

Besser entscheiden mit unsicheren Daten (BEMUDA)

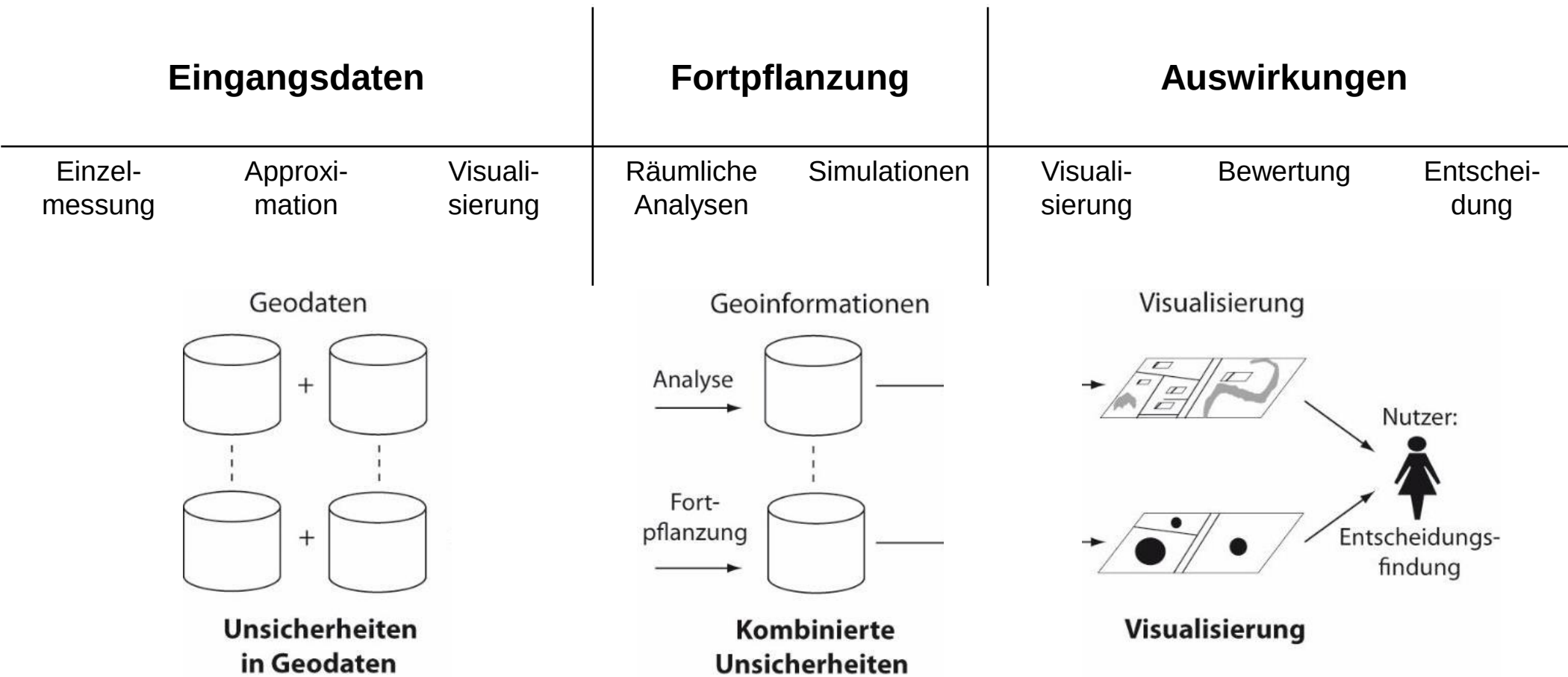
Integration und Visualisierung von Unsicherheitsinformationen
in Entscheidungsprozesse

Rahmenkonzept - BEMUDA

- Beschreibung von Unsicherheitsinformationen in den **Eingangsdaten**
- Implementierung von Methoden, die die **Fortpflanzung** von Unsicherheiten während räumlicher Analysen bestimmen
- Visualisierungen, die **Auswirkungen** von Unsicherheitsinformationen auf die finalen Zielgrößen darstellen
- **Proof-of-Concept** des propagierten Rahmenkonzeptes
 - Geodaten von Easy-GSH

Unsicherheitskette Geodaten

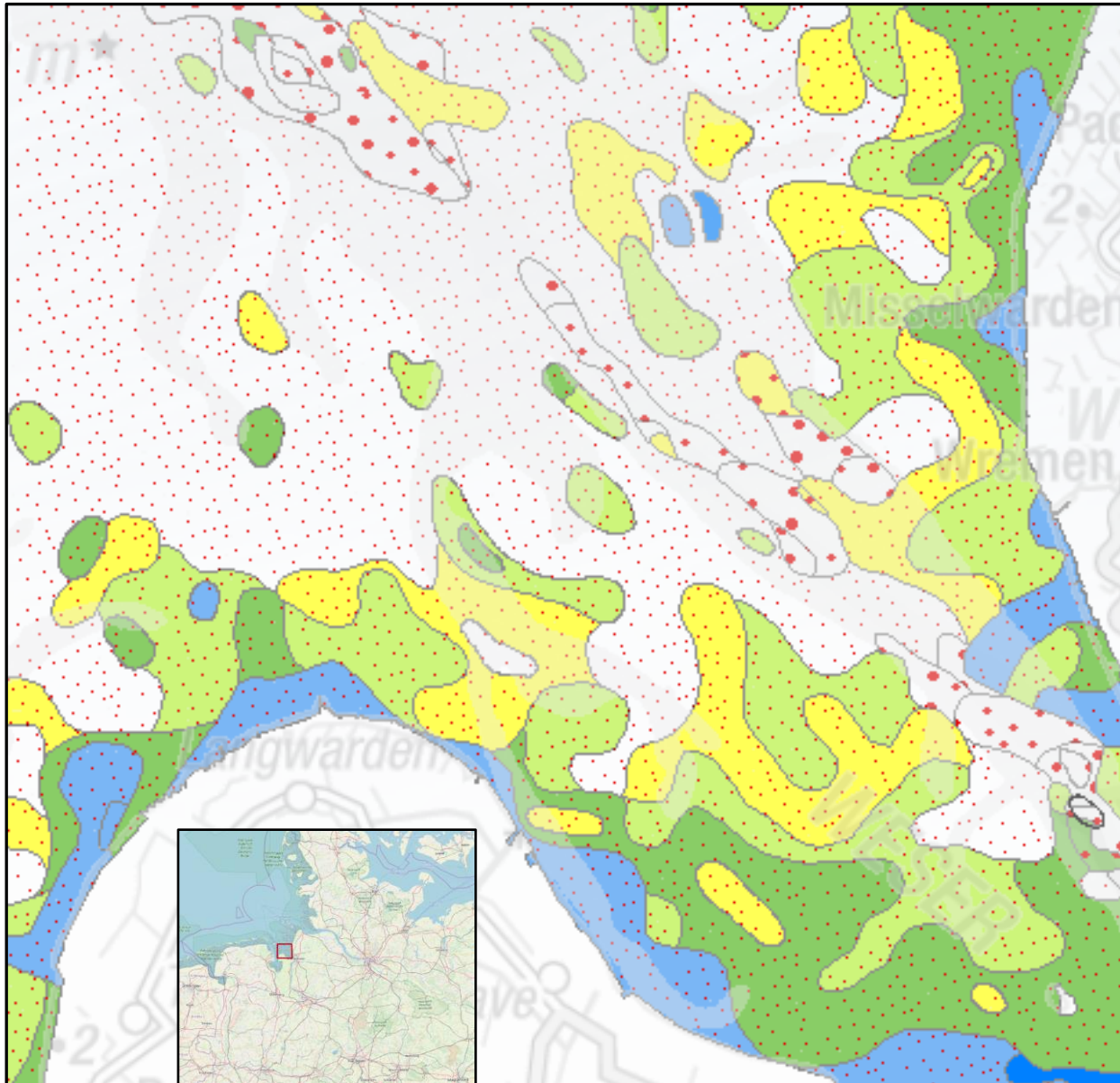
BEMUDA: Schematische Darstellung der „Unsicherheitskette“ im Zuge der Analyse von Geodaten



