

## Kontrollpunkt für Navigationsgeräte

31.03.2015

Ein Navigationsgerät (Kurzbezeichnung Navi) ermittelt Standortkoordinaten durch Auswertung von Satellitensignalen des weltweiten Positionierungssystems GNSS (**G**lobal **N**avigation **S**atellite **S**ystem). Durch den Einbau in Smartphones, Tablets, Digitalkameras und in die klassischen Geräte zur Wegfindung haben Navis eine weite Verbreitung gefunden und werden im Beruf und in der Freizeit eingesetzt.

### Wie genau arbeitet mein Navi eigentlich?

Die Antwort auf diese Frage können Sie mit Hilfe des Kontrollpunkts selbst herausfinden. Im eingerahmten Informationsfeld am Ende des Beitrags finden Sie Hinweise zur Durchführung des Genauigkeitschecks bei Ihrem Navi. Die nachfolgenden Ausführungen sollen die auf der Messplatte enthaltenen Angaben über Position und Höhe des Kontrollpunkts verständlicher machen.

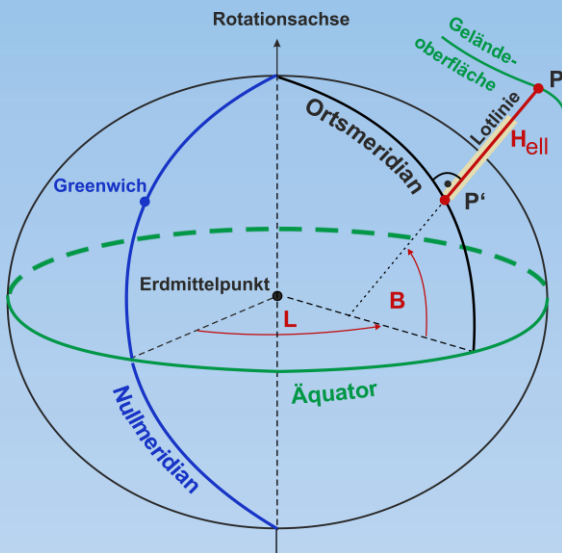
### Global Navigation Satellite System (GNSS)

Unter dem Sammelbegriff GNSS werden die weltweit operierenden Satellitenpositionierungssysteme zusammengefasst. Das System GPS der Vereinigten Staaten von Amerika und das von Russland eingerichtete System GLONASS können bereits seit mehreren Jahren genutzt werden. Der Vollausbau des chinesischen Positionierungssystems BEIDOU und des von der EU betriebenen Positionierungssystems GALILEO wird voraussichtlich im Jahr 2020 abgeschlossen sein.

Das Grundprinzip jedes dieser Positionierungssysteme besteht darin, dass auf mehreren genau festgelegten Umlaufbahnen jeweils 4 bis 6 Satelliten in einem Abstand von 20.000 – 25.000 km die Erde umkreisen und dabei ständig Zeitsignale und ihre Bahndaten aussenden. Die Anordnung der Satelliten soll sicherstellen, dass für eine zuverlässige Positionsbestimmung an jedem Ort der Erde die Signale von mindestens 4 Satelliten gleichzeitig empfangen werden können.

## Geographische Koordinaten

Um einen Raumbezug für die Positionsbestimmung herstellen zu können, wird die Erdfigur durch ein Rotationsellipsoid mit dem Erdmittelpunkt als Zentrum und der Erdachse als Rotationsachse angenähert. Auf diesem Rotationsellipsoid werden Punkte der Erdoberfläche durch geographische Koordinaten mit Längen- und Breitengraden festgelegt.



Die geographische Länge **L** beschreibt den Winkel zwischen dem Ortsmeridian und dem international als Nullmeridian festgelegten Meridian durch die Sternwarte in Greenwich (Vorort von London). Die Gradbezeichnung der östlich des Nullmeridians gelegenen Punkte wird mit östlicher Länge (ö.L.), die der westlich gelegenen Punkte mit westlicher Länge (w.L.) angegeben. Die Abstände der Meridiane variieren, weil sie an den Polen zusammenlaufen.

Die geographische Breite **B** eines Punktes bezeichnet den Winkel, den seine ins Erdinnere verlängerte Lotlinie mit der Äquatorebene bildet. Entsprechend ihrer Lage zum Äquator wird bei der Breitenangabe zwischen nördlicher Breite (n.Br.) und südlicher Breite (s.Br.) unterschieden. Die Breitenkreise bilden Parallelkreise zum Äquator, deren Abstände sich nur geringfügig unterscheiden.

