

# Ausgearbeitete Prüfungsfragen aus Satellitennavigation

*Erstellt von Christoph Redl*

Quelle der Fragen:

1. <http://www.informatik-forum.at/showthread.php?t=52773&highlight=Satellitennavigation>
2. Eigene Prüfung am 30.06.2008

## Was ist der UCB-Error

Ein Fehler in der Laufzeitmessung der dadurch entsteht, dass die Uhren im Satelliten und Empfänger nicht exakt synchron laufen. Die Laufzeit wird somit verfälscht, da der Empfänger von einer falschen Referenzzeit ausgeht.

Korrigiert werden solche Fehler indem die kurzzeit-stabilen Uhren im Empfänger mit den Satellitenuhren synchronisiert werden (1. Subframe).

## Was beschränkt die Lebensdauer eines Satelliten?

Das Gas an Board, das zur Korrektur von Abweichungen von der Sollbahn (Orbit) benötigt wird. Solche Abweichungen werden durch Sonnenwinde, die ungleichmäßige Erdanziehung, kleine Asteroiden und dergleichen verursacht.

## Wie funktioniert eine Atomuhr[physikalisch](Hilfe: wie funktioniert eine Neonröhre)?

Ein Elektron wird durch Energiezufuhr vom Grundzustand auf eine höhere Bahn gehoben. Dort verbleibt es nicht lange da es sich um einen instabilen Zustand handelt. Es fällt nach kurzer Zeit zurück und gibt dabei eine Energie  $\Delta W = h \cdot f$  ab, wobei  $f$  eine hochstabile Frequenz ist. Die Messung der Abgegebenen Energie wird zur Zeitmessung verwendet.

## Wodurch wurde galileo finanziert? (PPP)

Je zu 50% von ESA und der EU. Früher auch von der Industrie, aufgrund von Zweifeln an der wirtschaftlichen Rentabilität von Galileo sowie zu hohen Risiken ist diese aber 2007 ausgestiegen.

## **Was ist eine PRN? Womit erzeugt man sie und wie funktioniert das?**

PRN steht für pseudo random noise und ist eine eindeutige Kennzeichnung eines Satelliten im GPS.

## **Wie funktioniert DGPS?**

An wohlbekannten Punkten auf der Erde (die mit herkömmlichen vermessungstechnischen Mitteln bestimmt worden sind) wird ein Sender aufgestellt. Dieser empfängt die GPS-Signale, berechnet die Abweichung zu seiner bekannten Position und strahlt diese Differenz terrestrisch aus. Andere GPS-Empfänger können diese Daten verwenden um selbst die Positionsdaten entsprechend zu korrigieren.

## **Wie viele satelliten müssten die russen pro jahr in den himmel schicken, wenn es bei der jetzigen lebensdauer der GLONASS-Satelliten beliebt?**

8 (24 sind notwendig, die Lebenserwartung ist 3 Jahre).

## **Wie funktioniert die Triangulation?**

Es werden mindestens 4 Satelliten benötigt, von denen ein Signal empfangen wird, das einen Timestamp enthält. Aus der Signallaufzeit, die aus der bekannten Lichtgeschwindigkeit  $c$  und einer Zeitmessung beim Empfänger berechnet werden kann, können nun 4 Gleichungen aufgestellt werden. Diese werden nach der Position des Empfängers und der genauen Zeit (die Empfänger haben nur einen relativ ungenauen Quartz zur Zeitmessung) aufgelöst.

1 Satellit erzeugt eine Kugel von möglichen Punkten mit dem gleichen Abstand gemäß der Signallaufzeit, 2 Satelliten ermöglichen dabei eine Einschränkung auf einen Kreis, 3 auf 2 Punkte, und 4 auf eine eindeutige Position im 3D-Raum.

## **Mögliche Fehlerursachen**

- Ionosphäre (untertags und frequenzbedingt schwankende Beugungen in der Atmosphäre, verstärkt durch Sonnenstürme)
- Troposphäre (durch unterschiedliche Wetterlagen bedingte Schwankungen in der Beugung in der elektromagnetischen Wellen in der Atmosphäre)
- Relativistische Effekte
- Selective Availability

- Uhrenungenauigkeit im Satelliten
- Uhrenungenauigkeit im Empfänger (UCB-Fehler)
- Schlechte Satellitenkonstellation

## DGPS in Österreich

DGPS ist kostenpflichtig und wird über geostationäre Satelliten angeboten.

## NMEA Spezifikation

NMEA ist das Protokoll das zur Übertragung der Daten von einem GPS-Empfänger an einen PC verwendet wird.

Es wird über eine serielle Schnittstelle (RS-232 oder TTL) im ASCII-Format übertragen. Dabei werden nach einer Präambel die Datensätze durch Komma getrennt vermittelt. Dazu zählen zum Beispiel Höhen- und Breitengrad, Uhrzeit und Datum, die verwendeten Satelliten und die sichtbaren Satelliten. Abgeschlossen wird jeder Datensatz durch ein Carriage Return.

## Unterschied zwischen GPS und GLONASS

- GPS ist inzwischen auch für zivile Anwendungen beschränkt freigegeben, GLONASS nur für militärische Anwendungen
- GPS verwendet Code-Multiplexing, GLONASS Frequenz-Multiplexing
- GPS hat die Satelliten in 6 Schichten zu je 4 Satelliten, GLONASS in 3 zu je 8
- Die GLONASS-Satelliten haben leistungsstärkere Solarflügel

## GPS Anwendungen: Blindennavigation, militärische Anwendungen

- Satellitennavigations-gesteuerte Waffen
- Routenberechnung
- Bergrettung
- Automatische Landung von Flugzeugen
- Lotsen von Blinden und Sehbehinderten
- Logistik

- Zugschlussmeldung

### **Was ist die Autokorrelationsfunktion?**

Ein Signal wird mit einer zeitlich Verschiebung von sich selbst verglichen. Damit sollen Ähnlichkeiten festgestellt werden. In der Satellitennavigation wird das verwendet, damit ein Empfänger die PRN-Folge eines Satelliten im Datensignal finden kann. Fledermäuse verwenden die Autokorrelation um die von ihnen ausgesendete Frequenz im Echo (aller Fledermäuse) herausfiltern zu können.

### **Wie erfährt der Empfänger die exakte Uhrzeit laut Atomuhr der Satelliten?**

Das GPS-Gleichungssystem besteht aus 4 Unbekannten in 4 Gleichungen:  $x$ ,  $y$ ,  $z$  und die Uhrzeit. Durch Lösung des Systems wird sowohl Position als auch Uhrzeit berechnet.