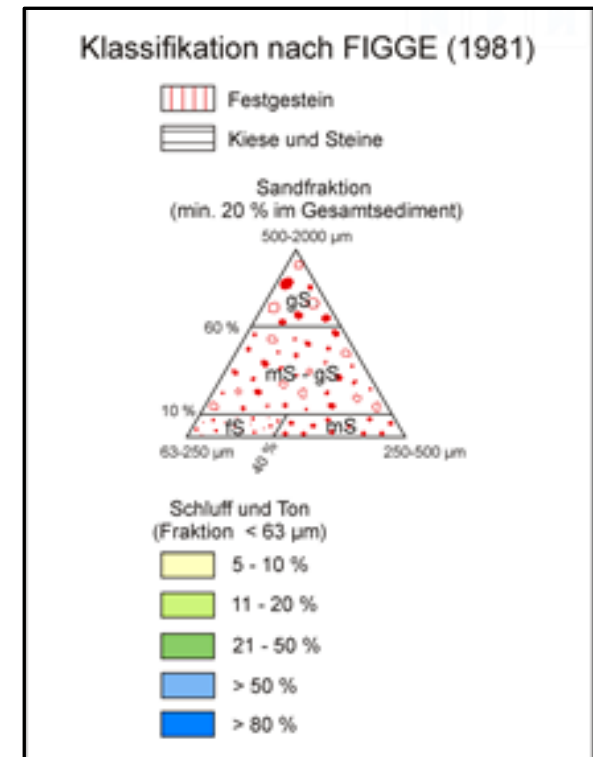
Sedimentologische Beschreibung

X X (X) (X) X

Sedimentologische Beschreibung: Figge



Erstellung der Karte zur Sedimentverteilung auf dem Meeresboden nach Figge (1981)



(Quelle: Geopotential Deutsche Nordsee)

Sedimentologische Beschreibung

Unsicherheit in der Figge-Karte

- „Die vorliegende Kartenversion wurde manuell als digitale Karte in Form eines Geofachdatensatzes unter Verwendung von ArcGIS erstellt“
- „Die Abgrenzung der Flächen ergab sich hauptsächlich durch die Verteilung unterschiedliche klassifizierter Datenpunkte“
- „Konnte bei der Auswertung zwischen der Bathymetrie und den punktuellen Sedimenttypen kein plausibler Zusammenhang hergestellt werden, wurde auf halber Distanz zwischen den Datenpunkten die Grenze gezogen“

(Quelle: Dokumentation Nr. 1 zur Karte nach der Figge-Klassifikation)

Sedimentologische Beschreibung

- Positional Uncertainty
- Thematic Uncertainty
- (Temporal Uncertainty)

Aber:

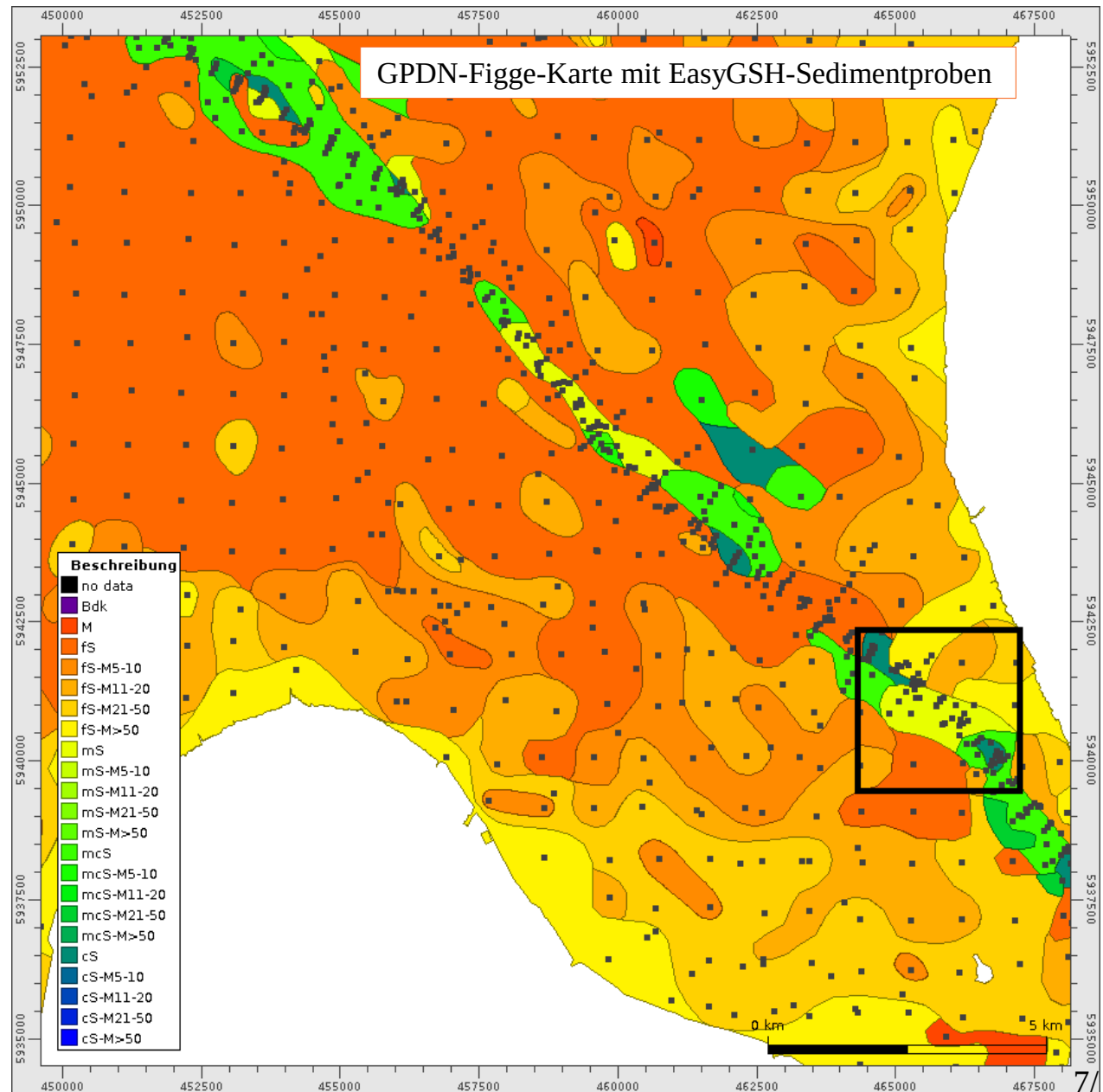
„Modelle zur Beschreibung von qualitativen und quantitativen Unsicherheiten sind in der Regel nicht allgemeingültig und müssen für konkrete Anwendungen angepasst werden“

(zit. nach Schiewe & Kinkeldey 2013)

