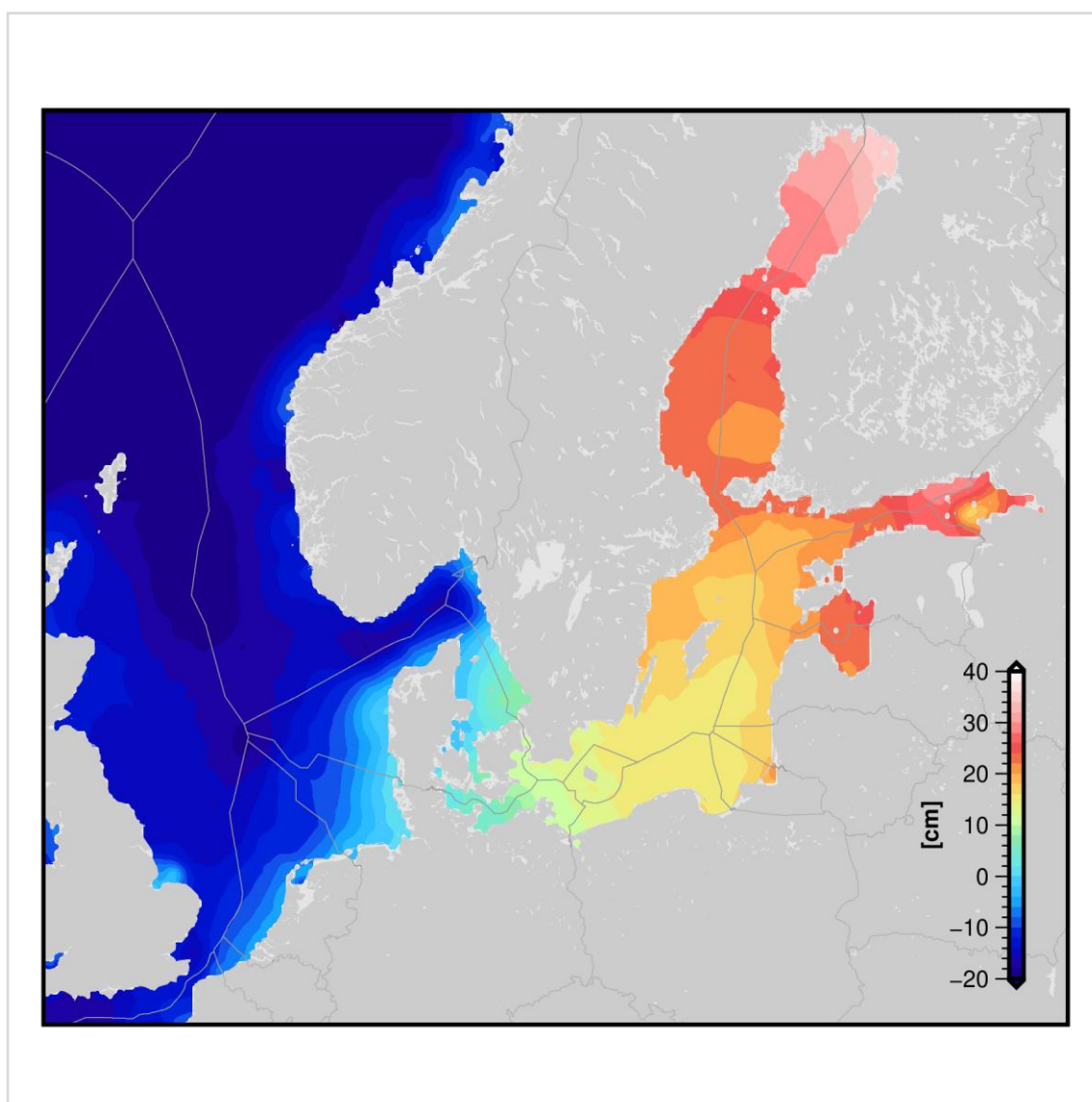


## Dokumentation

### Mittlere Meeresspiegelhöhe von Nord- und Ostsee (MS-Fläche)

Produktstand: 2025-11



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Übersicht über den Datenbestand</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Beschreibung des Datenbestandes</b>	<b>4</b>
2.1	Inhalt	4
2.1.1	Varianten des Produktes	4
2.1.2	Datenformat	6
2.1.3	Datengrundlage Satellitenaltimetrie	7
<b>3</b>	<b>Weiterführende Informationen</b>	<b>8</b>

