

# GPS

Johannes Dombrowski/Timo Schmidt

Basiskurs Schlüsselkompetenzen

4. Oktober 2011

# Gliederung

1. Was ist GPS?
2. Satelliten
3. Umlaufbahnen
4. Positionsbestimmung
5. Signalstörungen und Gegenmaßnahmen
6. Genauigkeit des GPS-Systems

# Was ist GPS?

- ▶ System zur Ortsbestimmung
- ▶ vom US-Verteidigungsministerium 1970 entwickelt und seit 1990 voll einsetzbar
- ▶ Seit 2000 auch privat nutzbar

# Satelliten

- ▶ 5 verschiedene Satellitentypen
- ▶ Rubidium und Caesium-Atomuhren
- ▶ Erwartete Lebensdauer: 7,5 Jahre
- ▶ 24 Satelliten vorgesehen

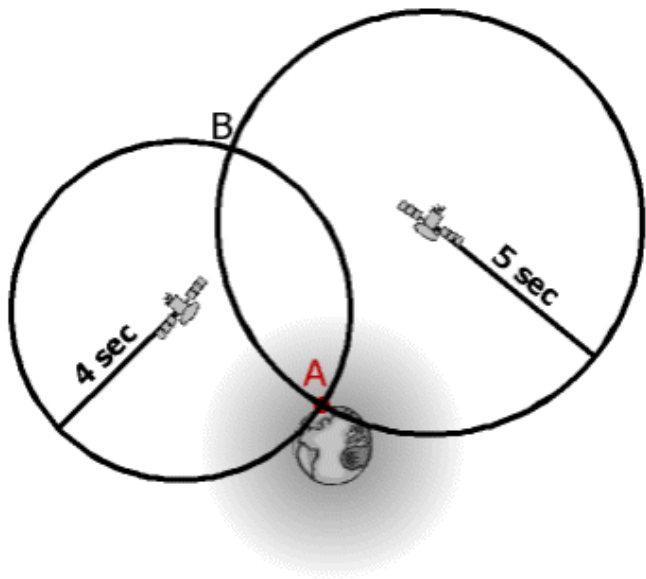
# Umlaufbahnen

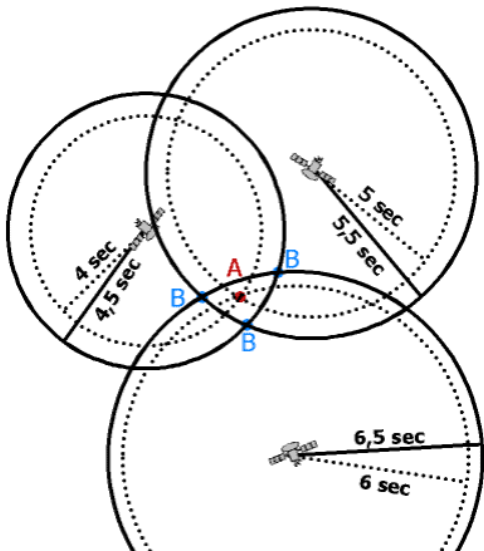
Ziel: 4 Satelliten immer in „Sichtweite“

- ▶ Abstand von Erdoberfläche: 20200 km
- ▶  $3,9 \frac{km}{h}$  → Umlaufzeit: 11 h 58 min
- ▶ 6 Ebenen um  $60^\circ$  versetzt
- ▶ Inklination:  $55^\circ$

# Positionsbestimmung

- ▶ „Ich bin Satellit Nr. X, meine Position ist gerade Y und diese Nachricht wurde zum Zeitpunkt Z versandt“
- ▶ Uhrenvergleich → Laufzeitmessung
- ▶ Problem?





# Signalstörungen und Gegenmaßnahmen

## Relativistische Effekte beim GPS

- ▶ Spezielle Relativitätstheorie

- ▶ Unterschätzung der Frequenz der Satellitenuhr um  $8,375 \cdot 10^{-11}$

- ▶ Allgemeine Relativitätstheorie

- ▶ Überschätzung der Frequenz der Satellitenuhr um  $5,28 \cdot 10^{-10}$

⇒ Gesamtauswirkung der relativistischen Effekte:  $4,45 \cdot 10^{10}$

⇒ Ausgleich des Effektes durch Verringerung der Frequenz

# Signalstörungen und Gegenmaßnahmen

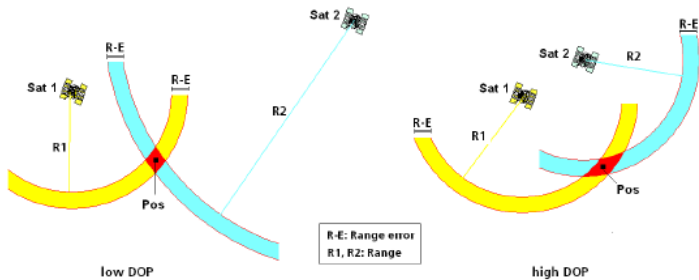
## weitere Signalstörungen

- ▶ Satellitenuhren
- ▶ Atmosphäre (Ionosphäre und Troposphäre)
- ▶ Mehrwegempfang
- ▶ Satellitenkonstellation

# Signalstörungen und Gegenmaßnahmen

## Gegenmaßnahmen

- ▶ Referenzsysteme
- ▶ Zweifrequenzmessung



# Genauigkeit des GPS-Systems

- ▶ Garantie, dass zu 95% der Zeit folgende Genauigkeit erreicht wird:
  - ▶ horizontale Genauigkeit:  $\leq 9$  m
  - ▶ vertikale Genauigkeit:  $\leq 15$  m
  - ▶ Zeitgenauigkeit:  $\leq 40$  ns
- ▶ Steigerung durch gekoppelte Empfänger

# Ausblick

- ▶ Galileo
- ▶ GLONASS
- ▶ Compass

⇒ Navigationssysteme heutzutage unersetzlich und nicht mehr wegzudenken, deshalb auch Initiativen anderer Länder

# Quellen

- ▶ <http://www.kowoma.de/gps/>
- ▶ [http://zogg-jm.ch/Dateien/Update\\_Zogg\\_Deutsche\\_Version\\_Jan\\_09\\_Version\\_Z4x.pdf](http://zogg-jm.ch/Dateien/Update_Zogg_Deutsche_Version_Jan_09_Version_Z4x.pdf)
- ▶ <http://de.wikipedia.org/wiki/GPS>
- ▶ <http://www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/arbeiten/ZulaGPS.pdf>