→ Entwicklung verschiedener Modelle zur Beschreibung der Unsicherheit

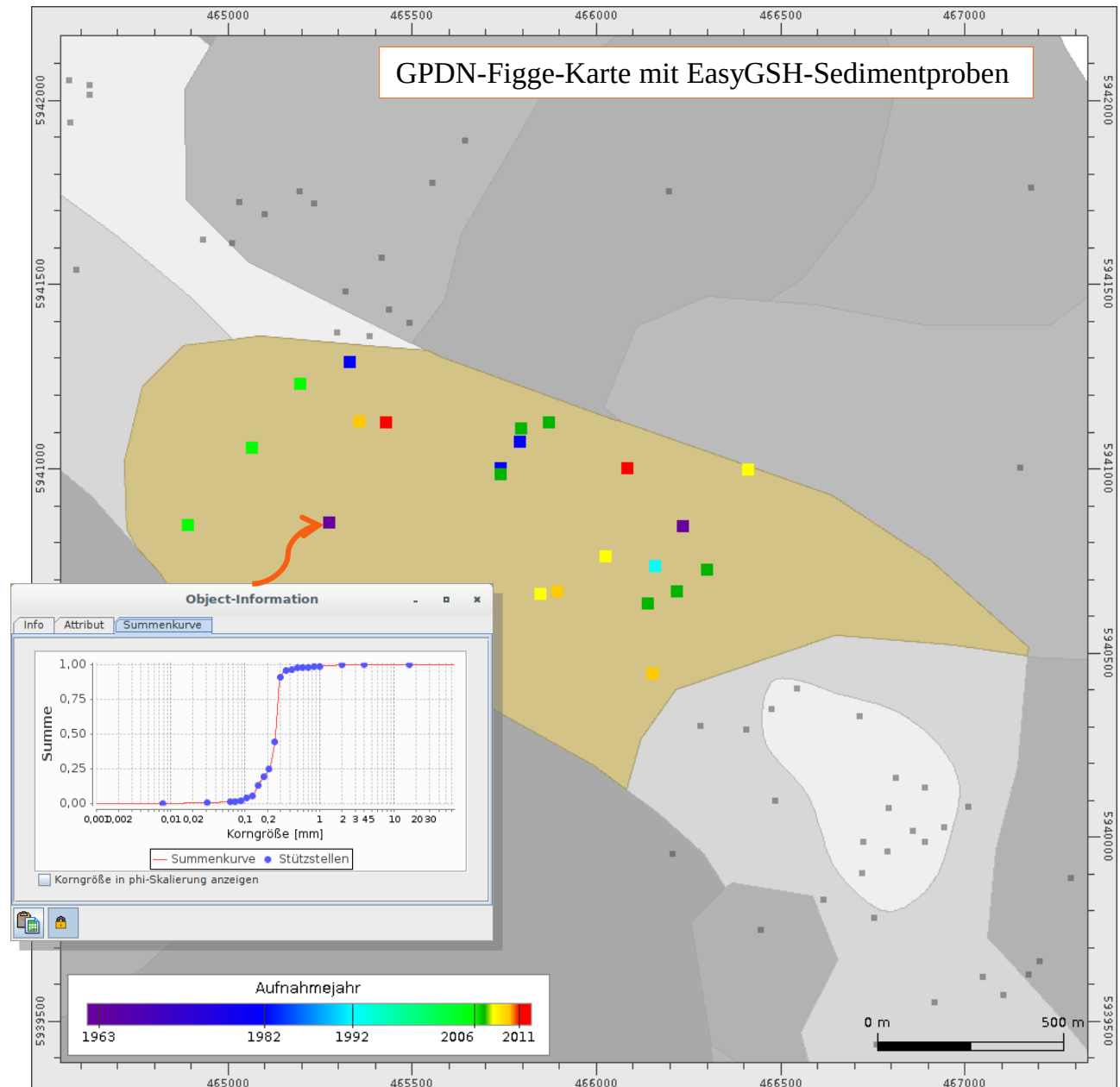
Ausschnitt GPDN-Figge Außenweser

- Figge-Karte wurde 1981 als zusammenfassende Karte der Sedimentverteilung entwickelt
- Beschreibung fokussiert auf Feinanteile
- wurde im Projekt GPDN aktualisiert
- Proben bis 29.10.2012 berücksichtigt
- Integration neuer Oberflächenproben in die bestehende Figge-Karte

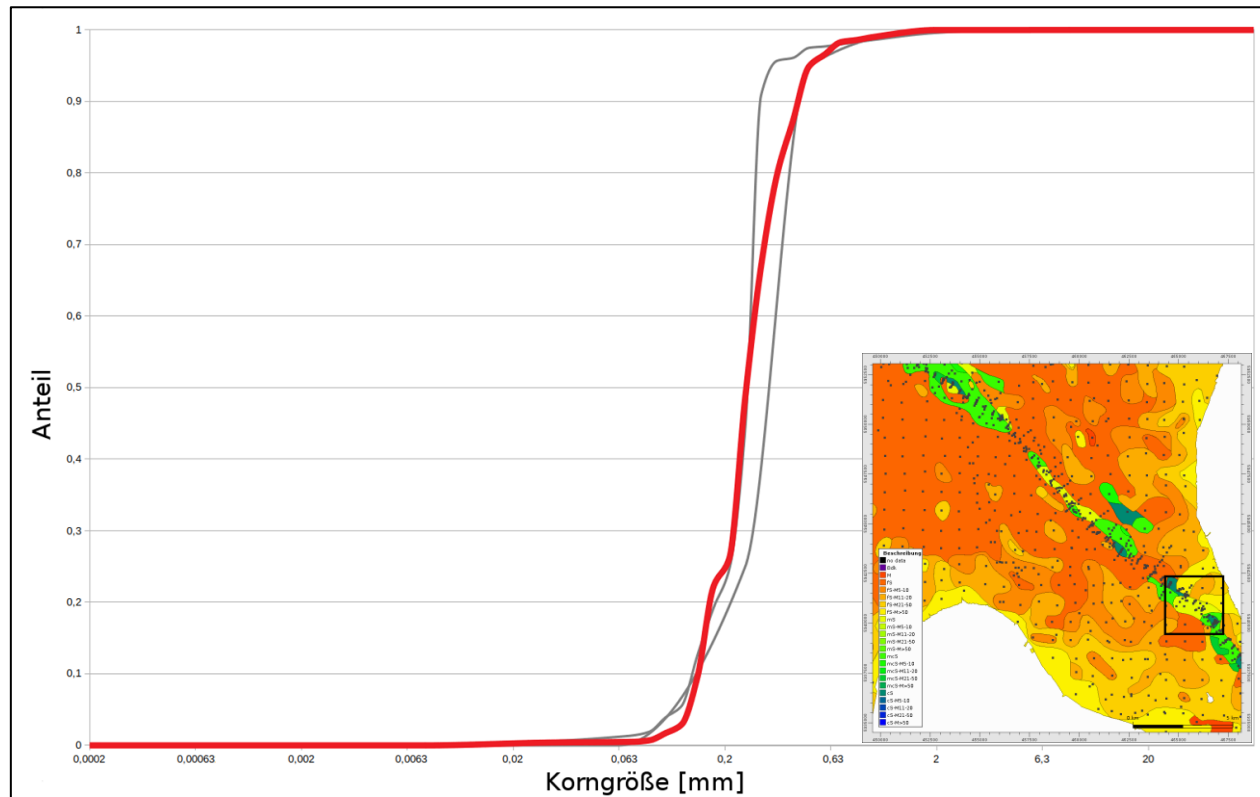


Detailansicht Fahrrinne Außenweser

- Beispielhafter Vergleich von Sedimentproben bis 2011 und dem Figge-Polygon
- Polygon laut Beschreibung „mS“: Mittelsand mit < 5% Mud
- Polygon liegt im Bereich der Fahrrinne der Außenweser



