

Geomedien und Geokommunikation

Mobile Systems & LBS

Satellitengestützte Positionierung/Navigation

Eva Missoni-Steinbacher, Peter Jeremias

Einleitungsfragen...

- Wer besitzt ein Smartphone?
- Nützt ihr es auch zur Navigation?
- Funktioniert die Navigation/Positionierung jederzeit einwandfrei?

Was ist hier passiert?



Sattelzug auf Abwegen: Aufwendige Bergung

Ein 38,5 Tonnen schwerer Sattelzug hat am Mittwoch in Bildstein in einer aufwendigen Aktion geborgen werden müssen. Der Lenker aus Polen wollte ursprünglich nach Widnau (CH), das Navi leitet ihn aber auf die viel zu schmale Gemeindestraße in Bildstein.

Der polnische Sattelzug war laut Polizei am Mittwochvormittag in Deutschland beladen worden. Die Fracht war für eine Firma in der Schweiz bestimmt. Wie der Lenker angab, habe er die Lieferadresse korrekt ins Navigationsgerät eingegeben. Aus bisher unerklärlichen Gründen navigierte ihn das Gerät jedoch nach Wolfurt und in weiterer Folge über die Bildsteinerstraße (L15) nach Bildstein.

In Bildstein Dorf, auf Höhe der Abzweigung Farnach/Alberschwende, fuhr der 38,5 Tonnen schwere Lkw geradeaus ins „Töbele“ zwischen den Parzellen Baumgarten und Bereuter. Auf der für den Sattelzug viel zu schmalen Gemeindestraße kam der Sattelanhänger schließlich in einer Linkskurve links von der Straße ab und rutschte in den dortigen Abhang. Da auch das Zugfahrzeug rechts vorne anstieß, war weder ein Vor- noch Rückwärtsfahren mehr möglich.

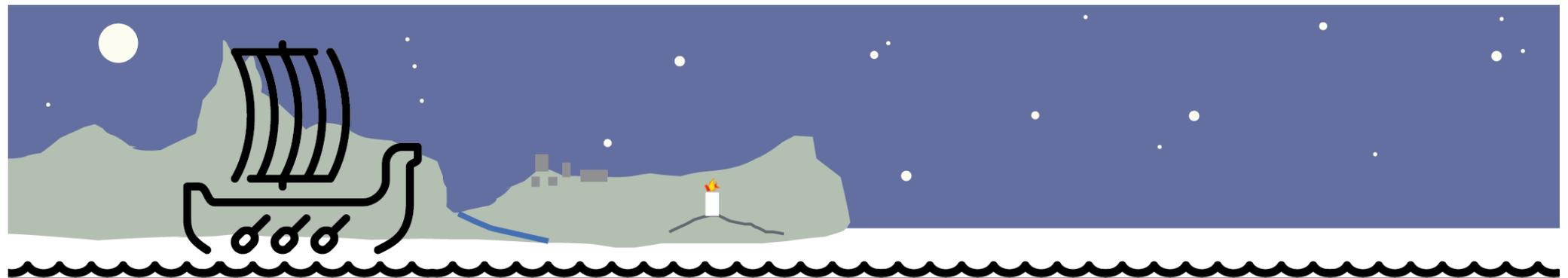
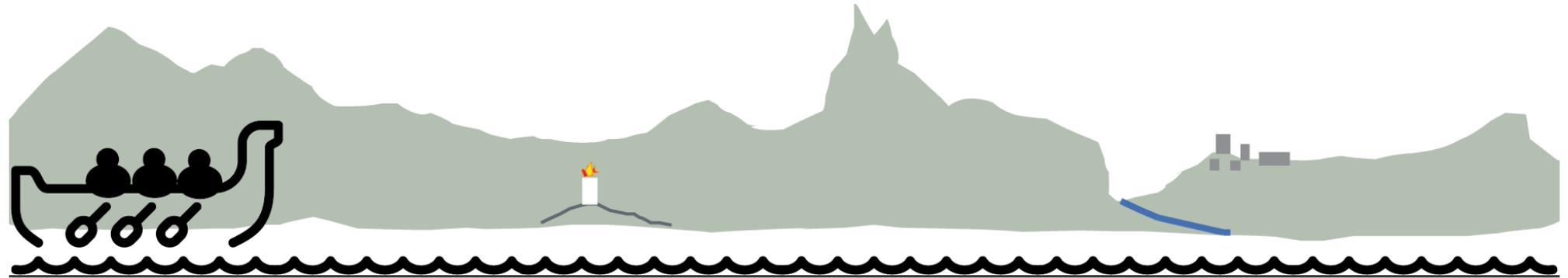


The background is a solid blue color with a subtle pattern of white navigation-related icons. These include several circular gauges with tick marks and numbers (150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260) around their perimeters. There are also various circular arrows, some solid and some dashed, indicating movement or rotation. The overall aesthetic is clean and technical.

