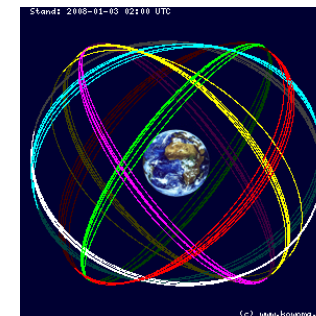
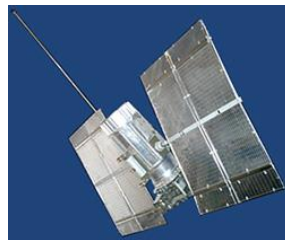


https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Brazil_flag_stars.svg
https://de.wikipedia.org/wiki/Kreuz_des_S%C3%BCdens
<https://de.wikipedia.org/wiki/Polarstern>

Existierende und zukünftige GNSS Systeme

- **NAVSTAR GPS** (31 aktive Satelliten)
- **GLONASS** (23 Satelliten (18 aktiv)– 27 Sat. Ende 2010)
- Beidou/**Compass** (momentan 4 GEOs)
- **IRNSS** (Indian Regional Navigation Satellite System)
insgesamt 7 Satelliten (1. Start 2009, 2011 Vollausbau)
- **QZSS** (Japan Quasi-Zenith Satellite System (3 Satelliten)

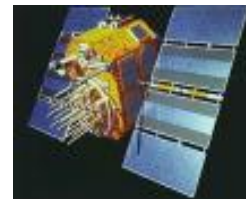
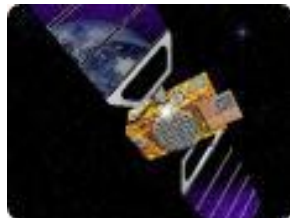
Quelle: Elisabeth Klaffenböck (2010)



Warum GALILEO?

GPS + GLONASS

- Betreiber sind militärische Organisationen
- Keine Garantie für ständige Verfügbarkeit
- Keine Integritätsinformation



Warum GALILEO?

GALILEO

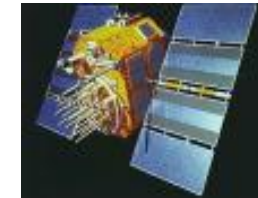
- Steigerung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit
- **Integritäts**information – erhöhte Sicherheit
- **Garantie** der Dienste
- **Interoperabilität** mit GPS/GLONASS
- Günstigere Abdeckung von Nordeuropa

Strategische Bedeutung

- **ziviles** europäisches Navigationssystem
- Europäische **Unabhängigkeit**

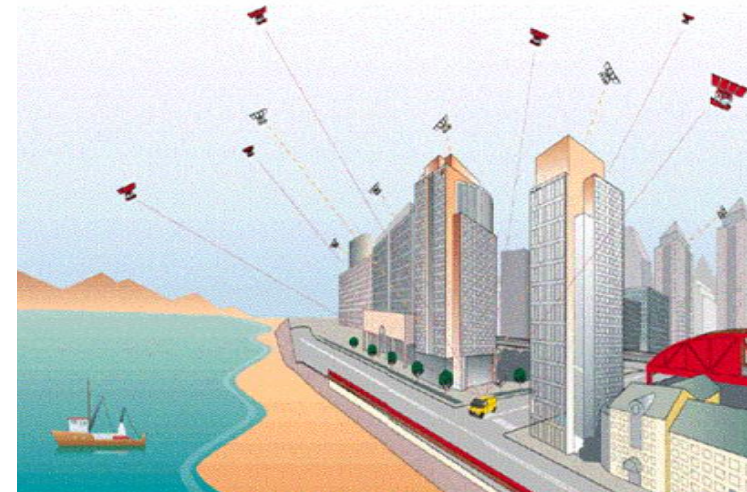
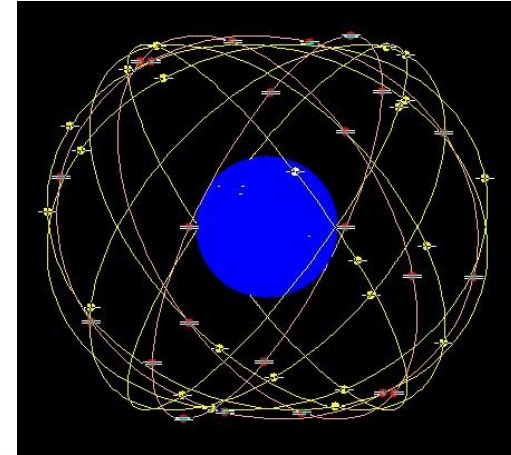
Wirtschaftliche und volkswirtschaftliche Bedeutung

- Navigations Know How in Europa
- Marktanteil für europäische Industrie
- Schaffung von **Arbeitsplätzen**
- GALILEO ermöglicht neue und innovative Dienste

