

06

Räumliche Bezugssysteme und Positionierung

Positionierung

Dr. Patrick Reidelstürz

- 1 Traditionelle Navigations- und Positionierungssysteme**
Einführung und Geschichte von Positionierungssystemen
(1) Notwendigkeit, Kompass und Karte, Sextant, Anwendungsbeispiele

- 2 Satellitenbasierte Positionierungssysteme**
GPS, Gallileo, Augmented GPS, dGPS Prinzip, RTK,

- 3 Alternative satellitenbasierte Positionierungssysteme**
GLONASS, GALLILEO, COMPASS

- 4 Fehlereinflüsse der Positionierung**
Störungen, Nachpositionierung, Spritprobleme

- 5 aktuelle Formate und Datenspeicherung von Positionierungsdaten**

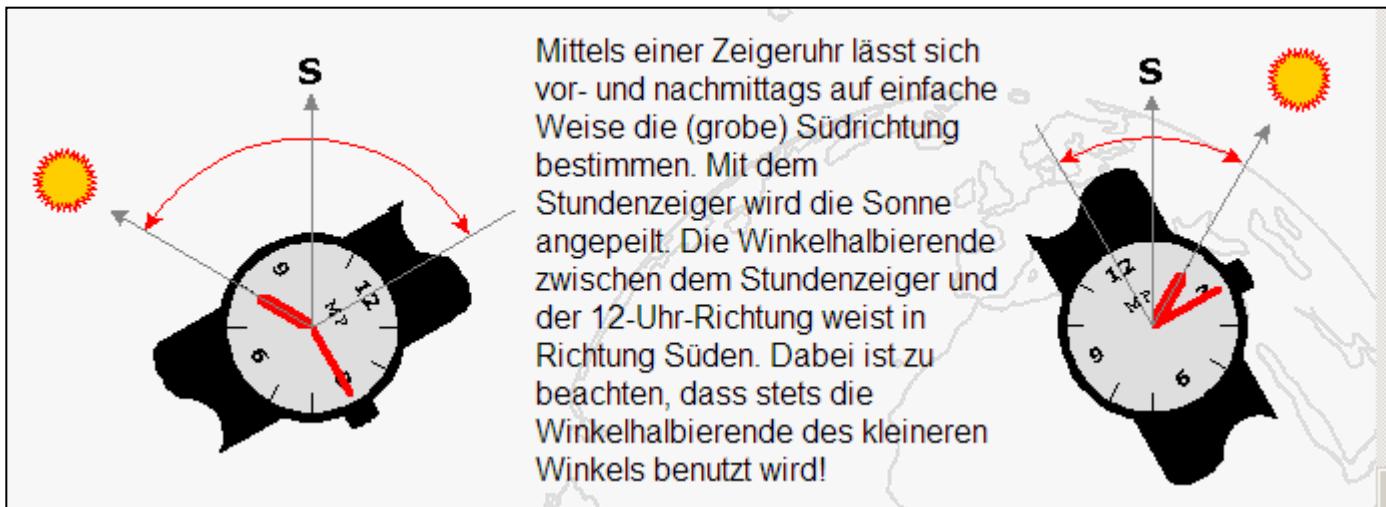
- 6 Anwendungsbeispiele Geotaggen**
Fotos und Route taggen, Wandern, Bildflüge, Wildmonitoring

dazu Übung Geotaggen, Fototaggen, kmz, kml

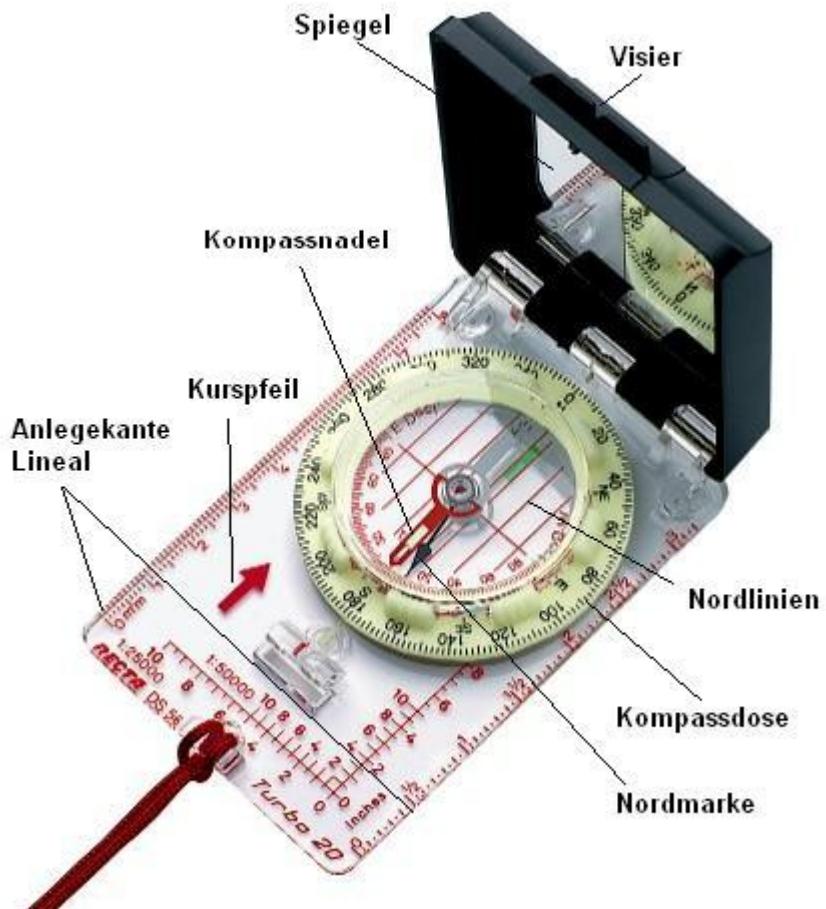
(1) Traditionelle Navigations- und Positionierungsinstrumente

Uhr

Bestimmung der Himmelsrichtung mit Hilfe der Uhr:



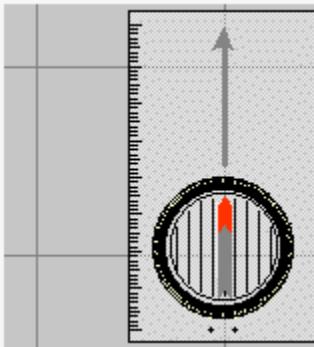
Kompass



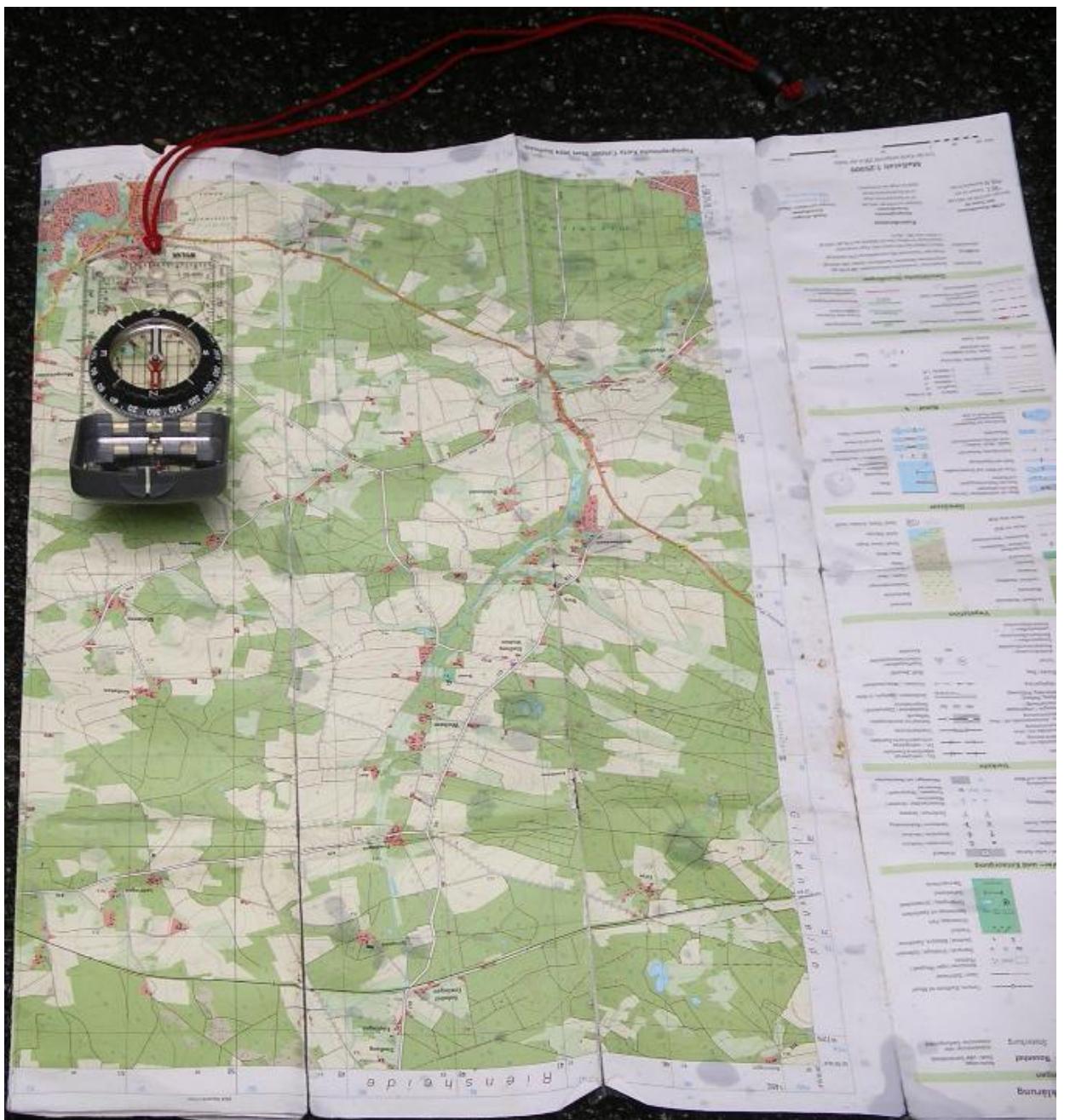
Quelle: <http://www.660er.de/Tenere/Bilder/spiegelkompass.jpg>

patrick.reidelstuerz@hdu-deggendorf.de

Karte Einnorden:

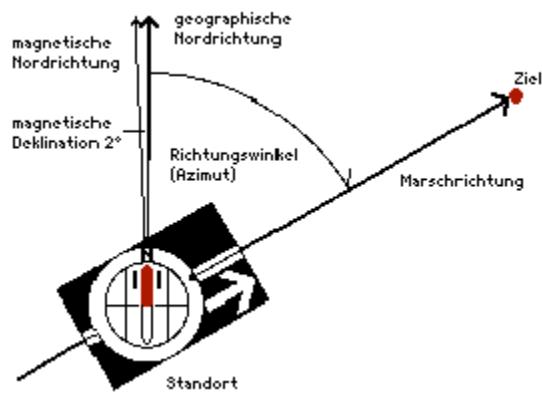
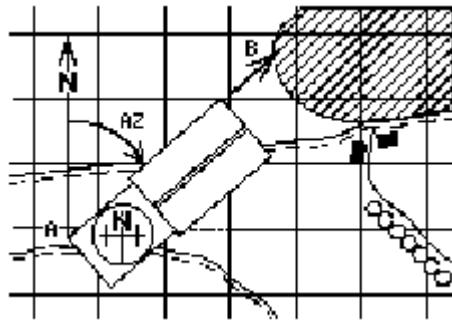


Die Nordmarke, das Dosengitter und der Kurspfeil des Kompasses müssen in einer Linie liegen. Ich drehe daher die Kompassdose soweit, bis 0° (N) am Kurspfeil anliegen. Anschließend lege ich die Anlegekante des Kompasses an eine senkrechte Gitterlinie der Karte. Auf der Karte ist Norden meistens oben. Der Kurspfeil muss daher zum oberen Rand der Karte zeigen. Ich drehe dann die Karte zusammen mit dem Kompass bis die Magnetnadel, die Nordmarke und das Dosengitter in einer Linie liegen. Kompass, Karte und Blickrichtung sind jetzt nach magnetisch Nord (MaN) ausgerichtet.



Quelle <http://www.natursportreisen.de/images/imgp3490.jpg>

Kompass und Karte - Kursbestimmung:



Bevor man sich auf den Weg macht, wird der Kompass auf die Karte gelegt. Ich verbinde mit der langen Kompasskante den Punkt an dem ich mich befindet, mit dem Punkt, den ich erreichen möchte. Der Kursspfeil zeigt zum Ziel hin.



Ich drehe die Kompassdose bis die Nordmarkierung der Kompassdose nach Norden auf der Karte zeigt und die Linien des Dosengitters parallel zu den Nord-Süd-Linien der Karte verlaufen. Norden ist auf der Karte meist oben.



Ich nehme den Kompass von der Karte und halte ihn waagerecht vor mich, mit dem Kurzpfeil in Vorausrichtung. Ich drehe mich bis die rote Nadelspitze über der Nordmarkierung der Kompassdose liegt. Der Marschrichtungspfeil zeigt genau auf das Ziel.

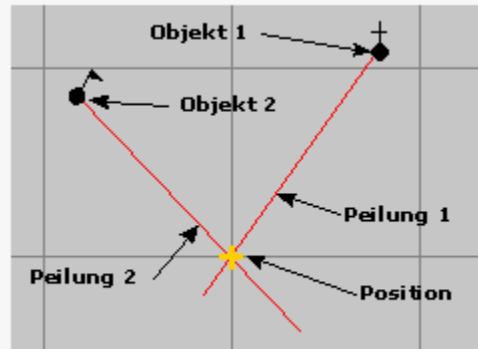


Bei Benutzung eines Peilkompasses mit Spiegel ist der Kompass so zu halten, dass man die Kompassdose im Spiegel gut sehen kann. Die Linie im Spiegel deckt sich mit dem Mittelpunkt der Nadel. Gepeilt wird über die Kimme an der Oberkante des Spiegelgehäuses zum Ziel hin. Die senkrechte Linie im Spiegel hilft dabei, den Kompass nicht zu verkanten.





Kompass und Standortbestimmung:



Eine einfache und sichere Methode der Standortbestimmung ist die Kreuzpeilung. Hierfür suche ich mir zwei oder mehr markante Objekte im Gelände, die auch auf der Karte deutlich zu erkennen sind. Ich peile nun den ersten Punkt an und drehe dann die Kompasskapsel bis sich die rote Nadelspitze mit "N" deckt.

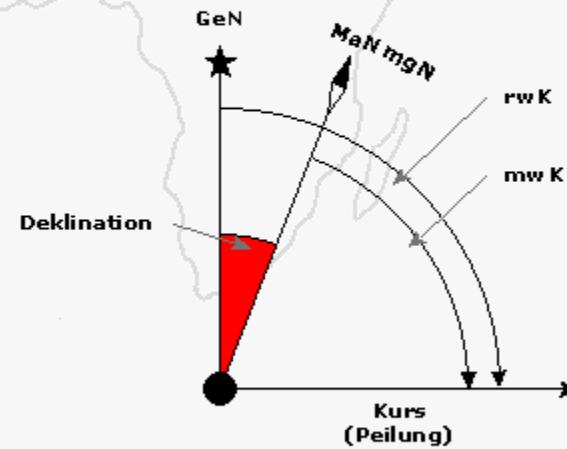
Nun lege ich den Kompass mit der langen Anlegekante so auf die Karte, dass der Richtungspfeil oder der Spiegel zum Peilpunkt weist. Ich drehe den ganzen Kompass bis der Nordpfeil des Kompassgehäuses nach Norden auf der Karte zeigt. Ich zeichne eine Linie vom Peilpunkt zum Linealende. Dies wiederhole ich mit dem/den anderen Punkt(en). An der Schnittstelle der Linien befindet sich meine Position.

Berücksichtigung der Missweisung:

In Mitteleuropa ist die Deklination sehr gering ($< 2^\circ$). Auch die Nadelabweichung ist kaum der Rede wert. Solche geringen Werte können auf der Kompassrose eines durchschnittlichen Lineal- oder Spiegelkompasses nicht hinreichend genau eingestellt und abgelesen werden. In Deutschland und seinen Nachbarländern kann die Missweisung daher für normale Orientierungszwecke vernachlässigt werden. Beträgt die jedoch mehr als 5° , so ist eine Korrektur sinnvoll. Bei noch größeren Werten, z.B. 20° in Kanada, ist eine Korrektur zwingend erforderlich!

Die im folgenden erläuterte Vorgehensweise gilt für Deklination und Nadelabweichung, sowie Kurse und Peilungen gleichermaßen. Unter dem rechtweisenden Kurs (rwK) ist dabei der Kurzwinkel mit Bezug auf die jeweils verwendete Nordrichtung, d.h. geografisch Nord (GeN) oder Gitter Nord (GiN) zu verstehen. Der missweisende Kurs bezeichnet den Kurzwinkel zwischen Kurslinie und magnetisch Nord (MaN). Deklination und Nadelabweichung werden in den folgenden Erläuterungen zusammenfassend als Missweisung bezeichnet.

Wie bereits erwähnt, sind auf Karten am Rand Angaben zur Missweisung zu finden. Je nach Art der Karte und verwendetem Gitter sind dort Angaben zur Deklination oder zur Nadelabweichung nebst Hinweisen auf die jährliche Änderung abgedruckt. Da bei der Missweisungskorrektur leicht Vorzeichenfehler gemacht werden, muss diesem erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden.



Merke: ostwärts = "+" (positiv), westlich = "-" (negativ)

Der rechtweisende Kurs (rwK) ist in der Karte bestimmt worden und soll nun mittels Kompass eingeschlagen werden. Zur Ermittlung des dafür benötigten missweisenden Kurs (mwK) muss der rechtweisende Kurs (rwK) zuvor um die Missweisung berichtigt werden. Dabei ist das Vorzeichen zu beachten! Es muss in diesem Fall vertauscht werden.

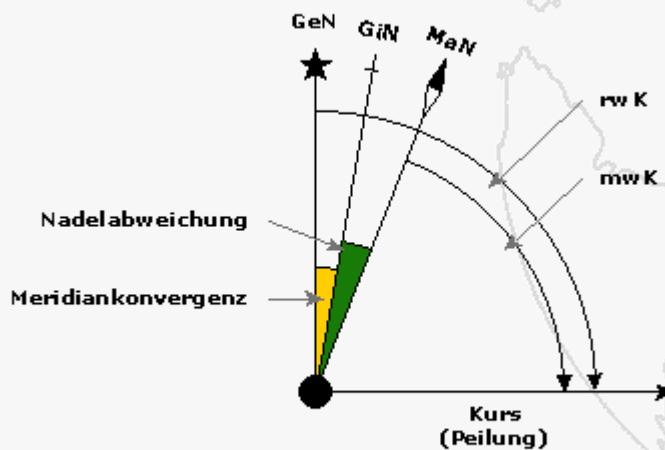
$$mwK = rwK - Mw$$

Merke: Vom "richtigen" Kurs (rwK) zum "falschen" Kurs (mwK) mit "falschem" Vorzeichen

Möchte ich nun einen mit dem Kompass in der Landschaft ermittelten missweisenden Kurs (mwK) in die Karte übertragen, so muss auch er zuvor um die Missweisung beschickt werden. Hierbei wird das "richtige" Vorzeichen verwendet.

$$rwK = mwK + Mw$$

Merke: Vom "falschen" Kurs (mwK) zum "richtigen" Kurs (rwK) mit "richtigem" Vorzeichen.



In einem geografischen Koordinatensystem muß ich meine magnetischen Kurse und Peilungen um die Deklination korrigieren. Navigiere ich mit einer Karte mit einem geodätischen Gitter so rechne ich mit der Nadelabweichung. An dem Rechenverfahren ändert sich jedoch nichts.

jedoch auf kleinem Raum sehr stark, so dass die Missweisung immer wieder am Kompass nachjustiert werden muss.

Der Handel führt Kompassse mit Missweisungskorrektur. Bei solchen Modellen kann mit Hilfe eines Schraubendrehers auf der Unterseite des Kompasses die Gradskala um die jeweilige Missweisung gedreht und eingestellt werden. Ich muss mich um die Missweisung dann nicht weiter kümmern. In sog. "Gebieten unsicherer Missweisung" variiert diese

Elektronischer Kompass:

Beispiel:



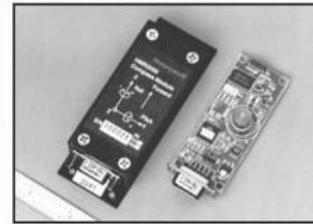
Quelle: <http://datasheet.seekic.com/pdfimage/Hon/HoneywellHMR3000-D21-48505072pdf0.jpg>

Quelle: http://img.diytrade.com/cdimg/1436266/22403614/0/1310568710/compass_module_with_tilt_compensated_similar_as_honeywell_HMR3000.jpg

Digital Compass Module

HMR3000

Electronic compass module that provides heading, pitch and roll output for navigation and guidance systems. Honeywell's solid state magnetoresistive sensors make this strapdown compass both rugged and reliable. This compass provides fast response time up to 20 Hertz and high heading accuracy of 0.5° with 0.1° resolution.



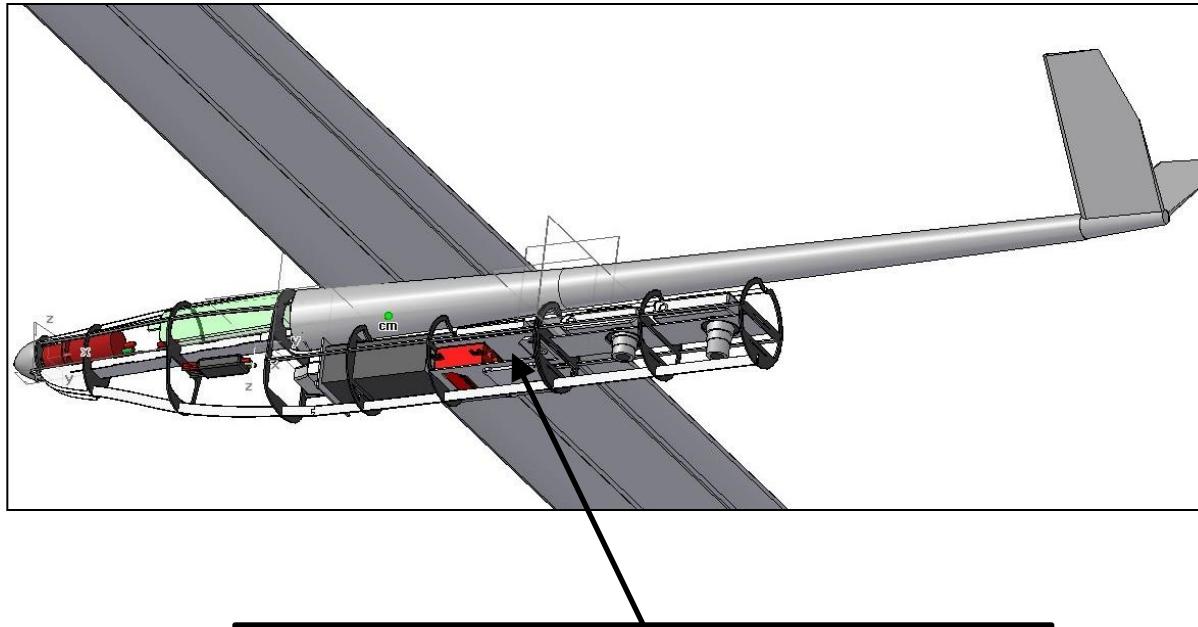
APPLICATIONS

- Oceanographic
 - Marine Compassing
 - Positioning of Buoys, Underwater Structures
- Drilling
 - Down Hole and Directional
- Attitude Reference
- Heading
 - Navigation of Unmanned Vehicles
 - Avionic Compassing
- Integration with GPS
 - Dead Reckoning
- Satellite Antenna Positioning
- Laser Range Finders
 - Surveying Applications

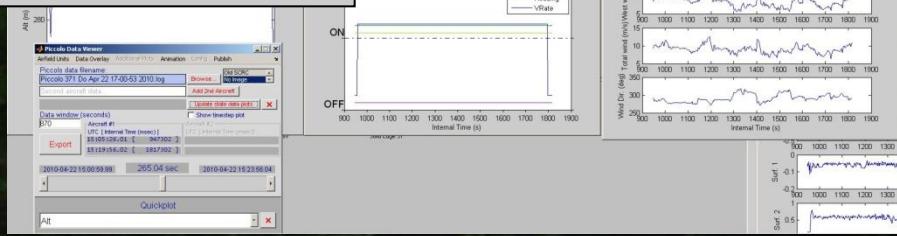
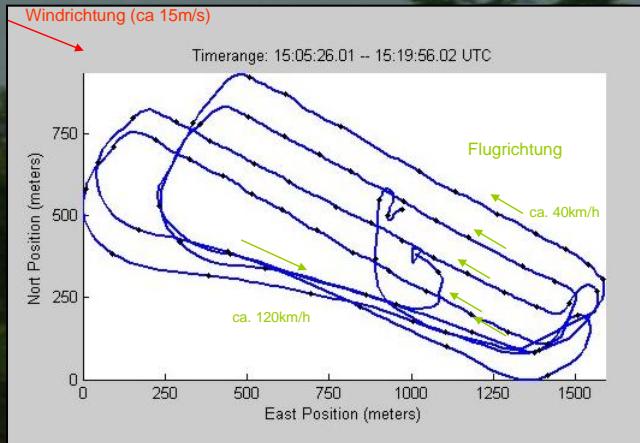
FEATURES AND BENEFITS

Fast Response Time	Built with solid state magnetic sensors and no moving parts improves response time, allowing faster updates compared to gimballed fluxgates.
Small Size	Available as a circuit board 1.2 x 2.95 inches, weighing less than one ounce, or in an aluminum enclosure.
Low Power	Operates with less than 35 mA, allowing for long operation with a battery.
High Accuracy	Accuracy better than 0.5° with 0.1° resolution for critical positioning applications.
Wide Tilt Range	Tilt range of ±40° for both the roll and pitch allows operation for most applications.
Hard Iron Compensation	Calibration routines to compensate for distortion due to nearby ferrous objects and stray fields, such as vehicles.
User Configurable Features	User settings of baud rate, update rate, output format, units, filter settings, deviation angles, alarms and warnings are stored internally in non-volatile memory.

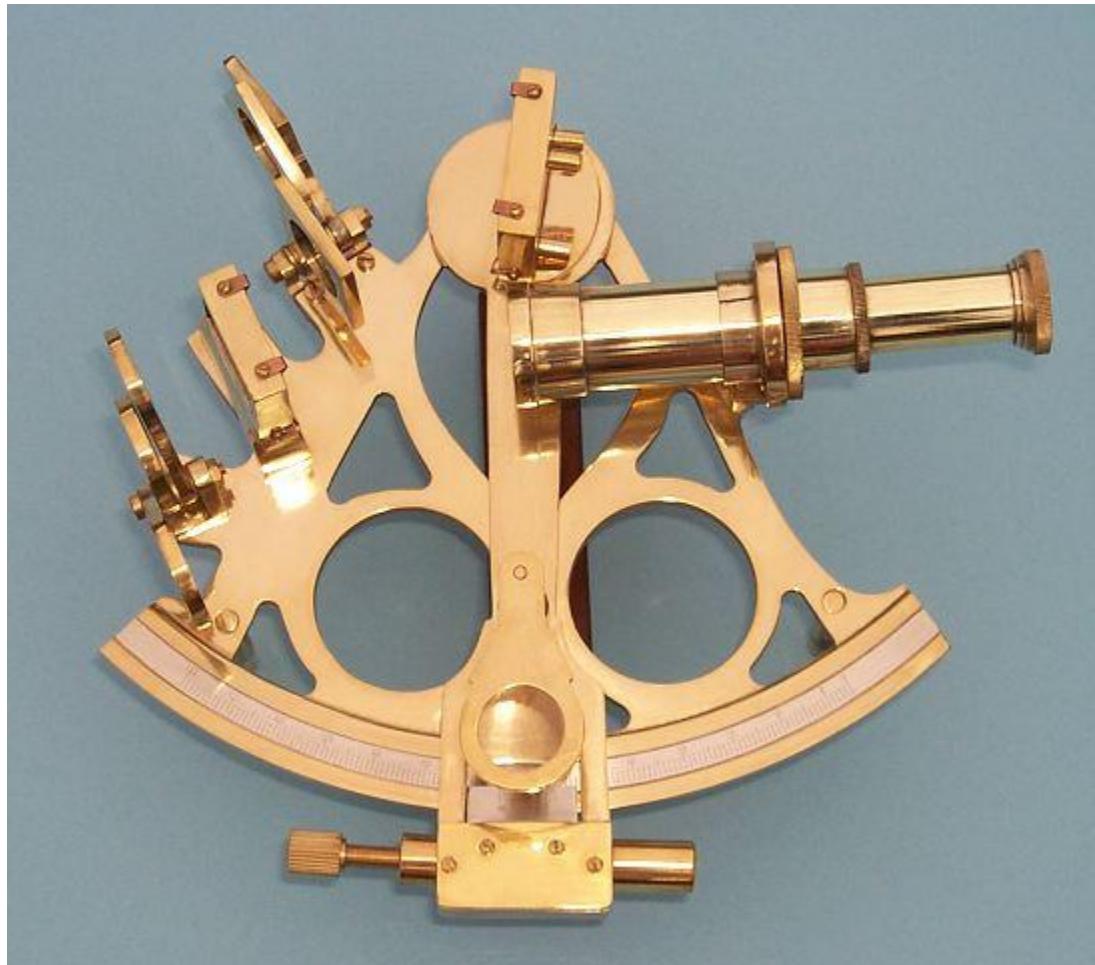
Anwendungsbeispiel Elektronischer Kompass:



Zur Unterstützung des Autopiloten



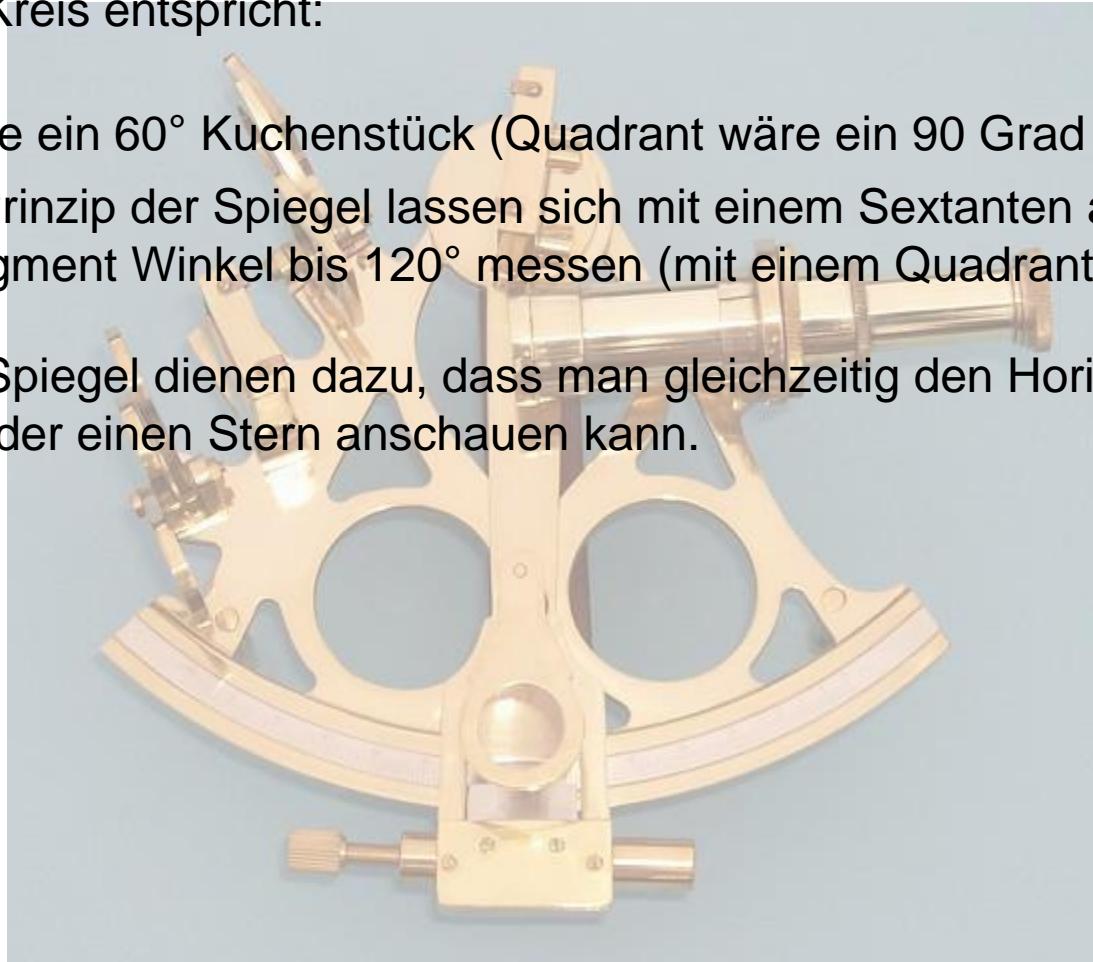
Sextant



Sextant

Heisst Sextant, weil der Kreissektor, welcher den Hauptteil des Gerätes ausmacht einem sechstel Kreis entspricht:

- Sieht aus wie ein 60° Kuchenstück (Quadrant wäre ein 90° Kuchenstück)
- Durch das Prinzip der Spiegel lassen sich mit einem Sextanten auf einem 60° Kreissegment Winkel bis 120° messen (mit einem Quadranten bis 180°)
- Die beiden Spiegel dienen dazu, dass man gleichzeitig den Horizont als auch die Sonne oder einen Stern anschauen kann.



Indexspiegel:

Drehbar gelagert, damit man den Horizont und die Sonne aufeinander ausrichten kann, um den Winkel zwischen beiden abzulesen

Alhidade:

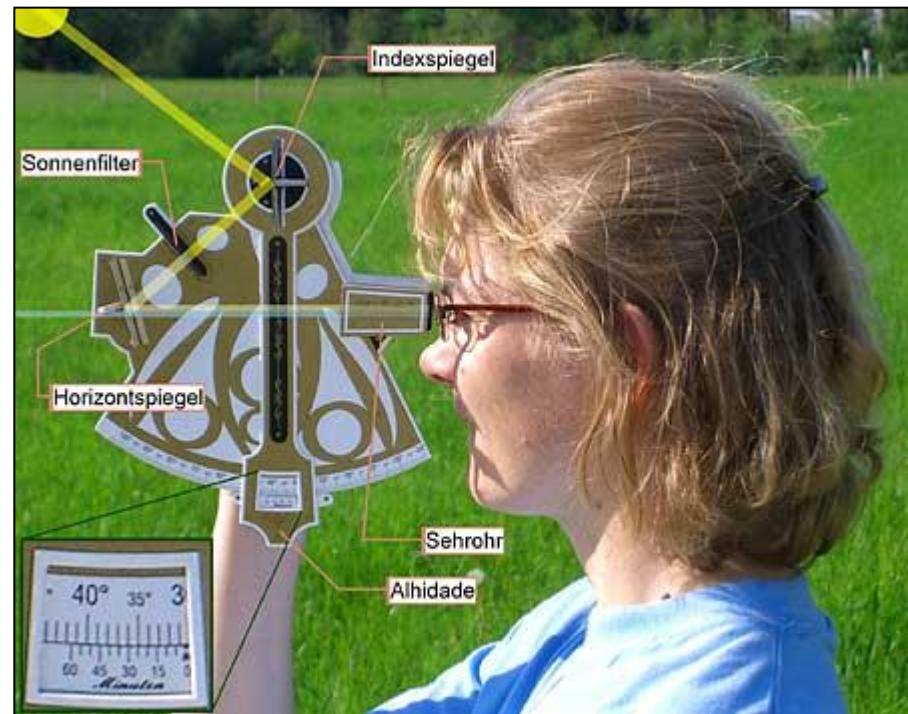
Drehbarer Arm mit dem Indexspiegel

Sonnenfilter:

Um auch die Sonne anvisieren zu können

Horizontfilter:

Vermeidung von Blendungen; bessere Erkennung des Horizontes durch Kontrasterhöhung zwischen Wasser und Himmel



Quelle: <http://www.kowoma.de/gps/astronav/sextant.htm>

Sehrohr:

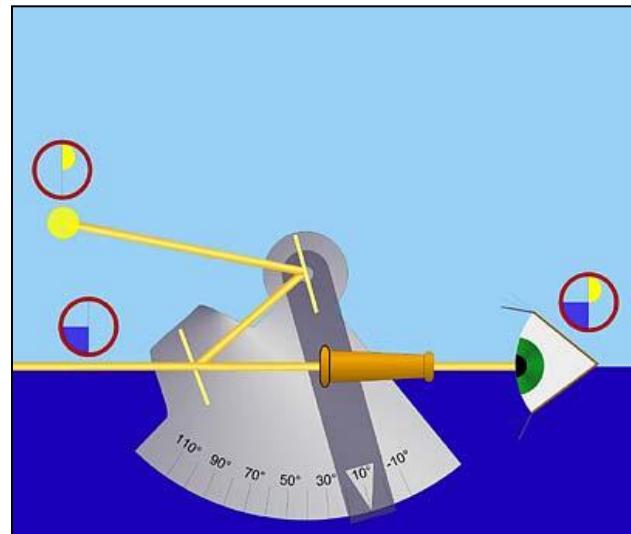
Definiert den richtigen Winkel zum Spiegel
(im einfachsten Fall einfach nur ein Loch, ansonsten auch ein Fernrohr)

Bedienung:

Durch Verstellen der Alhidade wird der Indexspiegel verdreht.

Für eine Ablesung wird die Alhidade so eingestellt, dass man die Sonne direkt auf dem Horizont aufsitzen sieht.

Dann kann man an der Skala unten den Winkel der Sonne über dem Horizont direkt ablesen.



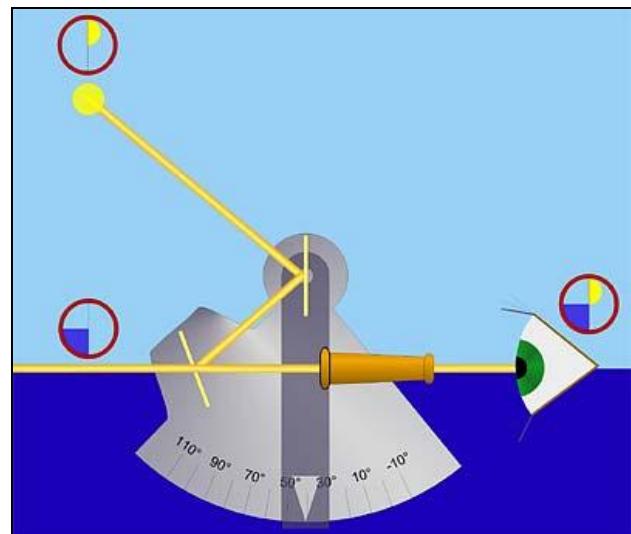
Tiefer Sonnenstand - kleiner Winkel

Man kann natürlich auch andere Winkel messen:

Bei bekannter Entfernung
→ Bestimmung von Höhen (Berge oder Gebäude)

Bei bekannten Höhen von Objekten → Entfernung

Geschickt eingesetzt lässt sich mit einem Sextanten eine Kreuzpeilung wesentlich exakter durchführen als mit einem Peilkompass.



hoher Sonnenstand - großer Winkel

Sextant: Bestimmung des Breitengrades

Bestimmung des Breitengrads mit der Mittagsmethode:

Grundlagen:

Bestimmung der Position mit Hilfe der Sonne und eines Sextanten

Nur einmal am Tag möglich (Mittagsmethode)

Es werden Längen und Breitengrad der eigenen Position nacheinander bestimmt

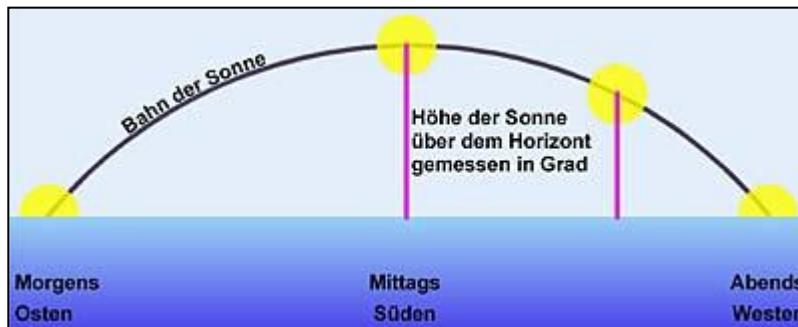
Bestimmung des Breitengrads mit der Mittagsmethode:

Abhängigkeit des Sonnenstandes nach Tageszeit:

Sonne bewegt sich von Osten nach Westen, Mittags am Höchsten

Steht mittags am Höchsten

Im Winter steht die Sonne tiefer als im Sommer



Bahn der Sonne im Tagesverlauf

Bestimmung des Breitengrads mit der Mittagsmethode:

Abhängigkeit des Sonnenstandes vom Breitengrad

Die Sonne steht 2mal im Jahr genau über dem Äquator:

→ (21./22. März und 22./23. Sept.)

