



Dokumentation sedimentologischer Produkte des Funktionalen Bodenmodells des Projekts **AufMod**, Dateiformat: Textfiles (CSV, XYZ)

Valerius J.^a, Feldmann J.^b, van Zoest M.^b, Milbradt P.^b, Zeiler M.^a

30.06.2013

^a Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Bernnhard-Nocht-Str. 78, D - 20359 Hamburg
^b smile consult GmbH, Vahrenwalder Straße 4, D - 30165 Hannover

Das Funktionale Bodenmodell ist die IT-gestützte Realisierung eines dynamischen datenbasierten Modells, welches die Oberfläche des Meeresbodens beschreibt. Es beruht auf Mengen von Messdaten, zugehörigen Metadaten und Interpretationsvorschriften (Interpolations- und Approximationsmethoden) und besteht aus Modulen für die Komponenten

- Bathymetrie
 - mittlere Topographie des Meeresbodens
 - Bodenformen in parametrisierter Form
- Sedimentologie
 - Kornverteilung der Oberflächensedimente
 - Porosität
 - organischer Anteil im Sediment
- konsolidierter Horizont
 - holozäne Basis / Basis nordseezeitlicher Sande
- Wasserbauwerks- und Ersatzmodelle

Die Verwaltung der Daten erfolgt in einer relationalen Datenbank. Somit ist das Funktionale Bodenmodell eine Kombination aus relationaler Datenbank und flexibel anpassbaren numerischen Rechenvorschriften.

Entwickelt wurde es im Rahmen des KFKI-Projekts **AufMod** („Aufbau integrierter Modellsysteme zur Analyse der langfristigen Morphodynamik in der Deutschen Bucht“, 01.11.2009-31.12.2012).

Im Folgenden werden die Ergebnis-Produkte dokumentiert, die aus dem Sedimentologie-Modul des Funktionalen Bodenmodells innerhalb des Projekts **AufMod** hervorgegangen sind.

Inhalt

| | | |
|-----|--|---|
| 1 | Das Sedimentologie-Modul | 3 |
| 1.1 | Dateneingang..... | 3 |
| 1.2 | Interpolationsmethode..... | 4 |
| 2 | Sedimentologische Produkte des Funktionalen Bodenmodells..... | 6 |
| 2.1 | Interpolierte Korngrößenverteilungen | 7 |
| 2.2 | Flächendeckende Sedimentparameter in der Deutschen Bucht | 8 |

1 Das Sedimentologie-Modul

Im Sedimentologie-Modul wird das Oberflächensediment des Meeresbodens in erster Linie durch Korngrößenverteilungsdaten beschrieben. Aus den Häufigkeitsverteilungen der Originaldaten wird über eine monotone kubische Spline-Interpolation für jede Sedimentprobe eine Summenkurve berechnet, aus der dann verschiedene sedimentologische Parameter abgeleitet werden können.

1.1 Dateneingang

Tabelle 1 gibt die mit Zeitstempel eingegangenen Kornverteilungsdaten im Funktionalen Bodenmodell wieder.

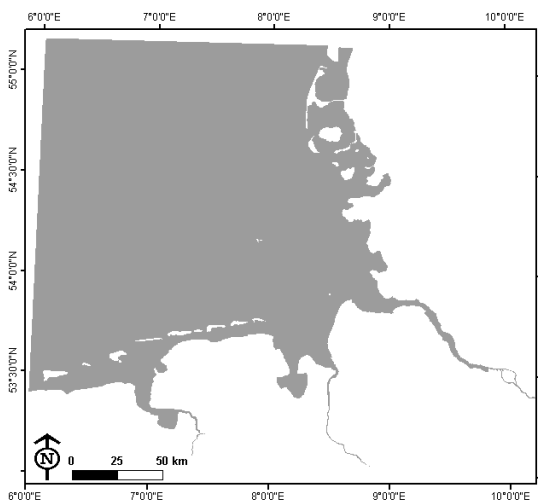
Tabelle 1: Auflistung der Korngrößenverteilungsdaten, die zum Projektende von AufMod in das Funktionale Bodenmodell eingearbeitet wurden

