

Schöne neue Navi-Welt!

Solothurn, 15. Juni 2009
Christian Seiler

Herzlich willkommen!



Ablauf des Kurses



- 19.00 Uhr Einleitung
Geschichte der Navigation, Übersicht der Systeme
Einführung in die grundsätzliche Funktion der Satellitennavigation
Hinweise zur Genauigkeit und Sicherheit
Pause
- 20.00 Uhr Nutzer und Anwendungen
Übersicht Geräte, Software und Karten
Vorführung Karten und Geräte
Pause
- 21.00 Uhr zukünftige Entwicklungen und Trends
praktische Hinweise zur Auswahl eines Systems
- 21.30 Uhr Ende der Veranstaltung
laufend: Fragen und Diskussion!

Die wahnsinnige Vorgeschichte der Satellitennavigation

Die Idee für ein satellitenbasiertes Ortungssystem ist 70 Jahre alt: Im Jahre 1939 meldete der deutsche Ingenieur **Karl Hans Janke** in Berlin ein Patent für einen **„Standortanzeiger, insbesondere für Luftfahrzeuge“** an, welches am 11. November 1943 erteilt wurde. Es war vom Prinzip her dem GPS sehr ähnlich. Allerdings schien die Zeit noch nicht reif für Jankes geniale Erfindung. Der zunehmend unter „chronisch paranoider Schizophrenie“ leidende Wissenschaftler, der noch viele andere Erfindungen hervorbrachte, wurde 1949 wegen **„wahnhaften Erfindens“** in eine Nervenheilanstalt eingewiesen, wo er bis zu seinem Tod 1988 blieb.



Quelle: www.karl-hans-janke.de

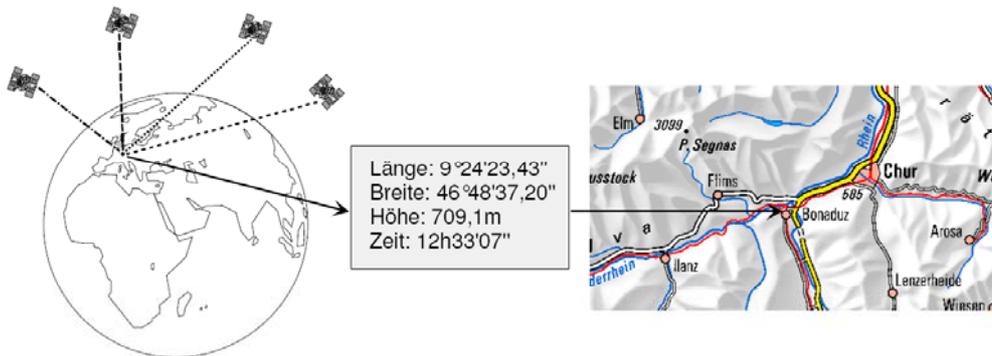
Idee von Navigationssystemen

- genaue dreidimensionale **Positions- und Navigationsbestimmung**
- kleine, mobile Empfänger
- weltweit einsetzbar
 - Boden, Luft und Wasser
- unabhängig von meteorologischen Bedingungen



Grundprinzip der Satellitennavigation

- weltweite Ermittlung von zwei Werten mittels Satelliten, welche die Erde umkreisen
 - genauer **Standort** (Koordinaten: geografische Länge, Breite und Höhe), Genauigkeit: 20 m - ca. 1 mm
 - genaue **Zeit**, Genauigkeit 60 ns - ca. 5 ns
- aus den Koordinaten und der Zeit werden abgeleitet:
 - Geschwindigkeit
 - Bewegungsrichtung (Kurs)



drei bedeutende Systeme

- **NAV**igation **S**ystem using **T**ime **A**nd **R**anging (**NAVSTAR**)
 → **G**lobal **P**ositioning **S**ystem (**GPS**)
 - Department of Defense (DOD)
- **G**LObal **N**avigation **S**atellite **S**ystem (**GLONASS**)
 - russisches Verteidigungsministerium
 - teilweise einsatzbereit, aktuell 20 Satelliten
- Global Navigation Satellite System (**GALILEO**)
 - Europäische Union EU
 - im Aufbau, ca. 2011/13 einsatzbereit?

GPS NAVSTAR: Historische Entwicklung

- 1970: Beginn der Entwicklung durch das US-Verteidigungsministerium (DoD)
- 1975: Start des ersten Testsatelliten
- 1978: erster operativer Satellit
- 1983: erste 2-D Systemtests
- Verzögerung des weiteren Aufbaus u.a. durch die "Challenger-Explosion"
- 1994: IOC (Initial Operational Capability) → vorläufige Betriebsbereitschaft
- 1995: FOC (Final Operational Capability) → Zulassung für die Seeschifffahrt
- 1. Mai 2000: Deaktivierung Selective Availability (SA)
 - volle Genauigkeit auch für zivile Anwendungen
- Selective Availability (SA): künstliche Verfälschung der Signale
 - kann durch das DoD jederzeit global oder regional aktiviert werden

GPS NAVSTAR

- 29 aktive Satelliten, 6 Bahnen
- Höhe ca. 20'000 km, ca. 12 h für eine Erdumkreisung
- 4 Atomuhren an Bord
- Investitionen 1. Phase: ca. 12 Milliarden US\$
- Vorgaben für Entwicklung
 - Ortung, Geschwindigkeits- und Zeitbestimmung für Nutzer in Bewegung oder in Ruhe
 - ständige, weltweite, wetterunabhängige 3-dimensionale Ortung mit hoher Genauigkeit
 - zwei Nutzungsarten
 - zivil: SPS (Standard Positioning Service)
 - militärisch: PPS (Precise Positioning Service)

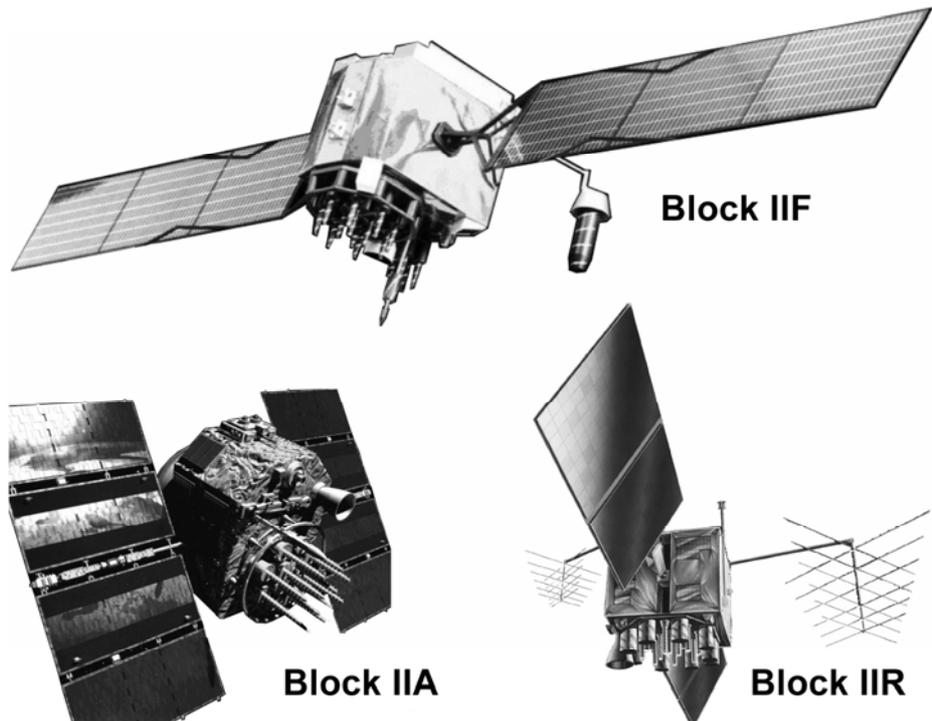
Beispiele für GPS-Satelliten

Start (Launch):

