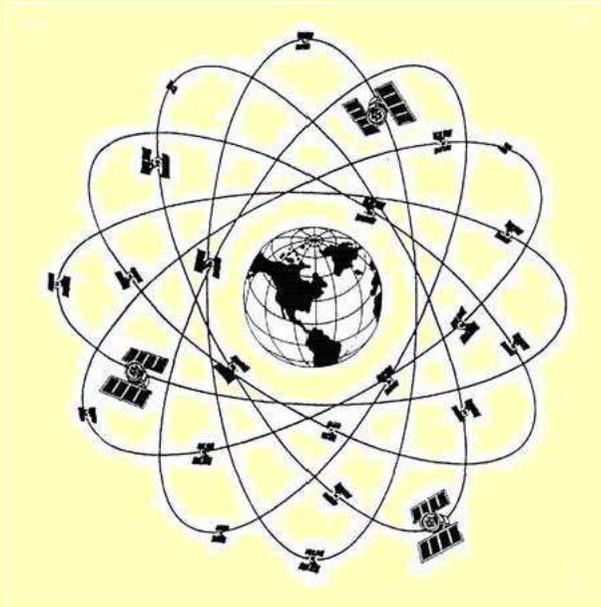


Unterwegs mit GPS - Navigationsgeräten



**Theorie und Praxis
Geräte
eigene Erfahrungen**

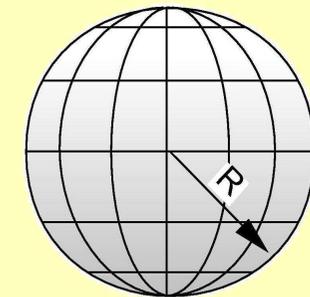
Termine: 08. Mai 2007 in Putzbrunn u. 21. Mai 2007 in Heimstetten



- **Die Form der Erde**
- **Basiswissen zur GPS-Navigation**
- **Einsatzgebiete von GPS**
- **GPS in Frage u. Antwort „Frequently Asked Questions“**
- **Welches Navigationsgerät ist richtig für mich?**
- **Mein GPS-Navi**
- **Linksammlung**
- **Anregungen: - digitale Kartenwerke am PC
- GPS u. Digitalkamera**
- **Quellenverzeichnis**
- **Anhang (Eigene Datei!)**

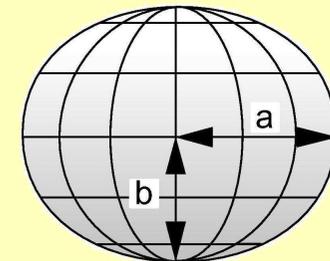
Die Form der Erde (1)

>> die Erde ist eine Kugel ?
naja, so etwa ...



$R = 6370 \text{ km}$

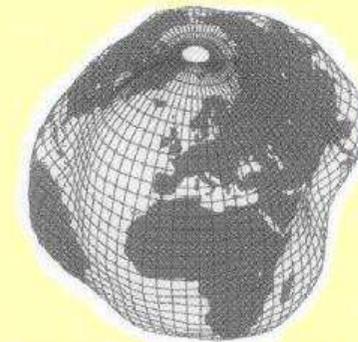
>> die Erde ist ein Rotationsellipsoid ?
... schon viel besser!



$a = 6380 \text{ km}$
 $b = 6360 \text{ km}$

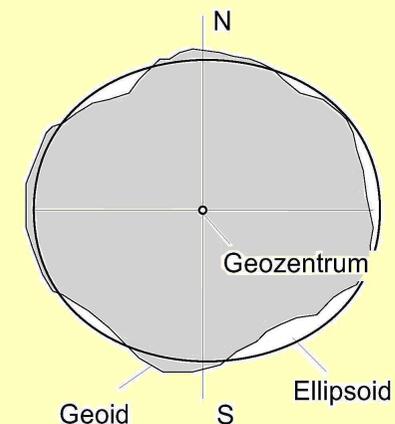
Die Form der Erde (2)

>> die Form der Erde ist das Geoid!



das Geoid (stark überhöht)