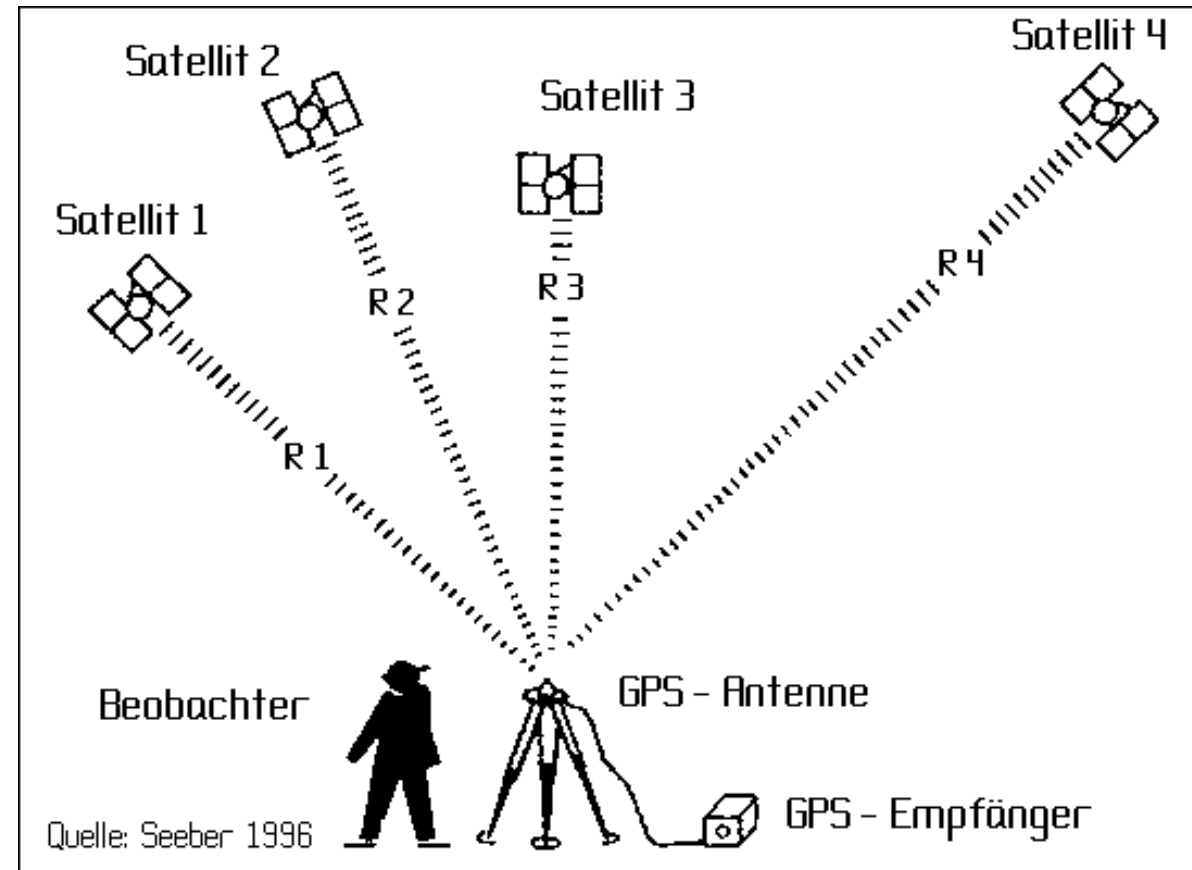
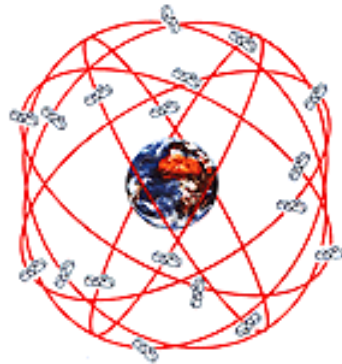
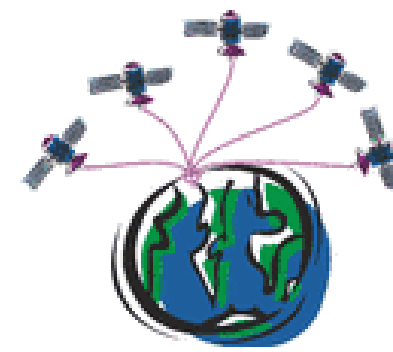