Geschichte der Navigation

Frühe Navigationsformen

- Markante Punkte an der Küste, Wind, Gestirne



Einsatz von Hilfsmitteln

- Seewegsbeschreibungen: ab dem 13. Jh



Einsatz von Hilfsmitteln

- Kompass: seit 11.Jh



Seewegsbeschreibungen



Einsatz von Hilfsmitteln

- Jakobsstab



Seewegsbeschreibungen



Kompass

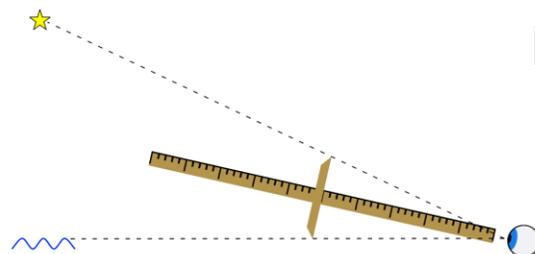


Einsatz von Hilfsmitteln

- Sextant



Jakobsstab



Kompass



Seewegsbeschreibungen

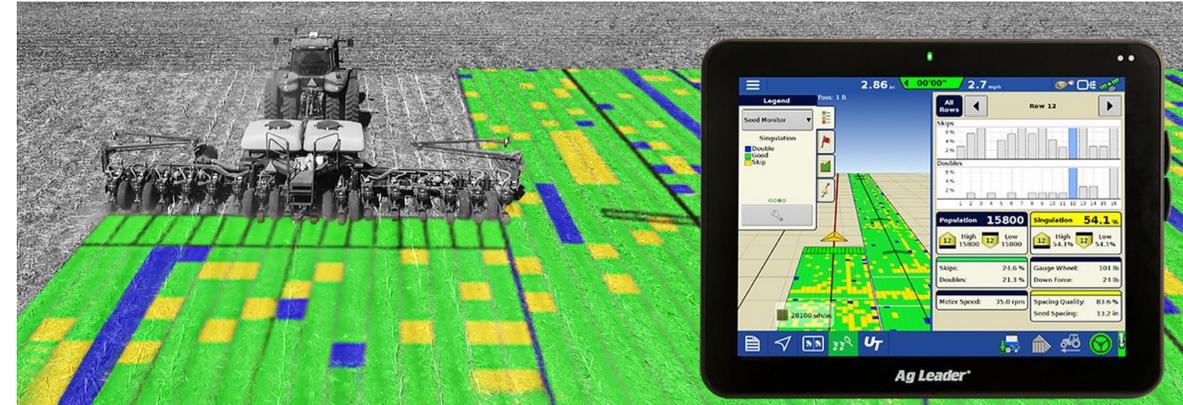
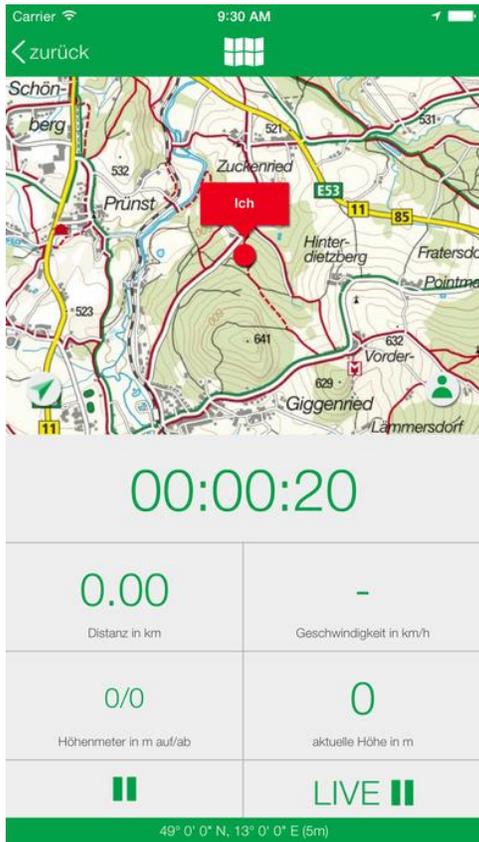


Satellitengestützte Navigationssysteme

GNSS - **G**lobal **N**avigation **S**atellite **S**ystem

Wo kommt GNSS zum Einsatz?

Wo kommt GNSS zum Einsatz?