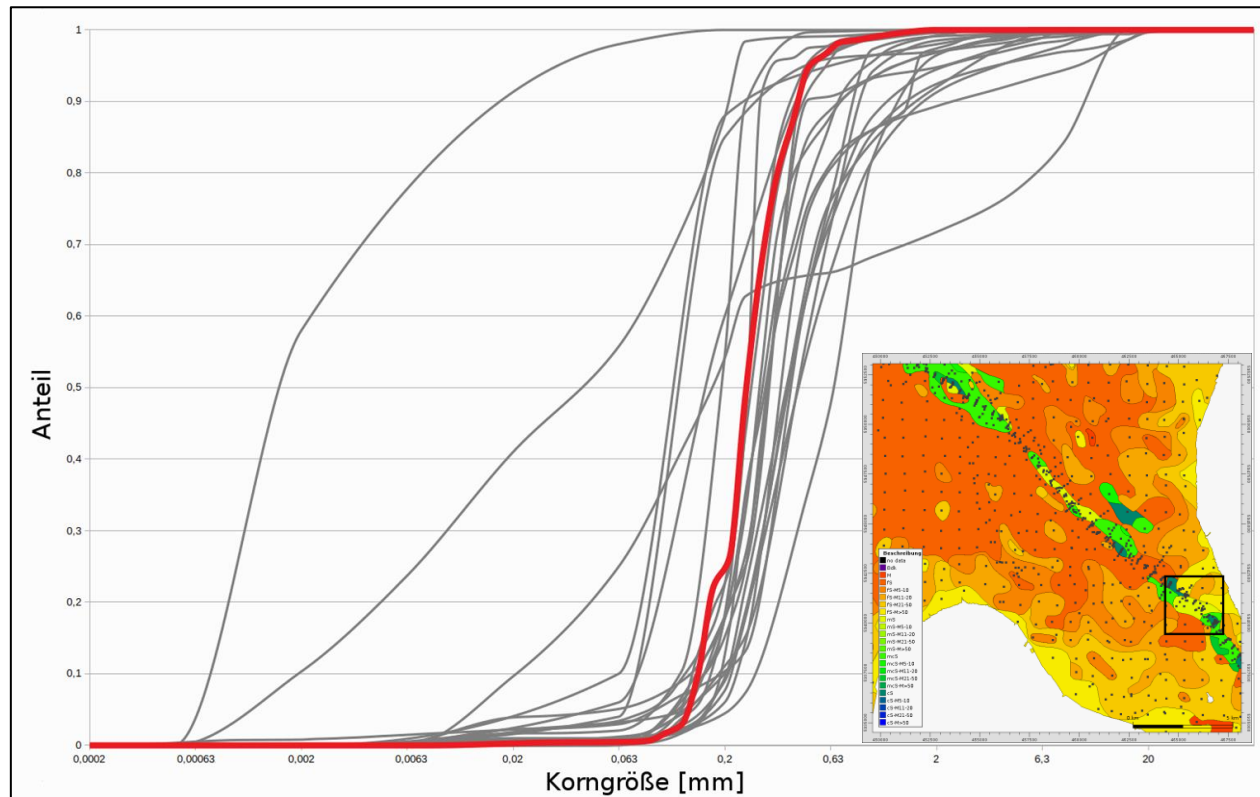
Vergleich gemessene Proben und Figge-Beschreibung



Grau: 2 gemessene Proben (1963)
Rot: Aus Beschreibung gewandelte Figge-Summenkurve

- Alle Proben bis 1981
- Übrig bleiben zwei von 1963 → diese standen Figge vermutlich zur Verfügung
- Entsprechen beide einem Mittelsand
- Polygon aus Figgekarte entspricht einem Mittelsand mit <5% Mud
- Passt insgesamt
- Gewisse Unsicherheitsbereiche durch Intervall-Angabe für Figge → Summenkurve

Vergleich gemessene Proben und Figge-Beschreibung



Grau: 24 gemessene Proben (1963 - 2011)
Rot: Aus Beschreibung gewandelte Figge-Summenkurve

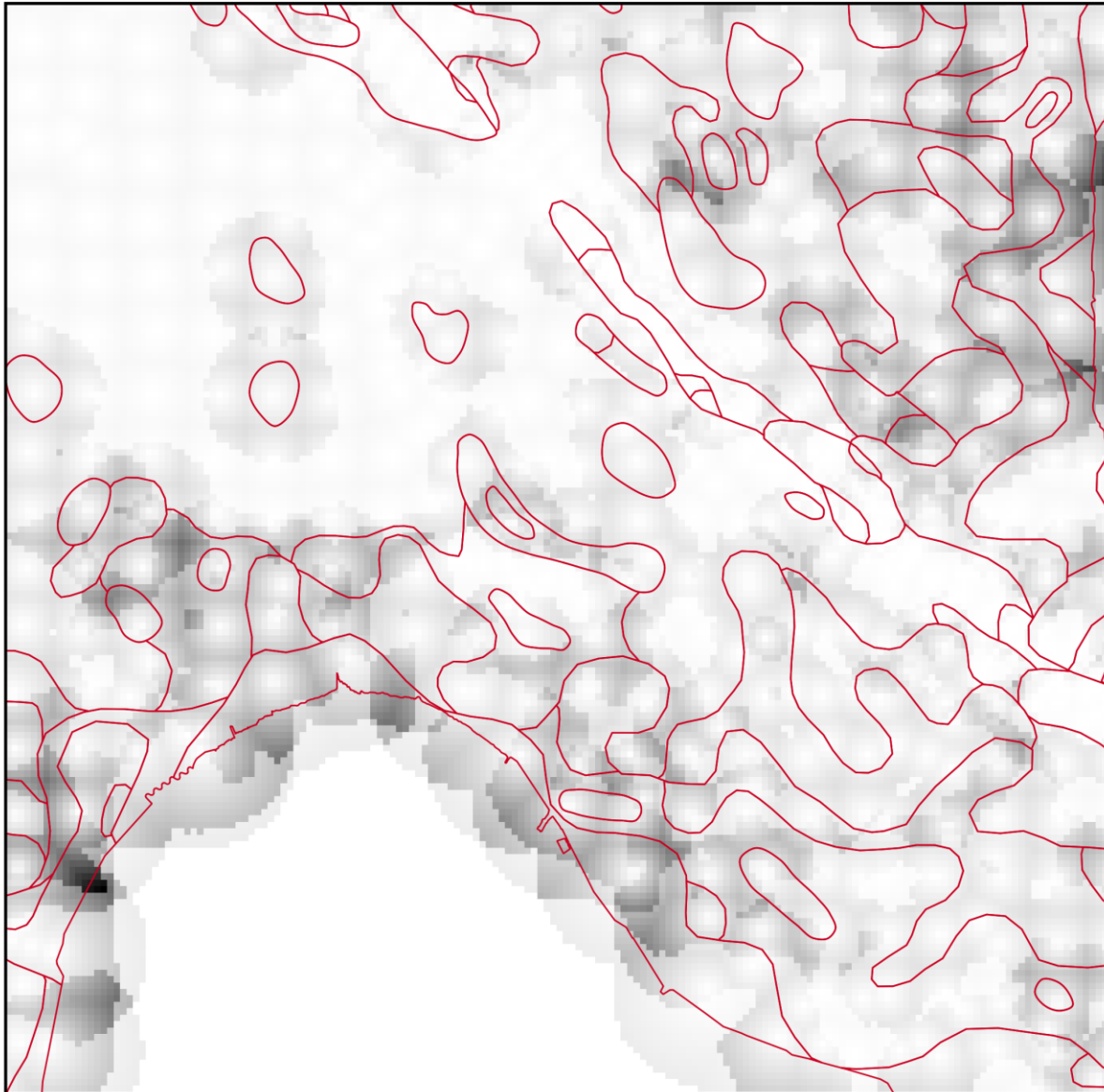
- Rote Summenkurve: aus Figge-Beschreibung („mS“) rückgerechnet
- Graue Summenkurven: Proben von 1963 bis 2011, die in dem Figge-Polygon liegen
- $D_{50, \min}$: $\sim 0,001$ mm
- $D_{50, \max}$: $\sim 0,63$ mm
- $D_{50, \text{Figge}}$: $\sim 0,32$ mm