Galileo + GPS + GLONASS + SBAS = Multiple GNSS

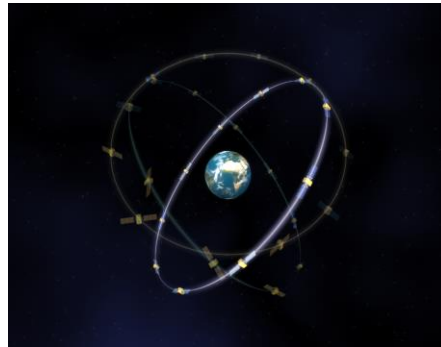
- Abhängigkeit von GPS ist nicht zu unterschätzen (Zeitsynchronisation)
- Garantie für freie Verfügbarkeit der GPS Signale?
- Interoperabilität von GPS – GLONASS – GALILEO ist gewährleistet – insgesamt 80 Satelliten
- Mit freiem Horizont ist GPS ausreichend – zusätzliche Satelliten
- Genauigkeitssteigerung im urbanen Bereich



Prinzip der Positionsbestimmung

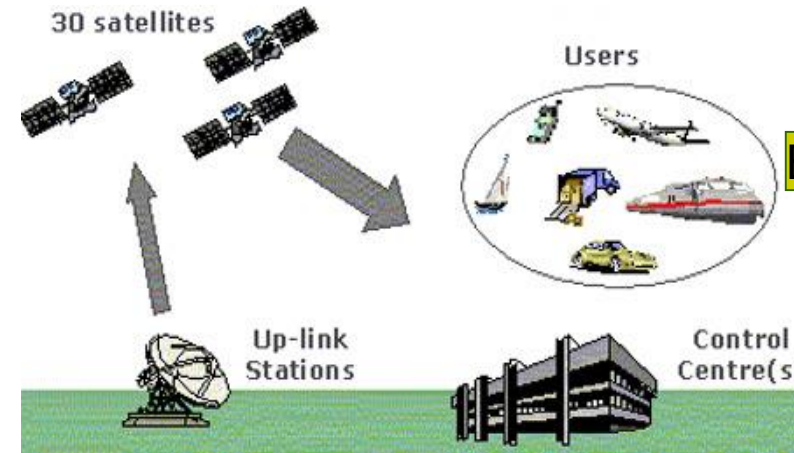


Wie funktioniert Galileo? Das technische Konzept

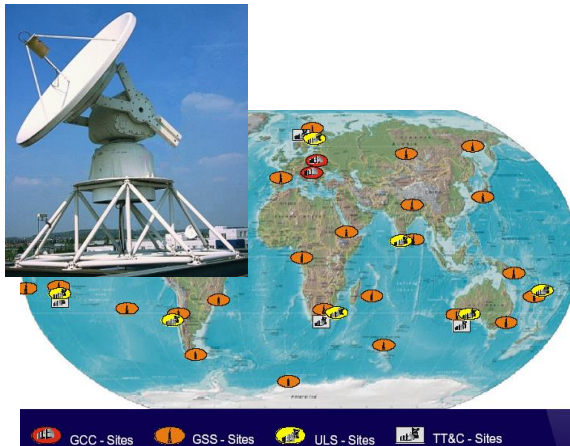


- Walker 27/3/1 + 3 in-orbit spares (insg. 30 Sat)
- Höhe 23 616 km
- Inklination 56 deg

Raumsegment



Benutzersegment



- 2 (3) Kontrollzentren
- 9 Uplink-Stationen
- 5 TT&C Stationen
- 30 Sensor Stationen

Boden- / Kontrollsegment

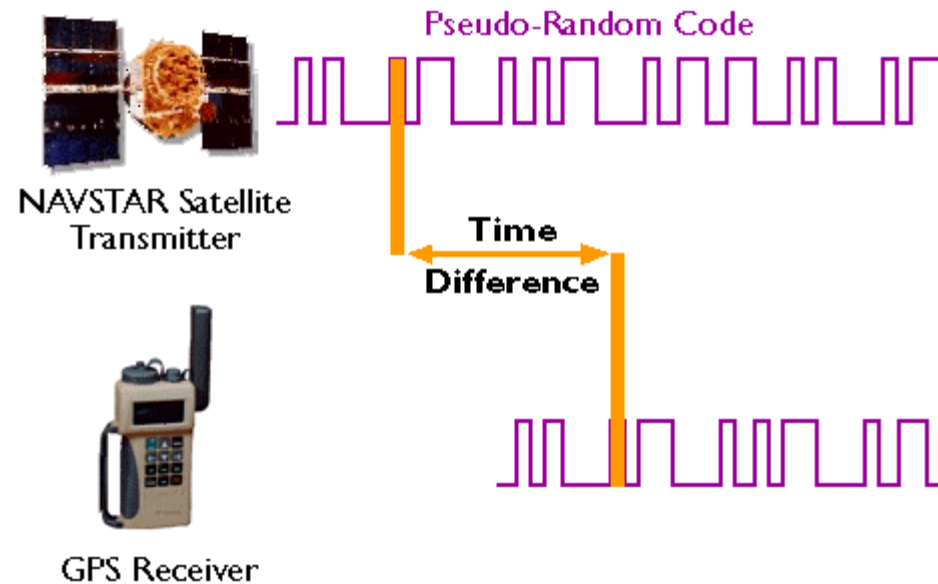
Quelle: Elisabeth Klaffenböck (2010)

