

Alles beim Alten, oder? Neuheiten und Veränderungen in der GNSS-Landschaft

Prof. Dr.-Ing. Werner Enderle

Head of Navigation Support Office
ESA/ESOC

Überblick

1. Neuerungen in der GNSS Landschaft
2. Galileo High Accuracy Service (HAS)
3. EGNOS V3
4. Zusammenfassung und Ausblick

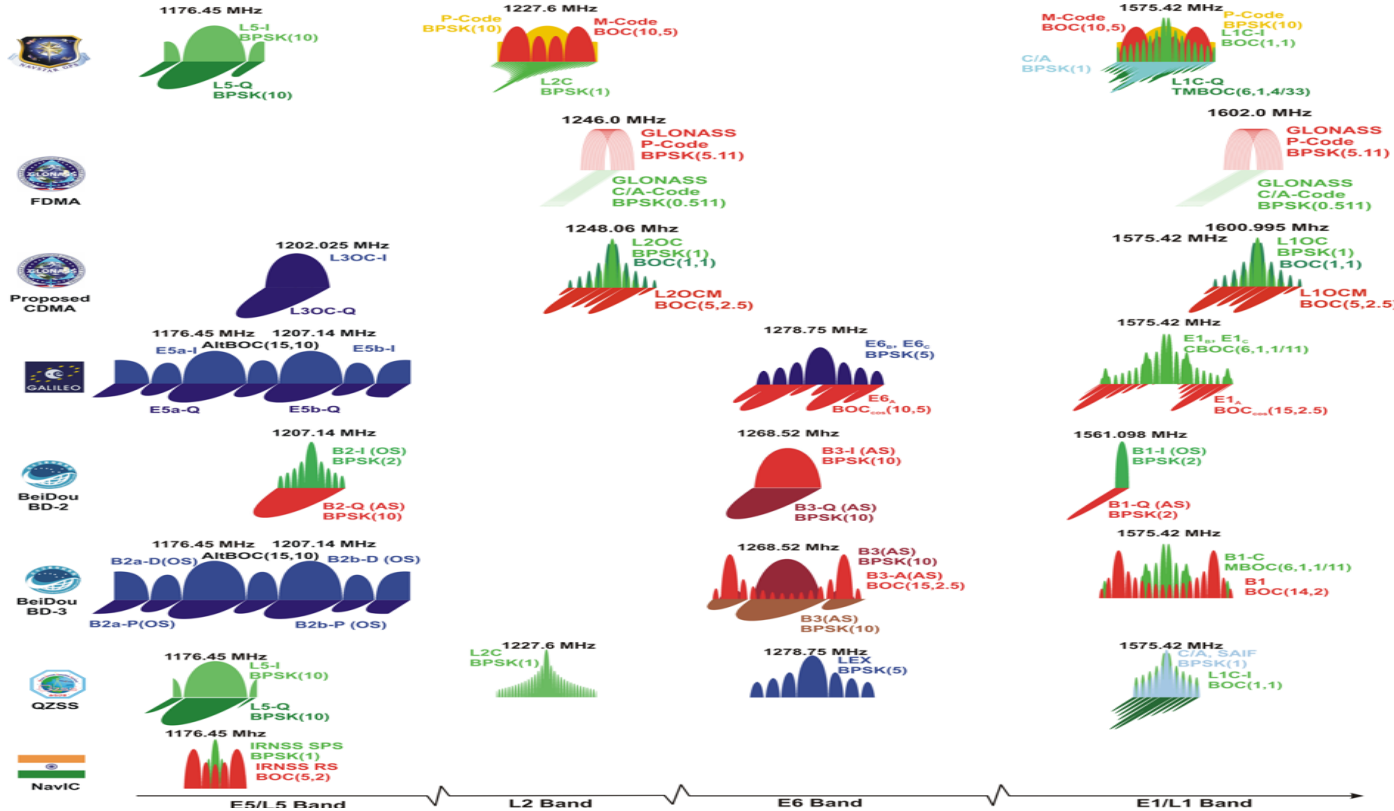
GNSS Landschaft



System Name	Nation	Abdeckung	Status	Anzahl Frequenzen/ Anzahl Signale	Anzahl Satelliten (nominal)/ Anzahl Bahnebenen	Große Halbachse (km)	Inklination (°)	Typ der Atomuhren an Bord der Navigations-satelliten	Kommentare
GPS	USA	Global	In Betrieb	3/4	24/6	26 560	55.0	RB und/oder CS	
GLONASS	Russland	Global	In Betrieb	2/6	24/3	25 510	64.8	CS	
Galileo	Euro-päische Union	Global	In Betrieb	5/10	24/3	29 600	56.0	RAFS und PHM	Initial Services: 2016 Final Services: 2020
BDS	China	Global	In Betrieb (Regional) Im Aufbau (Global)	3/5	MEO: 24/3 IGSO: 3/3 GEO: 3/1	27 906 42 164 42 164	55.0 55.0 0.0	RB oder HMAC	Initial Services Global: 2018 Final Services Global: 2020
QZSS	Japan	Regional (Japan)	Im Aufbau	4/7	HEO: 3/3 GEO: 1/1	42 164 42 164	40.0 0.0	RB	Services geplant: 2018
NavIC	Indien	Regional (Indien)	Im Aufbau	2/2	GSO: 4/1 GEO: 3/1	42 164 42 164	29.0 0.0	RB	Services geplant: 2018



GNSS Signale



Neuerungen – Galileo

- Dienste
 - Galileo High Accuracy Service – HAS ist in der Entwicklung