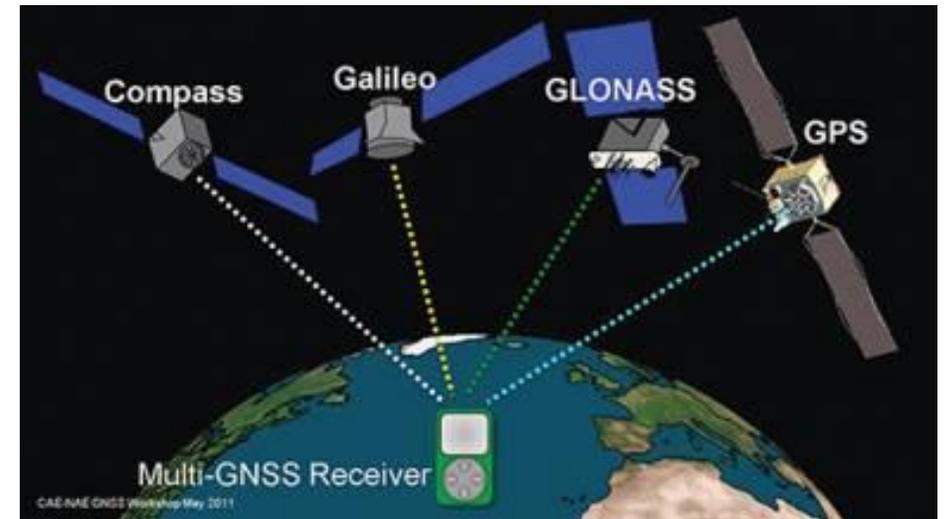
Was ist GPS – was ist GNSS?

- **Global Positioning System** (*Globales Positionsbestimmungssystem*)
- ursprünglich fürs US-amerikanische Militär entwickelt
- Begriff für alle satellitengestützten Navigationssysteme:
GNSS (Global Navigation Satellite Systems)



GNSS: Gleichzeitige Nutzung verschiedener Positionssysteme

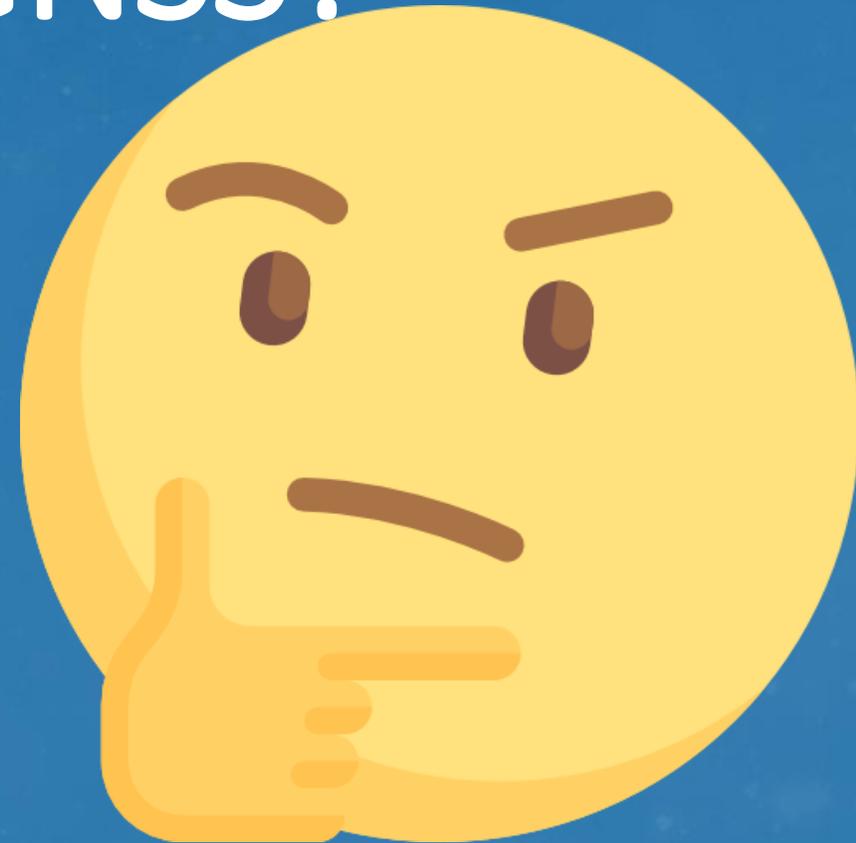
- gleiche Art von Signal: kompatible Smartphones können jedes unterstützte GNSS-System nutzen
- zB. schlechter GPS-Empfang → Nutzung von GLONASS oder Galileo
- gleichzeitige Nutzung von Satelliten verschiedener Systeme
- Erhöhung der Genauigkeit!
- Vertrag 2004: Betreiber der 4 globalen Systeme verpflichten sich gegenseitig nicht zu behindern



Jetzt die große Frage:

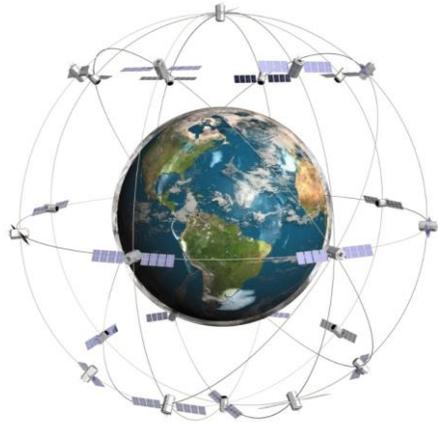
WIE FUNKTIONIERT GNSS?