## 1 Übersicht über den Datenbestand

<b>Produkt:</b>	Mittlere Meeresspiegelhöhe von Nord- und Ostsee
<b>Inhalt:</b>	<p>Die mittlere Meeresspiegelhöhe beschreibt den langzeitigen Mittelwert des Wasserstandes über dem Geoid/Quasigeoid als geodätische Höhenbezugsfläche. Sie basiert auf Messungen der Satellitenaltimetrie seit 1992 und bezieht sich auf die Referenzepoche 2008.45 (Juni 2008 - entsprechend der mittleren Messepoche des DHHN2016). Das Produkt beinhaltet zwei Varianten für unterschiedliche Anwendungsbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Für Anwendungen im amtlichen deutschen Höhensystem (Höhenbezugsfläche GCG2016)</li><li>b) Für grenzübergreifende wissenschaftliche Anwendungen (gravimetrische Höhenbezugsfläche - Geoid)</li></ul> <p>Die Unterschiede liegen im Bereich weniger Zentimeter.</p>
<b>Gebiet:</b>	Nord- und Ostsee (-5° – 31° ö.L., 48° – 66° n.B.) Deutsche AWZ (3° – 15.7° ö.L., 52° – 56.1° n.B.)
<b>Räumliche Gliederung:</b>	Gitterdatei für gesamten Bereich
<b>Georeferenzierung:</b>	Lage: EPSG:4326 (WGS84, ellipsoidische Koordinaten) Höhe: Variante a) EPSG:7837 (DHHN2016) Variante b) Höhe über Geoid auf Niveau NAP
<b>Höhengenaugigkeit:</b>	Relativ: einige mm Absolut: 4 cm (Standardabweichung aus Pegelvergleich)
<b>Aktualität:</b>	2025-11 Referenzepoche 2008.45 (Juni 2008 - entsprechend der mittleren Messepoche des DHHN2016).
<b>Auflösung:</b>	ca. 10 km (0.10° in geogr. Breite, 0.15° in geogr. Länge)
<b>Datenformate:</b>	NetCDF, GeoTiff
<b>Bereitstellung:</b>	Download
<b>Datenvolumen:</b>	1.1 MB
<b>Datenquellen:</b>	<a href="https://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/datequellen_ms-flaeche.pdf">https://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/datequellen_ms-flaeche.pdf</a>

## 2 Beschreibung des Datenbestandes

### 2.1 Inhalt

Die Bezugsfläche für physikalische Höhenangaben, das Geoid, beschreibt eine Äquipotentialfläche des Erdschwerefeldes.

Auch der Mittlere Meeresspiegel folgt dem Erdschwerefeld, seine Höhe wird aber zusätzlich noch durch dynamische Einflüsse wie Wind, Luftdruck, Ozeanströmungen etc. mitbestimmt. Der Effekt dieser dynamischen

Einflüsse führt zu einer Abweichung des Mittleren Meeresspiegels vom Geoid und wird auch als „Mittlere Dynamische Topographie“ (MDT) bezeichnet. Global können diese Abweichungen bis zu zwei Meter betragen, in Nordeuropa erreichen sie Größenordnungen bis zu einem halben Meter. In diesem Produkt werden Gitter der Mittleren Meeresspiegelhöhe über den nachfolgenden Referenzflächen zur Verfügung gestellt.

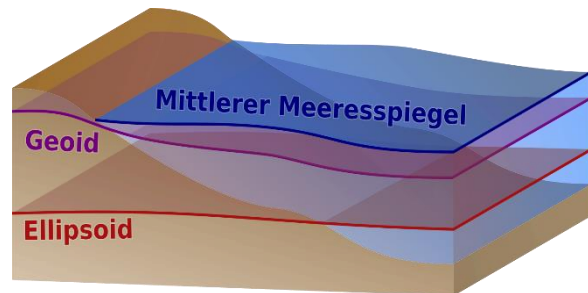


Abbildung 1: Höhenbezugsflächen im Küstenbereich

#### 2.1.1 Varianten des Produktes

Es stehen zwei Varianten für unterschiedliche Anwendungsbereiche zur Auswahl:

- a) „gcg“: Mittlere Meeresspiegelhöhe für Anwendungen im amtlichen deutschen Höhensystem (Höhenbezugsfläche GCG2016)
- b) „grav“: Mittlere Meeresspiegelhöhe für grenzübergreifende wissenschaftliche Anwendungen (gravimetrische Höhenbezugsfläche - Geoid)