GALILEO - Bodensegment

- zwei gleichberechtigte redundante **Kontrollzentren** (GCC) in Oberpfaffenhofen (D) und eines in Fucino (I) zur Navigationskontrolle und Synchronisation der Satelliten
- 5 TTC (Telemetry, Tracking, Command) Stationen, **Satelliten-Kontrollstationen** für die Satellitenkommunikation zur Verfolgung und Steuerung der Satelliten
- 10 **Up-link-Stationen** (ULS) zur Aktualisierung der ausgestrahlten Galileo-Navigationssignale, Kommunikation mit 3-Meter-Antennen im C-Band (5 GHz)
- 40 **Sensorstationen** (GSS) zur Erfassung der Galileo-Signale im L-Band.
- ein Kontrollzentrum in Spanien, das das **Safety-of-Life**-Signal kontrolliert und zusätzlich als Reserve-GCC dient

Entfernungsmessung

Bestimmung der **Entfernung** durch Messung der **Laufzeit** zwischen Satellit und Empfänger (**Einwegverfahren**)



Vergleich von Codesequenzen → **Laufzeit**

→ **Entfernung** = **Laufzeit** (0.07 s) * Lichtgeschwindigkeit

Voraussetzung:

hochgenaue Atomuhren
Satellitenkoordinaten

Quelle: Elisabeth Klaffenböck (2010)

GALILEO - Zeittechnik

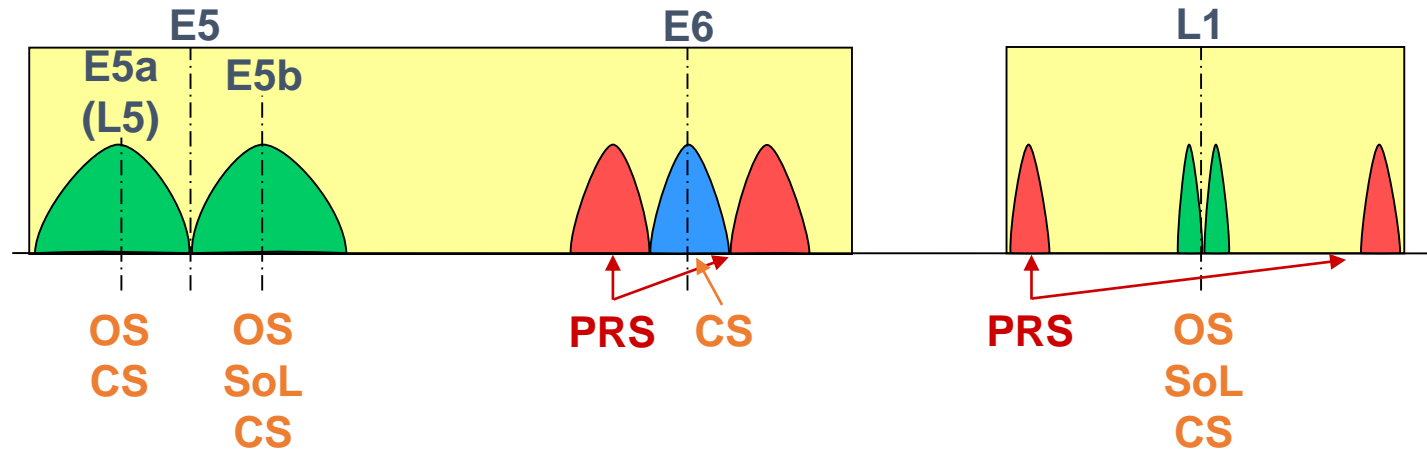
- Rubidium Atomuhr (RAFS)
 - Stabilität: 0.3 m in 3 h
 - Masse : < 1.4 kg
 - Leistung : < 20 W



- Passiver Wasserstoff - Maser
 - Stabilität: 0.3 m in 10 h
 - Masse : < 15 kg
 - Leistung : < 60 W



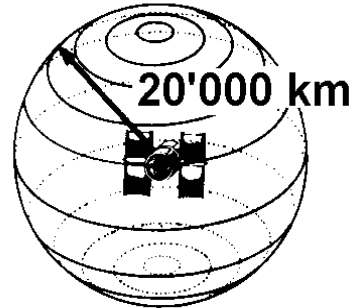
GALILEO Frequenzen



- 10 verschiedene Signale auf 4 Frequenzbändern
- nahe GPS und GLONASS Frequenzbänder
- verschiedene Dienste nutzen verschiedene Signalkombinationen
- Juli 2007: Einigung mit US: MBOC Code für GPS III L1 und GALILEO L1F