- Block I (1978 - 85)
- Block II (1989 - 90)
- **Block IIA (1990 - 97)**
- **Block IIR (1997 - 2005)**
- **Block IIR-M (2005 - 10)**
- **Block IIF, III (2010 -**

Lebensdauer:

~ 10 – 15 Jahre



GLONASS

- Global Navigation Satellite System
- russisches Verteidigungsministerium
- Armee und zivile Nutzung
- wird auch kombiniert mit GPS (Navstar) eingesetzt



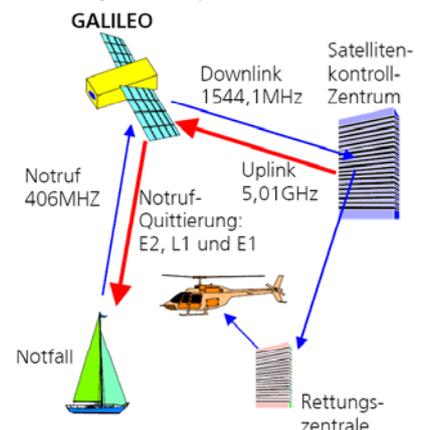
GALILEO

- EU in Zusammenarbeit mit ESA (Europäische Weltraumorganisation)
- 30 Satelliten, Höhe 26'616 km, Lebensdauer > 15 Jahre
- Argumente für die Einführung von GALILEO
 - Unabhängigkeit von der USA
 - Ortungsgenauigkeit erhöhen
 - rein ziviles System
 - mehrere Dienste
 - Such- und Rettungsfunktion
 - erhöhte Sicherheit (Verfügbarkeitsgarantie durch einen kostenpflichtigen Dienst)
 - Arbeitsplätze schaffen
 - Navigations-Knowhow erlangen
 - Abdeckung mit Satellitensignalen weltweit verbessern



fünf Dienste bei GALILEO

- offener Dienst (Open Service, **OS**)
 - Massenmarkt
 - kompatibel mit GPS
- kommerzieller Dienst (Commercial Service, **CS**)
 - Marktanwendungen, welche mehr Leistung benötigen als der Massenmarkt
 - kostenpflichtige Mehrwertdienst (Verfügbarkeitsgarantie, lokale differentielle Korrektursignale usw.)
- sicherheitskritischer Dienst (Safety of Live Service, **SoL**)
 - spezielle Frequenzen für verkehrsbezogene Anwendung, bei welchen lebensbedrohliche Situationen auftreten können (Luft- und Schifffahrt, Eisenbahn)
- öffentlich regulierter Dienst (Public Regulated Service, **PRS**)
 - für Benutzergruppen Militär, Blaulichtorganisationen usw.
 - hohe Stabilität, unempfindlich gegen Störsender
- Such- und Rettungsdienst (Search and Rescue, **SAR**)
 - mit Quittierungsfunktion



GALILEO: Genauigkeit der Dienste

Dienst	Empfängertyp	Horizontale Positionierungsgenauigkeit	Vertikale Positionierungsgenauigkeit
OS	Einfrequenz	15m	35m
	Zweifrequenz	4m	8m
CS	Zweifrequenz	<1m	<1m
PRS	Einfrequenz	6,5m	12m
SoL	Zweifrequenz	4...6m	4...6m

erwartete Genauigkeit in 95% aller Messungen



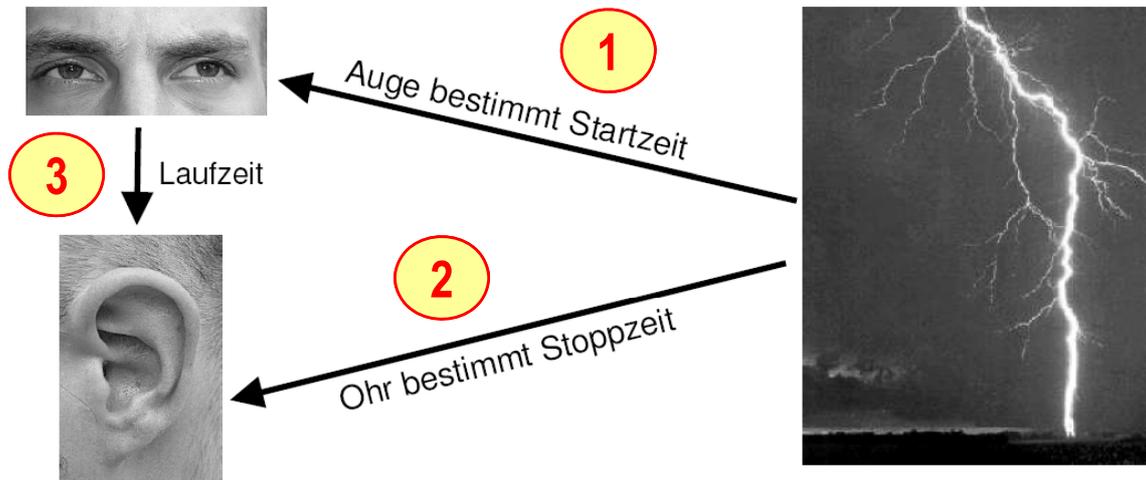
1 Satellit GALILEO: GIOVE-A, Start am 28. Dezember 2005

Vergleich der 3 Satellitensysteme

	<i>GPS</i>	<i>Glonass</i>	<i>GALILEO</i>
Beginn der Entwicklung	1973	1972	2001
1. Satellitenstart	22. 02. 1978	12. 10. 1982	28. Dezember 2005
Anzahl Satelliten	29	Aktuell 14. Geplant sind 24 Satelliten + 3 passive Ersatzsatelliten	Aktuell 1 Testsatellit. Geplant sind 27 + 3 aktive Ersatzsatelliten
Bahnebenen	6	3	3
Inklination	55°	64,8°	56°
Bahnhöhe	20'180 km	19'100 km	23'616 km
Umlaufzeit	11 h 58 min	11 h 15,8 min	14 h 5 min
Geodätisches Datum	World Geodetic System 1984 (WGS 84)	Parametry Zemli 1990 (PZ-90)	Galileo Terrestrial Reference Frame (GTRF)
Zeitsystem ¹	GPS-Time	Glonass-Time	GST (GALILEO System Time)
Signalcharakteristik	CDMA ²	FDMA ³	CDMA ²
Frequenzen	2. Eine 3. Frequenz ist geplant	24	2. Eine 3. Frequenz ist geplant
Verschlüsselung	Militärisches Signal	Militärisches Signal	Kostenpflichtige Dienste
Dienste	2 (ziviler + militärischer) / 4	2 (ziviler + militärischer)	5
Verantwortung	Verteidigungs-Ministerium	Verteidigungs-Ministerium	Zivile Regierungen der EU
Integritätssignal	aktuell nein aber geplant	nein	geplant