- Technische Voraussetzungen
- Ablauf von Positionsbestimmungen
- Praktische Übung
- Genauigkeit und Fehlerquellen bei GPS
- Wifi-GPS



GNSS Segmente

Weltraumsegment



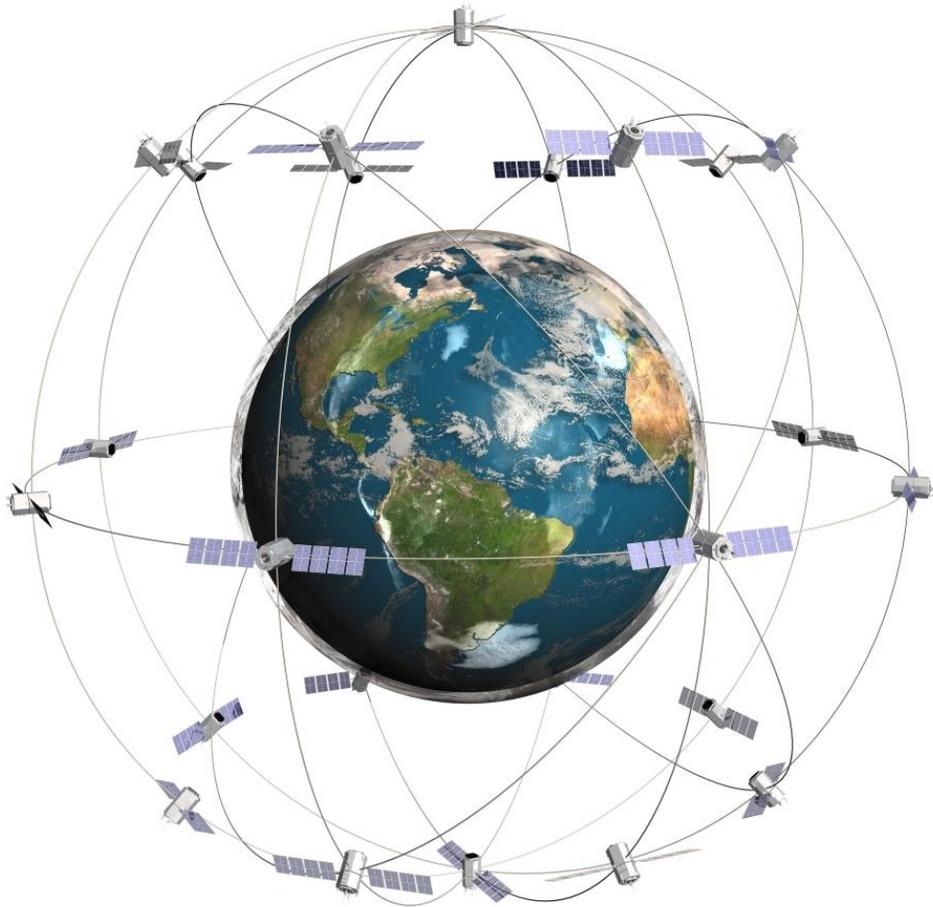
Kontrollsegment



Benutzersegment



GNSS Weltraumsegment



Satelliten umkreisen die Erde

- auf 6 Orbitbahnen
- alle 12 Stunden
- Flughöhe: 23.000 km

GNSS Kontrollsegment



Bodenstationen:

- Satelliten werden beobachtet und kontrolliert

Bodenantennen:

- korrigieren Bahnen der Satelliten
- Updates der Informationsdaten der Satelliten

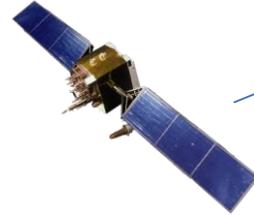
Hauptkontrollstation:

- Colorado Springs/USA

GNSS Benutzersegment



GNSS Positionsbestimmung



GPS-Satelliten

Geschwindigkeit: 3,9 km/s
Flughöhe: 20.000 km

Zum Vergleich:

Wettergeschehen?
bis **18 km** (Äquator)

