

1 Ellipsoid

Die einfachste mathematische Beschreibung der Erde ist ein Rotationsellipsoid mit der langen Achse am Äquator (12.756 km) und der kurzen Achse zu den Polen (12.713 km).

Auf dieser Basis ist das World Geographic System (WGS) definiert, das auch Grundlage aller GPS Koordinaten darstellt. Damit lassen sich allerdings nur Längen- und Breitengrade zuverlässig feststellen. NICHT die Höhe.

2 Erdbeschleunigung

Die Erdbeschleunigung wird üblicherweise mit $9,81 \text{ m/s}^2$ angenommen. Tatsächlich variiert sie aber zwischen $9,78 \text{ m/s}^2$ und $9,83 \text{ m/s}^2$.

Ursachen dafür sind unter Anderem der lokal unterschiedliche Aufbau der Erde und der Höhenunterschied zwischen Gebirgen und unterseeischen Gräben von über 20 km.

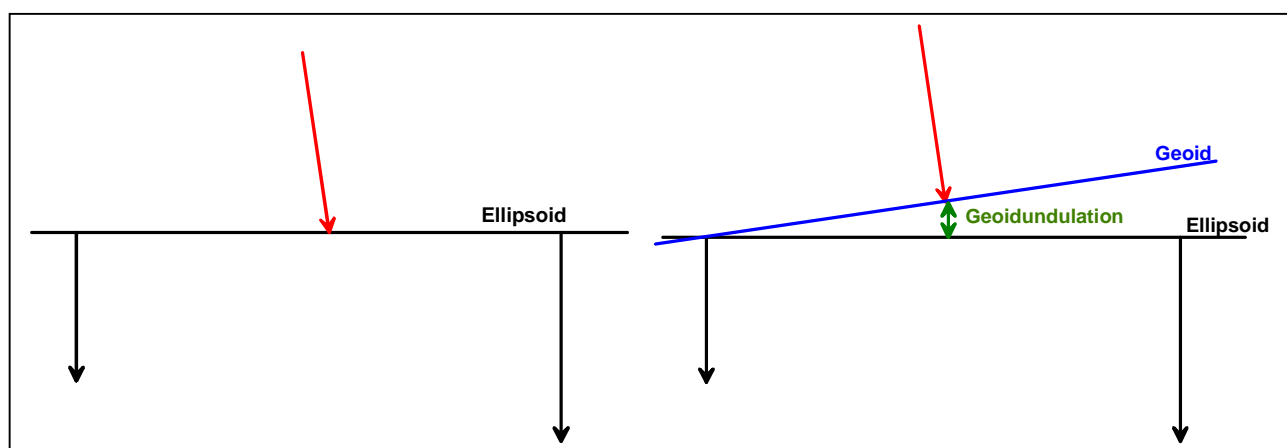
3 Höhe

Im allgemeinen Sprachgebrauch misst man die Höhe eines Berggipfels in m über NN. Dabei ist NN (Normal Null) eine Referenz auf Seehöhe die meist lokal festgelegt wurde und damit nicht global gültig ist. In Deutschland und vielen anderen Europäischen Ländern wird heute der „Neue Pegel Amsterdam“ verwendet. In Österreich benutzt man noch aus der KuK Zeit den Pegel Triest.

Für globale Betrachtungen sind diese Höhenangaben vollkommen ungeeignet. So beträgt die Höhendifferenz am Panamakanal zwischen Pazifik und der Bucht von Mexiko etwa 40 m und ist vorwiegend durch die unterschiedlichen Strömungsverhältnisse bedingt.

Es gibt eine Reihe von Definitionen der Höhe (siehe [http://de.wikipedia.org/wiki/Höhe_\(Geodäsie\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Höhe_(Geodäsie))) von denen heute die orthometrische Höhe die gebräuchlichste ist.

Grundlage dabei ist, dass Wasser zwischen zwei Punkten gleicher orthometrischer Höhen nicht fließt. Dazu eine sehr vereinfachte Betrachtung:



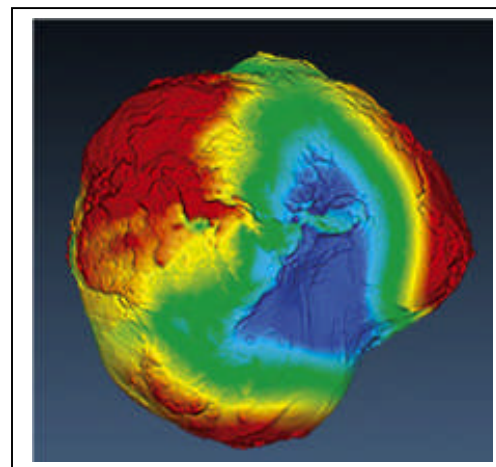
Wir haben hier (links) zwei verschiedenen Schwerkraften und der resultierende Schwerkraftvektor (rot) steht schräg auf dem Ellipsoid. Wasser würde also von links nach rechts laufen. Damit der Schwerkraftvektor senkrecht steht, wird das Ellipsoid um die Geoidundulation zum Geoid korrigiert. Bezogen auf das Geoid fließt das Wasser nicht. Die orthometrische Höhe ist jetzt die Höhe des Geländes über dem Geoid und wird in Richtung des Schwerkraftvektors gemessen.

4 Geoid

Das Geoid entsteht durch die Korrektur „Geoidundulation“ aus dem mathematischen Ellipsoid. Voraussetzung dafür ist aber eine möglichst genaue Kenntnis der lokalen Schwereverhältnisse der Erde. Weltweit beträgt die Differenz zwischen Ellipsoid und Geoid zwischen -120 m und + 80 m.

In Deutschland beträgt die Differenz zwischen Nordseeküste und Voralpen etwa 20 m.

Die Erde sieht daher eher wie ein verschrumpelter Apfel aus. Extrem überhöht ergibt sich die rechte Darstellung. Blaue Flächen liegen tiefer als das Ellipsoid, rote höher. Eine schöne Darstellung liefert der Link zum Geoforschungszentrum in Potsdam.



<http://www-app2.gfz-potsdam.de/sec13/animated-potato-d-cms.html>

Für Mittel- und Westeuropa existiert schon seit vielen Jahren ein präzises Geoid, das durch langjährige terrestrische Vermessungen entstanden ist. Weltweit bestehen bisher nur sehr unzureichende Modelle, die überwiegend aus Bahnmessungen von Satelliten abgeleitet wurden und eine Maschenweite von ca. 500 km haben.

Mit dem Satelliten GOCE soll in den kommenden zwei Jahren das Schwerefeld der Erde so präzise vermessen werden, dass man ein Geoid mit einer Maschenweite von 100 km und einer Genauigkeit von 1 bis 2 cm berechnen kann.

Mit einem derartigen Geoid kann man dann Änderungen der Meereshöhe, die sich etwa aus Klimaänderungen (Abschmelzen der Polkappen) oder Änderungen in Strömungsverhältnissen ergeben, genauer bestimmen.

5 Weitere Links

Allgemein:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Geoid>

Zum Projekt GOCE:

<http://www.goce-projektbuero.de/goce.html>

Zum Vorgängerprojekt GRACE:

http://www.dlr.de/rb/desktopdefault.aspx/tabid-2731/6724_read-6309/

<http://www.csr.utexas.edu/grace/>

<http://grace.jpl.nasa.gov/>