| Titel | Herkunft | Probenpunktmenge | Räumliche Ausdehnung | Zeitliche Ausdehnung |
|--|--|------------------|----------------------------------|----------------------|
| MUDAB-Korngrößenverteilungen | BSH | 25.309 | Gesamte Nordsee | 1924-2008 |
| WADABA – Korngrößenverteilungen | Helmholtzzentrum Geesthacht | 1.449 | Nord- und Ostfriesische Küste | 1987-2003 |
| Oberflächensedimentproben Spiekeroog | Forschungsinstitut Senckenberg (SNG), Wilhelmshaven | 941 | Küstenvorfeld Spiekeroog | 1986-1989, 2005 |
| Oberflächensedimentproben Großbritannien | British Geological Survey (BGS), Nottingham, Großbritannien | 15.946 | Britischer Nordseesektor | |
| Oberflächensedimentproben Niederlande | Geological Survey of the Netherlands (TNO), Utrecht, Niederlande | 6.619 | Niederländischer Nordseesektor | 1969-2006 |
| Oberflächensedimentproben Norwegen | Norges geologiske undersøkelse (NGU), Trondheim, Norwegen | 129 | Skagerrak | 1992-1994 |
| Oberflächensedimentproben Belgien | Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brüssel, Belgien | 3.468 | Belgischer Nordseesektor | 1984-2009 |
| Oberflächensedimentproben Dänemark | GEUS, Kopenhagen, Dänemark | 215 | Nordsee | 2000-2008 |
| Oberflächensedimentproben Dänemark | Danish Coastal Authority, Ministry of Transport and Energy | 215 | Dänischer Nordseesektor | 2010 |
| Oberflächensedimentproben | Geopotential Deutsche Nordsee (BSH, BGR, LBEG) | 1.363 | Deutscher Nordseesektor | 2008-2011 |
| SedDB (Küste) – Korngrößenverteilungen | BfG, Koblenz | 4.949 | Elbe-, Jade-, Weser-, Ems-Ästuar | 1982-2009 |

| | | | | |
|--|--|-------|---|-----------|
| Korngrößenverteilungen Sedimentatlas Waddenzee | Waterdienst (Rikswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu), Lelystad, NL | 7.502 | Niederländisches Wattenmeer | 1989-1997 |
| Oberflächensedimentproben Windparkgenehmigungsverfahren | BSH (nur intern) | 4.383 | Deutscher Nordseesektor | 2000-2008 |
| FeDaBa- Kornverteilungen | BfG, Koblenz | 3.163 | Elbe-, Jade-, Weser-, Ems- Ästuar | 1980-2012 |
| GROBEKART Sedimentdaten | AWI | 4.373 | Schelf Schleswig- Holstein | 2004-2011 |

1.2 Interpolationsmethode

Die zusammengeführten Kornverteilungsdaten haben unterschiedliche Klassengrenzen. Daher werden sie über eine monotone kubische Spline-Interpolation als Summenfunktion im Funktionalen Bodenmodell abgelegt (vgl. Kruger, CJC¹). Auf diese Weise können dem jeweiligen Bedarf angepasste Kornverteilungen mit einheitlichen Klassengrenzen generiert



und zugehörige statistische Parameter berechnet werden. Zudem besteht die Möglichkeit über in das Funktionale Bodenmodell integrierte räumliche Interpolationsverfahren Korngrößenverteilungen für frei wählbare Modellnetze zu berechnen.

Auf diese Weise wurden in AufMod Kornsummenkurven für den Bereich der Deutschen Bucht auf einem 250m*250m-Raster generiert (vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1: Ausdehnung des Modellgitters aller sedimentologischen Produkte in der Deutschen Bucht

Zur räumlichen Interpolation wurde eine anisotrope Shepard-Interpolation herangezogen, die sich an resultierenden Sedimenttransportvektoren ausrichtete. Die anisotrope inverse

¹ Kruger, CJC: Constrained Cubic Spline Interpolation for Chemical Engineering Applications.
Quelle: <http://www.korf.co.uk/spline.pdf>

Abstandsinterpolation berücksichtigt jeweils zehn Messpunkte innerhalb einer Ellipse um den Gitternetzpunkt. Die Länge und Ausrichtung der Haupt- und Nebenachsen der Ellipse ergeben sich aus simulierten residualen Sedimenttransporten des Jahres 2006. Abbildung 2 veranschaulicht die Verteilung von Messpunkten und Vektoren residualer Sedimenttransporte am Beispiel des Elbeästuars (rechte Abbildung), sowie die Ausrichtung einer Ellipse anhand von Vektoren, im Gegensatz zu einem metrischen Suchradius (links). Abbildung 3 zeigt eine Gegenüberstellung des Mediankorndurchmessers der durch eine anisotropen (links) und durch eine isotropen Shepard-Interpolation (rechts) modelliert wurde, im Ausschnitt des Elbeästuars. Es zeigt sich, dass das gröbere Sediment im Bereich der Haupttrinne der Elbe durch die anisotrope Interpolation weniger gesprenkelt wirkt (links), als es im Fall der isotropen Interpolation der Fall ist.