Unsicherheitsanalyse:

Rasterrechner der Unsicherheit

- Frage:** Wie unsicher ist die Bestimmung des Sedimenttyps eines Ortes auf Basis der vorhandenen Datenpunkte?
- Methode:** Für jede Rasterzelle wird ein Unsicherheitswert errechnet, der sich aus der Entfernung zum nächsten Datenpunkt und der Anzahl der unterschiedlichen Sedimenttypen innerhalb der nächsten 5 Datenpunkte errechnet
- Ergebnis:** $\text{Unsicherheitswert} = \text{Distanz NN} * (\text{Summe unterschiedlicher Sedimentklassen in der Nachbarschaft})$

Sedimentologische Beschreibung



Karte zur Sedimentverteilung auf dem Meeresboden in der deutschen Nordsee nach Figge

- Rasterrechner Unsicherheit -

Distanz zu Nearest Neighbor x
Klassenvariation der Nachbarpunkte

 Sedimentklassen nach Figge

Unsicherheit

 0

 5000

0 2 4 6 8 km

Datenquellen:
Geopotential Deutsche Nordsee (<http://www.gpdn.de/>)
smile consult GmbH

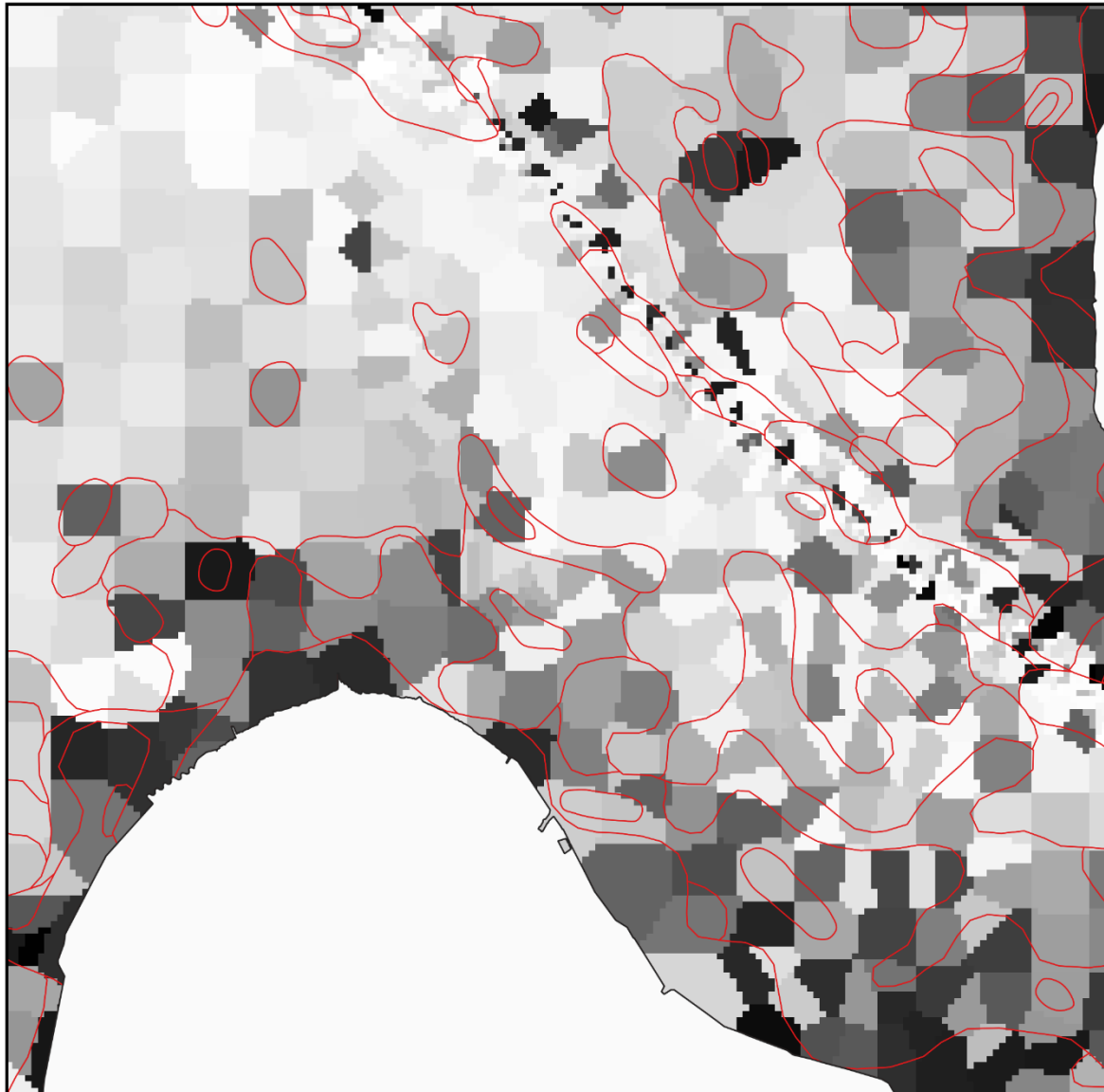
Sedimentologische Beschreibung

Unsicherheitsanalyse:

Interpolationsmethoden

- Frage:** Um aus einem Punkt-Datensatz eine flächenhafte Verteilung abzuleiten, bedient man sich verschiedenen Methoden der Interpolation. Inwieweit unterscheiden sich solche Methoden untereinander?
- Methode:** Auf Basis des Punktdatensatzes werden am Beispiel der Summengröße bei $\phi = 3.5$ verschiedene Interpolationsmethoden angewendet und anschließend auf ihre unterschiedlichen Ergebnisse hin untersucht.
- Ergebnis:** Rasterdatensatz der einzelnen Interpolationen sowie mit den Differenzen der unterschiedlicher Methoden

Sedimentologische Beschreibung



Karte zur Sedimentverteilung auf dem Meeresboden in der deutschen Nordsee nach Figge

