

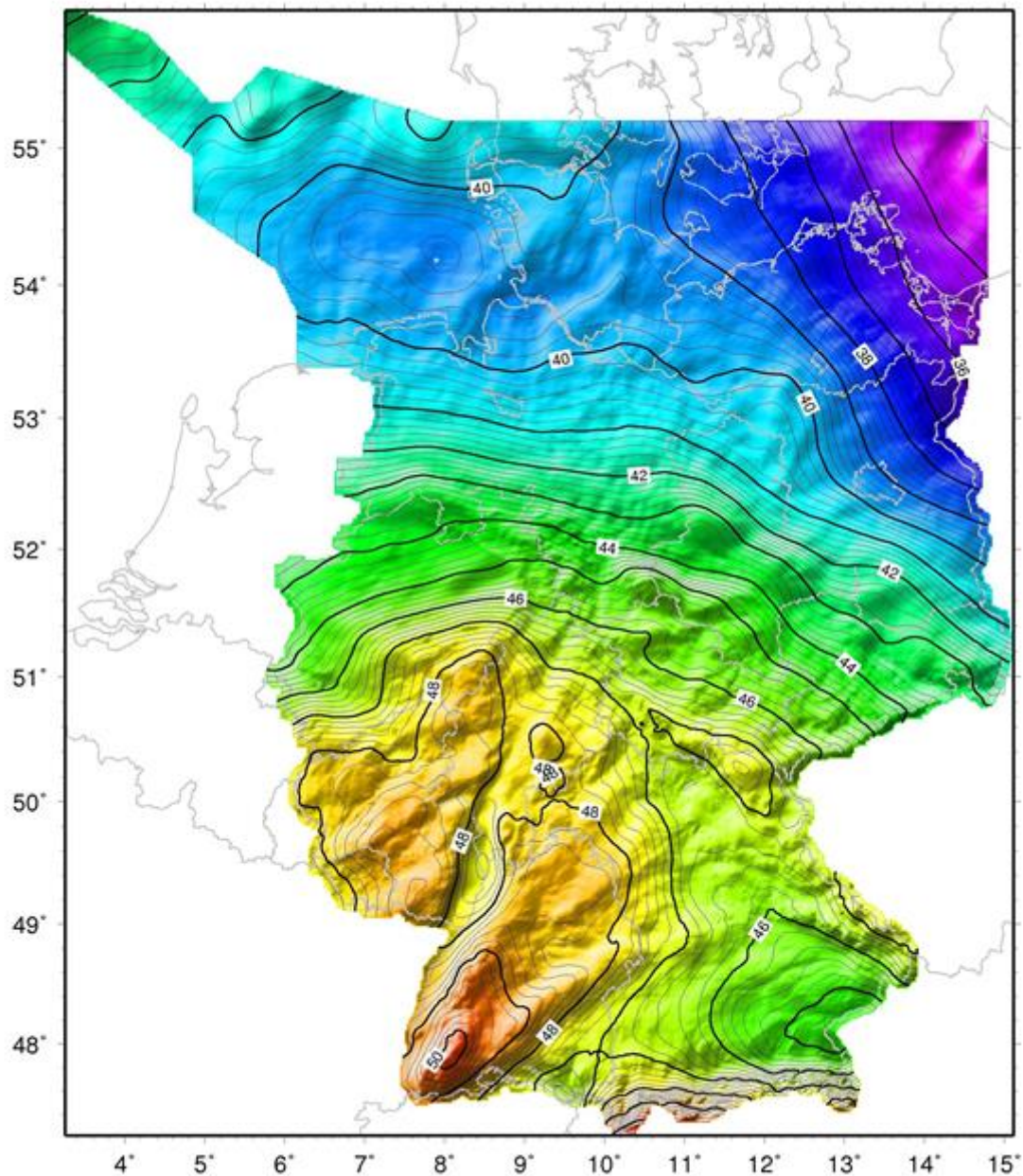


# Quasigeoid der Bundesrepublik Deutschland

Die Höhenreferenzfläche der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder

## GCG2016

(German Combined QuasiGeoid 2016)



Stand der Dokumentation: 28.10.2016

| <b>INHALT:</b>  | Seite    |
|---|----------|
| <b>1 Übersicht über den Datenbestand</b>                              | <b>3</b> |
| <b>2 Beschreibung des Inhaltes des Datenbestandes</b>                 | <b>3</b> |
| <b>3 Datenvolumen</b>   | <b>5</b> |
| <b>4 Hinweise zur Datenbereitstellung</b>                             | <b>5</b> |
| <b>5 Beschreibung der Datenformate</b>                                | <b>5</b> |
| 5.1 ASCII-Format  | 5        |
| 5.2 Binäres Format  | 5        |
| 5.3 Spezielle Formate zur Einbindung in Software der Gerätehersteller | 6        |
| <b>6 Sonstiges</b>  | <b>6</b> |
| <b>7 Bestellung und weitere Dienste</b>                               | <b>7</b> |