Erdumfang am Äquator?
40.000 km

GNSS Positionsbestimmung

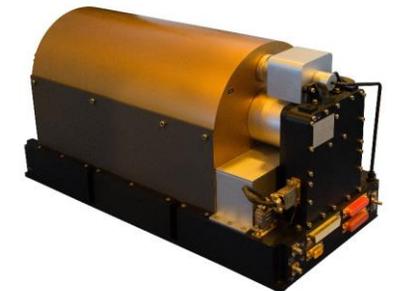


GPS-Satellit

Atomuhr für präzise Zeit



Rubidium-Uhr



Maser-Uhr

GNSS Positionsbestimmung



GPS-Satellit

Signale: elektromagnetische Wellen

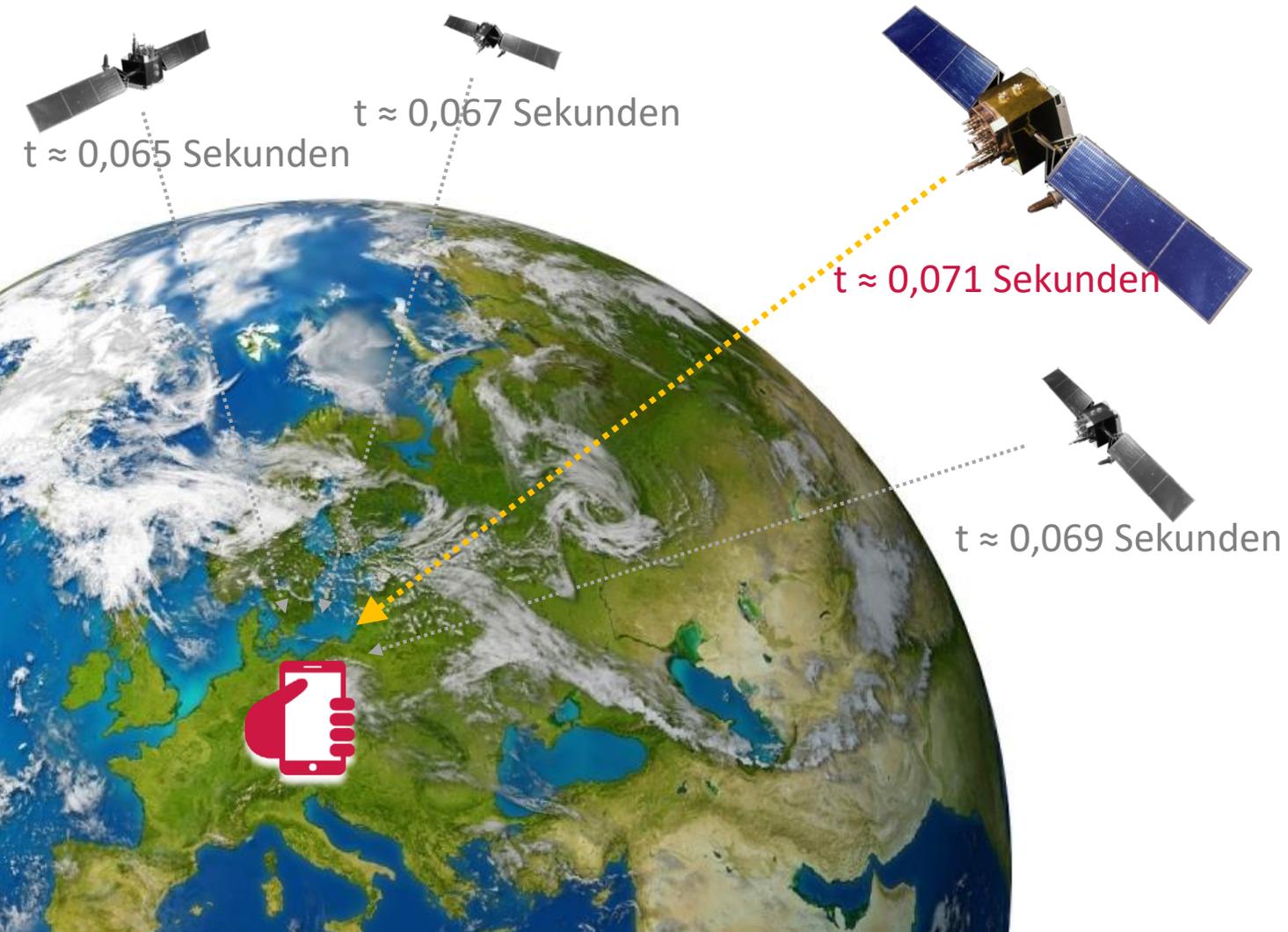
Signale enthalten:

- **Identifizierung** des Satelliten
- **Satellitenposition:** Orbitinformation
- **Zeitmarker** mit präziser Zeit