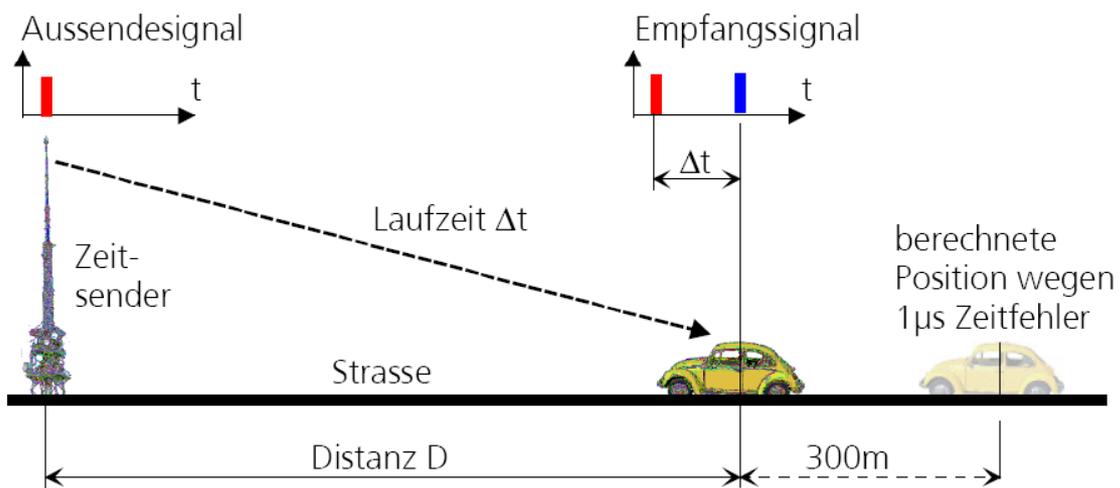
Prinzip der Signallaufzeitmessung

- Berechnung der Blitzentfernung
 - Entfernung = Laufzeit • Schallgeschwindigkeit (ca. 330 m/s)



Messung der Laufzeit durch Zeitsignale auf einer Linie (1-dimensional)

- Distanz D = Laufzeit Δt • Lichtgeschwindigkeit c (300'000 km/s)
- Problem: Genauigkeit Uhr im Fahrzeug (fehlerbehaftete Distanz: Pseudorange)

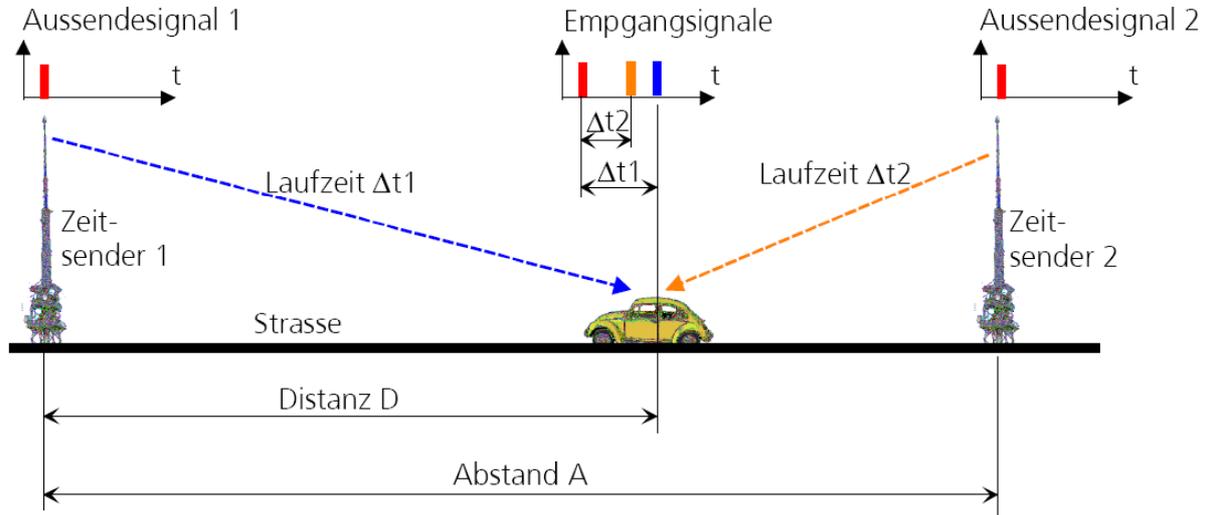


Kompensation Zeitfehler mit 2 Sendern

- Voraussetzung: bekannter Abstand A, synchrone Uhren in Zeitsender 1 und 2

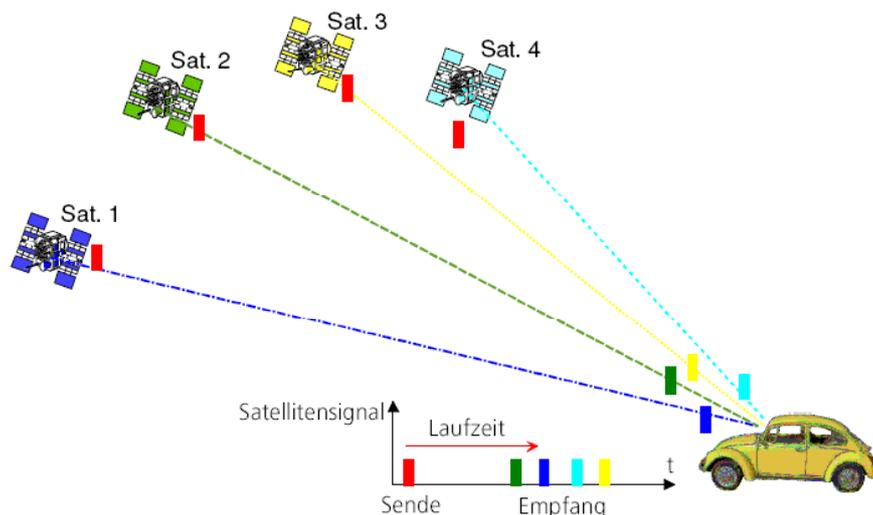
$$D = \frac{(\Delta t_1 - \Delta t_2) \cdot c + A}{2}$$

- Erkenntnis: genau Bestimmung der Position auf einer Linie benötigt 2 Zeitsender (1 Dimension: 2 Sender)**



