



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen



Untersuchungen der BAW zum Strombau- und Sedimentmanagementkonzept Grundlagen zur Evaluation des Konzeptes durch externe Experten

www.baw.de

BAW Kolloquium, 22.09.2011, Hamburg

Holger Weilbeer
Ariane Paesler
Benjamin Fricke
Morten Klöpffer
Christian Maerker (UniBW München)

(BAW-)Grundlagen zur Evaluation des SSMK

- Historische Entwicklung der Tideelbe
 - Boehlich (2003): Realisierte Strombaumaßnahmen an der Tideelbe
 - http://vzb.baw.de/digitale_bib/
- Modellierungssystem
 - <http://www.baw.de/methoden/>
- Modellvalidierung
- Analyse des aktuellen Systemverhaltens
- Studien zum Sedimenttransport und –management
- Studien zum Schadstofftransport
 - Fricke (2011): Modellierung von feststoffgebundenen Schadstoffen am Beispiel der Tideelbe
 - <http://www.bafg.de/>
- Studien zu Strombaumaßnahmen, z.B. Schaffung von Flutraum
 - Klöpffer (2010): Untersuchungen zur Wirkung von Flutraumvergrößerungen im Rahmen des Tideelbe-Konzeptes
 - http://vzb.baw.de/digitale_bib/

Strombau- und Sedimentmanagementkonzept Elbe

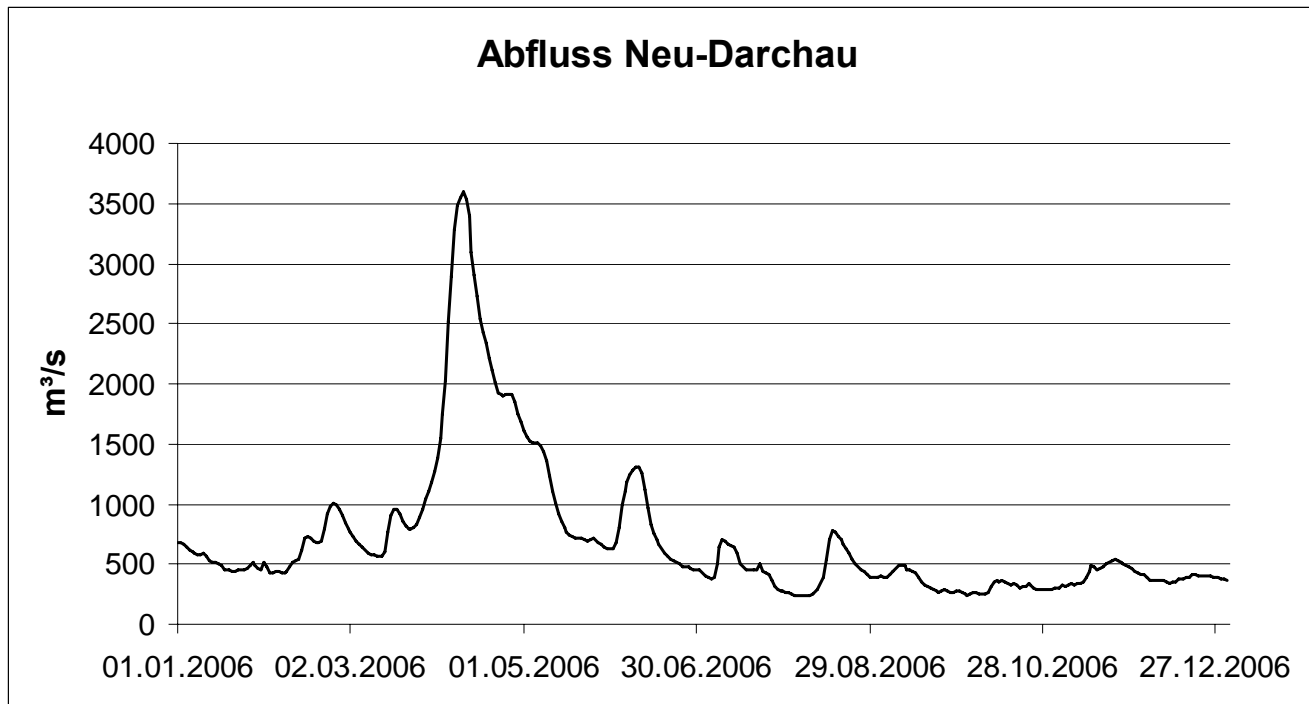
- Dämpfung der einschwingenden Tideenergie durch Maßnahmen im Mündungstrichter
- Schaffung von Flutraum im Bereich zwischen Glückstadt und Geesthacht
- Optimierung des Sedimentmanagements unter Berücksichtigung des Gesamtsystems der Tideelbe
 - Zeitpunkt und Ort der Verbringung
 - Sedimentzusammensetzung
 - Sedimentfänge
 - ...

Strombau- und Sedimentmanagementkonzept von HPA und WSD-Nord, 2008



Einfluss des Oberwassers

- Validiertes Modell für den Systemzustand der Elbe im Jahr 2006
- Nipp-/Spring-Zyklus für konstantes Oberwasser $Q = 180/720/1260\text{m}^3/\text{s}$

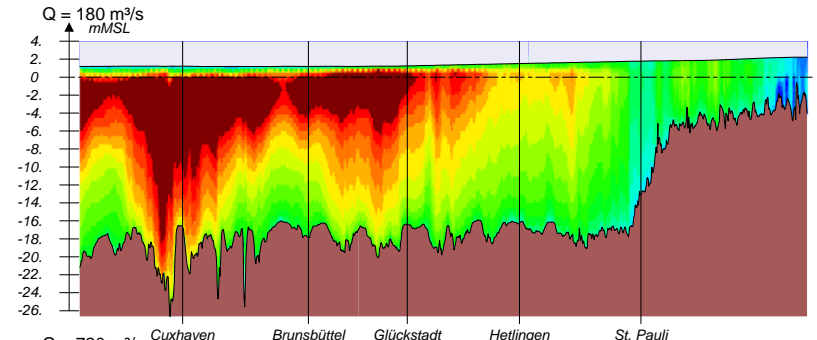
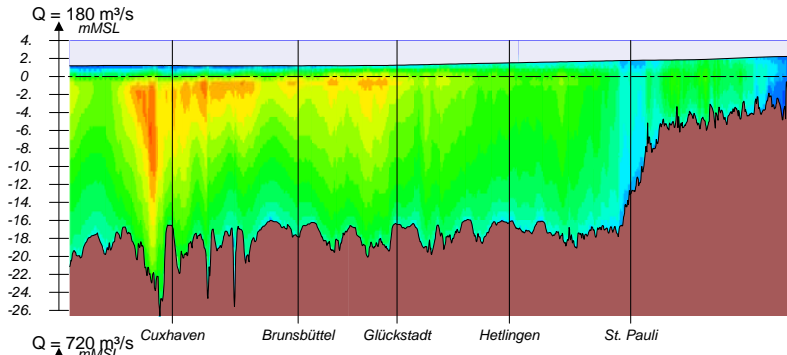