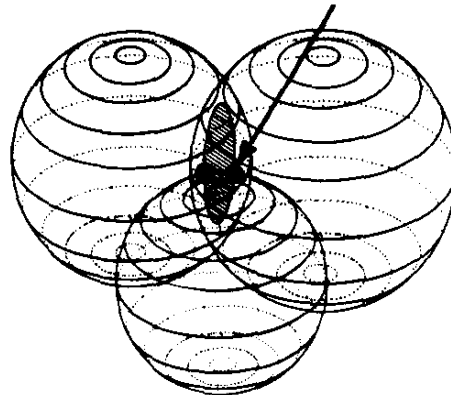
Prinzip der Positionsbestimmung

Eine Distanz

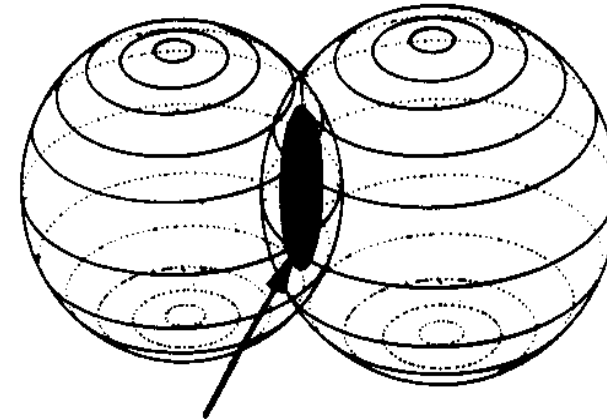


Drei Distanzen

Drei Messungen definieren
einen Punkt

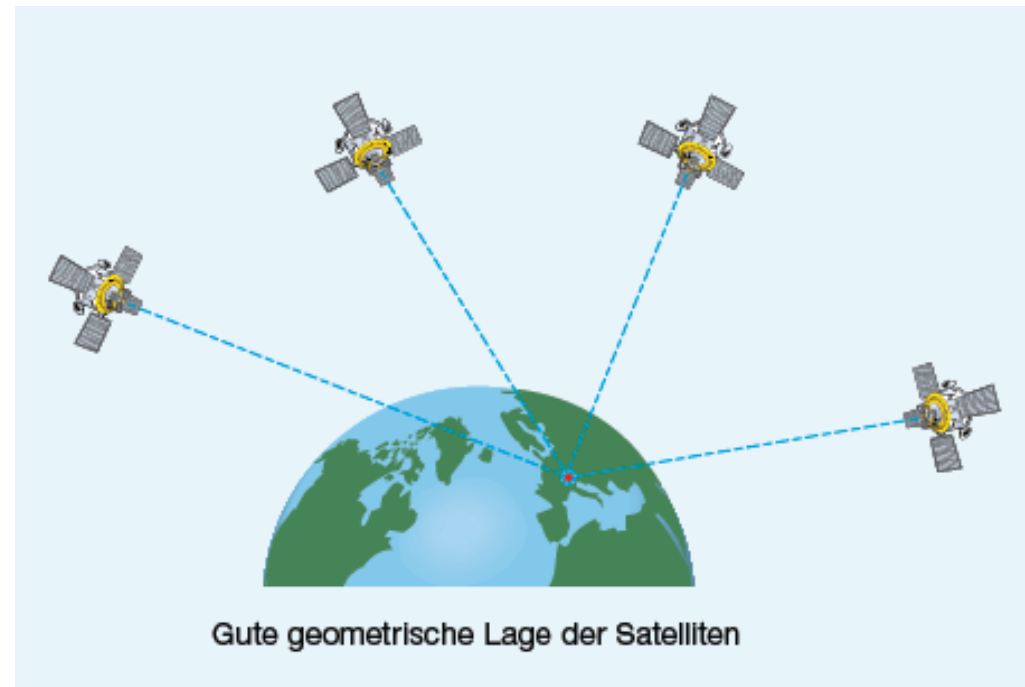
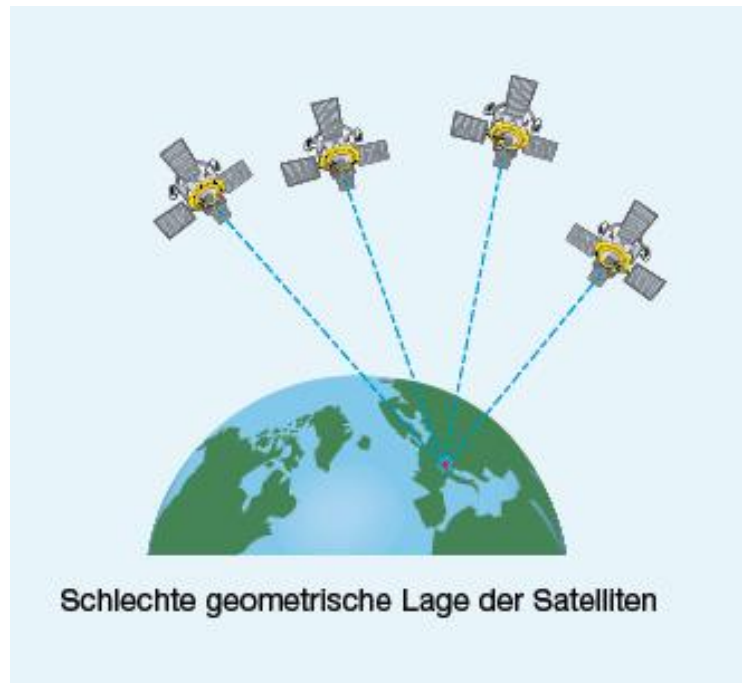


