



**Geschichtliches, Daten & Fakten**

- 1974 wurde mit der Entwicklung des "Navigation System using Time And Ranging - Global Positioning System" kurz NAVSTAR-GPS durch das US Department of Defence begonnen.
- Das System war vorerst für den kalten Krieg zur Steuerung von Lenk Waffen vorgesehen, deswegen behält sich das DoD bis heute temporäre Deaktivierungen vor.
- Das GPS besteht aus 24 Satelliten (21 Aktive + 3 in Reserve), die auf 6 verschiedenen Umlaufbahnen in einer Höhe von 20.183 km die Erde alle 12 Stunden einmal umkreisen.
- 5 Überwachungsstationen, Hauptstation liegt in Colorado Springs.

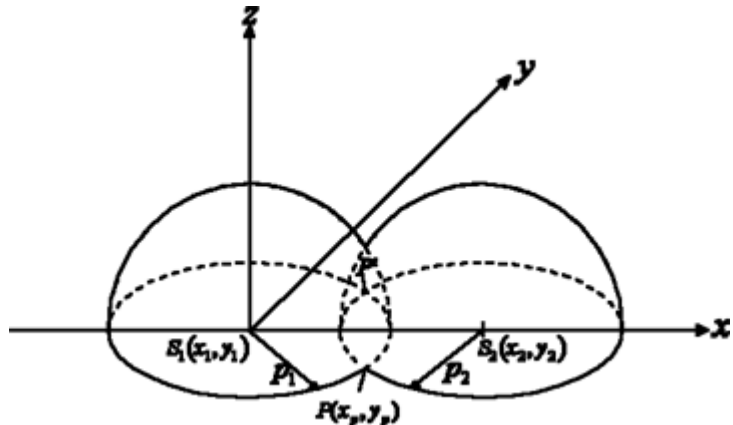


**Grundprinzip der Positionsbestimmung im Raum**

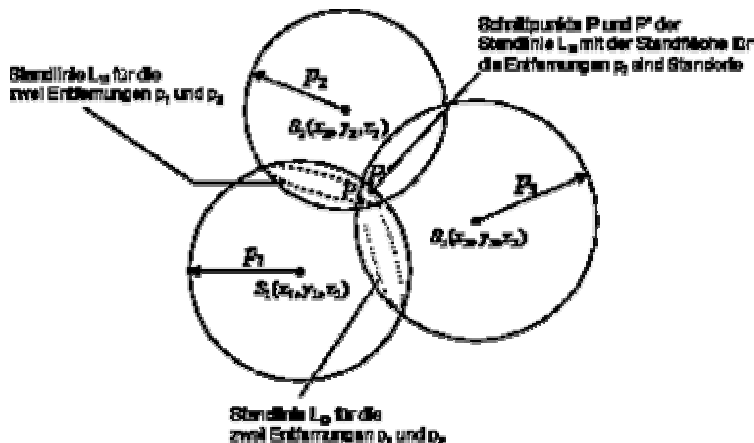
Das bei NAVSTAR-GPS angewandte Ortungsverfahren beruht auf der Laufzeitmessung von Signalen zwischen dem Nutzer (GPS-Empfangsgerät) und mehreren Bezugspunkten deren Positionen genau bekannt sind (hier Satelliten).

Zweidimensionales Orten eines Objektes:

Um die Position genau zu bestimmen braucht man die Entfernung der beiden Punkte  $S_1$  &  $S_2$  zum gesuchten Punkt  $P$ . Die Anzahl aller Punkte, die zu  $S_1$  bzw.  $S_2$  die gleiche Entfernung haben bilden einen Kreis. Das Objekt muss sich also in einem der beiden Schnittpunkte  $P$  oder  $P'$  der beiden Kreise befinden. Kann das Objekt auch noch unterschiedliche Höhen annehmen, so braucht man noch einen dritten Bezugspunkt:



Dreidimensionales Orten eines Objektes:

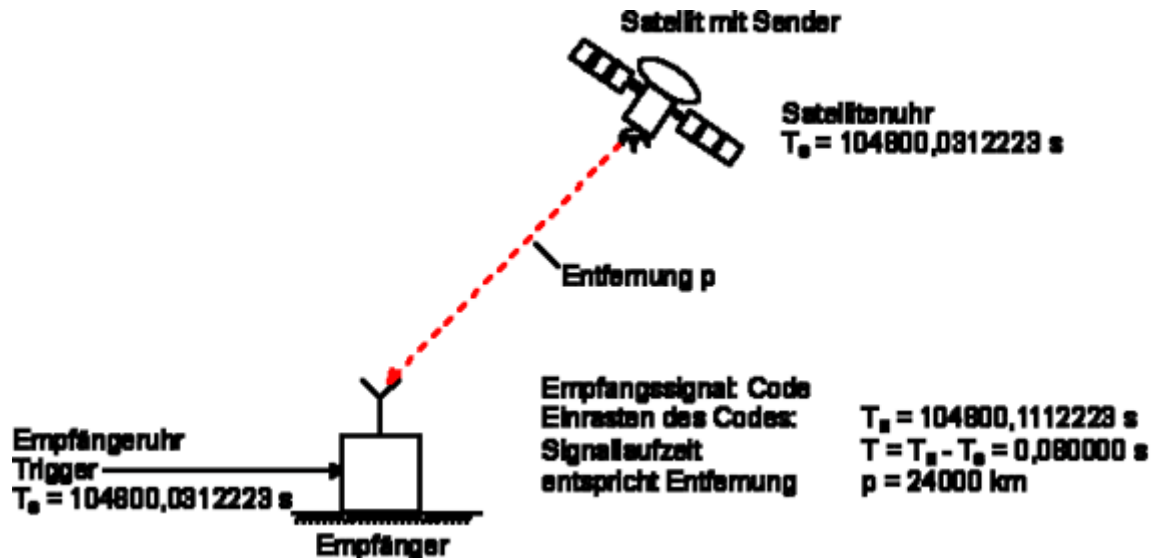


Durch hinzunehmen des dritten Bezugspunktes und unter Miteinbeziehung der Räumlichen Komponente der beiden zuvor verwendeten Bezugspunkte erhält man drei Kugeln, deren Mittelpunkte die Bezugspunkte darstellen und zur genauen Standortbestimmung erhält man abermals zwei Schnittpunkte der Kugelwände. Die eine der beiden Möglichkeiten ( $P$ ) stellt den Standort dar, die andere ( $P'$ ) ist zwar rein Mathematisch möglich, ortungsmäßig ist dies jedoch ein unrealer Standort.

Durch drei Bezugspunkte hat man also die Möglichkeit den Ort eines Objektes im Raum eindeutig zu definieren. Nun kommt nur noch das Problem der exakten Abstandsmessung.

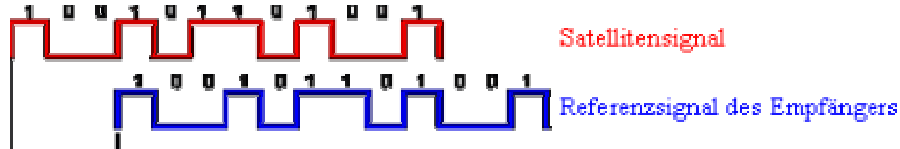
## \_\_\_ Laufzeitmessung zur Abstandsbestimmung

Die Entfernungsmessung erfolgt nach dem Einwegverfahren, was den Vorteil hat, dass es keine begrenzte Teilnehmerzahl pro Satellit gibt, außerdem werden so schwache Rückstrahl-Signale vermieden. Das Messsignal wird beim GPS vom Satelliten erzeugt und vom GPS-Gerät empfangen.



Die Abstandsmessung basiert auf dem Zeitunterschied, der zwischen dem Absenden und Empfangen registriert wird, die Genauigkeit der Abstandsmessung hängt also maßgeblich von der exakten Synchronisation der Uhren des Senders und Empfängers ab (Eine Abweichung um  $1\mu\text{s}$  bewirkt einen Entfernungsfehler um ca. 300m!). Diese Genauigkeit kann nur durch ein Atomfrequenznormal erlangt werden, wegen des technischen Aufwandes ist deren Einsatz jedoch nur im Satelliten möglich. Um etwaige Uhrzeitfehler zu korrigieren wird während der Messung eine Synchronisation mit einem vierten Satelliten durchgeführt. Ein Beispiel sieht man bei Abbildung 2.1 .

Ein weiteres Problem bei der Abstandsmessung ist die in der Ionosphäre auftretende Laufzeitverzögerung, genannt Refraktion. Um die Elektronendichte der Ionosphäre zu messen senden die Satelliten zwei Signale mit verschiedenen Frequenzen, durch deren Laufzeitunterschied man diese Abweichung errechnen kann. Die beiden Signale beinhalten auch unterschiedliche Informationen (Codes), somit ist eine Unterscheidung der verschiedenen Satelliten möglich. Unter anderem werden auch die Datenbank der Positionen der einzelnen Satelliten (der Almanach) und die Bahnparameter der Satelliten mit übertragen. Diese Datensätze werden vom Empfänger mit einem Referenzsignal verglichen und aus der Verschiebung folgt unmittelbar die Laufzeitdifferenz, da die Länge eines solchen Datensatzes (Chips) bekannt ist.



Von der Positionsbestimmung unabhängig kann der Nutzer durch die Dopplerfrequenzverschiebungen auch seine Momentangeschwindigkeit und –Bewegungsrichtung errechnen.

## \_\_\_ Anmerkungen:

- Da sich das GPS-System immer noch unter der Kontrolle des Department of Defence befindet und ohne Vorwarnung temporär deaktiviert werden kann plant Europa ein eigenes, ziviles Navigationssystem, das 2008 fertiggestellt werden soll.
- Bis zum 1.5.2000 wurden die GPS-Signale durch amerikanische Militär verfälscht, so dass zivile Geräte eine maximale Genauigkeit von 100m besitzen konnten. Heute gilt dies nichtmehr, normale GPS-Geräte erlangen eine Genauigkeit auf bis 10m, neuere Geräte mit dem neuen Standard DGPS (Differential GPS) können ihre Position bis auf 1m genau bestimmen.

## \_\_\_ Quellen:

- <http://members.aol.com/explorezwo/gps.htm>
- [http://ikmcp1.e-technik.tu-ilmenau.de/~traut/gps www/gps\\_main.htm](http://ikmcp1.e-technik.tu-ilmenau.de/~traut/gps/www/gps_main.htm)
- <http://www.geosoft-gps.de/index.html>