 - Authentication Service ist in der Entwicklung
- Regulatorisch
 - eCall Regulierung seit April 2018 in Kraft
 - US FCC Waiver für E1/E5 Frequenzen existiert
- System
 - Satelliten 201/202 (elliptischer Orbit) sollen operationell werden
 - Start der Beschaffung von einer neuen Generation von Satelliten (transition Batch)
 - Aktivitäten für die Evolution von Galileo gehen voran

Neuerungen – GPS

- GPS III
 - Modernisierte zivile Signale (L1C, L2C, L5)
 - Höhere Positionsgenauigkeit
 - Verbessertes anti-jam Verhalten der Signale
- GPS IIF – Verbesserungen durch neu Technologien
 - Digital Payloads
 - High Power Amplifiers
 - Verbesserte Uhren
 - Nahezu Echtzeit Kommandierung
- Nächste Generation von Bodensegment
 - Schrittweise Weiterentwicklung des Bodensegments
 - Verbesserte Kommandierung –und Kontrollfähigkeit
 - Modernisierte Architektur

Neuerungen – BeiDou – BDS-3

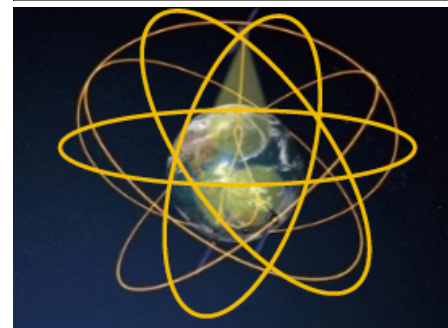
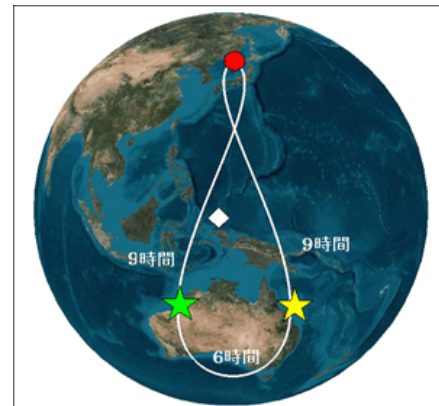


- Neue Dienste
 - Short Message Communication Service
 - China und Umgebung – 3 GEO Satelliten
 - Global 14 MEO Satelliten
 - Globaler Search And Rescue (SAR) Service (6 MEO Satelliten)
 - Multi GNSS Precise Point Positioning (PPP)
 - SBAS (3 GEO Satelliten) - Integrity Services CAT-I für China und Umgebung