GNSS Positionsbestimmung



Empfänger - Signallaufzeit

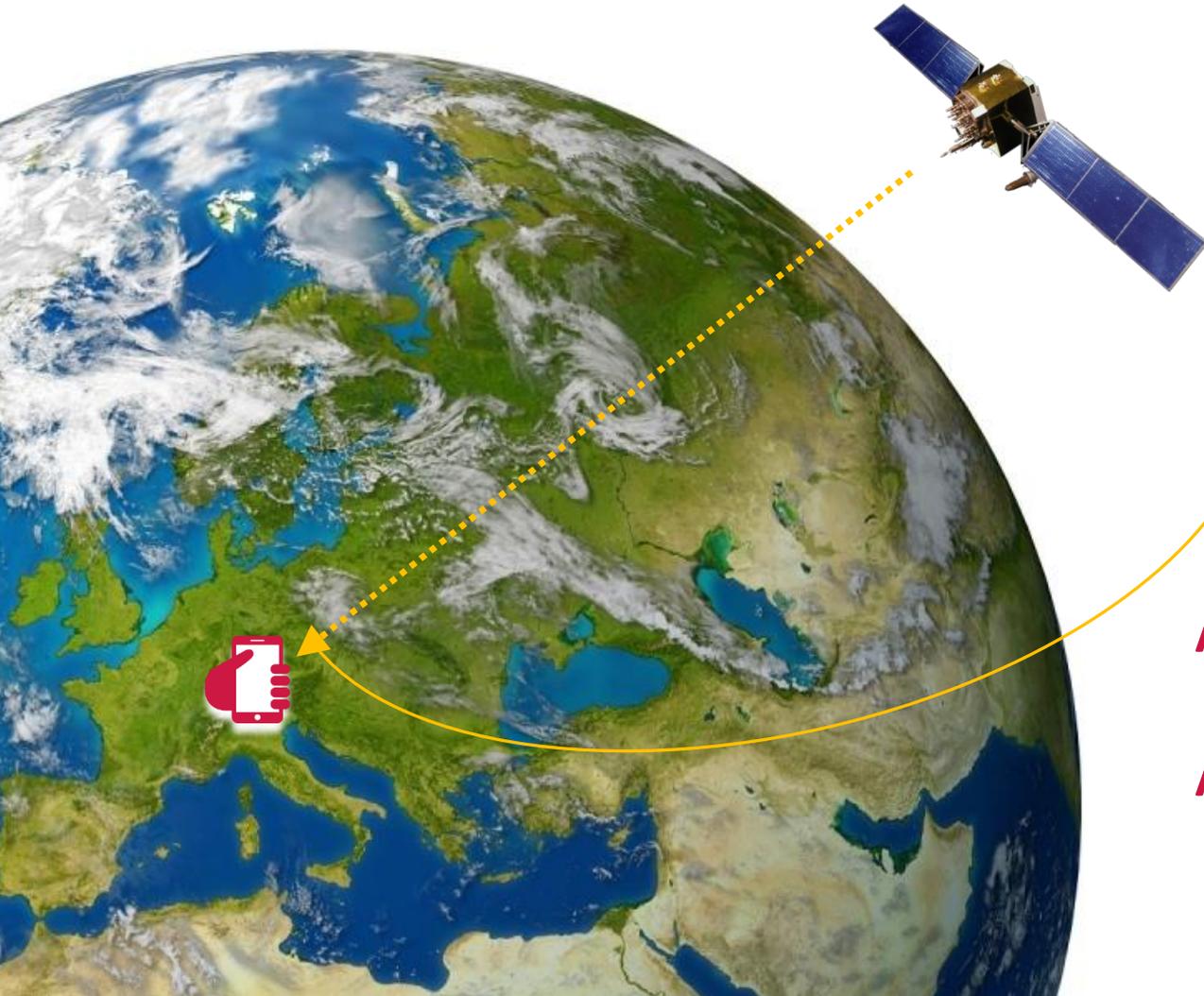


Signallaufzeit:

