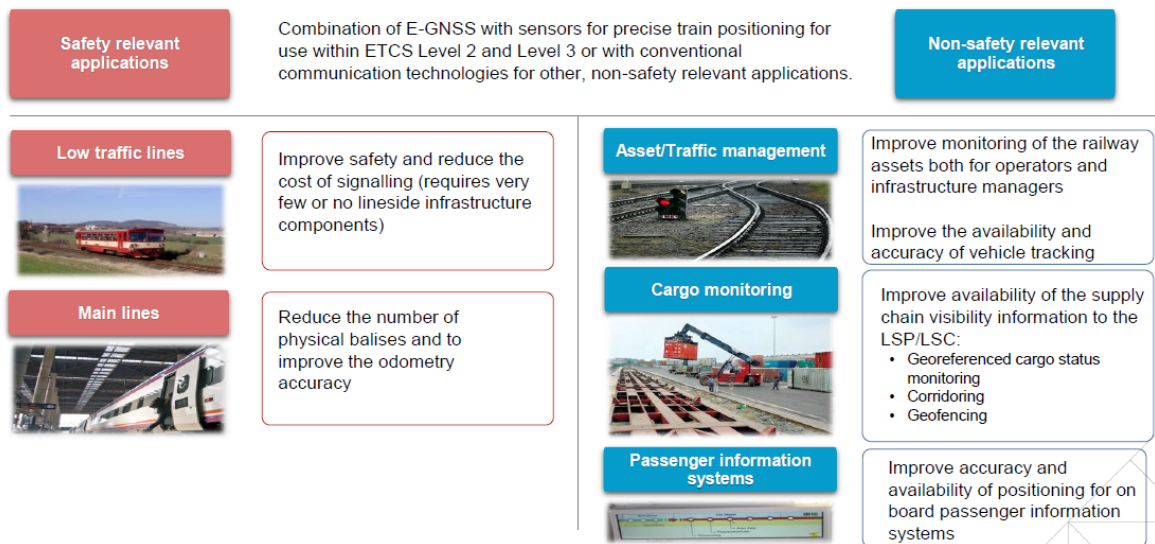
Aguilera hält fest: „Galileo bietet bereits erste Services an, welche kontinuierlich erweitert werden, insbesondere liegt hier der Fokus auf der Sicherstellung von robusten, stabilen Signalen, die für eine nachhaltige Marktentwicklung notwendig sind.“

Anwendungen von GALILEO im Mobilitätssektor

Ein bekannter Anwendungsfall von EGNOS und Galileo sind Navigations-Apps auf Smartphones. Das europäische Satelliten-Navigationssystem Galileo erreicht mittlerweile rund eine Milliarde Smartphone-Nutzer. „Ob Ihr Smartphone Galileo unterstützt, können Sie über die Website www.useGalileo.eu herausfinden.“ Weitere Anwendungsgebiete sind u.a. die Landwirtschaft, die Synchronisation von Energienetzwerken, Waldmanagement und natürlich die Mobilität: Alle vier Verkehrsträger Straße, Schiene, Luftstraße und Wasserstraße profitieren von Galileo:

- Luftfahrt: Ab 2024 müssen alle europäischen Flughäfen EGNOS basierende Anflugverfahren nutzen. Derzeit setzen bereits 337 Flughäfen auf EGNOS. Für EGNOS hat die GSA im Rahmen des „Aviation Grant Programme“ bereits 22 Millionen Euro bereitgestellt, in absehbarer Zeit soll diese Summe weiter erhöht werden. Problematisch ist die Tatsache, dass noch wenige Flugzeuge mit EGNOS ausgerüstet sind, bei vielen neuen Flugzeugen ist das jedoch der Fall.
- Drohnen: EGNOS und Galileo erlauben sicheren Drohnenbetrieb. In über 27% der entsprechenden Empfänger ist Galileo bereits integriert.
- Schifffahrt: Satellitengestützte Navigation und Positionierung steht bei der Binnen- und Seeschifffahrt im Vordergrund. Mehr als 85% aller in der Schifffahrt verwendeten GNSS Receiver sind bereits fähig, EGNOS und Galileo zu nutzen (*ohne entsprechende Standards für die Integrität des Signals*). Vor allem in engen Gewässern ist eine genaue Positionierung unverzichtbar.
- Schiene: Wichtig ist, zwischen sicherheitskritischen und nicht sicherheitskritischen Anwendungen zu unterscheiden, betont Lopour. Generell sei der Einsatz von satellitengestützten Services bei der Bahn deutlich schwerer als in der Luftfahrt, alleine schon aufgrund der nicht immer optimalen oder gar nicht vorhandenen Sichtbeziehungen zu den Satelliten. Je mehr Signale empfangen werden können, auch von anderen Satellitennavigationssystemen, desto besser (*Anwendungsfälle siehe Abbildung auf der nächsten Seite*). Rail Cargo Austria hat z.B. mehr als 13.700 Waggons mit Empfängern ausgerüstet, die mithilfe von Galileo und GPS geortet werden können. Für die Verwendung von E-GNSS im Rahmen der Eisenbahn Signalisierung wurde mit wichtigen Partnern aus der Branche eine Roadmap entwickelt. Ziel ist es, 2023 E-GNSS in das European Rail Traffic Management System (ERTMS) zu integrieren.