Ebbe

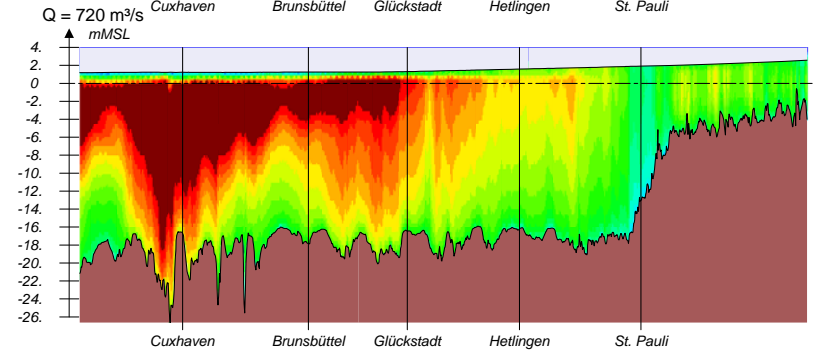
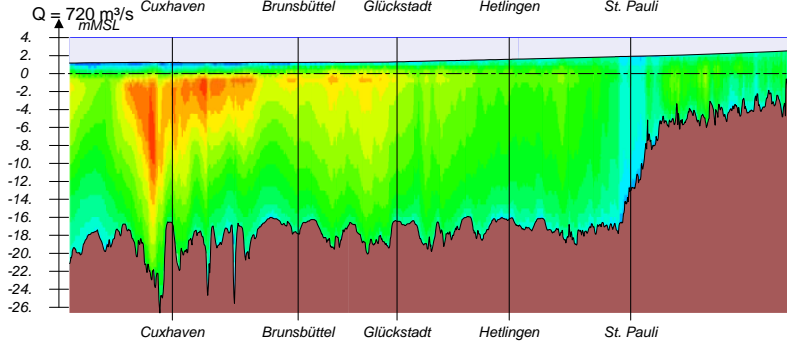
Mittlere Ebbestromgeschwindigkeit

Maximale Ebbestromgeschwindigkeit

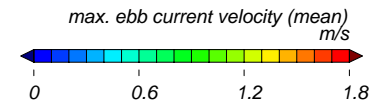
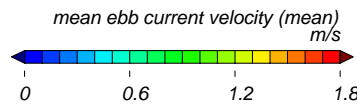
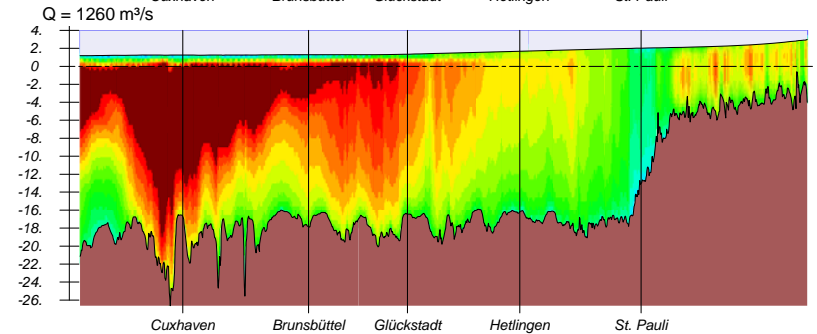
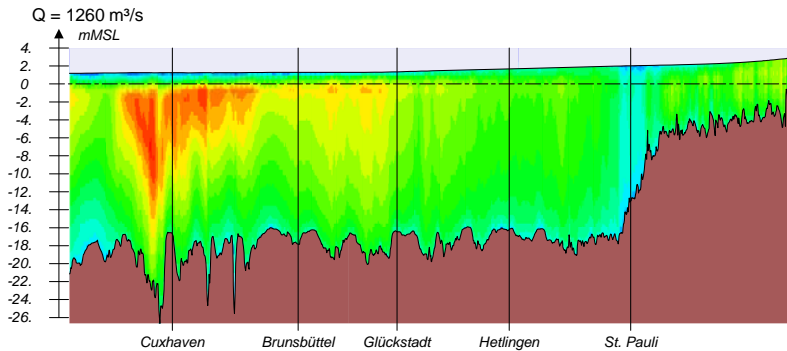
Q = 180 m³/s



Q = 720 m³/s



Q = 1260 m³/s

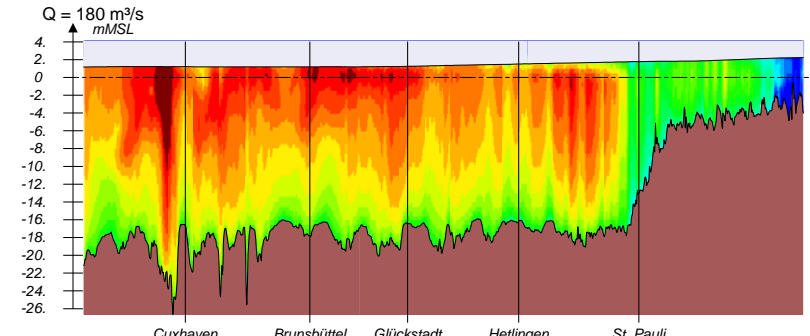
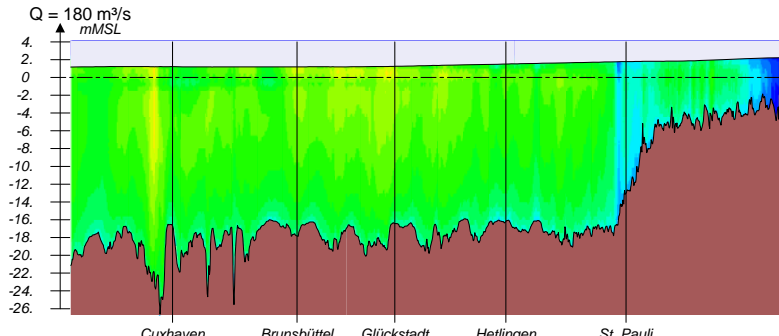


