

OpenDEM Europe

Neben dem geodätischen Bezugssystem (auch horizontales Datum genannt) wird ein Koordinatenreferenzsystem noch durch das verwendete Koordinatensystem definiert. Die folgenden europäischen Koordinatenreferenzsysteme sind für paneuropäische Anwendungen geeignet:

- ETRS89 Lambert Conformal Conic (LCC): winkeltreue Kegelp Projektion (EPSG:102014)
- ETRS89 Lambert Azimuthal Equal Area (LAEA): flächentreue Azimutalprojektion (EPSG:3035)
- Europäisches geographisches Koordinatenreferenzsystem: geographische Koordinaten basierend auf ETRS89 (EPSG:4258)

Die Bezugsfläche von ETRS89 ist der GRS80-Ellipsoid. Die Z-Werte der ETRS89 3D-Koordinaten beziehen sich somit auf den Ellipsoid und berücksichtigen nicht die Gravitationskräfte. Aus diesem Grunde wird als gesamteuropäisches Bezugssystem für die Höhe (vertikales Datum) das Europäische Vertikale Referenz System (EVRS) [6] verwendet. Dieses verwendet als Bezugsfläche den Quasigeoid EGG08 des European Gravity and Geoid Project (EGG) [7].

Es wird hier unterschieden zwischen dem Referenzsystem und der Realisierung, dem Referenz Frame (EVRF). Bis jetzt gibt es zwei große Realisierungen [8]:

- EVRS/EVRF2000: Amsterdamer Pegel als Referenz
- EVRS/EVRF2007: Netz aus 13 Datumspunkten als Referenz

Allerdings gab es zwischendurch auch weitere Korrekturen durch die Aufnahmen neuer EU Mitgliedsstaaten [8].

Rahmenbedingungen

Das europäische Höhenmodell (EU-DEM) wurde auf Basis von SRTM und ASTER Daten im Rahmen des Copernicus Projektes erstellt [9]. Die Höhendaten liegen dabei für die LAEA Projektion und das europäische geographische Koordinatenreferenzsystem vor. Für die Höhe dient EVRS/EVRF2000 als Referenz.

Für die Transformationen von Höhen mit freier GIS Software, die auf Proj4 basiert, sind Shift-Grids notwendig [10]. Diese stellen Transformationsparametersätze für kleinere Regionen bereit, um zu genaueren Ergebnissen zu gelangen. Diese liegen aber leider in den meisten Fällen weder für die nationalen Höhenreferenzsysteme der einzelnen Länder, noch für die Realisierungen des EVRS vor.

Für alle europäischen Länder, für die bisher freie Höhenmodelle vorliegen, sind die Abweichung gegenüber EVRF2000 [11] und EVRF2007 [8] bekannt.

	Niederlande	Flandern (BE)	NRW (DE)
Horizontales Referenzsystem	EPSG:28992	EPSG:31370	EPSG:25832
Vertikales Referenzsystem	EPSG:5709	Tweede Algemene Waterpassing	DHHN92
Korrekturbetrag EVRF2000 in cm	-1	-231	1
Aufnahmezeitraum	2007-2012	2013-2015	2009-2016
Datenbereitsteller	Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK)	Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen	Geobasis NRW
Lizenz	CC0 1.0	open data licentie Vlaanderen v1.2	dl-de/by- 2-0

Tabelle 1: Metadaten der Höhendatensätze im Dreiländereck Belgien, Deutschland und Niederlande [5].

Was ist zu beachten?

Grundsätzlich sind bei den räumlich hochauflösenden Höhendatensätzen einige Dinge zu beachten, die bei mittleren (2 -30 m) oder geringen Auflösungen (>30 m) nicht zum Tragen kommen.

Durch Hebungs- und Senkungsprozesse ist die Erdoberfläche einer gewissen Dynamik unterworfen. Die postglaziale Landhebung in Skandinavien kann zur Zeit bis zu einem Zentimeter pro Jahr betragen [8].

Die Drift der europäischen Kontinentalplatte ist ebenfalls weder in der Richtung, noch in der Stärke wirklich zu 100% einheitlich [12].

Werden Koordinaten mit einem DGPS auf Basis des WGS84 ermittelt, müßten bei einer Transformation eigentlich die Epochen (also der Zeitpunkt der Aufnahme) mitberücksichtigt werden. Dies wird aber bisher noch nicht von den verbreiteten frei verfügbaren GIS Programmen unterstützt.

Keep it simple

Auf Basis der Rahmenbedingungen wurde sich dazu entschieden, das EU-DEM als Basis zu nehmen und die nationalen Höhensysteme anhand der vorhandenen Korrekturbeträge anzugleichen.

In den Überlappungsbereichen des Dreiländerecks Belgien (Flandern), Deutschland (Nordrhein-Westfalen) und den Niederlanden wurden damit zufriedenstellende Ergebnisse erzielt. Die mittlere Abweichung betrug um die 10 cm. Dabei müssen allerdings auch noch die unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkte berücksichtigt werden (Tabelle 1), welche das Ergebnis potentiell eher verschlechtern. Dafür sollten die Abweichungen im schwierigen gebirgigen Terrain größer sein.

OpenDEM Europe

OpenDemEU: Verfügbare Datensätze

Für alle verfügbaren Kacheln der Datensätze liegen in einer Textdatei Informationen zu Lizenzen, Datenbereitstellern und Prozessierungen vor. Des Weiteren erhält eine Bilddatei einen Überblick über die verwendeten Datensätze in der Kachel (siehe Abbildung 2).

Waren keine hochauflösenden Daten vorhanden, wurde das EU-DEM herangezogen.