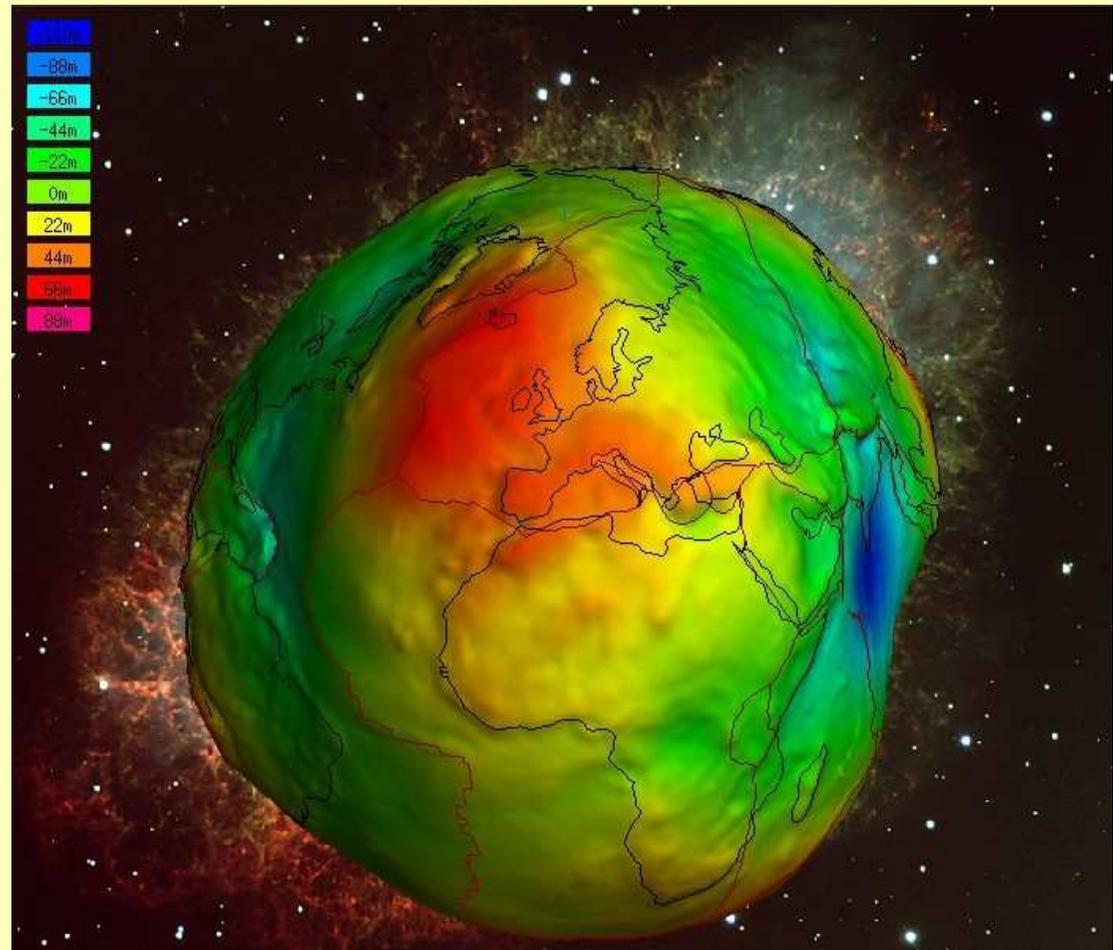
Vergleich Geoid < > Ellipsoid:



Die Form der Erde (3)

„Die Potsdamer Kartoffel“

Quelle:
GeoForschungsZentrum
Potsdam (GFZ)





Die Form der Erde (4)

- Das Geoid entzieht sich einer einfachen math. Handhabung. Es ist deshalb nicht als Basis geographischer Lage-Koordinaten geeignet, sehr wohl aber als Bezugssystem für Höhenangaben (Höhen über dem „Meeresspiegel“).
- Für Lagekoordinaten werden an das Geoid angepaßte Rotationsellipsoide verwendet.
Für das GPS-System wird das Ellipsoid „WGS84“ verwendet.



Die Form der Erde (5)

Das „World Geodetic System 1984“ (WGS 84)

Halbachsen des Ellipsoids: $a = 6378137.0 \text{ m}$

$b = 6356752.3...m$

Abplattung = $1 / 298.25722...$

Lagerung im Masseschwerpunkt der Erde

**weltumspannende Anpassung an das Geoid
mit Höhen-Abweichungen bis max. $\sim 100 \text{ m}$**

**Geodätische Festlegung durch Referenzstationen
(„Kontroll-Segment“)**



Basiswissen zur GPS-Navigation(1)

GPS ist ein weltweites Satelliten-Navigationssystem des US-Verteidigungsministeriums. Das System umfasst insgesamt 27 Satelliten, davon 3 Reserve-Satelliten. Die auf festen Umlaufbahnen kreisenden NAVSTAR-Satelliten gewährleisten den Empfang des Dienstes zu jeder Zeit überall auf der Welt.

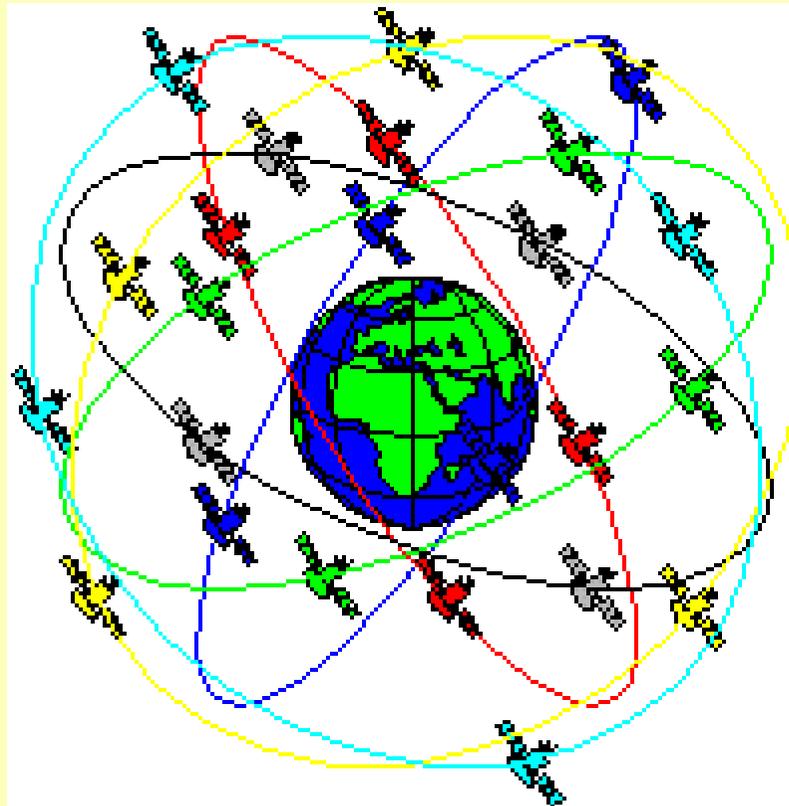
Die Satelliten sind mit hochpräzisen Atomuhren ausgestattet. Die Satelliten senden u.a. ein Zeitsignal und Angaben zur Position.