- Nearest Neighbor Interpolation -

$\phi = 3.5$

 Sedimentklassen nach Figge

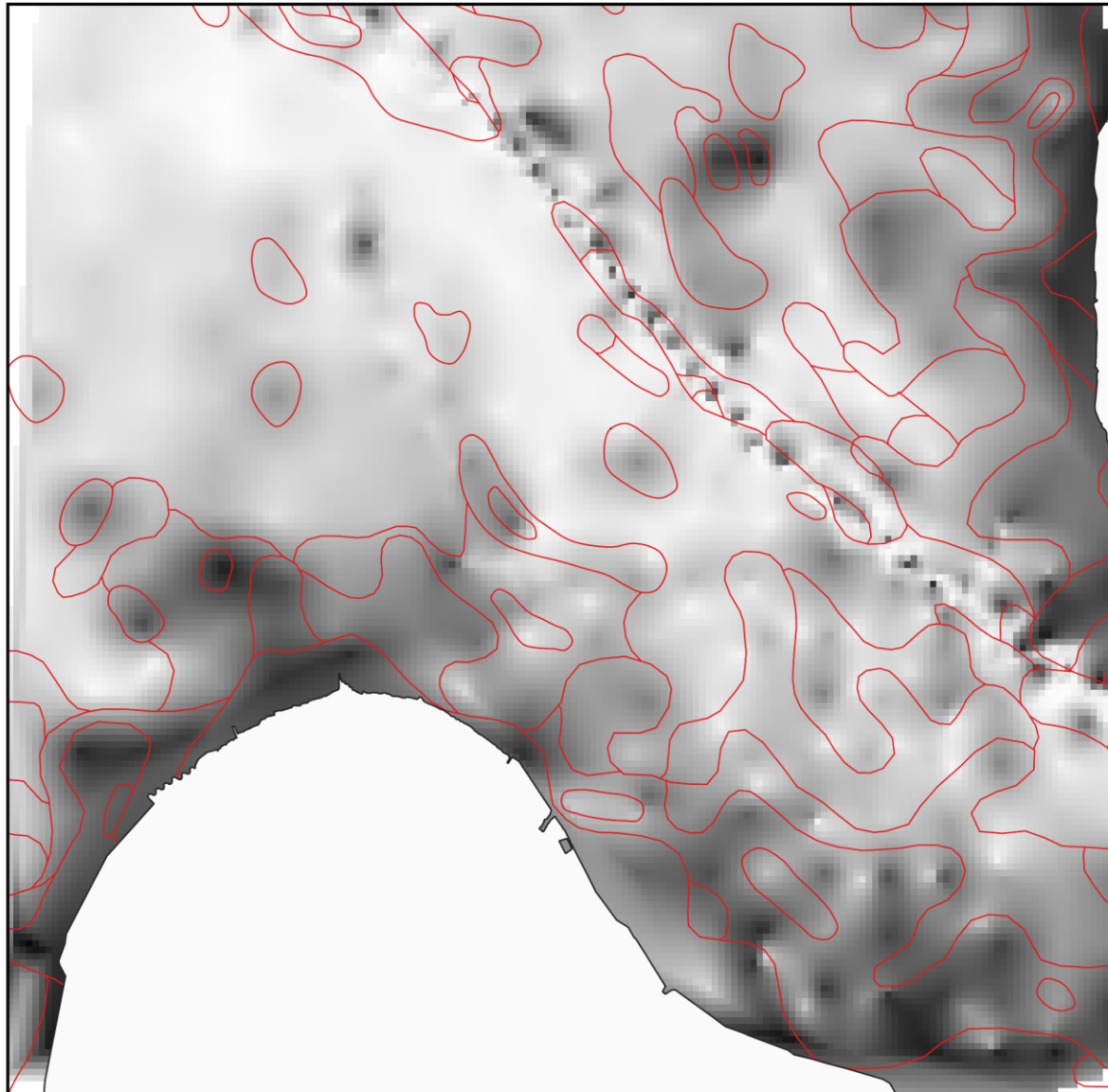
Summenprozent

 0
 100

0 2 4 6 8 km

Datenquellen:
Geopotential Deutsche Nordsee (<http://www.gpdn.de/>)
smile consult GmbH

Sedimentologische Beschreibung



Karte zur Sedimentverteilung auf dem Meeresboden in der deutschen Nordsee nach Figge

- Natural Neighbor Interpolation -

$\phi = 3.5$

 Sedimentklassen nach Figge

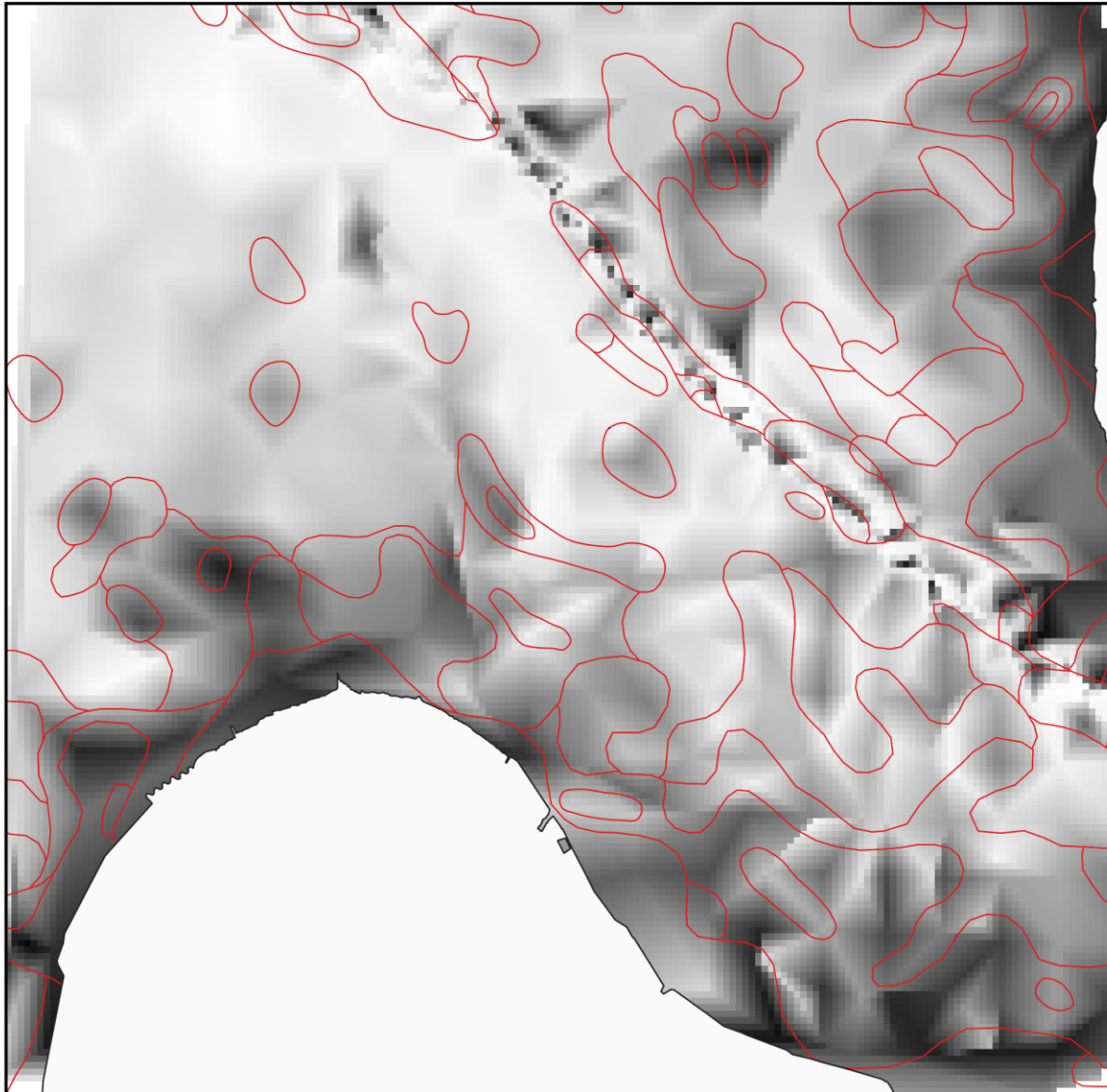
Summenprozent

 0
 100

0 2 4 6 8 km

Datenquellen:
Geopotential Deutsche Nordsee (<http://www.gpdn.de/>)
smile consult GmbH

Sedimentologische Beschreibung



Karte zur Sedimentverteilung auf dem Meeresboden in der deutschen Nordsee nach Figge