## 1 Übersicht über den Datenbestand

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Produkt</b>              | : GCG2016   |
| <b>Inhalt</b>               | : Das German Combined Quasigeoidmodell beschreibt die Höhenbezugsfläche der Landesvermessung über dem Referenzellipsoid des Geodätischen Referenzsystems 1980 (GRS80). Es ermöglicht die Transformation zwischen satellitengeodätisch bestimmten ellipsoidischen Höhen und nivellitisch bestimmten physikalischen Höhen.                        |
| <b>Gebiet</b>               | : Territorium der Bundesrepublik Deutschland<br>(siehe ausführliche Angaben unter 2.)   |
| <b>Räumliche Gliederung</b> | : Gitterdatei 30" x 45"   |
| <b>Georeferenzierung</b>    | : ETRS89 in der Realisierung ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016) der deutschen Landesvermessung (ETRS89_Lat-Lon <sup>1</sup> , Lagestatus 889) in Bezug auf das Referenzellipsoid GRS80 und nivellitische Höhen im DHHN2016 (DE_DHHN2016_NH <sup>1</sup> , Höhenstatus 170)   |
| <b>Quelle</b>               | : – Schweremessungen<br>– Höhenanomalien an GNSS-/Nivellementsunkten<br>– Digitale Geländemodelle und bathymetrische Daten<br>– Globale Geopotentialmodelle   |
| <b>Herstellungsmethode</b>  | : Das Produkt wurde durch Mittelung von unabhängigen Lösungen des BKG und des Instituts für Erdmessung der Leibniz Universität Hannover (IfE) berechnet.<br>BKG: Punktmassenausgleichung, basierend auf der „Remove-Compute-Restore“ Technik<br>IfE: Integrations- und Kollokationsverfahren basierend auf der „Remove-Compute-Restore“ Technik |
| <b>Auflösung</b>            | : Lage: Geogr. Breite 30“, Geogr. Länge 45“ (ca. 0,9 km x 0,9 km)<br>Höhenanomalie: 0,1 mm  |
| <b>Genauigkeit</b>          | : Höhenanomalie: < 1 cm (Alpen max. 2 cm, Meeresbereich 2 – 6 cm)   |
| <b>Datenformate</b>         | : – ASCII (B, L, ζ)<br>– Binär inkl. Interpolationsprogramm<br>– Trimble-Format (.GGF)<br>– LEICA-Format (.GEM)<br>– TOPCON-Format (.gff)<br>– SurvCE-Format (.gsf)   |
| <b>Datenträger</b>          | : DVD, online (ftp)   |

## 2 Beschreibung des Inhaltes des Datenbestandes

Die Bestimmung des Quasigeoids der Bundesrepublik Deutschland ist eine Gemeinschaftsarbeit der Vermessungsverwaltungen der Länder, des BKG und des IfE Hannover.

---

<sup>1</sup> Bezeichnung entsprechend "Koordinatenreferenzsysteme und Maßeinheiten für AFIS-ALKIS-ATKIS" der GeoInfoDok der AdV

Das Quasigeoid ermöglicht die Transformation zwischen ellipsoidischen Höhen im ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016) und Normalhöhen im DHHN2016.

Das amtliche Bezugssystem ETRS89 wird in Deutschland durch die SAPOS-Stationen für den Nutzer bereitgestellt. Werden mit dem SAPOS-Dienst ellipsoidischen Höhen bestimmt, lassen sich ohne weitere Korrekturen nivellistische Höhen im DHHN2016 berechnen:

$$H^{DHHN} = h^{ETRS} - \zeta_{DHHN}^{ETRS}$$

Für die Bestimmung des Quasigeoids wurden folgende Daten verwendet:

- Schwerestörungen ( $\delta g$ ) abgeleitet aus 860 000 Punktschwerewerten der Landesvermessungsämter, des BKG, des IfE Hannover, des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), des deutschen Schwerearchivs, des WEG Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., der Nachbarstaaten der Bundesrepublik Deutschland sowie des globalen Schwerefeldmodells DTU13 (Andersen et al., 2013) im Meeresbereich
- ca. 470 Quasigeoidhöhen ( $\zeta_{SN}$ ) abgeleitet aus GNSS-Messungen im ETRS89 und Normalhöhen im DHHN2016
- Digitale Geländemodelle (Deutschland: DGM25, Europa: EuroDEM) und bathymetrische Daten des BSH sowie des weltweiten Modells GEBCO (<http://www.gebco.net>, Stand 2004)
- Globales Schwerefeldmodell EIGEN6C4 (Foerste et al., 2014).