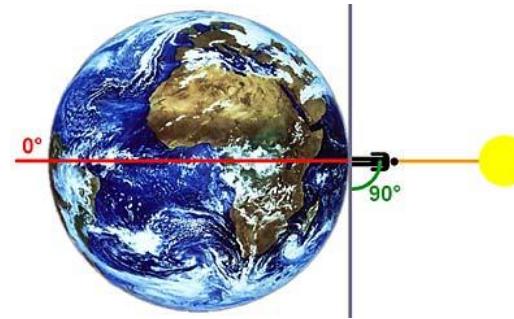
→ Tag und Nachtgleiche



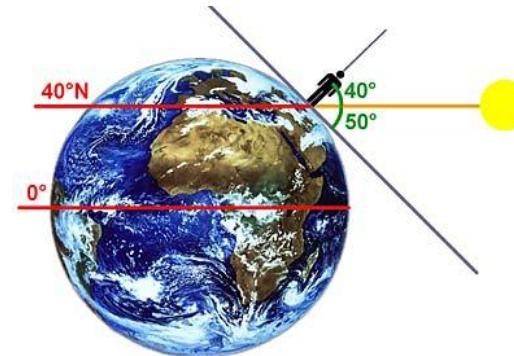
Bestimmung des Breitengrads mit der Mittagsmethode:

Bei Tag und Nachtgleiche ist die Positionsbestimmung einfach:

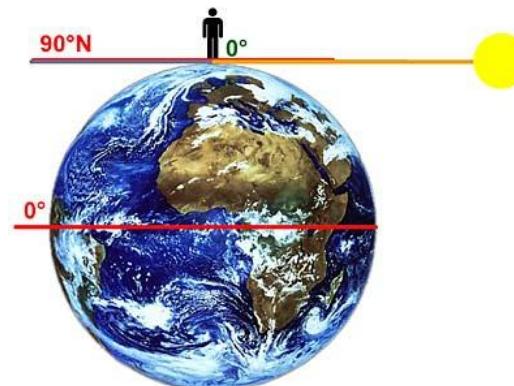
- Der messbare Sonnenhöchststand ist direkt vom Breitengrad abhängig



$$(\text{Tag- und Nachtgleiche}): 90^\circ - 90^\circ = 0^\circ \text{ Breite}$$



$$(\text{Tag- und Nachtgleiche}): 90^\circ - 50^\circ = 40^\circ \text{ Breite}$$

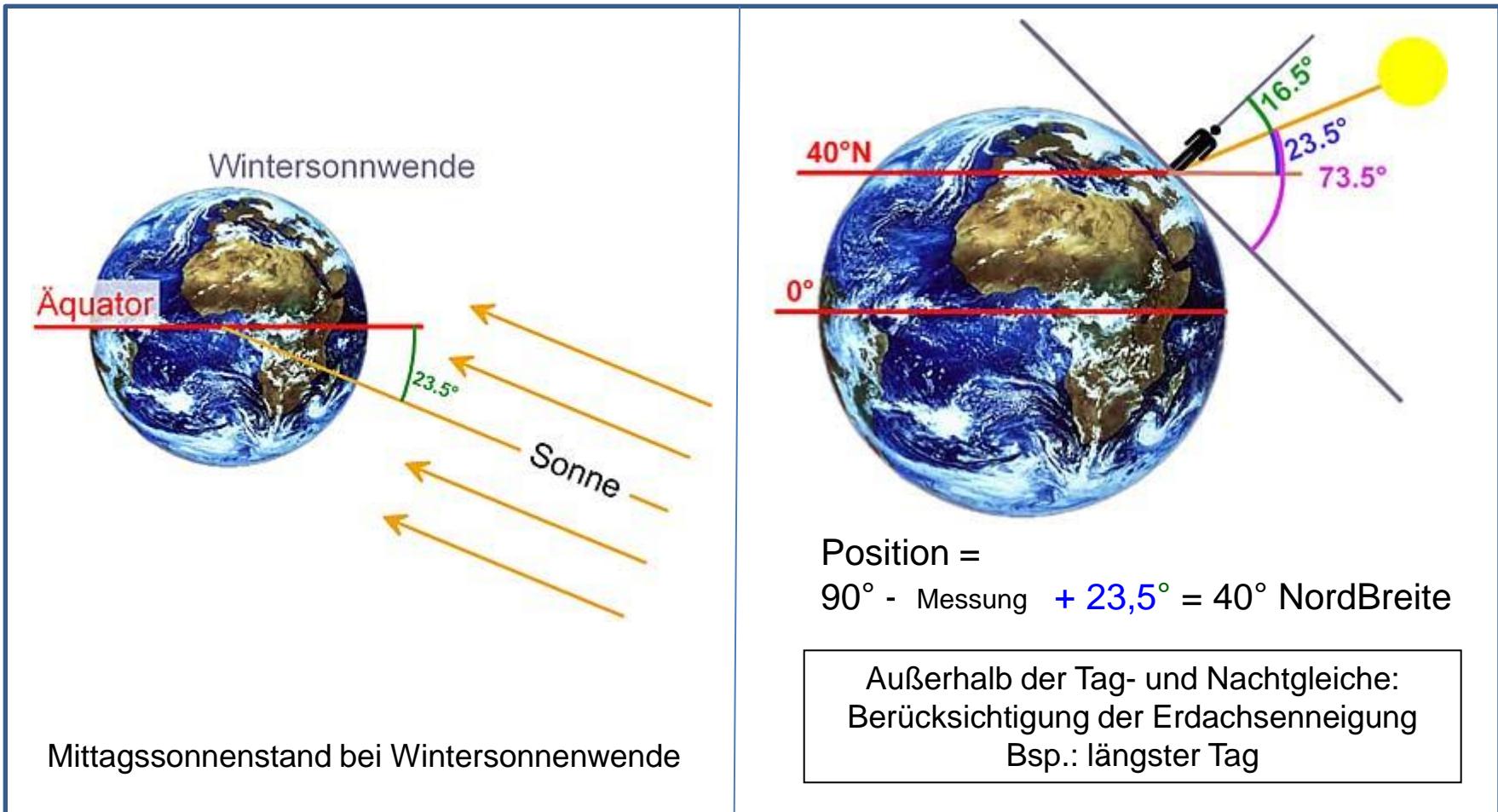


$$(\text{Tag- und Nachtgleiche}): 90^\circ - 0^\circ = 90^\circ \text{ Breite}$$

Abhängigkeit des Sonnenstandes von der Jahreszeit

Bedingt durch die Neigung der Erdachse: $23,5^\circ$

→ Der messbare Sonnenhöchststand (Mittag) ist direkt vom Breitengrad abhängig



Abhängigkeit des Sonnenstandes von der Jahreszeit

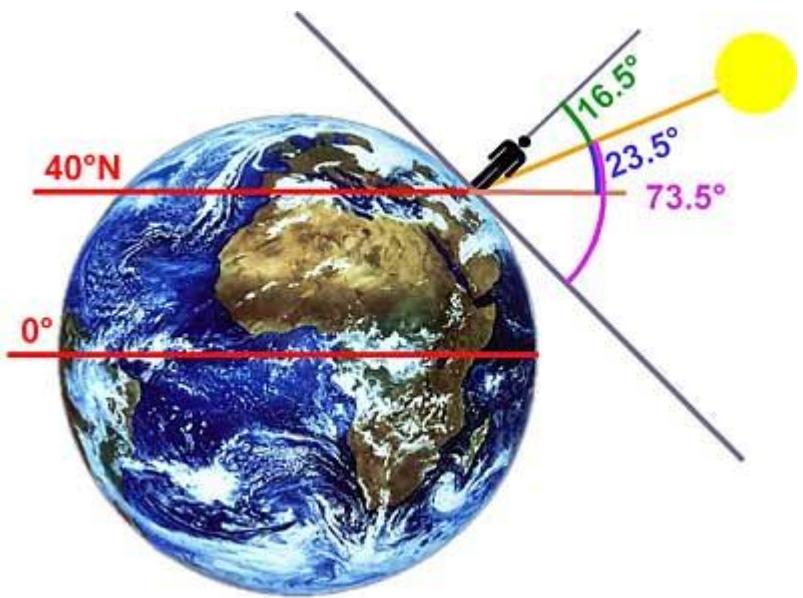
Die eigentliche Schwierigkeit besteht nicht darin, die Position der Sonne am Himmel zu bestimmen, sondern den Breitengrad zu kennen, an dem die Sonne zu einem bestimmten Zeitpunkt senkrecht am Himmel steht

→ Tabellenwerke



Nautisches
Jahrbuch

→ Computerberechnungen
(<http://www.nautictools.de/>)



$$\text{Position} = 90^\circ - 73,5^\circ + 23,5^\circ = 40^\circ \text{ NordBreite}$$

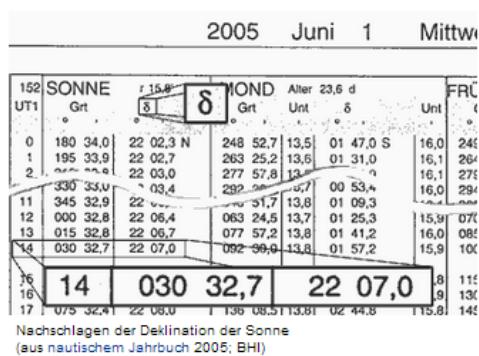
Positionsbestimmung am 21./22. Juni
(Sommersonnenwende)

Beispiele zur Bestimmung des Breitengrades:

Beispiel 1:

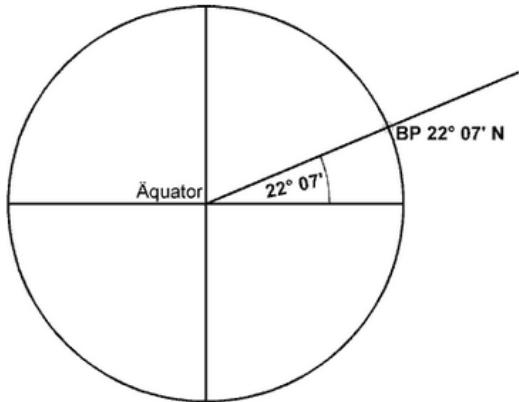
Man misst am 01. Juni 2005 um 11:50 Uhr Lokalzeit mit dem Sextanten einen Sonnenhöchststand von $77^\circ 07'$ über dem Horizont. Die Sonne steht im Süden. Unsere momentane Zeitzone sei UTC minus 2 Stunden.

1. Schritt



Stunden intrapoliieren oder in unserem Fall einfach den Wert für 14:00 UTC verwenden. Der Fehler, den wir dadurch machen ist nur gering. Wir finden also für 14:00 UTC einen Wert für die Deklination δ von $22^\circ 07'$. Die Tabelle zeigt in der ersten Zeile der Spalte auch, ob die Sonne nördlich oder südlich des Äquators steht. In unserem Fall steht sie nördlich (N).

Als kleine Anmerkung noch, warum in der ersten Spalte mit der Uhrzeit nicht UTC sondern UT1 steht. Das ist natürlich kein Druckfehler im nautischen Jahrbuch sondern UT1 ist eine Zeitskala, die auf der Erdrehung beruht. Der Unterschied zu UTC ist maximal 0.9 Sekunde und letztere wird durch Schaltsekunden mit der UT1 Zeit gleich gehalten.

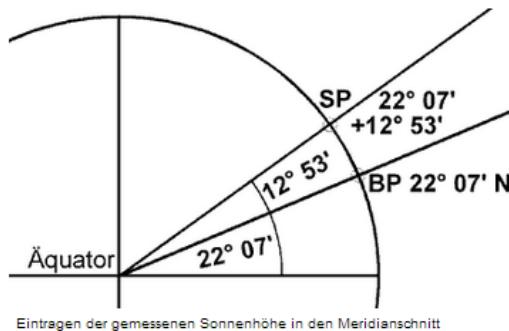


Eintragen des Sonnenstandes in den Meridianschnitt

unsere Zeichnung ein. Es ist der Schnittpunkt der Linie Erdmittelpunkt - Sonne mit der Erdoberfläche.

Lokalzeit 11:50 in Zeitzone UTC-2 entspricht 13:50 UTC Zeit. Schlagen wir im nautischen Jahrbuch die Tabelle für den 01. Juni 2005 auf, so finden wir die Werte in Stundenschritten angegeben. Da sich die Deklination der Sonne nicht sehr schnell verändert (22.5° im halben Jahr), können wir als Wert für die Deklination problemlos zwischen zwei vollen

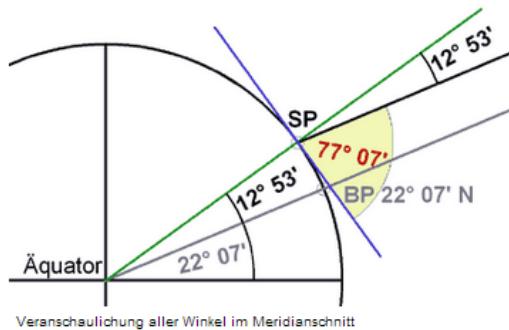
2. Schritt



Eintragen der gemessenen Sonnenhöhe in den Meridianschnitt

Auch diesen Winkel können wir in unseren Meridianschnitt eintragen. Da wir uns nördlicher als der Bildpunkt der Sonne befinden, addieren wir den Winkel von $12^\circ 53'$ zur Deklination der Sonne von $22^\circ 07'$ und erhalten unseren Standpunkt (SP) mit $35^\circ 00'$. Dies ist der Punkt, an dem die neue Linie die Erdoberfläche (Kreis) schneidet. Sie liegt nördlicher als der Bildpunkt der Sonne.

Details



Veranschaulichung aller Winkel im Meridianschnitt

Erweitert man den Meridianschnitt noch ein wenig, so sieht man nochmal, wie die Winkel zustandekommen. Verschiebt man den Winkel von $12^\circ 53'$ vom Erdmittelpunkt zum festgestellten Standpunkt, so sieht man nochmals, wie die Sonne $12^\circ 53'$ südlicher als der Zenit am Himmel steht. Das ist der Winkel zwischen der grünen Linie, die genau vom Standpunkt zum Zenit zeigt und der schwarzen Linie, die zur Sonne zeigt. Zeichnet man nun noch den Horizont ein, also die blaue Linie, die senkrecht zur grünen steht, so sieht man zwischen der schwarzen Linie, die zur Sonne zeigt und der blauen Linie des Horizonts die anfänglich mit dem Sextanten gemessenen $77^\circ 07'$ (gelber Winkel).

Wir haben einen Sonnenhöchststand von $77^\circ 7'$ über dem Horizont gemessen. Damit beträgt der Winkel zwischen Zenit und Sonne $90^\circ - 77^\circ 07' = 12^\circ 53'$. Die Sonne steht südlich am Himmel, wir befinden uns also nördlicher als der Bildpunkt der Sonne.

Beispiel 2:

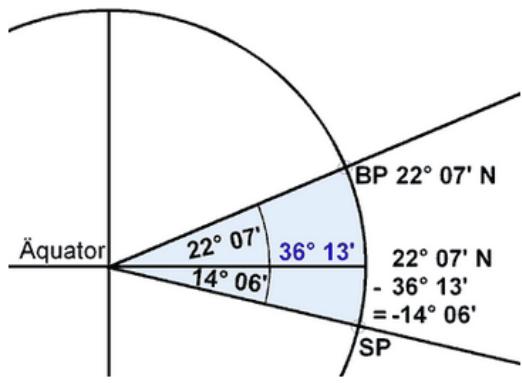
Wir bleiben in diesem Beispiel bei Tag und Uhrzeit, messen aber einen anderen Winkel der Sonne:

Man misst am 01. Juni 2005 um 11:50 Uhr Lokalzeit mit dem Sextanten einen Sonnenhöchststand von $53^\circ 47'$ über dem Horizont. Die Sonne steht im Norden. Unsere momentane Zeitzone sei UTC-2.

1. Schritt

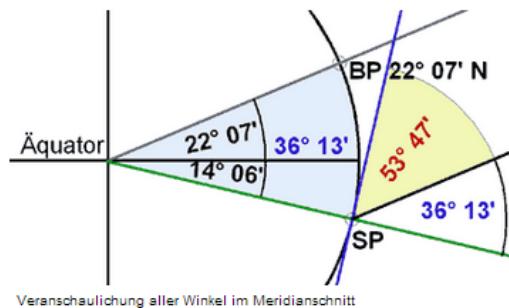
Da in diesem Beispiel der Tag und die Uhrzeit gleichgeblieben sind, ist der erste Schritt identisch wie vorhin. Wieder können wir in den Meridianschnitt den Bildpunkt der Sonne eintragen. Die Sonne steht $22^\circ 07'$ nördlich des Äquators.

2. Schritt



Eintragen der gemessenen Sonnenhöhe in den Meridianschnitt

$90^\circ - 53^\circ 47' = 36^\circ 13'$. Jetzt müssen wir aufpassen. Wir haben die Sonne im Norden gemessen, das bedeutet, wir befinden uns südlicher als der Bildpunkt der Sonne. Das müssen wir beim Eintragen des soeben berechneten Winkels in den Meridianschnitt beachten. Wir tragen den Winkel also nicht oben ab, sondern ziehen ihn von der Deklination der Sonne ab. Damit ergibt sich für den Standpunkt SP eine Position $22^\circ 07' - 36^\circ 13' = -14^\circ 06'$ oder $14^\circ 06'$ südlich des Äquators.



Vervollständigt man den Meridianschnitt zur Kontrolle wieder mit allen Winkeln, sieht man, wie die Sonne am Himmel gesehen wurde. Verschiebt man wieder die Linie, die den Bildpunkt der Sonne zeigt (grau) zum bestimmten eigenen Standort, so erkennt man, wie die Sonne $36^\circ 13'$ nördlich des Zenit steht. Daraus ergibt sich dann gegenüber dem Horizont (blaue Linie) ein Winkel der Sonne von $53^\circ 47'$. Das ist der mit dem Sextanten gemessene Winkel.

Sextant: Bestimmung des Längengrades

Theorie:

Sonnenhöchststand am Nullmeridian immer zu UTC 12:00Uhr

Die Erde dreht sich mit 15° pro Stunde ($360^\circ/24$ Stunden)

- Erfassung der UTC Zeit für gemessenen Sonnenhöchststand
- Ableitung der Gradabweichung vom Nullmeridian

Beispiel.:

Sonnenhöchststand um 14,30 Uhr UTC

→ 2,5h westlicher als Greenwich = $2,5 * 15^\circ = 37,5^\circ$ West

Problem:

Flache Sonnenbahn :

→ eine Minute Fehler bedeuten am Äquator 30km Fehler der Positionsbestimmung

Trick zur genauen Bestimmung des Mittagszeitpunktes:



Genaue Bestimmung des Mittagszeitpunktes

Messung der Sonnenhöhe zu beliebigem Zeitpunkt am Vormittag

- Winkel notieren, am Sextanten eingestellt lassen
- Warten, bis der Winkel am Nachmittag wieder erreicht wird
- Da dann die Sonne schneller steigt und fällt, ist die Messung einfacher
- Ableitung des Mittagszeitpunktes

Im Beispiel:

Mittagshöchststand: 20min und 25sec später als Greenwich → etwa 5° West

Problem:

Die Erde dreht sich nicht ganz exakt in 24h einmal um sich selbst

→ Berücksichtigung dieses Umstandes: Nachschlagen im Tabellenwerk

		2005	Juni	1	Mittwoch	
152	SONNE		MOND	Alter 23,6 d		FRÜHLIP
UT1	Grt		Grt	Unt	δ	Unt
0	180 34,0	22 02,3 N	248 52,7	13,5	01 47,0 S	249 34,6
1	195 33,9	22 02,7	263 25,2	13,6	01 31,0	264 37,1
2	210 33,8	22 03,0	277 57,8	13,7	01 25,3	279 39,5
3	330 33,0	22 03,4	292 22,0	13,7	00 53,4	294 42,0
11	345 32,9	22 03,4	307 51,7	13,8	01 09,3	308 04,2
12	000 32,8	22 06,4	063 24,5	13,7	01 25,3	070 04,2
13	015 32,8	22 06,7	077 57,2	13,8	01 41,2	085 06,6
14	030 32,7	22 07,0	092 00,0	13,9	01 57,0	100 09,1
15	12 000 32,8	22 06,4				115 11,6
16	060 32,5	22 07,7	121 35,6	13,9	02 28,9	130 14,0
17	075 32,4	22 08,0	136 08,5	13,8	02 44,6	145 16,5

Nachschlagen des Ortsstundenwinkels der Sonne

(aus [nautischem Jahrbuch](#) 2005; BHI)

Da der Sonnenhöchststand nach der Messung um 12:20:25 Uhr gegeben war, hat sich die Erde inzwischen um $20,42/60$ einer Stunde weiterbewegt, Also um $0,34 \cdot 15^\circ = 5^\circ 06'$

Dieser Mehrzuwachs kann auch in den „Schalttafeln“ im Nautischen Jahrbuch abgelesen werden, wo für jede Minute und Sekunde die entsprechenden Werte zu finden sind.

Quelle http://www.kowoma.de/gps/astronav/breite_mittagsmethode.htm

Spalte GRT:

→ (Ortsstundenwinkel) für jeden Tag und jede Stunde ein Wert

Am Beispiel erkennt man, dass die Sonne um 12.00 Uhr UTC ein klein wenig weiter gewandert ist als $0,00^\circ$

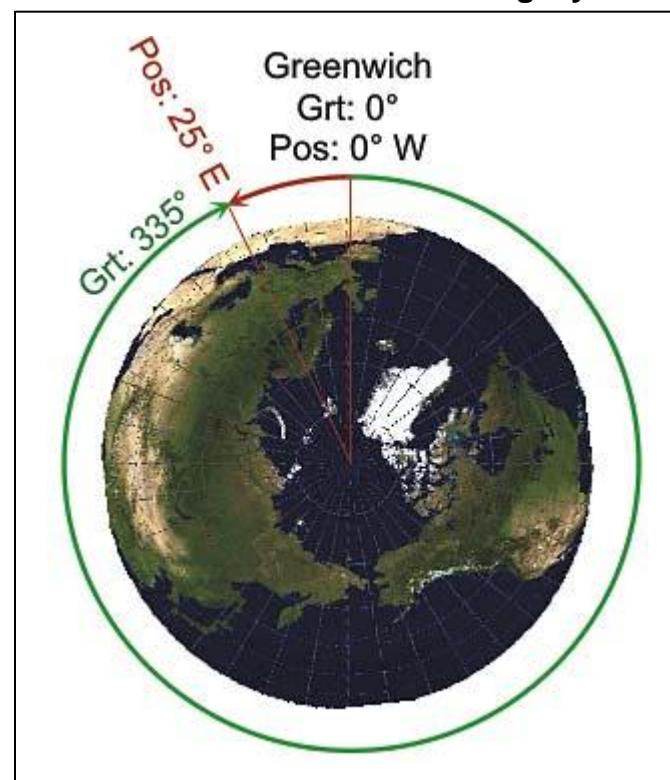
Der Ortsstundenwinkel wird immer als Vollkreiswinkel in Richtung Westen startend bei 0° angegeben.

Anders nach Konvention für die Längengrade:
Längengrade West und Ost je von Greenwich aus
(je 180°)

- Ist der Ortsstundenwinkel $>$ als 180° , muss der Winkel von 360° abgezogen werden, um den richtigen östlichen Längengrad E zu erhalten

Beispiel im Bild:

$$360^\circ - 335^\circ = 25^\circ \text{ Ost.}$$



Umrechnen des Längengrads aus
Ortsstundenwinkeln über 180°

Sextant: Methode zur Positionsbestimmung mit Hilfe der Sonne

Sextant: Methode zur Positionsbestimmung mit Hilfe der Sonne

Mittagsmethode ist nur ein Spezialfall zur Positionsbestimmung mit der Sonne

- Es gibt eine komplexe
Allgemeine Methode zur Positionsbestimmung mit Hilfe der Sonne
- Soll nur erwähnt werden und nicht behandelt

Allgemeiner Fall

Die Theorie

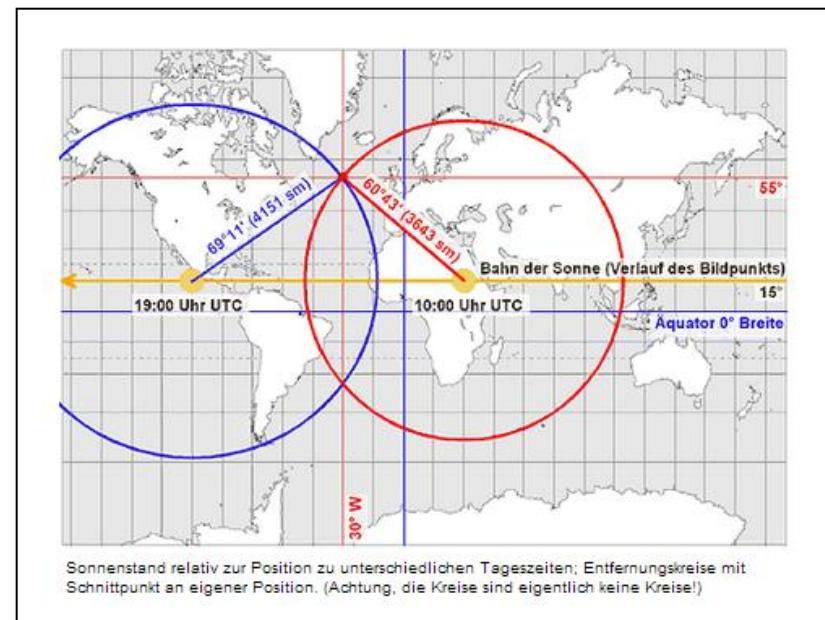
Wie es zu anderen Tageszeiten aussieht, verdeutlicht nachfolgende Grafik. Zu jeder beliebigen Tageszeit misst man einen bestimmten Winkel zwischen Horizont und Sonne. Der Wert, den man erhält, wenn man diesen Winkel von 90° abzieht, entspricht der Entfernung vom Bildpunkt der Sonne. Da 1° einer Entfernung von 60 Seemeilen entspricht, könnte man nun um den bekannten Bildpunkt der Sonne einen Kreis mit dem entsprechenden Radius zeichnen und der Schnittpunkt mindestens zweier solcher Kreise ergibt die eigene Position. Theoretisch käme man sogar mit einer Messung aus, wenn man zusätzlich noch die exakte Richtung zur Sonne messen könnte. Dann könnte man die entsprechende Entfernung im richtigen Winkel vom Bildpunkt der Sonne aus in die Karte eintragen und hätte seine eigene Position. Das klingt zu einfach um wahr zu sein, ist es auch. Hinter der Methode verbergen sich ein paar Tücken.

Das Problem

Erstens sind es Kreise, die man auf der Erdkugel zeichnen müsste, nicht auf einer Karte. Das heißt, es sind keine Kreise mehr, wenn man sie auf eine Karte überträgt. Im unteren Bild sind es zwar Kreise, aber das ist nicht korrekt und dient nur zur Veranschaulichung. Die geometrischen Formen, die entstehen, wenn man auf einer Kugel gezeichnete Kreise auf eine Karte projiziert, sind von Hand nahezu unmöglich zu zeichnen.

Zweitens braucht man eine Karte, auf der sowohl der Bildpunkt der Sonne als auch der eigene Standort eingezeichnet werden kann. Diese Entfernung ist leicht einige tausend Seemeilen und eine derartige Karte lässt keine sehr genaue Positionsbestimmung mehr zu. Jeder Bleistiftstrich ist einige Seemeilen dick.

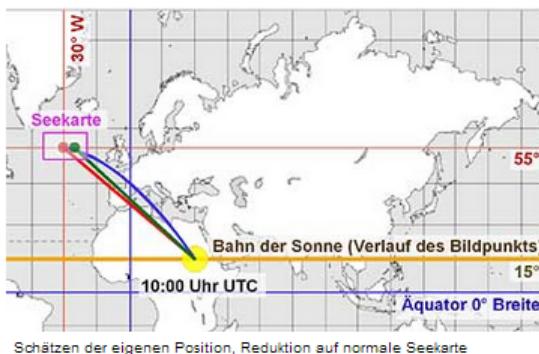
Würde man mit nur einer Messung und dem gemessenen Winkel die Position bestimmen, würde es noch vertrackter. Man müsste die Entfernung zum Bildpunkt auf einem Grosskreis und nicht auf einer Geraden eintragen und würde vermutlich trotzdem niemals am richtigen Ort herauskommen. Zudem ist es nicht möglich, den Winkel zur Sonne auch nur halbwegs exakt zu bestimmen. Jedes Grad Fehler macht auf diese Entfernung einen riesigen Fehler bei der Bestimmung der eigenen Position aus. Rechnerisch hingegen ist aus zwei gemessenen Sonnenhöhen eine Positionsbestimmung durchaus möglich.



Die Lösung

Hier ist also guter Rat teuer und deswegen hat es in der Geschichte der Navigation auch ziemlich lange gedauert, bis jemand mit einem Trick dem ganzen Problem auf die Schliche kam bzw. eine Lösung fand.

Der Trick ist, man schätzt seine eigene Position und berechnet, um wieviel man sich verschätzt hat. Dabei ist es nicht schlimm, wenn diese geschätzte Position ziemlich falsch ist, auf einer Schiffreise könnte man z.B. eine vom Vortag bekannte Position verwenden oder einen entsprechenden Koppelort, also eine alte Position korrigiert um die seit dessen Bestimmung zurückgelegte Strecke. Aber der Reihe nach.



Betrachtet man sich zunächst die tatsächliche Situation, so wird man in aller Regel auf einer normalen Seekarte arbeiten und die Position zumindest insoweit kennen, dass man sagen kann, man befindet sich innerhalb dieser Seekarte. Wenn man die Position

genauer kennt, ist auch gut. Was man auch sieht, ist, dass von zwei geschätzten Positionen auf der Seekarte aus der Winkel zum Bildpunkt der Sonne annähernd gleich ist. In der Grafik liegen die beiden Punkte etwa 300 Seemeilen auseinander, etwas genauer dürfte man seine eigene Position in aller Regel schon kennen. Und trotzdem sind die Winkel sehr ähnlich. Würde man die Winkel für die beiden in der Karte eingezeichneten Positionen berechnen, so erhält man für den roten Punkt einen Azimut, also den Winkel von Norden aus gerechnet zur Sonne, von $106,5^\circ$. Für den grünen Punkt sind es $111,1^\circ$, also kein wirklich dramatischer Unterschied. Wer aufmerksam ist, merkt vielleicht, dass der Winkel der roten und grünen Linie auf der Zeichnung keine $106,5^\circ$ oder $111,1^\circ$ sind, sondern eher so um die 135° . Da ist doch etwas falsch, oder? Es ist etwas falsch, nämlich dass die Linien Geraden sind. Würde man sich auf der Erde auf direktem Weg, also entlang eines Grosskreises (mehr dazu [hier](#)), zum Bildpunkt der Sonne bewegen, würde das auf der Karte in etwa der blauen Linie entsprechen und dessen Azimuwinkel ist beim grünen

etwa der blauen Linie entsprechen und dessen Azimuwinkel ist beim grünen Punkt wesentlich kleiner als der der geraden Linien. Dies jedoch nur nebenbei, denn das spielt im folgenden keine Rolle, da bei den kleinen Entfernungen, die man auf normalen Seekarten einzeichnet, dies als gerade Linie gemacht werden kann.

Zurück zum Beispiel. Wir wissen jetzt, dass die Richtung zum Bildpunkt der Sonne sich in den meisten Fällen (ausser man ist sehr nah am Bildpunkt) nicht sehr stark ändert, wenn man seine Position ein wenig verschätzt hat.

Schritt 1 - Position gißen

Wir schätzen also unsere Position auf **54° Nord und 31° West**. Es ist sinnvoll, runde Zahlen, nicht aber zwingend ganze Grade zu verwenden, da es die Berechnung vereinfacht. Diese geschätzte Position nennt der Seefahrer auch gegießte Position.

Schritt 2 - Sonnenhöhe messen

Jetzt messen wir den Winkel zwischen Sonne und Horizont mit dem Sextanten und notieren gleichzeitig die sekundengenaue Zeit. Der gemessene Winkel sei $29^{\circ}20,9'$, die Sonne steht südlich am Himmel. Bei einem Winkel über 25° aber unter 40° müssen wir noch $12'$ Gesamtbeschickung für die Fehler durch Refraktion, Augenhöhe (2 m) und den Sonnenradius hinzuzählen und erhalten $h_g = 29^{\circ} 32,9'$.

Es sei der **30.04.2005** und die Messung war zufällig (vielleicht war es auch Absicht) genau um **10:00:00 UTC**.

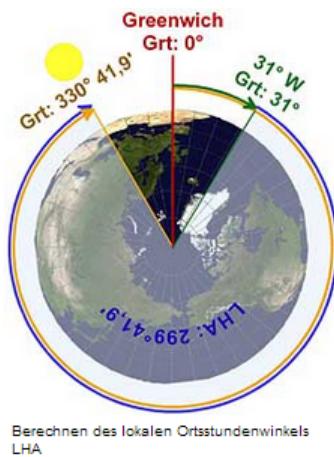
Schritt 3 - Deklination der Sonne berechnen

Jetzt berechnen wir, wo für diesen Zeitpunkt der Messung der Bildpunkt der Sonne auf der Erde war. Wir finden (aus den Tabellenwerken oder lassen es uns berechnen) eine Deklination & der Sonne von **$14^{\circ} 51,9'$ (N)**.

Schritt 4 - Greenwicher Ortsstundenwinkel der Sonne berechnen

Nun brauchen wir noch den Greenwicher Ortsstundenwinkel der Sonne. Dieser muss, da wir uns noch vor dem Greenwicher Mittag befinden (es ist erst 10:00 Uhr UTC), recht gross sein, da die Sonne von Osten kommend Greenwich fast erreicht hat, der Winkel aber von Greenwich aus in Richtung Westen gemessen wird. Durch Nachgeschlagen oder Berechnen lassen findet man: Der Greenwicher Ortsstundenwinkel beträgt **$330^{\circ} 41,9'$** . Jetzt haben wir die Position des Bildpunkts der Sonne.

Schritt 5 - lokalen Ortsstundenwinkel berechnen



Wenn wir uns obige Grafik nochmal ansehen, fällt auf, dass wohl weniger der Greenwicher Ortsstundenwinkel der Sonne von Interesse ist, sondern der Unterschied zwischen dem eigenen Ortsstundenwinkel und dem der Sonne. Also berechnen wir den "lokalen Ortsstundenwinkel" LHA.

Dazu zieht man den Ortsstundenwinkel der gegebenen Position vom Ortsstundenwinkel der Sonne ab. Beachten muss man dabei die Vorzeichen, wenn man sich östlich von Greenwich befindet, da der Ortsstundenwinkel immer einen positiven Wert zwischen 0 und 360° haben muss. Ist man sich nicht ganz

sicher, ob man richtig gerechnet hat, hilft das Zeichnen einer Äquatorialschnittfigur. Diese haben wir bereits am Ende der Längengradbestimmung nach der Mittagsmethode gesehen und sie ist im Prinzip das gleiche wie die bereits kennengelernte Meridianschnittfigur. Nur schaut man jetzt nicht von der Seite auf die Erde sondern genau auf den Nordpol. In unserem Beispiel, wir sind auf 31° W, berechnet man für den LHA: $330^{\circ} 41,9' - 31^{\circ} 00,0' = 299^{\circ} 41,9'$.

Schritt 6 - Höhe der Sonne am gegebenen Punkt berechnen

So, jetzt kommen wir um ein wenig Mathematik nicht mehr herum, es muss die Sonnenhöhe für den gegebenen Standort berechnet werden. Wir kennen den gemessenen Winkel an unserem wahren Standort und durch Vergleich mit dem berechneten für den geschätzten Standort erfahren wir, ob wir uns näher am Bildpunkt der Sonne befinden als geschätzt, oder weiter entfernt. Befinden wir uns näher, ist der gemessene Winkel zwischen Horizont und Sonne größer als der berechnete und umgekehrt.

Stellen wir nochmal alle Informationen zusammen, die wir jetzt benötigen:

δ_{\odot} (Delta) ist die Deklination der Sonne (in unserem Beispiel $14^{\circ} 51,9' = 14,865^{\circ}$)

φ_g (Phi) ist der gegebene Breitengrad (in unserem Beispiel 54°)

LHA ist der lokale Ortsstundenwinkel (in unserem Beispiel $299^{\circ} 41,9' = 299,698^{\circ}$)

Quelle: http://www.kowoma.de/gps/astronav/allg_methode_1.htm

Die Herleitung der Formel sparen wir uns, wer es genau wissen will, sollte sich eine der zahlreichen Astronomie Seiten zu Gemüte führen.

$$h_c = \arcsin(\sin \delta_{\odot} \cdot \sin \varphi_g + \cos \delta_{\odot} \cdot \cos \varphi_g \cdot \cos LHA)$$

h_c ist die Sonnenhöhe für den gegebenen Standort

Setzt man nun die Werte ein, so erhält man:

$$h_c = 29,275^{\circ} = 29^{\circ} 16,5'$$

Auf Taschenrechnern findet man anstatt \arcsin häufig \sin^{-1} . Ebenfalls gilt zu beachten, dass der Rechner auf Grad (Degrees, DEG) eingestellt ist und nicht auf Radian (RAD). Dies gilt es besonders zu beachten, wenn man mit Excel rechnen will, da die trigonometrischen Funktionen dort nach Winkel in RAD verlangen.

Schritt 7 - Abstand zum gegebenen Punkt berechnen

Vergleichen wir die soeben für den gegebenen Ort berechnete Sonnenhöhe $29^{\circ} 16,5'$ mit der an unserer tatsächlichen Position gemessenen Sonnenhöhe von $29^{\circ} 32,9'$, so finden wir, dass die Sonne $16,4'$ höher am Himmel steht, als erwartet. Das bedeutet andererseits, dass wir uns $16,4'$ oder $16,4$ Seemeilen näher am Bildpunkt der Sonne befinden als der gegebene Standort. Jetzt müssen wir nur noch herausfinden, in welcher Richtung es zum Bildpunkt der Sonne geht.

Schritt 8 - Azimut des Bildpunkts berechnen

Wieder müssen wir die Mathematik strapazieren und den Azimut, also die Richtung zum Bildpunkt der Sonne berechnen. Dies geschieht mit Hilfe der folgenden Formel.

$$Z = \arccos\left(\frac{\sin \delta_{\odot} - \sin \varphi_g \cdot \sin h_c}{\cos h_c \cdot \cos \varphi_g}\right)$$

δ_{\odot} (Delta) ist die Deklination der Sonne (in unserem Beispiel $14^{\circ} 51,9' = 14,865^{\circ}$)

φ_g (Phi) ist der gegebene Breitengrad (in unserem Beispiel 54°)

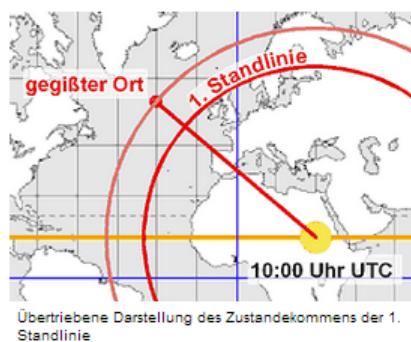
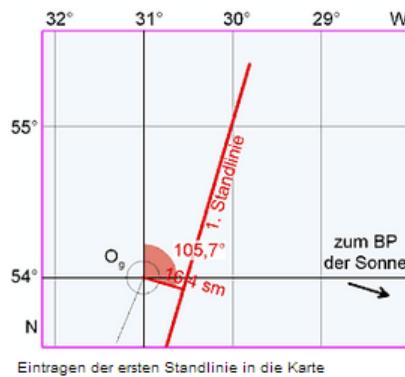
h_c ist die berechnete Sonnenhöhe am gegebenen Standort (in unserem Beispiel $29^{\circ} 16,5' = 29,275^{\circ}$)

Setzt man die Werte wieder ein, so erhält man einen Azimut:

$$Z = 105,7^\circ$$

Es gilt bei diesem Wert noch eines zu beachten, wenn nach dem Sonnenhöchststand gemessen wird, entspricht der Winkel dem Winkel von Norden aus gerechnet entgegen dem Uhrzeigersinn. Um den "Kurs" zur Sonne zu erhalten muss man dann den Winkel von 360° abziehen.

Schritt 9- Eintragen in Seekarte



Standort darf diese Linie als Linie eingezeichnet werden, nicht als Kurve, da der Fehler vernachlässigbar ist.

Schritt 10 - Wiederholen

So, nun müssen wir das ganze entweder mit einem zweiten Gestirn, das sich möglichst im 90° Winkel zur Sonne am Himmel befindet oder einige Zeit warten und eine zweite (eventuell noch eine dritte) Bestimmung mit der Sonne durchführen, wenn sich diese am Himmel ein gutes Stück weiter bewegt hat.

Wir wiederholen in unserem Beispiel die Bestimmung nochmals um 15:00:00 Uhr UTC und erhalten nach entsprechender Rechnung folgende Werte:

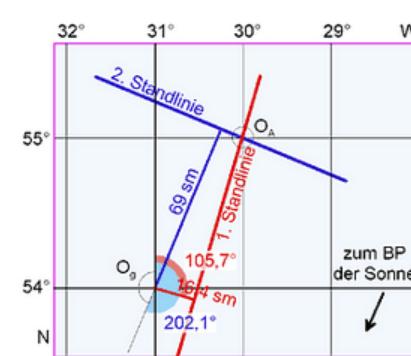
$$h_g = 48^\circ 07,0'$$

$$h_c = 49^\circ 16,0'$$

Der gemessene Winkel zwischen Horizont und Sonne ist kleiner als der errechnete, das bedeutet, wir befinden uns jetzt weiter vom Bildpunkt entfernt, als der gegriffene Standort. Die Differenz der beiden Winkel ist $1^\circ 09'$ oder $69'$, also 69 Seemeilen.

$$Z = 157,9^\circ$$

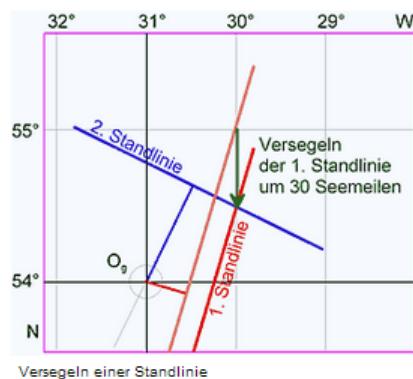
Hier gilt es jetzt, wie vorhin erwähnt, aufzupassen. Es ist Nachmittag, die Sonne ist "an uns vorbei", deswegen ist der errechnete Azimut von Norden über Westen gezählt anstatt über Osten. Um den richtigen Kurswinkel zu erhalten, den wir in die Karte eintragen müssen wir rechnen: $360^\circ - 157,9^\circ = 202,1^\circ$



Eintragen der zweiten Standlinie in die Karte;
Bestimmen des Schnittpunkts

Jetzt können wir die zusätzliche 2. Standlinie in die Karte einzeichnen. Der Winkel beträgt $202,1^\circ$, die 69 sm werden vom Bildpunkt der Sonne weg, also nach oben eingetragen. Wieder liegt die Standlinie senkrecht darauf und der Schnittpunkt der beiden Standlinien ergibt der tatsächlichen Standort. Dieser ist in unserem Beispiel recht genau 55° N und 30° W.

Versegeln der Standlinie



Die oben durchgeführte Positionsbestimmung ist recht und schön, meist wird man jedoch nicht den ganzen Tag am gleichen Ort warten um seine Position zu bestimmen und zumindest tagsüber findet man außer der Sonne in den seltensten Fällen (Mond) ein zweites Gestirn zur Messung.

Durch eine Änderung des Standorts zwischen zwei Messungen schleicht sich natürlich ein Fehler ein, den man aber

annäherungsweise ganz gut ausgeleichen kann. So wie man durch Koppeln von einer bekannten Position eine neue Position (den Koppelort) bestimmen kann, in dem man die Geschwindigkeit mit der Zeit multipliziert und die resultierende zurückgelegte Strecke in der Richtung, in die man sich bewegt hat auf der Karte einzeichnet, kann man auch die erste Standlinie entsprechend verschieben und dann erst den Schnittpunkt mit der zweiten Linie suchen. Diese Verschiebung der Standlinie nennt man "Versegeln" der Standlinie.

Angenommen wir hätten uns zwischen der ersten und der zweiten Messung um 30 Seemeilen nach Süden bewegt. Natürlich ändern sich, da wir uns an einer anderen Position befinden für die zweite Messung die Werte, so dass die 2. Standlinie eine andere ist. Der Schnittpunkt der versegelten und der 2. aktuell gemessenen Standlinie gibt dann jedoch wieder die tatsächliche Position zum Zeitpunkt der zweiten Messung an. Wie bei allen Koppelorten leidet die Genauigkeit natürlich, da das Koppeln selbst nicht sehr genau ist und Abdrift und andere Einflüsse nur schwer einzuberechnen sind.

Trägheitsnavigation (INS)

Trägheitsnavigation (Inertiales Navigationssystem = INS)

Sensorsystem mit **6 Freiheitsgraden** (3 translatorische und 3 rotatorische)

- 3 Beschleunigungssensoren und
- 3 Drehratensensoren (Kreisel) für die 3 Raumachsen

Ermöglicht...

- die Bestimmung der Orientierung des Objektkoordinatensystems in Echtzeit
- den Vergleich mit dem Bezugskoordinatensystem (Raumkoordinatensystem).
- kann referenzlos betrieben werden
(unabhängig von Ortungssignalen aus der Umwelt)

Anwendung als

- Navigationssystem,
- Stabilisierungssystem

Prinzip:

Die Beschleunigungs- und Drehratensensoren erfassen sämtliche Änderungen der Objektposition und –lage.

Die Bestimmung der Beschleunigungen auf die quantitativ bekannten Massen beruht auf dem Prinzip der Massenträgheit.

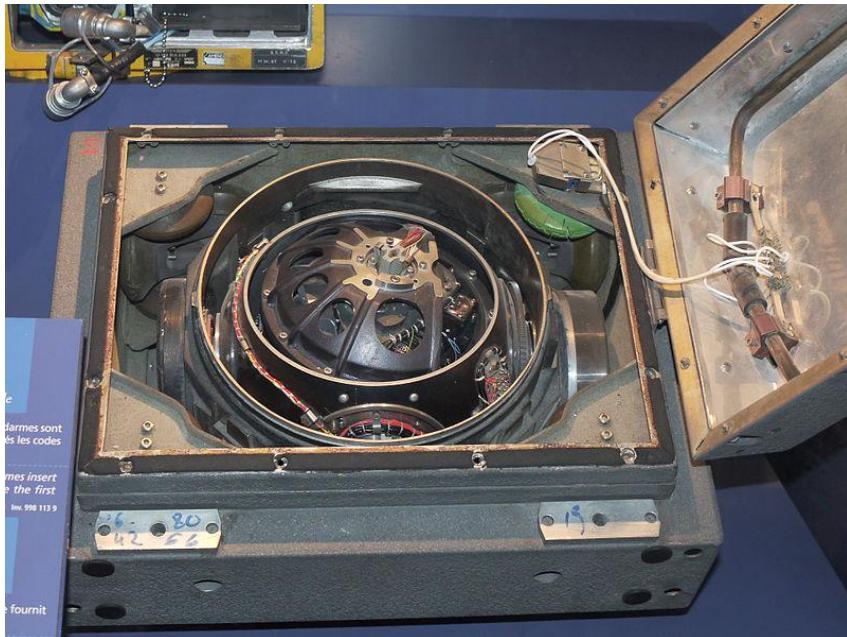
Nachteil des INS:

Sensordrift, deren Fehlereinfluss sich im Laufe einer Messung kumulativ verstärkt

- In der Praxis koppelt man daher ein INS mit anderen Navigationssystemen.
- Die Kombination mit einem Global Positioning System (GPS) ergänzt absolute Positionsangaben im Sekundenabstand, während das INS die Zwischenwerte interpoliert.