- Lineare Interpolation -

$\phi = 3.5$

 Sedimentklassen nach Figge

Summenprozent

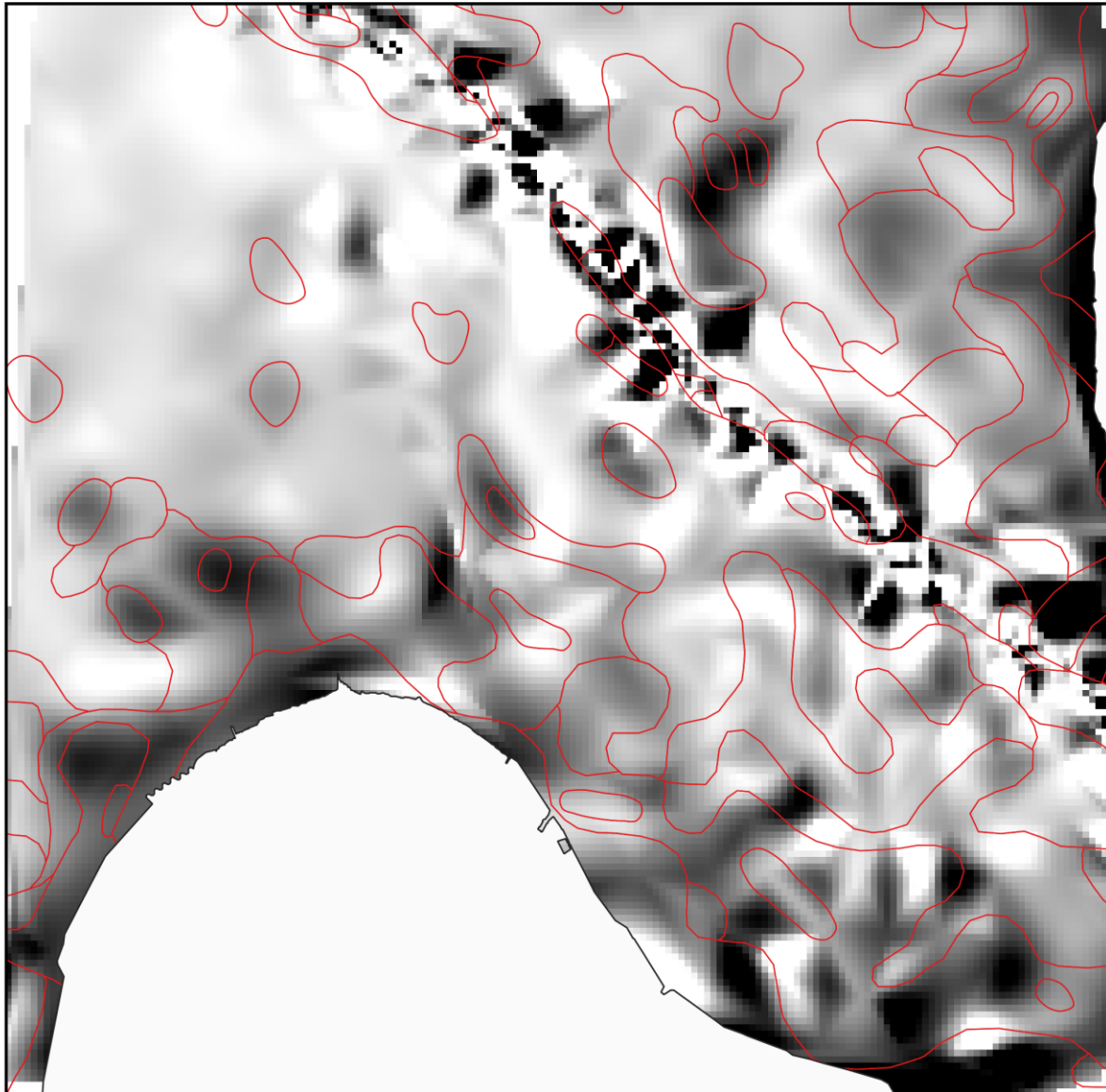
 0

 100

0 2 4 6 8 km

Datenquellen:
Geopotential Deutsche Nordsee (<http://www.gpdn.de/>)
smile consult GmbH

Sedimentologische Beschreibung



Karte zur Sedimentverteilung auf dem Meeresboden in der deutschen Nordsee nach Figge

- Kubische Interpolation -

$\phi = 3.5$

 Sedimentklassen nach Figge

Summenprozent

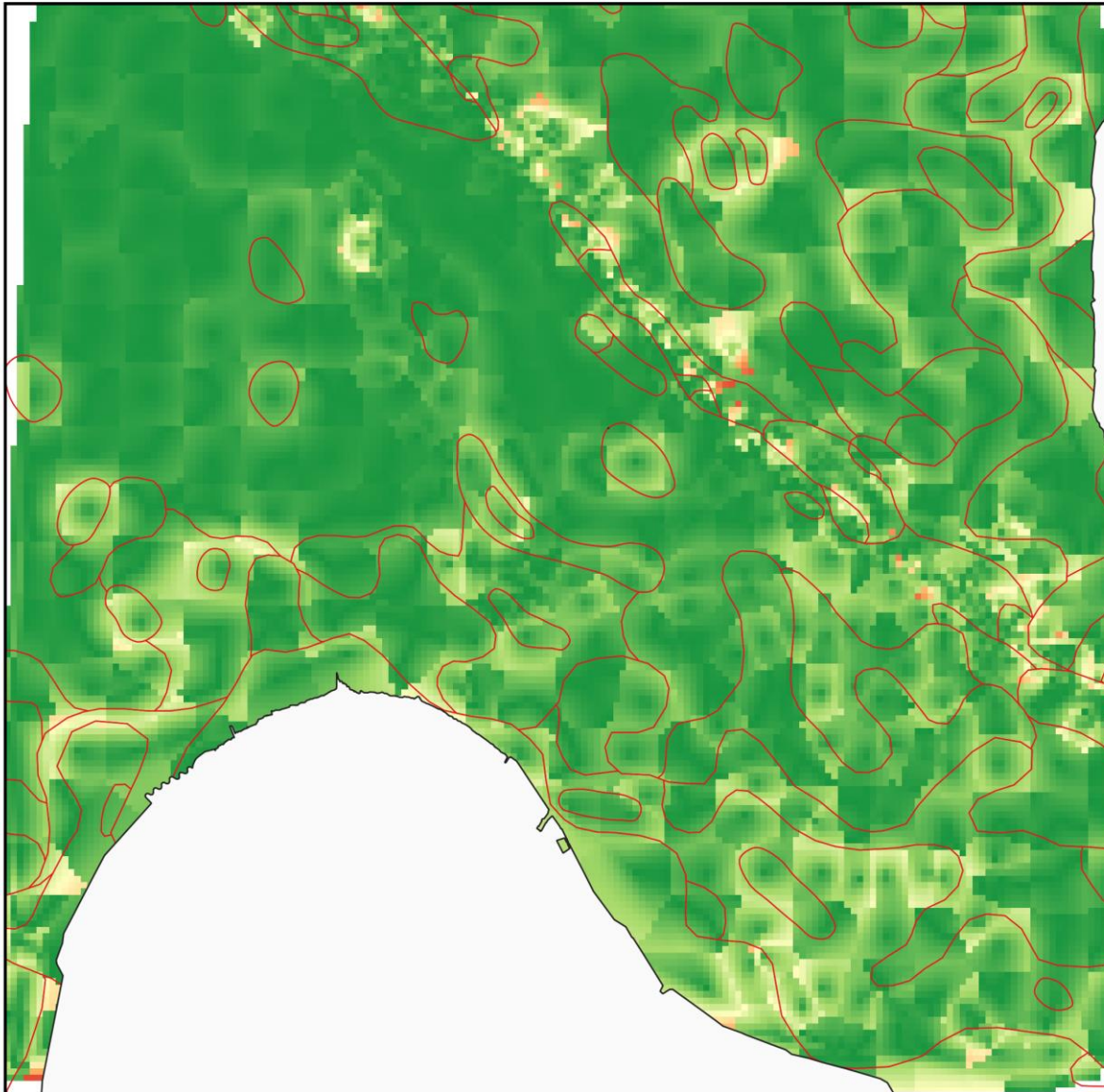
 0

 100

0 2 4 6 8 km

Datenquellen:
Geopotential Deutsche Nordsee (<http://www.gpdn.de/>)
smile consult GmbH