Generelle Informationen zur Verarbeitung der Datensätze der einzelnen Verwaltungseinheiten sind der Webseite www.opendem.info zu entnehmen. Dort werden auch die Datensätze zur Verfügung gestellt.

Alle Datensätze haben das europäische Höhenreferenzsystem EVRS/EVRF2000 als vertikale Referenz.

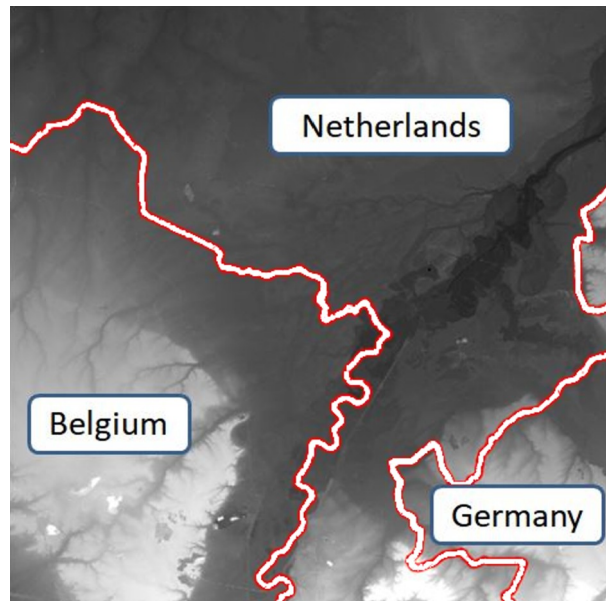


Abb. 2: Übersicht der verwendeten Datensätze für die unterschiedlichen Regionen der Kachel N310E400 des hochauflösenden Datensatzes (vergleiche Tabelle 1).

Angebotene Datensätze:

- **Hochauflösende Kacheln in der flächentreuen paneuropäischen Azimutalprojektion (EPSG:3035).** 50 * 50 km GeoTiff Kacheln mit maximal 1m Auflösung. Höhere Auflösungen wurden mittels eines kubischen Verfahrens auf 1 m Auflösung umgerechnet. Liegen für eine Kachel Daten aus verschiedenen Quellen vor, wurde jeweils die höchste Auflösung als Maß genommen.
- **Europäische geographische Kacheln (EPSG:4258)** mit der Auflösung einer Bogensekunde im typischen Schema von SRTM. Die 1 × 1 Grad Kacheln liegen als GeoTiffs vor.
- **Geographische Kacheln (EPSG:4326)** im HGT Format mit einer Auflösung von einer und drei Bogensekunden im SRTM Schema. Dies war der Wunsch der Nutzer aus dem OSM-3D Forum und ermöglicht eine weitestgehende Konformität zu den bestehenden fast globalen Oberflächenmodellen von SRTM und ASTER. Zusätzlich wurden auf Basis der drei Bogensekunden Daten Höhenlinien in Shape Format generiert, um mit dem globalen Höhenlinien Datensatz auf OpenDEM (http://opendem.info/opendem_client.html) konform zu bleiben.

Die vorhanden freien EU Höhendatensätze werden sukzessive prozessiert und bereit gestellt. Die Prozessierungsschritte auf Basis freier GIS Software sind auf der Webseite [13] detailliert erläutert und sollen zum Beitragen einladen.

OpenDEM Europe

Kontakt zum Autor:

Martin Over
OpenDEM
contact@opendemdata.info

Literatur

- [1] Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE) (2018). Abgerufen am 05.02.2018 von <https://inspire.ec.europa.eu/>
- [2] Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) (2018). Abgerufen am 05.02.2018 von <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>
- [3] ALOS Global Digital Surface Model "ALOS World 3D - 30m" (AW3D30) (2018). Abgerufen am 05.02.2018 von <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/index.htm>
- [4] Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) (2018). Abgerufen am 05.02.2018 von <https://asterweb.jpl.nasa.gov/>
- [5] OpenDemSearcher (2018). Abgerufen am 05.02.2018 von <http://www.opendem.info/opendemsearcher.html>
- [6] Reference Frame Sub-Commission for Europe (EUREF) (2018). Abgerufen am 05.02.2018 von http://www.euref.eu/euref_egrs.html
- [7] European Vertical Reference System – BKG (2018). Abgerufen am 05.02.2018 von <https://evrs.bkg.bund.de/Subsites/EVRS/EN/Projects/EUVN-DA/DataAnalysis/dataanalysis.html>
- [8] *Sacher, Martina, Liebsch, Gunter*: The European height reference system and its realizations. EUREF symposium 2015. Abgerufen am 05.02.2018 von <http://www.euref.eu/documentation/Tutorial2015/t-03-01-Sacher.pdf>
- [9] Copernicus EU-DEM (2018). Abgerufen am 05.02.2018 von <https://land.copernicus.eu/pan-european/satellite-derived-products/eu-dem>
- [10] Proj4 Grid Based Datum Adjustments (2018). Abgerufen am 05.02.2018 von <https://github.com/OSGeo/proj.4/wiki/GenParms>
- [11] *Augath, Wolfgang, Ihde, Johannes*. Definition and Realization of Vertical Reference Systems –The European Solution EVRS/ EVRF 2000 –. Abgerufen am 05.02.2018 von https://tu-dresden.de/bu/umwelt/geo/gi/gg/ressourcen/dateien/veroeffentlichungen/european_solution_evrs.pdf?lang=de
- [12] European Commission, Joint Research Centre, Space Applications Institute: Proceedings & Recommendations of Spatial Reference Workshop, November 1999
- [13] OpenDemEU Background (2018). Abgerufen am 05.02.2018 von http://opendem.info/opendemeu_background.html