Die Signale werden auf 2 Frequenzen ausgestrahlt:

- L1 - GPS-Primärfrequenz (1575,42 MHz), für die zivile Nutzung**
- L2 - GPS-Sekundärfrequenz (1227,6 MHz)**

**6 Umlaufbahnen in rd. 20 200 km Höhe, Bahnneigung rd. 55 Grad
Umlaufzeit rd. 12 Std. also 2 Umläufe/Tag**

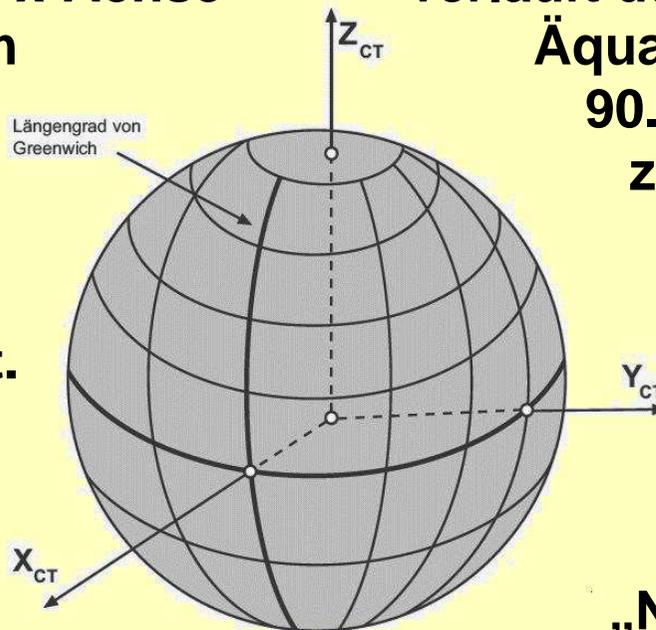
Basiswissen zur GPS-Navigation(2)



Basiswissen zur GPS-Navigation(3)

Earth Centered Earth Fixed

ECEF ist ein internes, rechtwinkliges Koordinatensystem des GPS-Gerätes, das mit drei Dimensionen (x , y , z) arbeitet und dessen Achsen sich im Erd-Mittelpunkt schneiden. Die x -Achse verläuft durch den Schnittpunkt des Null-Meridians mit dem Äquator und die y -Achse durch die Schnittpunkte der 90. Längengrade mit dem Äquator, die z -Achse durch die geografischen Pole. ECEF-Koordinaten werden vom Gerät in ein beliebiges Kartendatum umgerechnet. (i.d.R. „WGS 84“)



(Die Datenüber-
meist nach dem

tragung erfolgt dann
„NMEA 0183“- Standard)



Einsatzgebiete von GPS

- **militärische Nutzung am Boden und in der Luft**
- **Rettungswesen - „Search and Rescue“ (SAR)**
- **Vermessungswesen und Geodäsie**
- **Frachtverkehr, z.B.: Laufweg-Verfolgung von Containern, Flottenmanagement bei Speditionen**
- **private Nutzung im Kfz mit Routenberechnung**
- **private Nutzung zur Orientierung im Gelände, usw.**



GPS in Frage u. Antwort (F A Q)