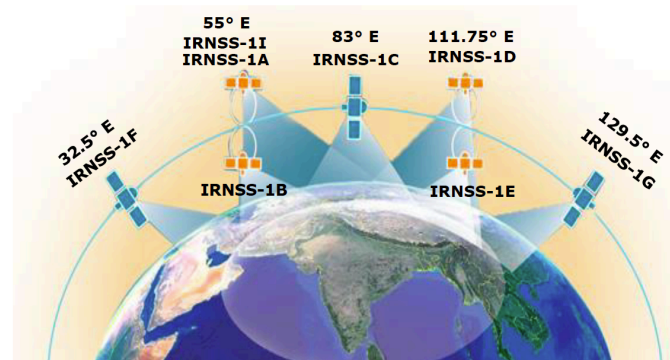
QZSS (Japan)

- QZSS soll erweitert werden, von 4 Satelliten auf 7 Satelliten (2023)
- Dienste verfügbar seit 1 Nov. 2018
 - Position, Navigation and Timing (PNT)
 - Sub-meter Level Augmentation Service (SLAS)
 - Centimeter Level Augmentation Service (CLAS) - Multi GNSS Precise Point Positioning (PPP) - Regionaler Service
 - Satellite Report for Disaster and Crisis Management (DC Report)
- Japanisches SBAS (MSAS) - ab 2020, Nutzung von QZS-3 und ab 2023 Nutzung von QZS-6 und QZS-7



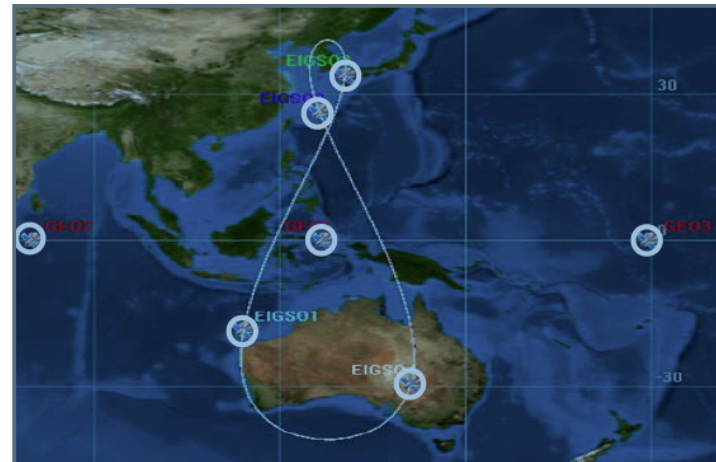
NavIC (India)

- Regionales System – Indien und Umgebung
 - 7 Satelliten (3 GEO, 4 IGSO)
- Dienste
 - Standard Positioning Service
 - Restricted Service
- Indisches SBAS (GAGAN) - Dienste seit 21 April 2015



KPS (Süd Korea) Pläne

- Regionales System – Korea und Umgebung, verfügbar 2034
 - 7 Satelliten (3 GEO, 4 EIGSO)
- Dienste noch nicht genau definiert
 - Standard Positions-Dienst (PVT)
 - Hochgenauer Dienst
 - Public Safety Service
- Koreanisches SBAS auf 2 Frequenzen