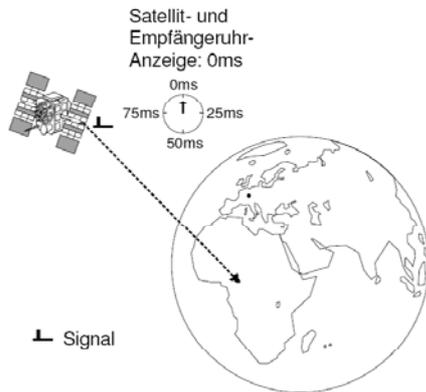
1 Dimension → 3 Dimensionen

- 1 Dimension (Linie) → 2 Zeitsender (Beispiel mit VW Käfer)
- 2 Dimensionen (Ebene) → 3 Zeitsender
- 3 Dimensionen (Raum) → 4 Zeitsender (4 Satelliten)
 - Voraussetzung: bekannte Distanzen untereinander und synchrone Uhren



Erzeugung Laufzeiten bei GPS und Bestimmung Entfernung

- 29 Satelliten, Höhe 20'180 km über Erde, immer mind. 4 Satelliten sichtbar
- Zeitnormal
 - 4 Atomuhren pro Satellit (Abweichung 1s während 30'000 – 1'000'000 Jahren)
 - Nachstellung und Synchronisation durch Kontrollstellen auf der Erde (Kontrollsegment)
- Laufzeit zur Erde (Ort senkrecht unter Satellit): 67.3 ms
- **Entfernung = Laufzeit • Lichtgeschwindigkeit**

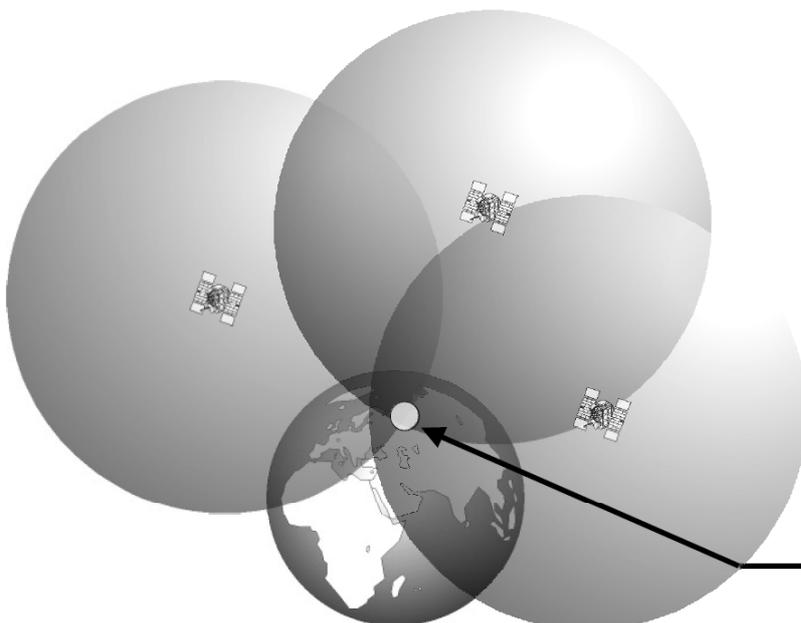


Aussendung des Signals (Startzeit)



Empfang des Signals (Stopzeit)

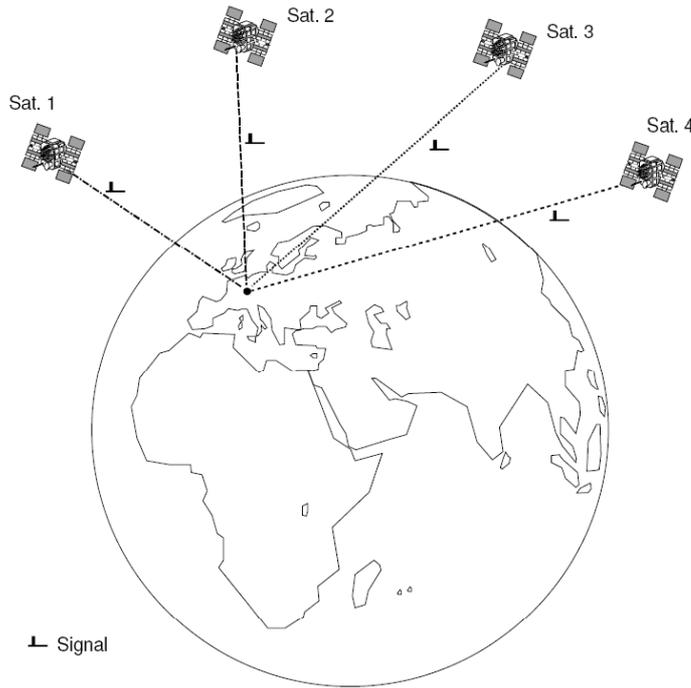
Position im Raum



- Schnittpunkt dreier Kugeln bestimmt die Position
- Voraussetzung: Satellitenuhren und terrestrische Uhr (bei Position) laufen absolut synchron
- 1 μ s Verfälschung \rightarrow 300 m Abweichung
- **mathematische Korrektur des Zeitfehlers durch 4. Signal**

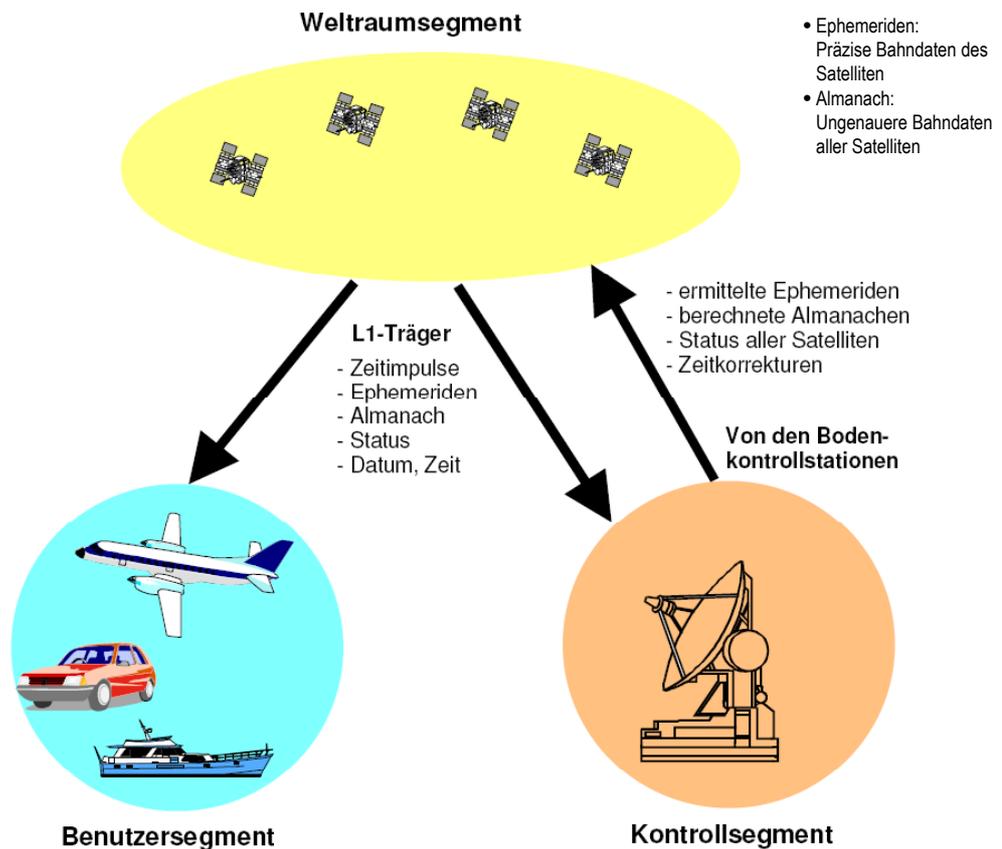
Position

genaue Bestimmung mit 4 Satelliten



trotz Zeitfehler kann die Lage auf der Ebene bis auf **ca. 5 – 10 m** berechnet werden