IMU = Inertial measuring unit:

3 Beschleunigungssensoren und 3 Gyroscope



Quelle: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Centrale-intertielle_missile_S3_Musee_du_Bourget_P1010652.JPG

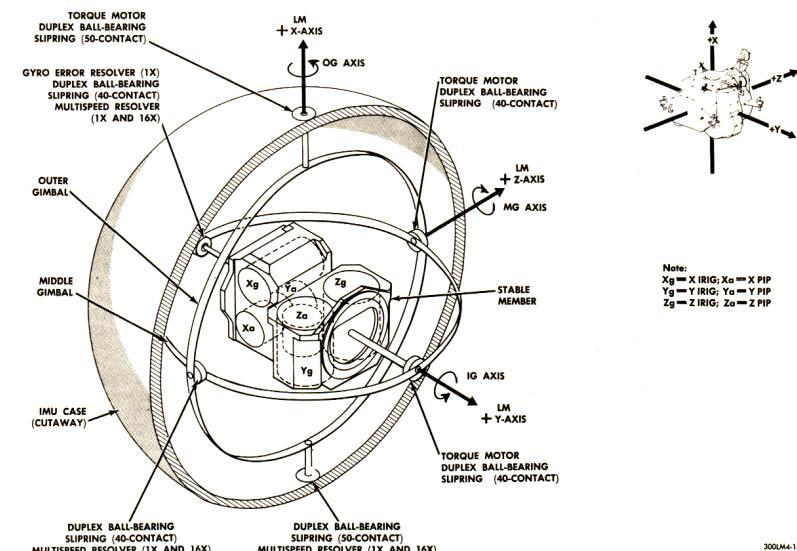


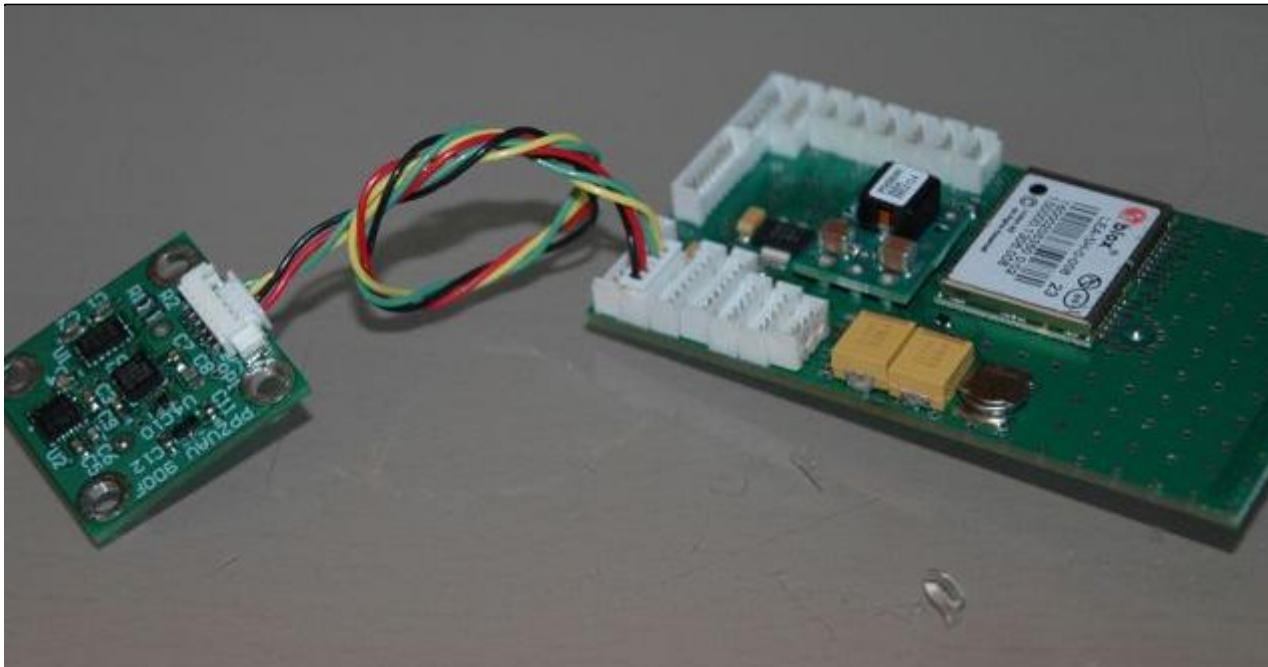
Figure 2.1-24. IMU Gimbal Assembly

Quelle: <http://www.wangf.net/vbb2/showthread.php?threadid=20352>

Alte Analoge IMU mit 3 Beschleunigungssensoren und 3 Gyroscopen

IMU = Inertial measuring unit:

3 Beschleunigungssensoren und 3 Gyroscope



Quelle: <http://paparazzi.enac.fr/wiki/File:Ppz9dofimumed.jpg>

Moderne IMU an einem Opensource Autopilotboard (Paparazzi)
mit 3 Beschleunigungssensoren und 3 Piezo-Gyroskopen

IMU = Inertial measuring unit:

3 Beschleunigungssensoren und 3 Gyroscope



Crista Sensor Head

Quelle: http://paparazzi.enac.fr/wiki/File:Crista_sensorhead.jpg

Moderne Highend IMU für ein professionelles Autopilotensystem (Piccolo)
mit 3 Beschleunigungssensoren und 3 Piezo-Gyroskopen

Andere gängige IMU's:

Vector-Nav VN-100[Official website](#) ↗

There is a module for this AHRS (`ins_vn100.xml` for fixedwings).

MicroStrain 3DM-GX2[Official website](#) ↗

More info soon.

Xsens MTi and MTi-G (with GPS)[Official website MTi](#) ↗[Official website MTi-G](#) ↗

In sensor fusion, calibration and timing are crucial. If you want latency compensated ADXRS gyro integrated attitude done by an efficient and optimized Blackfin DSP you need an XSens. For rotorcraft the 100Hz is a bit slow, but for fixedwing it's perfect. Directly compatible with Yapa and Lisa and all needed code in paparazzi.



Herkömmliche technische Navigationsverfahren

Luftfahrt:

NDBs

VORs

DMEs

TACAN

Seefahrt:

LORAN

DECCA

OMEGA

- Verfügbarkeit auf begrenztem Gebiet
- unterschiedliche Genauigkeiten
- Isoliert betrachtet erlauben sie keine dreidimensionale Positionsbestimmung
- Geräte teilweise sehr groß, unhandlich, schwer, teuer und relativ ungenau

Luftfahrt Navigationsverfahren

Luftfahrt:

NDBs

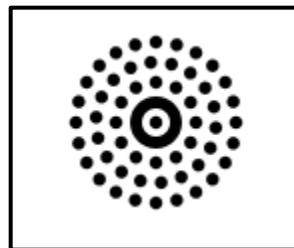
VORs

DMEs

TACAN

NDBs = Non-Directional Beacon:

- Sendeanlage am Boden, welche ununterbrochen in alle Richtungen (ungerichtet) Funkwellen ausstrahlt
- ungerichtete Funkwellen dienen als Strecken- oder Anflugfeuer sowie zur Positionsbestimmung in der Flug- und Seenavigation
- Sendefrequenz (Langwelle) ist mit einer Kennung moduliert, um das Funkfeuer identifizieren zu können
- ADF Gerät (Automated Direction Finder, Radiokompass) stellt die Richtung zum Sender dar
- Oft nur sehr unscheinbare Sendeantennen mit 10-15m Höhe
- Vereinzelt abgespannte Masten mit bis zu 50m Höhe



Zeichen für ungerichtetes Funkfeuer
in Luftfahrtkarten

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Ungerichtetes_Funkfeuer

patrick.reidelstuerz@hdu-deggendorf.de

Typen:

Strecken NDBs:

- Reichweiten bis zu 200km
- Kennung mit 3 Buchstaben, welche auf die geografische Position hinweisen

Anflug NDBs:

- In der Nähe von Flugplätzen
- Reichweiten von 15-20km
- Kennung mit 2 Buchstaben, welche auf die geografische Position hinweisen
- „Outer Marker“ und „Inner Marker“ stehen in der Anfluggrundlinie (gedachte Verlängerung der Landebahn)
- ADF Zeiger:
 - Flugzeug vor dem Marker: ADF-Zeiger zeigt nach vorne
 - Überflug: Zeiger dreht sich
 - Flugzeug hinter dem Marker: ADF-Zeiger nach hinten
- Soll Flughöhe für jeden Marker zur Kontrolle des Gleitwinkels beim Anflug

- Rudimentäre Form der Navigation: markieren einen Zielpunkt
- Heute noch in unterentwickelten Ländern und wenn UKW des VOR wegen Reflexionen beispielsweise von Gebirge ungeeignet
- Störanfällig bei Gewitter

Nutzung von NDBs für Funkstandlinien (LOP)

LOP (radio line of position) = gedachte Linie zu einer NDB Station:
durch Angabe eines Winkels wird die Position des NDB beschrieben
→ Ausbildung von Luftstraßen (airways)

Funkstandort (FIX)

Positionsbestimmung durch Peilung von 2 NDBs

NDB KL:

Ungerichtetes Funkfeuer (NDB)
mit dem Rufzeichen KL für Klagenfurt
- Sendet auf 313kHz



Quelle http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/8/82/NDB_KL.jpg

patrick.reidelstuerz@hdu-deggendorf.de

NDB Tutorial:

http://www.youtube.com/watch?v=_TZ3EjSYWfY

ADF Tutorial: Automatic direction finder

<http://www.youtube.com/watch?v=bGasggG7-2Q>

VOR = VHF Omnidirektonal Range

VOR = VHF Omnidirektional Range

- UKW Drehfunkfeuer (englisch: **VHF Omnidirektional Range (VOR)**)
- VHF = Very-High-Frequency = Ultrakurzwelle
- Omnidirektional Radio Range = Rundum Funkortung
- Das Signal einer Bodenstation kann vom VOR Empfänger als Richtungsinformation auf einem Anzeigegerät abgelesen werden
- Analogie zum Leuchtturm: Rumdumlicht und bei Norden zusätzlich rotes Licht

Signale der VOR - Sendeanlage

1. Gerichtete Komponente, die sich mit 30 Umdrehungen/sec dreht
→ die 360° Komponente zeigt in die magnetische Nordrichtung
2. Ungerichtete Komponente
3. Morse Kennung
4. Audiokanal mit aktuellen Anfluginformationen (ATIS)

VOR – Namen

Klarnamen in Verbindung mit Code aus 3 Buchstaben:

Gardermoen-VOR (internationaler Flughafen von Oslo/Norwegen)

VOR – Navigation Tutorial:

<http://www.youtube.com/watch?v=iCCk2ch-xL4>

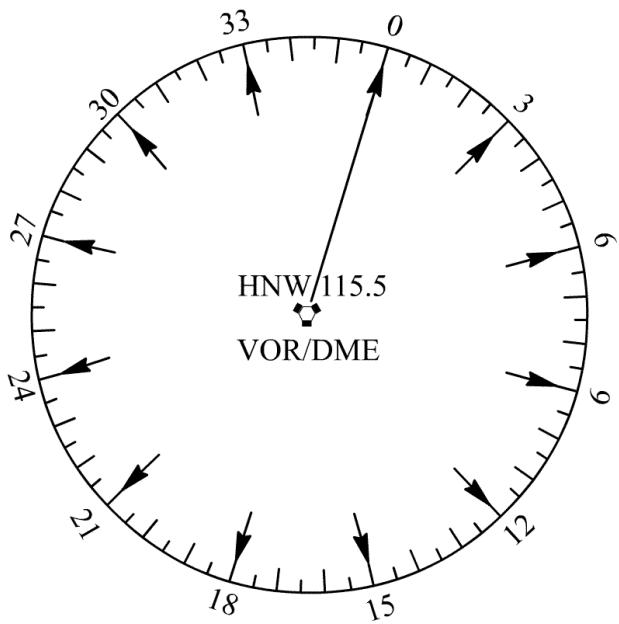
12:30min

DVOR = Doppler VHF Omnidirektional Range

- Doppler UKW Drehfunkfeuer (englisch: **Doppler VHF Omnidirektional Range**)

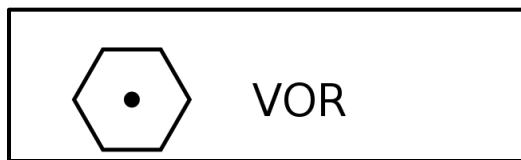
Unterschied zum VOR:

- Stationäre Rundstrahlantenne wie beim VOR
 - Ersatz der stationären ,sich drehenden Rundstrahlantenne durch 50 Antennen in einem Kreis mit 13,5m Durchmesser
- Ermöglicht eine nahezu kontinuierliche Rotation des Drehfunkfeuers
- „Doppler“ beschreibt die Art der Signalerzeugung und bezieht sich nicht auf den Doppler Effekt
- DVOR etwa 2-3mal genauer als herkömmliche VOR Sender:
Radialfehler
 - bis zu 1° bei DVOR
 - bis zu 2,5° bei VOR
- Oft mit DME kombiniert



VOR Anzeige

Quelle: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/VORstefan6A.png>

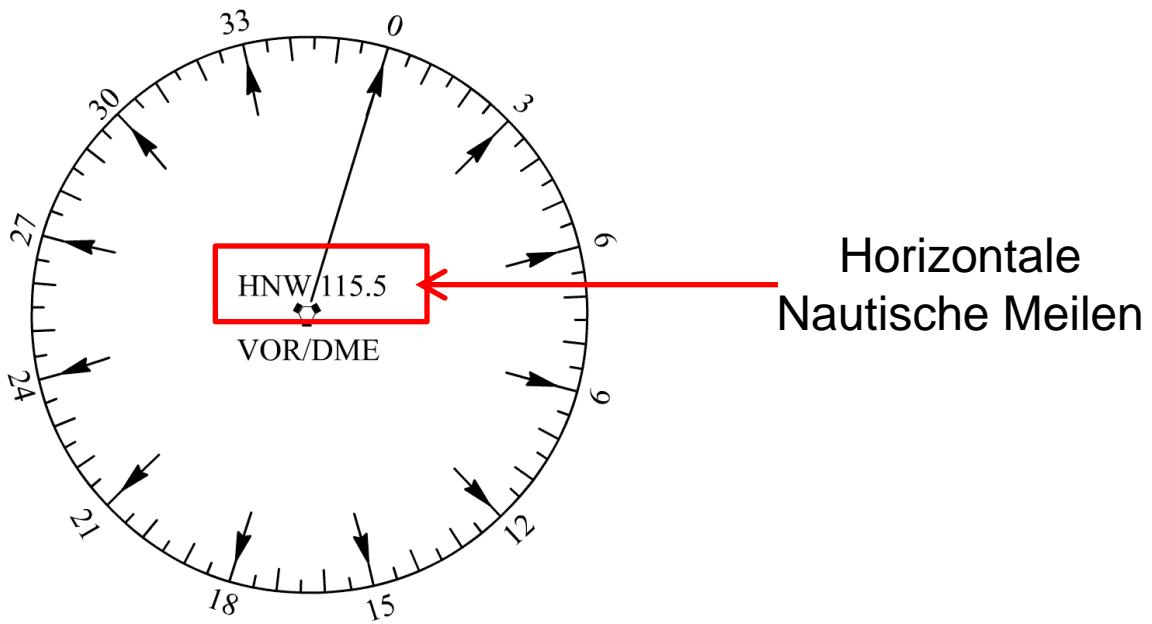


Zeichen für gerichtetes Funkfeuer VOR in Luftfahrtkarten

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Drehfunkfeuer>

DME = Distance Measuring Equipment

- Indirekte Entfernungsmessung beim VOR mittels Kreuzpeilung
- VHF = Very-High-Frequency = Ultrakurzwelle
- Es wird die direkte Entfernung zum DME Transponder gemessen aber keine Richtung
- DME häufig in Kombination mit VOR:
an die Frequenzeinstellung des VOR hängt sich auch diejenige des DME
- DME Transponder ohne VOR Sender sind sehr selten,
z.B. an Flugplätzen für NDB/DME Anflug



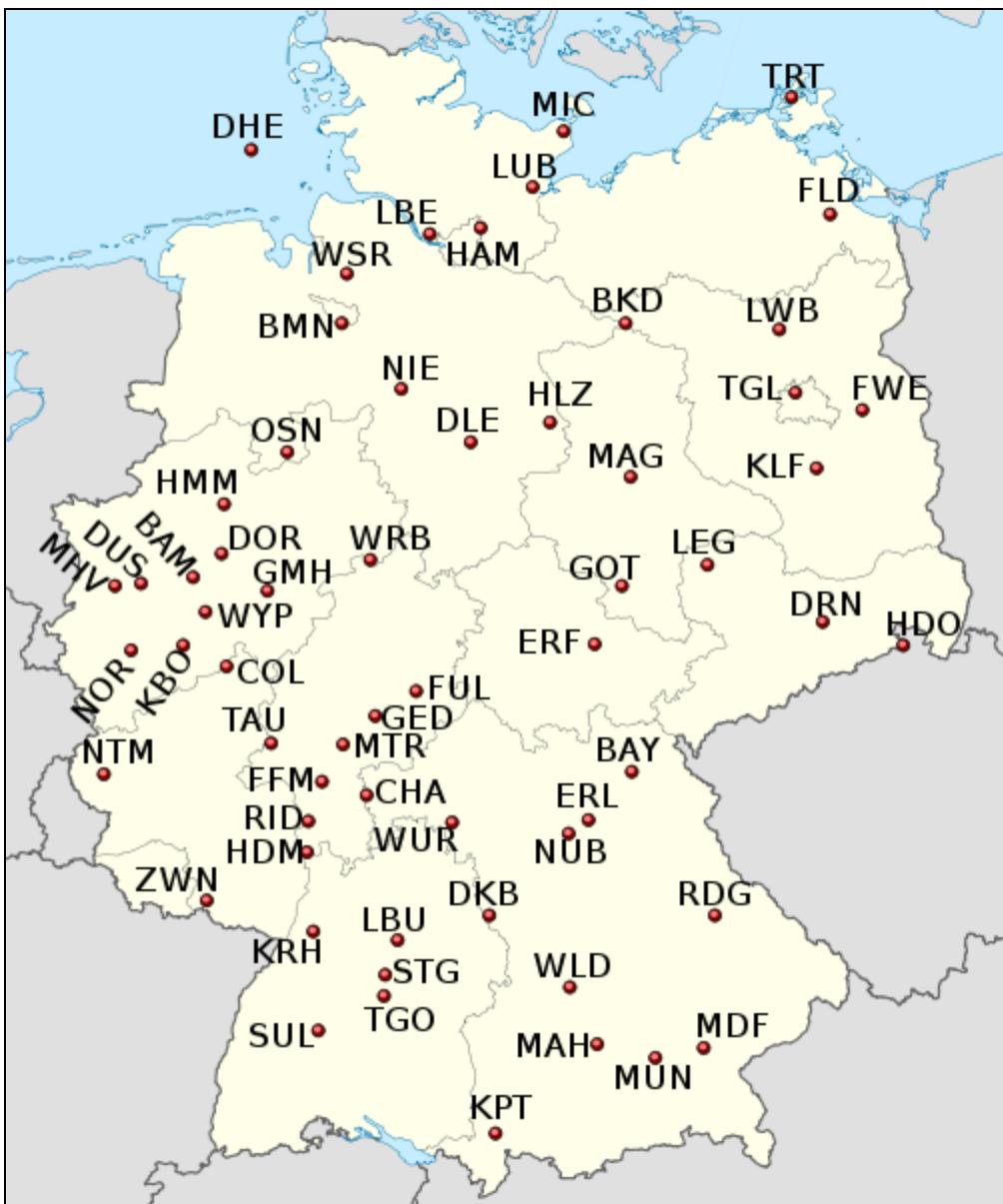
VOR/DME Anzeige

Quelle: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/VORstefan6A.png>



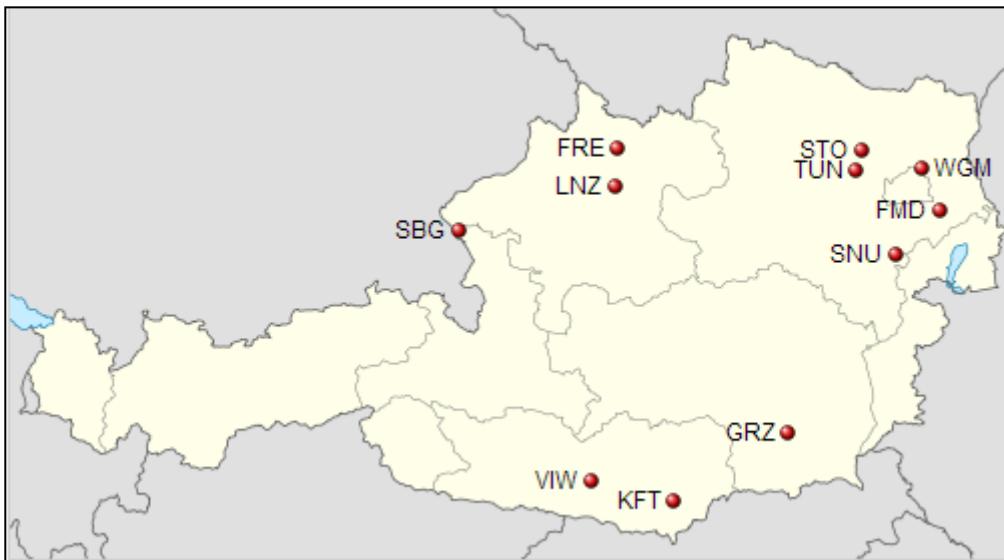
Doppler VOR (D-VOR) Bodenstation mit DME

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Drehfunkfeuer>



VORs in Deutschland

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Drehfunkfeuer>

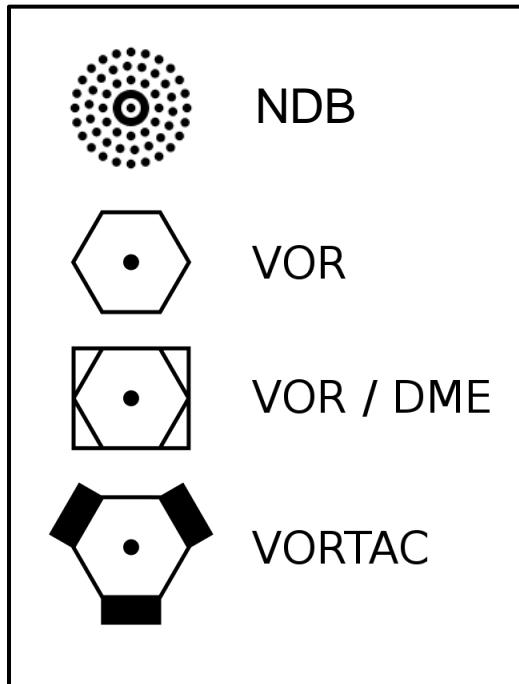


VORs in Österreich

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Drehfunkfeuer>

VORTAC = TACAN Tactical Air Navigation

- Militärisches Drehfunkfeuer
- Um Faktor 1,2 bis 2 genauer
- TACAN immer mit DME
- TACAN erscheint für ein ziviles Flugzeug wie eine DME Bodenstation
- VORTAC erscheint für ein ziviles Flugzeug wie eine VOR/DME Bodenstation



Zeichen für Funkfeuer in Luftfahrtkarten

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Ungerichtetes_Funkfeuer

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Drehfunkfeuer>

Seefahrt Navigationsverfahren

Seefahrt:

LORAN

DECCA

OMEGA

LORAN

LORAN = Long Range Navigation

Funknavigationssystem zur Navigation vorwiegend in der Seefahrt

- Aktuelle Version: LORAN-C

→ Zu Ketten verknüpfte Sendestationen

→ eine Kette aus Hauptsender mit bis zu 5 Nebensendern,
die einige hundert km voneinander entfernt sind

→ bei guter Empfangslage: Wiederholgenauigkeit von bis zu 10m

→ Großer Fehlereinfluss durch Landoberflächenstrukturen

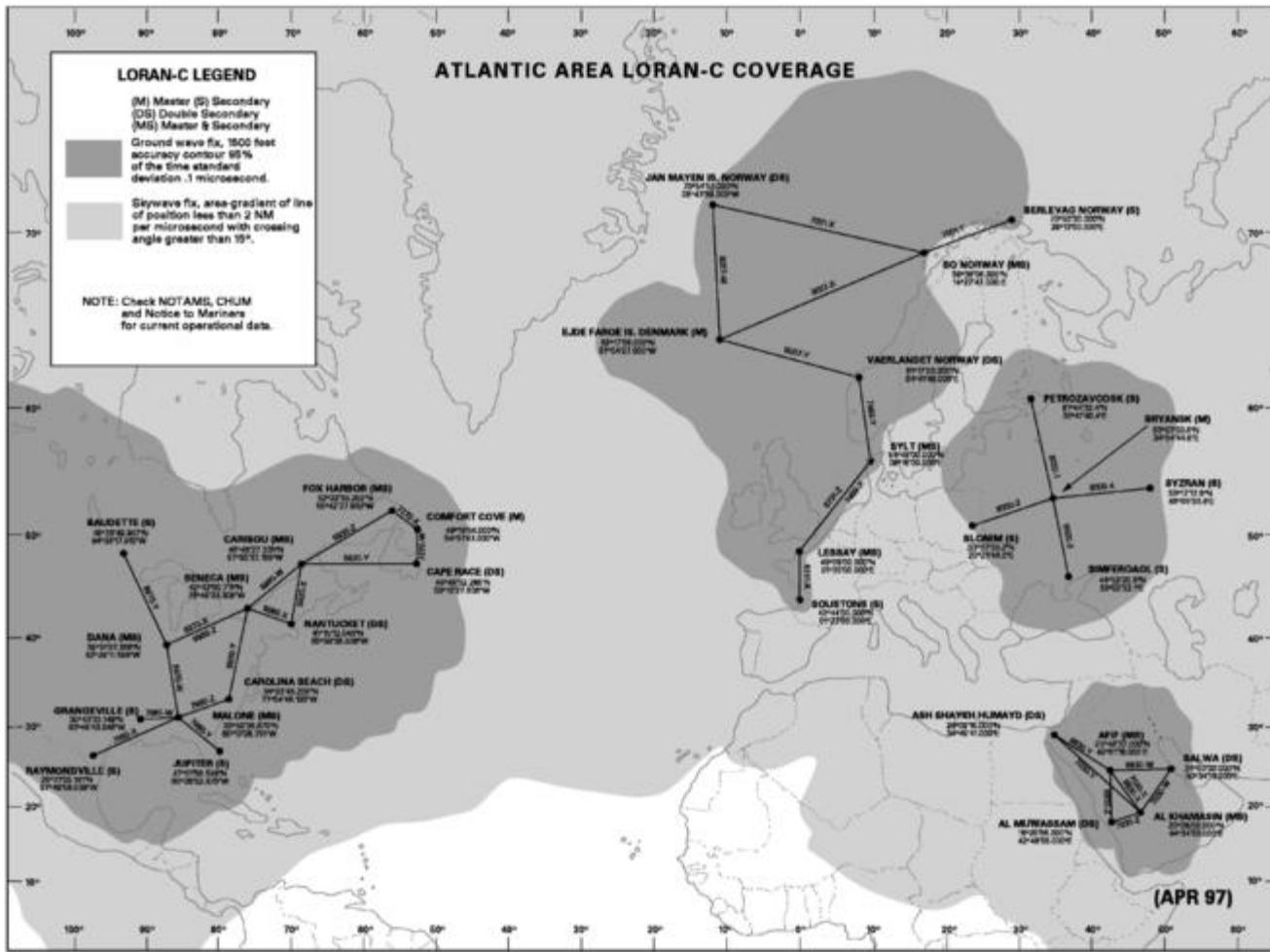
→ Korrektur durch **ASF** (additional secondary factors)

Ohne diese Korrektur: Genauigkeit bei einigen hundert Metern

LORAN CHART COVERAGE

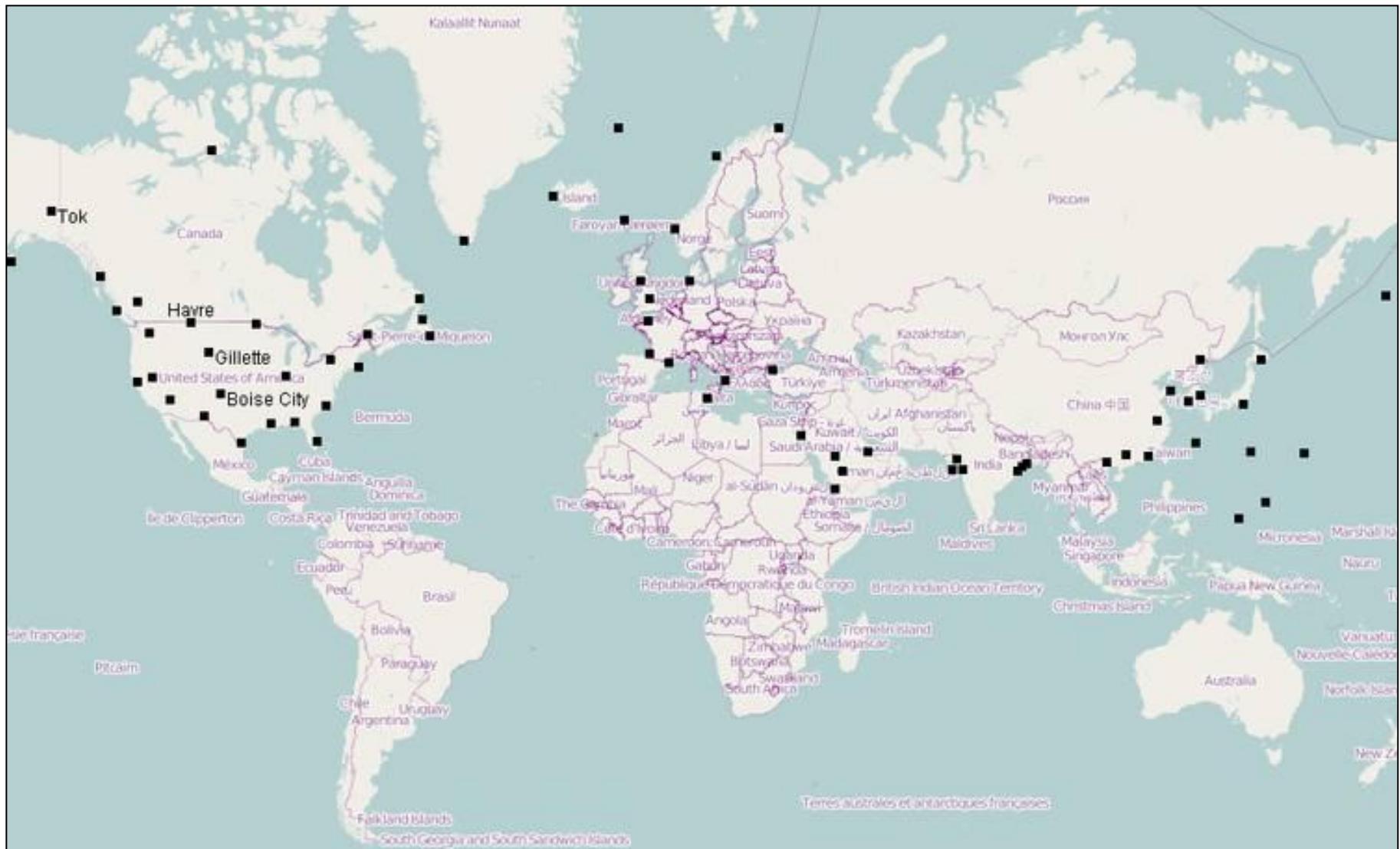
Chap. 10

A|LANI LURAN 10-1



LORAN-C Sendeketten

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/LORAN>



Karte der LORAN Stationen

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/LORAN>

EUROFIX

Erweitert LORAN-C um einen Datenkanal:

- GPS Korrektursignale
- UTC Zeitsignale
- Sonstige Daten...

- Genauigkeit bis 5m



Quelle: <http://home.online.no/~loran-c/>

Webseite: <http://home.online.no/~loran-c/>



Last updated: 30-05-2012

NORWEGIAN STATIONS
[Lorsta Bø](#)
[Lorsta Berlevåg](#)
[Lorsta Værlandet](#)
[Lorsta Jan Mayen](#)

LORAN-C INFORMATION
[General information](#)
[Loran-C Coverage](#)
[Receivers](#)

OTHER
[NEWS](#)
[Staff at Bø Station](#)
[Gallery](#)
[Links](#)
[Guestbook](#)
[Contact us](#)
[Back](#)



Visitors since June 2001




LORSTA BØ NORWAY



Welcome to Bø LORAN-C Station

This page is dedicated to information about the Norwegian Loran-C stations.

You will also find technical data and links to other pages with information about both the Loran-C and the Eurofix systems.

NOTIFICATION
Lorsta Bø 7001M - 9007X will be OFF AIR for antenna tower maintenance
Date: 26.06.12
Time: 06:00 Z - 20:00 Z
In case of bad weather conditions alternative date is 27.06.12 at the same time frame.

Latest news:

April 12, 2012

[GPS Backup: Is eLoran the Answer?](#)
Recent headlines about possible threats to the GPS network is bringing new life to the discussion about the vulnerability and potential backups to the ubiquitous system. Despite the defeat of the LightSquared broadband proposal, the threat of GPS interruption, intentional or otherwise, remains a reality for the aviation industry, experts say.

[Read more at Avionics Today](#)

[UrsaNav's Third Wide-Area Timing Tests](#)

April 2, 2012 - Rotating the PNT triangle. We've all become accustomed to the acronym for Positioning, Navigation, and Timing: PNT. Positioning and Navigation are key contributors to our way of life. We are consumed with knowing where we are, and where we are going. With advances in satellite technology, and its augmentations, we can slice our position ever more precisely into meters, centimeters, and even millimeters. For the large majority of us, however, meter-level accuracy is "more than sufficient" for our daily needs.
[Read more HERE](#)



DECCA

Ehemaliges Funknavigationssystem für die Schifffahrt

→ Wurde am 31.03.2000 endgültig abgeschaltet

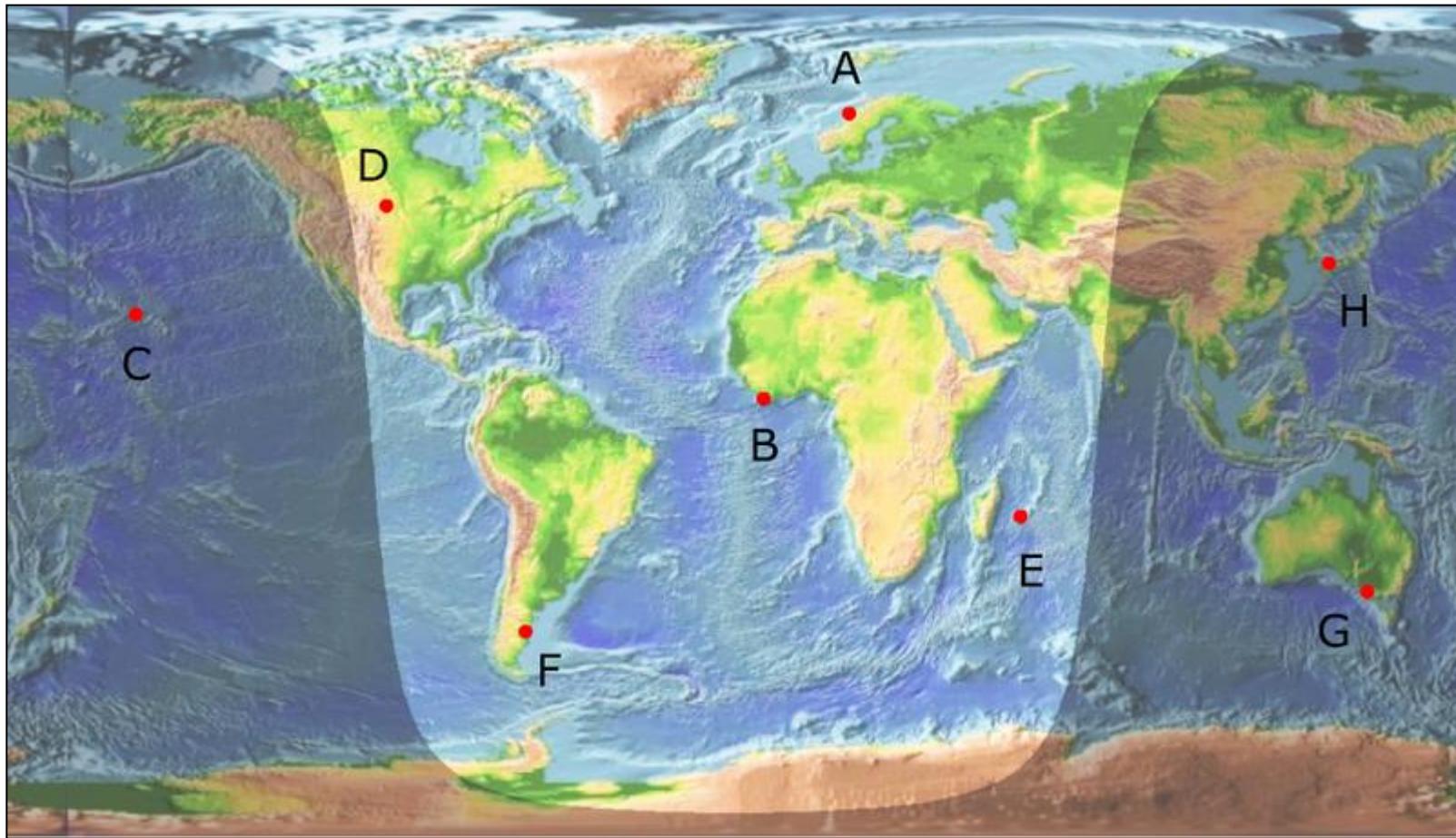
OMEGA

Ehemaliges Funknavigationssystem für die Luft- und Schifffahrt

→ Zwischen 1968 und 1997

→ Weltweite Positionsbestimmung mit Hilfe von 8 Sendestationen

→ Phasendifferenzmessung von Langwellen



Quelle: <http://flightnavigation.de/Omega-Navigationssystem>

patrick.reidelstuerz@hdu-deggendorf.de

(2) Satellitenbasierte Positionierungssysteme

NAVSTAR GPS

GALILEO

GLONASS

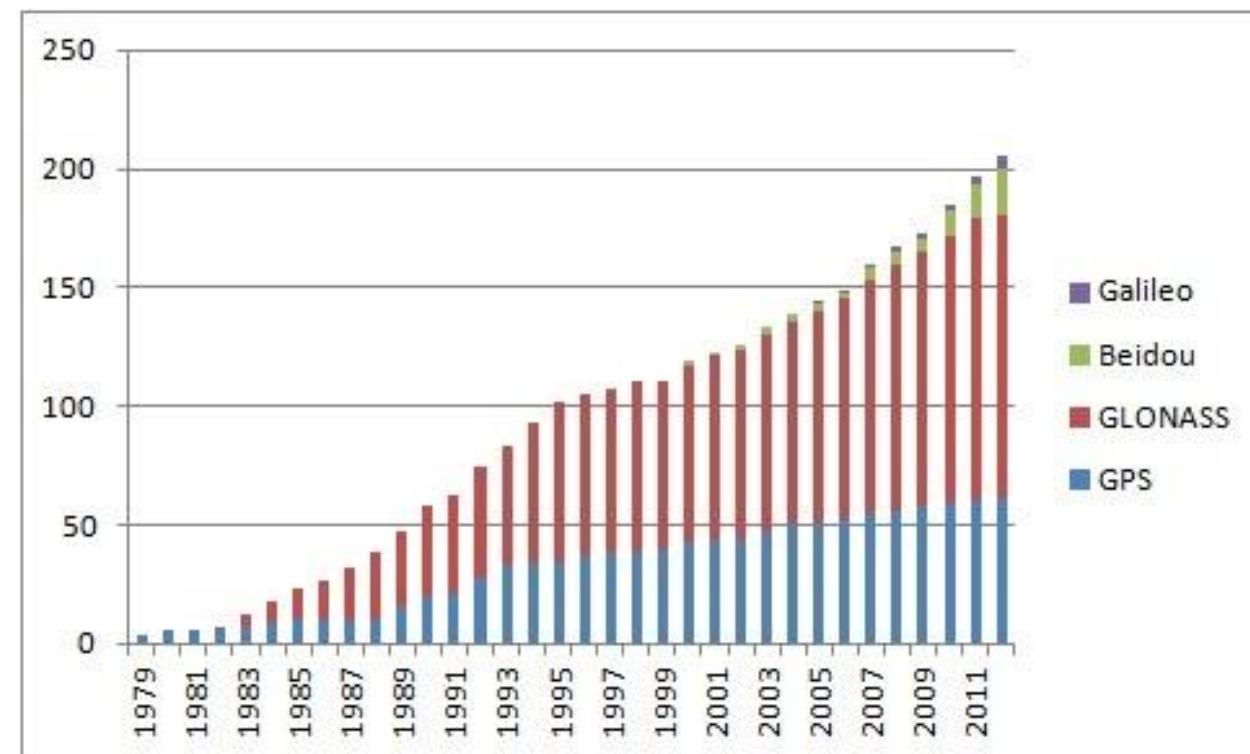
COMPASS

GNSS

GNSS

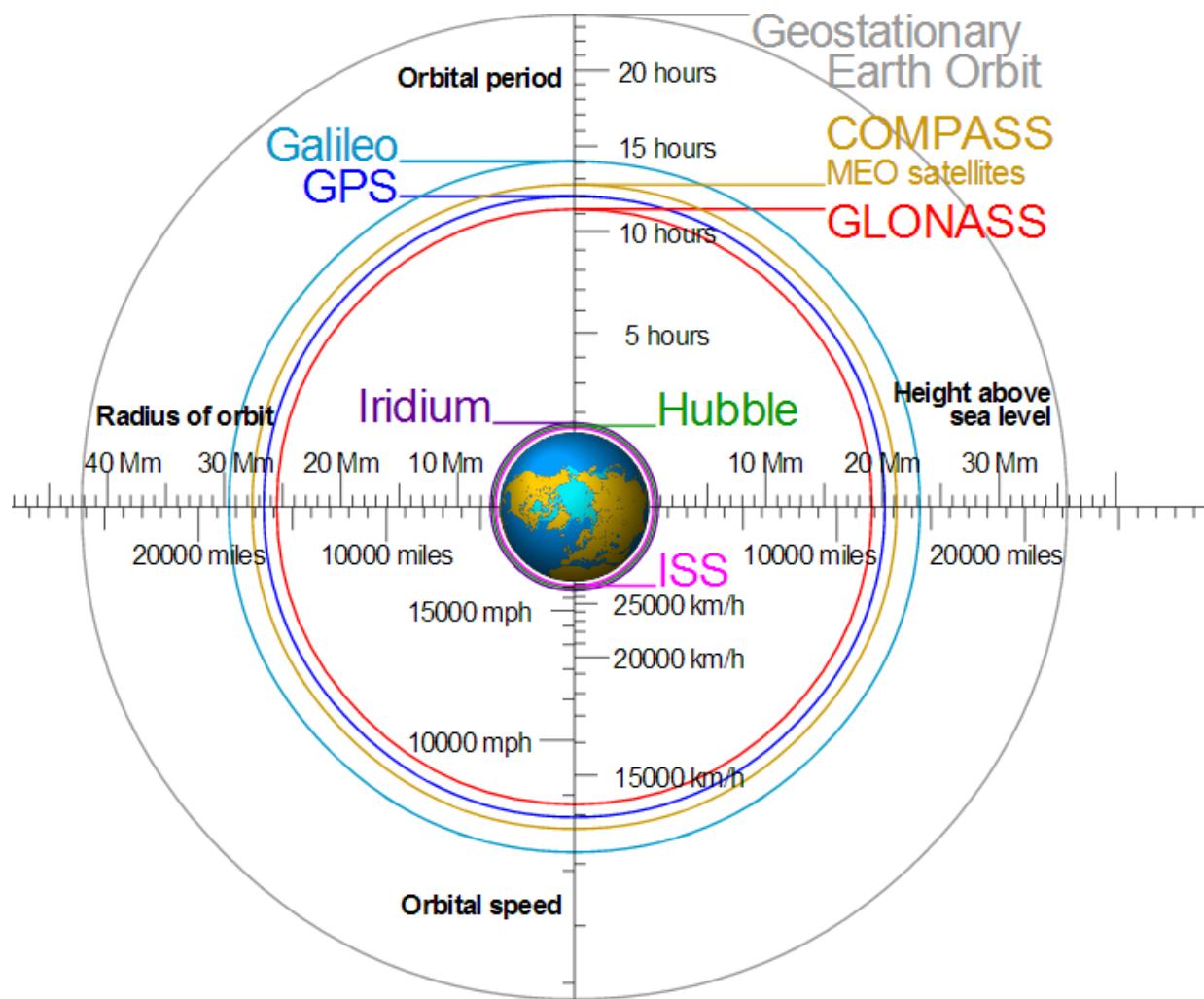
Unter dem Oberbegriff „Global Navigation Satellite System (GNSS)“ werden die satellitengestützten Navigations- und Positionierungssysteme wie GPS, GLONASS und Galileo zusammengefasst. SAPOS® nutzt als GNSS-Raumsegment derzeit das Global Positioning System (GPS) und das Satellitennavigationssystem GLONASS (Globalnaya Navigationnaya Sputnikovaya Sistema) Russlands. Eine Erweiterung auf das europäische Satellitennavigationssystem Galileo ist beschlossen.