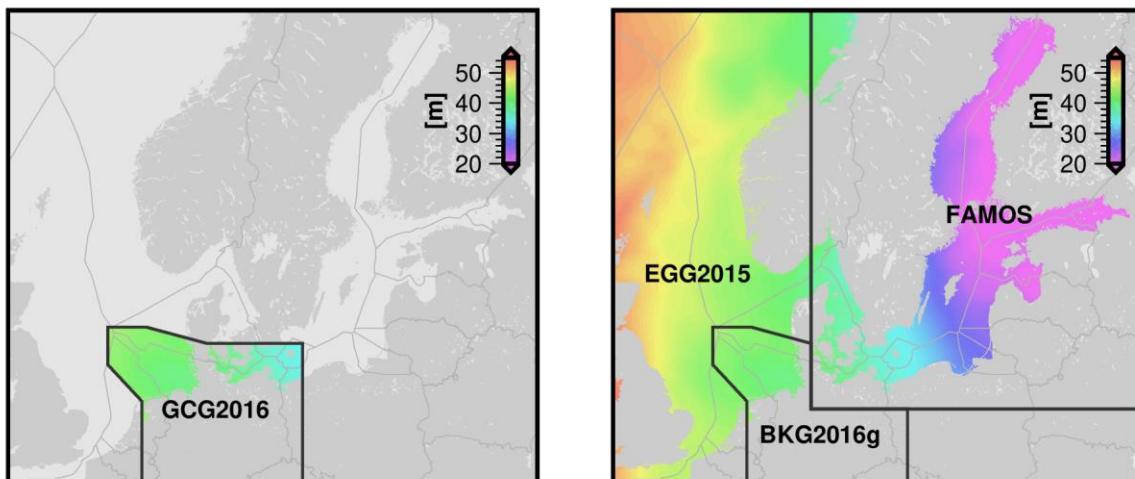


Abbildung 2: Referenzflächen der Produktvarianten und deren ellipsoidische Höhen über GRS80.  
Links: „gcg“ – amtlicher deutscher Höhenbezug, Rechts: „grav“ - gravimetrisches Geoid

Die Variante „gcg“ (a) stellt das Standardprodukt zum Meeresspiegel in Deutschland dar. Potentielle Einsatzgebiete sind die Planung von Küstenschutzmaßnahmen, Vermessungsarbeiten im Küsten- und Offshorebereich, Schiffsnavigation/Nautik und ähnliches. Sie hat Gültigkeit im Bereich der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ). Die Höhenangaben beziehen sich auf das *German Combined Quasigeoid* GCG2016 (in der aktualisierten Version von 2023) - dem amtlichen deutschen Höhenbezug. Die

Höhenbezugsfläche für Nautik, das Seekartennull (SKN)<sup>1</sup>, ist im deutschen Bereich der Ostsee definiert durch das BSCD2000<sup>DHHN2016</sup> und praktisch identisch mit dem GCG2016. Im deutschen Bereich der Nordsee wurden bei der Festlegung des SKN die Quasigeoidhöhe des GCG2016 zusätzlich noch um Gezeiteneffekte (*Lowest Astronomical Tide* - LAT) reduziert.

Die Variante „grav“ (b) ist speziell für wissenschaftliche und grenzübergreifende Anwendungen gedacht (gravimetrische Geoidmodellierung). In der Ozeanographie, beispielsweise für die Berechnung geostrophischer Geschwindigkeiten, ist ein physikalisch-gravimetrisches Modell der Höhenbezugsfläche besser geeignet. Dies wird in der Variante „grav“ durch die gravimetrischen Geoidmodelle BKG2016g (rein gravimetrisches Modell des GCG2016), FAMOS-Geoid (rein gravimetrisches Modell des BSCD2000) und EGG2015 realisiert. Die Geoidmodelle beziehen sich auf das Niveau des Amsterdamer Pegels (NAP), wurden passend zu den Beobachtungen der Satellitenaltimetrie ins mean-tide System der permanenten Gezeiten transformiert und über eine 30 km breite Übergangszone einander angeglichen.