Flut

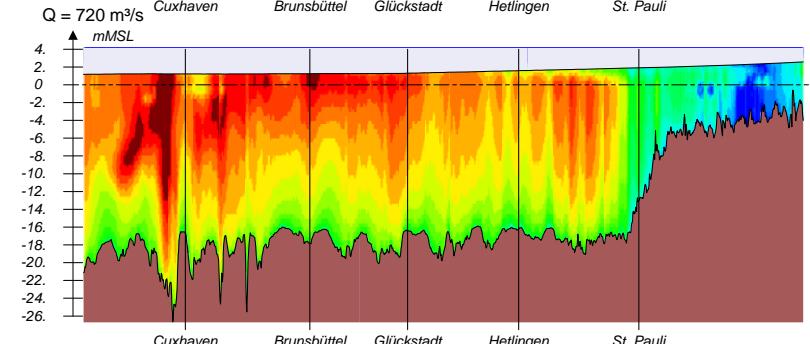
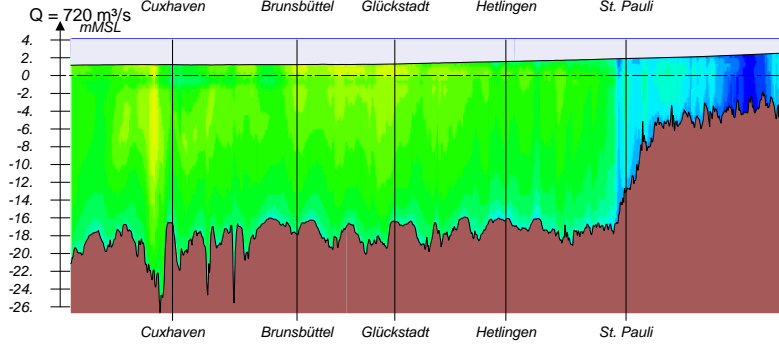
Mittlere Flutstromgeschwindigkeit

Maximale Flutstromgeschwindigkeit

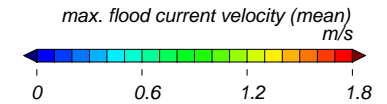
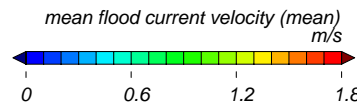
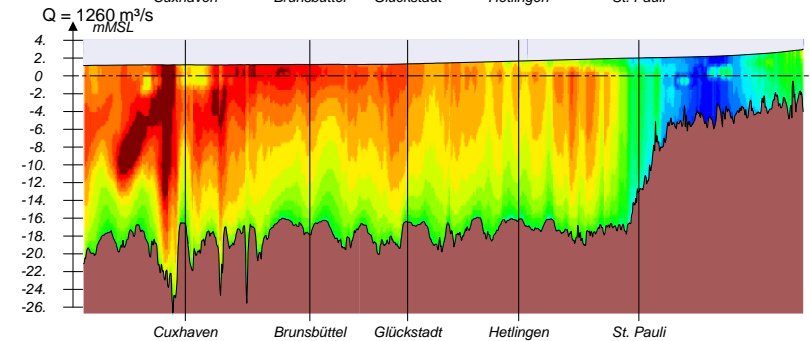
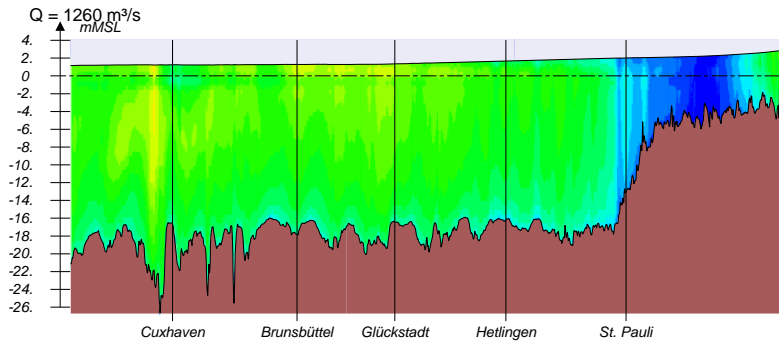
$Q = 180 \text{ m}^3/\text{s}$



$Q = 720 \text{ m}^3/\text{s}$



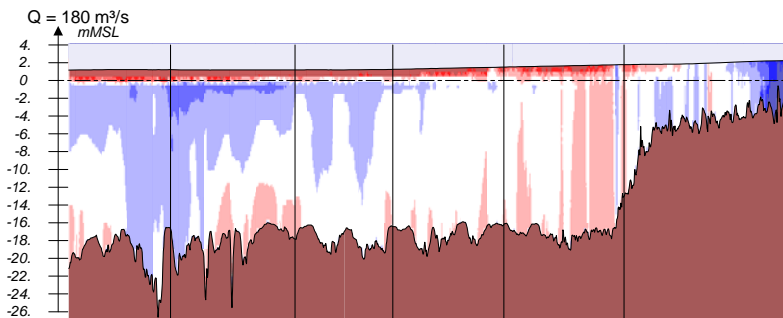
$Q = 1260 \text{ m}^3/\text{s}$



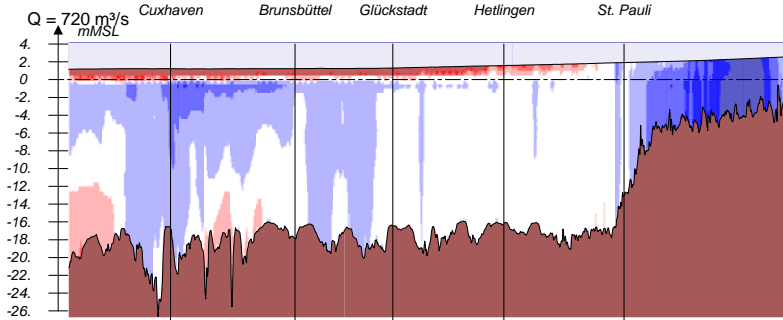
F:E mittlere Strömungsgeschwindigkeit F:E maximale Strömungsgeschwindigkeit