Quelle: <https://sapos.bayern.de/term.php>



Quelle: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b4/Comparison_satellite_navigation_orbits.svg

GNSS – Orbit der unterschiedlichen GNSS Systeme



NAVSTAR - GPS

Offizielle Bezeichnung: NAVSTAR GPS

→ Navigational Satellite Timing and Ranging –Global Positioning System

Entwicklung in den 1970er Jahren durch das US-Verteidigungsministerium:

→ Offizielle Inbetriebnahme am 17.07.1995

Löste gegen 1985 die bestehenden Navigationssystem ab:

-NNSS der US Marine

-Vela Satelliten zur Ortung von Atombombenexplosionen

Seit Mitte der 1990er Jahre voll funktionsfähig

Abschaltung der künstlichen Signalverschlechterung (selective availability) am 2.5.2000 → Genauigkeitsverbesserung besser als 10m für zivile Anwendungen

Genauigkeitsverbesserung auf cm Bereich durch Ergänzung mit dGPS, SBAS

GPS hat sich als wichtigstes Ortungsverfahren etabliert

Prinzip der Satellitenortung

Entfernungsbestimmung durch Messung der Signallaufzeit zwischen dem Benutzer und mehreren Satelliten, deren Positionen genau bekannt sind.

Das Prinzip findet seit langem in landgestützten Funkortungssystemen (DME Distance Measuring Equipment) Anwendung

Satelliten mit kodierten Radiosignalen strahlen ständig die aktuelle Position und die genaue Uhrzeit aus

Aus Signallaufzeiten können GPS Empfänger Position und Geschwindigkeit berechnen

Theoretisch reichen dazu die Signale von 3 Satelliten aus

Praktischerweise haben aber GPS Empfänger keine Uhr, die genau genug wäre, um die Laufzeiten korrekt messen zu können

Deshalb wird das Signal eines 4ten Satelliten benötigt, um die genaue Zeit im Empfänger zu bestimmen.

Prinzip der Satellitenortung

Die Geschwindigkeit des Empfängers kann bestimmt werden:

- durch den Dopplereffekt
- durch eine numerische Differenzierung des Ortes nach der Zeit

Es kann dann auch die Bewegungsrichtung ermittelt werden, aus der

- ein künstlicher Kompass abgeleitet werden kann.
- die Hintergrundkarten eingenordet werden können

Die Kompass-Funktion beruht ebenfalls auf dem Dopplereffekt.

→ Bei ruhendem Empfänger ist es also nicht möglich,
eine genaue Kompassmessung durchzuführen.

Neuere Navigationssysteme verwenden daher ergänzend Magnetometer zur
Kompassmessung.

Prinzip der Satellitenortung

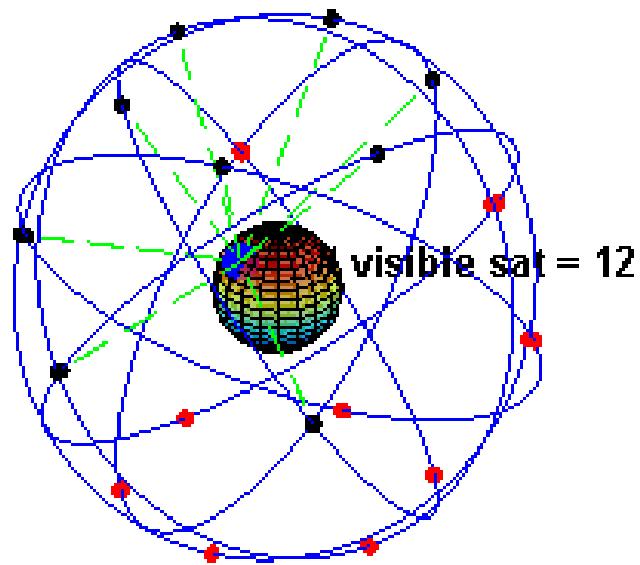
Um sicher zu stellen, dass ein Empfänger immer zu mindestens vier Satelliten Kontakt hat, müssen immer mindestens 24 Satelliten eingesetzt werden, die die Erde zweimal pro Sterntag in einer mittleren Bahnhöhe von 20.200km umkreisen.

- 6 Bahnebenen
- 55° gegen die Äquatorebene inkliniert (geneigt)
- gegeneinander um jeweils 60° verdreht
- mindestens 4 Satelliten bewegen sich auf jeweils einer davon

Ein Satellit ist damit

- zweimal in 23 Stunden 55 Minuten und 56,6 Sekunden über demselben Punkt der Erde und
- jeden Tag etwa vier Minuten früher auf dieser Position.

Orbit der GPS Satelliten und Sichtbarkeit der Satelliten



Interessantes:

Ein Satellit hat eine erwartete Lebensdauer von 7,5 Jahren, doch funktionieren die Satelliten häufig deutlich länger.

Um Ausfälle problemlos zu verkraften, wurden daher bis zu 31 Satelliten in den Orbit gebracht, sodass man auch bei schlechten Bedingungen fünf oder mehr Satelliten verwenden kann.

Aktuell benötigt man 60 Tage für das Austauschen eines Satelliten; aus Kostengründen versucht man, diesen Zeitraum auf zehn Tage zu senken und somit die Satellitenanzahl auf 25 zu reduzieren.

Datensignal des NAVSTAR GPS

- Datenrate 50bit/s
- Rahmenperiode 30s
- Spread -Spektrum Verfahren (Frequenzspreizung)
- auf 2 Frequenzen

Frequenzen des NAVSTAR GPS

L1 Frequenz (1575,42 MHz):

- C/A Code („Coarse/Acquisition“) für die zivile Nutzung
- P/Y Code („Precision/encrypted“) für die militärische Nutzung
(nicht öffentlich bekannt)

Das übertragene Datensignal erscheint in beiden Codes identisch als 1500 Bit lange Navigationsnachricht.

Sie beinhaltet Informationen zu

- Satelliten
- Datum
- Identifikationsnummer
- Korrekturen
- Bahnen
- Zustand

Übertragungsdauer: etwa eine halbe Minute

Zur Initialisierung der Empfänger werden auch Almanach Daten mit den groben Bahndaten der Satelliten übertragen.

→ **Assisted - GPS (A-GPS)**

Die Übertragung der Almanach Daten dauert etwa 12 Minuten

L2 Frequenz (1227,60 MHz):

- nur **P/Y Code** („Precision/encrypted“) für die militärische Nutzung (nicht öffentlich bekannt)
- Optional kann der **C/A Code** („Coarse/Acquisition“) für die zivile Nutzung dazu geschaltet werden.

Durch die Übertragung auf 2 Frequenzen können ionosphärische Effekte, die zur Erhöhung der Laufzeit führen, heraus gerechnet werden.

L3 Frequenz (1176,45 MHz):

- befindet sich aktuell im Aufbau
- Soll Robustheit des Empfangs weiterhin verbessern
- Voraussichtlicher Regelbetrieb der Frequenz im Jahr 2013
- Vor allem für die Luftfahrt und Safety-of-Life-Anwendungen vorgesehen

Uplink im S-Band (1738,74 und 2227,5MHz):

- Der Satellit besitzt einen Empfänger für den Uplink im S-Band

Frequenzbandbezeichnungen:

Frequenzbandbezeichnungen

Band	Frequenzbereich [6]	nach ITU [5][7]
L	1–2,6 GHz	1–2 GHz
S	2,6–3,95 GHz	2–4 GHz
C	3,95–5,8 GHz	4–8 GHz
J	5,85–8,2 GHz	
X	8,2–12,4 GHz	8–12 GHz
K _u	12,4–18 GHz	12–18 GHz
K	18–26,5 GHz	18–27 GHz
K _a	26,5–40 GHz	27–40 GHz
Q	33–50 GHz	
U	40–60 GHz	
V	50–75 GHz	
E	60–90 GHz	60–90 GHz
W	75–110 GHz	80–110 GHz
F	90–140 GHz	
D	110–170 GHz	
G	140–220 GHz	
Y	170–260 GHz	
J	220–325 GHz	

L2C Frequenz (1227,60 MHz):

- Zweites Ziviles GPS Signal
- Speziell für kommerzielle Anwendungen entwickelt
- In Kombination mit L1 C/A kann mit 2 Frequenz Empfängern eine Ionosphärenkorrektur durchgeführt werden,
→ Genauigkeitsverbesserung
- Zivilanwendungen mit DualEmpfängern erhalten die gleiche Genauigkeit wie Militäranwender
- Mit DualEmpfängern:
 - schnellerer Signalempfang
 - verbesserte Ausfallsicherheit
 - erweiterter Einsatzbereich
- Größere Abstrahlleistung zum verbesserten Empfang unter Bäumen oder sogar Indoor

L2C Frequenz (1227,60 MHz):

- Das L2C Signal wurde mit dem Start des ersten GPS IIR (M) Satelliten im Jahr 2005 erstmalig zur Verfügung gestellt.
- Aktuell befindet sich das L2C Signal in einem Status mit der Standardmeldung, dass nicht die vollen Navigationsdaten zur Verfügung gestellt werden können
- Dieser Status wird anhalten, bis die nächste Generation des Operational Control Systems (OCX) online gestellt wird

L2C Frequenz (1227,60 MHz):

Besonderheiten:

- Bietet Funk Navigations Dienste (RRNS)
- Modernes Signal Design (CNAV) mit Vorwärtsfehlerkorrektur und
- Multiple message types

- Binary Phase Key Shifting Modulation (BPSK)
- Beinhaltet Kanäle für Tracking ohne Code

L5 Frequenz (1176,45 MHz):

- **Drittes** ziviles GPS Signal für anspruchsvolle Sicherheitsanwendungen
- Ausstrahlung in einem für Luftfahrtdienste reservierten Frequenzband
- Höhere Sendeleistung, größere Bandbreite, verbessertes Signal Design
- Zukünftige Luftfahrzeuge werden L5 in Kombination mit L1 C/A verwenden um die Genauigkeit zu verbessern
- Bietet weltweiten Nutzern das am umfangreichste Zivile Signal an
- Mit der Trilateration Technik sind Genauigkeiten im Submeterbereich ohne Verbesserungssysteme (Augmentations) zu erwarten

L5 Frequenz (1176,45 MHz):

Besonderheiten:

- Hochgeschützte Aeronautische Funk Navigations Dienste (ARNS)
- Stärkere Abstrahlungsleistung als L1 C/A oder L2C
- Größere Bandbreite mit verbesserter Störresistenz
- Modernes Signal Design (CNAV-2) mit Vorwärtsfehlerkorrektur und Multiple message types
- Multiplexed Binary Offset Carrier Modulation (MBOC)
- Beinhaltet Kanäle für Tracking ohne Code

L1C Frequenz (1575,42 MHz):

- **Viertes** ziviles GPS Signal
- **MBOC** Modulation für internationale Kompatibilität unter Wahrung der Nationalen Sicherheitsinteressen
- Entwicklung zwischen USA und Europa als gemeinsames ziviles Signal für GPS und Galileo
- Japans Quasi Satellite System (QZSS),
- das indische regionale Satellitensystem (IRNSS) und
- das chinesische COMPASS System
- → wollen ebenfalls L1C ausstrahlen

- Erstmals verfügbar im Satelliten GPS IIIA
- Wird auf der gleichen Frequenz ausgestrahlt wie das original L1 C/A Signal
→ abwärtskompatibel

- „**C**“ steht für Zivile Nutzung der L1 **Frequenz**
- Darf aber nicht verwechselt werden mit dem **Code** L1 C/A,
- Die Frequenz L1 hat auch noch den militärischen **Code** P/Y

L1C Frequenz (1575,42 MHz):

Besonderheiten:

- Aeronautische Funk Navigations Dienste (ARNS)
- Entwickelt für internationale GNSS Interoperabilität
- Modernes Signal Design (CNAV-2) mit Vorwärtsfehlerkorrektur und
- Multiple message types
- Multiplexed Binary Offset Carrier Modulation (MBOC)
- Beinhaltet Kanäle für Tracking ohne Code

Codes im NAVSTAR GPS

C/A Code („Coarse/Acquisition“):

Für die zivile Nutzung

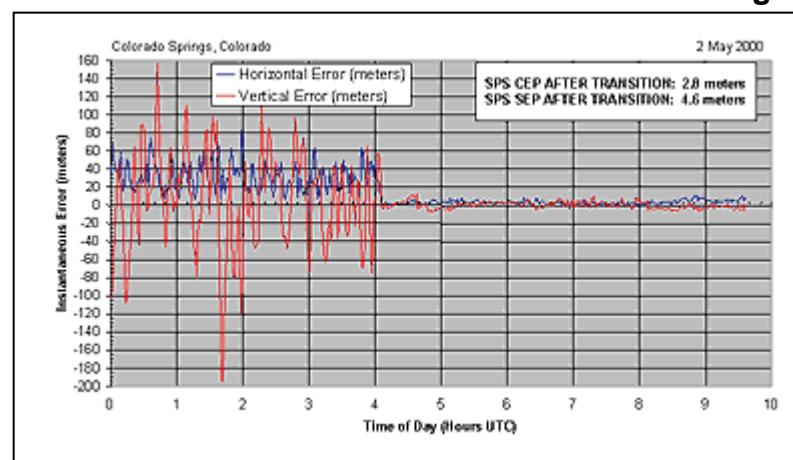
Pseudozufällige Codefolge mit 1023 Bits

Spread Spectrum moduliert

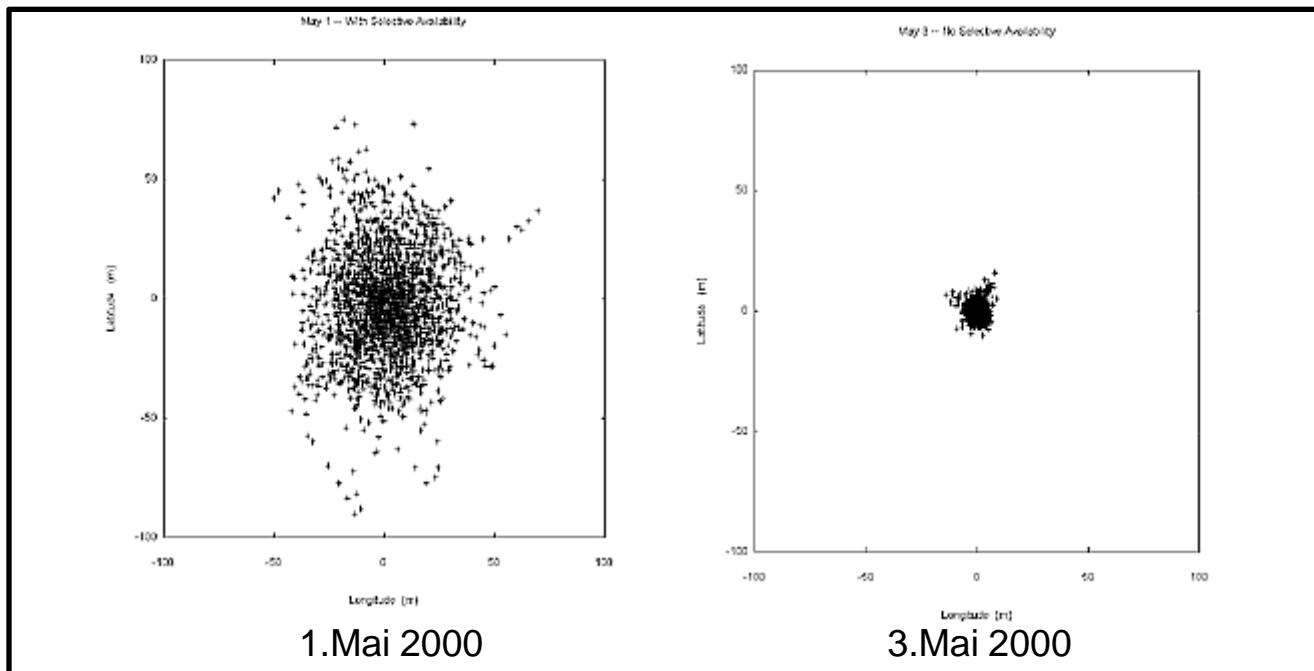
Zuschaltbarer künstlicher Fehler: **Selective Availability**

- Zuschalten von künstlichem Rauschen
- Ursprünglicher Zweck: Verhinderung des Einsatzes von Lenkflugkörpern außerhalb des US Militärs mit frei erhältlichem GPS Empfänger
- Wurde am 2. Mai 2000 abgeschaltet
- Genauigkeit zuvor: etwa 100m
- danach: etwa 10-15m

<http://www.gps.gov/systems/gps/modernization/sa/data/>



GPS Fluktuation am 2.Mai 2000
(Abschaltung Selective availability)



GPS Genauigkeit vor und nach SA -Abschaltung

Codes im NAVSTAR GPS

P/Y Code („Precision/encrypted“):

Für die militärische Nutzung vorgesehen

- Öffentlich dokumentierter P Code
- Zur Verschlüsselung aufsetzbarer geheimer Y Code, der je nach Bedarf zu und abgeschaltet werden kann.
- Seit 31.Januar 1994 ist der Y Code ständig aktiviert
 - AS Modus (Anti Spy – Modus)
 - der öffentlich bekannte P Code wird nicht mehr direkt übertragen
- Umschaltung von P auf P/Y Code und umgekehrt erfolgt über den C/A Code
- Die genauen Parameter für die Y-Verschlüsselung des P Codes sind nicht bekannt
- P Code hat 10fache Taktrate im Vergleich zum C/A Code

NAVSTAR GPS und NDS

NDS = Nuclear Detection System

Eingebunden in DSP (Defence Support Program)

- Sensoren für Infrarot, Gammastrahlung und ESP

→ Detektierbarkeit von Atombombenexplosionen

→ Registrierung von Interkontinentalraketenstarts mit 100m Ortsgenauigkeit

Ablösung des Vela Systems

Space Segment



Dezember 2007: Delta II Rakete startet mit dem 5ten GPS Satelliten IIR(M)

Quelle: <http://www.gps.gov/multimedia/images/launch-dec07.jpg>

patrick.reidelstuerz@hdu-deggendorf.de



Mai 2010:
Delta IV Rakete startet mit dem
ersten GPS Satelliten IIF

Quelle:
<http://www.gps.gov/multimedia/images/launch-dec07.jpg>

patrick.reidelstuerz@hdu-deggendorf.de

GPS Konstellation:

- Mischung aus neuen und älteren GPS Satelliten
- verschiedene Generationen von GPS Satelliten (Blocks)
- Im Folgenden: Aktuelle und zukünftige GPS Satelliten

GPS Block IIA

- Verbesserte Version des GPS Block II Satelliten
- Gestartet zwischen 1989 und 1990
- Obwohl sich „II“ auf die 2te Generation des Satelliten bezieht, war er der erste operational einsetzbare Satellit
- „A“ steht für advanced (erweitert)
- Entwickelt durch Rockwell (heute Boing)
- Es wurde eine Serie von 19 Satelliten produziert
(SVN 22-40) SVN = Space Vehicle Number
- Der erste IIA wurde Nov. 1990 gestartet
- Der letzte IIA im Nov. 1997
- Im November 2012 gab es noch 9 Block IIA Satelliten in der Konstellation, davon arbeiteten 2 über 20 Jahre!

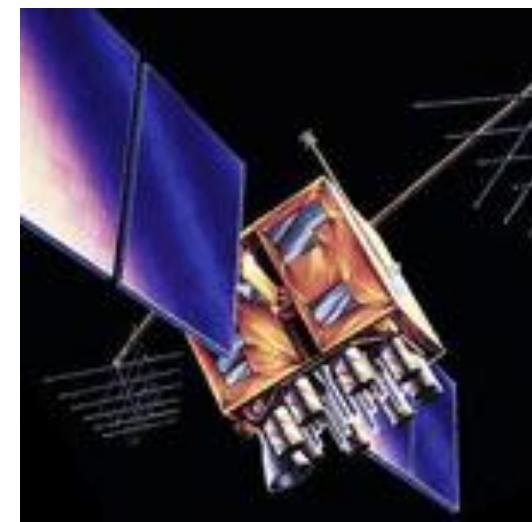


Stichworte:

- CA Code für Zivilanwendungen
- P/Y Code für Militäranwendungen
- Erwartete Lebenserwartung: 7,5 Jahre

GPS Block IIR

- Serie, um GPS Block II / IIA zu ersetzen
- Gestartet zwischen 1997 und 2004
- „R“ steht für *replenishment* (Ersatz/Nachschub)
- Entwickelt von „Lockheed Martin“
- Es wurde eine Serie von 13 Satelliten produziert
(SVN 41-47, 51, 54, 56, 59-61) SVN = Space Vehicle Number
- Der erste IIR wurde Nov. 1997 gestartet
- Der letzte IIR im Nov. 2004
- Im November 2012 gab es 12 Block IIR Satelliten in der Konstellation;

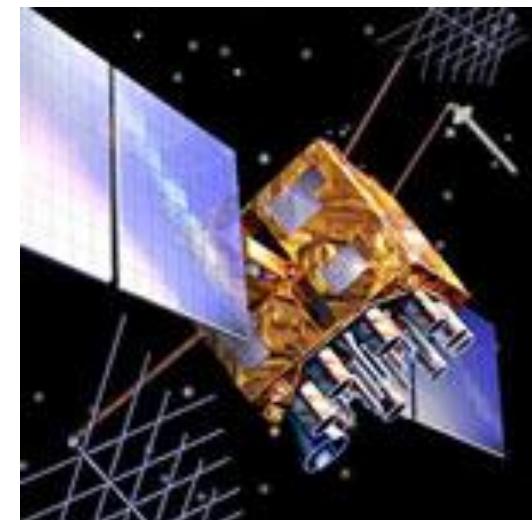


Stichworte:

- Onboard Clock Monitoring

GPS Block IIR (M)

- Upgradet GPS Block IIR Satelliten
- „M“ steht für *modernized*
- Entwickelt von „Lockheed Martin“
- Es wurde eine Serie von 8 Satelliten produziert



(SVN 50, 52, 53, 55, 57 und 58) SVN = Space Vehicle Number

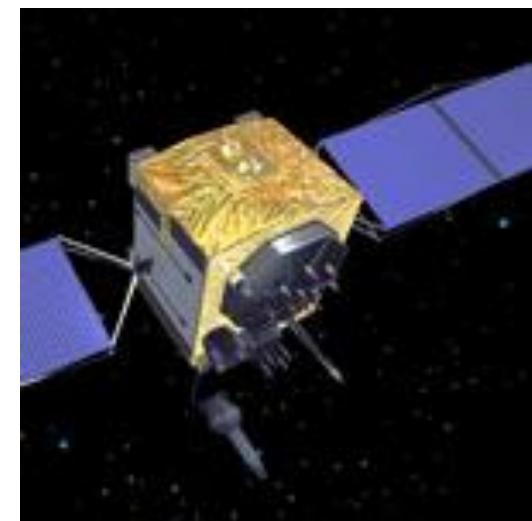
- Der erste IIR (M) wurde September 2005 gestartet
- Der letzte IIR (M) im August 2012
- Im November 2012 gab es 7 Block IIR (M) Satelliten in der Konstellation;
- Der letzte (SVN-49) befindet sich im Status „unusable“

Stichworte:

- Zweites Zivil GPS Signal (L2C) : improved performance für kommerzielle Anwendungen
- 2 neue Militärsignale mit „enhanced military jam-resistance“
- Flexible „Power-Level“ für die Militärsignale

GPS Block IIF

- Erweitert die Fähigkeiten der IIR (M) Satelliten um ein drittes ziviles Signal in einer für Rettungskräfte reservierten Frequenz
- Längere Lebenserwartung, höhere Genauigkeit
- Hochpräzise Atomuhren
- „F“ steht für „*follow on*“
- Entwickelt von „Boing“
- Es wurde eine Serie von 12 Satelliten produziert (SVN 62- 73) SVN = Space Vehicle Number
- Der erste IIF wurde Mai 2012 gestartet
- Der vierte IIF am 4.10. 2012 (einsatzbereit seit 13.11.2012)

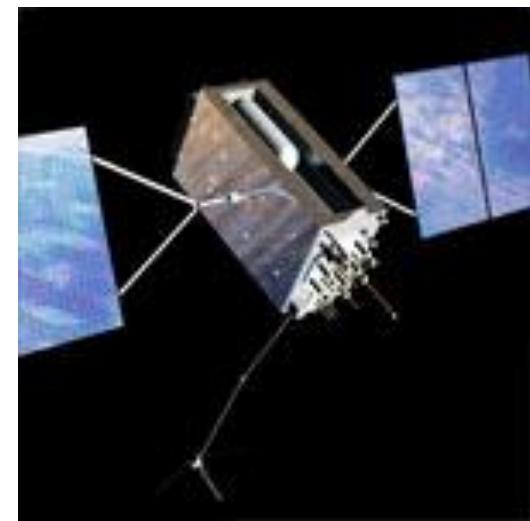


Stichworte:

- Drittes Ziviles GPS Signal (L5) für Rettungskräfte
- 12 Jahre Lebenserwartung
- Hochpräzise Atomuhr

GPS Block III

- Wird aktuell von Lockheed Martin entwickelt.
- Weitere starke Signale zur Verbesserung von
 - Ausfallsicherheit
 - Genauigkeit
 - Widerstandsvermögen
- Der aktuelleste GPS Block, noch in Entwicklung (SVN 74-) SVN = Space Vehicle Number
- 8 Satelliten in Planung
- Vertragsabschluss mit Lockheed Martin am 12. Jan. 2012 für den 3ten und 4ten GPS Block



Stichworte:

- Viertes Ziviles GPS Signal (L1C) für internationale Kompatibilität
- 15 Jahre Lebenserwartung
- In Zukunft DASS (Distress Alerting Satellite System) Warnsystem für Gefahren
- Satellite crosslink für aktuellere Daten

Kontrollsegment

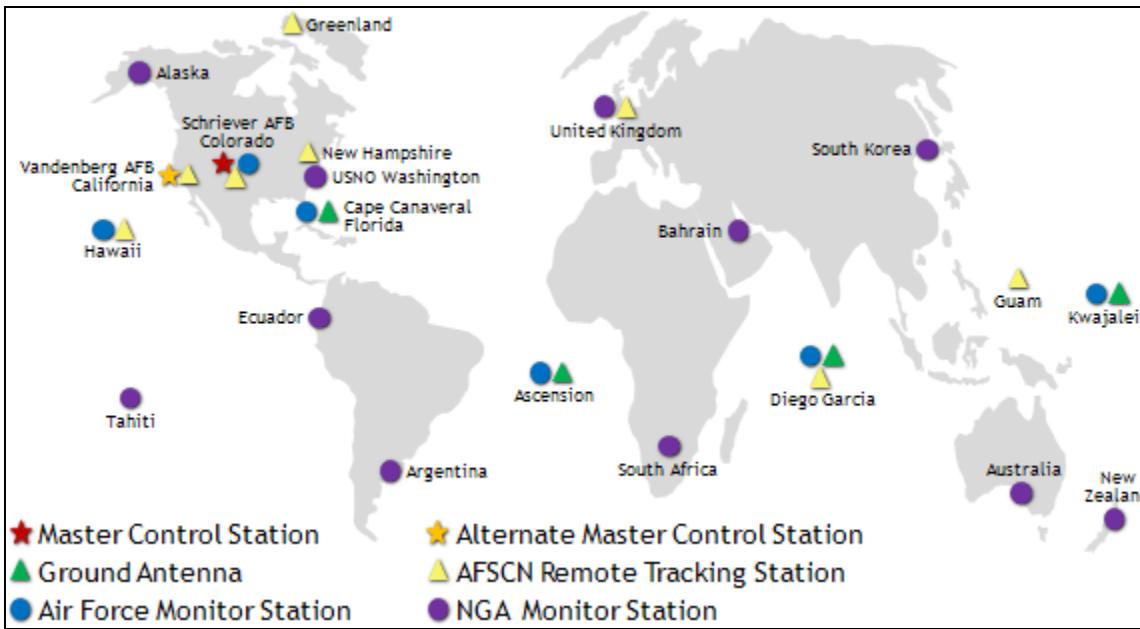
Das GPS Kontrollsegment besteht aus einem weltweiten Netzwerk von Bodenstationen:

Stationen:

- Eine Master Kontrollstation
- Eine alternative Master Kontrollstation
- 12 Kommando und Kontrollantennen
- 16 Monitoring Stationen

Aufgaben:

- Tracking der einzelnen Satelliten
- Monitoring der Signalabstrahlung
- Performanceanalyse
- Senden von Kommandos und Daten zur Konstellation



GPS Kontrollstationen

Operateur

Verantwortlich für den Betrieb ist:

2nd Space Operations Squadron (2SOPS)

Schriever Airforce Base in Colorado Springs, Colorado



- Verantwortet die tägliche GPS Konstellation
- Stellt die ständige GPS Verfügbarkeit und hohe Genauigkeit sicher

Elemente des Kontrollsegments

Master Kontrollstation (Master Control Station = MCS)

Sitz des 2SOPS in Colorado

Primäre Kontrollfunktionen für die GPS Konstellation

- Generieren und Upload von Navigationsbefehlen
- Sicherstellen von Genauigkeit und Funktionsfähigkeit der GPS Konstellation
- Empfang von Navigationsinformation von den Monitoringstationen
- Daraus Berechnung der genauen GPS Satelliten Positionen
- Upload dieser Positionsdaten auf die Satelliten





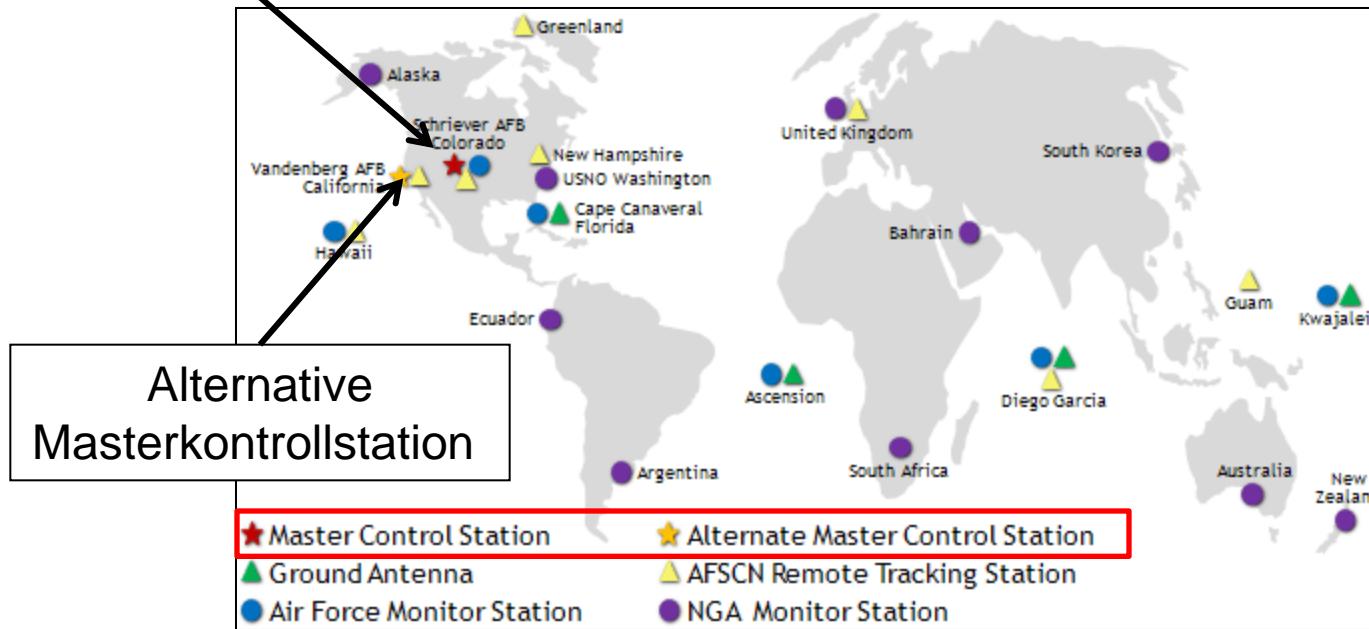
Schriever AFB Colorado



2SOPS

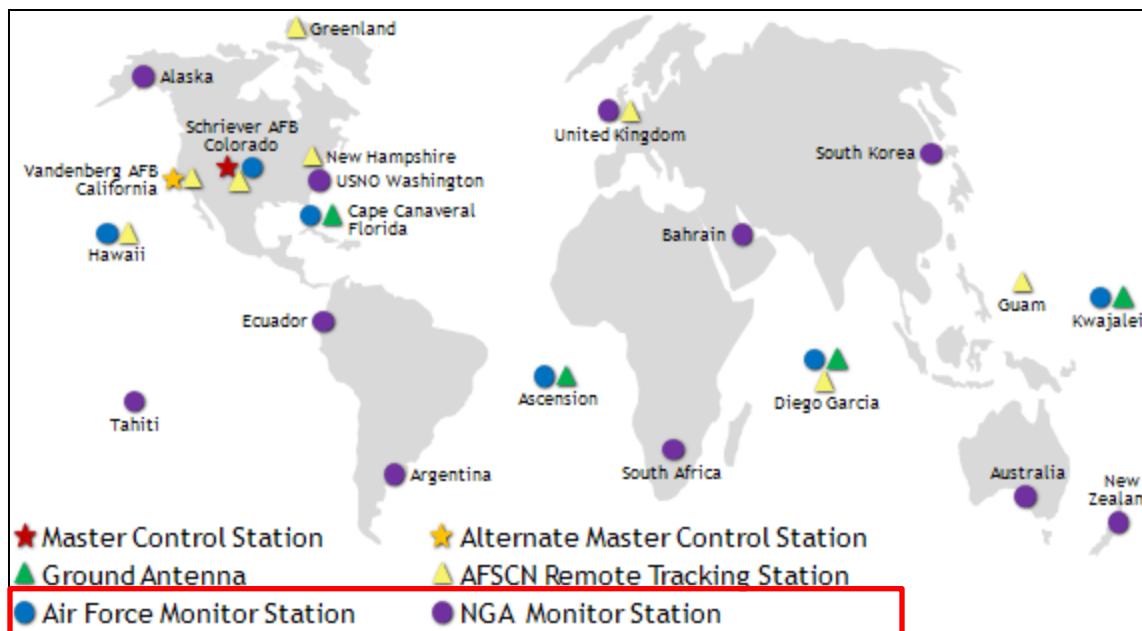
Master Kontrollstation (Master Control Station = MCS)

Masterkontrollstation 2SOPS in Colorado



Monitoring - Stationen

Beobachten die Satellitentracks und senden die Positionsdaten zur MCS
Sammeln Atmosphörendaten, Messdaten und Navigationssignale
→ Verwendung ausgefeilter GPS Empfänger
→ Sind mit der MCS vernetzt





Positionen der Monitoring Stationen

Ground Antennas

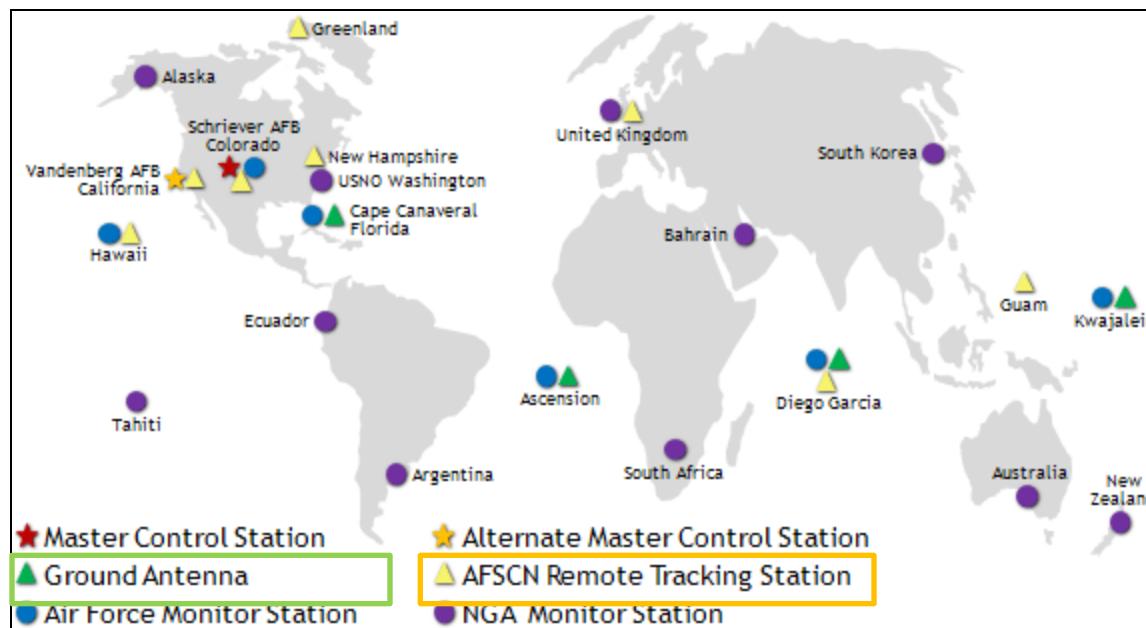
Zur Kommunikation mit den GPS Satelliten zu Kommando und Kontrollzwecken

- Unterstützen die S-Band Kommunikation
- senden Navigationsdaten
- empfangen Telemetriedaten

4 Antennenstationen bei den **Monitoring Stationen**:

Kwajalein Atoll, Ascension Island, Diego Garcia, and Cape Canaveral

Verbindung zu 8 Antennenstationen des Air Force Satellite Control Network (**AFSCN**)





Satellite Tracking Station auf Hawaii

Aktueller Status:
Von der GLONASS Webseite(!)

GPS constellation status, 07.01.13

Total satellites in constellation	31 SC
Operational	31 SC
In commissioning phase	-
In maintenance	-
In decommissioning phase	-

GPS constellation status for 07.01.13 under the analysis of the almanac accepted in IAC

Plane	Slot	PRN	NORAD	Type SC	Launch date	Input date	Outage date	Active life (months)	Notes
A	1	9	22700	II-A	26.06.93	20.07.93		232.4	
	2	31	29486	IIR-M	25.09.06	13.10.06		74.8	
	3	8	25030	II-A	06.11.97	18.12.97		179.8	
	4	7	32711	IIR-M	15.03.08	24.03.08		57.5	
	5	24	38833	II-F	04.10.12	14.11.12		1.8	
B	1	16	27663	II-R	29.01.03	18.02.03		118.5	
	2	25	36585	II-F	28.05.10	27.08.10		28.4	
	3	28	26407	II-R	16.07.00	17.08.00		148.7	
	4	12	29601	IIR-M	17.11.06	13.12.06		72.7	
	5	30	22779	II-A	30.08.93	28.09.93		199.1	
C	1	29	32384	IIR-M	20.12.07	02.01.08		60.2	
	2	3	23833	II-A	28.03.96	09.04.96		199.6	
	3	19	28190	II-R	20.03.04	05.04.04		105.0	
	4	17	28874	IIR-M	26.09.05	13.11.05		84.6	
	6	6	23027	II-A	10.03.94	28.03.94		224.6	
D	1	2	28474	II-R	06.11.04	22.11.04		97.4	
	2	1	37753	II-F	16.07.11	14.10.11		14.8	
	3	21	27704	II-R	31.03.03	12.04.03		116.8	
	4	4	22877	II-A	26.10.93	22.11.93		229.5	
	5	11	25933	II-R	07.10.99	03.01.00		156.2	
E	1	20	26360	II-R	11.05.00	01.06.00		151.1	
	2	22	28129	II-R	21.12.03	12.01.04		107.9	
	3	5	35752	IIR-M	17.08.09	27.08.09		40.4	
	4	18	26690	II-R	30.01.01	15.02.01		142.7	
	5	32	20959	II-A	26.11.90	10.12.90		216.4	
	6	10	23953	II-A	16.07.96	15.08.96		195.8	
F	1	14	26605	II-R	10.11.00	10.12.00		144.9	
	2	15	32260	IIR-M	17.10.07	31.10.07		62.3	
	3	13	24876	II-R	23.07.97	31.01.98		179.1	
	4	23	28361	II-R	23.06.04	09.07.04		101.9	
	5	26	22014	II-A	07.07.92	23.07.92		244.9	

Modernisierungsvorhaben

Legacy Accuracy Improvement Initiative (L-ALL)

Abgeschlossen in 2008

- Erweiterung der Bodenkontrollstationen von 6 auf 16
- Verdreifachung der Daten zum Orbit der einzelnen GPS Satelliten
- Genauigkeitsverbesserung um 10-15%
- durch diese Initiative wurden 10 GPS Monitoringstationen ergänzt,
die durch die National Geospatial- Intelligence Agency (NGA) betrieben werden

Launch and early orbit, Anomaly resolution, and Disposal Operations (LADO)

Die GPS Master Kontrollstation kann eine GPS Konstellation mit bis zu 32 GPS Satelliten kontrollieren

Seit 2007 können mit dem LADO System Satelliten auch außerhalb der Konstellation kontrolliert werden, z.B.:

- Neu gestartete Satelliten
- Satelliten, welche außer Dienst gestellt wurden
- Ersatzsatelliten in „Parkposition“

Stellt 3 Dienste zur Verfügung:

- (1) Telemetrie, Tracking und Control
- (2) Planung und Ausführung der Satellitenbewegungen
- (3) Simulation von Telemetrieaufgaben bei unterschiedlicher Payload

Das LADO System wird durch die AFSCN Tracking Stationen betrieben

Die aktuellste Version aus Oktober 2010 kann GPS Block IIF Satelliten kontrollieren

Next Generation Operational Control System (OCX)

2008 wurde „Raytheon“ beauftragt, die nächste Generation des Controllsystems zu entwickeln

Wird die neuen zivilen Signale L2C, L5 und L1C kontrollieren können

OCX wird Modulweise ausgeliefert werden:

OCX Block 1: Ersatz des bisherigen Systems,
Support der GPS III Satelliten und des L2C Signals

OCX Block 2: Support ergänzender Navigationssignale inclusive L1C und L5

OCX Block 3: Neue Funktionen des zukünftigen GPS III Satelliten

OCX Block ...: Support zukünftiger Satelliten Generationen

Siehe auch: http://www.raytheon.com/capabilities/products/gps_ocx/

Launch Checkout Capability (LCC)

Kommando, um alle GPS III Satelliten auszuchecken

Anders als LADO, was unabhängig von der Masterkontrollstation funktioniert,
Wird LCC voll in OCX integriert werden.

→ Es wird ermöglicht, damit ein einzelnes System vom Start bis zur Entsorgung
isoliert und doch eingebunden in OCX zu kontrollieren

GPS Dienstleistungen

Augmentation

Nationwide Differential GPS (NDGPS)

- Bodengestütztes Verbesserungssystem zur Verbesserung von Genauigkeit und Zuverlässigkeit
 - Besteht aus dem maritimen DGPS und dem Innland dGPS System der USA
- 10 bis 15cm Genauigkeit



Siehe auch: <http://www.navcen.uscg.gov/?pageName=ndgpsMain>

Continuously Operating Reference Stations (CORS)

Wird von der „National Oceanic and Atmospheric Administration“ betrieben.

Verknüpft GPS Daten mit dem „National Spatial Reference System“.