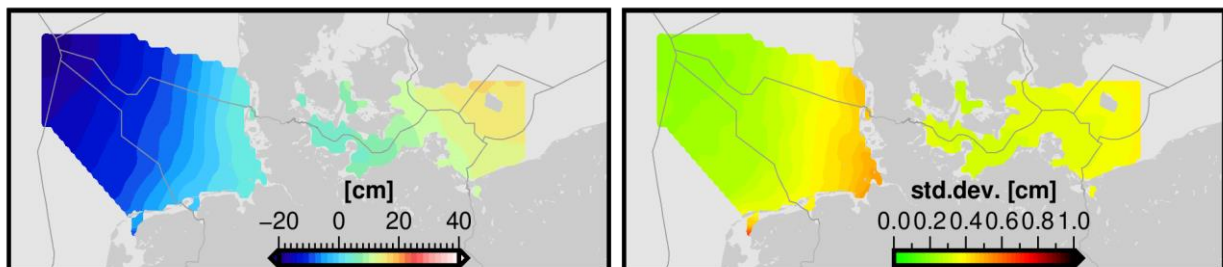


Abbildung 3: Mittlere Meeresspiegelhöhe über der amtlichen deutschen Höhenbezugsfläche GCG2016 („gcg“) und zugehörige innere Genauigkeit (Standardabweichung)

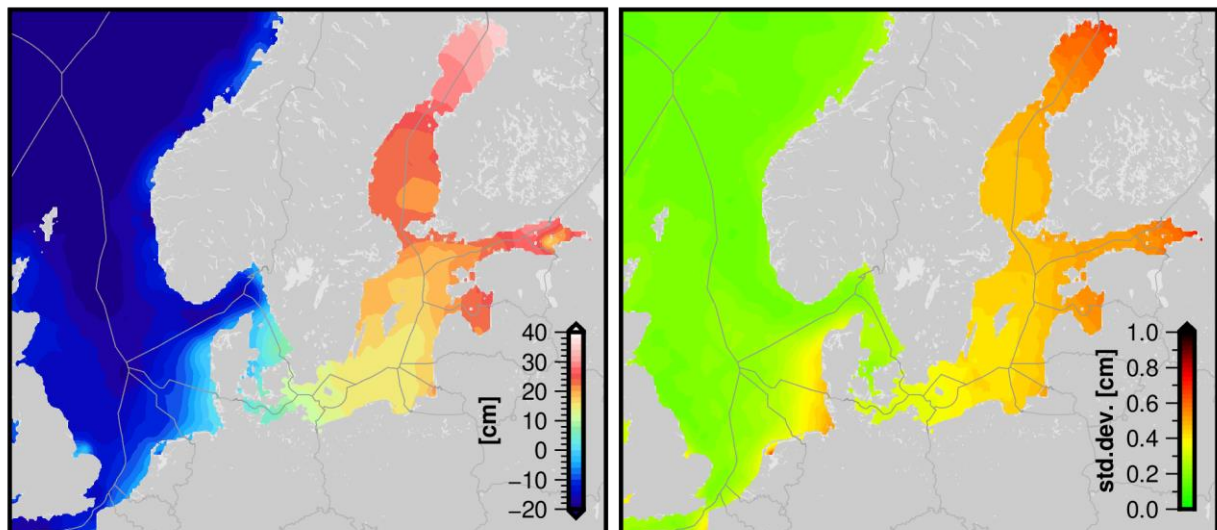


Abbildung 4: Mittlere Meeresspiegelhöhe über dem gravimetrischen Geoid („grav“) und zugehörige innere Genauigkeit (Standardabweichung)

<sup>1</sup>[BSH - Das deutsche Seekartennull \(SKN\)](#)

## 2.1.2 Datenformat

### NetCDF

- einheitliches wissenschaftliches Binärdatenformat
- alle Parameter in einer Datei, lesbar z.B. mit ncdump, ncview, Panoply, QGIS u.ä.
- Formatbeschreibung per `ncdump -h mean_sea_level.grav.nc`:

```
dimensions:
    lat = 181 ;
    lon = 241 ;
variables:
    char crs ;
        crs:grid_mapping_name = "latitude_longitude" ;
        crs:long_name = "CRS definition" ;
        crs:longitude_of_prime_meridian = 0. ;
        crs:semi_major_axis = 6378137. ;
        crs:inverse_flattening = 298.257223563 ;
    float lat(lat) ;
        lat:standard_name = "latitude" ;
        lat:long_name = "latitude" ;
        lat:units = "degrees_north" ;
        lat:actual_range = 48.f, 66.f ;
    float lon(lon) ;
        lon:standard_name = "longitude" ;
        lon:long_name = "longitude" ;
        lon:units = "degrees_east" ;
        lon:actual_range = -5.f, 31.f ;
    float mdt_grav(lat, lon) ;
        mdt_grav:grid_mapping = "crs" ;
        mdt_grav:long_name = "mean dynamic topography above gravimetric geoid" ;
        mdt_grav:unit = "m" ;
        mdt_grav:year_ref = 2008.45081967213 ;
        mdt_grav:year_range = 1992.79508196721, 2025.81369863014 ;
    float mdt_grav_std(lat, lon) ;
        mdt_grav_std:grid_mapping = "crs" ;
        mdt_grav_std:long_name = "standard deviation of mean dynamic topography above
gravimetric geoid" ;
        mdt_grav_std:unit = "m" ;
        mdt_grav_std:year_ref = 2008.45081967213 ;
        mdt_grav_std:year_range = 1992.79508196721, 2025.81369863014 ;
// global attributes:
    :Conventions = "CF-1.6" ;
```