Zwei Distanzen

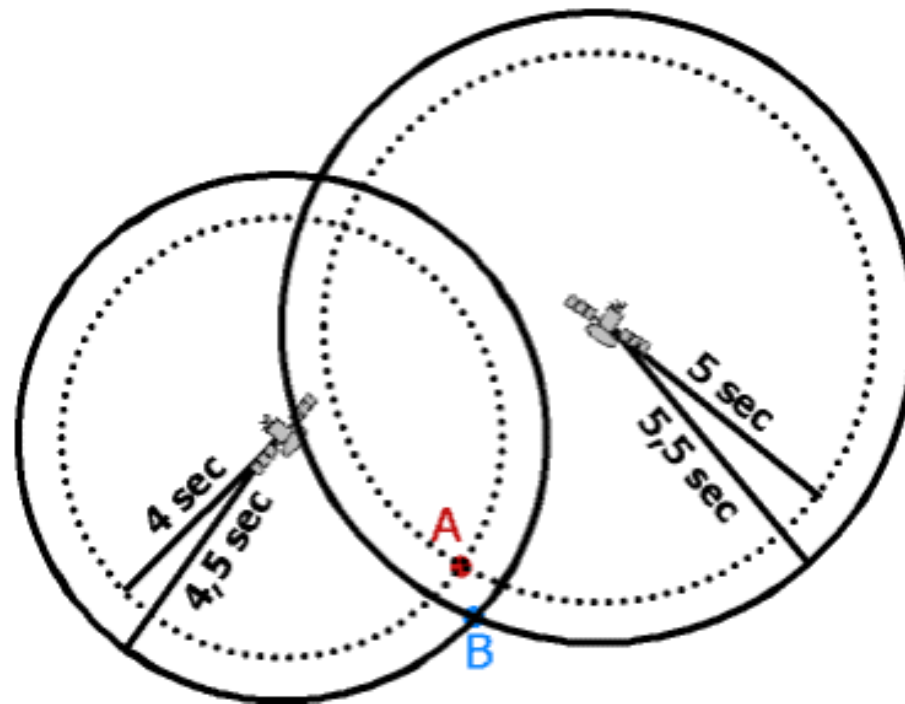


Zwei Messungen definieren
einen Kreis

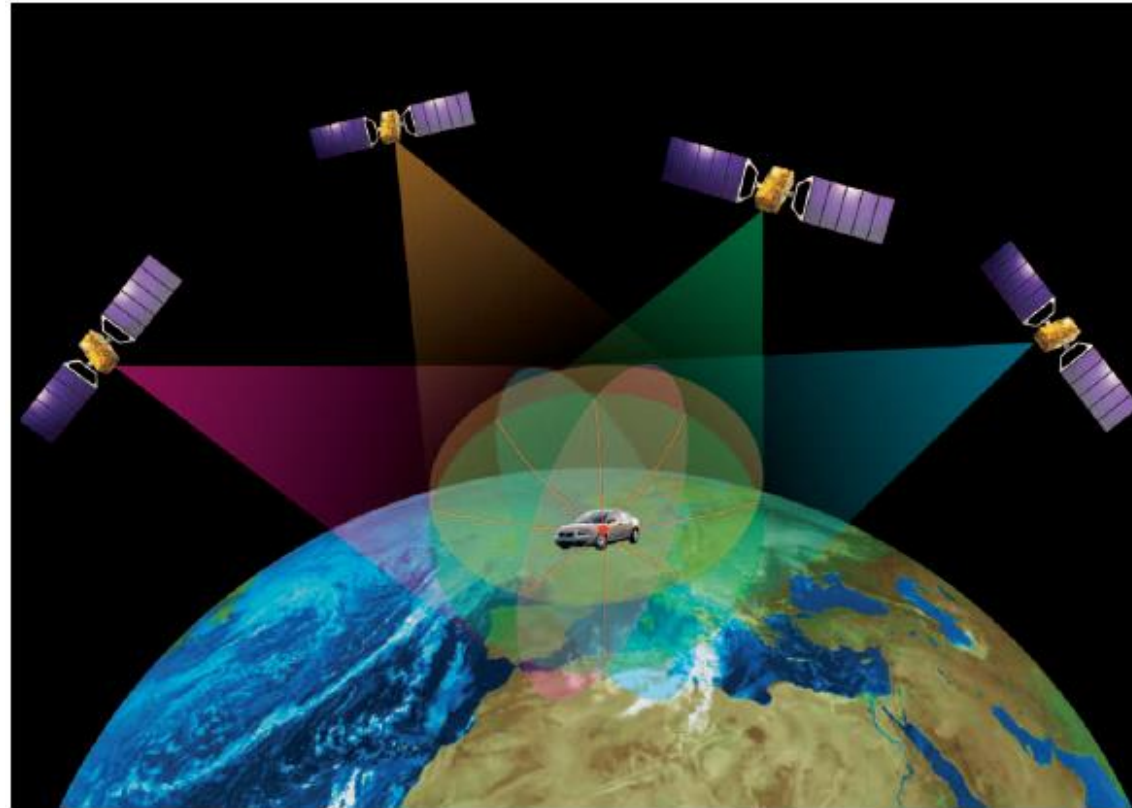
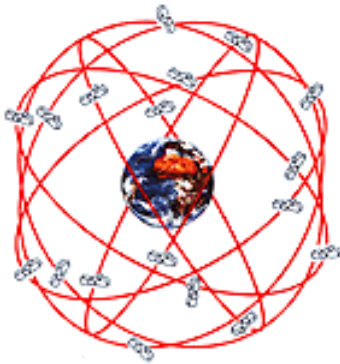
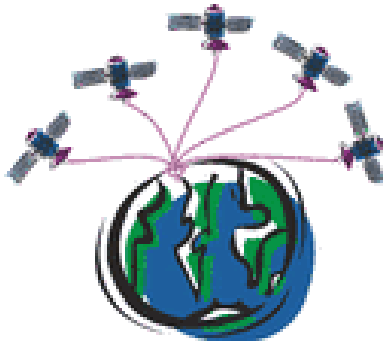