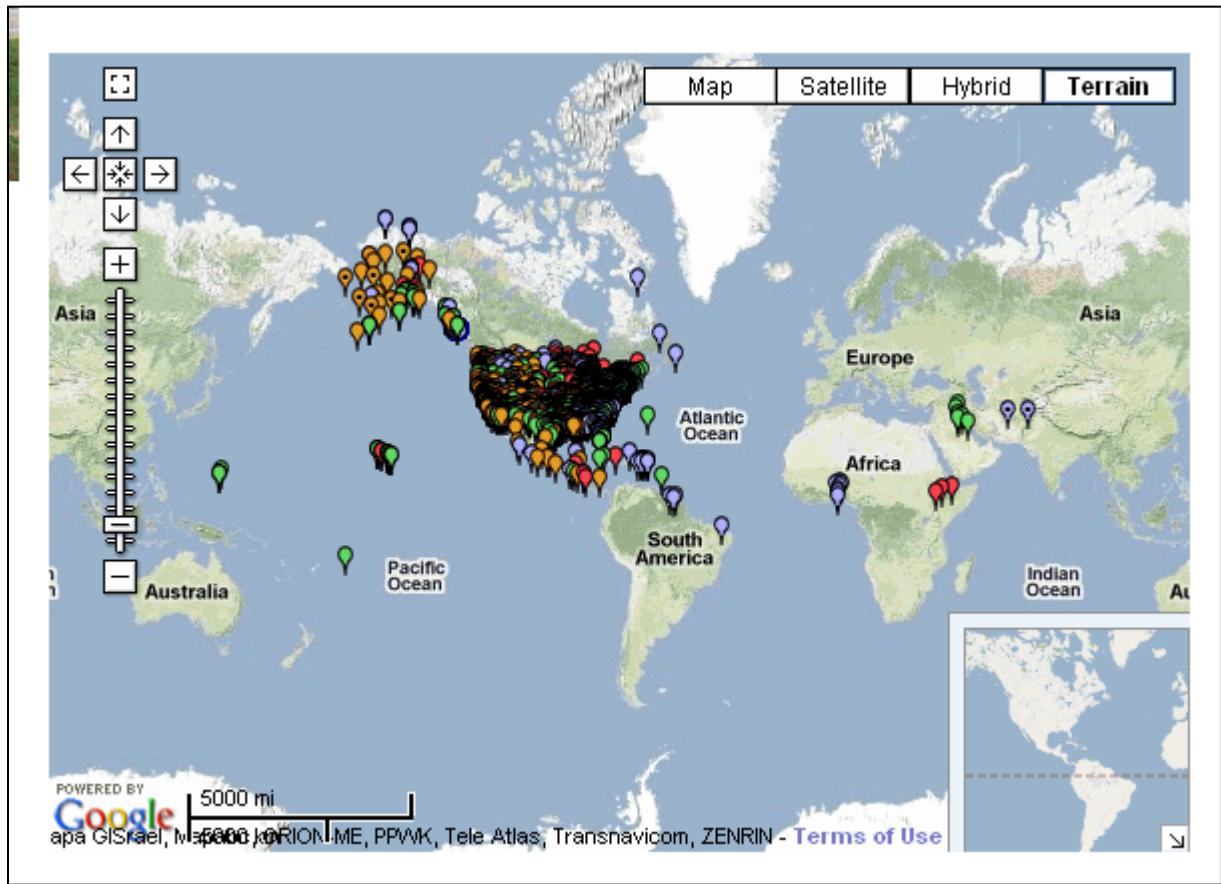
Über 200 private, öffentliche und wissenschaftliche Organisationen vertreiben Daten von über 1800 GPS Referenzstationen zu CORS



Der Webbasierte „Online Positioning User Service“ (OPUS) bietet ein kostenloses Postprocessing von GPS Datensätzen in Zentimetergenauigkeit unter Verwendung von CORS Informationen.

CORS wird aktuell für Echtzeitanwendungen modernisiert.

Siehe auch: <http://www.ngs.noaa.gov/CORS/>



CORS Stationen weltweit

Global Differential GPS (GDGPS)

GPS Unterstützungssystem mit hoher Genauigkeit

Wurde vom „NASA Jet Propulsion Laboratory“ (JPL) entwickelt, um GPS Echtzeitanwendungen zu ermöglichen.



In Zukunft soll „Tracking and Data Relay Satellite System“ (TDRSS) integriert werden, um das differenzielle Korrektursignal in Echtzeit erhalten zu können.

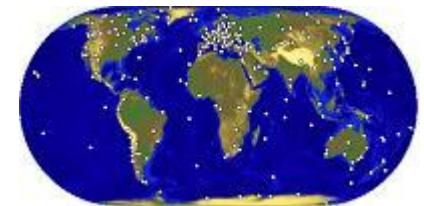
Das System berücksichtigt auch die GPS Dienstleistung „TDRSS Augmentation Service Satellites“ (TASS)

Siehe auch: <http://www.gdgps.net/>

International GNSS Service (IGS)

IGS ist ein Netzwerk

- mit mehr als 350 GPS Monitoring Stationen
- von 200 eingebundenen Organisationen
- in 80 Ländern



Es sollen die weltweit hochwertigsten GPS Daten und GPS Produkte angeboten werden.

Beinahe 100 IGS Stationen senden ihre aktuellen und genauen Satelliten Tracking Daten innerhalb einer Stunde

Siehe auch: <http://igsccb.jpl.nasa.gov/>

Differential - GPS

Differential Global Positioning System (DGPS, dGPS)

Sammelbezeichnung für Verfahren, die zur Steigerung der Genauigkeit simultan mehrere GPS Empfänger einsetzen.

Prinzip:

Auf nahegelegenen Messpunkten sind die Fehler des GPS Systems fast identisch. Kennt man eine Koordinate in der Nähe und positioniert dort einen GPS Empfänger, kann man die Fehlerdifferenz rausrechnen.

Rover:

Mobiles System, dessen Position genau bestimmt werden soll

GPS – Basisstation (Referenzstation):

Ermittlung der Messfehler über der bekannte Koordinate eines Vermessungspunktes.

→ Ableitung von Korrekturdaten für den Rover - Empfänger

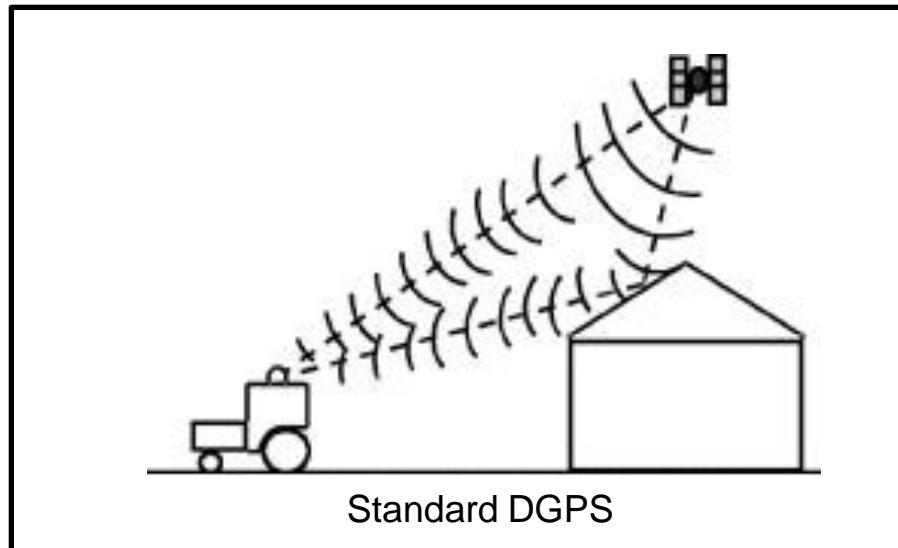
Offline Methode:

Nachträgliche Auswertung aller Messpunkte durch Verrechnung mit den aufgezeichneten Korrekturdaten

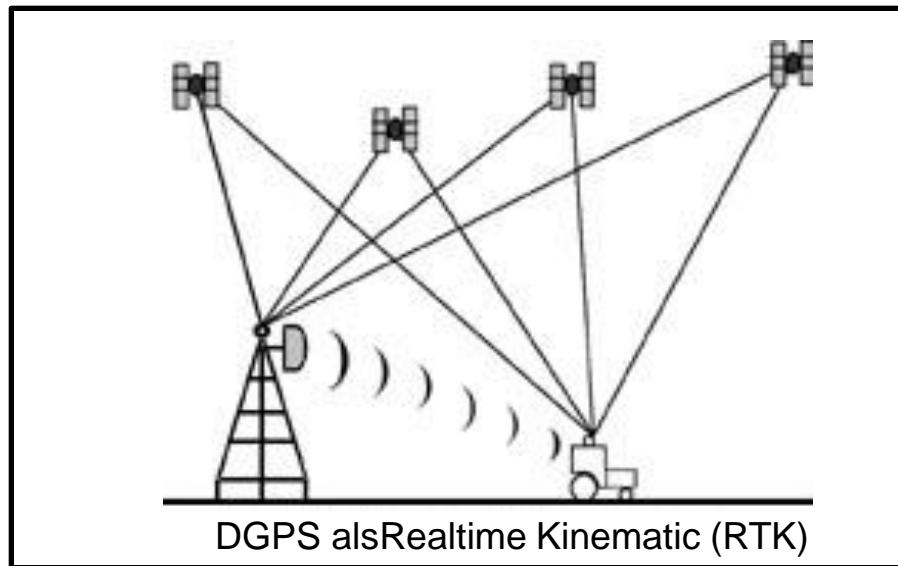
Online Methode:

Die Positions korrekturen der Basisstation werden online an alle Rover übermittelt

Standard DGPS:



RTK – Real Time Kinematik:



Quelle: http://ohioline.osu.edu/aex-fact/images/560_5.jpg

Differential – GPS: Online Korrekturdaten

Senden der Korrekturdaten einer Referenzstation an alle Empfänger:

- per Funk, Telefon oder Internetservice
- Die Korrekturdaten können vom Anwender selbst erzeugt werden, wenn ein zweiter GPS Empfänger vorhanden ist.
- In vielen Ländern gibt es permanente Referenzstationen, die von Anwendergruppen oder der Landesvermessung betrieben werden
- Für Deutschland wurde SAPOS-HEPS entwickelt
(**S**APOS **H**ochpräziser **E**chtzeit **P**ositionierungs-**S**ervice)
 - Lagegenauigkeit 1-2cm, Höhengenauigkeit 2-3cm
- Für Messungen mit SAPOS benötigt man einen geodätischen, RTK-fähigen GNSS Empfänger, sowie ein Modem oder Handy für den Empfang der SAPOS Daten

ähnliche Dienste:

Deutschland: ALF, AMDS, ascos, SAPOS

Schweiz: swipos

Methode:

Pseudorange Korrektur:

- Basisstation berechnet die Fehler der Strecken zu den Satelliten und übermittelt diese an den Rover.
- Auch möglich, wenn Basisstation und Rover unterschiedliche Satelliten empfangen
- Genauigkeiten <1m

Berücksichtigung der Phasenlage der Satellitensignale:

- Genauigkeiten von ± 1 bis ± 10 mm pro km Abstand zur Basisstation erreichbar.

--> Weitere Verbesserung der Genauigkeit:

(1) dGPS

(2) SBAS

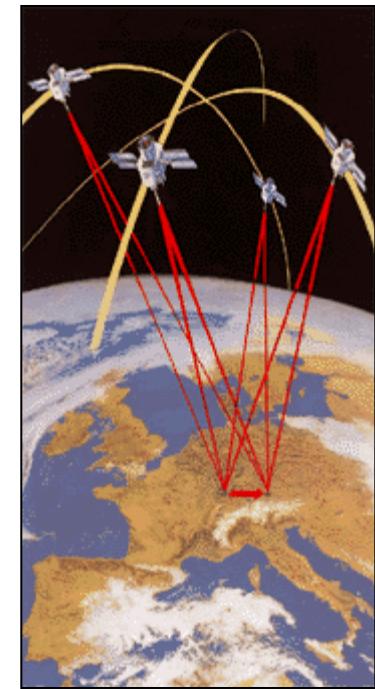
(1) dGPS

SAPOS (dgps Service in Deutschland)

SAPOS (dgps Service in Deutschland)

Für Deutschland wurde SAPOS-HEPS entwickelt
(SAPOS Hochpräziser Echtzeit Positionierungs-Service)
→ Lagegenauigkeit 1-2cm, Höhengenauigkeit 2-3cm

- Für Messungen mit SAPOS benötigt man einen geodätischen, RTK-fähigen GNSS Empfänger, sowie ein Modem oder Handy für den Empfang der SAPOS Daten
- Man kann sich online von Punkt zu Punkt bewegen, ohne den Dienst immer wieder initialisieren zu müssen
- Beobachtungszeit pro Punkt: 5-20 Sekunden



Quelle: <http://www.sapos.de>

Vorteile:

Wirtschaftlichkeit

Koordinaten direkt erhältlich ohne Nachbearbeitung im Innendienst

Unabhängig von Tageszeit oder Wetter

W Global Positioning System x SAPOS - Satellitenpositio x SAPOS Bayern x Sapos Zentrale, Zentr

https://sapos.bayern.de/refmap.php

Startseite > Stationskarte Freitag, 4. Januar 2013

Information
Stationskarte
Monitoring
Impressum

LOGIN
Nutzer
Passw

SAPOS®-Referenzstationen

0287 Aschaffenburg
0288 Lohr
0289 Schweinfurt
0284 Kulmbach
0293 Hof
0288 Mitterteich
0287 Bamberg
0282 Auerbach
0268 Kitzingen
0260 Erlangen
0281 Schönssee
0279 Ansbach
0279 Neumarkt
0280 Schwandorf
0283 Neukirchen
0275 Nördlingen
0277 Eichstätt
0278 Kelheim
0257 Straubing
0286 Finsterau
0274 Günzburg
0258 Pfaffenhofen
0266 Landshut
0265 Pfarrkirchen
0261 Passau
0273 Mindelheim
0259 Augsburg
0256 München
0264 Aschau
0286 Traunstein
1271 Weilheim
0270 Bad Tölz
0272 Rosenheim
0294 Berchtesgaden
0293 Lindau
0289 Wertach
0285 Garmisch

Mit Klick auf die einzelnen Referenzstationen in der Übersicht erhalten Sie tagesaktuell technische Detailinformationen.

Kennzahl	Stationsname
0256	München

Quelle: <https://sapos.bayern.de/refmap.php>

SAPOS Referenzstationen
in Bayern

patrick.reidelstuerz@hdu-deggendorf.de

Was ist SAPOS® ?

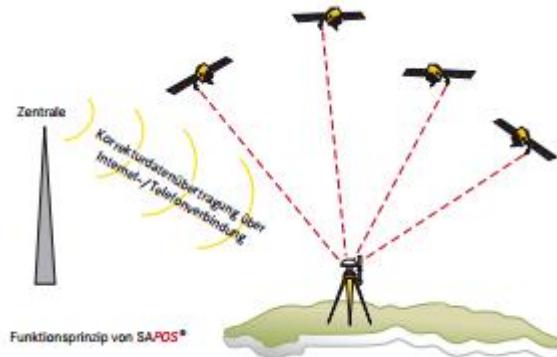
SAPOS® ist der amtliche, bundesweite Satellitenpositionierungsdienst der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV). Mit SAPOS® können GNSS- (Global Navigation Satellite System) Nutzer mit Hilfe von Korrekturdaten mit nur einem Empfänger Ihre Position bis auf mm-Genauigkeit bestimmen. SAPOS® umfasst mehrere Dienste mit unterschiedlichen Eigenschaften und Genauigkeiten für vielfältige Aufgaben der Vermessung, Ortsbestimmung und Navigation.

Grundlage

Die Grundlage für SAPOS® sind derzeit die weltweiten Satellitennavigationssysteme GPS und GLONASS. Die beiden Systeme ermöglichen zivilen Anwendern die Bestimmung der Position mit einem Empfänger auf etwa 5-10 m genau. Um Genauigkeiten bis wenige mm zu erreichen, muss der Anwender mit zwei gleichzeitig betriebenen GNSS-Empfängern messen.

SAPOS® ersetzt den für ein differentielles GNSS (DGNSS) notwendigen zweiten Empfänger durch ein bundesweit flächendeckendes Netz von permanent betriebenen Referenzstationen. Die Daten der Referenzstationen werden den Nutzern sowohl in Echtzeit (Real-time) als auch zur nachträglichen Auswertung (Postprocessing) zur Verfügung gestellt. Sie liefern Positionsangaben im Bezugssystem der GNSS-Satelliten, dem WGS84 bzw. dessen europäischer Realisierung, dem ETRS89. Der Übergang zu den amtlichen Systemen der Landesvermessung ist mittels Transformation möglich.

Die auf exakt eingemessenen Punkten montierten GNSS-Geräte der Referenzstationen senden ihre Messdaten über Datenleitungen in Echtzeit an die bayerische SAPOS®-Zentrale. Hier werden die Daten verarbeitet und in aufbereiteter Form (Korrekturdaten) für den Nutzer zur Verfügung gestellt. Die simultane Auswertung (Vernetzung) der Referenzstationen in der Zentrale steigert die Zuverlässigkeit und die Genauigkeit der Vermessung erheblich.



SAPOS - Dienste

SAPOS®- Überblick

	EPS	HEPS	GPPS
Verfahren	Echtzeit	Echtzeit	Post-processing
Genauigkeit	Lage ¹⁾	0,3 - 0,8 m	1-2 cm
	Höhe ²⁾	0,5 - 1,5 m	2-3 cm
Datenformat	RTCM 2.3 (Code-korrektur)	RTCM 2.3 (VRS) ³⁾ RTCM 3.1 (VRS) ³⁾ RTCM 3.1 (MAC) ⁴⁾	RINEX
System	GPS+ GLONASS	GPS+GLONASS ⁵⁾	GPS+ GLONASS
Übertragungsmedium	Internet (NTRIP) UMTS/GPRS	GSM, Internet (NTRIP)- UMTS/GPRS	Internet (Download, Online-Berechnung)
Taktrate	1 Sekunde	1 Sekunde	≥1 Sekunde

SAPOS®-Dienste

SAPOS ausführlich kennen!

EPS:

Echtzeit Positionierungsservice

HEPS:

Hochpräziser EchtzeitPositionierungsservice

GPPS:

Geodätischer Postprozessing Positionierungsservice



SAPOS®-EPS

METER-genau

Echtzeit Positionierungs-Service – EPS

Für die Positionierungsverbesserung in den Meterbereich werden für das bayerische Staatsgebiet Korrekturdaten im Format RTCM 2.3 (Codekorrekturen) über das Übertragungsmedium Internet angeboten. Somit wird für viele Satellitenempfangsgeräte (z.B. PDA mit GPS-Zusatz) eine Steigerung der Positionierungsgenauigkeit in Echtzeit ermöglicht.

Was benötigen Sie dazu?

- einen DGNSS-Einfrequenz-Empfänger mit Zugang zum Internet über GPRS oder UMTS
- NTRIP-Client (Programm für den Datenaustausch und Weiterverarbeitung der Korrekturdaten)

Sie erhalten Ihre Position...

- mit einer Genauigkeit im Meterbereich (abhängig von der Qualität des Endgerätes)
- in Echtzeit

Zur Verwendung...

- in digitalen Karten
- in Geoinformationssystemen (GIS)
- zur Fahrzeugnavigation, Flottenmanagement
- Land- und Forstwirtschaft

Echtzeitpositionierungsdienst EPS (DGNSS)

Der SAPOS®-Dienst EPS steht angemeldeten Nutzern über Internet ([Ntrip](#)) flächendeckend in ganz Bayern zur Verfügung. EPS ermöglicht Echtzeit – Positionierung im amtlichen ETRS89 System mit einer Genauigkeit von 0,5 - 1 Metern.

Dazu ist am bayerischen Ntrip-Caster

- <http://sapos-by-ntrip.de:2101> oder
- <http://195.200.71.81:2101>

der Mountpoint [EPS_BY](#) eingerichtet.

Die Daten werden im Format RTCM 2.3 (Codekorrekturen GPS + GLONASS) ausgegeben. Dieses Datenformat kann von allen DGNSS-fähigen Einfrequenzempfängern verarbeitet werden. Zum Empfang der Korrekturdaten ist eine Internetverbindung (GPRS oder UMTS) und ein Ntrip-fähiges Endgerät erforderlich. Die Abgabe von RTCM 2.3 Codekorrekturen einer virtuellen Referenzstation (VRS) erfolgt nach der Übersendung der Nutzerposition im Format NMEA 0183 GGA.

SAPOS®-HEPS

ZENTIMETER-genau

Hochpräziser Echtzeit Positionierungs-Service – HEPS

Zur Steigerung der Positionsgenauigkeit werden dem HEPS-Nutzer individuelle Korrekturdaten im RTCM-Format, die aus den Trägerphasenmessungen abgeleitet werden, über GSM-Verbindung bzw. Internetverbindung zur Verfügung gestellt. Die GLONASS-Korrekturwerte sind ausschließlich über die Internetverbindung verfügbar.

Durch die Vernetzung der bayerischen mit den grenznahen Referenzstationen der Nachbarländer werden stetige Übergänge in die einzelnen Ländernetze erreicht.

Was benötigen Sie dazu?

- eine Rover-Ausrüstung mit einem geodätischen, RTK-fähigen GNSS-Empfänger
- ein GSM-, GPRS- oder UMTS-fähiges Mobiltelefon zum Empfang der Korrekturdaten
- Anmeldung bei einem Netzbetreiber (Telefon/Internet)
- Registrierung beim Landesamt für Vermessung und Geoinformation

Sie erhalten Ihre Position...

- mit einer Genauigkeit von wenigen cm
- in Echtzeit (Anfangsinitialisierung innerhalb 20-30 sec)

Zur Verwendung...

- bei Ingenieur- und Katastervermessungen
- in Geoinformationssystemen mit höherer Genauigkeitsanforderung
- Luftfahrt
- Seefahrt
- und in vielen weiteren Bereichen

Echtzeitpositionierungsdienst HEPS (RTK)

Der SAPOS®-Dienst HEPS steht angemeldeten Nutzern über Internet (Ntrip) und Telefon (GSM-Datenruf) flächendeckend in ganz Bayern zur Verfügung. HEPS ermöglicht Echtzeit – Positionierung im amtlichen ETRS89 System mit einer Genauigkeit von 1 - 2 cm (Lage) und 2 - 3 cm (Höhe).

Die Daten werden wahlweise im Format RTCM 3.1 oder 2.3 als Code- und Phasenbeobachtungen für GPS und GLONASS ausgegeben. Dieses Datenformat kann von allen RTK-fähigen, geodätischen Empfängern (Rover) verarbeitet werden. Zum Empfang der Korrekturdaten ist eine mobile Internetverbindung (GPRS oder UMTS) bzw. eine Telefonverbindung erforderlich.

Die HEPS Daten werden in verschiedenen Vernetzungsrepräsentationen angeboten (siehe Tabelle). Die Abgabe von RTCM erfolgt nach der Übersendung der Roverposition im Format NMEA 0183 GGA (bidirektionale Kommunikation zwischen Rover und SAPOS®-Zentrale). Die Initialisierungszeiten des Rovers liegen im Regelfall unter zwei Minuten. Der Service HEPS steht registrierten Nutzern gegen Gebühr zur Verfügung.

RTCM-Format	Ntrip Mountpoint	Datenrufnummer	GNSS	Vernetzung
RTCM 2.3 18/19	VRS_BY	089 24 20 78 80	GPS + GLONASS ⁽¹⁾	VRS
RTCM 3.1	VRS_3_BY	089 24 20 78 82	GPS + GLONASS	VRS
RTCM 3.1	NET_3_BY	089 24 20 78 83	GPS + GLONASS	MAC

⁽¹⁾ GPS + GLONASS im Format RTCM 2.3 nur über Ntrip, über Datenruf (GSM) nur GPS

Bei allen HEPS Daten im Format RTCM 3.1 wird die RTCM Transformationsnachricht mit versendet.

 SAPOS® hat mit T-Mobile und Vodafone einen bundesweit geltenden Rahmentarif vereinbart.

SAPOS® – GPPS

Wenige MILLIMETER-genau

Geodätischer Postprocessing Positionierungs-Service – GPPS

Eine Genauigkeitssteigerung bis hin zum Zentimeter und sogar bis zu wenigen Millimetern ist durch eine nach der Messung stattfindende Auswertung (Postprocessing) möglich.

Beliebig lange, kontinuierliche Messreihen der Referenzstationen können bereits kurz nach der Messung im Felde oder später im Büro über Internet abgerufen werden.

Die Daten stehen im standardisierten RINEX-Format zur Verfügung. Sie können über das Internet im GPPS-Shop abgerufen werden.

Als Alternative zum Abruf der RINEX-Daten kann über den GPPS-Shop eine Online-Berechnung durchgeführt werden. Dazu werden die eigenen GNSS-Beobachtungen hochgeladen, als Ergebnis erhält man ein Auswerteprotokoll mit hochgenauen ETRS89 Positionen.

Was benötigen Sie dazu?

- einen geodätischen GNSS-Empfänger
- Internetzugang
- Registrierung beim Landesamt für Vermessung und Geoinformation

Sie erhalten Ihre Position...

- cm- bis mm-genau
(abhängig von Messungsdauer und Anwendersoftware)
- Near-online (unmittelbar nach der Messung)
- nach Auswertung im Büro bzw. nach der Online-Berechnung

Zur Verwendung...

- bei hochpräzisen Vermessungen
- zu wissenschaftlichen Zwecken
- bei Deformations- und Überwachungsmessungen
- im Lagefestpunktfeld

Postprocessingdienst GPPS

Ergänzend zur Positionsbestimmung in Echtzeit durch Verwendung der Dienste EPS und HEPS kann das SAPOS®-Netz auch zur nachträglichen Auswertung aufgezeichneter GNSS-Messungen verwendet werden (Postprocessing-Verfahren). Dazu können angemeldete Nutzer im GPPS-Shop auf dieser Webseite Korrektur- und Beobachtungsdaten von den bayerischen SAPOS®-Referenzstationen erwerben. Die Abgabe der Daten erfolgt im herstellerunabhängigen Standardformat RINEX.

Über den GPPS-Shop stehen die Daten des bayerischen GPPS Dienstes mit einer Taktrate von $\geq 1\text{ sec}$ für einen Zeitraum von mindestens 60 Tagen nach der Aufzeichnung zum Online-Abruf zur Verfügung. Originalbeobachtungen der Referenzstationen werden dauerhaft mit einer Taktrate von 30sec gespeichert und stehen für angemeldete Kunden auf Anfrage zur Verfügung.

Mit dem GPPS-Dienst kann bei entsprechend langer Beobachtungszeit eine Genauigkeit von <1 cm Lage und 1-2 cm Höhe erreicht werden. Zur Erzielung optimaler Positionsergebnisse im amtlichen ETRS89-System ist die Verwendung korrekter Berechnungsparameter in der Auswertesoftware notwendig. Insbesondere die richtige Zuordnung der Antennenparameter zur Referenzstations- und Roverbeobachtung ist zu beachten!

Online-Berechnung der bayerischen Vermessungsverwaltung

Für SAPOS®-Bayern Kunden bietet die bayerische Vermessungsverwaltung zusätzlich eine Online-Berechnung von amtlichen ETRS89 Positionen aus Roverbeobachtungen an. Dazu finden angemeldete Nutzer im GPPS-Shop die zusätzliche Auswahlmöglichkeit „Online-Berechnung“.

In diesem Dienst können Roverbeobachtungen im Format RINEX (Einzelbeobachtungen oder in ZIP-Archiven zusammengefasste Beobachtungssätze) zur Auswertung hochgeladen werden. Unsere Server berechnen die amtliche ETRS89-Position auf Grundlage der Referenzstationsbeobachtungen des bayerischen SAPOS®-Netzes. Das Auswerteprotokoll mit den berechneten Positionen steht nach der Berechnung unter Angabe der erreichten Positionsqualität zum Download bereit, erst nach der Kaufbestätigung wird das Entgelt in Rechnung gestellt.

Dadurch ist eine Auswertung von GNSS-Beobachtungen mit aktuellen, leistungsfähigen Auswertealgorithmen ohne Verwendung einer eigenen Postprocessingsoftware möglich.

Die Auswertbarkeit unter schwierigen Empfangsbedingungen aufgezeichneter GNSS-Beobachtungen kann ohne Kostenrisiko getestet werden, da die Auswertequalität schon vor der Kaufbestätigung im GPPS-Shop sichtbar ist.

Geodätische Informationen

Geodätische Informationen

Die Positionsbestimmung findet über das Bezugssystem der GNSS-Satelliten bzw. dessen europäischer Realisierung, dem europäischen geodätischen Bezugssystem ETRS89 (European Terrestrial Reference System) statt. Durch die Nutzung von SAPOS® erhalten Sie Koordinaten mit absolutem Bezug im amtlichen ETRS89-System. Eine Transformation in das jeweilige Gebrauchsnetz ist bei Bedarf über Passpunkte oder mittels der mit den Korrekturdaten zusätzlich übertragenen Transformationsnachricht möglich.

Durch die Transformationsnachricht können die bei der SAPOS®-Messung erhaltenen Positionsdaten sofort im Rahmen der Messung in GK-Koordinaten und in NN-Höhen (Höhenstatus 100) umgerechnet werden. (Stand: Mai 2011)

Genauigkeiten der Transformation:

Lage: ca. 5-7 cm

Höhe: ca. 3 cm

In die Gesamtgenauigkeit der Positionierung fließen neben den angegebenen Transformationsgenauigkeiten zusätzlich die SAPOS®-Messgenauigkeit und die eventuell vorliegenden kleinräumigen Netzspannungen im Höhen- und Lagefestpunktfeld ein.

Bitte beachten Sie, dass die Transformationsnachricht nicht von allen GNSS-Empfängern ausgewertet werden kann.

SAPOS - Preise

1.10 Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung SAPOS®

(Vertrieb: LVG)

Einheit

Nutzungsrecht gemäß den Nutzungsbedingungen für die SAPOS-Dienste in Bayern

1.10.1 Echtzeit-Positionierungsservice EPS

über NTRIP (Internet)

Kalenderjahr

150,00

1.10.2 Hochgenauer Echtzeit-Positionierungsservice HEPS

Nutzungsabhängiger Tarif - Minutentarif

angefangene
Minute

0,10

Mindestentgelt

Kalendermonat

10,00

Pauschaltarif je individuelle Nutzerkennung oder frei
geschaltete Telefonnummer

Kalendermonat

250,00

Kalenderjahr

2.500,00

1.10.3 Geodätischer Postprocessing-Positionierungsservice GPPS

Nutzungsabhängiger Tarif

angefangene
Minute

0,20

Mindestentgelt

Kalendermonat

10,00

Pauschaltarif je genutzte Referenzstation

Kalendermonat

500,00

1.10.4 Transformationsmodelle NTv2 Bayern

Standardlizenz

Transformationsmodelle mit Transformationsprogramm

295,00

Transformationsmodelle mit Transformationsprogramm; Ersterwerb für
registrierte SAPOS-Nutzer sowie Aktualisierung

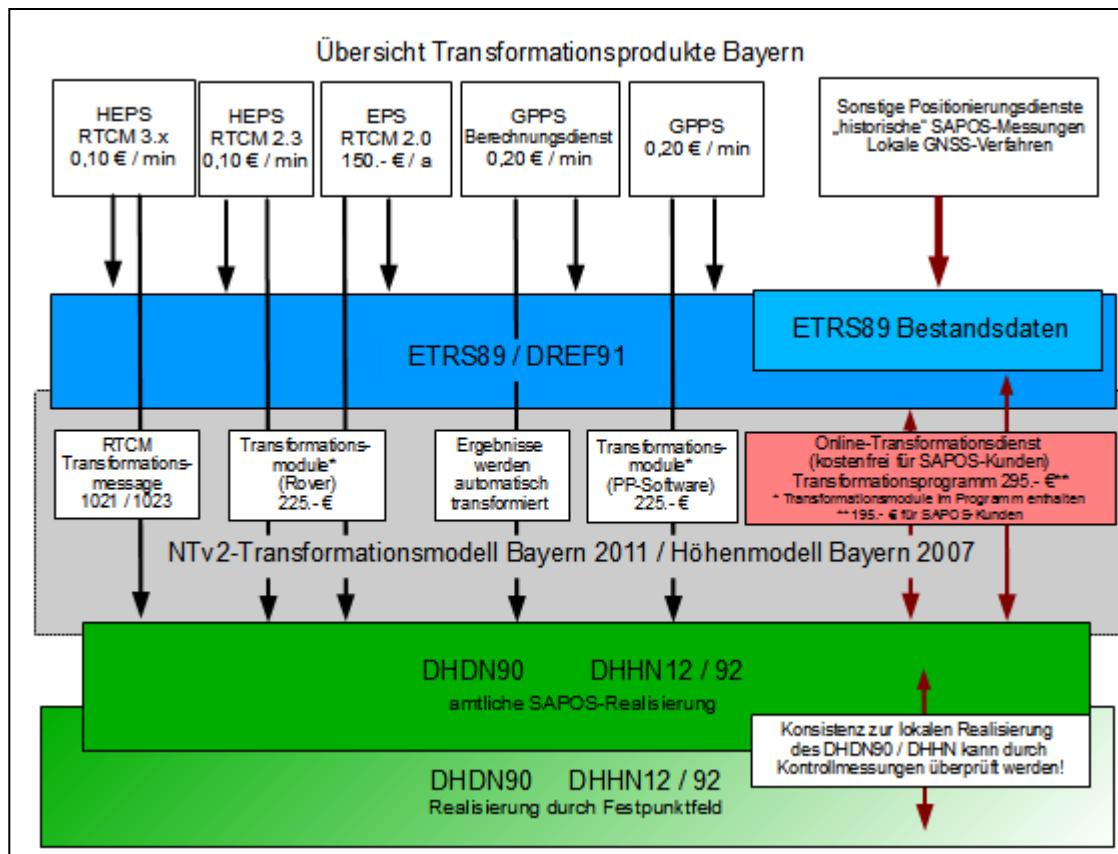
195,00

Transformationsmodul

225,00

Mehrplatzlizenz s. Nr. 1

SAPOS – Angebotene Transformationen



Selbststudium zu SAPOS

<http://www.zentrale-stelle-sapos.de/>

<http://www.sapos.de/>

<http://www.adv-online.de/icc/extdeu/broker?uMen=948607d6-b048-65f1-80fa-29f08a07b51a>



Begriffe DGNSS und RTK

DGNSS

Differentielle Messverfahren auf Basis des Navigationscodes eines oder mehrerer GNSS - Systeme. Durch Korrektur der Pseudoentfernungsmessungen zu den Satelliten mit den auf einer regional benachbarten Referenzstation bestimmten Abweichungen können Positionsgenauigkeiten im festgehaltenen Bezugssystem der Referenzstation im Submeterbereich erzielt werden.

RTK

Real Time Kinematic bezeichnet ein GNSS - Messverfahren bei dem in Echtzeit Koordinaten mit Zentimetergenauigkeit bestimmt werden können. Die Positionierung erfolgt relativ zu einer bekannten Referenzstation mit einem geodätischen RTK - Empfänger (RTK - Rover) der neben der Code - Entfernungsmessung auch die Trägerphasenmessung zu den Satelliten durchführen kann. Die Beobachtungsdaten der Referenzstation müssen über ein geeignetes Kommunikationsmedium (z.B. Mobilfunk) in Echtzeit an den RTK - Rover übertragen werden. Nach der sogenannten Initialisierungsphase, in der der RTK - Rover die Trägerphasenmehrdeutigkeiten löst, werden zu jeder Epoche Koordinaten mit Zentimetergenauigkeit bestimmt.

Begriff AGPS

Viele moderne Handys sind mit der GPS-Variante A-GPS ausgerüstet. Dieses „Assisted GPS“ soll vor allem die teilweise recht langen Wartezeiten bei der Standortbestimmung (bis zu 65 Sekunden) beim Start des GPS-Empfängers verkürzen und schnelleres Navigieren ermöglichen. Im Handy steckt ein normales GPS-Modul, mit dem es wie andere Navi-Geräte seine Position ermitteln kann. Per Mobilfunknetz empfängt das Handy zusätzliche Daten, mit denen es die Positionsbestimmung beschleunigt.

Satellitenbahnen

Das Handy empfängt die aktuellen Bahnen der GPS-Satelliten per Handynetz. Mit diesen Informationen findet das Handy die Satelliten schneller. Die Daten lassen sich im Mobiltelefon speichern und stehen dann beim nächsten Einschalten des Handys sofort zur Verfügung.

Sendemaststandort

Eine weitere Möglichkeit: Der vom Handy genutzte Sendemast übermittelt seinen Standort. Auch mit dieser Information lässt sich der eigene Standort schneller berechnen.

(2) Satellite Based Augmentation System (SBAS)

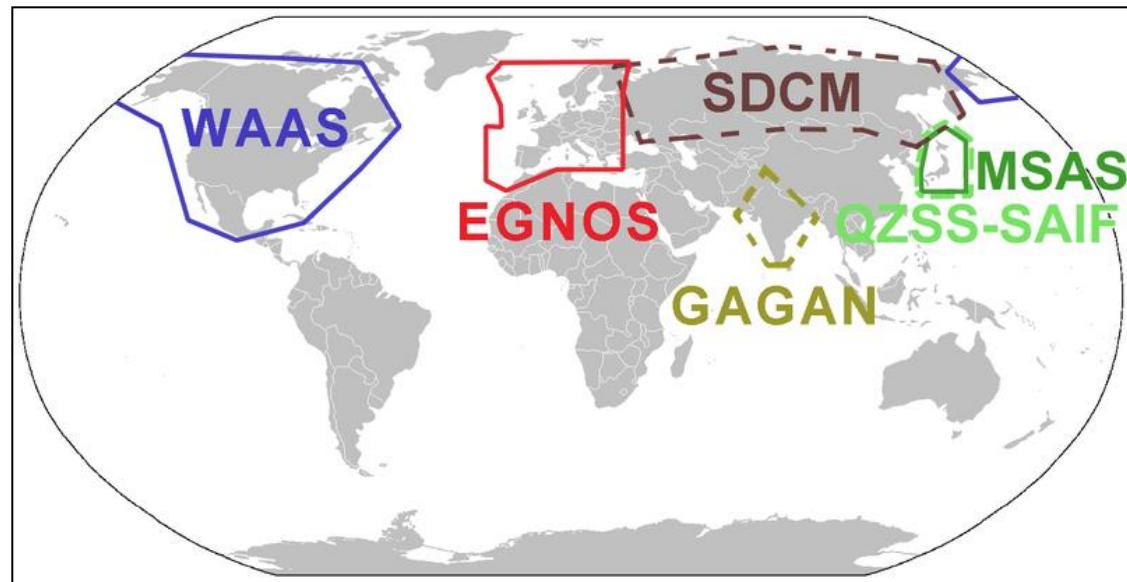
(2) Satellite Based Augmentation System (SBAS)

Satellitengestützte Hilfssysteme, die GNSS Systeme unterstützen

SBAS liefert zusätzliche Informationen, die von geosynchronen Satelliten ausgestrahlt werden:

SBAS – Systeme:

WAAS	Nordamerika	in Betrieb
EGNOS	Europa	in Betrieb
MSAS	Japan	in Betrieb
QZSS-SAIF	Japan	im Aufbau
SDCM	Russland	im Aufbau
GAGAN	Indien	im Aufbau



Satellitengestützte Navigationsysteme

Einklappen

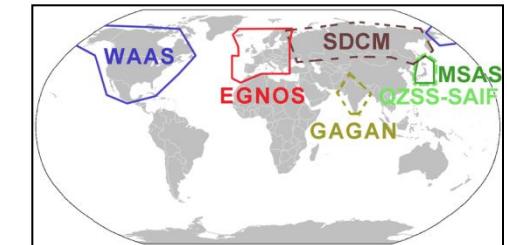
Globale Systeme Historisch:  Transit ·  Parus/Zikada · In Betrieb:  GPS ·  GLONASS · Im Aufbau:  Compass ·  Galileo

Regionale Systeme oder regionale Ergänzungssysteme In Betrieb:  Compass · Im Aufbau:  QZSS · In Planung:  IRNSS

Unterstützende satellitenbasierte Systeme (SBAS) In Betrieb:  WAAS ·  MSAS ·  EGNOS · Im Aufbau:  GAGAN ·  QZSS-SAIF ·  SDKM

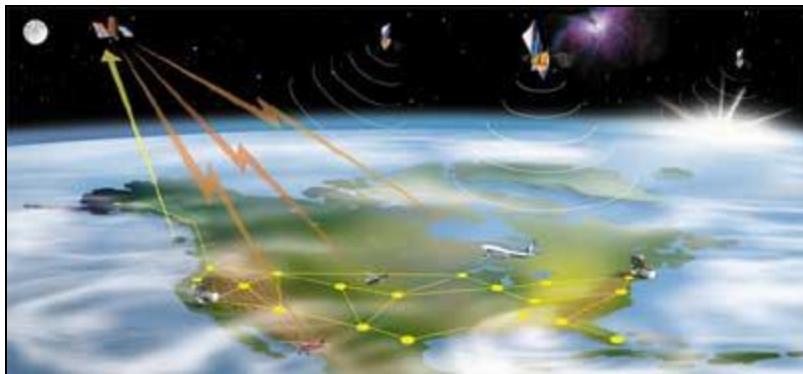
Wide Area Augmentation System (WAAS)

- Wird von der „Federal Aviation Administration“ (FAA) betrieben
- Unterstützt die Flugzeugnavigation in Nordamerika



Ähnlich zu:

- Multi-functional Transport Satellite (MTSAT), Japan
- Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)
- European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS), Europa
- GPS And Geo-Augmented Navigation (GAGAN), Indien



Siehe auch:

http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/waas/

European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS)

Europäisches satellitengestütztes DGPS System

Verbesserung der Positioniergenauigkeit von 10-20m auf 1-3m

Funktionell und protokollmäßig **voll kompatibel** zu:

- WAAS (USA)
- MSAS (Japan)
- GAGAN (Indien)



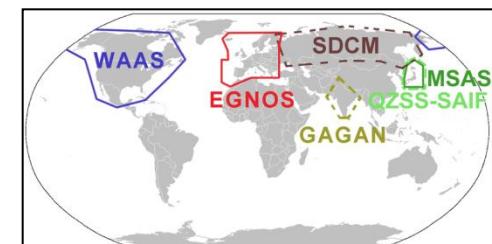
Der Empfang von EGNOS setzt eine **freie Sicht nach Süden** voraus.