## GeoTiff

- weit verbreitetes Raster-Datenformat für GIS-Anwendungen
- eine Datei je Parameter (mdt\_grav, mdt\_grav\_std, mdt\_gcgc, mdt\_gcgc\_std)
- Metadaten nicht in Datei gespeichert, analog zu NetCDF

### 2.1.3 Datengrundlage Satellitenaltimetrie

Die Produkte zum Meeresspiegel wurden aus Beobachtungen von Altimetersatelliten seit 1992 abgeleitet. Die Satellitenmissionen wurden und werden von unterschiedlichen Organisationen wie ESA<sup>2</sup>, NASA<sup>3</sup>, CNES<sup>4</sup> und anderen betrieben. Im RADS (Radar Altimeter Database System, Scharroo u.a. 2013<sup>5</sup>) werden die Daten der unterschiedlichen Satellitenbetreiber gesammelt und in einem einheitlichen Format zur Verfügung gestellt (siehe Abbildung 5). Sie bilden die Grundlage der Altimetrieauswertung am BKG.

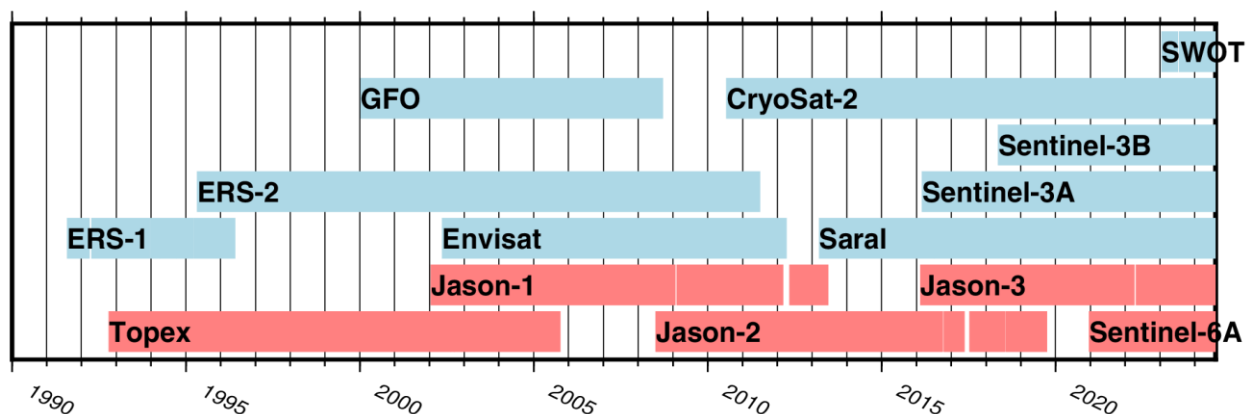


Abbildung 5: Beobachtungszeiträume der verwendeten Satellitenmissionen. Die Referenzmissionen (rot) gewährleisten kontinuierliche Beobachtungen entlang der Referenzspuren. Zusätzliche Missionen (blau) ergänzen diese Daten und verbessern die räumliche und zeitliche Abdeckung.

Das BKG nutzt die Daten von RADS und ergänzt diesen globalen Datensatz um folgende regionale Modelle und Daten im Bereich der Nord- und Ostsee:

- Neues Gezeitenmodell FES2022, welches sich besonders durch regionale Verbesserungen im Küstenbereich auszeichnet
- Regionale Geoidmodelle und vergleichbare Referenzflächen
  - GCG2016v2023 / BKG2016g-Geoid
  - BSCD2000 / FAMOS-Geoid
  - EGG2015
- Regionale Altimeterkalibrierung:

<sup>2</sup> European Space Agency

<sup>3</sup> National Aeronautics and Space Administration, USA

<sup>4</sup> Centre national d'études spatiales, Frankreich

<sup>5</sup> Scharroo, R., E. W. Leuliette, J. L. Lillibridge, D. Byrne, M. C. Naeije, and G. T. Mitchum, RADS: Consistent multi-mission products, in *Proc. of the Symposium on 20 Years of Progress in Radar Altimetry, Venice, 20-28 September 2012*, Eur. Space Agency Spec. Publ., ESA SP-710, p. 4 pp., 2013.