E-GNSS value proposition for rail applications



- **Öffentlicher Verkehr:** Viele nichtsicherheitskritische Anwendungen wie Flottenmanagement, Passagier-Informationen, Optimierungen von Passagier-Transporten wären im öffentlichen Verkehr möglich. Lopour: „Wenn man beide Frequenzen von Galileo nutzt, kann die Genauigkeit vor allem auch in Städten überzeugen.“ Ein Positionspapier der GSA zeigt die Vorteile des Einsatzes von Galileo für den öffentlichen Verkehr auf. Am wichtigsten sei die kontinuierliche Verfügbarkeit eines ausreichend genauen Positionierungsservices. Trotz zweier Frequenzen kann es jedoch noch immer Orte geben, die bebauungsbedingt nicht korrekt erfasst werden können, räumt Lopour ein.
- **Straße:** Künftig soll vor allem das automatisierte Fahren im Vordergrund stehen. Der High Accuracy Service HAS (Genauigkeit 20 cm) und der Authentication Service (der Spoofing Attacken erkennt) werden wesentliche Schlüssel für automatisiertes Fahren sein, ist Lopour überzeugt.

Welche Wertschöpfungseffekte generieren Weltraumservices wie Galileo?

Durchaus beachtliche, wie Paolo Ariado, PwC, näher ausführt: „Der vorgelagerte Markt (Infrastruktur) belief sich 2016 auf 92 Milliarden Euro, der Betrieb der Infrastruktur auf 28 Milliarden Euro und die Weltraum-Services inklusive der erforderlichen Ausrüstung der Kunden auf 187 Milliarden Euro. Von all dem profitieren zusätzlich dann auch noch die Endnutzer in der Industrie.“

Jeder Euro, der im Bereich Weltraum investiert wird, wirkt sich mit 1,4 bis 2,0 Euro beim Bruttoinlandsprodukt aus. Für jeden Arbeitsplatz im Weltraum-Sektor werden 1,2 - 2,4 Arbeitsplätze in anderen Bereichen generiert, wenn man die gesamte Lieferkette betrachtet.

Im Jahr 2015 hat der globale Navigationsmarkt weltweit Einnahmen in der Höhe von 95 Milliarden Euro generiert. Ariado: „Bereits heute werden globale Navigations satellitensysteme (GNSS) von vielen Anwendern genutzt. Durch die höhere Genauigkeit bei Verwendung mehrerer Satellitennavigationssysteme wird der Endkundenmarkt deutlich wachsen.“

Die Auswirkung von GNSS auf das EU Bruttoinlandsprodukt (BIP) wird von PwC auf rund 11,5% des BIP der 28 Mitgliedsstaaten (15.846 Milliarden Euro) geschätzt. Direkte und indirekte Auswirkungen

von GNSS auf das BIP der EU 28 schlagen sich mit 63 – 77 Milliarden Euro (0,4 – 0,5%) zu Buche, die Auswirkungen von GNSS (enabled impact) auf die Wirtschaft belaufen sich auf 1.670 Milliarden Euro (10,5%) und individuelle Vorteile wie Zeitersparnis etc. auf 9 Milliarden Euro (0,05%).