## WGS84

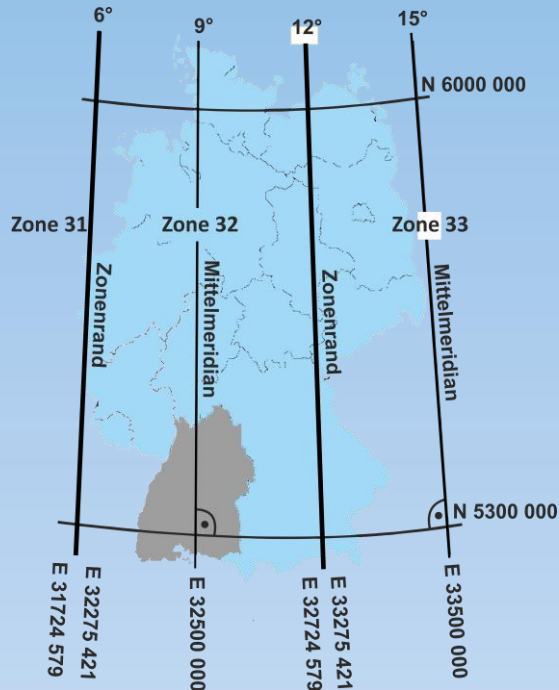
Viele Navigationsgeräte verwenden für den Raumbezug das Rotationsellipsoid des weltweit definierten **World Geodetic System 1984** (WGS84). Die Koordinaten ortsfester Punkte ändern sich aufgrund der globalen Kontinentalverschiebung jährlich um einige Zentimeter.

## ETRS89

Im Bezugssystem ETRS89 (**E**uropean **T**errestrial **R**eference **S**ystem 1989) werden im Wesentlichen die variablen WGS84-Koordinaten auf einen durch verschiedene Festpunkte in Europa definierten Rahmen fixiert. Aufbauend auf den Koordinatenwerten dieser Festpunkte, die aus einer europaweit angelegten Messkampagne im Jahr 1989 hervorgingen, wurde in den europäischen Ländern in den Folgejahren eine Verdichtung der nationalen Festpunktnetze vorgenommen. In Deutschland bildet ETRS89 das Lagebezugssystem für die Grundlagenvermessung und das Liegenschaftskataster.

## UTM-Koordinaten

Die UTM-Projektion (**U**niversale **T**ransversale **M**ercator-Projektion) liefert eine winkeltreue Abbildung der Oberfläche des Rotationsellipsoids in einem nach Norden ausgerichteten rechtwinkligen Koordinatensystem. Bei der Abbildung der Oberfläche



gekrümmter Körper auf eine ebene Fläche sind Verzerrungen unvermeidbar. Um diese Projektionsverzerrungen möglichst gering zu halten, ist die UTM-Projektion auf einen jeweils 6 Längengrade umfassenden Meridianstreifen (UTM-Zone) begrenzt. Für die Abbildung der Erde sind demzufolge 60 UTM-Zonen festgelegt. Die Nummerierung der UTM-Zonen beginnt bei 180° westlicher Länge und setzt sich in 6°-Schritten in östlicher Richtung fort.

Das Koordinatensystem jeder UTM-Zone hat seinen Ursprung (Nullpunkt) am Schnitt des Äquators mit dem Mittelmeridian der UTM-Zone. UTM-Koordinaten sind metrische Koordinaten. Der Nordwert (**N**) entspricht dem

Abstand vom Äquator. Der Ostwert (**E**) gibt den Abstand vom Mittelmeridian an zuzüglich 500.000 m, um negative Koordinatenwerte bei den westlich des Mittelmeridians gelegenen Punkten zu vermeiden. Dem Ostwert ist die Nummer der UTM-Zone vorangestellt. Baden-Württemberg liegt vollständig in der UTM-Zone 32 mit dem 9°-Meridian (ö.L.) als Mittelmeridian.

## Höhenangaben

Die aus den Satellitensignalen bestimmbare Höhe ist die ellipsoidische Höhe (**H<sub>ell</sub>**). Sie entspricht dem lotrechten Abstand des Standorts vom Rotationsellipsoid. Die auf den mittleren Meeresspiegel – den sogenannten Amsterdamer Pegel – bezogene amtliche Höhe ist die Normalhöhe. Der Unterschied zwischen ellipsoidischer Höhe und Normalhöhe wird als Geoidundulation bezeichnet. Sie gibt den Betrag an, um den die "wahre" Erdgestalt, das Geoid, vom Rotationsellipsoid abweicht. Im Landkreis Ludwigsburg erreicht die Geoidundulation Werte zwischen 48,20 m und 48,50 m. Die meisten Navis berücksichtigen die Geoidundulation bei der Höhenanzeige und geben bereits die Normalhöhe aus.

## Wie überprüfe ich mein Navigationsgerät?

- Stellen Sie die Koordinatenanzeige Ihres Navigationsgeräts auf geographische oder auf UTM-Koordinaten ein.
- Legen Sie Ihr Navigationsgerät zur Bestimmung der Standortkoordinaten (Ist-Koordinaten) einige Minuten lang auf den Kontrollpunkt.
- Vergleichen Sie Ihre Messwerte mit den angegebenen Soll-Koordinaten des Kontrollpunkts.

Bietet Ihr Navigationsgerät die Möglichkeit, Ziele mit vorgegebenen Koordinaten aufzusuchen, können Sie die Soll-Koordinaten des Kontrollpunkts eingeben und sich die Abweichung direkt anzeigen lassen.

Abweichungen in den geographischen Koordinaten:

- Längendifferenz:  $0,0001' = \text{ca. } 0,12 \text{ m}$
- Breitendifferenz:  $0,0001' = \text{ca. } 0,19 \text{ m}$