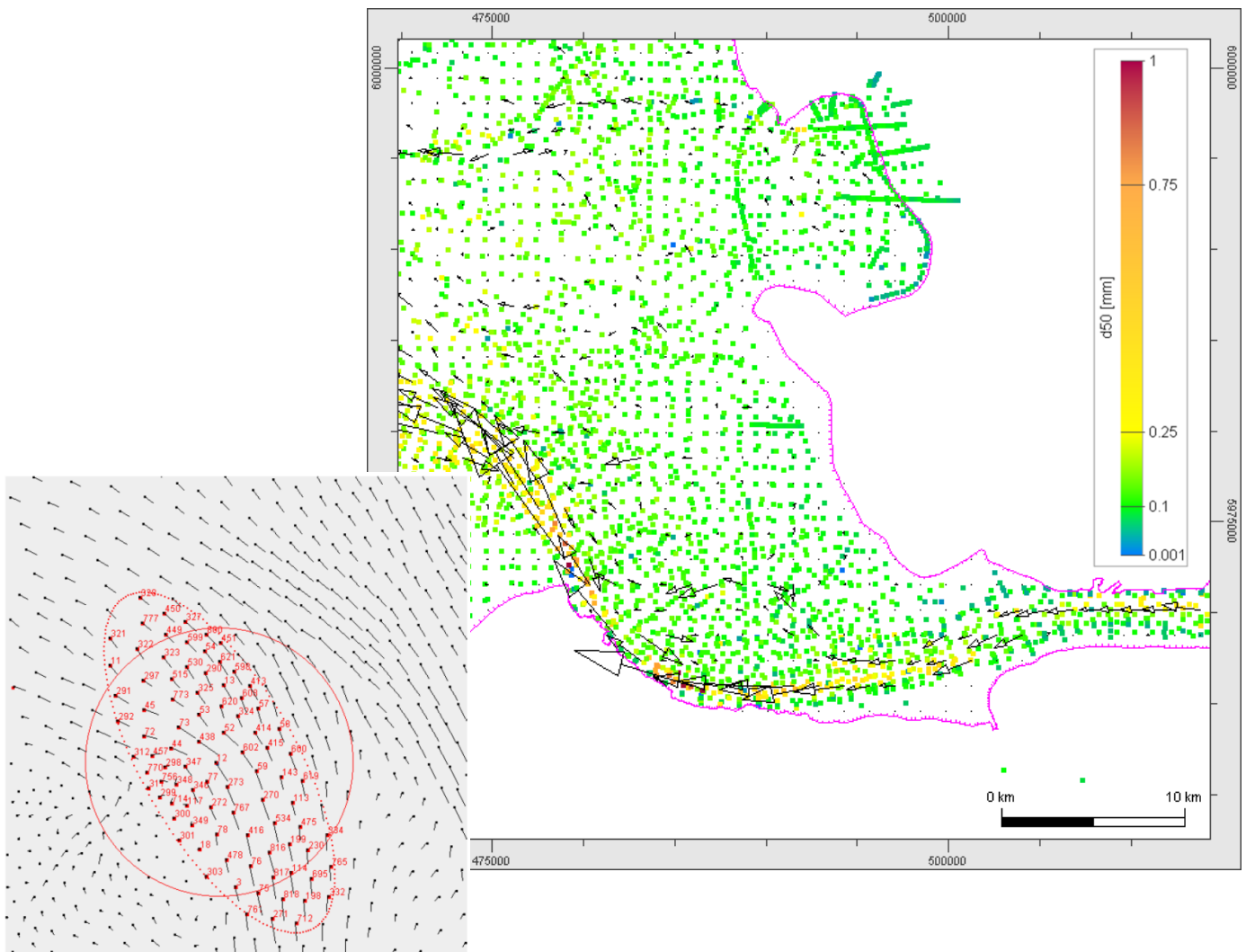


Abbildung 2: Der Ausschnitt des Elbeästuars (rechts) zeigt den Medianwert (d50) der Sedimentproben (Punkte) und die Vektoren errechneter resultierender Sedimenttransporte für das Jahr 2006. Die linke Abbildung verdeutlicht die Ausrichtung einer Ellipse nach Vektoren residualer Sedimenttransporte.