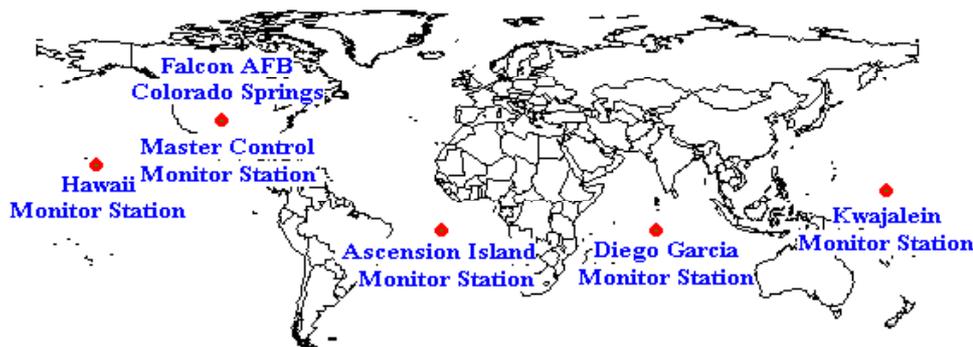
drei Systemsegmente von GPS



GPS-System: Kontrollsegment

- Positionsbestimmung der Satelliten durch fünf Bodenstationen nach dem gleichen Verfahren, wie auch die Eigenpositionsbestimmung der Nutzer durchgeführt wird.
 - 4 Monitorstationen verteilt auf der Erde (Diego Garcia, Ascension Is., Kwajalein, Hawaii)
 - 1 zentrale Bodenkontrollstation (Colorado Springs)
- Kontrolle folgender Funktionen:
 - Satellitenpositionen, Satellitenbahnen, Borduhrenverhalten, Ausbreitungskorrekturen
- Bestimmung und Weitergabe von Ionosphären Daten

Peter H. Dana 5/27/95

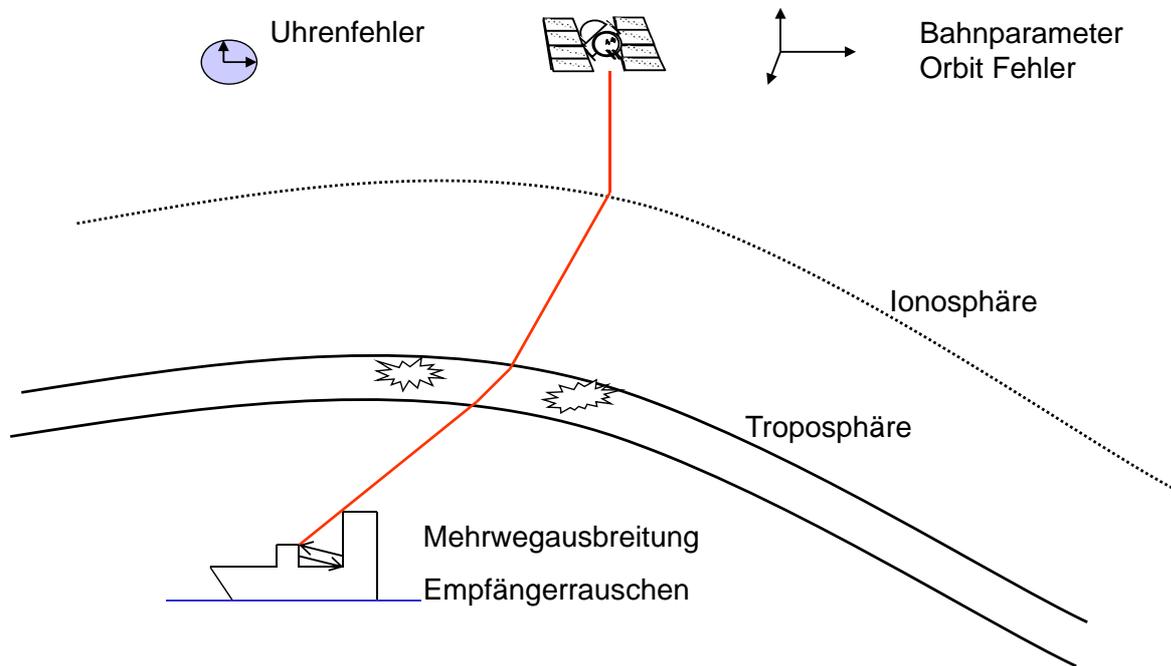


Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network

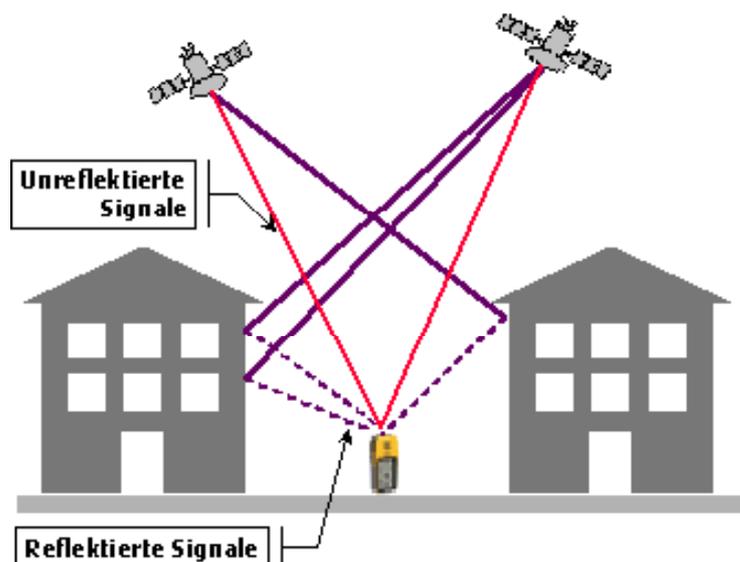
GPS-System: Nutzersegment

- Gesamtheit aller Nutzergruppen
 - Seeverkehr
 - Landverkehr
 - Luftverkehr
- Nutzer
 - empfangen Satellitensignale
 - messen Pseudo-Laufzeiten
 - berechnen Eigenposition und Satellitenzeit

Fehlerquellen bei GPS



Mehrwegeeffekt (Multipath)