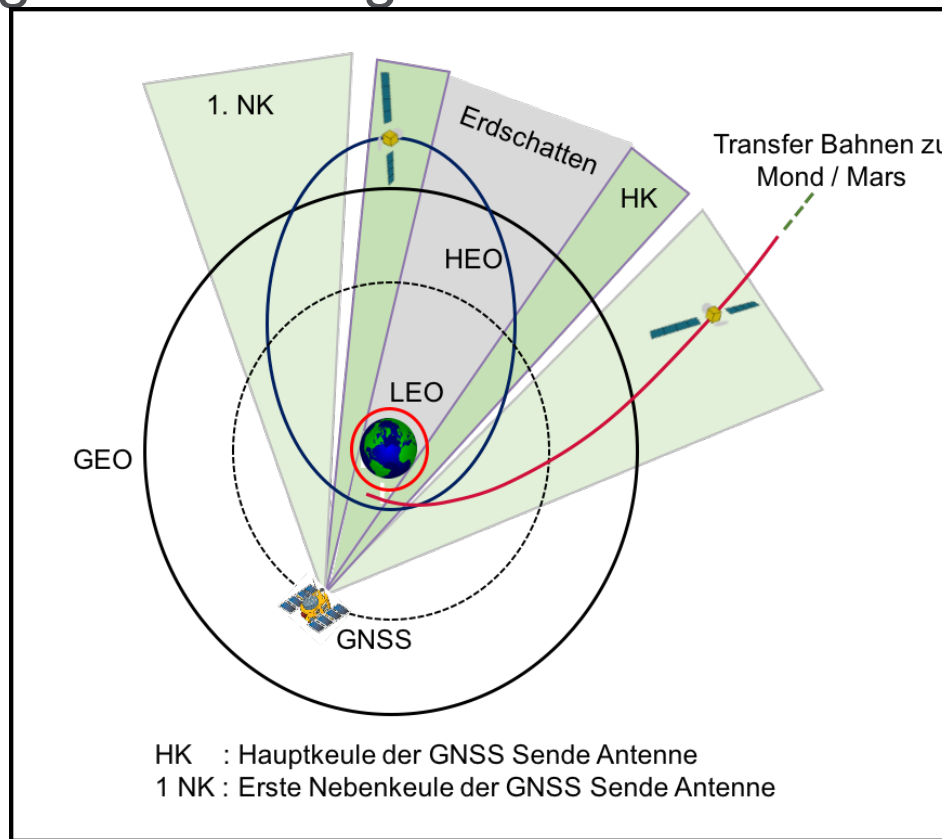
SBAS Systeme - Neu



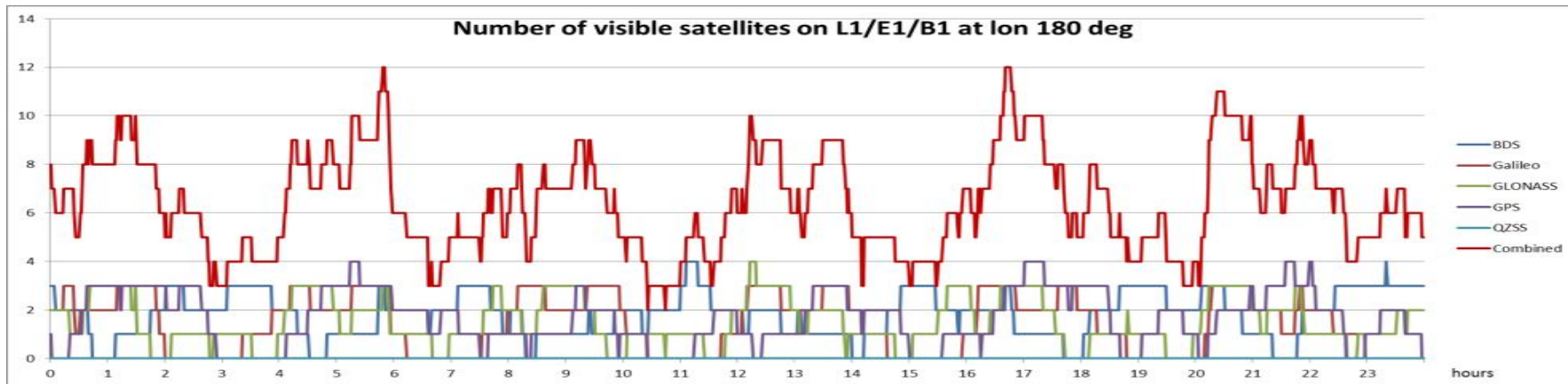
- Australien und Neuseeland (SBAS Test Bed)
 - Dienste
 - SBAS (1 Frequenz)
 - SBAS (2 Frequenz, multi-Konstellation)
 - Hochgenauer Dienst (PPP)
- NSAS – Nigerianisches SBAS
 - Dienste
 - SBAS (1 Frequenz)
 - Hochgenauer Dienst (PPP)