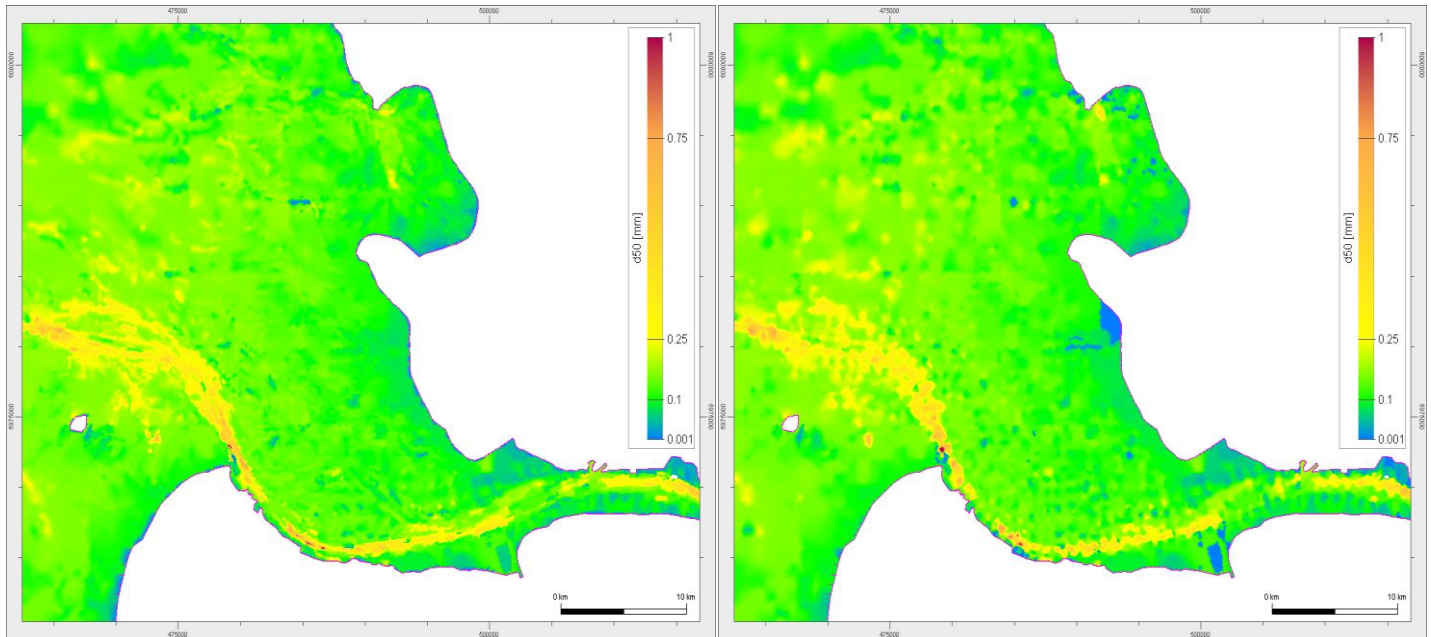


Abbildung 3: Gegenüberstellung einer anisotropen Interpolation des Medianwerts (links) und einer isotropen Interpolation im Elbeästuar, auf Grundlage der in Abbildung 2 dargestellten Messpunkte und Vektoren. Deutlich wird der Vorteil der Anisotropie im Bereich der Haupttrinne der Elbe deutlich.