Sedimentologische Beschreibung



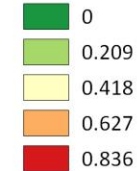
Karte zur Sedimentverteilung auf dem Meeresboden in der deutschen Nordsee nach Figge

- Differenz Nearest vs. Natural Neighbor -

$\phi = 3.5$

 Sedimentklassen nach Figge

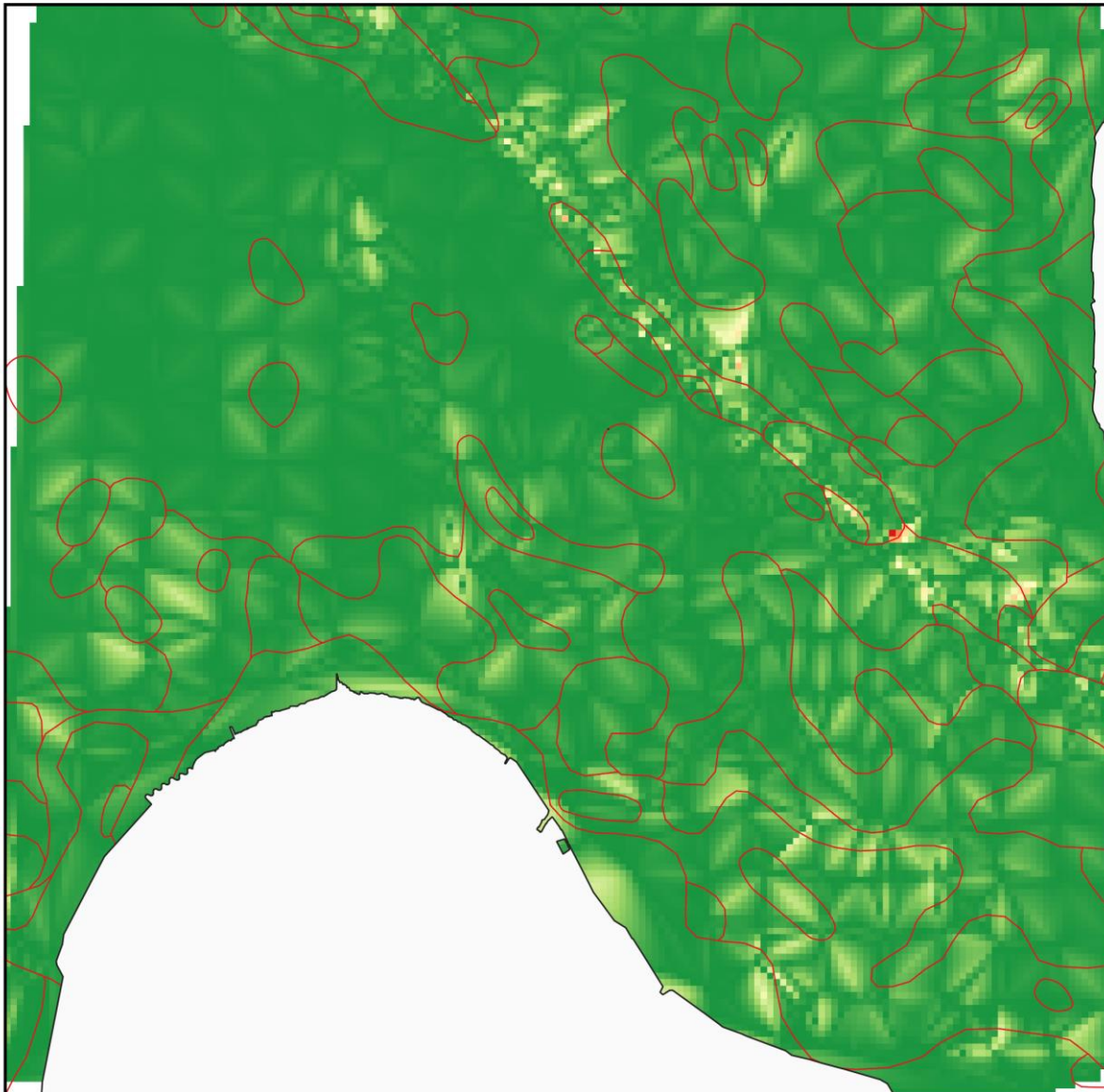
Differenz in Summenprozent



0 2 4 6 8 km

Datenquellen:
Geopotential Deutsche Nordsee (<http://www.gpdn.de/>)
smile consult GmbH

Sedimentologische Beschreibung



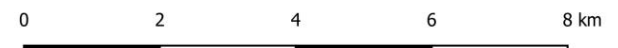
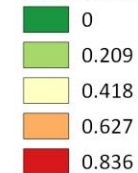
Karte zur Sedimentverteilung auf dem Meeresboden in der deutschen Nordsee nach Figge

- Differenz Lineare Interpolation vs. Natural Neighbor -

$\phi = 3.5$

 Sedimentklassen nach Figge

Differenz in Summenprozent



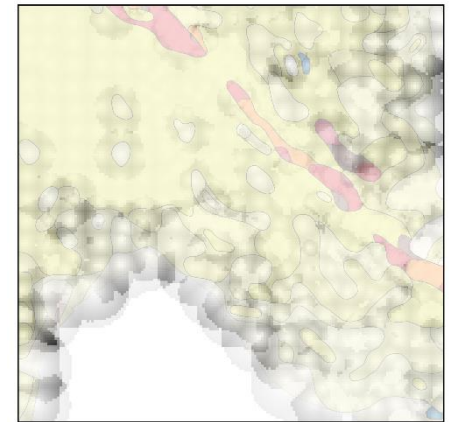
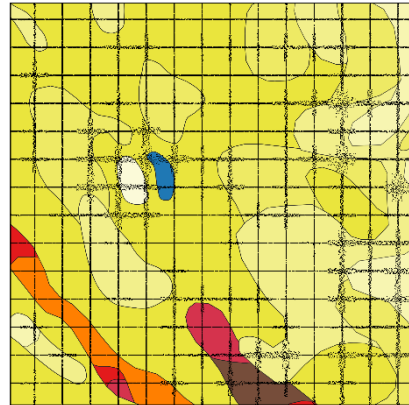
Datenquellen:
Geopotential Deutsche Nordsee (<http://www.gpdn.de/>)
smile consult GmbH

EXKURS: Visualisierung von Unsicherheiten

Unsicherheitsanalyse:

Visualisierung von Unsicherheiten

- **Kombinierte Visualisierung**
 - Farbabstufung
 - Noise Annotation Lines
 - Symbole
 - u.v.m.
- **Separate Visualisierung**
 - Unsicherheitskarten
 - u.v.m.



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Martin Knura

Lab for Geoinformatics and Geovisualization (g2lab)
HafenCity Universität Hamburg
Überseeallee 16 20457 Hamburg
martin.knura@hcu-hamburg.de