EGNOS informiert auch über die Integrität der GPS Systeme:

→ Innerhalb 6 Sekunden: Infos zur Empfangsqualität

Seit 1.Okt. 2009 offiziell in Betrieb

dem 15.Dez. 2011 Zustimmung für „Safety of Life“ Anwendungen



Hintergrund:

Seit Abschaltung der künstlichen Phasenschwankung des zivil nutzbaren C/A Codes von GPS (Selective Availability) sind Laufzeiteffekte in der Ionosphäre die größten verbleibenden Fehlerquellen:⁰

- Die Laufzeit des Signals hängt nicht nur von der Entfernung, sondern auch vom Ionosphärenzustand ab.
- Eine Korrektur ist durch Vergleich der Laufzeiten der L1/L2 Sendefrequenzen möglich.
- Herkömmliche zivile Empfänger können aber nur die L1 Sendefrequenz empfangen
- Terrestrisch gestütztes GPS funktioniert nur in geringer Entfernung von der Referenzstation
- Es wird eine Karte der Verteilung der Elektronendichte in der Ionosphäre ermittelt, welche eine grobe Korrektur erlaubt

Funktionsweise:

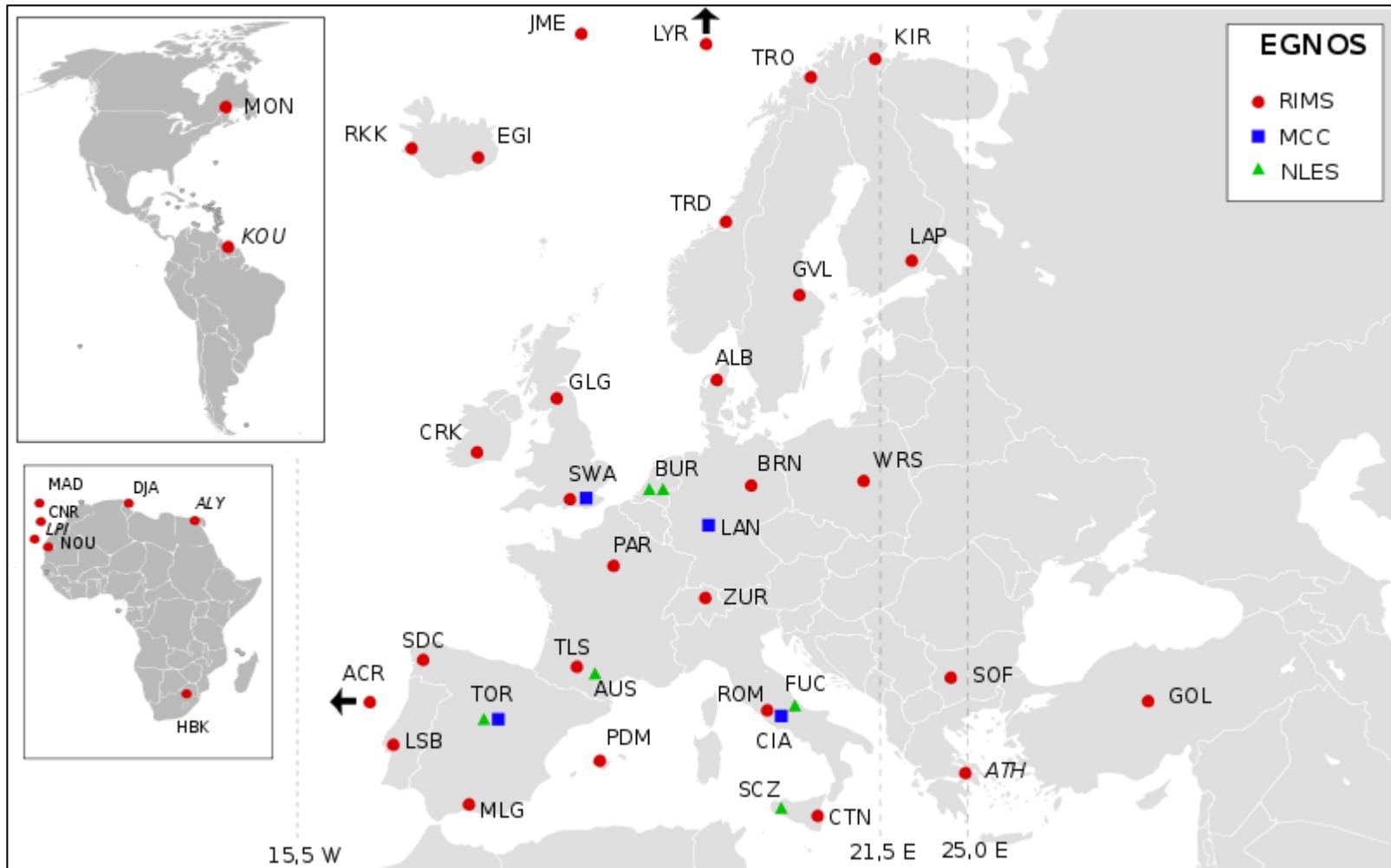
Referenzstationen (*Ranging and Integrity Monitoring Station, RIMS*) in Europa, Nordafrika und dem Nahen Osten empfangen die Positionssignale von GPS und GLONASS, später auch von Galileo.

Um die Ionosphäre flächendeckend zu erfassen, müssen die Satelliten bis dicht über dem Horizont empfangen werden. Um dabei störenden Mehrwegempfang durch Reflexionen am Boden zu unterdrücken, werden spezielle Choke-Ring-Antennen verwendet.



EGNOS RIMS Station BRN (Berlin)

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/European_Geostationary_Navigation_Overlay_Service



Karte der EGNOS Bodenstationen

Quelle: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:EGNOS_map.svg&filetimestamp=20110318205227

Aus den Daten der RIMS berechnen die Kontrollzentren (*Master Control Center, MCC*)

- Korrekturen der Satellitenpositionen
- aktuelle Karten der Elektronendichte der Ionosphäre zur Korrektur der Laufzeiten der Signale.

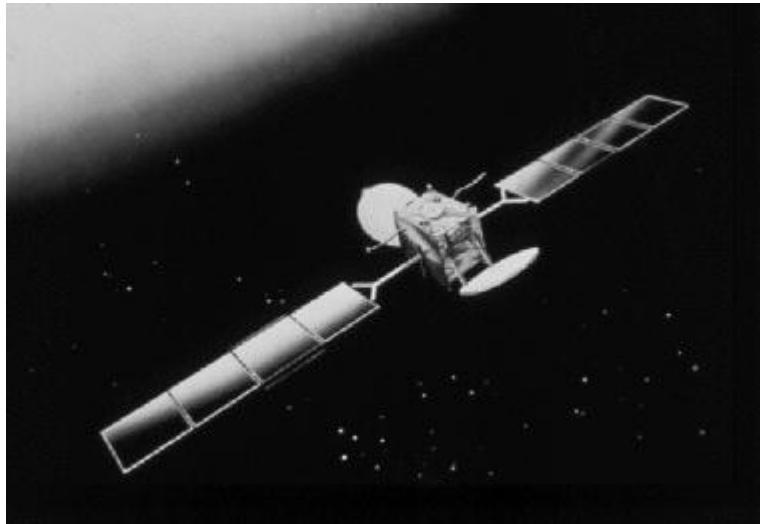
Es gibt vier redundante MCC, die eigenständig die Kontrolle von EGNOS übernehmen können.

Up-Link-Stationen (*Navigation Land Earth Station, NLES*) senden diese Korrekturdaten zur flächendeckenden Verteilung (und kostenlosen Nutzung) an geostationären Nachrichtensatelliten.

- Jeder Satellit erfordert eine NLES.
 - Zur besseren Ausfallsicherheit ist jeweils eine weitere NLES vorgesehen.
- Damit einfache GPS Empfänger keine weitere Empfangseinheit benötigen, senden die geostationären Satelliten die Korrekturdaten auf der L1 Frequenz der GPS Satelliten

Geostationäre Satelliten mit EGNOS Transpondern:

- Inmarsat AOR-E (PRN 120; ID 33); Position 15,5° W - Atlantik
- ARTEMIS (PRN 124; ID 37); Position 21,5° O - Afrika
- Inmarsat IOR-W (PRN 126; ID 39; zurzeit Testsystem); Position 25,0° O - Afrika



INMARSAT 3: Dienstleister für Mobilfunk, seit 1996 mit EGNOS Transpondern ausgerüstet

Geostationäre Satelliten mit EGNOS Transpondern:

- Inmarsat AOR-E (PRN 120; ID 33); Position 15,5° W - Atlantik
- ARTEMIS (PRN 124; ID 37); Position 21,5° O - Afrika
- Inmarsat IOR-W (PRN 126; ID 39; zurzeit Testsystem); Position 25,0° O - Afrika



ARTEMIS: Europäisch-japanischer geostationärer Kommunikationssatellit, der durch die ESA betrieben wird

Geostationäre Satelliten mit EGNOS Transpondern, werden in kürze ersetzt durch::

- SES-5, Position 5,0° O - Europa, Afrika^[9], gestartet am 9 Juli 2012 (PRN 136, L1- und L5-Transponder)
- Astra 5B, (voraussichtlich 2. Quartal 2013), Position 31,5° O - Osteuropa, Russland^[10]

SES-5: Geostationärer Kommunikationssatellit der niederländischen SES World Skies,
Raketenstart am 9. Juli 2012

ASTRA 5B: Übertragungssatellit für Hörfunk und Fernsehsignale für 60-90cm große Parabolantennen;
SES Global betreibt 15 aktive geostationäre Fernseh und Kommunikationssatelliten



Quelle:

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Astra_satellite.jpg&filetimestamp=20071015233817

GPS Aided Geo Augmented Navigation (GAGAN)

Indisches satellitengestütztes DGPS Korrektursystem

Verbesserung der Positioniergenauigkeit von 10-20m auf 1-3m
besonders für den Flugverkehr

Funktionell und protokollmäßig **voll kompatibel** zu:

- WAAS (USA)
- MSAS (Japan)
- EGNOS (Europa)

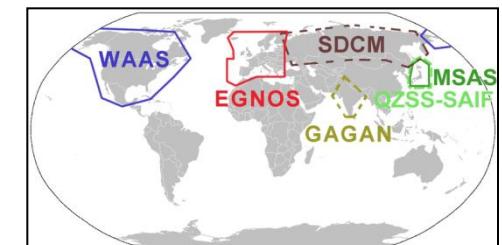
Erfolgreicher Testbetrieb in den Jahren 2007/2008:

→ die am Boden erzeugten Signale wurden von einem
INMARSAT Satelliten ausgestrahlt

Die GSLV Trägerrakete mit dem ersten GAGAN Satelliten GSAT-4 hatte am 15.4.2010 einen Fehlstart.

Der Start des Satelliten GSAT-8 mit einer Ariane Rakete am 20. Mai 2011 war erfolgreich.

Der zweite Satellit GSAT-10 am 28.Sept. 2012 ebenfalls;



Multi-functional Satellite Augmentation System (MSAS)

Japanisches satellitengestütztes Augmentation System

MTSAT Satelliten kombinieren meteorologische und Kommunikationsdienste auf geostationärem Orbit

Funktionell und protokollmäßig **voll kompatibel** zu:

- WAAS (USA)
- GAGAN (Indien)
- EGNOS (Europa)

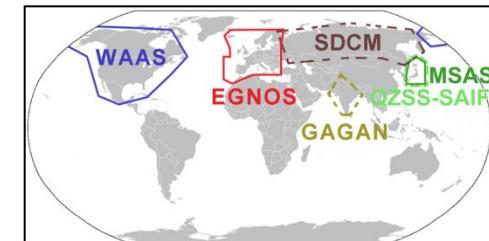


Am 1.August 1999 schlug der Start des ersten Satelliten MTSAT-1 fehl. Er verfehlte seinen Orbit.

Der Start des Ersatzsatelliten MTSAT-1R war am 26.Febr. 2005 erfolgreich

Der zweite Satellit MTSAT-2 wurde am 18.Februar 2006 erfolgreich gestartet

MSAS befindet sich seit dem 27. September 2007 im operationellen Betrieb



SDKM (russisch: система дифференциальной коррекции и мониторинга, System zur differentiellen Korrektur und Überwachung)

Russisches satellitengestütztes System zur differentiellen Korrektur und Überwachung von GNSS (SBAS)

Bereits 2010 existierte der größte Teil der notwendigen Bodeninfrastruktur.

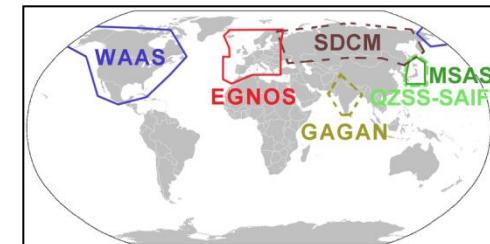


Quelle: <http://www.russianspaceweb.com/luch5a.html>

Der Start des ersten Kommunikationssatelliten fand 2012 statt.

Es sind 3 geostationäre Satelliten geplant (Lutsch-5A, -5B und -5V)

- Lutsch-5A: soll die Korrekturdaten für Asien, den Indischen Ozean und Australien verfügbar machen
- Lutsch-5B: für Europa, Atlantik, Südamerika und Afrika
- Lutsch-5c: für den Pazifikraum



Datenformate

RINEX

RINEX (Receiver Independend Exchange Format) ist ein herstellerunabhängiges Standardformat zum Austausch von Daten für die nachträgliche Auswertung von GNSS-Messungen. Die Daten im Dienst GPPS ¹⁾ werden aktuell im Format RINEX 2.11 abgegeben. Sie erhalten nach jeder Bestellung im SAPOS-Dienst GPPS eine Beobachtungsdatei (Dateiendung .[yy]o) und zwei Bahndatendateien (GPS Dateiendung .[yy]n, Glonass .[yy]g).

Alle zur Auswertung der Daten notwendigen Angaben befinden sich im Header (Zeile 1 - 20 des Dateiinhaltes) der Beobachtungsdatei. Dieser Header wird im SAPOS®-Dienst deutschlandweit einheitlich verwendet und kann in der Regel von allen Auswerteprogrammen automatisch eingelesen werden. Wichtig zur korrekten Auswertung ist die richtige Zuordnung des GNSS-Antennentyps an die Referenzstations- und Roverbeobachtungen.

NMEA 0183

NMEA 0183 ist ein Standard für die Kommunikation zwischen Navigationsgeräten auf Schiffen, der von der National Marine Electronics Association (NMEA) definiert wurde und auch für die Kommunikation zwischen GPS-Empfänger und PCs sowie mobilen Endgeräten genutzt wird.

RTCM

Die Korrektur- und Beobachtungsdaten in den Echtzeitdiensten EPS und HEPS werden im international standardisierten Format der Radio Technical Commission for Maritime Services (RTCM) abgegeben. Zuständig für die Standardisierung der GNSS-Echtzeitdaten innerhalb des RTCM ist das Special Committee 104 (SC 104).

Das SC 104 schreibt den Standard entsprechend den Entwicklungen in den GNSS ständig fort, daher wird zur korrekten Bezeichnung die Versionsnummer angegeben. Im Jahr 2008 wurde die zur Zeit aktuellste Version 3.1 verabschiedet, sie enthält gegenüber RTCM 2.3 (2001) umfangreiche Neuerungen zu Vernetzungsrepräsentationen und GLONASS-Unterstützung.

Im SAPOS-HEPS werden zur Wahrung der Abwärtskompatibilität Echtzeitdaten in den Formaten RTCM 2.3 und RTCM 3.1 angeboten. Es wird angeraten, nach Möglichkeit das aktuellste RTCM-Format zu nutzen und dazu die Firmware der Endgeräte aktuell zu halten, um die maximale Leistungsfähigkeit der SAPOS-Dienste zu erreichen.

* .gpx : GPS-Datenaustauschformat

* .gpx:

- Datenformat zur Speicherung von Geodaten (GPS-Daten)
- Von der Firma TopoGrafix entwickelt
- Basiert auf dem allgemeinen XML-Standard
- Ein XML – Schema beschreibt die Elemente und den Aufbau des GPS Exchange Formats
- Dateiendung: *.gpx
- offenes, lizenzzfreies Format, das gebührenfrei verwendet werden darf
- Als XML-Dialekt erlaubt das GPX-Format, eigene Erweiterungen einzubetten, wobei diese nicht Bestandteil des GPX-Schemas sind. Ein Beispiel sind die GPX-Extensions von „Garmin“.

Aufbau:

Eine GPX Datei besteht aus den Koordinaten und deren Beschreibung.

Es werden unterschieden:

Waypoints (Wegpunkte, <wpt>)

Einzelne Ortspunkte.

Routen (<rte>)

Eine Abfolge von Ortspunkten (<rtept>). beschreibt einen geplanten Kurs, bzw. eine Folge von Wendepunkten, um zu einem Ziel zu gelangen.

Tracks (Spuren, <trk>)

Eine Liste (dicht aufeinanderfolgender) Trackpunkte (<trkpt>), beispielsweise ein durch ein GPS-Gerät aufgezeichneter Pfad. Die Punkte werden nochmals in einzelne Abschnitte zusammengefasst (Tracksegment, kurz <trkseg>).

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/GPS_Exchange_Format

Beispielaufbau:

Grundstruktur, wie im folgenden:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
<gpx version="1.1" creator="Ersteller der Datei">
  <metadata> <!-- Metadaten --> </metadata>
  <wpt lat="xx.xxx" lon="yy.yyy"> <!-- Attribute des Wegpunkts --> </wpt>
  <!-- weitere Wegpunkte -->
  <rte>
    <!-- Attribute der Route -->
    <rtept lat="xx.xxx" lon="yy.yyy"> <!-- Attribute des Routenpunkts --> </rtept>
    <!-- weitere Routenpunkte -->
  </rte>
  <!-- weitere Routen -->
  <trk>
    <!-- Attribute des Tracks -->
    <trkseg>
      <trkpt lat="xx.xxx" lon="yy.yyy"> <!-- Attribute des Trackpunkts --> </trkpt>
      <!-- weitere Trackpunkte -->
    </trkseg>
    <!-- weitere Track-Segmente -->
  </trk>
  <!-- weitere Tracks -->
</gpx>
```

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/GPS_Exchange_Format

Beispielaufbau:

Grundstruktur, wie im folgenden:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
<gpx version="1.1" creator="Ersteller der Datei">
    <metadata> <!-- Metadaten --> </metadata>
    <wpt lat="xx.xxx" lon="yy.yyy"> <!-- Attribute des Wegpunkts --> </wpt>
    <!-- weitere Wegpunkte -->
    <rte>
        <!-- Attribute der Route -->
        <rtept lat="xx.xxx" lon="yy.yyy"> <!-- Attribute des Routenpunkts --> </rtept>
        <!-- weitere Routenpunkte -->
    </rte>
    <!-- weitere Routen -->
    <trk>
        <!-- Attribute des Tracks -->
        <trkseg>
            <trkpt lat="xx.xxx" lon="yy.yyy"> <!-- Attribute des Trackpunkts --> </trkpt>
            <!-- weitere Trackpunkte -->
        </trkseg>
        <!-- weitere Track-Segmente -->
    </trk>
    <!-- weitere Tracks -->
</gpx>
```

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/GPS_Exchange_Format

Beispielaufbau:

Grundstruktur, wie im folgenden:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
<gpx version="1.1" creator="Ersteller der Datei">
    <metadata> <!-- Metadaten --> </metadata>
    <wpt lat="xx.xxx" lon="yy.yyy"> <!-- Attribute des Wegpunkts --> </wpt>
    <!-- weitere Wegpunkte -->
    <rte>
        <!-- Attribute der Route -->
        <rtept lat="xx.xxx" lon="yy.yyy"> <!-- Attribute des Routenpunkts --> </rtept>
        <!-- weitere Routenpunkte -->
    </rte>
    <!-- weitere Routen -->
    <trk>
        <!-- Attribute des Tracks -->
        <trkseg>
            <trkpt lat="xx.xxx" lon="yy.yyy"> <!-- Attribute des Trackpunkts --> </trkpt>
            <!-- weitere Trackpunkte -->
        </trkseg>
        <!-- weitere Track-Segmente -->
    </trk>
    <!-- weitere Tracks -->
</gpx>
```

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/GPS_Exchange_Format

Offizielle Dokumentation: <http://www.topografix.com/GPX/1/1/>

GPX 1.1 Schema Documentation

Table of Contents

- [Schema Document Properties](#)
- [Global Schema Components](#)
 - [Element: gpx](#)
 - [Complex Type: gpxType](#)
 - [Complex Type: metadataType](#)
 - [Complex Type: wptType](#)
 - [Complex Type: rteType](#)
 - [Complex Type: trkType](#)
 - [Complex Type: extensionsType](#)
 - [Complex Type: trksegType](#)
 - [Complex Type: copyrightType](#)
 - [Complex Type: linkType](#)
 - [Complex Type: emailType](#)
 - [Complex Type: personType](#)
 - [Complex Type: ptType](#)
 - [Complex Type: ptsegType](#)
 - [Complex Type: boundsType](#)
 - [Simple Type: latitudeType](#)
 - [Simple Type: longitudeType](#)
 - [Simple Type: degreesType](#)
 - [Simple Type: fixType](#)
 - [Simple Type: dgpsStationType](#)

[top](#)

Schema Document Properties

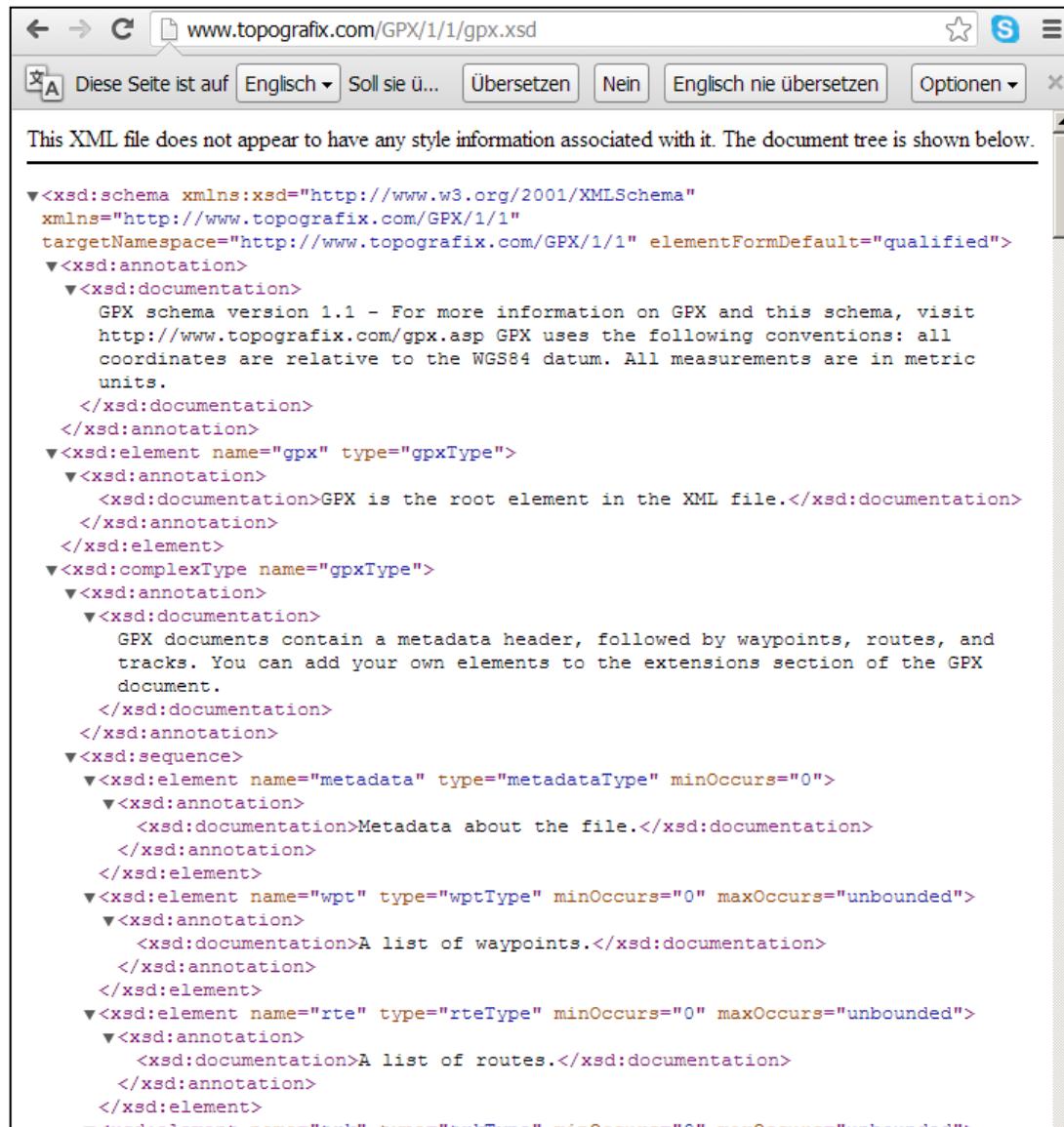
Target Namespace	http://www.topografix.com/GPX/1/1
Element and Attribute Namespaces	<ul style="list-style-type: none"> • Global element and attribute declarations belong to this schema's target namespace. • By default, local element declarations belong to this schema's target namespace. • By default, local attribute declarations have no namespace.
Documentation	<p>GPX schema version 1.1 - For more information on GPX and this schema, visit http://www.topografix.com/gpx.asp. GPX uses the following conventions: all coordinates are relative to the WGS84 datum. All measurements are in metric units.</p>

Declared Namespaces

Prefix	Namespace
Default namespace	http://www.topografix.com/GPX/1/1
xml	http://www.w3.org/XML/1998/namespace
xsd	http://www.w3.org/2001/XMLSchema

[Schema Component Representation](#)

Offizielle Schemadokumentation: <http://www.topografix.com/GPX/1/1/gpx.xsd>



This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns="http://www.topografix.com/GPX/1/1"
  targetNamespace="http://www.topografix.com/GPX/1/1" elementFormDefault="qualified">
  <xsd:annotation>
    <xsd:documentation>
      GPX schema version 1.1 - For more information on GPX and this schema, visit
      http://www.topografix.com/gpx.asp GPX uses the following conventions: all
      coordinates are relative to the WGS84 datum. All measurements are in metric
      units.
    </xsd:documentation>
  </xsd:annotation>
  <xsd:element name="gpx" type="gpxType">
    <xsd:annotation>
      <xsd:documentation>GPX is the root element in the XML file.</xsd:documentation>
    </xsd:annotation>
  </xsd:element>
  <xsd:complexType name="gpxType">
    <xsd:annotation>
      <xsd:documentation>
        GPX documents contain a metadata header, followed by waypoints, routes, and
        tracks. You can add your own elements to the extensions section of the GPX
        document.
      </xsd:documentation>
    </xsd:annotation>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="metadata" type="metadataType" minOccurs="0">
        <xsd:annotation>
          <xsd:documentation>Metadata about the file.</xsd:documentation>
        </xsd:annotation>
      </xsd:element>
      <xsd:element name="wpt" type="wptType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
        <xsd:annotation>
          <xsd:documentation>A list of waypoints.</xsd:documentation>
        </xsd:annotation>
      </xsd:element>
      <xsd:element name="rte" type="rteType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
        <xsd:annotation>
          <xsd:documentation>A list of routes.</xsd:documentation>
        </xsd:annotation>
      </xsd:element>
      <xsd:element name="trk" type="trkType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
        <xsd:annotation>
          <xsd:documentation>A list of tracks.</xsd:documentation>
        </xsd:annotation>
      </xsd:element>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
</xsd:schema>
```

Quelle: <http://www.topografix.com/GPX/1/1/gpx.xsd>

patrick.reidelstuerz@hdu-deggendorf.de

NMEA 0183 - Protokoll

NMEA 0183:

- Standard für die Kommunikation zwischen Navigationsgeräten
 - von der National Marine Electronics Association (NMEA) definiert (zur Kommunikation zwischen Schiffen)
(nicht auf Profit ausgelegte Vereinigung von Herstellern, Vertreibern, Ausbildungsinstitutionen und anderen mit Interesse an dem Markt)
 - dann auch für die Kommunikation zwischen GPS-Empfänger und PCs sowie mobilen Endgeräten genutzt
 - Die erste Version des nicht öffentlichen Standards wurde im März 1983 freigegeben
 - aktuell: Version 4.10 (Juni 2012)
aber: Version 3.01 (Januar 2002) immer noch weit verbreitet
- Aktuell auch: High-Speed Erweiterung NMEA 0183-HS (High Speed) V 1.01

- Mit Hilfe der weitestgehend standardisierten NMEA-Daten gelingt es sehr leicht, die Daten praktisch jedes GPS-Geräts mit einem Navigations- und Kartenprogramm auf dem PC, Laptop oder Handheld zu verwenden.
- GPS-Mäuse (GPS-Empfänger ohne Display nur mit serieller Schnittstelle) kommunizieren ausschliesslich auf diese Art mit Ihrer Außenwelt
- In der Seefahrt werden Kursplotter und ähnliches mit Hilfe von NMEA-Datensätzen mit Positionsdaten versorgt.

Schnittstelle [Bearbeiten]

Als Schnittstelle wird die RS422-Schnittstelle empfohlen, eine Benutzung der RS-232-Schnittstelle ist jedoch zulässig. Es sind folgende Parameter für die Schnittstelle definiert:

- Symbolrate: 4800 Baud
- Data Bits: 8
- kein Parity Bit
- Stop Bits: 1 (oder mehr)
- kein Handshake

Seit der Version 3.01 umfasst der Standard die Erweiterung *NMEA 0183-HS* (Version 1.0). Sie definiert einen Hochgeschwindigkeitsmodus, der die Kommunikation zwischen Empfangseinheit und Endgerät mit 38.400 Baud erlaubt, und häufig für AIS Daten verwendet wird.

Einige Geräte arbeiten jedoch auch mit 9600 Baud.

Datensätze [Bearbeiten]

Bei den NMEA-Daten handelt es sich um ASCII-basierte Datensätze, die jeweils 80 druckbare Zeichen umfassen können. Jeder Datensatz wird durch eine Kombination aus Wagenrücklauf und Zeilenvorschub abgeschlossen (<CR><LF>).

Der Anfang eines Datensatzes wird durch ein „\$“ oder „!“ markiert. Nach diesem Startzeichen folgt die Geräte-ID (normalerweise zwei Zeichen) und die Datensatz-ID (meist drei Zeichen) als eine Zeichenkette. Darauf folgen, jeweils durch Kommata getrennt, die Datenfelder gemäß der Datensatzdefinition. Optional kann zusätzlich eine durch ein „*“ abgetrennte hexadezimale Prüfzahl angehängt werden. Diese wird durch die XOR-Verknüpfung der ASCII-Werte aller Zeichen zwischen dem \$ und dem * errechnet.

Beispiel:

```
$SDDBT,22.3,f,6.8,M,3.7,F*3F<cr><lf>
```

Protokoll NMEA-0183:

- Pro Netz werden ein Sendegerät und diverse Empfangsgeräte vorgesehen
- Der Sender soll Daten nach dem RS232 Standard (COM Schnittstelle am PC) ausgeben.
- Datenrate beträgt 4800 baud (ca. 600 bytes/Sekunde)
- Die Anschlussart bleibt also dem Hersteller überlassen (keine Steckerdefinition)
- Einschränkung, dass es nur einen Sender geben darf
→ aufgrund von Robustheitsansprüchen
- Datenübertragung in ASCII
- Einzelnen Herstellern sind eigene Satzformate erlaubt:
\$P und 3stellige Herstellerkennung
- Einige Senderkennungen:

GP	GPS Empfänger
LC	Loran-C Empfänger (älteres Positionsbestimmungssystem)
OM	Omega Navigations Empfänger (altes Radionavigationssystem; ausser Betrieb)
II	Integrated Instrumentation (z.B. AutoHelm Seatalk System; Autopiloten)

Offizielle NMEA Webseite:
<http://www.nmea.org/>

www.nmea.org

National Marine Electronics Association

Home Site Map Join Purchase Request Info Search Site... Go Member Login Submit

Home About the NMEA Membership Information Standards Professional Development Members Trained Technicians & Installers NMEA Master Dealers NMEA Dealers Technical Info & References Conference Info and Presentations Vessel Inspection Information News, Awards and Press Releases Contact Us Industry Job Bank Education & Regional Meeting Schedules

"NMEA Makes Connections"

News for January:

Notice - It is important that inspectors maintain certification and comply with check sheets and requirements to do inspections. The Coast Guard and State agencies are checking vessel doc's.

New - 0183 Version 4.10 released

[New NMEA 2000® Certified Products](#)

[NMEA New Members](#)

[Electronics Buying Guide](#)

[NMEA 2000 Developers Important Information](#)

Attention: NMEA 0183 Errata for Versions 4.00 and 4.10

[2012 NMEA Photos from the NMEA Conference, Ft. Lauderdale Boat Show and METS](#)

Coming Up

[NMEA Industry Calendar](#)

Boaters Guide Benefits of Membership ME Marine Electronics

For Boaters:

- The Complete Buyers' Guide
- Find your nearest NMEA dealer
- Find a product
- NMEA 2000 certified products

NMEA-0183 Datensätze:

GPRMC: Minimum, was GPS Empfänger ausgeben soll:

GPGGA: Zeit, Position (incl. Höhe, Qualität der Messung)

GPZDA: UTC Zeit und Lokales Zeit-Offset

GPGSA: Aktive Satelliten, Genauigkeit

GPGLL: aus LORAN-C Zeit, enthält geographische Position,
simuliert LORAN-C Empfänger

GPGSV: potentiell empfangbare Satelliten (Position, Signalstärke)

GPVTG: Daten zur Bewegungsgeschwindigkeit und Richtung

GPBOD: Kurs zum Zielpunkt

GPRME: geschätzter Fehler in horizontaler und vertikaler Position

GPRMZ: Höhe in Fuß

GPRMM: Horizontales Datum

HCDG: Magnetkompassangaben

GPRTE: Angaben zu programmierten Route

Gute Protokolldokumentation:

[http://www.ifm.com/ifmweb/downcont.nsf/files/nmea_protocol_cr3102/\\$file/nmea_protocol_cr3102.pdf](http://www.ifm.com/ifmweb/downcont.nsf/files/nmea_protocol_cr3102/$file/nmea_protocol_cr3102.pdf)



NMEA-Protokoll
NMEA protocol

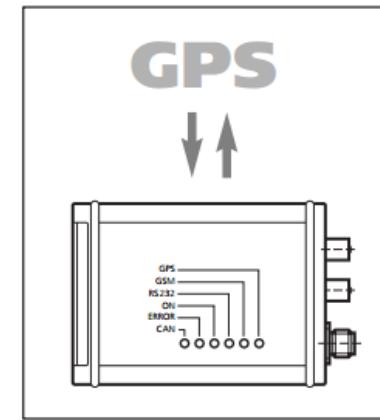
ecomat 100

CANcom (GPS)

Aufbau der
unterstützten
GPS-Datensätze

Structure of the
GPS supported
data records

Sachnr. 7390391/00 11/2002



Beispiel GPGSA:

CANcom GPS-DATENSÄTZE

GPGSA (GPS DOP AND ACTIVE SATELLITES)

Dieser Befehl stellt die GPGSA „GPS DOP and Active Satellites“-Nachricht zur Verfügung. Der Anwender kann bestimmen, mit welcher Wiederholrate die Informationen übertragen werden sollen. Der interne Formateintrag (yyyy) weist den Empfänger an, diese Nachricht entweder einmalig oder mit der angegebenen Aktualisierungsgeschwindigkeit kontinuierlich auszugeben.

Entsprechende Einstellungen können vom Anwender über den CANcom-Configurator verändert werden.

Der einmal eingestellte Wert für die Wiederholrate (update rate/ periodic rate: YYYY) wird beim CR3102 über eine im Gerät eingebaute Backup-Batterie spannungsauffallsicher gespeichert.

Wenn der Empfänger keine feste Position berechnet (das Modusfeld (b) ist eins), werden die xDOP Felder (p.p, q.q, r.r) auf Null gesetzt.

Default-Modus: Abgeschaltet

■ Anforderung und Wiederholrate

\$PMOTG,GSA,yyyyCC<CR><LF>

Parameter	Description	Value
yyyy	update rate	0...9999 seconds
CC	optional checksum	

■ Antwort

\$GPGSA,a,b,cc,dd,ee,ff,gg,hh,ii,jj,kk,mm,nn,oo, p.p,q.q,r.r*CC<CR><LF>

Parameter	Description	Value
a	sat acquisition mode	M = manual (forced to operate in 2D or 3D mode) A = automatic (auto switch 2D/3D)
b	positioning mode	1 = fix not available 2 = 2D 3 = 3D
cc, dd, ee, ff, gg, hh, ii, jj, kk, mm, nn, oo	SVIDs used in solution	(null for unused fields)
p.p	PDOP	1.0...9.9 (Position Dilution of Precision)
q.q	HDOP	1.0...9.9 (Horizontal Dilution of Precision)
r.r	VDOP	1.0...9.9 (Vertical Dilution of Precision)
CC	checksum	

DOP – Dilution of Precision

DOP – Dilution of Precision:

DOP – Position Dilution of Precision (Verringerung der Genauigkeit)

→ Ein Maß für die Streubreite der Messwerte

GDOP – Geometric Dilution of Precision

→ Genauigkeit ist abhängig von der Position der Satelliten

Günstige Winkel zwischen Satellit und Standort des Empfängers sind 90°

DOP ist für eine gegebene Satellitenkonstellation an einem bestimmten Ort ein Maß, wie gut diese Konstellation zur Messung geeignet ist.

Der Kehrwert der Fläche bzw. des Volumens, das die Einheitsvektoren in Richtung der Satelliten aufspannen, bestimmt die Größe des DOP ¹⁾

- ¹⁾ Großer Öffnungswinkel zwischen den Satelliten
 - = kleiner DOP Wert
 - = hohe Genauigkeit

DOP = 1: bestmögliche geometrische Anordnung der Satelliten

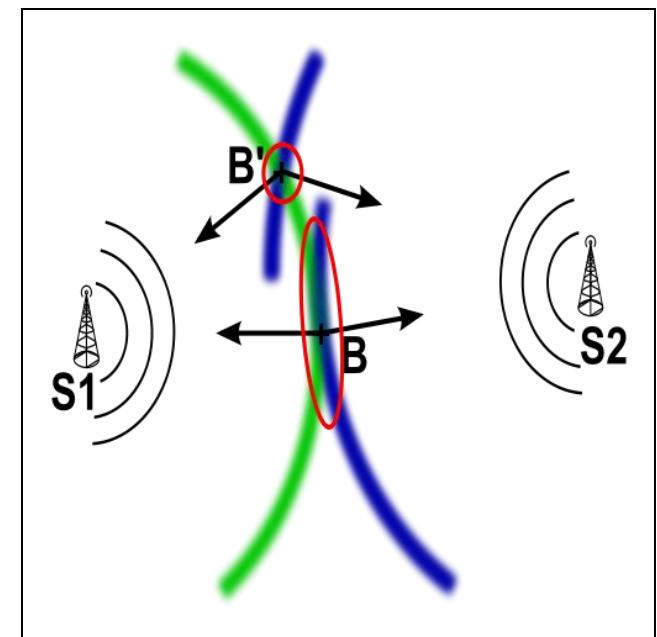
DOP = 6 ist noch gut.

DOP >10 lassen keine Auswertung mehr zu.

B : Abweichung knapp 180 Grad: schleifende Schnitte \rightarrow DOP < 10

B' : Abweichung etwa 135° \rightarrow DOP etwa 2

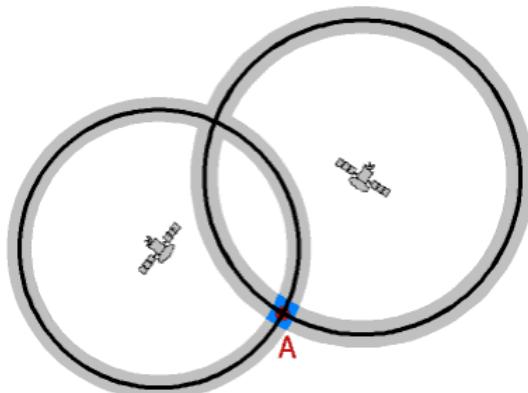
Roter Kreis: Ortsunsicherheit



Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Dilution_of_Precision

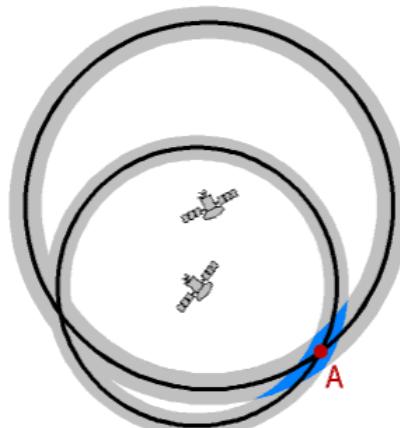
patrick.reidelstuerz@hdu-deggendorf.de

Sichtlinie zu den Satelliten:
etwa rechter Winkel



Geometrisch günstige Anordnung
zweier Satelliten

Sichtlinie zu den Satelliten:
etwa rechter Winkel



Geometrisch ungünstige Anordnung
zweier Satelliten

Graue Bereiche:

Fehlerquelle aufgrund der
Unsicherheiten bei der
Laufzeitbestimmung

Blaue Fläche:

Fehlerquelle aufgrund der
Unsicherheiten bei der
Laufzeitbestimmung

Meaning of DOP Values

[\[edit\]](#)

DOP Value	Rating	Description
<1	Ideal	This is the highest possible confidence level to be used for applications demanding the highest possible precision at all times.
1-2	Excellent	At this confidence level, positional measurements are considered accurate enough to meet all but the most sensitive applications.
2-5	Good	Represents a level that marks the minimum appropriate for making business decisions. Positional measurements could be used to make reliable in-route navigation suggestions to the user.
5-10	Moderate	Positional measurements could be used for calculations, but the fix quality could still be improved. A more open view of the sky is recommended.
10-20	Fair	Represents a low confidence level. Positional measurements should be discarded or used only to indicate a very rough estimate of the current location.
>20	Poor	At this level, measurements are inaccurate by as much as 300 meters with a 6 meter accurate device ($50 \text{ DOP} \times 6 \text{ meters}$) and should be discarded.