F:E

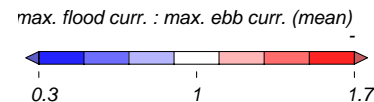
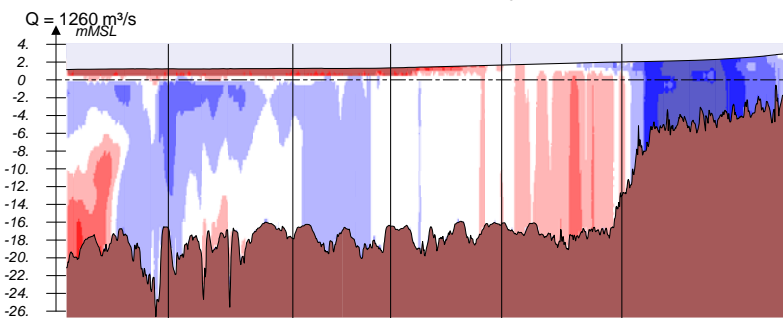
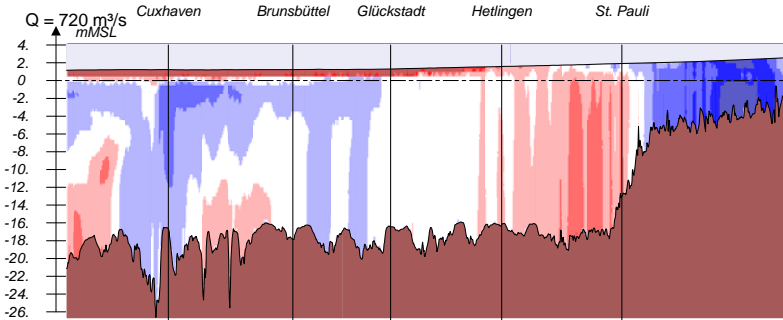
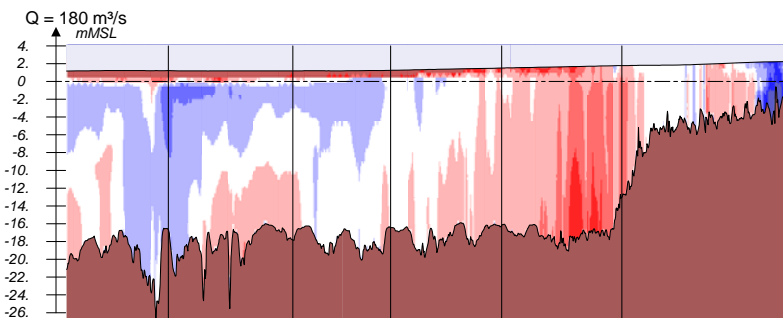
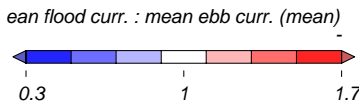
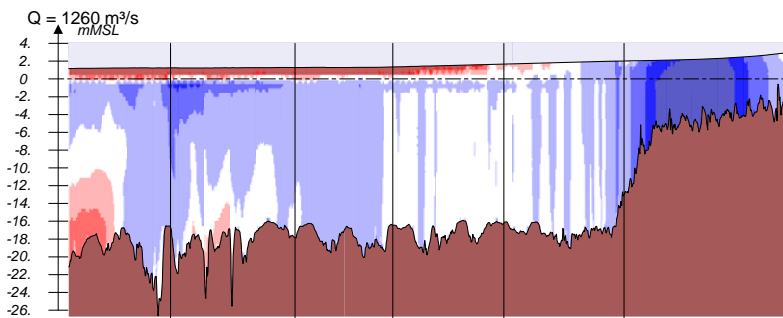
Q = 180 m³/s



Q = 720 m³/s



Q = 1260 m³/s

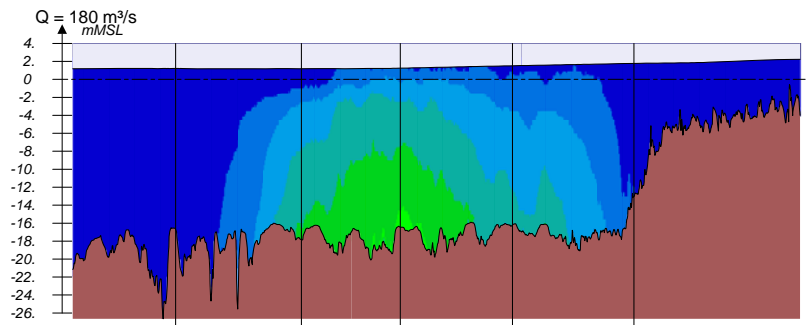
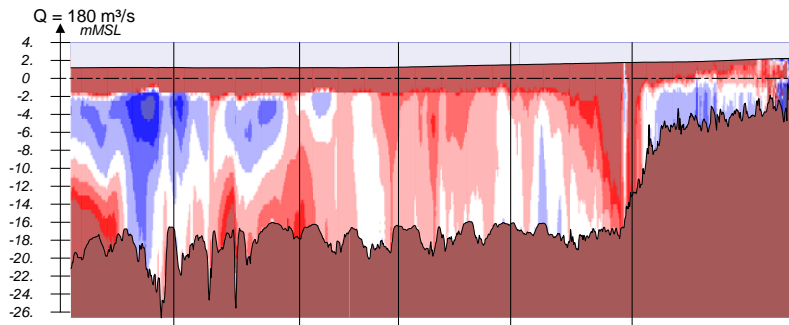


Susp.

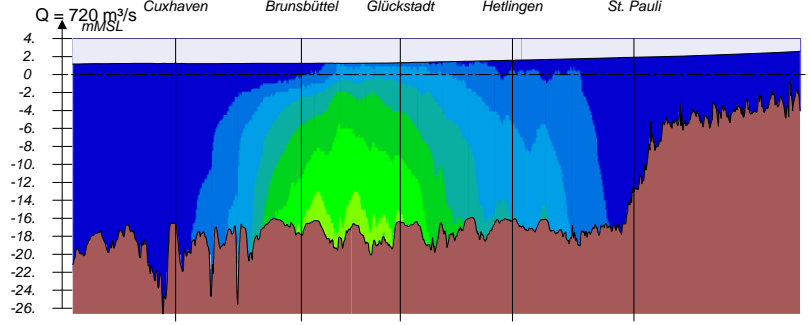
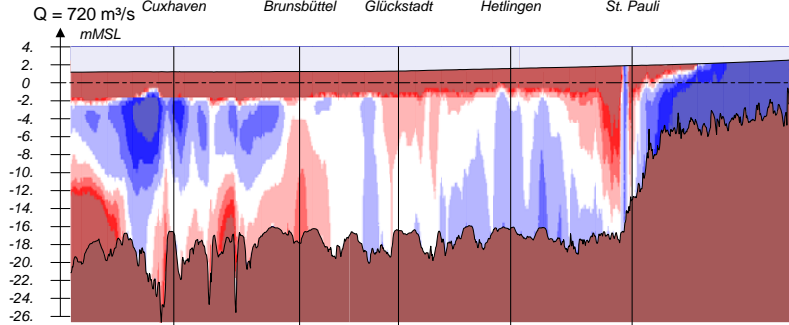
F:E mittlerer Schwebstofftransport

