# Positionsbestimmung

Für unsere Applikation bieten wir ein System an, welches erlaubt nahe gelegene Datenpunkte selbstständig zu finden und anzuzeigen, sobald der Anwender mit dem Handy auf den jeweiligen Datenpunkt zeigt.   
Für die Positionsbestimmung des Anwenders verwenden wir zwei verschiedene Varianten. Zum einen verwenden wir GPS und zum anderen eine Positionsbestimmung über WLAN – Router. Die Genauigkeiten schwanken sehr stark und können nicht pauschal angegeben werden, es ist aber davon auszugehen, dass man mit GPS eine Abweichung von mehreren Metern nicht überschreiten wird, mit WLAN jedoch eine viel höhere Toleranz hat, da dies abhängig davon ist, wie weit der nächste Router entfernt ist, welcher seine Position kennt.

## GPS – „NAVSTAR GPS“

GPS ist offiziell auch unter dem Namen „NAVSTAR GPS“, was für „Navigational Satellite Timing and Ranging – Global Positioning System“ steht, bekannt. Es wird seit den 1970er Jahren vom US-Verteidigungsministerium entwickelt und löste bereits 1985 das Satellitennavigationssystem NNSS der US-Marine, sowie die Vela-Satelliten zur Ortung von Kernwaffenexplosionen ab. Seit den 1990er Jahren ist GPS voll funktionsfähig und steht seit dem 2. Mai 2000 auch für zivile Zwecke zur Verfügung. Die Genauigkeit lässt sich durch Anwendung von z.B. Differential-GPS/DGPS in der Umgebung eines Referenzempfängers auf Toleranzen von wenigen Zentimetern erhöhen.

### Einsatzgebiete

GPS wurde ursprünglich für den militärischen Bereich entwickelt. Der große Vorteil von GPS lag darin, dass zur Positionsbestimmung nur Daten empfangen werden mussten.   
Heute wird es aber vor allem im zivilen Bereich wie Seefahrt, Luftfahrt, Navigationssysteme in Autos sowie „Precision Farming“, genutzt. Speziell für die Anwendung für Mobiltelefone wurde das Assisted GPS, kurz „A-GPS“ entwickelt.

### Arbeitsweise

Es existieren insgesamt 27 GPS – Satelliten diverser Generationen, hergestellt von Rockwell, Lockheed Martin und Boeing. Diese Satelliten umkreisen auf einer nahezu perfekten Umlaufbahn die Erde in einer Höhe von 20.000 – 20.200km. Die Umlaufbahnen der Satelliten sind so angeordnet, dass jederzeit mindestens 4 der 24 aktiven Satelliten Signale an jede beliebige Position auf der Erde senden. Die anderen 3 der 27 Satelliten sind Ersatzsatelliten, die sofort aktiviert werden können, falls ein aktiver Satellit ausfallen sollte.  
Diese Signale werden in 3 Frequenzen ausgesendet:

#### L1-Frequenz (1575,42 MHz)

Auf dieser Frequenz werden so-genannte C/A – Codes für die zivile Nutzung und der nicht öffentlich bekannte P/Y – Code übertragen. Das übertragene Datensignal ist in beiden Fällen 1500Bit lang und enthält Informationen zum Satelliten, Datum, Identifikationsnummer, Korrekturen und Bahnen. Eine Übertragung dauert in Normalfall über eine halbe Minute.

#### L2-Frequenz (1227,60 MHz)

Überträgt nur den P/Y – Code. Durch die gleichzeitige Übertragung auf zwei unterschiedlicher Frequenzen können Fehler, wie ionosphärische Effekte, herausgerechnet werden und die Toleranzen senken.

#### L5-Frequenz (1176,45 MHz)

Sendet sowohl C/A – Codes als auch P/Y – Codes und ist erst seit dem 28. April 2014 im Einsatz. Es sollte die Stabilität der Verbindungen erhöhen.

Der Empfänger empfängt nun diese Signale von theoretisch mindestens 3 verschiedenen Satelliten, rechnet sich die Laufzeit der jeweiligen Pakete aus und daraus die Entfernung des jeweiligen Satelliten. Daraus ergibt sich ein Punkt auf der Erde mit einem möglichen Radius auf der Erde. Rechnet der Empfänger einen zweiten Satelliten dazu, so ergeben sich zwei Schnittpunkte, also mögliche Positionen des Empfängers. Erst mit dem dritten Satelliten wird eine eindeutige Position bestimmbar.  
Um die Signale der Satelliten abgleichen zu können, benötigt der Empfänger jedoch eine sehr genaue Uhr, vergleich mit den Atomuhren an Board der Satelliten, welche eine Abweichung von einer Sekunde in 100Mio Jahren haben. Daher verwendet der Empfänger die Signale eines vierten Satelliten um sich daraus die aktuelle Position zu bestimmen.