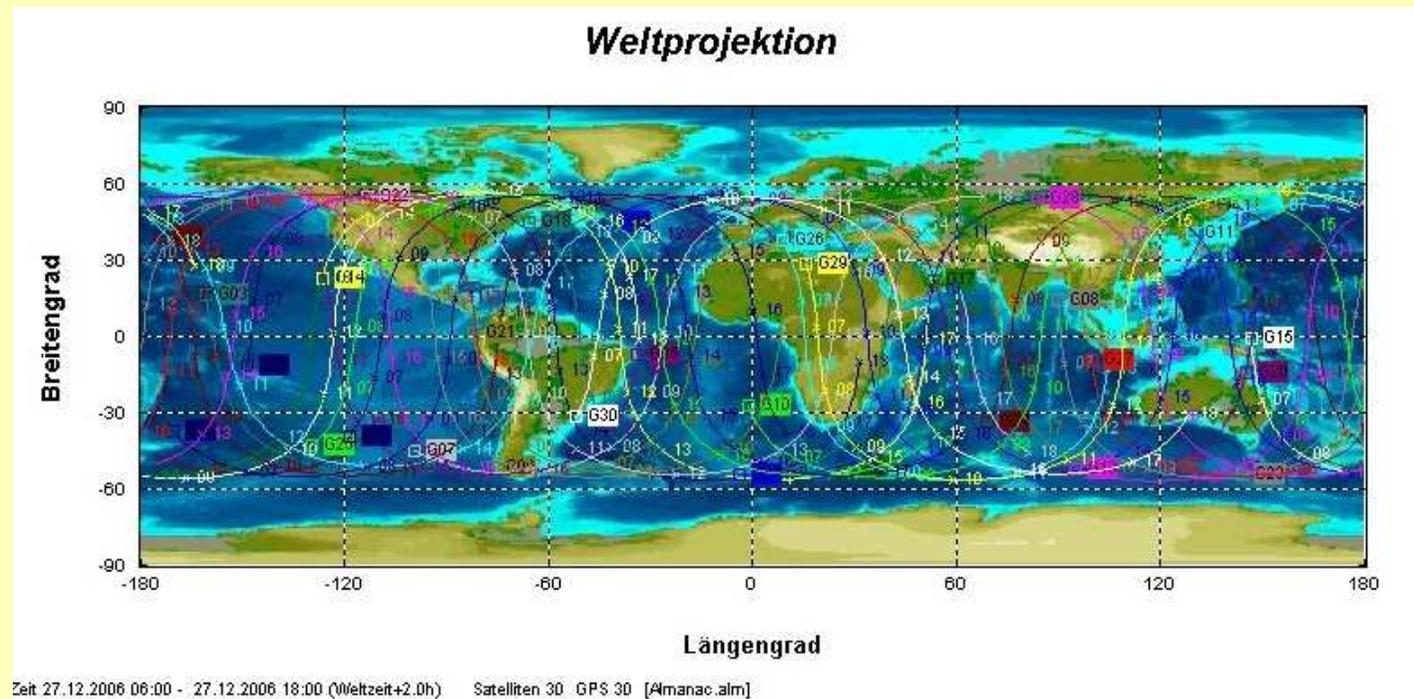
FRAGE 1

Hilfe !! - Ist mein neues GPS-Navi kaputt? Ich bin mit meinem Auto vor 5 min. aus der Tiefgarage gefahren. Jetzt bin ich schon auf der Autobahn Richtung Norden unterwegs und mein neues Navi zeigt immer noch keine Position?!

**Antw.: - Ihr Navigationsgerät ist vermutlich ok - haben Sie Geduld!
- Ihr neues Gerät muß einen „Kaltstart“ durchführen. Es hat zunächst noch nicht einmal eine halbwegs genau gehende Uhr! Es hat noch keinerlei Information darüber, wo auf der Erde es sich überhaupt befindet und welche Satelliten sich wo befinden. Es muß erst herausfinden, welche Satelliten es z.Z. „sieht“ und muß erst die Bahndaten der Satelliten empfangen.
Die Übertragung d. Bahndaten, der „Almanach“, dauert ~ 15 min!**

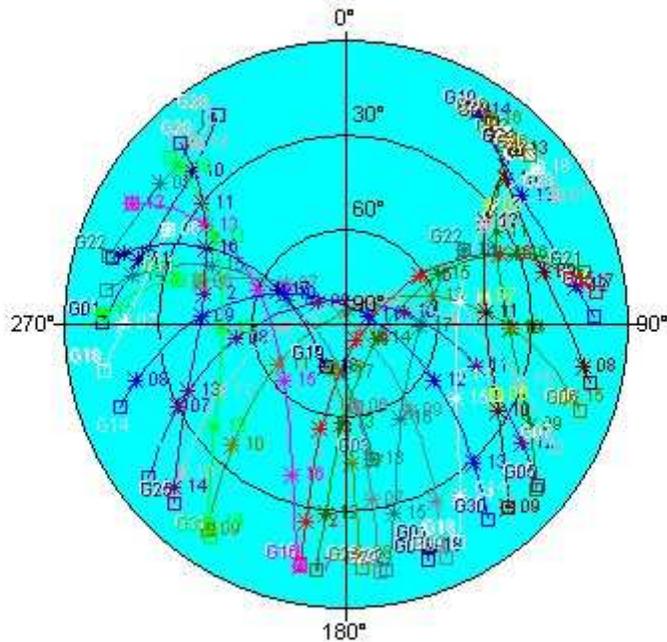
noch Antwort auf FRAGE 1

- Ein Kfz ist kein guter Empfangsort, die Karosserie wirkt als Abschirmung. Bleibt nur der Signalempfang durch die Scheiben.
- Sie fahren nach Norden, aus dieser Richtung sind keine Satellitensignale zu empfangen! Hier hilft nur warten!



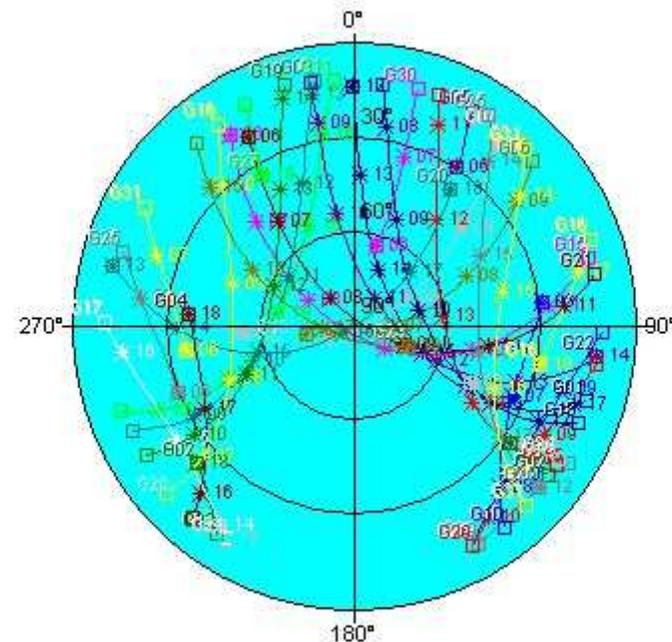
noch Antwort auf FRAGE 1

Polardarstellung



Station München, Deutschland Nord 48° 6' Ost 13° 0' Höhe 550m
 Mindestelevation 10° Hindernisse 0%
 Zeit 27.12.2006 06:00 - 27.12.2006 18:00 (Weltzeit+2.0h)
 Satelliten 30 GPS 30 [Almanac.alm]

Polardarstellung



Station Stanley, Falklandinseln Süd 51° 45' West 57° 58' Höhe 0m
 Mindestelevation 10° Hindernisse 0%
 Zeit 27.12.2006 06:00 - 27.12.2006 18:00 (Weltzeit+2.0h)
 Satelliten 30 GPS 30 [Almanac.alm]



GPS in Frage u. Antwort (F A Q)

FRAGE 2

Hilfe !! - Ich habe bei einer Wanderung im Wald die Orientierung verloren. Als ich deshalb mein GPS-Navi aus dem Ruckack holte und einschaltete, wartete ich aber minutenlang vergebens auf eine Positionsanzeige.