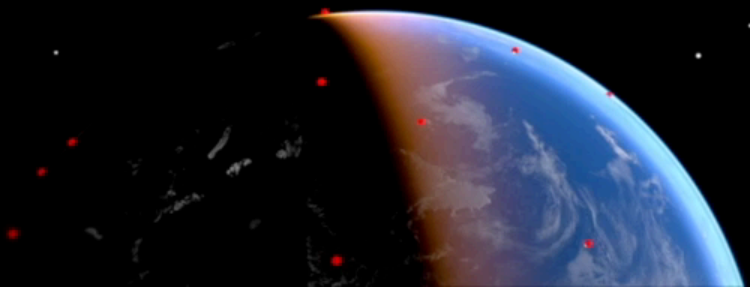
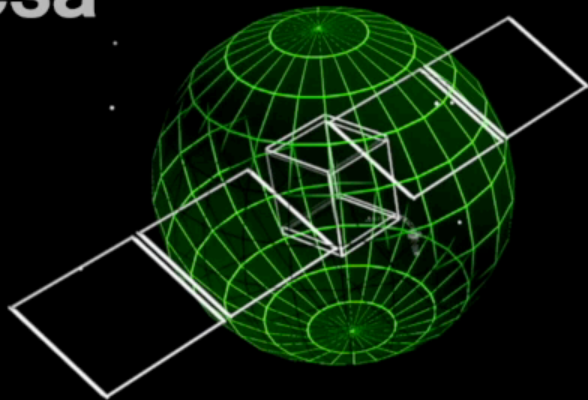
Erweiterung der Nutzungsbereiche



Neuerungen – Erweiterung der Nutzungsbereiche



Band	Constellation	At least 1 signal		4 or more signals	
		Avail. (%)	MOD (min)	Avail. (%)	MOD (min)
L1/E1/B1	GPS	82.15	73	3.31	697
	GLONASS	84.93	41	0.72	3805
	Galileo	63.4	82	0	20160
	BDS	91.85	27	0.94	722
	QZSS	0	20160	0	20160
	Combined	100	0	93.24	41



Satellite position accuracy

Galileo – High Accuracy Service (HAS)



5.3.2018

DE

Amtsblatt der Europäischen Union

L 62/35

HAT FOLGENDEN BESCHLUSS ERLASSEN:

Artikel 1

Der Anhang des Durchführungsbeschlusses (EU) 2017/224 wird wie folgt geändert:

1. in der Zeile mit dem Titel „Allgemeine Spezifikationen“ erhält der Text in der Spalte mit dem Titel „KD-Hochpräzision“ folgenden Wortlaut: „Bereitstellung von Hochpräzisionsdaten, sodass der Fehler bei der Positionsbestimmung auf unter zwei Dezimeter bei Verwendung unter Nennbedingungen verringert wird“;
2. in der Zeile mit dem Titel „Zugang zum Dienst“ erhält der Text in der Spalte mit dem Titel „KD-Hochpräzision“ folgenden Wortlaut: „– kostenloser Zugang“;
3. in der Zeile mit dem Titel „Einführung des Dienstes“ wird in der Spalte mit dem Titel „KD-Hochpräzision“ der Wortlaut „Startphase des Betriebs des kommerziellen Dienstes zwischen 2018 und 2020 – Phase des Vollbetriebs des kommerziellen Dienstes ab 2020“ durch den Wortlaut „Startphase der Signalbereitstellung zwischen 2018 und 2020 – Phase der vollen Erbringung des Dienstes ab 2020“ ersetzt.

Artikel 2

Dieser Beschluss tritt am zwanzigsten Tag nach seiner Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Union* in Kraft.

Brüssel, den 2. März 2018

Für die Kommission
Der Präsident
Jean-Claude JUNCKER

(Quelle: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018D0321>)

DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU)

- kostenloser Zugang zum Galileo High Accuracy Service
- „Bereitstellung von Hochpräzisionsdaten, sodass der Fehler bei der Positionsbestimmung auf unter zwei Dezimeter bei Verwendung unter Nennbedingungen verringert wird“;
- Dienst ab 2020 verfügbar

Galileo – High Accuracy Service (HAS)