Mittlere Schwebstoffkonzentrationen

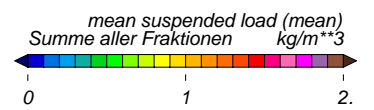
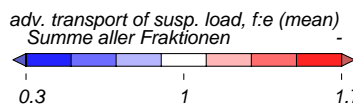
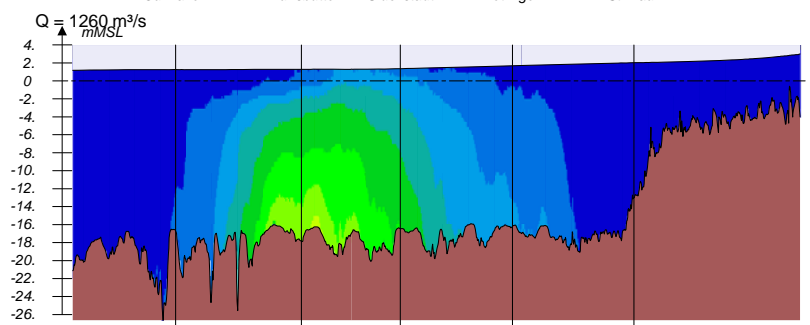
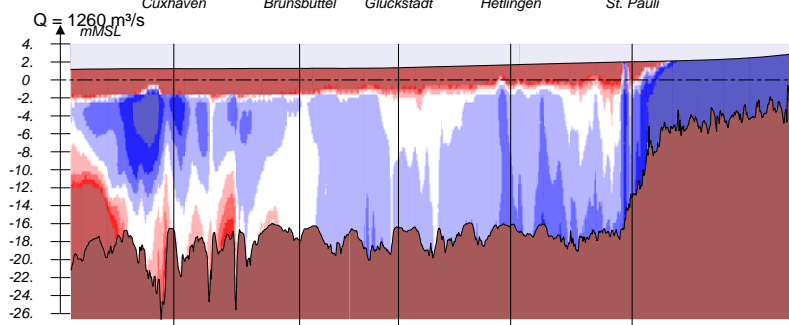
Q = 180 m³/s