**Antw.: - Hier machen sich die quasioptischen Ausbreitungsbedingungen der verwendeten, hohen Signalfrequenzen bemerkbar. Die Belaubung der Vegetation bewirkt eine deutliche Dämpfung der Signale.
Abhilfe: Schalten Sie ihr Gerät schon außerhalb des Waldgebiets ein. Hat es erst einmal erfolgreich eine Position ermittelt, kommt es anschließend auch meist mit der schlechten Empfangssituation im Wald zurecht!**



GPS in Frage u. Antwort (F A Q)

FRAGE 3

Hilfe !! - Ich habe für einen markanten Punkt aus der Topografischen Karte die Koordinaten ermittelt. Mein Navi zeigte dann vor Ort aber deutlich andere Koordinaten. Ist es kaputt?

**Antw.: - Nein !!! Sie haben nur „Äpfel mit Birnen“ verglichen!
Hier geht es um zwei verschiedene geodätische Festlegungen!
Man spricht hier von „Kartendatum“ (engl.: Map Datum)!
Das GPS-Navi arbeitet mit Bezugssystem u. Ellipsoid „WGS 84“.
Das Koordinatengitter der aml. top. Karten bezieht sich auf das Ellipsoid „Bessel 1841“ mit Bezugspunkt „Rauenberg“ und wird mit unterschiedlichen Begriffen bezeichnet:
„ Potsdam Datum“, „DHDN“, „German Grid“**



GPS in Frage u. Antwort (F A Q)

FRAGE 4

Hilfe !! - Ich habe für einen markanten Punkt die von meinem Navi angezeigte Höhe mit den Angaben der Topografischen Karte verglichen. Woher kommt die Abweichung von über 40 Meter ?

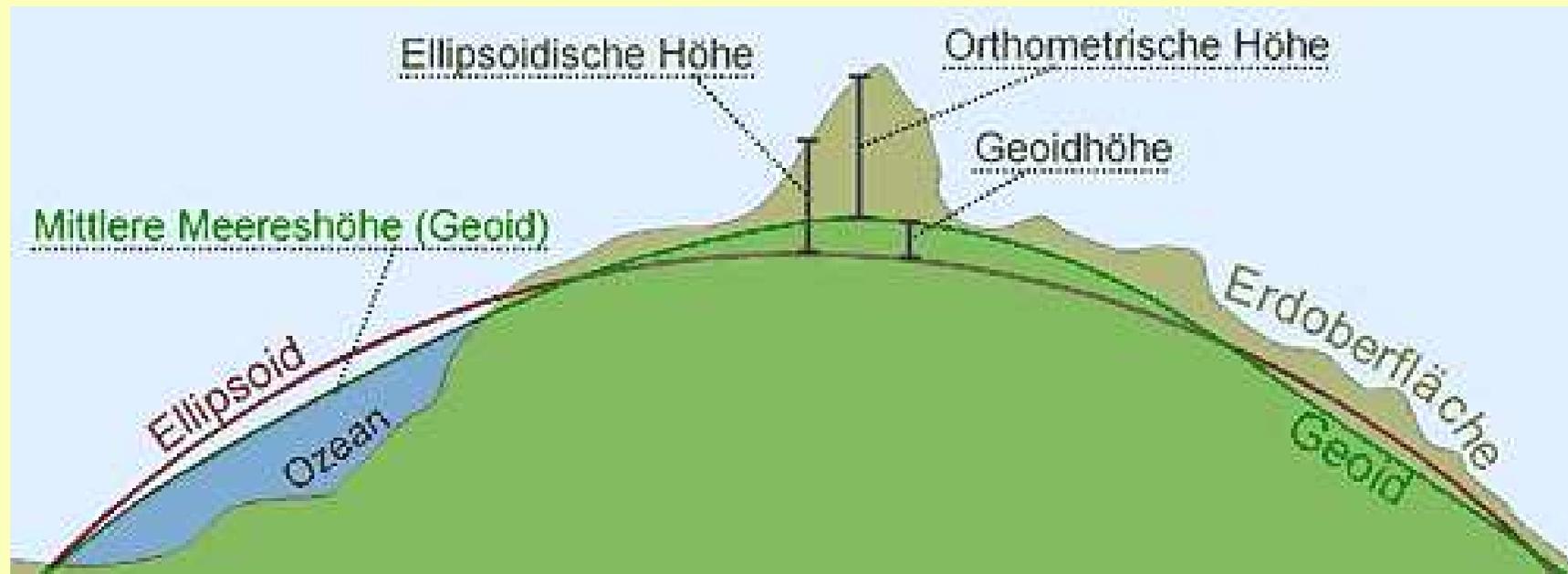
Antw.: - Es geht wieder um den Vergleich „Äpfel mit Birnen“ !

Die Höhenangabe ihres GPS-Navi ist eine „Höhe über dem WGS 84-Ellipsoid“.

Die aml. Höhenangabe ist eine „Höhe über dem Meeresspiegel“, also eine Höhe über dem Geoid !

GPS in Frage u. Antwort (F A Q)

noch Antwort auf FRAGE 4





GPS in Frage u. Antwort (F A Q)

FRAGE 4

Frage: - Wie genau ist die Positionsbestimmung handelsüblicher GPS-Navigationsgeräte für den privaten Gebrauch!