2 Sedimentologische Produkte des Funktionalen Bodenmodells

Aus den interpolierten Kornverteilungen wurden verschiedene sedimentologische Parameter berechnet, die als Produkte für den Bereich der Deutschen Bucht aufbereitet wurden:

- Median-Korndurchmesser der interpolierten Kornsummenkurve
- Mittelwert des Korndurchmessers
- Sortierung nach Trask (1932)²: $\sqrt{\frac{D_{75}}{D_{25}}}$
- Sortierung nach Folk & Ward (1957)³: $\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$
- Schiefe nach Folk & Ward (1957): $Sk_1 = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$
- Kurtosis nach Folk & Ward (1957): $K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})}$
- Gewichtsprozente verschiedener Kornfraktionen

² Trask, P.D. (1932): Origin and Environment of Source Sediments of Petroleum. Gulf Publishing Company, Houston.

³ Folk, R.L. & Ward, W.C. (1957): Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology, Bd. 27, S. 3-26.

Im Folgenden werden Inhalt und Aufbau der als Textdatei verfügbaren Produkte des Funktionalen Bodenmodells beschreiben, die unter folgendem Link verfügbar sind:

ftp://ftp.bsh.de/outgoing/AufMod-Data/CSV_XYZ_files/SedimentologicalParametersCSV.zip

Zusätzlich wurden diese Daten zu klassifizierten Polygondaten weiterverarbeitet und können unter diesem Link heruntergeladen werden: ftp://ftp.bsh.de/outgoing/AufMod-Data/FGDB_VectorData/AufModDatabasedModelling.gdb.

2.1 Interpolierte Korngrößenverteilungen

FTP-Download: *InterpolatedGSD_GB.csv* in *SedimentologicalParametersCSV.zip*
ftp://ftp.bsh.de/outgoing/AufMod-Data/CSV_XYZ_files/SedimentologicalParametersCSV.zip

Beschreibung: Aus den unter Kapitel 1.2 beschriebenen interpolierten Kornverteilungen abgeleitete Kornklassen.

Bezeichnung: *InterpolatedGSD_GB.csv*

Koordinatensystem: WGS84 UTM 32 N (EPSG-Code: 32632)

Modellgitter: 250m*250m-Raster

Dateiformat: CSV (Aufbau der CSV-Datei: vgl. **Tabelle 3**)

Tabelle 2: Aufbau der CSV-Datei „*InterpolatedGSD_GB*“

| Kopfzeile | Inhalt |
|------------------|---------------------------------------|
| x | X-Koordinate |
| y | Y-Koordinate |
| <63 | Anteil des Gehalts < 63 µm [%] |
| 63-88 | Anteil des Gehalts 63 - 88 µm [%] |
| 88-125 | Anteil des Gehalts 88 - 125 µm [%] |
| 125-250 | Anteil des Gehalts 125 - 250 µm [%] |
| 250-500 | Anteil des Gehalts 250 - 500 µm [%] |
| 500-1000 | Anteil des Gehalts 500 - 1000 µm [%] |
| 1000-2000 | Anteil des Gehalts 1000 - 2000 µm [%] |
| >2000 | Anteil des Gehalts > 2000 µm [%] |

2.2 Flächendeckende Sedimentparameter in der Deutschen Bucht

FTP-Download: *SedimentParametersGB.csv* in *SedimentologicalParametersCSV.zip*
ftp://ftp.bsh.de/outgoing/AufMod-Data/CSV_XYZ_files/SedimentologicalParametersCSV.zip

Beschreibung: Aus den unter Kapitel 1.2 beschriebenen interpolierten Kornverteilungen abgeleitete Sedimentparameter, wie Mediankorndurchmesser oder Sedimentsortierung.

Bezeichnung: *SedimentParametersGB.csv*

Koordinatensystem: WGS84 UTM 32 N (EPSG-Code: 32632)

Modellgitter: 250m*250m-Raster

Dateiformat: CSV (Aufbau der CSV-Datei: vgl. Tabelle 3)

Tabelle 3: Aufbau der CSV-Datei „*SedimentParametersGB*“

| Kopfzeile | Inhalt |
|---------------------|---------------------------------------|
| x | X-Koordinate |
| y | Y-Koordinate |
| Median [Phi] | Phi-Werte des Medians |
| Median [mm] | Medianwerte in mm |
| Mean [mm] | Mittelwert des Korndurchmessers in mm |
| SortingTRASK | Sortierung nach Trask (1932) |
| SortingSigma | Sortierung nach Folk & Ward (1957) |
| Skewness | Schiefe nach Folk & Ward (1957) |
| Kurtosis | Kurtosis nach Folk & Ward (1957) |