Q = 720 m³/s



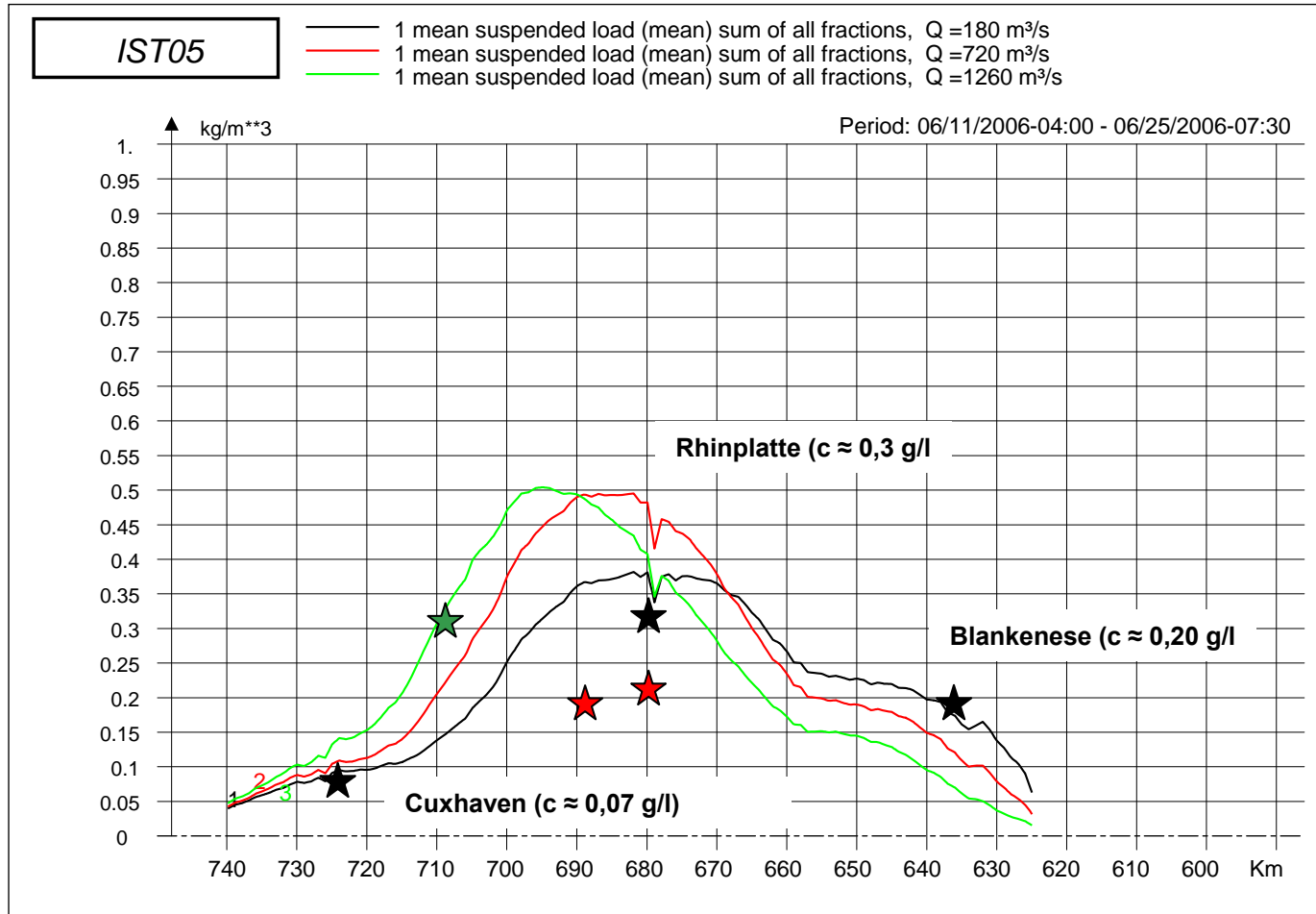
Q = 1260 m³/s



Indizien für Baggerkreisläufe

Querschnittsintegrierter Schwebstoffgehalt

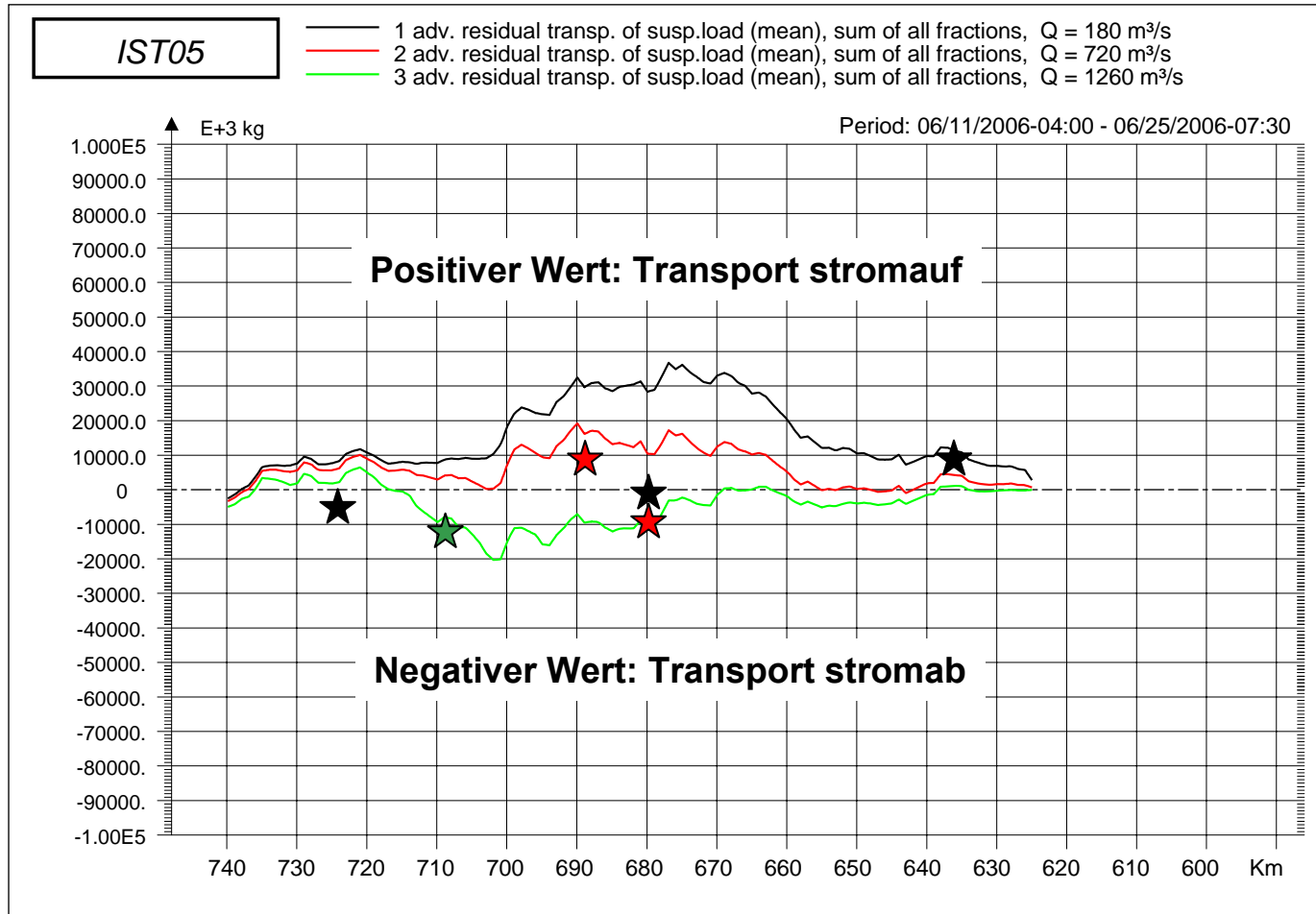
★ : Messungen
Kein exakter Vergleich!



Hydrologische Historie von großer Bedeutung

Netto-Schwebstofftransport Elbe

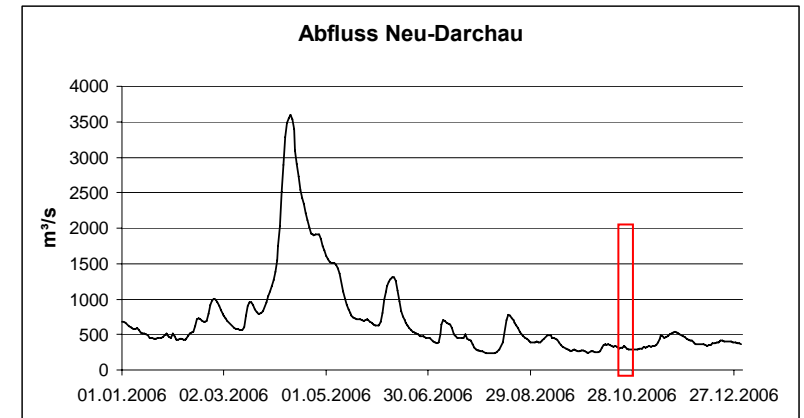
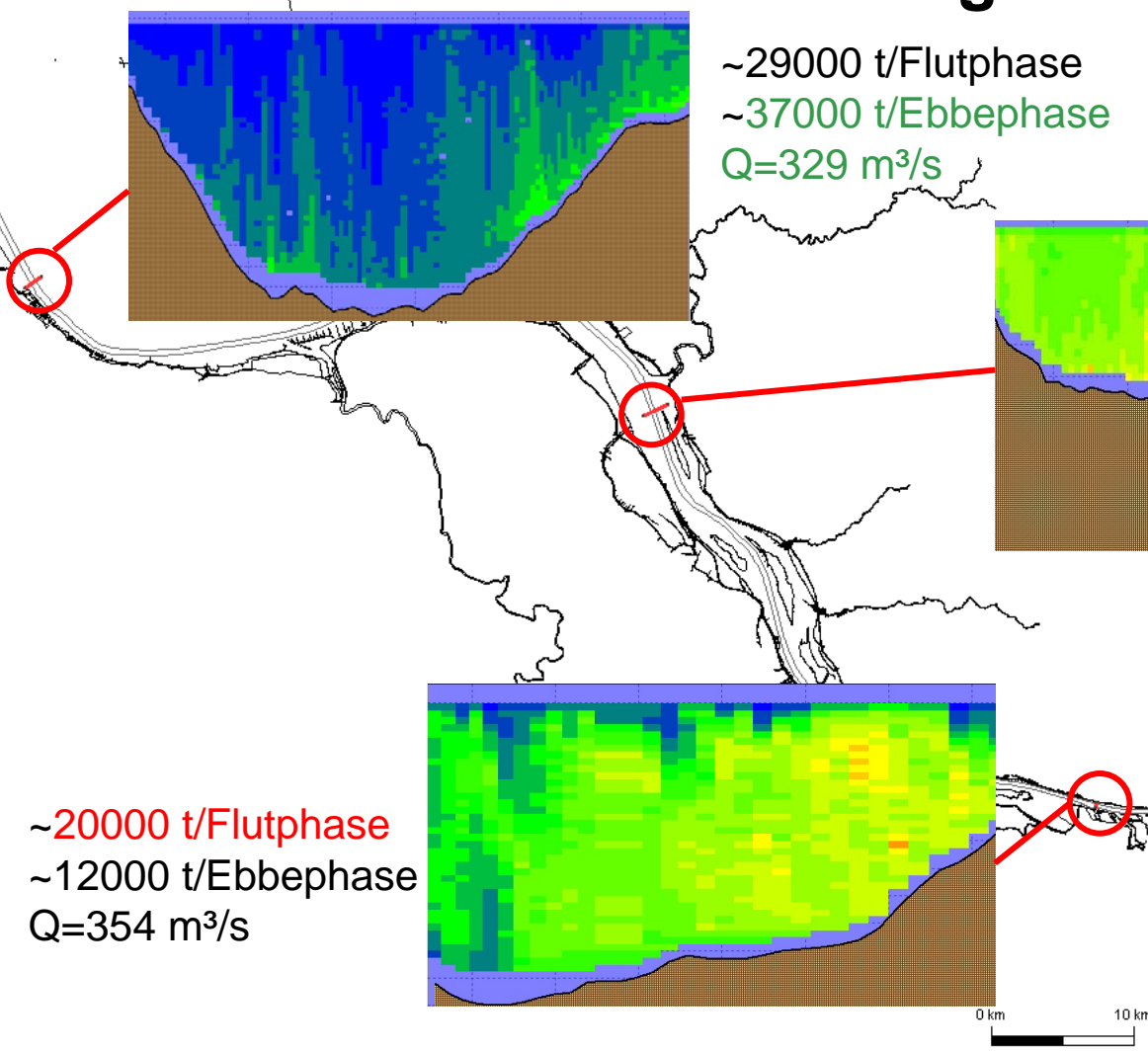
★ : Messungen
Kein exakter
Vergleich!