Ariaudo resümiert: „Mit Galileo haben wir die Chance, bestehende Anwendungen noch besser abzuwickeln und neue zu entwickeln. Die vom Weltraum generierte Wertschöpfung ist deutlich höher als die anfänglichen Investitionen.“

Erfahrungen von Anwendern aus der Mobilitätsbranche

Erich Klock, Austro Control, berichtet über innovative satellitengestützte Flugverfahren: Heute verwendet man festgelegte künstliche Wegpunkte, um sich im Luftraum fortzubewegen. Diese satellitengestützten Flugverfahren sind effizienter als früher: Sie erhöhen die Kapazität im Luftraum, verbessern die Erreichbarkeit von Flughäfen, reduzieren Verspätungen und Umweltauswirkungen. Satellitensignale können auch Anflugverfahren präziser gestalten: „Flugzeuge können damit hochgenau einer vorgegebenen Strecke folgen und auch gekurvte Anflüge werden möglich. Gleichzeitig sind EGNOS-basierte Anflugverfahren eine kostengünstige Alternative bzw. ein Backup für herkömmliche Instrumentenlandesysteme, besonders auch für Flugplätze ohne Fluglotsen und ohne geschützten Luftraum. Regulatorische und sicherheitstechnische Gründe erfordern trotzdem b.a.w. die zusätzliche Verwendung bodengestützter Landesysteme. Das von der GSA erwähnte Ziel, dass 2024 alle europäischen Flughäfen mit EGNOS Anflugverfahren ausgerüstet sein müssen, erreicht Österreich bereits 2020.“

Satellitengestützte innovative Flugverfahren kommen auch bei Helikoptern zum Einsatz: Durch sogenannte PinS (Point in Space) kann der Helikopter auch bei eingeschränkten Sichtbedingungen mittels Instrumentenflug z.B. durch dichte Wolken fliegen. Der Betrieb etwa von Flugrettungen kann damit unabhängig vom Wetter offengehalten werden. Einschränkung: Bei Start und Landung sind nach wie vor gewisse visuelle Sichtbedingungen erforderlich. Vorteil ist, dass es für PinS keine neuen bodengestützten Navigationshilfen braucht und gleichzeitig hochpräzise Anflüge mit dreidimensionaler Flugführung möglich werden, die das Sicherheitsniveau weiter erhöhen. Austro Control hat bereits mehrere derartige Verfahren implementiert, z.B. für die Christophorus Hubschrauber des ÖAMTC sowie die Flugpolizei (BMI).

Austro Control würde sich eine noch höhere vertikale Genauigkeit wünschen, um verbesserte Anflugverfahren im hinderniskritischen Bereich von Flughäfen implementieren zu können. Auch eine erhöhte Robustheit gegen Interferenzen wäre wünschenswert. Eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg satellitengestützter Flugverfahren ist eine deutlich höhere EGNOS-Ausrüstungsrate bei den Flugzeugen, hier sei u.a. die Politik auf europäischer Ebene gefordert.

Automatisiertes Fahren / Vernetzung von Fahrzeugen:

Hans-Michael Koegeler, AVL und Stefan Muckenhuber, Virtual Vehicle, berichten über Anwendungsbeispiele von Satelliteninformationen bei Kraftfahrzeugen auf der Straße:

- Bereitstellung von Informationen für den Fahrer: Positionierung, Routenplanung, Stauvermeidung etc.
- Automatisiertes Fahren: Sobald der Fahrer ersetzt und direkt in die Fahrzeugkontrolle eingegriffen wird, benötigt man ein neues Level an Zuverlässigkeit und Genauigkeit, betont Muckenhuber: „Diesbezüglich kann Galileo sicher einen großen Beitrag leisten. Bei unserem Referenzfahrzeug ‚AD-Demonstrator‘ kommen wir dank der vier weltweit verfügbaren Satellitennavigationssysteme und Referenzdaten bei perfekten Bedingungen auf Genauigkeiten im Zentimeter-Bereich. Jedoch ist uns die Updaterate nicht hoch und die Verzögerungsrate für

die Fahrzeuge nicht gering genug. Das können wir jedoch mit einer inertialen Messeinheit (IMU) gut umgehen. Damit kann der ‚AD-Demonstrator‘ bereits heute unter perfekten Bedingungen den Fahrstreifen korrekt folgen.“ Es liege aber nicht nur an der Positionierung, dass es noch keine automatisierten Fahrzeuge gibt. Viel hänge auch von der Umgebungswahrnehmung der Fahrzeuge (Radar/Lidar/Kamera) und dem Zusammenspiel mit Satellitennavigation ab. Weitere Hindernisse sind Signalunterbrechungen (z.B. Tunnel) und andere „unbekannte“ Verkehrsteilnehmer wie Fußgänger, die ihre GPS/GNSS-Position nicht wissen und somit auch nicht weitergeben können.