**Antw.: - Die Genauigkeit hängt ab von Anzahl und Konstellation der verwendeten Satelliten. Höhenkoten sind etwa um den Faktor 2 ungenauer als die Lagekoordinaten.
Für eine genaue Navigation sind die Signale v. mind. 4 Satelliten erforderlich.**

Im Bedarfsfall ist auch eine ungenauere Positionsrechnung mit nur 3 Satelliten möglich, dann aber nur Lage, keine Höhe!

Bei mind. 4 Satelliten können wir auf eine Lagegenauigkeit von bestenfalls 10 m hoffen!

Welches Navigationsgerät ist richtig für mich? (1)

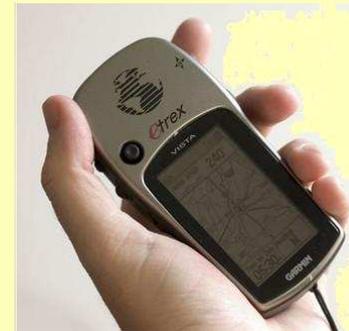
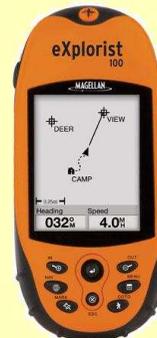
- „GPS-Mäuse“ als Hardware-Ergänzung zum Laptop mit Kabel- oder Bluetooth-Anbindung



Kabelanschluß: USB oder seriell (RS 232)
Übertragung der Positionsdaten nach dem „NMEA 0183“- Standard
Auswertung mit entsprechender Karten-Software auf dem Laptop

Welches Navigationsgerät ist richtig für mich? (2)

- eigenständige GPS-Geräte von wenigen Herstellern:
(z.B. Magellan, Garmin, u.a.)



Geräte unterschiedlichster Leistungs- u. Preisklassen mit monochromer oder farbiger Kartenanzeige, oder mit einfacher Anzeige für Position, Richtung u. Entfernung, auch in seewasserfester Ausführung, interner Speicher in unterschiedlichster Größe

Welches Navigationsgerät ist richtig für mich? (3)

- PDA's (Personal Digital Assisntent) mit GPS-Empfangsmodul und Routenberechnungs- oder Kartensoftware



Welches Navigationsgerät ist richtig für mich? (4)

- PNA's (Personal Navigation Assistant) sind primär für die Kfz-Navigation gedacht und in jedem Fall mit einem Routenberechnungsprogramm ausgestattet.





Welches Navigationsgerät ist richtig für mich?

noch (4) PNA

Die Geräte verfügen über eine Sprachausgabe, und gibt es mit und ohne TMC-Ausstattung.

TMC steht für **Traffic Message Channel**.

Verkehrsbehinderungen, Umleitungen u. Staus werden über das RDS, das Radio Data System der UKW-Rundfunksender, verbreitet, und können von diesen Navigationsgeräten bei der Routenberechnung berücksichtigt werden.

Diese Navigationsgeräte können auf verschiedene Nutzerprofile eingestellt werden, z.B. Radfahrer / LKW / PKW langsam / PKW schnell.

Verschiedene Optionen zur Routenberechnung,
z.B. Autobahnnutzung ja / vermeiden / nein



Welches Navigationsgerät ist richtig für mich?

noch (4) PNA

Diese Geräte verfügen teilw. über zusätzliche Möglichkeiten,
z.B. als MP3-Player.

Neuere Geräte bieten die zusätzliche Verwendung als
Handy-Freisprecheinrichtung.

Statt der bisher üblichen 3,5''-Farbdisplays gibt es
neuere Geräte mit 5''-Farbdisplays.

12V-Stromversorgung im Kfz über die Zigattenanzünder-Buchse.
Die Betriebsdauer mit eingebauten Akku ist gering (z.B. nur 3 Std.)



Welches Navigationsgerät ist richtig für mich? (5)

Hinweise zur Technik:

Es gibt nur sehr wenige Hersteller von GPS-Empfangsmodulen.
(z.B. Evermore, Sirf, u.a.)

Auf der Fläche einer Briefmarke ist die Empfangsantenne, der Verstärker, der Mikroprozessor zur Signalauswertung u. Positionsberechnung und die serielle Datenausgabe integriert !!!

Derzeitiger Stand der Technik ist das Empfangsmodul „SIRF III“

Die restliche Gerätetechnik beinhaltet dann die Stromversorgung, das Display und die Karten- oder Routing-Software.

Hinweis: Es gibt auch Handys mit GPS (Smartphones)



Mein GPS-Navi (1)

Überlegung: preiswertes Gerät für alle Zwecke, weniger für das Auto, vielmehr für meine Fahrrad-Touren.

Vorkenntnisse: theor. Grundlagen bekannt, keinerlei Geräte-Kenntnisse

Kaufentscheidung: erstes Angebot einer Diskounter-Kette für unter € 300.-

Ernüchterung: gutes Gerät für Kfz, aber unbrauchbar am Fahrrad !

- >> Akku-Laufzeit mit 3 Std viel zu gering, nach 1 Std. nervt bereits ständig eine Warn-Einblendung !
- >> Was geschieht bei Regen, Gerät ist mit Sicherheit nicht dicht !
- >> Bei hellem Tageslicht ist das Display praktisch nicht zu erkennen!

Mein GPS-Navi (2)

Erkenntnis: Die gute alte Karte aus Papier ist durch nichts zu ersetzen. Sie hält sicherlich auch bei schlechtem Wetter 2 Wochen durch u. ist mit 5.- € bis 8.- € für jedermann erschwinglich u. ggf. zu ersetzen!
Allen euphorischen Internet-Seiten zum Trotz, die Karte aus Papier ist besser!