Quelle: http://en.wikipedia.org/wiki/Dilution_of_precision_%28GPS%29

DOP – Dilution of Precision:

GDOP – Geometric Position Dilution of Precision

PDOP – Position Dilution of Precision

HDOP – Horizontal Dilution of Precision

VDOP – Vertical Dilution of Precision

TDOP – Time Dilution of Precision

3D Koordinaten und Zeit

Position: 3D Koordinaten

Horizontal: 2D Koordinaten

Vertikal: Höhe

Zeitgenauigkeit; Zeit

Optimum - Konfigurationen:

HDOP <4 sehr gut; >8 schlecht

→ wird schlechter, wenn Satelliten hoch am Himmel stehen

VDOP → wird schlechter, wenn Satelliten tief am Horizont stehen

PDOP am besten, wenn ein Satellit senkrecht oben und 3 weitere gleichmäßig am Horizont verteilt

GDOP sollte nicht über 5 sein

→ PDOP, HDOP und VDOP werden im NMEA Datensatz \$GPGSA ausgelesen

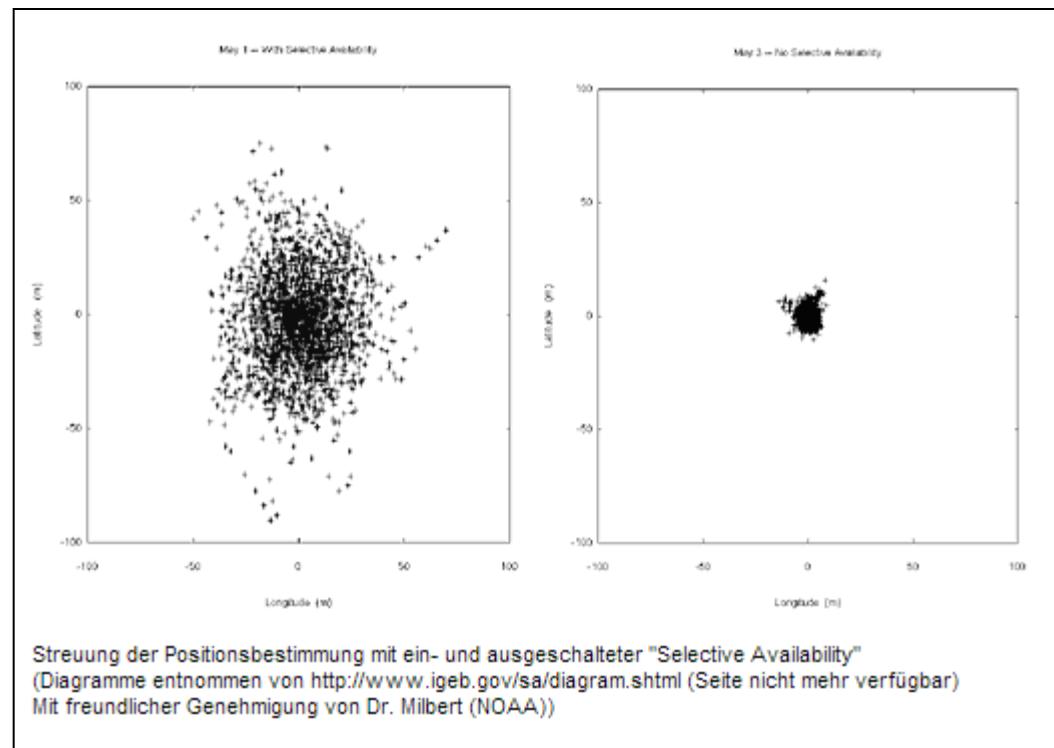
Fehlerquellen bei GPS

Fehlerquellen bei GPS:

- **Selective Availability** (Künstliche Signalverfälschung, seit 2.5.2000 abgeschaltet)
- **Satellitengeometrie** (Konstellation)
- **Satellitenumlaufbahnen** (Schwankungen durch Gravitationskräfte, Sonne, Mond)
- **Mehrwegeeffekt (Multipath)** (Reflexion der Signale an Objekten)
- **Atmosphärische Effekte** (Geringere Ausbreitungsgeschwindigkeit der Radiosignale in Tropo- und Ionosphäre)
- **Uhrenungenauigkeit und Rundungsfehler**
- **Relativistische Effekte** (20-30 Nanosekunden erforderlich, Satelliten bewegen sich mit 3874m/s, Zeitverschiebung zum Beobachter und Sagnac Effekt)

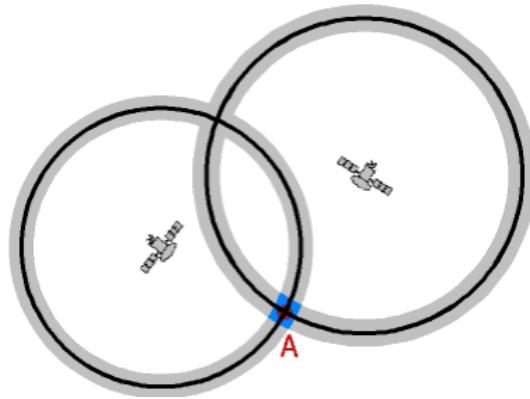
Fehlerquellen bei GPS:

Selective Availability (Künstliche Signalverfälschung, seit 2.5.2000 abgeschaltet)

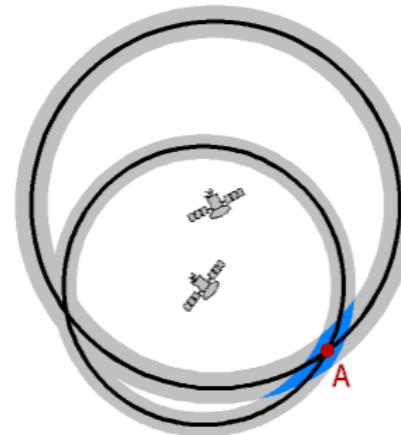


Fehlerquellen bei GPS:

Satellitengeometrie (Konstellation)



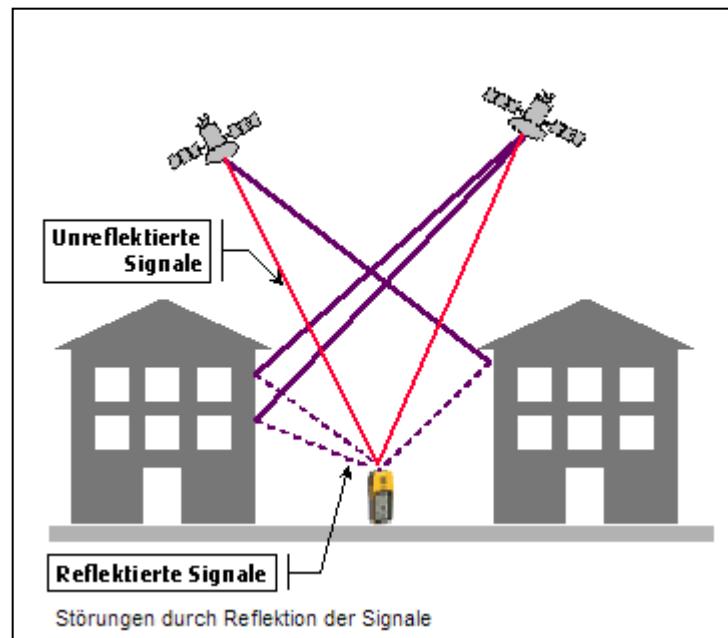
Geometrisch günstige Anordnung
zweier Satelliten



Geometrisch ungünstige Anordnung
zweier Satelliten

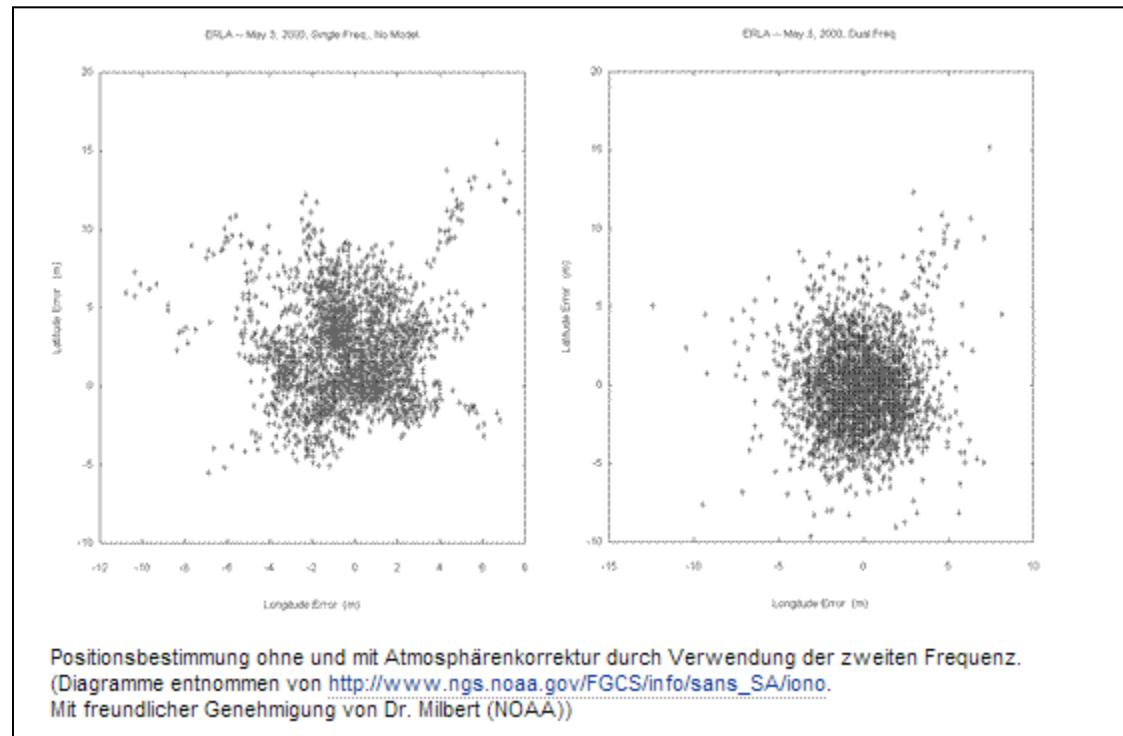
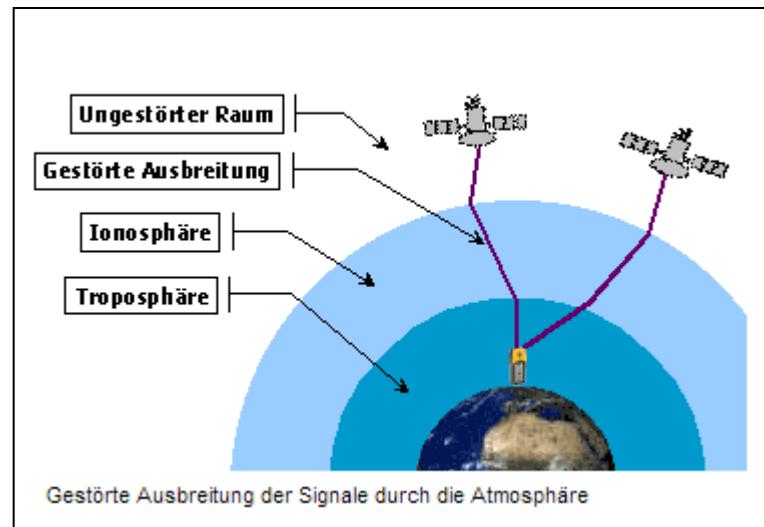
Fehlerquellen bei GPS:

Mehrwegeeffekt (Multipath) (Reflexion der Signale an Objekten)



Fehlerquellen bei GPS:

Atmosphärische Effekte



Positionsbestimmung ohne und mit Atmosphärenkorrektur durch Verwendung der zweiten Frequenz.
 (Diagramme entnommen von http://www.ngs.noaa.gov/FGCS/info/sans_SA/iono.
 Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Milbert (NOAA))

Größenordnung der Fehlerquellen bei GPS:

Störungen durch die Ionosphäre	± 5 Meter
Schwankungen der Satellitenumlaufbahnen	± 2.5 Meter
Uhrenfehler der Satelliten	± 2 Meter
Mehrwegeeffekt	± 1 Meter
Störungen durch die Troposphäre	± 0.5 Meter
Rechnungs- und Rundungsfehler	± 1 Meter

Quelle: <http://www.kowoma.de/gps/Fehlerquellen.htm>

Quelle	Zeitfehler	Ortsfehler
Satellitenposition	6–60 ns	1–10 m
Zeitdrift	0–9 ns	0–1,5 m
Ionosphäre	0–180 ns	0–90 m
Troposphäre	0–60 ns	0–10 m
Mehrwege-Effekt	0–6 ns	0–1 m

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Globales_Navigationssatellitensystem

Gute Zusammenfassung: <http://www.kowoma.de/gps/Fehlerquellen.htm>



The screenshot shows a web page with a dark green header bar. On the left, there's a logo for "kowoma.de" featuring a stylized globe icon. To the right of the logo, the text "GPS-Anwendungen" is displayed in large, light-colored letters. Below the header, there's a search bar with the placeholder "Suchen" and a date stamp "2008-02-13". The main content area is divided into several sections:

- Startseite**, **Sitemap - Inhaltsverzeichnis**, **Forum**
- GPS-System** (with links to: Geschichtliches, Satelliten, Umlaufbahnen, Bodenstationen, Positionsbestimmung, Ausgesendete Signale, Aufbau des Datensignals, Laufzeitmessung, Fehlerquellen, Genauigkeit, WAAS/EGNOS, Glossar, GPS-Monitor)
- Galileo** (with links to: Übersicht)
- Anwendung** (with links to: Geräte- und Zubehörtests, A-GPS, Navigation mit GPS, Praktische Hinweise, Tracks und Routen, Geotagging, Freie Karten für Garmin, NMEA-Datenformat, Garmin-Stecker, GPS-Software, GPS im Flugzeug)
- Geodäsie & Karten** (with links to: Längen und Breitengrade, Großkreise, Kartenprojektionen, Kartenbezugssysteme)
- Fehlerquellen bei GPS**
- Selective Availability**
- A detailed text section explaining the history and impact of Selective Availability (SA) on GPS accuracy.
- A text section discussing the reasons behind the implementation of SA.
- A final note mentioning follow-up diagrams illustrating the improvement in position determination after the deactivation of SA.

Fix

Meint den Vorgang, bis ein GPS Empfänger seine Position ermittelt hat und einsatzbereit ist

TTFF – „Time to first fix“

- Bahndaten (Ephemeriden) haben nur eine Gültigkeit von ca. 4 Stunden haben
- Wenn ein GPS nicht länger als 4h ausgeschaltet wird, kann es sofort mit den vorhandenen Daten weiterrechnen
 - Hat dann innerhalb weniger Sekunden eine Position
 - „Hot Start“
- Sind die Bahndaten veraltet, müssen die Bahndaten neu empfangen werden
Dieser Vorgang verzögert die die erste Positionsbestimmung
Bei idealen Empfangsbedingungen: etwa 45 – 60sec
 - „Cold Start“
- Zum Empfang der Bahndaten benötigt der Empfänger ca. 1 Minute lang und ohne Unterbrechung ein ausreichend starkes Signal (> 28 dBHz).
Danach reichen zur Navigation lediglich 15 dBHz.

A-GPS (Assisted GPS)

Verwendung vorausberechneter Bahndaten, um schneller einen Fix zu bekommen

- Je nach System werden zusätzlich zu den Bahndaten auch WAAS/EGNOS-Korrekturinformationen und die aktuelle Zeit und manchmal auch eine angenäherte Position durch Handy-Ortung übermittelt. In diesen Fällen lässt sich die TTFF, die Time To First Fix also die Zeit bis zum ersten Berechnen der Position auf bis zu 1 Sekunde reduzieren.
- Voraussetzung: GPS Empfänger ist online verbunden, um AGPS Daten herunter zu laden

Herstellerspezifisch gibt es namensrechtlich geschützte Bezeichnungen für A-GPS Verfahren:

Herstellerspezifisch gibt es unterschiedliche namensrechtlich geschützte Bezeichnungen für A-GPS Verfahren:

- SIRF: SiRFInstantFix (SIF), Quickfix oder auch bekannt als QuickPosition, Quicklocate, QuickGPSfix (bei den Tom Tom-Geräten)
- ublox: AssistNow Offline und AssistNow Online; Letzteres braucht bei jedem Start ein kleines Datenpaket das nur für 2-4 Stunden gültig ist. Beim Offline-Verfahren werden (größere Mengen) Bahndaten der nächsten 14 Tage geladen.
- Broadcom: GlobalLocate LTO (Long Term Orbit)
- RXNetworks: GPStream SUPL
- Nemerix: Nex

Genauigkeiten

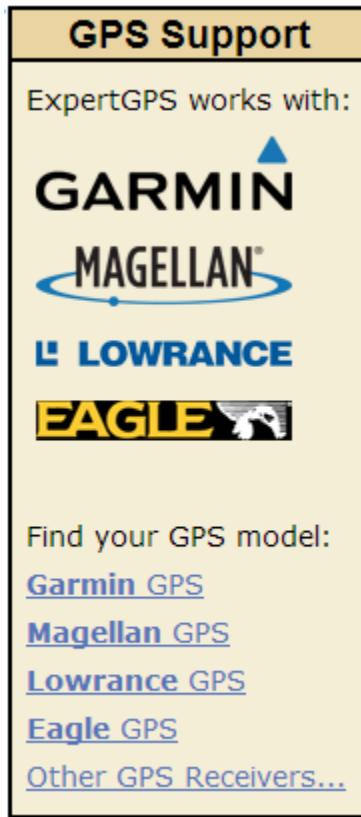
Übersicht über die zu erwartende Genauigkeit

Genauigkeit des ursprünglichen GPS-Systems mit aktiverter SA	± 100 Meter
Typische Positionsgenauigkeit ohne SA	± 15 Meter
Typische Differential-GPS (DGPS)-Genauigkeit	$\pm 3 - 5$ Meter
Typische Genauigkeit mit aktiviertem WAAS/EGNOS	$\pm 1 - 3$ Meter

Quelle <http://www.kowoma.de/gps/Genauigkeit.htm>

Profi GPS - Empfänger

Auf Anwenderseite empfohlene Profisysteme:



Quelle: <http://www.topografix.com/>

Chipsätze

So unterscheiden sich GPS-Chips

GPS-Empfänger arbeiten mit unterschiedlichen GPS-Chips. Ein wichtiges Kriterium ist die Anzahl der gleichzeitig verwendeten Empfangskanäle, denn mit ihnen lässt sich die Empfangsqualität steigern. Jeder empfangbare Satellit erfordert einen eigenen Empfangskanal. GPS-Chips haben bis zu 65 Kanäle – rund doppelt so viele, wie es Satelliten gibt. Die auf den ersten Blick überschüssigen Kanäle messen dann ebenfalls die Satellitensignale. Aus mehreren schwach empfangenen Signalen kann der GPS-Chip ein genauereres Signal errechnen. Für die erste Standortbestimmung nach dem Einschalten („Cold Start“) brauchen GPS-Empfänger bis zu 65 Sekunden. Für eine erneute Standortbestimmung („Hot Start“) brauchen sie wesentlich weniger Zeit. Die schnellsten GPS-Chips schaffen das in 1 bis 2 Sekunden. Solche Empfänger werden daher auch als „Fast GPS“ („schnelles GPS“) bezeichnet.

Hersteller	GPS	
Analog Devices	SST-NAV-2500	
M-Tek	MTK51	
Nemerix	NX3	
SiRF Technology	SiRFstar III	
SkyTrak	Venus 6	
U-Nav	Orion Rx2	
Ublox	Antaris	



Teseo

The Teseo platform is a high-sensitivity, standalone GPS solution that is ideal for consumer, handheld, PND (portable navigation devices), in-vehicle navigation and telematics systems. The embedded Flash memory enables the equipment manufacturer to load the entire GPS software (including tracking, acquisition, navigation and data output) after customizing its interfaces to needs.

Teseo II

Teseo II is the industry-first, single-chip positioning device capable of receiving signals from multiple satellite navigation systems, including GPS, Galileo, GLONASS and QZSS. The Teseo II family combines high positioning accuracy and indoor sensitivity performance with powerful processing capabilities and superior design flexibility.

ST's latest positioning SoCs address a wide range of consumer and automotive applications, including personal navigation devices, GNSS modules, marine equipment, fitness devices, in-car navigation, telematics, eCall and advanced driver-assistance systems.

Cartesio™

Cartesio is an application processor with embedded GPS. This system-on-chip reduces the cost of the final application by combining ARM9 host CPU capability, a high-performance 32-channel GPS correlator and a large set of peripherals and interfaces. ST's Cartesio is the solution for PND, in-vehicle navigation, telematics, advanced audio and connectivity applications.

Cartesio+

Cartesio+ is the new application processor from the Cartesio family, with embedded GPS for next-generation in-car and portable navigation systems. Combining superior ARM1176 processing power and positioning accuracy with a rich set of integrated peripherals, ST's Cartesio+ enables cost- and space-efficient navigation and infotainment applications with enhanced user experience. Cartesio+ is a scalable device available with two different feature sets. The STA2064 and STA2065 have been optimized for BOM-sensitive and performance-demanding applications, respectively.

Standalone GPS/GNSS

	UBX-G7020-CT/KT/KA	Standard/automotive grade GPS/GLONASS/Galileo/QZSS single chip
	UBX-G6010-NT	Smallest GPS chip
	UBX-G6010-ST	Low cost GPS chip
	UBX-G6010-SA	Automotive grade GPS chip
	UBX-G6000-BA/ UBX-G0010-QA	Automotive grade GPS/GLONASS/Galileo chipset, firmware upgradeable

Dead Reckoning

	UBX-G6000-BA/ UBX-G0010-QA	Automotive GPS chipset with Dead Reckoning, firmware upgradeable
	UBX-G6010-Sx-DR	Automotive single-chips with Dead Reckoning

Timing & raw data

	UBX-G6010-ST-TM	Precision timing GPS chip with raw data
---	-----------------	---

IC-Based Solutions	
Product	Description
SiRFprimal™	The SiRFprimal™ integrates an ARM Cortex A9 CPU core, up to 1GHz and targets mid-end and high-range products.
SiRFatlasVI™	The SiRFatlasVI integrates an ARM Cortex 9 CPU core, up to 1GHz and targets low-end and mid-range products.
SiRFprima® and SiRFprimaAuto™	The SiRFprima integrates an ARM 11 CPU core, up to 600 MHz and targets low-end and mid-range products.
SiRFatlasV™	The SiRFatlasV integrates an ARM 11 CPU core, 500 or 664 MHz and targets low-end and mid-range products.
SiRFatlasIV™	The SiRFatlasIV integrates an ARM 11 CPU core, 500 MHz and targets low-end products.
BlueCore® BC7830™	BC7830™ addresses the need for diverse wireless feature sets in an even smaller form factor than CSR's industry-leading BC7820™.
SiRFstarV™ Architecture and SiRFusion™ Platform	CSR's next generation SiRFusion™ location platform is based on the SiRFstarV™ architecture for optimum indoor and outdoor performance.
SiRFstarIV™ GSD4t	SiRFstarIV™ GSD4t is the first generation of the SiRFstarIV architecture.
SiRFstarIV™ GSD4e	SiRFstarIV™ GSD4e WLCSP is a complete navigation processor built on a low-power RF CMOS single-die, incorporating the baseband, integrated navigation solution, software, ARM7 processor, and RF functions that form a complete internal ROM-based standalone or Aided-GPS engine.
SiRFstarIII™ GSD3tw	SiRFstarIII™ GSD3tw provides industry-leading GPS performance in a cost-saving, host-based implementation.
SiRFstarIII™ GSC3e/LPx & GSC3f/LPx	SiRFstarIII™ GSC3e/LPx and GSC3f/LPx are the pin-for-pin compatible, lowest power versions of the advanced GSC3e(f)/LP receiver in a single package.
SiRFstarIII™ GSC3e/LPa	Packing SiRFstarIII™ technology plus a new RF front end specifically designed for the automotive market.
CSR8000™ Platform	CSR's next generation connectivity platform CSR8000™ improves voice quality with wireless connected devices and extends the ecosystem to include emerging Bluetooth® low energy devices.
CSR µEnergy®	CSR µEnergy® unlocks the potential of the new Bluetooth® low energy standard enabling the creation of a new market for tiny, cost-effective and power-efficient wireless consumer products.

Große Unterschiede bei Empfangsqualität:



Quelle: <http://www.gps-forum.net/gps-und-galileo-chipsatze-ubersicht-und-vergleich-t2167.html>

GPS-Chip Vergleichstabelle:

ChipSet Name	MTK II	SkyTra Venus 6	65 nm SiRF III	MTK I	90 nm SiRF III
Number of Channels	66	65	20	32 or 51	20
Sensitivity Rating (Negative lower is better)	-165dBm	-161dBm	-159dBm	-158dBm	-159dBm
Power consumption (lower is better)	very low	very low	very low	low	high
TTFF (Time_To_First_Fix)	very fast	very fast	fast	fast	slow
Editor's Ranking	*****	*****	*****	**	*
Loggers / Receivers using this GPS Chipset.	Qstarz BT-Q1000XT Qstarz BT-Q1000XTM Qstarz BT-Q1000eX Qstarz BT-Q1300ST Holux M-1000C Qstarz BT-Q818XT Qstarz LT-Q6000 Columbus V-900 Columbus V-990	Canmore 750F(L) Canmore 750F Canmore 730FL-S Canmore 730F Canmore GP-101 Canmore GP-102	i-gotU GT-120 i-gotU GT-600 i-gotU GT-800 i-gotU GT-800 Pro		

Quelle: http://www.canadagsps.com/KB_04.html

GPS-Chip Vergleichstabelle:

Overview - Chipset and GPS Specs and Observations							
Chipset Manufacturer	Nemerix	SiRF II/LP	SiRF XT2	SiRF III	Sony	uNAV	Garmin
Name	NJ-1030 v2	GSW2.30	Xtrac v2.02	GSW3.0	CXD2951	uN8031B/2100	
Channels	16	12	12	20	16	12	12
Correlators	64	1,920	1,920	200,000	?	4,092	
Power Rating (tracking)	25mW	220mW	220mW	220mW	210mW	210mW	
Sensitivity Rating (tracking - lower is better)	-147dBm	-142dBm	-158dBm	-159dBm	-152dBm	-150dBm	>-135dBm
TTFF (Cold/Warm/Hot)	43/38/9	45/35/8	45/35/8	42/38/8	50/35/2	50/35/8	45/45/5
SBAS Implemented (WAAS/EGNOS/MSAS)	No	Yes	No	No	No	No	Yes
Associated GPS Receiver	Semsons iTrek	Royaltek RBT-1000	Royaltek RBT-1000	GlobalSat BT-338	Deluo Lite	Emtac BTIII	Garmin GPS10
Type	Bluetooth	Bluetooth	Bluetooth	Bluetooth	Bluetooth	Bluetooth	Bluetooth
Battery Rating (mAh)	850mAh	680mAh	680mAh	1,700mAh	3xAAA 800mAh	4xAAA 800mAh	1,000mAh
Measured Battery Life (minutes)	1,392	529	440	1,016	433	632	-
Battery Life Ratio (time/rating)	1.64	0.78	0.65	0.60	0.54	0.62	-
Perceived TTFF speed	D	B	C	B	D	C	C
Perceived TTFF consistency	D	C	C	B	C	C	C
Perceived sensitivity	B	C	B	A	D	C	D

Zitat aus GPS Vergleich:

Unser Fazit

Ein guter und hoch interessanter Feldversuch. Aber eigentlich sind wir gar nicht sehr verwundert. GPS-Genauigkeit hat nun mal ihre physikalischen Grenzen. Und diese Grenzen werden mit Sirf 3 schon beinahe erreicht. Steigert man zum Beispiel die Empfindlichkeit der GPS-Module, so hat man umso mehr mit reflektierten Signalen und Mehrwegeeffekten zu kämpfen. Diese Störsignale müssen dann wieder "geglättet" werden, ... Viel genauer werden herkömmliche GPS-Empfänger wohl nicht mehr werden. Optimierungen erwarten wir eher noch in den Bereichen Größe, Stromverbrauch und Startzeiten.

Quelle: <http://www.gps-camera.eu/news/46-wissen/230-test-mtk-chipsatz-und-sirf-iii-im-vergleich.html>

Unterstützung bei der Kaufentscheidung:

http://www.canadagps.com/Buyers_Guide.html

The screenshot shows a web browser window for the Canada GPS website at www.canadagps.com/Buyers_Guide.html. The page title is "Buyer's Guide". The header includes the Canada GPS logo, social media links (Facebook, Twitter), and payment method icons (MasterCard, VISA). A sidebar on the left lists various GPS products and services with icons: GPS Data Logger, Real Time GPS Tracker, Bluetooth GPS, Compact Flash GPS, USB GPS, Serial GPS, Sports GPS, Back Track GPS, GPS Software, Mounting Kits, Accessories, Commercial GPS, Local Pickup, Bulk Order, Buyers' Guide, KnowledgeBase, and Facebook & Twitter. The main content area displays three buyer's guides with lightbulb icons: "GPS Data Logger Buyers' Guide", "Bluetooth GPS Buyers' Guide", and "USB GPS Buyers' Guide".

Quelle: http://www.canadagps.com/KB_04.html

Gerätetypen:

http://www.canadagps.com/Buyers_Guide.html

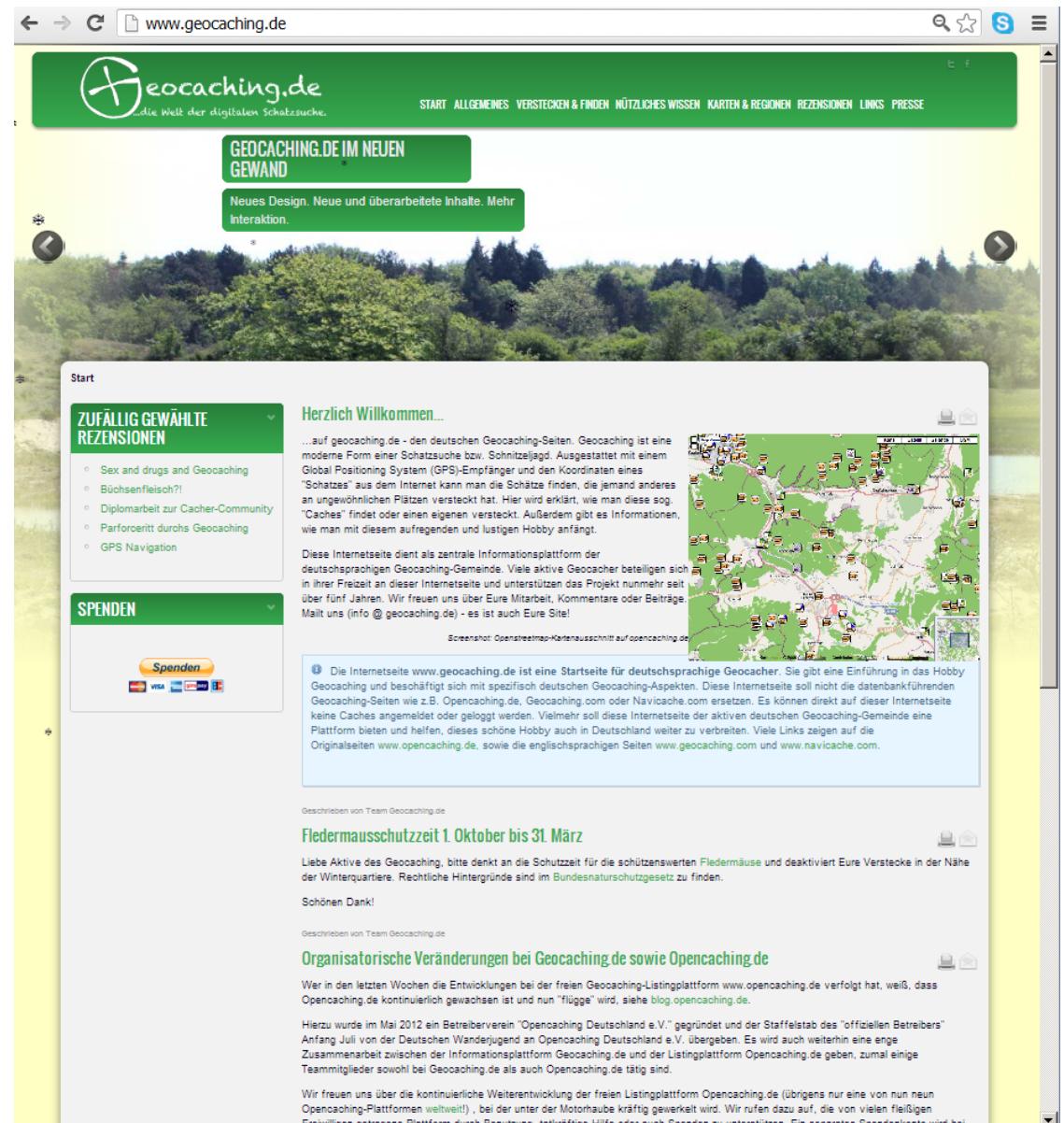
- ▶ GPS Data Logger
- ▶ Real Time GPS Tracker
- ▶ Bluetooth GPS
- ▶ Compact Flash GPS
- ▶ USB GPS
- ▶ Serial GPS
- ▶ Sports GPS
- ▶ Back Track GPS

Quelle: http://www.canadagps.com/KB_04.html

GPS Spiele

GPS Spiele

Geocaching: <http://www.geocaching.com/>



The screenshot shows the homepage of Geocaching.de. At the top, there's a green header bar with the logo "Geocaching.de" and the tagline "die Welt der digitalen Schatzsuche." Below the header, a banner says "GEOCACHING.DE IM NEUEN GEWANDT" and "Neues Design. Neue und überarbeitete Inhalte. Mehr Interaktion." The main content area has a yellow background with a landscape photo of a forested hillside. On the left, there are two sidebar boxes: "ZUFÄLLIG GEWÄHLTE REZENSIONEN" listing items like "Sex and drugs and Geocaching", "Büchsenfleisch?", "Diplomarbeit zur Cacher-Community", "Parforeritt durchs Geocaching", and "GPS Navigation"; and "SPENDEN" with a "Spenden" button and payment method icons (VISA, MasterCard, American Express, etc.). The right side features a large map of a region with numerous geocache locations marked. A text box on the right discusses the website's role as a central information platform for the German Geocaching community. Below the map, there's a section about the hibernation period for bats from October 1st to March 31st, written by the team at Geocaching.de. At the bottom, there's a section about organizational changes between Geocaching.de and Opencaching.de.

Quelle: <http://www.geocaching.de/>

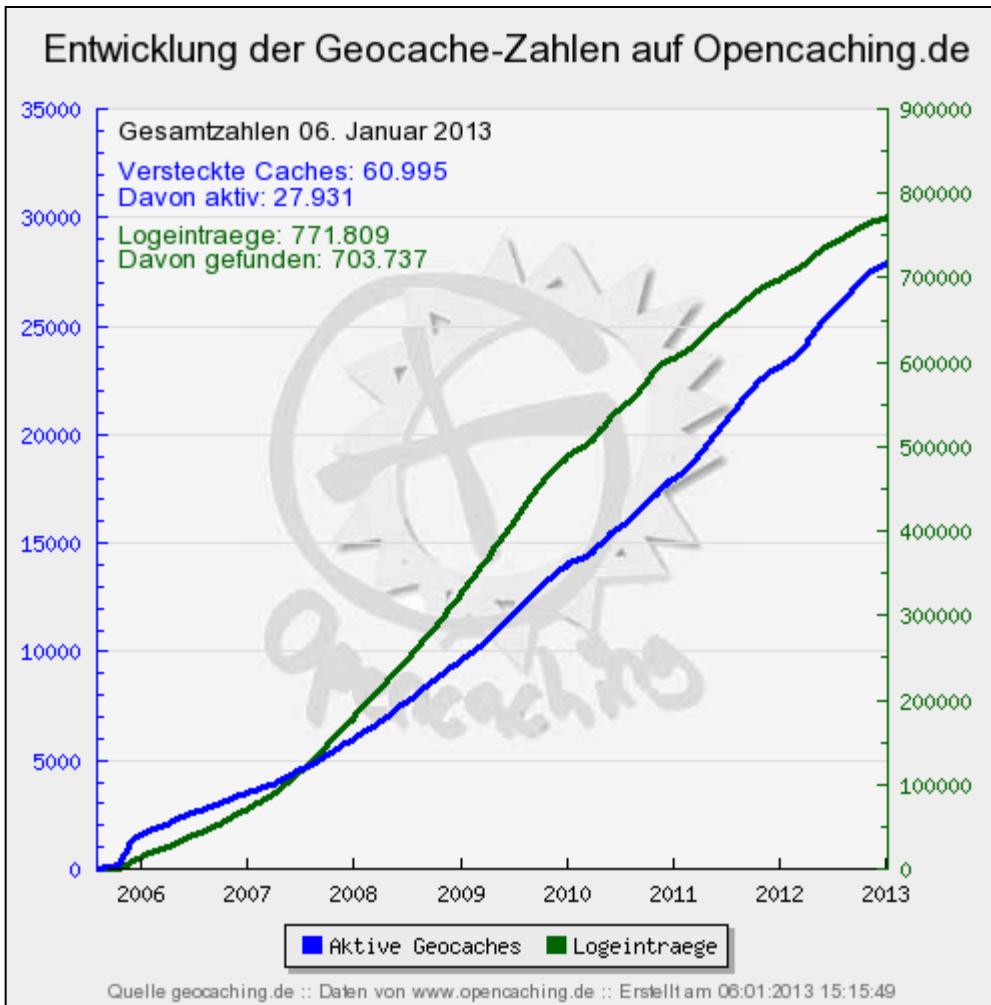
patrick.reidelstuerz@hdu-deggendorf.de

Geocaching:

<http://www.opencaching.de/>

The screenshot shows the homepage of OpenCaching.de. At the top, there's a navigation bar with links for 'STARTSEITE', 'MEIN PROFIL', 'CACHES', 'KARTE', 'HILFE', 'TEAMBLOG', 'FORUM', 'CHAT/IRC', and 'GEOKRETY'. Below the navigation bar is a main content area with a banner image of a lake and mountains. A sidebar on the left contains sections for 'HAUPTMENÜ' (Über Geocaching, Registrieren, Aktuelles, Neueste Caches, Ohne Deutschland, Neueste Logs, Spenden, Unser Team, Verein, Nutzungsbedingungen, Impressum) and 'LÄNDERKNOTEN' (links to sub-sites for various countries like CZ, DE, ES, IT, NO, NL, PL, SE, UK, US). The main content area features a section titled 'Was finde ich auf dieser Website?' with a brief introduction and a link to the forum. Below this are several news items with titles and links to more details. A section for 'Die nächsten Events in Deutschland' lists upcoming events with dates and locations. At the bottom, there's a 'Aktuelle Empfehlungen' section and a 'Spenden' button.

Quelle: <http://www.geocaching.de/>

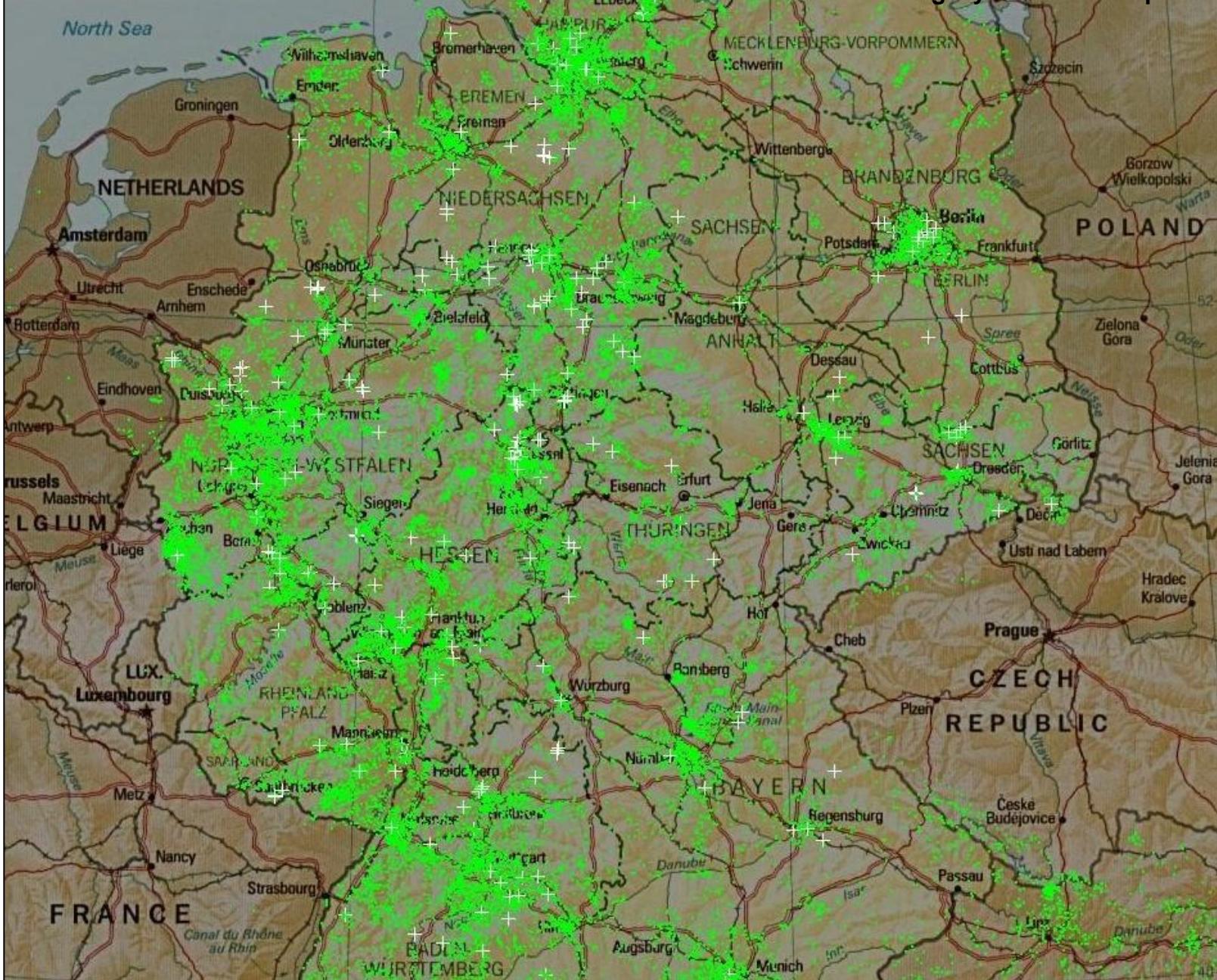


Quelle: <http://www.felix-beck.de/diplom/blog/category/geocaching/>

Quelle: <http://www.felix-beck.de/diplom/blog/category/geocaching/>

Quelle: <http://www.felix-beck.de/diplom/blog/category/geocaching/>

Satellitenbasierte Positionierungssysteme: GPS Spiele



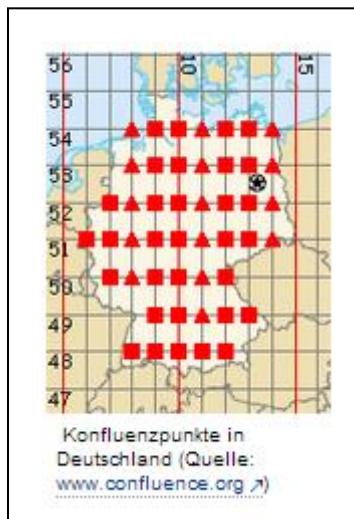
Quelle: <http://www.felix-beck.de/diplom/blog/category/geocaching/>

patrick.reidelstuerz@hdu-deggendorf.de

GPS Spiele

Konfluenzpunkte besuchen:

<http://www.confluence.org/>



www.confluence.org

6204 successful, primary, confluences, 582 secondary confluences, 355 incomplete confluences, 12433 visitors and 101196 photographs in 186 countries. (more stats)

How To ...

project links

- Information
- Contact us
- IRC
- Member page
- Worldwide maps
- Visitor index
- Search
- T-shirts

confluence visits

- Pending
- Antipodean visits
- Special visits
- Methods of Transportation

countries

- All countries

Countries with visited or incomplete confluences:

- Afghanistan (4)
- Albania (3)
- Algeria (24)
- American Samoa (0)
- Angola (8)
- Antarctica (13)
- Antigua & Barbuda (1)
- Argentina (245)
- Armenia (3)
- Australia (505)
- Austria (12)
- Azerbaijan (5)
- Bahamas (4)
- Bangladesh (6)
- Belarus (28)
- Belgium (4)
- Belize (2)
- Benin (9)
- Bermuda (1)
- Bolivia (25)
- Bosnia/Herzegovina (7)
- Botswana (35)

degree confluence project

The goal of the project is to visit each of the latitude and longitude integer degree intersections in the world, and to take pictures at each location. The pictures, and stories about the visits, will then be posted here.

overview

The project is an organized sampling of the world. There is a confluence within 49 miles (79 km) of you if you're on the surface of Earth. We've discounted confluences in the oceans and some near the poles, but there are still 10,141 to be found.

You're invited to help by photographing any one of these places. Read the [Information](#) pages, and [contact us](#) if you have questions.

600 confluences in Russia

During his 8-confluences journey in Central Asia **Valera Parshukov** reached **51N 90E**, which became 600-th confluence visited in **Russia**

what friends are for

sometimes you don't always get around to doing things while you have the chance, sometimes though your friends can make the trip for you. In memory of Damian McMahon, **Bob Allan** and friends made four 1st time visits to some very remote spots, it all starts here **23S-130E**

Older news...

18 newest confluence visits (view on Google Maps)

The date the confluence is posted to the site is used to determine the newest confluence visits.

	59°N 51°E 0.8 km (0.5 miles) SSW of Yudino, Kirovskaya oblast', Russia [05-Jan-13]
	58°N 56°E 1.5 km (0.9 miles) SE of Perm', Permskaya oblast', Russia [secondary] [05-Jan-13]
	57°N 58°E 1.1 km (0.7 miles) S of Bol'shoy Ut, Sverdlovskaya oblast', Russia [05-Jan-13]

GPS Spiele

Geodashing

<http://geodashing.gpsgames.org/>

→ Aufsuchen von Zufallspunkten auf Zeit



Quelle: <http://www.kowoma.de/gps/spiele/confluence.htm>

geodashing.gpsgames.org

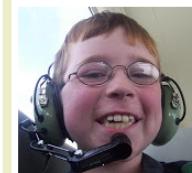
Geodashing - Getting There is All the Fun

Photo Albums

 GD137

 GD087

 GD123



Geodashing is a game in which players use GPS receivers on a playing field that covers the entire planet. The waypoints, or dashpoints, to be reached are randomly selected. The win goes to who can get to the most dashpoints; that is, if you can get to them at all! Each game has a new set of dashpoints making each game completely different and unpredictable. Join and play!

- [Introduction](#)
- [Rules](#)
- [FAQ \(Frequently Asked Questions\)](#)
- Mailing list: [Subscribe](#) | [Preferences](#) | [Read archive](#) | [Post](#)
- [Team Rosters](#)
- Photo Albums: [Games](#) | [Locations](#) | [Help](#)

(January 1-31, 2013)

*Wealth I ask not, hope nor love,
Nor a friend to know me;
All I ask, the heaven above,
And the road below me.*
- Robert Louis Stevenson

- Find dashpoints near you
 - Click on the map below or...
 - [Search](#) by city
 - Search by name:
 - [Help](#) for search and download
- [Scoreboard](#)
- [Report](#) your dashpoint visit
- [Upload](#) your dashpoint photo
- [View](#) dashpoint photos



Pick a dashpoint. Visit it. Report what you find.

(3) Alternative Satellitenbasierte Positionierungssysteme (GNSS)

Gallileo (Europa)

GLONASS (Russland)

COMPASS (China)

Galileo

Galileo: **Europäisches Satellitennavigationssystem**

- ursprünglich nur für zivile Zwecke konzipiert

Die Entwicklung von GALILEO wurde im November 2001 durch die ESA genehmigt und im März 2002 durch das EU Verkehrsministerium



Juli 2008:

Europäischen Parlament verabschiedet Entschließung zu den Themen Weltraum und Sicherheit, für Operationen im Rahmen: Galileo soll der Europäischen Sicherheits- und Verteidigungspolitik (ESVP) „zur Verfügung stehen“

Verzicht auf eine störresistente Bandbreitenspreizung:

→ das Signal kann im Konfliktfall gestört werden.