Geometrie



Positionierungsfehler



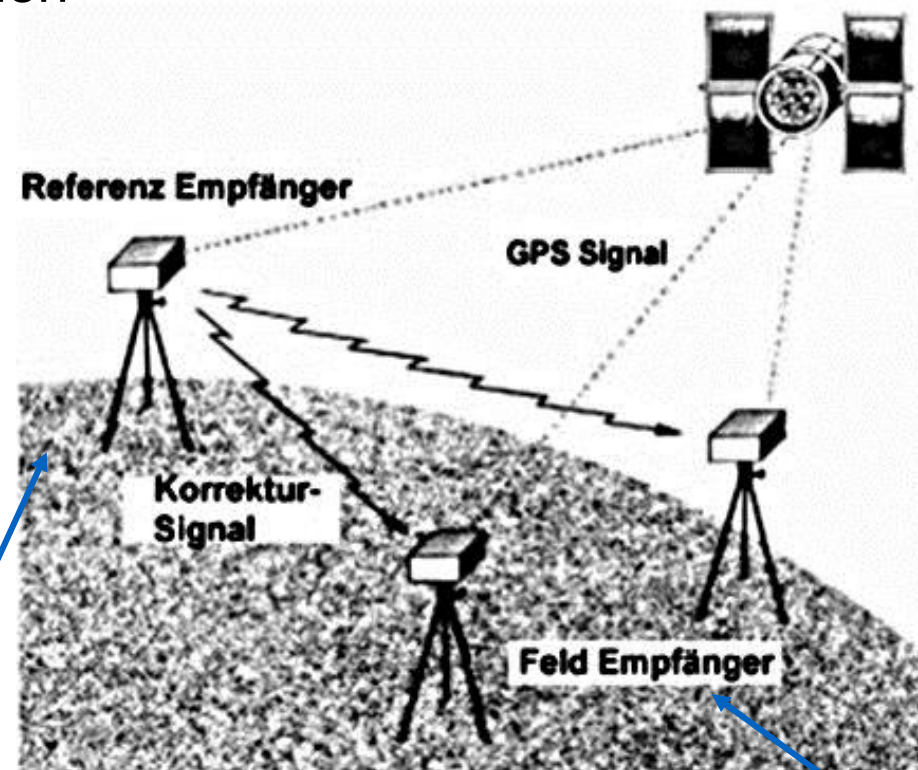
Prinzip der Positionsbestimmung



So konzipiert, dass theoretisch immer auf jedem Punkt der Erde **vier Satelliten** sichtbar sind.