Service and Signal features

Beschaffung von HAS durch eine Ausschreibung

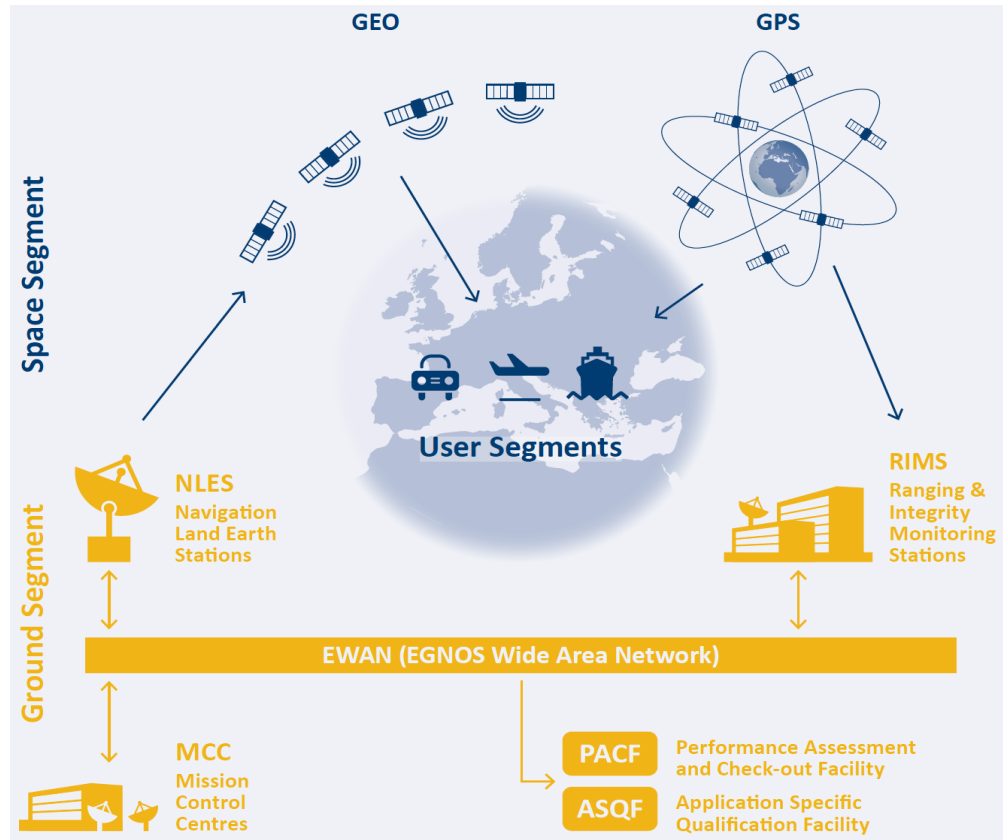
- The Decision has just been taken and most service features are currently under definition by EC/GSA/ESA.
- Receiver positioning accuracy with an error *around 20 cm*. Exact service definition and assumptions are TBC.
- Global coverage, including high latitudes.
- Possibly regional enhancement by ionospheric corrections to reduce time to precise fix.

	Signal and Data features
Frequency	1278.75 MHz
Signal	E6B
Min. Power	-158 dBW
Modulation	BPSK(5)
Chip Rate	5.115 Mcps
Code Length	1 ms
Symbol Rate	1000 sps
Data Rate	492 bps
HA Data Rate	448 bps (TBC)
Data Coding	FEC, as per Galileo OS SIS ICD, + interleaving 123 x 8
Spreading Code	
Encryption	No
Data Format	TBD, but based on an open ICD.
Data (TBC)	Orbit and clock corrections, code and phase biases, SQM, flags, ionospheric information.