Hauptsitz des Systems ist die tschechische Hauptstadt Prag

Galileo ist das erste von der Europäischen Union (EU) und der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) gemeinsam durchgeführte Projekt und Teil des **TEN-Verkehrsprojektes**. Die Finanzierung der Entwicklungsphase wird von beiden Organisationen zu gleichen Teilen übernommen.

Beteiligungen:

- China ist mit 280 Mio. Euro am Projekt beteiligt; ein gemeinsames Trainingszentrum für Satellitennavigation wurde an der [Pekinger Universität](#) eröffnet.^[4]
- Indien konnte im Januar 2004 Verhandlungen aufnehmen, und im September 2005 wurde eine Übereinkunft über Zusammenarbeit unterzeichnet.^[5] Im Oktober 2006 hatte Indien allerdings die Zusammenarbeit und die angebotene Mitfinanzierung von 300 Mio. Euro^[6] aufgrund sicherheitsrelevanter Aspekte wieder in Frage gestellt.^[7] (Siehe auch [IRNSS](#).)
- Israel^[8]
- Marokko^[9]
- Saudi-Arabien^[10]
- Schweiz (Mitglied der ESA) mit 30 Mio. Euro und liefert die extrem genauen Rb- (Abweichung von einer Sekunde in 760.000 Jahren) und [Wasserstoff-Maser-Atomuhren](#) (Abweichung von einer Sekunde in drei Millionen Jahren)^[11]
- Norwegen (Mitglied der ESA)
- Südkorea^[12]
- Ukraine^[13]

Folgende Staaten verhandeln über eine Teilnahme:

- Argentinien
- Australien (Stand Januar 2007)
- Brasilien
- Chile
- Kanada
- Malaysia
- Mexiko
- Russland^[14]

Projektphasen:

2003: Planungs- und Definitionsphase

2003-2007: Entwicklungs- und Testphase

2007-2008: In-Orbit-Validierungsphase

bis Ende 2010: Errichtungsphase

Projektphasen:

Planungs- und Definitionsphase:

- Erprobung der Atomuhr-Typen und Charakterisierung ihrer Daten
 - GIOVE A nur mit Rubidium-Uhr,
 - GIOVE B wird auch die Maser-Uhr testen, sie wird die genaueste Uhr sein, die jemals in den Weltraum gebracht wurde
- wenn die Uhren erfolgreich arbeiten, kann der Signalgenerator eingeschaltet werden und verschiedene Testsignale ausstrahlen,
 - GIOVE A überträgt Signale in zwei Kanälen,
 - GIOVE B in drei Kanälen

Projektphasen:

Planungs- und Definitionsphase:

Technische Daten der Satelliten

GIOVE A (erster Testsatellit)

Abmessungen: 1,30m x 1,74m x 1,40m

Startmasse: 450kg

Nutzlast: Rubidium-Atomuhren, Signalgenerator

Elektrische Leistung: 660W

Hersteller: Surrey Satellite Technology

Start: 28. Dezember 2005

Startort: Kosmodrom Baikonur

Träger: Sojus-Fregat

GIOVE A montiert auf der Sojus-Fregat-Oberstufe



Projektphasen:

Planungs- und Definitionsphase:

Technische Daten der Satelliten

GIOVE B (zweiter Testsatellit)

Abmessungen: 0,95m x 0,95m x 2,40m

Startmasse: 523kg

Nutzlast: Rubidium- und Wasserstoffmaser-Atomuhren, Signalgenerator

Elektrische Leistung: 943W

Hersteller: Galileo Industries

Start: 2006

Startort: Kosmodrom Baikonur

Träger: Sojus-Fregat

Projektphasen:

Planungs- und Definitionsphase:

Technische Daten der Satelliten

Galileo IOV (die ersten vier Satelliten)

Abmessungen: 2,70m x 1,20m x 1,10m

Spannweite der Solarpanels: 13m

Startmasse: 680kg

Elektrische Leistung: 1500W (nach 12 Jahren)

Lebensdauer (mindestens): 12 Jahre

Hersteller: Galileo Industries

Start: ab 2008

Startort: Kosmodrom Baikonur

Träger: Sojus-Fregat (für weitere Satelliten auch Ariane 5)

Projektphasen:

Entwicklungs- und Testphase (In-Orbit-Validierungsphase):

- Aufbau eines Systems mit vier operationellen GALILEO-Satelliten, die bereits dem späteren Serientyp entsprechen, sie werden mit zwei Doppelstarts 2007/08 in den Weltraum befördert
- die Satelliten werden so positioniert, dass zwei von ihnen in der „Bahnebene 1“ und zwei in der „Bahnebene 2“ Platz finden
- zusammen mit einem Teil der Bodeneinrichtungen und einem Netzwerk von Testempfängern wird mit diesen vier Satelliten sowohl das grundlegende Weltraumsegment als auch das zugehörige Bodensegment des GALILEO-Systems überprüft
- Analyse der Systemleistung, um nötige Verbesserungen rechtzeitig einführen zu können
- außerdem prüfen die Ingenieure die Verarbeitungsstrategien für die Navigations- bzw. Integritätsnachrichten sowie die Genauigkeit der empfangenen Messdaten

Projektphasen:

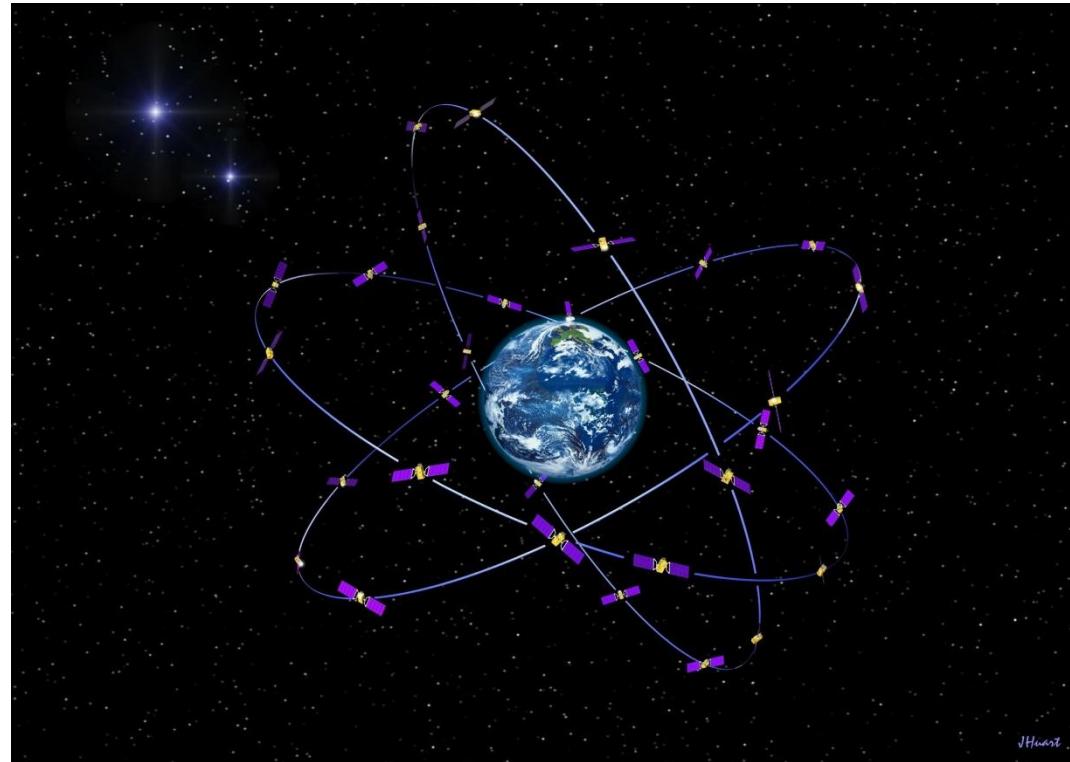
Errichtungsphase:

- zügiger Aufbau des Gesamtsystems in allen drei Bahnebenen
- die Satelliten sollen dabei möglichst mit Raketen des Typs Ariane 5 gestartet werden, denn nur sie kann gleichzeitig acht GALILEO-Satelliten in die hohen Umlaufbahnen befördern
- neben dem Weltraumsegment wird auch das Bodensegment fertig ausgebaut, so dass Ende 2010 mit dem Regelbetrieb begonnen werden kann

Projektphasen:

Errichtungsphase:

Die Satelliten auf den 3 Umlaufbahnen



Projektphasen:

Errichtungsphase:

Achtfachstart der Satelliten mit der Ariane 5



Vorgesehene Dienste:

Der kommerzielle Dienst (Commercial Service, CS):

- Gebührenpflichtig, Zugangskontrolle, Haftungsverpflichtungen

Der sicherheitskritische Dienst (Safety of Life Service, SoL)

- verschlüsselt, garantierte Genauigkeit, Garantie

Der öffentliche regulierte Dienst (Public Regulated Service, PRS)

- zugriffsgeschützt, verschlüsselt, störresistent, Signalstabilität, hoheitliche Aufgaben

Der Such- und Rettungsdienst (Search and Rescue, SAR)

- Notrufempfang weltweit in Echtzeit, Positionsbestimmung auf wenige Meter weltweit, Rückmeldeoption an Geschädigten

Vorgesehene Dienste:

Dienst	Open Service	Commercial Services		Public Regulated Services	
Abdeckung	global	global	local	global	local
Genauigkeit	15 bis 30m (eine Frequenz); 5 bis 10m (zwei Frequenzen)	5 bis 10m (zwei Frequenzen)	10cm bis 1m	4 bis 6m (zwei Frequenzen)	1m
Verfügbarkeit	99%	99%	99%	bis 99,9%	bis 99,9%
Signalintegritäts-Information	nicht generell nötig	Zusatzdienst		implementiert	

Frequenzzuweisungen:

Bezeichnung	Frequenz-Band	System	Bemerkung zu Diensten
L1	L1-Band 1559 – 1610MHz	GPS	in Nutzung
G1	L1-Band	GLONASS	in Nutzung
L2	L2-Band 1215 – 1260 MHz	GPS	in Nutzung
G2	L2-Band	GLONASS	in Nutzung
E1	L1-Band	GALILEO	geplant für SoL
E2	L1-Band	GALILEO	geplant für OS
L5	L5/E5-Band 1164 – 1215 MHZ	GPS III	geplant
E4	L2-Band	GALILEO	geplant für CS
E5	L5/E5-Band	GALILEO	geplant für SoL
E6	E6-Band 1260 – 1300 MHz	GALILEO	geplant für CS

Weltraumsegment:

- mit dieser Satellitenkonstellation wird erreicht, dass stets mindestens vier Satelliten, in der Regel jedoch sechs bis acht, für den Nutzer des GALILEO-Systems Daten liefern können
- insgesamt bilden also 27 operationelle GALILEO-Satelliten das europäische Navigationssatellitensystem im Weltraum
- aus der hohen Umlaufbahn resultiert eine geringe Winkelgeschwindigkeit der Satelliten, was eine längere Sichtbarkeit über dem Erdhorizont bedeutet, außerdem treten in dieser Höhe keine störenden Wechselwirkungen mit der Erdatmosphäre auf, so dass nur selten Korrekturmanöver erforderlich sind, damit kann ein zuverlässiger Betrieb über viele Jahre gewährleistet werden.

Bodensegment:

- Kern des Bodensegments bilden zwei GALILEO-Kontrollzentren in Deutschland sowie in Italien
- das künftige GALILEO-Hauptkontrollzentrum wird am DLR-Standort Oberpfaffenhofen errichtet und von dort aus der Regelbetrieb der 30-Satelliten-Konstellation über mindestens 20 Jahre hinweg durchgeführt
- ein umfassendes zweites GALILEO-Kontrollzentrum mit eigenen Aufgaben für den Regelbetrieb soll in Fucino (Italien) entstehen, es fungiert auch bei auftretenden Problemen als Backup-Einrichtung

Unterschiede zu anderen GNSS:

- die beiden bisher existierenden Systeme sind GPS (USA) und GLONASS (Russland), beide wurde nach militärischen Gesichtspunkten entwickelt, wobei GLONASS bisher noch im Aufbau befindlich ist und keine zivilen Anwendungen hervorgebracht hat, somit ist GALILEO die einige Alternative zur faktischen Monopolstellung des GPS-Systems

Vor- und Nachteile:

- GALILEO hat gegenüber GPS mehrere Vorteile
 - es ist unter zivilen Aspekten konzipiert und erstellt, weist aber auch den aus Sicherheitsgründen nötigen Schutz auf
 - anders als GPS bietet GALILEO daher für bestimmte der vorgeschlagenen Dienste rechtliche Funktionsgarantien
 - es basiert auf derselben Technologie wie GPS und ist aufgrund der Struktur der Satellitenkonstellation und der vorgesehenen Bodensysteme für die Kontrolle und das Management noch genauer
 - es ist zuverlässiger, da es eine „Integritätsmeldung“ umfasst, die den Nutzer unmittelbar über auftretende Fehler informiert
 - außerdem wird GALILEO im Gegensatz zu GPS ohne Schwierigkeiten in Städten und in Gebieten hoher geografischer Breite empfangen werden können
 - es stellt eine echte öffentliche Dienstleistung dar und bietet als solche eine Garantie der Dienstekontinuität für bestimmte Anwendungen
 - GPS-Signale waren in den letzten Jahren mehrmals unfreiwillig oder absichtlich nicht verfügbar, teilweise ohne Vorwarnung

Vor- und Nachteile:

- GALILEO hat gegenüber GPS mehrere Vorteile
 - Empfang in Städten und in Gebieten hoher geografischer Breite



Kompatibilität zu GPS:

- GALILEO stellt jedoch auch eine Ergänzung des GPS dar
 - die harmonische Nutzung der beiden Infrastrukturen („double source“) bringt echte Vorteile hinsichtlich der Genauigkeit und hinsichtlich der Sicherheit beim Ausfall eines der beiden Systeme
 - die Existenz zweier unabhängiger Systeme ist für alle Nutzer von Vorteil, die sowohl die GPS-Signale als auch die GALILEO-Signale mit einem und demselben Empfänger nutzen können
- mit der Kompatibilität zu GPS ergibt sich auch ein möglicher Nachteil für GALILEO
 - Voraussetzung für den Abschluss des Vertrages über die Kompatibilität von GPS und GALILEO war, dass die EU auf das präzisere Datenübertragungssystem BOC 1.5 (**Binary Offset Carrier**) verzichtet und stattdessen auch für die zukünftigen GPS-Satelliten vorgesehene BOC 1.1 zu verwenden, dadurch ist sichergestellt, dass eine Störung des Galileo-Signals nicht gleichzeitig zu einer Störung des militärischen Signals von GPS führt, was andererseits dem US-Militär ermöglicht, das Galileo-Signal bei Bedarf zu stören, ohne das eigene GPS-Signal zu beeinträchtigen

GLONASS

GLONASS (russisch ГЛОНАСС, als Akronym für Глобальная Навигационная Спутниковая Система (*Globalnaja Nawigazionnaja Sputnikowaja Sistema*))

- vom Verteidigungsministerium der Russischen Föderation betrieben und finanziert
- aus militärstrategischen Gründen parallel und unabhängig während des Kalten Krieges zum GPS NAVSTAR entwickelt. Gleichwertige Systeme.



- 1972: Die Beginn der Systementwicklung
- 12.10.1972: Start der ersten drei Satelliten
- 24.09.1993: offiziell als betriebsbereit erklärt
- 1996: Erreichen des Vollausbaus, bestehend aus
 - 21 Standard- und
 - 3 Reservesatelliten
- 2003: Übereinkunft zwischen ESA und ROSKOSMOS, die GLONASS-M-Satelliten zum Testen von Hardware für das zukünftige System Galileo der EU zu nutzen
- 12.09.2008: Wladimir Putin ordnet den Ausbau von GLONASS für 67 Milliarden Rubel (1,8 Milliarden Euro) an. Im Jahr 2012 sollen alle für den weltweiten Regelbetrieb notwendigen Satelliten einsatzbereit und im Orbit sein
- 06.2010: Wladimir Jewtuschenkow (Chef der für GLONASS zuständigen Unternehmensgruppe Sistema) kündigt Importverbot für Mobiltelefone an, die nicht mit GLONASS Empfängern ausgestattet sind
- 5.12.2010: Rückschlag, als drei mit einer Trägerrakete von Baikonur gestartete Satelliten in den Pazifik stürzten.
- 4.11.2011: 3 weitere Satelliten für GLONASS gestartet.

News-Meldung vom 08.12.2011 16:20

« Vorige | Nächste »

GPS-Alternative Glonass nimmt weltweiten Betrieb auf

 vorlesen / MP3-Download

Das russische Navigationssystem Glonass, eine Alternative zum amerikanischen GPS und dem kommenden europäischen System Galileo, ist einem [Bericht](#) der staatlichen russischen Nachrichtenagentur [RIA Novost](#) zufolge seit Donnerstagmorgen weltweit verfügbar.

Laut dem Pressesprecher des Unternehmens verfügt das Betreiberunternehmen RKS (Russische Kosmische Systeme) über insgesamt 31 Satelliten. 24 davon werden für den regulären Betrieb gebraucht. Drei weitere sollen demnächst in Betrieb gehen, weitere befinden sich in der Testphase oder dienen als Reserve. Anfang November waren die letzten Glonass-Satelliten erfolgreich [ins All](#) geschossen worden, einer dieser Satelliten fehlte noch für die weltweite Abdeckung.

Mit Hilfe von Glonass – und später Galileo – kann die Ortsbestimmung per Satellit weiter verfeinert werden, dazu ist allerdings zusätzliche Hardware notwendig. Bislang haben zwei Smartphone-Hersteller Glonass-Unterstützung in ihre Geräte eingebaut: Apple im [iPhone 4S](#) und Motorola im [Razr](#). Qualcomm wird in seinen [kommenden Snapdragon-CPUs](#) ebenfalls einen Glonass-Empfänger einbauen. (II)

Offizielle GLONASS Webseite:

<http://www.glonass-center.ru/en/index.php>

www.glonass-center.ru/en/index.php

FEDERAL SPACE AGENCY
INFORMATION-ANALYTICAL CENTRE

ЦНИИМАШ
TSNIIMASH

Main GLOMSS SCC GLOMSS GPS News Archive Guide Feedback About IAC UTC+4: 23:48:05

SC operability

Welcome to the Information-analytical centre official website!

The Website contains:

- Official information of the [GLOMSS SCC](#)
- information about [GLOMSS](#) and [GPS](#) operability
- precise [ephemeris](#), GLOMSS and GPS [almanacs](#)
- GLOMSS and GPS [bulletins](#)
- links to the sites about [GLOMSS equipment](#), [navigation maps](#),
russian and international [organizations](#).

GLOMSS constellation status, 07.01.2013

Total satellites in constellation	29 SC
Operational	23 SC
In commissioning phase	-
In maintenance	2 SC
Spares	3 SC
In flight tests phase	1 SC

Instant availability

GLOMSS news

06.01.2013 According to GLOMSS System Control Centre from 01:00 06.01.13 (MT) till 12:35 15.02.13 (MT) experimental work will be conducted with SC Glonass-K #701 (in flight tests phase). In the almanac Glonass-K #701 will be designated under system number 8

04.01.2013 According to GLOMSS System Control Centre SC Glonass-M #743 (orbital slot 2) will be set unusable from 10:00 05.01.13 (MT) till 12:35 15.02.13 (MT) for the works on moving SC to orbital slot 8

24.12.2012 According to the monitoring IAC, a planned maintenance with SC Glonass-M #731 successfully completed, the SC is used for the intended purpose

24.12.2012 According to GLOMSS System Control Centre 24 December 2012 planned maintenance with SC Glonass-M #731 (orbital slot 22), the SC will be set unusable from 10:30 till 12:00 (MT)

Evaluation of GNSS characteristics

Nutzungsbedingungen

Positioning precision

Errors
dL= -2.8m
dB= 2.9m
dH= -4.6m
dL[m]
dOPs
HDOP=0.9
PDOP=1.9
GDOP=2.1

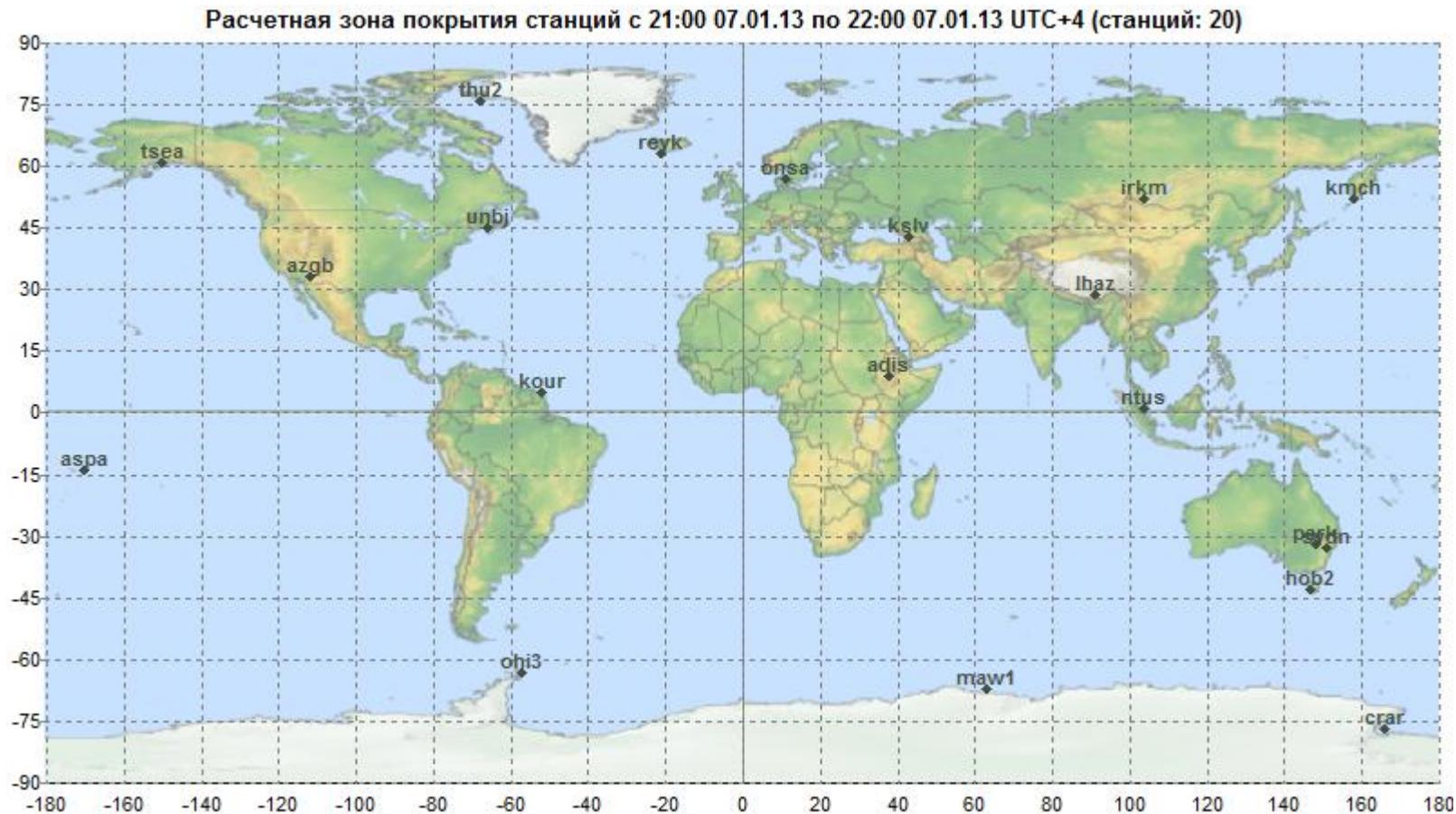
Epoch: 19:46:00 07.01.13 UTC

2005-2012 © Information-analytical centre, Korolyov, Russia.

Bodensegment:

Bodenstationen befinden sich bei Moskau (Krasnosnamensk und Schtscholkowo), in Komsomolsk am Amur, bei Sankt Petersburg, in Jenisseisk (alle auf dem Gebiet der Russischen Föderation) und in Ternopil (Ukraine).

Bodensegment:



Bodensegment:

Zur Genauigkeitsverbesserung (Korrektur der veränderlichen Einflüsse der Ionosphäre auf die Signallaufzeiten), ist mit "SDCM" für GLONASS ebenfalls ein Satellite Based Augmentation System (SBAS) geplant

SDCM/SDKM:

(russisch: система дифференциальной коррекции и мониторинга, System zur differentiellen Korrektur und Überwachung) ist das geplante russische Satellite Based Augmentation System (**SBAS**) für das Gebiet Russlands.

Schon vor 2010 existierte ein großer Teil der dafür notwendigen Bodeninfrastruktur.

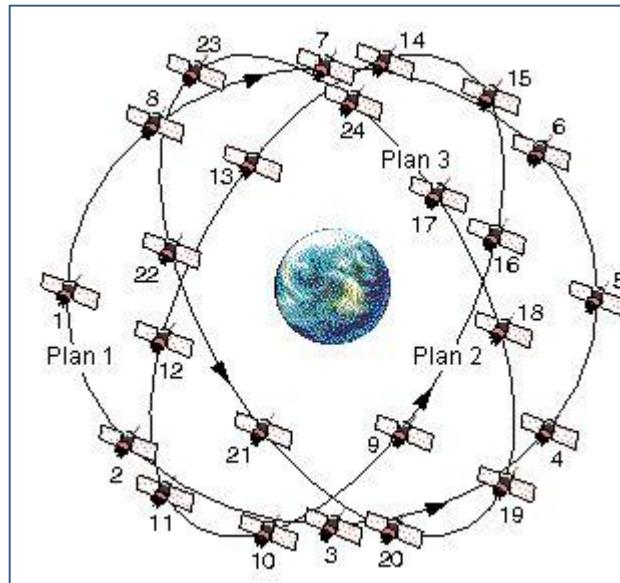
Der Start des ersten der erforderlichen Kommunikationssatelliten fand 2012 statt.

Satellitengestützte Navigationsysteme						Einklappen
Globale Systeme	Historisch:	Transit	Parus/Zikada	In Betrieb:	GPS	GLONASS
				Im Aufbau:	COMPASS	Galileo
Regionale Systeme oder regionale Ergänzungssysteme	In Betrieb:	COMPASS	Im Aufbau:	QZSS	In Planung:	IRNSS
Unterstützende satellitenbasierte Systeme (SBAS)						
	In Betrieb:	WAAS	MSAS	EGNOS	Im Aufbau:	GAGAN
		QZSS-SAIF	SDKM			
Siehe auch Liste der Navigationssatelliten						

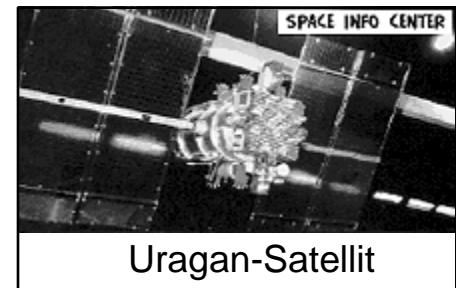
Raum Segment:

- Die Satelliten umlaufen die Erde auf einem Medium Earth Orbit in drei Bahnebenen mit $64,8^\circ$ Neigung gegen den Äquator (GPS 55°).
- für Nutzer in hohen geographischen Breiten:
bessere Genauigkeit, da die Satelliten in den Polarregionen, eine größere Höhe über dem Horizont haben
- Bahnhöhe: 19.100 km (GPS 20.200 km).
- Umlaufzeit: 11:15 Stunden (GPS 11:58).
- im Gegensatz zum GPS senden bei GLONASS alle Satelliten mit gleichem Code (Pseudozufallsrauschen, PRN „*pseudo-random noise*“), aber auf unterschiedlichen Frequenzen.
- Jeder von GLONASS verwendete Kanal sendet Signale auf zwei Frequenzen L1 und L2, nämlich:
 - $L1 = 1602 \text{ MHz} + k \cdot 562,5 \text{ kHz}$
 - $L2 = 1246 \text{ MHz} + k \cdot 437,5 \text{ kHz}$, wobei k die Kanalnummer bezeichnet.

- Wie GPS benötigt GLONASS zum Regelbetrieb knapp 24 Satelliten
- Bis 2011 reichte die Anzahl der funktionsfähigen Satelliten dafür nicht immer aus, so dass nicht immer an jedem Ort der Erdoberfläche genügend Satelliten für die Ortsbestimmung verfügbar waren
- Aktuelle Planung:
30 Satelliten, die sich auf drei Orbitsebenen mit jeweils acht Satelliten und zwei Reservesatelliten verteilen.



- Nach dem Zerfall der Sowjetunion konnten bis ins Jahr 1995 noch weitere Satelliten gestartet werden, die wohl schon zu Sowjetzeiten fertiggestellt wurden
 - 1995: 25 funktionierende Satelliten
 - 1998: 13 funktionierende Satelliten
 - 2001: 7 funktionierende Satelliten
- Problem: hohe Ausfallrate aufgrund der sehr kurzen Lebensdauer der einzelnen Uragan-Satelliten von nur drei Jahren.



Uragan-Satellit



Uragan-M-Satellit



Uragan-K-Satellit

Aktuelle Konstellation (GLONASS Status)

GLONASS constellation status, 07.01.2013

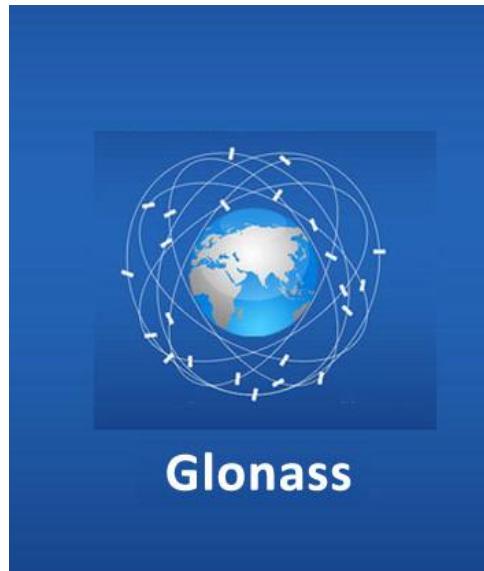
Total satellites in constellation	29 SC
Operational	23 SC
In commissioning phase	-
In maintenance	2 SC
Spares	3 SC
In flight tests phase	1 SC

GLONASS Constellation Status at 07.01.2013 based on both the almanac analysis and navigation messages received at 19:00 07.01.13 (UTC) in IAC PNT TsNIIImash

Orb. slot	Orb. pl.	RF chnl	# GC	Launched	Operation begins	Operation ends	Life-time (months)	Satellite health status		Comments
								In almanac	In ephemeris (UTC)	
1	1	01	730	14.12.09	30.01.10		36.8	+	+ 17:59 07.01.13	In operation
2	1	-4	728	25.12.08	20.01.09		48.5	+	+ 17:59 07.01.13	In operation
3	1	05	744	04.11.11	08.12.11		14.1	+	+ 18:31 07.01.13	In operation
4	1	06	742	02.10.11	25.10.11		15.2	+	+ 19:45 07.01.13	In operation
5	1	01	734	14.12.09	10.01.10		36.8	+	+ 19:45 07.01.13	In operation
6	1	-4	733	14.12.09	24.01.10		36.8	+	+ 19:45 07.01.13	In operation
7	1	05	745	04.11.11	18.12.11		14.1	+	+ 17:59 07.01.13	In operation
8	1	-6	743	04.11.11	20.09.12	05.01.13	14.1	-	- 16:30 07.01.13	Maintenance
9	2	-2	736	02.09.10	04.10.10		28.2	+	+ 17:59 07.01.13	In operation
10	2	-7	717	25.12.06	03.04.07		72.5	+	+ 17:59 07.01.13	In operation
11	2	00	723	25.12.07	22.01.08		60.5	+	+ 17:59 07.01.13	In operation
12	2	-1	737	02.09.10	12.10.10		28.2	+	+ 18:00 07.01.13	In operation
13	2	-2	721	25.12.07	08.02.08		60.5	+	+ 19:45 07.01.13	In operation
14	2	-7	715	25.12.06	03.04.07		72.5	+	+ 19:45 07.01.13	In operation
15	2	00	716	25.12.06	12.10.07		72.5	+	+ 19:45 07.01.13	In operation
16	2	-1	738	02.09.10	11.10.10		28.2	+	+ 19:45 07.01.13	In operation
17	3	04	746	28.11.11	23.12.11		13.3	+	+ 19:45 07.01.13	In operation
18	3	-3	724	25.09.08	26.10.08		51.5	+	+ 17:59 07.01.13	In operation
19	3	03	720	26.10.07	25.11.07		62.5	+	+ 17:59 07.01.13	In operation
20	3	02	719	26.10.07	27.11.07		62.5	+	+ 17:59 07.01.13	In operation
21	3	04	725	25.09.08	05.11.08		51.5	+	+ 17:59 07.01.13	In operation
22	3	-3	731	02.03.10	28.03.10		34.3	+	+ 19:00 07.01.13	In operation
23	3	03	732	02.03.10	28.03.10		34.3	+	+ 19:45 07.01.13	In operation
24	3	02	735	02.03.10	28.03.10		34.3	+	+ 19:45 07.01.13	In operation
21	3	-5	701	26.02.11			22.4			Flight Tests
14	2		722	25.12.07	25.01.08	12.10.11	60.5			Spares
8	1		712	26.12.04	07.10.05	22.11.12	96.5			Spares
17	3		714	25.12.05	31.08.06	19.12.11	84.5			Spares
8	1		729	25.12.08	12.02.09	10.09.12	48.5			Maintenance

2005-2012 © Information-analytical centre, Korolyov, Russia.

- Vergleich Konstellation GLONASS und GPS:



Benutzer Segment:

- 2008 gab es die ersten zivilen kommerziell genutzten Geräte, die GLONASS unterstützen
- direkter Konkurrenz zum US-amerikanischen GPS, dem europäischen Galileo-System und dem chinesischen Compass- direkt Konkurrenz zum US-amerikanischen GPS, dem europäischen Galileo-System und dem chinesischen Compass-System.
- Entsprechend konstruierte Navigationsgeräte können GLONASS- und GPS-Satelliten empfangen.
Durch die Auswertung beider Signale ergibt sich eine bessere Abdeckung

2009: erster russischer vollständig auf einem Chip integrierter Empfänger für GLONASS (inkl. GPS/Galileo/Compass)

4.2011: „ZTE“ bringt das erste Smartphone auf den Markt, das neben GPS auch GLONASS verwendet.
Diesem folgten mehrere Smartphones unterschiedlicher Hersteller.

COMPASS (*beidou = kleiner Bär*)

Compass: chinesisches Satellitennavigationssystem.

Die regionale Version des Systems ging Ende Dezember 2011 offiziell in Betrieb.

Der globale Ausbau des Systems ist im Gange
(soll gegen 2020 fertig sein)

(Quelle: <http://www.beidou.gov.cn/2012/12/14/2012121481ba700d7ca84dfc9ab2ab9ff33d2772.html>



Compass soll die Abhängigkeit vom US-amerikanischen Global Positioning System (GPS) vermindern.

Konstellation:

Nach Fertigstellung des globalen Systems:

- 4 geostationären Satelliten
- 12 Satelliten auf geneigten geosynchronen Bahnen
- 9 Satelliten mit Flugbahnen in 22.000 km Höhe



Quelle: http://www.cctv.com/english/20090415/images/1239776225675_1239776225675_r.jpg

Angegebene Genauigkeit für die öffentliche Nutzung:

Position: 10 m

Geschwindigkeit: 0,2 m/s (\approx 0,7 km/h)
für die Geschwindigkeit angegeben.

Offizielle Webseite:
<http://www.beidou.gov.cn/>

The screenshot shows the official website for the BeiDou Navigation Satellite System. At the top, there is a header with a back arrow, forward arrow, refresh button, a search bar containing "en.beidou.gov.cn", and language links for "中文 | English | Contact Us". Below the header is the "BeiDou Navigation Satellite System" logo and a banner featuring two satellites in space.

The main navigation menu includes "Home", "System Introduction", "News", "Policy", "International News", "Applications & Services", and "Exchange & Cooperation". A sub-menu for "CSNC" is also visible.

A prominent banner in the center reads "BeiDou Navigation Satellite System Signal In Space Interface Control Document Open Service Signal B1I (Version 1.0)" with a "Download" link. Below this, a section titled "News Center" lists several news items:

- "Inquiry Mailbox for Signal in Space Interface Control Document of..." (Read more)
- "Signal in Space Interface Control Document of BeiDou Navigation Satellite System (version 1.0) was issued on December 27, 2012. Any questions regarding the document please send emails to its inquiry mailbox." (Read more)
- "BeiDou Navigation Satellite System Signal In Space Interface Cont..." (Read more)
- "Mr. Ran Chengqi, director of China Satellite Navigation Office, released BeiDou Navigation Satellite System Signal in Space Interface Control Document-Open Service Signal B1I (Version 1.0) on the news conference held at the Briefing Hall of the State Council Information Office on December 27, 2012." (Read more)
- "The Logo Image of BeiDou Navigation Satellite System Issued..." (Read more)
- "BeiDou Navigation Satellite System press conference was held at the Briefing Hall of the State Council Information Office on December 27, 2012. Mr. Ran Chengqi, director of BeiDou Navigation Satellite System, issued the logo image of BeiDou Navigation Satellite System and introduced its Interpretation." (Read more)

On the left side of the page, there is a video thumbnail for "ICG" showing a man speaking, with the caption "Russo Anthony accepts an interview". Below this is a "Special Topic" section featuring the "ICG-7" logo and the text "BADEC In Pakistan".

At the bottom left, there is a "Related Links" section with links to ICG, ICG-7, GPS, GALILEO, and GLONASS. On the right side, there are three photo thumbnails: "ICG7 conference room.", "The 14th and 15th BeiDou navigation satellites installed fai", and "The 14th and 15th BeiDou navigation satellites ready for lau".

Raumsegment:

Nach Fertigstellung des globalen Systems:

- 4 geostationären Satelliten
- 12 Satelliten auf geneigten geosynchronen Bahnen
- 9 Satelliten mit Flugbahnen in 22.000 km Höhe

Die Satelliten tragen auch den Namen *Beidou*
(chinesisch 北斗 *Běidǒu* für Großer Bär).

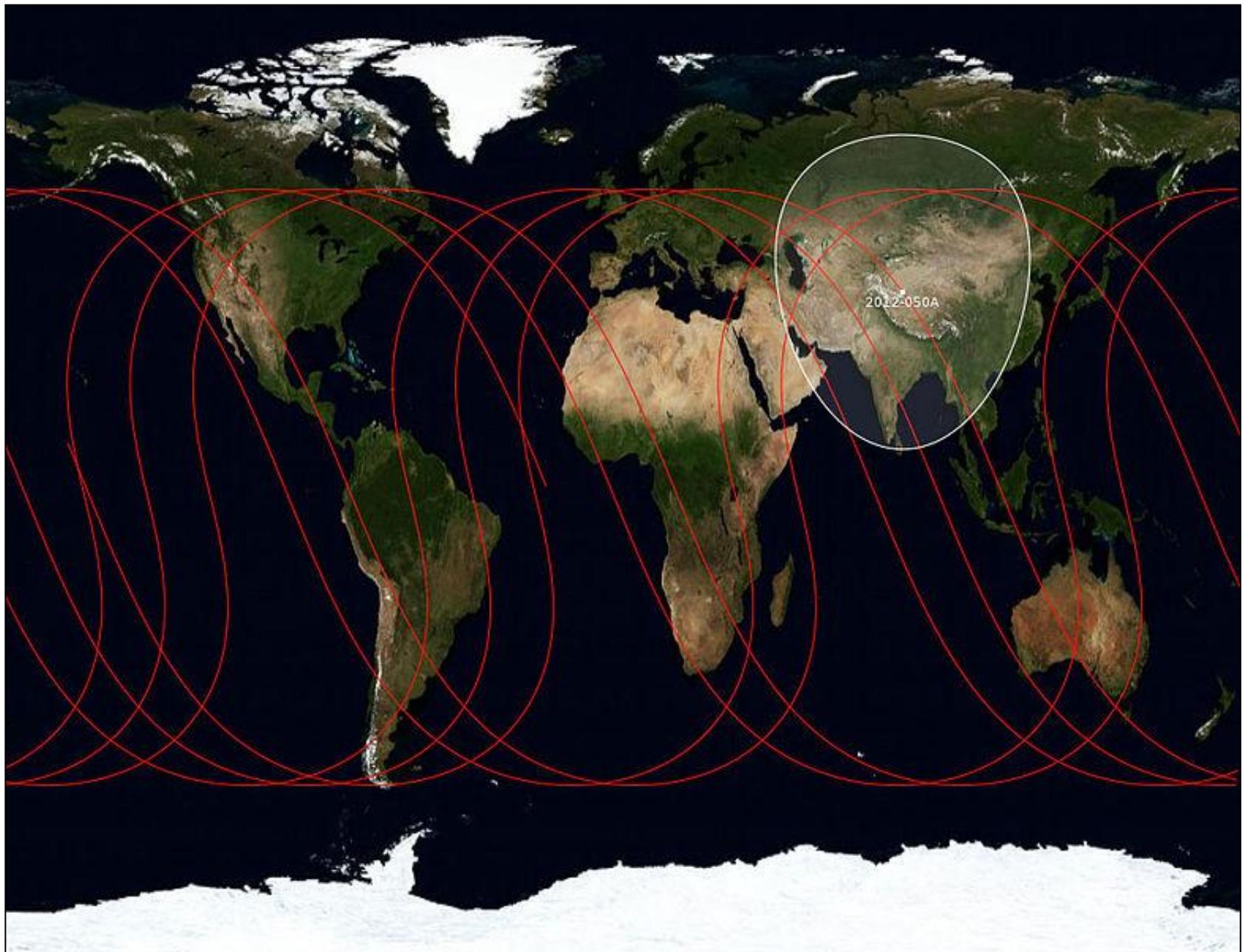
30.10.2000: Start Beidou -1A

20.12.2000: Start Beidou -1B



Seit: 2010: Einsatz von „COMPASS“ Satelliten

Alternative Satellitenbasierte Positionierungssysteme: COMPASS



Quelle: http://en.wikipedia.org/wiki/Beidou_Navigation_Satellite_System

patrick.reidelstuerz@hdu-deggendorf.de

Aktuelle Konstellation:

List of satellites (as of December 2012)

[edit]

Date	Launcher	Satellite	Orbit	Usable	System
10/31/2000	LM-3A	BeiDou-1A	GEO 59°E	No	BeiDou-1
12/21/2000	LM-3A	BeiDou-1B	GEO 80°E	No	
5/25/2003	LM-3A	BeiDou-1C	GEO 110.5°E	No	
2/3/2007	LM-3A	BeiDou-1D	Supersync orbit ^[51]	No	
4/14/2007	LM-3A	Compass-M1	MEO ~21,500 km	Testing only	BeiDou-2 (Compass)
4/15/2009	LM-3C	Compass-G2	?	No	
1/17/2010	LM-3C	Compass-G1	GEO 144.5°E ^[13]	Yes	
6/2/2010	LM-3C	Compass-G3 ^[52]	GEO 84°E	Yes	
8/1/2010	LM-3A	Compass-IGSO1	118°E incl 55° ^[53]	Yes	
11/1/2010	LM-3C	Compass-G4	GEO 160°E	Yes	
12/18/2010	LM-3A	Compass-IGSO2 ^[54]	118°E incl 55°	Yes	
04/10/2011	LM-3A	Compass-IGSO3 ^[55]	118°E incl 55°, 200~35,991 km	Yes	
07/26/2011	LM-3A	Compass-IGSO4 ^[56]	35695 x 35865 km incl 55.2 deg long: 80 to 112 deg E ^[57]	Yes	
12/02/2011	LM-3A	Compass-IGSO5	35712 x 35873 km incl 55.2 deg long: 79 to 110 deg E ^[58]	Yes	
02/24/2012	LM-3C	Compass-G5 ^[44]	–	Yes	
04/29/2012	LM-3B	Compass-M3	–	Yes	
04/29/2012	LM-3B	Compass-M4	–	Yes	
09/18/2012	LM-3B	Compass-M5	–	Yes	
09/18/2012	LM-3B	Compass-M6	–	Yes	
10/25/2012	LM-3C	Compass-G6 ^[45]	–	Yes	

Quelle: http://en.wikipedia.org/wiki/Beidou_Navigation_Satellite_System#Global_system_.28BeiDou-2_or_Compass_navigation_system.29

Danke für die Aufmerksamkeit!