Ideen: ▶ Aufrüstung mit einem externen Batteriesatz, der über das Kfz-Kabel mein Navi mit Strom versorgt (Eigenbau).





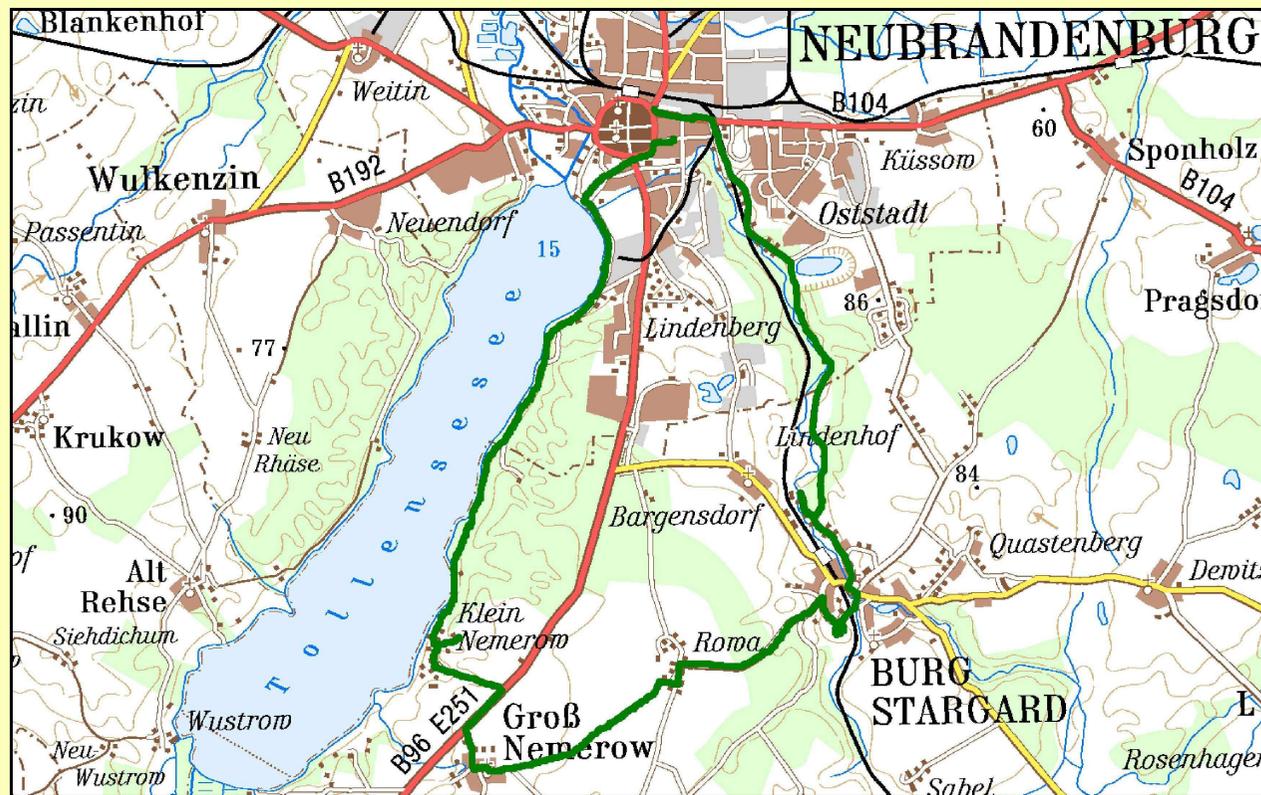
Mein GPS-Navi (3)

- ▶ Abkehr von der direkten Navigation und Verwendung des Gerätes als Datenlogger. Die Navigationsdaten (NMEA 0183-Datensätze) werden während der gesamten, gefahrenen Strecke auf der SD-Speicherkarte im Navi festgehalten und können nach der Tour am häuslichen PC auf einer digitalen Karte angezeigt werden.

```
$GPVTG,,T,,M,0.00,N,0.0,K*7E  
$GPGGA,084104.828,5333.3350,N,01316.2625,E,1,04,4.3,58.2,M,,,,0000*3D  
$GPRMC,084104.828,A,5333.3350,N,01316.2625,E,0.00,,310806,,*1F  
$GPVTG,,T,,M,0.00,N,0.0,K*7E  
$GPGGA,084105.828,5333.3350,N,01316.2625,E,1,04,4.3,58.2,M,,,,0000*3C  
$GPRMC,084105.828,A,5333.3350,N,01316.2625,E,0.00,,310806,,*1E
```

Beispiel NMEA-Datensätze

Mein GPS-Navi (4)



TÜK 1:200000 Mecklenburg-Vorpommern © Copyright LVerMA Mecklenburg-Vorpommern, 2003

Darstellung einer Radtouren-Aufzeichnung in der digitalen Top Karte



Mein GPS-Navi (5)

Techn. Bedingungen:

Änderung der installierten Software
(meist Änderung eines einzigen Eintrags in einer INI-Datei)
oder
Installation alternativer Freeware!

Tipp: Recherche auf www.pocketnavigation.de führt sicher zum Ziel!

Praxis-Tipp:

Rütteltests auf Kopfsteinpflasterstraßen haben es mir deutlich gezeigt -
alle Batterien und Stecker mit Gummiringen sichern !!!
EIN/AUS-Schalter mit fester Abdeckung gegen versehentlichen Druck
sichern !

.... FAZIT: ENDE GUT - ALLES GUT !