Zeit, die Signal vom Satelliten zum Empfänger benötigt

GNSS Positionsbestimmung

Trilateration



GPS-Satellit

Signale: elektromagnetische Wellen
mit **Lichtgeschwindigkeit**

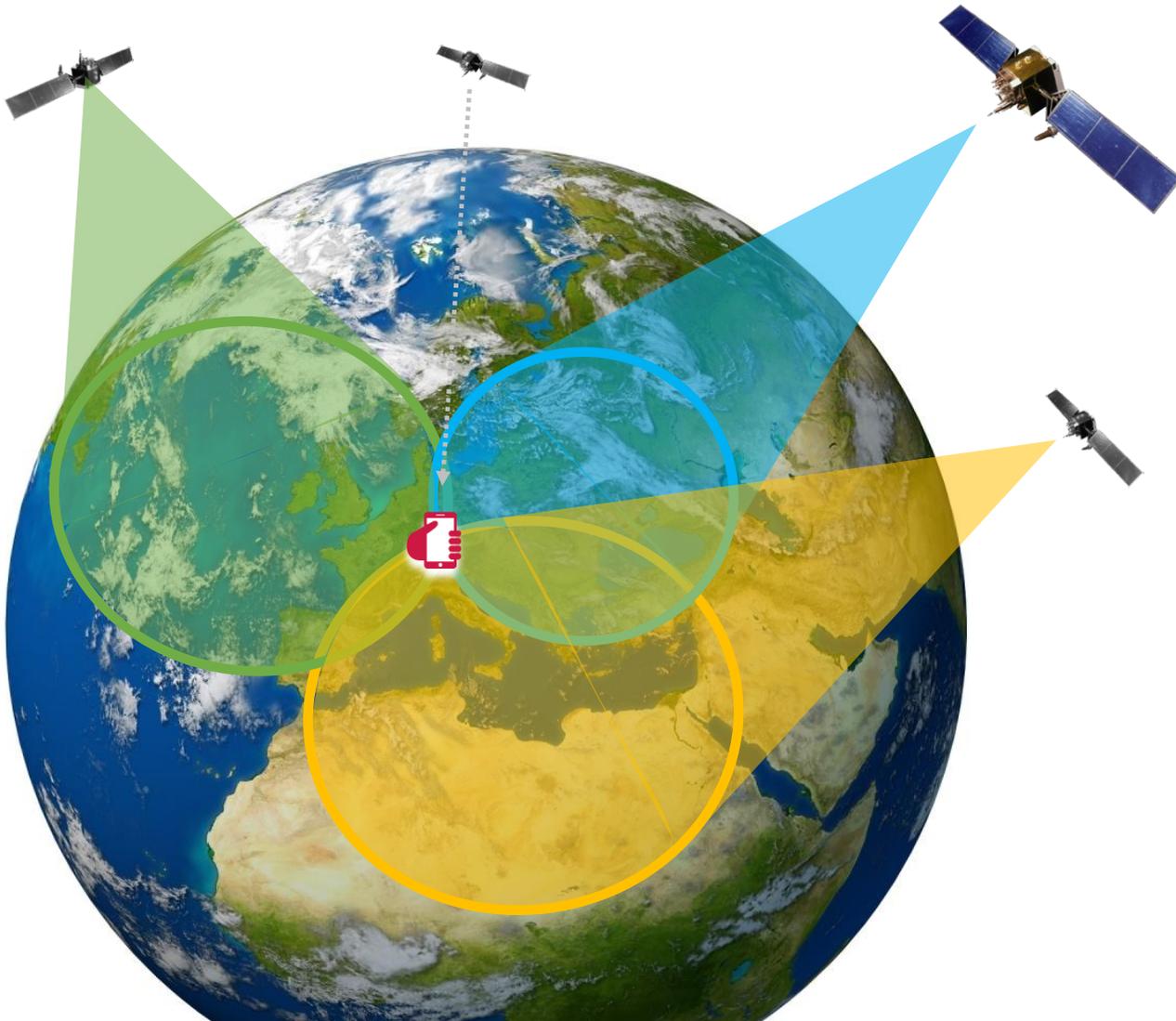
Signallaufzeit $t = 0,069783385492476$ Sekunden

Abstandsmessung (Trilateration):

Abstand = Lichtgeschwindigkeit * Signallaufzeit

GNSS Positionsbestimmung

Trilateration



Welche Info liefern uns Abstände (Distanzen) zu Satelliten?

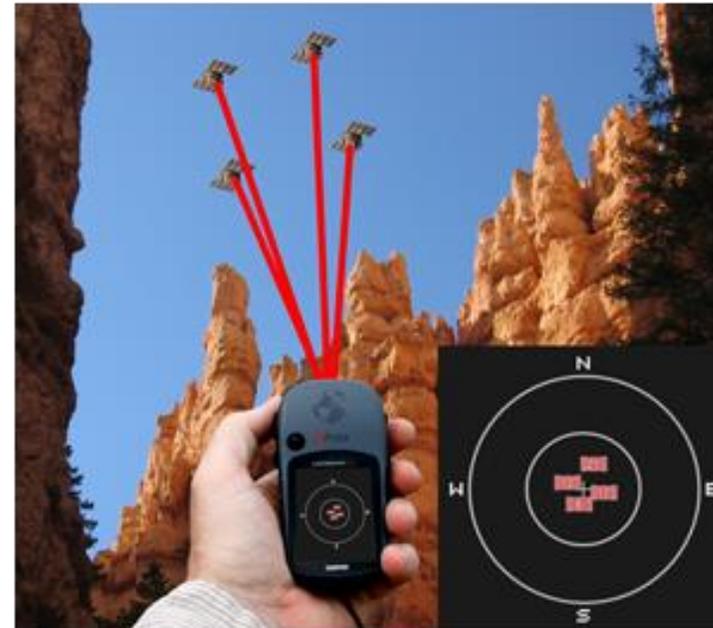
- 1 Satellit:** Empfänger irgendwo auf Erdoberfläche mit gleichem Radius zu Satelliten
- 2 Satelliten:** Schnittpunkt von 2 Radiuskurven → nicht eindeutig!
- 3 Satelliten:** 3 Radiuskurven schneiden sich an bestimmtem Punkt der Erde
- 4. Satellit:** Korrektur für Empfängeruhr

Genauigkeit von GNSS

- verwendeten GPS-Empfänger (Korrektursignale)
- Satelliten sind in ständiger Bewegung
- Stellung der GPS-Satelliten