- CO₂ Emissionsreduktion durch „Connected Powertrain“: Dank der „eHorizon“ Technologie kann der Lkw-Fahrer seine Sichtweite dramatisch erhöhen und vorausschauender fahren, ein großer Vorteil alleine aufgrund des langen Bremsweges von Lkw. Koegeler: „Verkehr verschlechtert prinzipiell CO₂-Emissionen, vorausschauendes Fahren hilft. Im EU-Projekt „IMPERIUM“ haben wir herausgefunden, dass der Verbrauch nur durch vorausschauendes Fahren, weniger Bremsen etc. um ca. 5 – 7,5% gesenkt werden konnte.“
- Fahrerassistenzsysteme/automatisiertes Fahren: Satelliten könnten bei der Erfassung von Szenarien und Überwachung am Prüfgelände unterstützen. Zum Beispiel könnte bei der Validierung des Notbremsassistenten eine genaue Positionsangabe hilfreich sein, betont Koegeler.

Muckenhuber und Koegeler erhoffen sich durch Galileo mehr Zuverlässigkeit und Genauigkeit, es brauche verlässliche Ortsangaben. Auch die Bereitstellung sogenannter „Nachbarobjektlisten“ wäre aus der Sicht von Koegeler sehr hilfreich, derzeit setzt man hier bekanntermaßen ausschließlich auf lokale Sensorik.

Lokalisierung von Zügen:

„Wir können als ÖBB Infrastruktur auf ein eigenes Referenzstationsnetzwerk zugreifen, welches wir vor über zehn Jahren gemeinsam mit den Wiener Netzen und der Energie Burgenland aufgebaut haben“, berichtet Michaela Haberler-Weber von den ÖBB. Dieses Referenzstationsnetzwerk werde einerseits für interne Zwecke verwendet, andererseits auch extern über den Namen Echtzeit Positionierung Austria (EPOSA) vermarktet. Haberler-Weber: „Neben den üblichen GPS und GLONASS Empfängern können wir auf allen Referenzstationen bereits GALILEO und Beidou-Signale (chinesisches GNSS) empfangen und verarbeiten.“

Der Echtzeit-Service von EPOSA weist einige Besonderheiten auf, betont Christian Klug, Wiener Netze: „Wir können jede Sekunde ein Positionsdelta liefern, das die Position, die von den Satelliten direkt empfangen wird, auf die wahre Position korrigiert. Zusätzlich können wir auch von jeder Station im Sekundentakt nachträgliche Auswertungen und die Satelliten-Rohdaten zur Verfügung stellen.“ Die Wiener Netze nutzen diesen Service selbst für die Leitungsdokumentationen (*bei Verlegung neuer Leitungen bzw. Einmessung beim Bau*), für die Übertragung von Projekten in die Natur (*Vermessung von Grundgrenzen, Schaffen von Planungsgrundlagen*) und bei der Navigation, um die Mitarbeiter rasch zum Einsatzort zu bringen. Gleichzeitig wird der Service auch externen Unternehmen angeboten: Kunden sind beispielsweise die Bauwirtschaft, das gesamte Vermessungswesen, der Tourismus, die Archäologie etc., erläutert Klug.