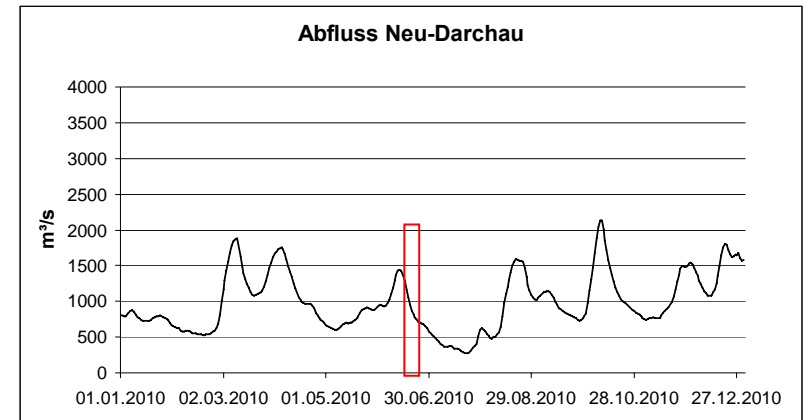
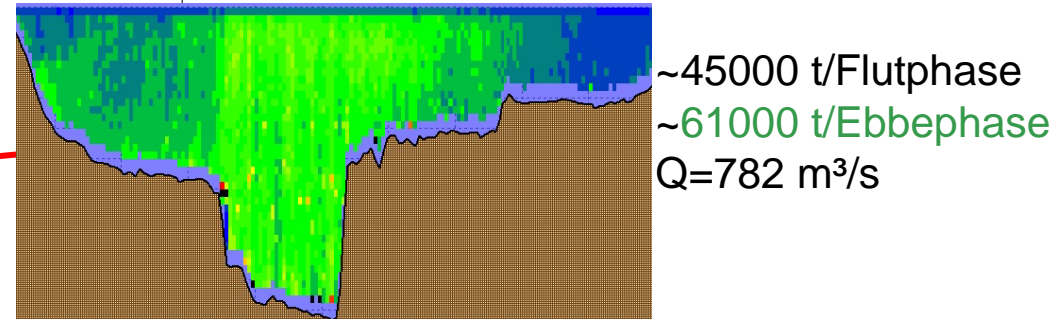
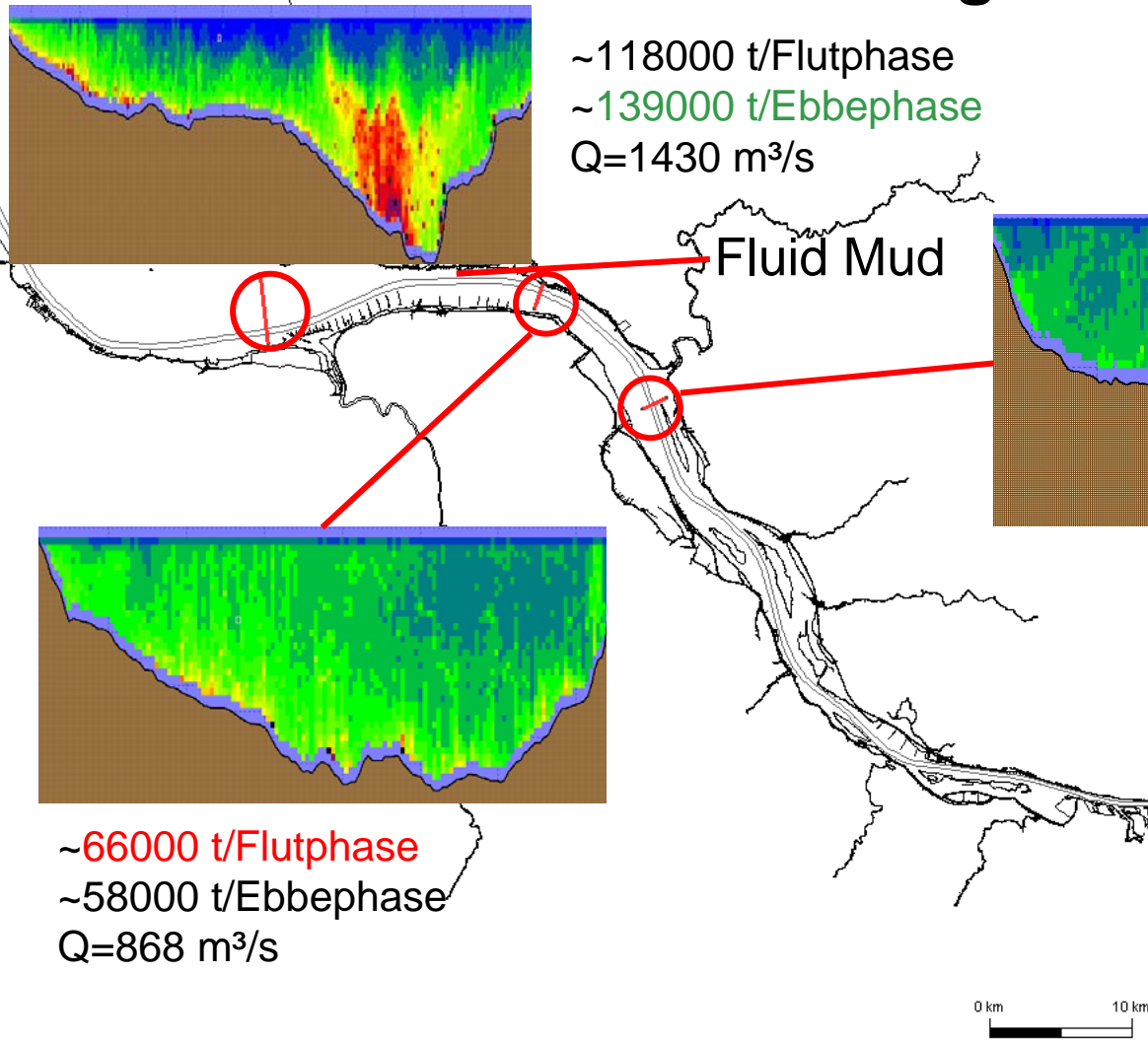
Hydrologische Historie von großer Bedeutung