Dem Quasigeoidmodell liegen zwei unabhängige Berechnungen des BKG und des IfE zugrunde. Das Berechnungsverfahren des BKG basiert auf der Ausgleichung von Punktmassen in Verbindung mit einer „Remove-Compute-Restore“ Technik. Als Beobachtungen werden Schweremessungen (Schwerestörungen) verwendet, die vorher um den Einfluss der Topografie und den Anteil eines globalen Geopotentialmodells reduziert wurden. Nach der Ausgleichung werden diese Anteile an den berechneten Quasigeoidhöhen wieder angebracht.

Als Unbekannte wird ein Raster von Punktmassen in 5 km Tiefe und einem Gitterabstand von ca. 5km eingeführt. Aus den in der Ausgleichung bestimmten Punktmassen wird ein gravimetrisches Quasigeoid berechnet, das durch eine Korrekturfläche an die amtlichen Bezugssysteme ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016) und DHHN2016 angepasst wird. Die Berechnung der Korrekturfläche erfolgt mit einem Interpolations-/Kollokationsverfahren auf der Grundlage eines ca. 470 Punkte umfassenden Datensatzes von GNSS-/Nivellementpunkten.

Die Quasigeoidberechnung des IfE basiert ebenfalls auf der „Remove-Compute-Restore“ Technik. In einer zweistufigen Lösung werden zunächst Freiluftanomalien und topografische Daten mit einem globalen Geopotentialmodell durch einen Integrationsansatz zu einer gravimetrischen Quasigeoidlösung kombiniert, während im zweiten Berechnungsschritt die GNSS- und Nivellementhöhen mit Hilfe von Kollokationsverfahren einbezogen werden.

Die berechneten Quasigeoidhöhen beider Modelle stimmen im Mittel besser als 0,5 mm überein, die Standardabweichung beträgt 9,7 mm (Landgebiet 4,6 mm). Das endgültige Quasigeoid wird durch Mittelung beider Modellhöhen gebildet.

Die Auslieferung des Modells erfolgt für das gesamte Gebiet von Deutschland, alternativ für 5 Teilregionen:

|           |  |
|-----------|--|
| Nordost:  | Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen                              |
| Süd:      | Baden-Württemberg, Bayern  |
| West:     | Hessen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland   |
| Nordwest: | Bremen, Hamburg, Niedersachsen, Schleswig-Holstein   |
| Küste:    | Meeresgebiete bis 55,2° Nord bzw. für das Gebiet der ausschließlichen Wirtschaftszone Deutschlands (Nordsee) |

Die Gitterweite in jedem Modell beträgt 30" x 45" in geographischen Koordinaten.

Andersen, O. B., P. Knudsen, S.Kenyon, J. K. Factor, S.Holmes: The DTU13 Global marine gravity field – first evaluation; OSTST Meeting, Boulder (pres.), October 2103

Förste, C., Bruinsma, S. L., Abrikosov, O., Lemoine, J.-M., Marty, J. C., Flechtner, F., Balmino, G., Barthelmes, F., Biancale, R.: EIGEN-6C4 The latest combined global gravity field model including GOCE data up to degree and order 2190 of GFZ Potsdam and GRGS Toulouse; 5<sup>th</sup> GOCE User Workshop, Paris (pres.), November 2014

### 3 Datenvolumen

Das Datenvolumen des gesamten Datenbestandes beträgt in den einzelnen Datenformaten:

| Spezifikation | Datenvolumen |                  |
|---------------|--------------|------------------|
|               | BRD gesamt   | Teilregionen ca. |
| ASCII         | 29850 KB     | 9900 KB          |
| Binär         | 3900 KB      | 1300 KB          |
| GGF, gff      | 3900 KB      | 1300 KB          |
| GEM           | 1900 KB      | 650 KB           |
| gsf           | 8450 KB      | 2700 KB          |

### 4 Hinweise zur Datenbereitstellung

In allen Formaten und für alle Regionen sind die Quasigeoidhöhen nur an Rasterpunkten innerhalb des Territoriums der Bundesrepublik Deutschland bzw. dem Gebiet der ausschließlichen Wirtschaftszone Deutschlands (Meeresregionen) entsprechend Abbildung auf Seite 1 enthalten. Außerhalb dieser Grenzen liegende Rasterpunkte enthalten als Quasigeoidhöhe einen Pseudowert. Innerhalb des Gitters liegen die Quasigeoidhöhen sortiert vor: 1. Sortierung nach absteigender geographischer Breite, 2. Sortierung nach aufsteigender geographischer Länge.

### 5 Beschreibung der Datenformate

#### 5.1 ASCII-Format

Die ASCII-Datei enthält je Rasterpunkt einen Datensatz bestehend aus den Lagekoordinaten des Punktes (in Grad) und der zugeordneten Quasigeoidhöhe (in m). Die Angaben sind jeweils durch Leerzeichen getrennt. Als Dateierweiterung wird „.txt“ verwendet.