Quelle: EC Präsentation auf dem Munich Summit, 06 März 2018



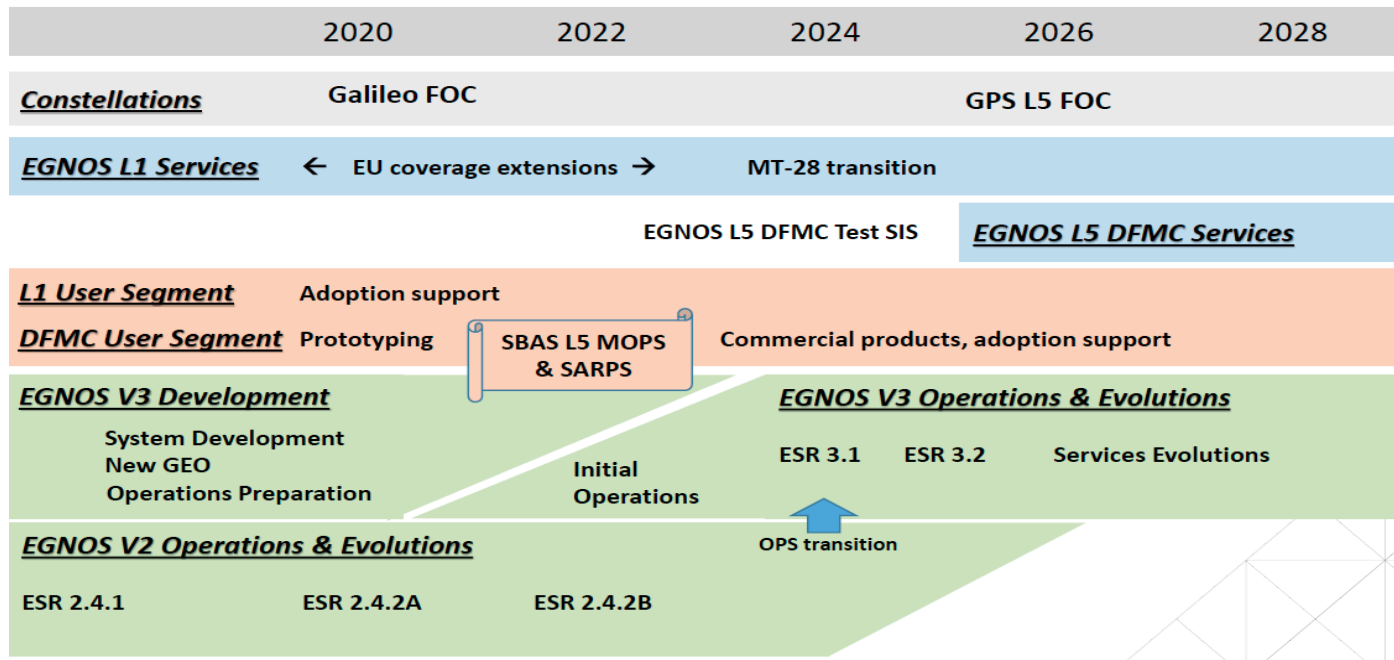
EGNOS V1 - Architektur



- EGNOS V3 befindet sich gegenwärtig in der Entwicklung
- **Schlüssel Elemente werden sein:**
 - EGNOS V3 wird den SBAS Standard L1/L5 erfüllen
 - EGNOS V3 wird die Produkte und den Service basierend auf zwei Frequenzen generieren
 - EGNOS V3 wird GPS und Galileo (multi-Constellation) Beobachtungen prozessieren
 - Wird geeignet sein für CAT1 (Vertical Alarm Limit - VAL10 m)
 - Robust gegenüber Security Threats

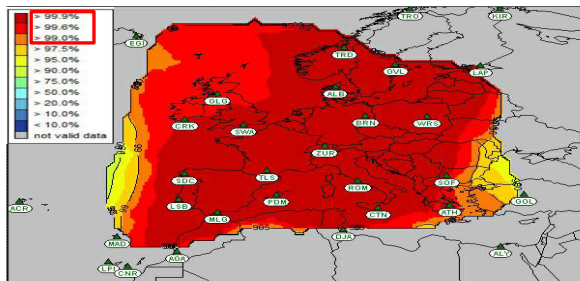
EGNOS V3

EGNOS Program Roadmap



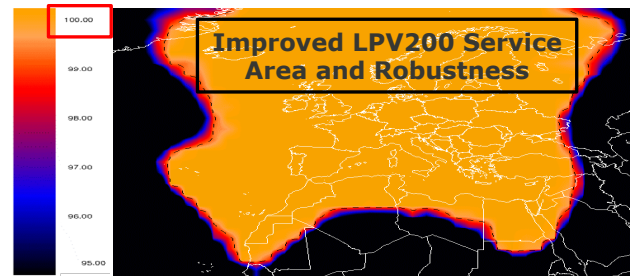
EGNOS V3 - Verbesserungen

EGNOS V2 – user terminal V1 (GPS L1) (30 GPS)