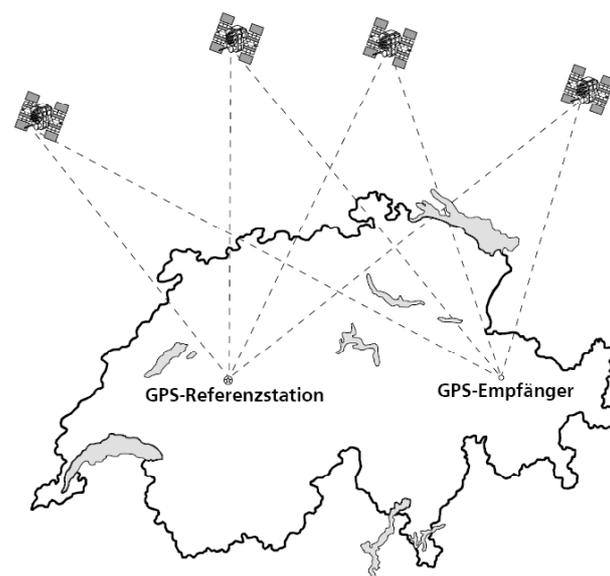


Fehlerursachen bei GPS

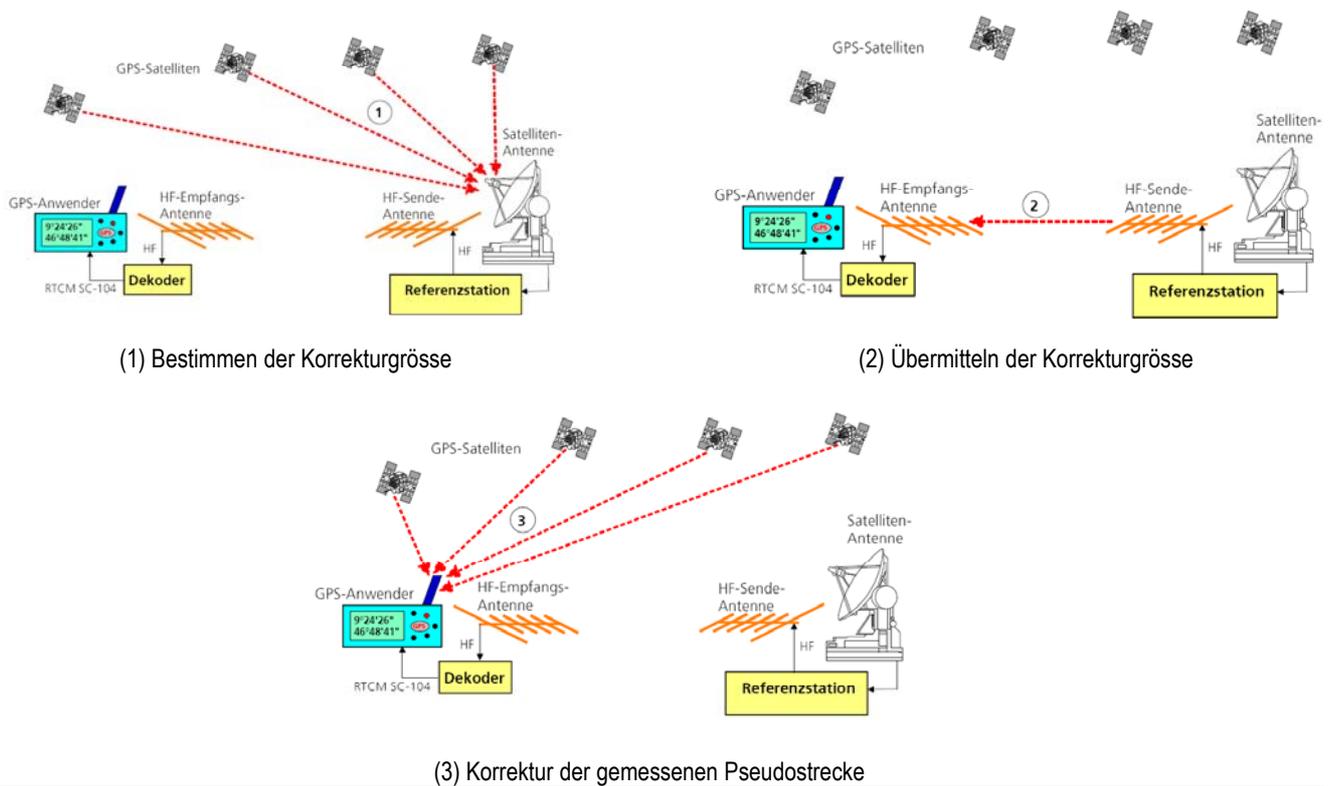
Fehlerursache	Fehler
Ephemeridendaten	2,1m
Satellitenuhren	2,1m
Einfluss der Ionosphäre	4,0m
Einfluss der Troposphäre	0,7m
Mehrwegempfang (Multipath)	1,4m
Einfluss des Empfängers	0,5m
Totaler RMS-Wert	5,3m
Totaler RMS-Wert (gefiltert, d.h. leicht gemittelt)	5,0m

DGPS: Prinzip

- DGPS: Differential GPS
 - relatives Messverfahren
- zusätzlicher Referenzstation mit bekanntem Standort
 - bestimmt laufend die Differenzen zwischen den gemessenen Distanzen zu den Satelliten und den berechneten Sollwerten
 - Differenzen (Korrekturwerte) werden den mobilen GPS-Benutzern übermittelt
 - via Funk: LW, UKW, GSM usw.
- Korrektur beim GPS-Anwender
- Genauigkeit von 1 - 10 Metern



DGPS

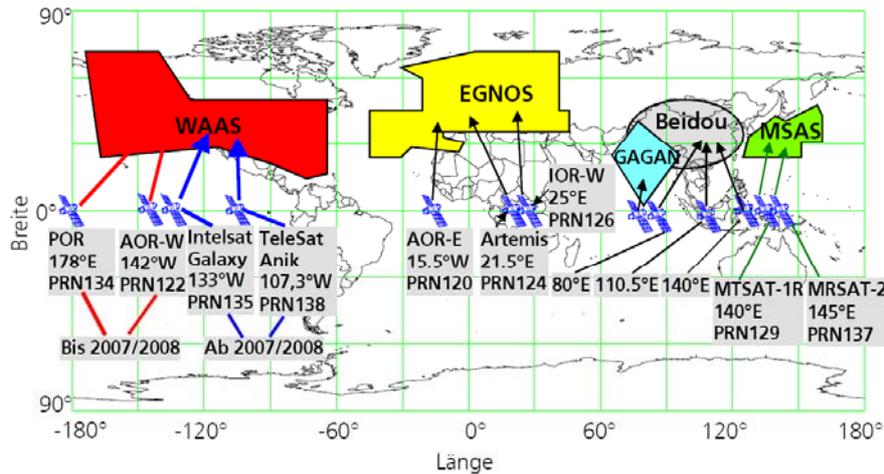


Referenzstationsdienste

- Sinn und Zweck:
 - Nutzer muss keine eigene Referenzstation betreiben
 - Korrekturdaten stehen zur Verfügung
 - für Nutzer nur Anschaffung Empfänger und Korrekturdaten-Empfänger
- für Wahl notwendig zu wissen:
 - Welche Genauigkeiten werden erwartet?