Als Pseudowerte außerhalb des Gebietes der BRD ist für die Quasigeoidhöhe der Wert „999999.“ eingetragen.

Beispiel:

53.64583333 13.86875 36.4582  
53.64583333 13.88125 36.4363

...

#### 5.2 Binäres Format

Die binäre Datei der Quasigeoidhöhen besteht aus kontinuierlich hintereinander gespeicherten 4-Byte-Werten. Dabei bilden die ersten 18 Datenfelder einen Header zur Beschreibung des Rasters, bestehend aus jeweils 3 Integer-Werten (Grad, Minuten, Sekunden\*1000000) für min. geod. Breite, max. geod. Breite, min. geod. Länge, max. geod. Länge, Gitterabstand in Breite, Gitterabstand in

Länge. Danach folgen die Quasigeoidhöhen in 1/10 mm (bzw. als binäres 99999999 für Pseudowerte außerhalb der BRD) für das jeweilige Raster als Real-Werte.

Zusätzlich wird für diese Form noch ein Interpolationsprogramm für die Interpolation von Quasigeoidhöhen an beliebigen Punkten (innerhalb Deutschlands) bereitgestellt (bikubische Spline-Interpolation):

gintbs.exe    Input:    – Datei des jeweiligen Quasigeoidmodells  
  – Datei mit den Koordinaten der Punkte, an denen die Quasigeoidhöhe interpoliert werden soll. Dabei kann zwischen der Eingabe von B und L oder B, L und ellipsoidischer bzw. Normalhöhe gewählt werden.  
  – Die Dateinamen werden im Dialog abgefragt  
  Output: – Datei mit B, L und interpolierten Quasigeoidhöhen. Je nach Wahl wird noch die berechnete Normalhöhe bzw. ellipsoidische Höhe mit ausgegeben.  
  – Der Dateiname wird im Dialog abgefragt.

Beispiel für Koordinatendatei:

```
49.027 11.287654987
51.2000001 13.9
48.55 9.0124
usw.
```

Für die WINDOWS-Version gibt es darüber hinaus eine grafische Oberfläche „geoid.exe“, mit welcher auch, neben der Berechnung von Quasigeoidhöhen, Umformungen zwischen verschiedenen Koordinatensystemen vorgenommen werden können. Funktionsumfang und Handhabung sind in einer Datei „geoid.readme“ erläutert.

### 5.3 Spezielle Formate zur Einbindung in Software der Gerätehersteller

GGF: Spezielles Datenformat zur Einbindung in die TRIMBLE Geomatics Office/TRIMBLE Business Center Software bzw. zur Nutzung mit TRIMBLE-GNSS-Feldempfängern

GEM: Spezielles Datenformat zur Einbindung in die LEICA Geo Office Software bzw. zur Nutzung mit LEICA-GNSS-Feldempfängern

gff: Spezielles Datenformat zur Einbindung in die TOPCON Software bzw. zur Nutzung mit TOPCON-GNSS-Feldempfängern

gsf: Spezielles Datenformat (Carlson Geoid separation file) zur Einbindung in die SurvCE-Software

## 6 Sonstiges

Die Bereitstellung des Quasigeoidmodells erfolgt für die Betriebssysteme MS WINDOWS (XP/Vista/Windows 7/Windows 10) und LINUX. Die Auslieferung umfasst jeweils alle Formate einschließlich Interpolationsprogramm und Dokumentation.

Informationen über den Inhalt der DVD, Hinweise zur Installation sowie zur Handhabung des Interpolationsprogramms sind in einer Datei README enthalten.

Als kostenfreie Online-Serviceleistung wird auf der Internetseite des BKG unter [www.bkg.bund.de/geoid](http://www.bkg.bund.de/geoid) eine Berechnung von Quasigeoidhöhen für Einzelpunkte angeboten.

## 7 Bestellung und weitere Dienste

Bestellungen können über das **Online-Bestellsystem** des BKG unter [www.geodatenzentrum.de](http://www.geodatenzentrum.de)

- *Online-Shop*
- *Geodaten*
- *Geodaten für ...*
- *Produktauswahl*
- *Quasigeoid*

bzw. über folgende Adresse vorgenommen werden:

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie  
- Dienstleistungszentrum -  
Karl-Rothe-Straße 10-14  
D-04105 Leipzig

Tel.: +49(0)341 5634 333  
Fax: +49(0)341 5634 415  
E-Mail: [dlz@bkg.bund.de](mailto:dlz@bkg.bund.de)

Weitere Informationen und Dienste finden Sie unter [www.geodatenzentrum.de](http://www.geodatenzentrum.de).