#### C/A – Code (coarse/acquisition)

Ist ein speziell für die zivile Nutzung entwickelter Code, bei dem die Auflösung gegenüber des P/Y – Codes verringert wird. Der Code ist ein 1.023 Bit langer Code aus der 1.023 MHz – Frequenz der Atomuhr und wiederholt sich jede Sekunde. Während der Übertragung hat das Signal eine Länge von etwa 300m.

#### P/Y – Code (precision/encrypted)

Über den P/Y – Code ist beinahe nichts bekannt. Er ist der Öffentlichkeit nicht zugänglich und wird ausschließlich vom Militär genutzt.

### Ausbreitungseigenschaften des Signals

In den verwendeten Frequenzbereichen breitet sich die elektromagnetische Strahlung ähnlich wie sichtbares Licht fast geradlinig aus und wird durch Witterungsverhältnisse wie Bewölkung und Niederschlag wenig beeinflusst. Dennoch war bis vor kurzem eine direkte Sichtverbindung zum Satelliten erforderlich. Durch die Entwicklung von stationären GPS-Empfangs und Sendeantennen wurde es möglich, das Signal umzuleiten und beispielsweise in Tunneln verfügbar zu machen.

## WLAN-basierte Positionsbestimmung

WLAN-basierte Ortung basiert auf demselben Prinzip wie GPS und berechnet die Position anhand von WLAN-Ausbreitungsmustern.

### Grundlagen

Gerade in Ballungsgebieten empfängt man in der Regel zahlreiche WLAN-signale in einer individuellen, standortabhängigen Kombination. Diese Signale kommen sowohl von kommerziellen Hotspots, als auch von Firmen und privaten Netzwerken. Die Kenntnis über den Standort der WLAN-Router erlaubt so die Berechnung des Standortes. Je mehr Netzwerksignale empfangen werden, desto genauer gelingt eine Positionsbestimmung. Im Gegensatz zu GPS funktioniert diese Ortung auch in Gebäuden, die Genauigkeit schwankt aber sehr.

### Anwendungsgebiete

WLAN-basierte Ortung ermöglicht das Anbieten von standortbezogenen Diensten für alle WLAN-fähigen Endgeräte wie Smartphones, PDAs oder Notebooks. Als erste öffentliche Einrichtung der Welt setzt das Museum der Industriekultur in Nürnberg ein Führungssystem ein, welches neben der WLAN-basierten Ortung spezielle Dienste und Didaktik ortsabhängig anbietet.

# Koordinatensysteme

Mit einer geographischen Koordinate lässt sich ein Punkt auf der Erde eindeutig beschreiben. Dazu wird die Erde in 360 Längengrade und 180 Breitengrade geteilt. Längengraden verlaufen durch Nord- und Südpol, Breitengrade parallel zum Äquator.   
Der geographische Nullmeridian, also 0° Länge, verlauft durch Greenwitch in England und breitet sich dort Richtung Westen und Osten je um 180° aus.   
Die geographische Breite mit 0° ist der Äquator.

## Darstellung von geographischen Koordinaten

Grundsätzlich gibt es sehr viele verschiedene Schreibweisen von geographischen Koordinaten die meist am weitesten verbreitetsten sind jedoch die Sexagesimalsystemschreibweise und die Dezimalschreibweise. Im Sexagesimalsystem werden ganze Grade nochmal unterteilt, d.h. 1 Grad unterteilt sich in sechzig Minuten, eine Minute wiederum in 60 Sekunden. In der Dezimalschreibweise werden einfach die Kommastellen hinter dem Grad geschrieben.  
Aufgrund der Einfachheit wird Programmintern mit der Dezimalschreibweise gerechnet, da diese als simple DOUBLE – Zahl interpretiert werden kann.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Realität | Sexagesimalsystem | Dezimalsystem |
| HTL – Hallein | N47° 40' 57.144" E13° 5' 54.319" | 47.68254 13.098422 |
| Golden Gate Bridge, San Francisco | N37° 49' 11.744" W122° 28' 41.718" | 37.819929 -122.478255 |
| Freiheitsstatue, New York | N40° 41' 21.296" W74° 2' 40.2" | 40.689249 -74.0445 |

## Entfernungsbestimmung zweier geographischer Koordinaten

Um die Distanz zweier Punkte zu bestimmen ist es nötig, die Form der Erde zu vereinfachen. Es gibt nahezu unendlich viele Möglichkeiten die Entfernung zu berechnen.