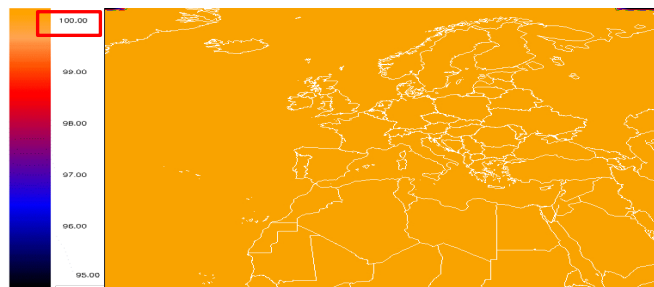


Source: ESSP – December 2017

**EGNOS Enhanced (Galileo signals only in the system)
– user terminal unchanged V1 (30 GPS + 24 GAL (IONO))**



**EGNOS DFMC – Galileo signals in the system and
in the user terminal (DFMC) (24 GPS + 24 GAL)**



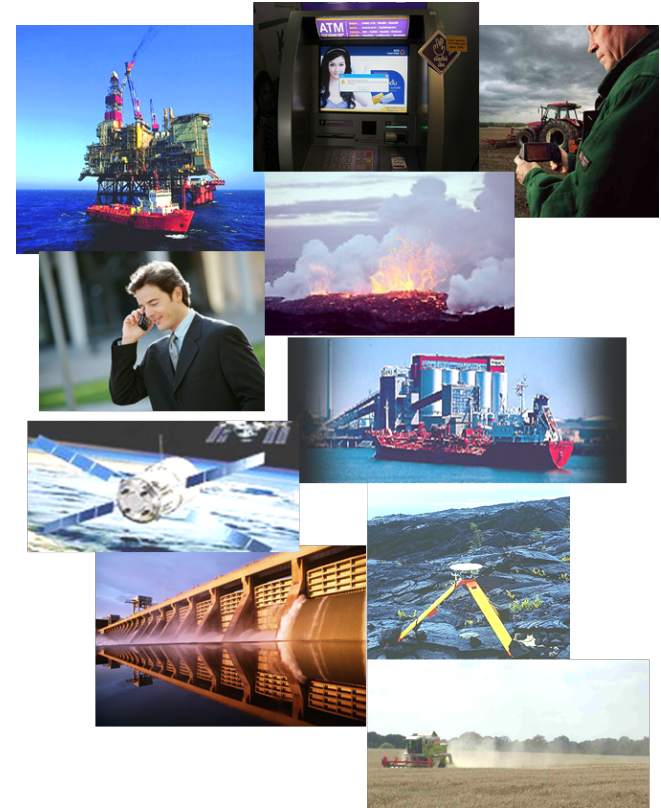
LPV200 Service everywhere in EU – fully robust to loss of GPS

Source:
ESA – EGEP

Anwendungen für High Accuracy Positioning Service



- Space Applications
- Agriculture, precision farming
- Machine Guidance
- Fisheries
- Forestry
- Civil Engineering, Mining, Oil
- Static Applications, Public Works
- Surveying and Mapping
- Disaster Monitoring
- Weather, Space Weather
- Timing and synchronization
 - Banking
 - Electricity network
 - Communication network



Zusammenfassung und Ausblick



- Der kostenfreie Galileo High Accuracy Service (HAS) befindet sich gegenwärtig in der Entwicklung
- HAS bietet ein enormes Potenzial für die Entwicklung neuer Applikationen, neuer globaler Märkte sowie als Motor für Innovation
- ENGOS V3 wird deutliche Verbesserungen bringen
- Die Nutzung von GNSS wird erweitert – GNSS SSV
- Neu GNSS Signale erlauben die Entwicklung von neuen Diensten
- Hochgenaue GNSS Positions-Dienste in nahezu Echtzeit sind der Schlüssel für die zukünftige Anwendungen
- Die GNSS Landschaft ist sehr dynamisch – es ist nicht alles beim Alten!!!