SBAS: Satellitengestützte Erweiterungssysteme

- Erweiterungssystem für einen grossen Bereich
- satellitengestütztes DGPS
- einige geostationäre Referenzsatelliten und viele Referenzstationen (Boden)
- keine zusätzlichen und zahlreichen Sendestationen zur Signalübertragung
- USA: **WAAS** (Wide Area Augmentation System)
- Europa: **EGNOS** (European Geostationary Navigation Overlay Service)
- Japan: **MSAS** (Multi-Functional Satellite Augmentation)
- Indien: **GAGAN** (GPS and GEO Augmentated Navigation)
- China: **Beidou**



Ortungsgenauigkeit ohne und mit DGPS / SBAS

Fehlerursache und Fehlerart	Fehler ohne DGPS/SBAS	Fehler mit DGPS/SBAS
Ephemeridendaten	2,1m	0,1m
Satellitenuhren	2,1m	0,1m
Einfluss der Ionosphäre	4,0m	0,2m
Einfluss der Troposphäre	0,7m	0,2m
Mehrwegempfang (Multipath)	1,4m	1,4m
Einfluss des Empfängers	0,5m	0,5m
Totaler RMS-Wert	5,3m	1,5m
Totaler RMS-Wert (gefiltert, d.h. leicht gemittelt)	5,0m	1,3m
Horizontaler Fehler (1-Sigma (68%) HDOP=1,3)	6,5m	1,7m
Horizontaler Fehler (2-Sigma (95%) HDOP=1,3)	13,0m	3,4m

Anwendungsbeispiele für GPS



Navigation

- Autos
- Schiffe
- Flugzeuge
- Flottenmanagement
- Maschinensteuerung
- Katastropheneinsatz



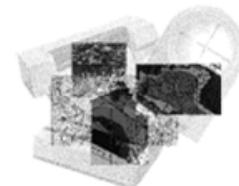
Landwirtschaft

- Bodenproben
- Sähen
- Ernten
- Pflügen
- Kontrolliertes Düngen



Vermessung

- Grenzvermessungen
- Topogr. Karten
- Überwachungsmess.
- Seismische Kontrollmessungen
- Geodätische Netze



GIS

- Natürliche Ressourcen
- Eigentumssicherg.
- Wertermittlung
- Städteplanung
- Forstbestand

klassische Anwendung Wandern

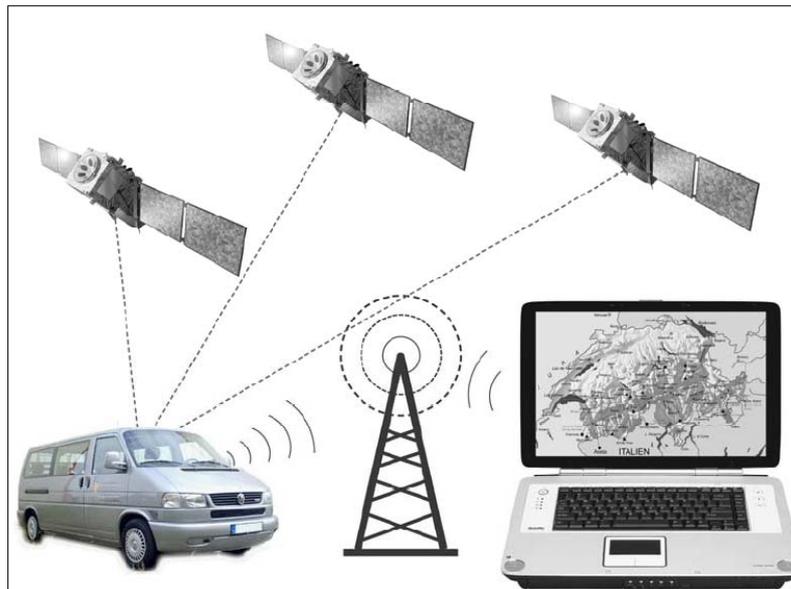
- Aufnahme gewanderte Route (Tracking) → späteres Darstellen auf PC-Karte
- Planen Wanderung auf PC (ev. Routen ab Internet) → Laden Route auf Gerät

Anwendergruppen Navigationsgeräte

- **Fussgänger, Wanderer, Trekking usw.**
- **Velo, Moped, Motorrad**
- **Fahrzeuge (PW, Lastwagen, Landwirtschaft, Container usw.)**
- Schiffahrt
- Flugzeuge
- Spezialanwendungen: Flottenmanagement, GPS-Tracker usw.

- Anwendertypen
 - Consumer
 - professionelle Anwender (zBsp. Blaulichtorganisationen, Vermessung)

Anwendung Flottenmanagement



Jederzeit wissen, wo sich die Fahrzeuge befinden, verhindert Leerfahrten und ermöglicht einen flexibleren Einsatz der Fahrzeuge.

Übersicht Navigationsgeräte für Fahrzeuge (Consumer-Bereich)

- Plug and Play-Navigation (Saugnapf an Windschutzscheibe), **ab CHF 99.- bis 800.-**
 - Navigon, Garmin, TomTom, Falk, Clarion, VDO Dayton, Blaupunkt, Medion, Becker, Panasonic, Mio, Sony
- Handy / PDA mit Navigationssoftware, **Kosten nur Software ca. CHF 200.-**
 - Karten-SW: Navigon, Garmin, TomTom, Falk, Route66, ALK
- Festeinbau-Navigationssysteme, **Kosten ca. CHF 900.- bis 3'000.-**
 - VDO Dayton, Blaupunkt, Clarion, Alpine, Becker, Pioneer, Kenwood, JVC
- Navigation ab Werk, **Kosten ca. CHF 2'000.- bis 7'000.-**
 - beinahe alle Fahrzeughersteller
 - Karten auf CD, DVD, Speicherkarte oder Harddisk (Basis meist Navteq)
 - meist integriert in Entertainmentsystem (CD, Radio, Telefon usw.)



Übersicht Navigationsgeräte für Fussgänger, Velofahrer USW.

- robuste Handgeräte → zwei dominante Hersteller

- Garmin: Oregon 400t, eTrex Vista HCx, GPSmap 60CSx, EDGE 705 HR, eTrex Summit HC, Colorado 300
- Magellan: Triton 500, Triton 2000
- **Kosten: ca. CHF 300.- bis 900.-**



- Fahrzeug-Navis mit Geländeeignung
 - Garmin nüvi 550, Magellan Crossover GPS



- GPS-Armbanduhren, **Kosten ca. CHF 400.- bis 700.-**



- Garmin Forerunner 405, Suunto X10

- Handy / PDA mit Navigationssoftware



Kartenmaterial

- 2 (weltweit) führende Karten-Standards

- **Teleatlas**

- Europa (gegründet 1984 in NL)
- Basis für TwixRoute, Google Map, map.search.ch

- **Navteq**

- USA (gegründet 1985 in Silicon Valley, California)
- Basis für die meisten Autonavigationssysteme

Trends

- **Fahrzeugsysteme**
 - volle Integration in Fahrzeugkomponenten (Telefon, Radio, DVD, MP3 usw.)
 - verbesserte Staumeldungen: TMC (Traffic Message System), Handy als Staumelder usw.
 - 3-dimensionale Kartendarstellung
 - Hilfe für Einsparungen
 - viele Zusatzanzeigen: Geschwindigkeit, POI (interessante Punkte) usw.
 - Ansage in Mundart mit trafen Sprüchen (ab Internet ladbar → TomTom)
 - dynamisches Update Kartenmaterial, Echtzeitaktualisierung
 - Notruf- und Überwachungssysteme
- **Handgeräte**
 - Zusammenwachsen Navi-Gerät mit Handy / PDA (Personal Digital Assistant) / SmartPhone
 - Farbanzeige, verbesserter Stromverbrauch
 - hohe Empfindlichkeit Empfänger, schnelles Finden der Satelliten
 - Robustheit

moderne Schatzsuche oder „Versteckerlis“: Geocache



Offizieller Geocache – bitte lesen!