Differential GPS - Prinzip

Viele Fehlereinflüsse wirken gleich auf benachbarte Stationen



genau bekannte Station

gesuchte Position

Anforderungen an ein GNSS

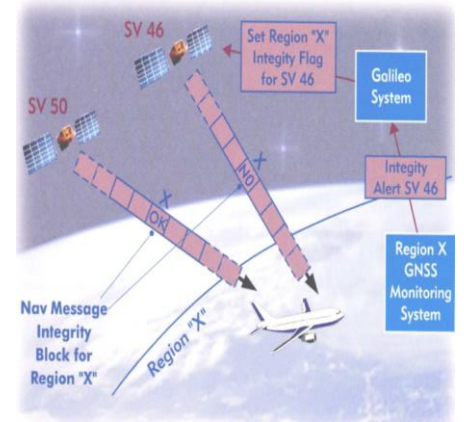
- Positionsgenauigkeit (Accuracy)
- Verfügbarkeit (Availability)
- Integrität (Integrity)
- Zuverlässigkeit (Reliability)



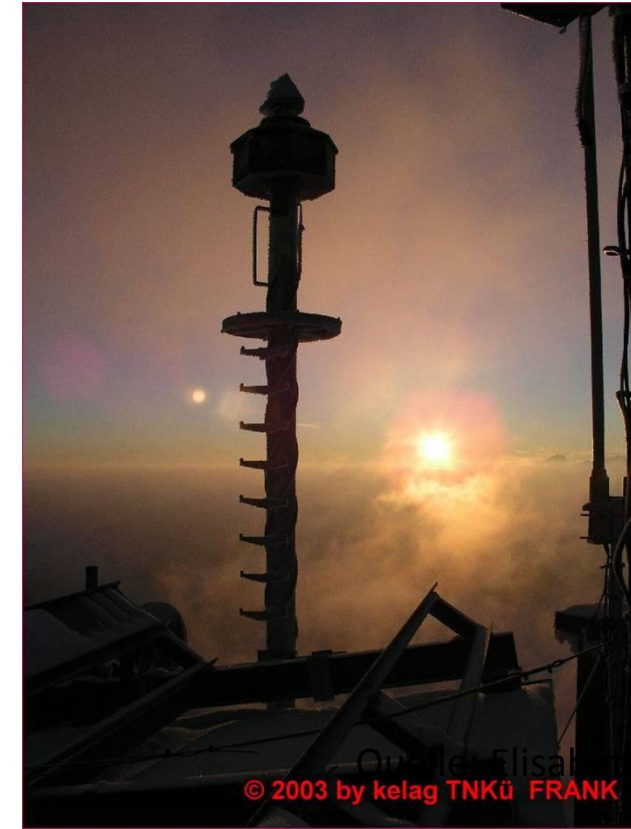
Integrität

Die Fähigkeit eines Navigations-Systems dem Nutzer eine **Warnung** innerhalb einer bestimmten Zeitspanne zu übermitteln, dass das Navigations-System nicht zur Navigation verwendet werden soll






- Integrität bedeutend für eine Vielzahl von Anwendungen
- GPS hatte 2010 kein Integritäts-Konzept als integraler Bestandteil der Architektur



Nutzer - Empfängertypen



Was bietet GALILEO?

Open Service	<ul style="list-style-type: none"> * Basisdienst für Massenmarkt * kostenloser, frei zugänglicher Dienst * keine Servicegarantie und Integritätsmeldung 	
Commercial Service	<ul style="list-style-type: none"> * kostenpflichtiger Dienst * OS + 2 zusätzliche verschlüsselte Signale * <u>Servicegarantie</u> 	
Safety of Life	<ul style="list-style-type: none"> * zusätzliche <u>Integritätsinformation</u> * <u>Servicegarantie</u> * sicherheitskritische Nutzungen 	
Public Regulated Service	<ul style="list-style-type: none"> * verschlüsselte Signale * Integritätsinformation * <u>Servicegarantie</u> 	
Search and Rescue	<p>sendet global das von Notsignalsendern empfangene Signal aus</p>	

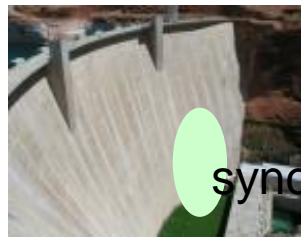
Quelle: Elisabeth Klaffenböck (2010)

Dienste - Beispiele

- Safety of Life
 - Luft-, Bahn-, Schiffverkehr
 - Verkehrsüberwachung
- PRS
 - Krankenwagen, Polizei, Feuerwehr, ...
- Kommerzielle Dienste (CS)
 - LKW Flottenmanagement, Bankwesen, ...
- Massenanwendungen
 - PKW-Navigation, Freizeit, ...
- Professionelle Anwendungen
 - Öl-, Gassuche
 - Vermessung
 - Raumfahrt ...



GALILEO Dienstleistungen



Zeit-
synchronisation



Freizeit



Land-
wirtschaft



Flugverkehr

Ingenieurs-
vermessung



Public Regulated
Service

Wissen-
schaft



Flotten-
management

Schienen-
verkehr



Autonavigation

....

Nutzeranforderungen