Link-Sammlung

www.pocketnavigation.de Tipps u. Tricks zu GPS-Geräten

[www.lverma.nrw.de/produkte/druckschriften/verwaltungsvorschriften/images/gps/Glossar %20Stand 27 06 02.pdf](http://www.lverma.nrw.de/produkte/druckschriften/verwaltungsvorschriften/images/gps/Glossar_%20Stand_27_06_02.pdf)

PDF-Broschüre mit Erläuterung aller Fachbegriffe

<http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm96/intpt.html>

Online-Berechnung der Geoidundulation
(Höhenunterschied zw. WGS 84 und Geoid)

www.geodaten.bayern.de/bvv_web/index_2.html?navi=navi_tk.html&content=produkte/tk_6.html

Topographische Karte 1:50000 als digitale
Rasterdaten mit digitalem Höhenmodell



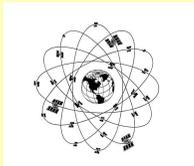
Anregungen

(auch als Themen-Vorschlag für weitere Vorträge)

- | | |
|---------------------------------|--|
| TOP 50 DVD | Die Topographische Karte 1:50000 auf DVD mit Geogrid-Viewer Software
Eine phantastische, preiswerte Kartensoftware mit vielen Möglichkeiten für jeden, der kein Stubenhocker ist! |
| Geotagging | Die Geocodierung digitaler Bilder
Die Geocodierung von Bildern u. Speicherung der Koordinaten im Bild eröffnet tolle Möglichkeiten, Bild u. Karte zu kombinieren (auch mit Google Earth)! |
| deshalb schon mal vorab: | Das erste Bild jeder Photosafarie sollte ein Bild der Zeitanzeige auf Ihrem GPS-Gerät sein! |

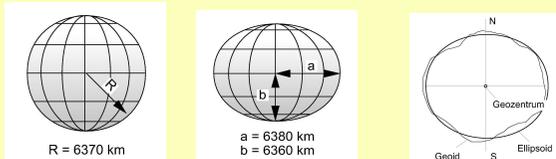
Quellenverzeichnis (1)

Seite 1



Skriptum „Global Positioning System“ v. Dr. E. Burlet, ETH Zürich
www.lue.ethz.ch/people/eburlet/Skript_GPS.pdf

Seite 3 und 4



Skriptum „Vermessung“ v. Dr. E. Burlet, ETH Zürich
www.lue.ethz.ch/docs/Skripte/vermessung.pdf

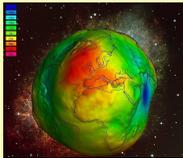
Seite 4



Freistaat Thüringen
Landesamt für Vermessung und Geoinformation
www.thueringen.de/de/tlvermgeo/landesvermessung/grundlagen/

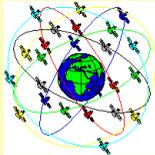
Quellenverzeichnis (2)

Seite 5



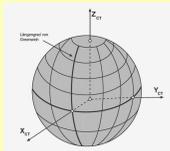
GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ)
www.gfz-potsdam.de/pb1/pg3/index_S13d.html

Seite 9



„Global Positioning System - GPS“ von Dipl.Ing. Toralf Schumann
www.toralf-schumann.de/html/gps_main.html

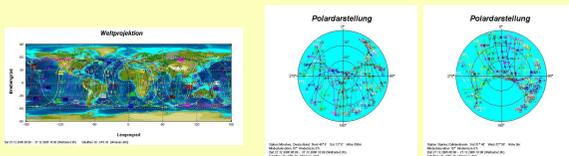
Seite 10



Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen
www.lverma.nrw.de/produkte/druckschriften/infomaterial/images/pi/pi_etr89.pdf

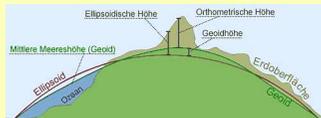
Quellenverzeichnis (3)

Seite 13 u. 14



Software „Planning“ der Fa. Trimble Navigation Limited
[www.trimble.com/
planningsoftware_ts.asp?Nav=Collection-8425](http://www.trimble.com/planningsoftware_ts.asp?Nav=Collection-8425)

Seite 18



„Global Positioning System - GPS“ von Dipl.Ing. Toralf Schumann
www.toralf-schumann.de/html/gps_main.html

Seite 20



Online-Versandhaus Pearl
www.pearl.de

Quellenverzeichnis (4)

Seite 20



Navilock, Fa. Tragant Handels und Beteiligungs GmbH

www.navilock.de/produkte/gruppen/3/Kabel_Empfaenger

Seite 21



Fa. Magellan Navigation Inc.

www.magellangps.com/products/product.asp

Seite 21



GPS Gesellschaft für professionelle Satellitennavigation mbH
deutsche Alleinvertretung der Fa. GARMIN, USA

www.garmin.de/geraete/index.php

Quellenverzeichnis (5)

Seite 22



GPS Gesellschaft für professionelle Satellitennavigation mbH
deutsche Alleinvertretung der Fa. GARMIN, USA

http://garmin.de/strasse/produktbeschreibung_alt/ique_3200/index.php

Seite 22



Fa. TomTom International BV
www.tomtom.com/products/index.php

Seite 23



Fa. Medion AG
www.medionshop.de

Quellenverzeichnis (6)

Seite 28



Photos des Verfassers

Seite 30



Top 50 CD V4 von Mecklenburg-Vorpommern
TÜK 1:200000 Mecklenburg-Vorpommern
© Copyright LVermA Mecklenburg-Vorpommern, 2003
www.lverma-mv.de/cd_rom_top50_v4.htm



- E N D E -

***Wenn du weißt wo du bist,
kannst du sein wo du willst,
aber wenn du nicht weißt wo du bist,
musst du sehen wo du bleibst!***

(gefunden im Internet)