Dieser Behälter ist Teil eines Spiels: Geocaching. Das ist eine Art moderner Schnitzeljagd mit GPS und Internet. Egal ob Du ihn zufällig oder absichtlich gefunden hast:

- nimm diesen Behälter bitte nicht mit
- trag deinen Besuch im Logbuch ein
- wenn Du etwas herausnimmst, leg wieder etwas mindestens Gleichwertiges hinein
- lass Logbuch und Stift in jedem Fall drin
- versteck diesen Behälter wieder gut an genau der gleichen Stelle

Vielen Dank!

Wenn Du mehr über Geocaching erfahren möchtest, schau im Internet unter www.swissgeocache.ch nach.

Falls dieser Behälter auf privatem Grund liegt und entfernt werden soll, kontaktieren Sie mich bitte:

Email:

Offiziell

This box is part of a modern treasure hunt called geocaching. It is a kind of modern treasure hunt with GPS and Internet. Whether you find it by chance or intentionally:

- don't take this box with you
- leave your visit in the logbook
- if you take something out, please leave something of equal value
- in any case, leave the logbook and pen
- carefully hide this box in the same place

Thank you!

If you want to know more about geocaching, please visit www.swissgeocache.ch.

If this box is on private property and you want it to be removed, please contact me:

Email:

Der Schatz ist gefunden:
Das Handy hat dank GPS den Weg gewiesen.

GPS-GERÄTE

Auf zur digitalen Schnitzeljagd!

Navigationsgeräte und GPS-Handys können nicht nur den Weg von A nach B anzeigen. Sie sorgen auch für Spass – zum Beispiel wenn man mit ihnen «Schatzsucherlis» spielt. visit www.geocaching.com on the internet.

Google Street View

Jetzt auch in der Schweiz!



Vorgehen „Navi-Auswahl“ in drei Schritten

1. Ausgangslage (IST-Analyse): **Was habe ich?**

2. Anforderungen (SOLL-Analyse): **Was brauche ich?**

3. Lösungskonzepte, Bewertung und Auswahl: **Meine Lösung!**

1. Checkliste Ausgangslage (IST-Analyse)

Was habe ich?

- Gerät
 - im Fahrzeug? Handgerät?
 - Alter?
- Karten
 - Welche? Alter?
 - Anbieter? ev. Kosten? Update-Abo?
 - ev. PC / Laptop für Karten?
- Weitere Themen
 - Was stört mich am meisten?

2. Checkliste SOLL-Analyse

Was brauche ich?

- Einsatz
 - Fahrzeug? Fahrrad? Fussgänger? Wandern? Extremsport? professioneller Einsatz?
- Anwendung
 - Karten? Routenführung? Wegpunkte? Tracks?
- Ausrüstung, Funktionen, Gerätedaten
 - Fahrzeug: System (Werkslösung, Plug and Play usw.)? Sprachausgabe? Lesbarkeit Bildschirm? Integration in Fahrzeug (Bluetooth)? Vielseitigkeit?
 - Fussgänger / Fahrrad: Grösse? Gewicht? Handhabung? Wasserdicht? Robust? Batterieverbrauch (max. Betriebsdauer)? Vielseitigkeit? Geländeeignung?
 - mitgelieferte Karte? Kartenupdate? Kosten?
 - Updatemöglichkeit? Kosten? Schnittstellen?
- weitere Themen
 - Anzahl Benutzer (auch Kinder?)
 - Vorlieben / Abneigungen für bestimmte Marken!
 - Technikfreak? Offen für neue Technologien?
 - Budget

3. Lösungskonzepte, Bewertung und Auswahl

- Gewichtung der Anforderungen (schriftlich)
 - Was ist für mich persönlich wichtig?
- Check Angebote
 - Internet: Lieferanten, Anbieter, Foren, Clubs usw.
 - Fachliteratur
 - Gespräche im Verkaufsladen diverser Anbieter (Anforderungen zeigen)
 - Diskussion / Beratung Freundeskreis → welche Erfahrungen?
- **Auswahl**

Tipps aus der Praxis

- reduzierter oder kein Empfang bei nicht freier Sicht zu den Satelliten (Gebäude, Tunnel, Wald usw.)
- Navigationssignal kann ausfallen → konventionelles Kartenmaterial mitnehmen!
- Batterielaufzeit beachten (speziell Handgeräte)
- später: Eignung für System Galileo (Kompatibilität)

diverse Quellen und Web-Links

- Allgemein
 - Publikation „Grundlagen der Satellitenkommunikation“, Jean-Marie Zogg, u-blox, 2006
 - HTW Chur (Jean-Marie Zogg): telecom.tlab.ch/~zogg/weitere_publicationen.html
 - www.gps-world.net
 - www.gpsworld.com
- GPS NAVSTAR
 - www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html
 - www.navcen.uscg.gov/gps/default.htm
 - gps.losangeles.af.mil
- GALILEO
 - ec.europa.eu/transport/galileo/index_en.htm
- GLONASS
 - www.glonass-ianc.rsa.ru
- Vermessung
 - www.swisstopo.admin.ch/
- Gerätehersteller
 - www.garmin.com
 - www.magellangps.com
 - navigation.falk.de
 - www.tomtom.com
- Karten
 - www.navteq.com
 - www.teleatlas.com
 - Topo Schweiz: www.garmin.ch/topo/topo_de
 - www.magicmaps.de
 - maps.google.ch
 - earth.google.ch
 - www.openstreetmap.de
- Geocaching
 - www.swissgeocache.ch
 - www.geocaching.de, www.opencaching.de
 - www.geocaching.com, www.navicache.com

Kritische Zusammenfassung: **Schöne neue Navi-Welt?**

- rasende Entwicklung – unübersichtliches Angebot
- grosser Preiszerfall bei den Geräten (< CHF 100.-)
- laufend höhere Integration (Funktionen, Handy, Auto)
- Navigationssignale sind nicht garantiert, dafür kostenlos!
- Datenschutz
- Mensch muss über den Technologien stehen
 - Einsatz als Werkzeug
 - Steigerung der Effizienz (privater und professioneller Einsatz)
 - Mehr Freizeit und Spass!