Hauptanwendung des satellitengestützten Referenzstationsnetzwerks bei den ÖBB ist der Aufbau eines Zuglokalisierungssystems, setzt Haberler-Weber fort: „Derzeit ist nur bekannt, bei welcher Signalposition der Zug vorher war. Wo der Zug sich genau innerhalb eines Sicherungsblocks befindet, der längenmäßig durchaus auch einige Kilometer umfassen kann, wusste man bisher nicht. Dank der Satelliteninformationen und dem Referenzstationsnetzwerk können wir auf 30 - 50 cm genau

feststellen, wo sich die Lokomotive befindet. Der Großteil der Lokomotiven wird jetzt mit diesem System ausgerüstet, bereits Ende 2019 werden es 1.000 Fahrzeuge sein.“

Wenn man die Zugposition genauer kennt, ergeben sich mehrere Anwendungsfälle: Begonnen hat die ÖBB mit den nicht sicherheitsrelevanten Anwendungen Zugdisposition, Logistik allgemein, Wartungsintervalle für Lokomotiven (*nun sind die gefahrenen Kilometer tagesgenau*), bessere Gestaltung der Kundeninformation. Auch im sicherheitskritischen Bereich „komme diese Lokalisierungslösung gerade recht.“ Denn diese Lösung soll zukünftig bei einer gerade in Entwicklung befindlichen App zur Unterstützung der Triebfahrzeugführer verwendet werden.

Qualitätssicherung von Signalen und Sicherheitsaspekte

Der Qualitätssicherung von Signalen kommt bei allen Anwendern eine hohe Bedeutung zu. Welche Risiken bestehen und welche Gegenmaßnahmen ergriffen werden können, berichten Andreas Lesch, OHB Digital Solutions, und Friedrich Teichmann, BMLV:

Lesch betont die hohe Relevanz des Themas: „Ob unsere Position, von der so viel abhängt, qualitativ dem entspricht, was wir glauben, darum kümmern wir uns meist wenig.“ Konkret könne die Position mit Jamming (*ein Störsender schickt ein breitbandiges Rauschen oder gepulstes Signal über das Satellitensignal*) gestört oder mit Spoofing (*ein Störsender schickt ein gefälschtes Signal an einen Empfänger und dieser berechnet daraus eine neue Position und/oder Zeit*) manipuliert werden. Die Hürden für Jamming sind laut Lesch gering, um 50 Euro kann man derartige Störgeräte kaufen. Spoofing ist im Gegensatz dazu aufwendig. Lesch: „Wenn so etwas passiert, muss man vorbereitet sein. Ein Systembetreiber muss die Möglichkeit haben, mitzuteilen, dass der jeweilige Service derzeit nicht verfügbar sei und die nächste Rückfallebene einleiten. Damit kann die Spoofing Attacke abgewehrt werden. Unsere Antwort darauf ist GNSS Quality Assurance. Wir bieten Lösungen an, die die Qualität der Signale auswerten können und so einen sicheren Betrieb gewährleisten.“

Teichmann bestätigt die Ausführungen von Lesch und ergänzt: „Auch beim SPOOFING sind die Hürden nicht unüberwindbar. Angreifer können damit großen Schaden anrichten, wie z.B. die Luftfahrt lahmlegen, Blackouts produzieren usw. Die Bedrohung ist groß, deshalb ist es wichtig, Bewusstsein für dieses Thema zu schaffen.“ Das Bundesheer, welches selbst mehr als 10.000 GNSS-Empfänger besitzt, ist sich der Problematik bewusst und überlegt, einen Truppenübungsplatz in den Bergen für sicherheitskritische Anwendungen aufzubauen, um testen zu können, wie hoch das Bedrohungsrisiko tatsächlich ist. Denn auch das Bundesheer verwendet derzeit hauptsächlich das offene und ungeschützte GPS/GNSS-Signal.

Teichmann empfiehlt folgende Gegenmaßnahmen:

- Empfänger, die mehrere Signale und damit mehrere Frequenzen empfangen können, sind weniger anfällig.
- Verschiedene Add-ons bei den Services: Stichworte Authentifizierung und Integrität. Teichmann: „Diese Add-ons benötigen wir ganz dringend, aktuell sind diese jedoch noch nicht umfassend verfügbar.“
- Galileos Public Regulated Service (PRS): Dieser sei für kritische Infrastrukturen etc. besonders interessant. Dank der Verschlüsselung ist dieser Service laut Teichmann mit Spoofing nur sehr schwer angreifbar. Damit ein Land PRS nützen kann, müsse eine Galileo Behörde (*Competent PRS Authority*) implementiert werden. BKA und BMLV werden das in Österreich übernehmen. Teichmann: „Wir sind Ansprechpartner für alle PRS-Anwender in Österreich, um dieses Service zu implementieren. Die Umsetzung wird jedoch noch einige Zeit in Anspruch nehmen.“

WEINER, 4.11.2019