- Relative Kalibrierung der Referenzmissionen anhand quasi-simultaner Beobachtungen während der Tandemphasen der Missionen
- Relative Kalibrierung der zusätzlichen Missionen anhand von Kreuzungspunkten mit den Referenzmissionen
- Absolute Kalibrierung anhand der Offshore-Pegelstationen Helgoland und FINO-2

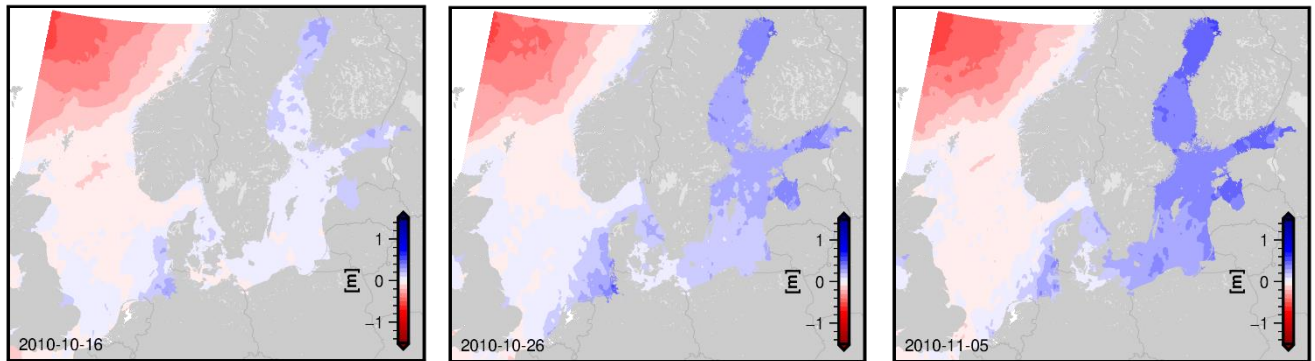


Abbildung 6: Beispiele für Gitter des mittleren Wasserstandes dreier aufeinanderfolgender 10-Tages-Zeitfenster

Aus den altimetrischen Höhenmessungen wurde der lokale mittlere Wasserstand mit einer räumlichen Auflösung von circa 10 km und einer zeitlichen Auflösung von 10 Tagen berechnet (Abbildung 6). Hierfür wurde ein Gauss-Filter verwendet (räumliches Sigma 40 km, zeitliches Sigma 5 Tage). Höherfrequente Meeresspiegelvariationen durch Gezeiten und Wettereinflüsse wurden vorab anhand von Modellen korrigiert.

Aus der Zeitreihe jeder Gitterzelle wurde anschließend in einer Parameterschätzung der Mittlere Meeresspiegel und seine zeitliche Änderung bestimmt. Die Schätzparameter umfassen eine mittlere Referenzhöhe zu einem festgelegten Referenzzeitpunkt einen lokalen Trend der Meeresspiegeländerungen und typische saisonale Schwankungen. Die mittleren Referenzhöhen entsprechen dem Produkt des Mittleren Meeresspiegels. Als Referenzzeitpunkt wurde die Epoche 2008.45 gewählt. Diese Epoche entspricht der mittleren Beobachtungsepoche des DHHN2016 und befindet sich gleichzeitig sehr nahe in der Mitte des Altimeterzeitraumes, so dass Meeresspiegeländerungen hier minimalen Einfluss haben. Für die Korrektur zeitlicher Änderungen auf andere Epochen kann das Produkt „Zeitreihen der Meeresspiegelhöhen von Nord- und Ostsee“ (bzw. der die darin enthaltenen Trends) verwendet werden.

### 3 Weiterführende Informationen

Weiterführende Informationen zum Produkt sind im Geodatenzentrum des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie unter [gdz.bkg.bund.de](https://gdz.bkg.bund.de) auf der zugehörigen Produktseite bereitgestellt.

Für Fragen steht Ihnen das Dienstleistungszentrum unter [dlz@bkg.bund.de](mailto:dlz@bkg.bund.de) zur Verfügung. Allgemeine Informationen zum Bundesamt für Kartographie und Geodäsie finden Sie auf unserer Homepage <https://www.bkg.bund.de>.