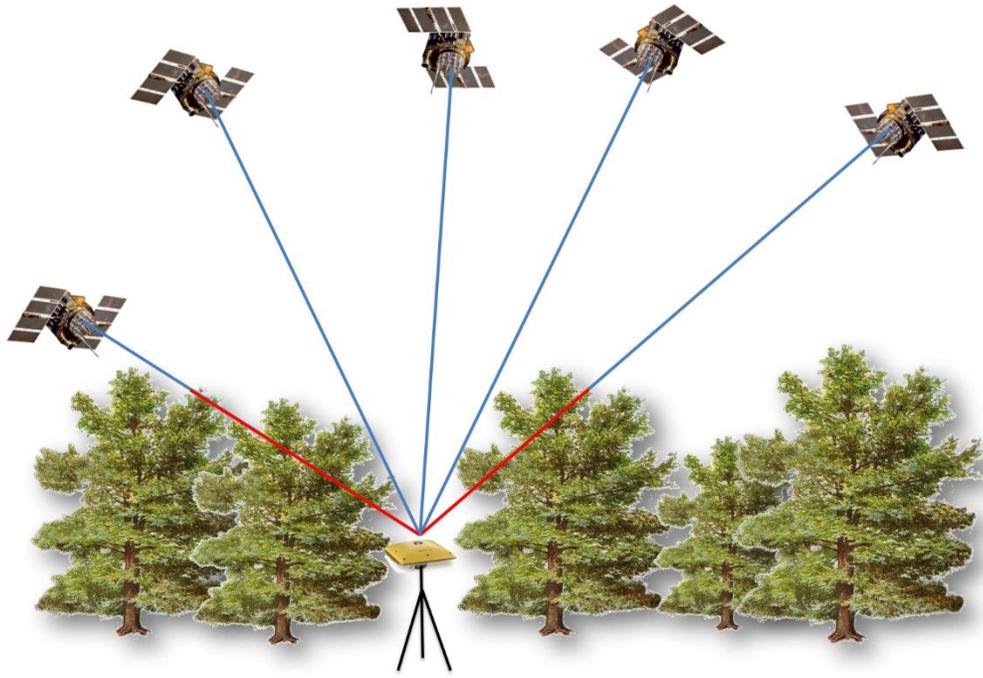
gute Bedingungen



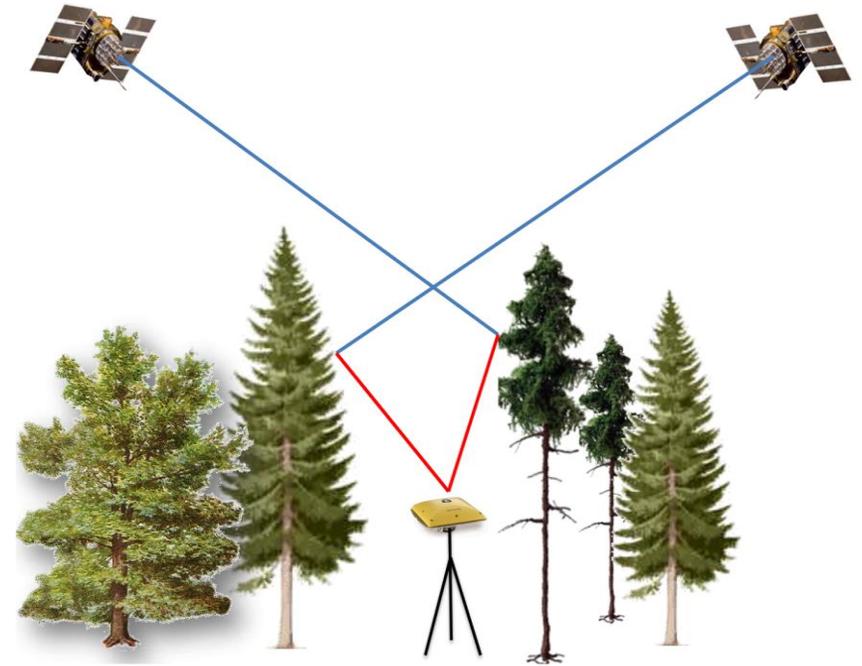
schlechte Bedingungen

Genauigkeit von GNSS

Abschattung



Mehrwegeeffekte (Reflexion)



Gründe, weshalb GNSS manchmal nicht so funktioniert wie es „sollte“:

- Kartenmaterial:
 - aktuell?
 - fehlerhaft?
- Empfang und Stellung von Satelliten
 - Min. 4
 - Je weiter verteilt, desto besser (unterschiedliche Signallaufzeiten)
- Abschattung und Reflexion
- Brechung in der Ionosphäre
- Uhrenfehler oder Umlaufschwankung der Satelliten
 - Kontrollstationen

The background is a solid blue color with several faint, light-blue technical diagrams. These include circular gauges with numerical scales (e.g., 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260) and various circular arrows indicating rotation or flow. The diagrams are semi-transparent and overlap each other.

Gruppenarbeit

Das breite Spektrum an GNSS Einsatzgebieten

- zum Abschluss des Moduls -





GNSS



Geomedien und Geokommunikation

Mobile Systems & LBS

Satellitengestützte Positionierung/Navigation

Eva Missoni-Steinbacher, Peter Jeremias