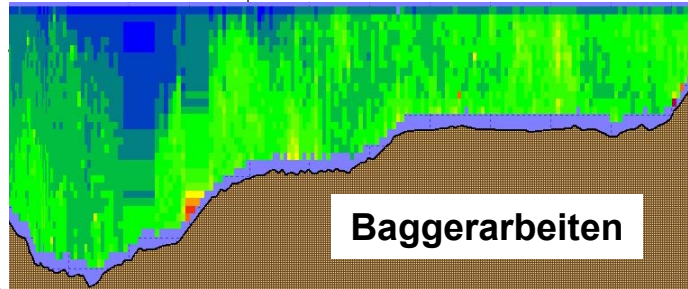
ADCP-Schwebstoffmessungen Elbe (2006)



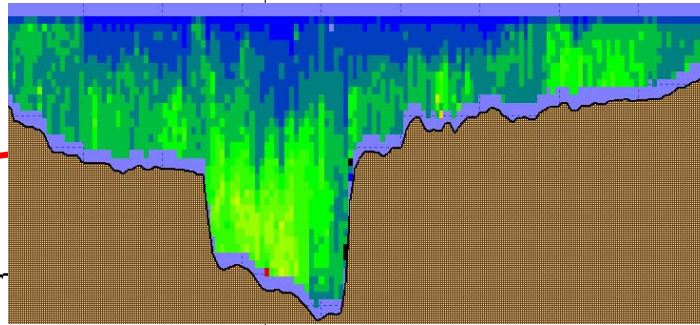
ADCP-Schwebstoffmessungen Elbe (2010)



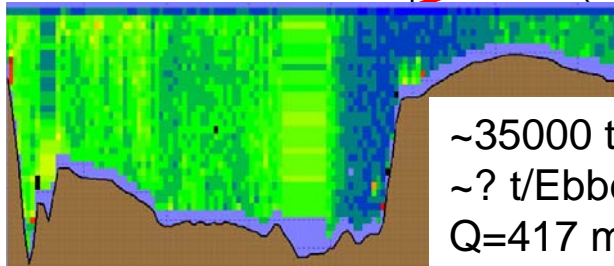
ADCP-Schwebstoffmessungen Elbe (2011)



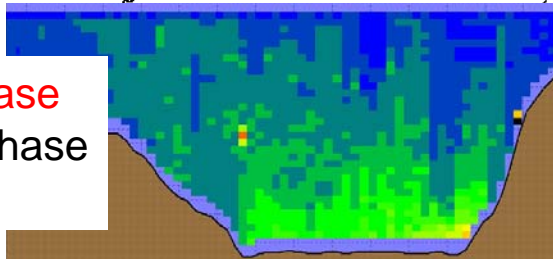
~69000 t/Flutphase
 ~120000 t/Ebbphase
 Q=352 m³/s



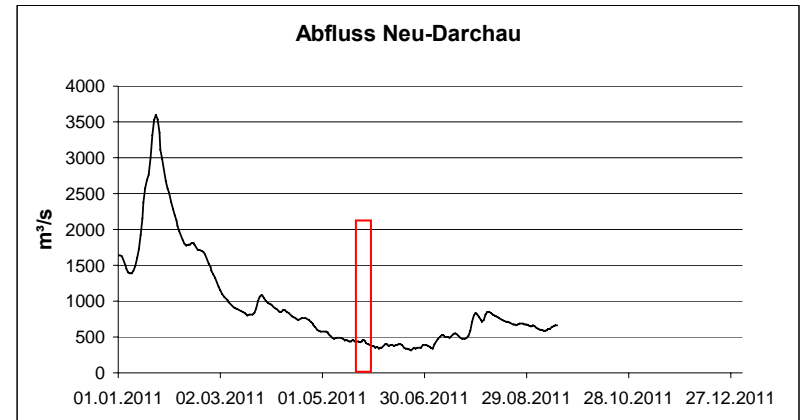
~45000 t/Flutphase
 ~47000 t/Ebbphase
 Q=380 m³/s



~35000 t/Flutphase
 ~? t/Ebbphase
 Q=417 m³/s



~11000 t/Flutphase
 ~11000 t/Ebbphase
 Q=459 m³/s



Analysebausteine

- Hydro- und Morphodynamische Simulation
- Tidekennwertanalyse
- Charakterisierung der Verbringstellen (Verdriftung)
- Baggerdaten (Simulation und Analyse)
- Bathymetriedaten



Analyse der Verbringstellen

Initialisierung der Verbringstellen mit

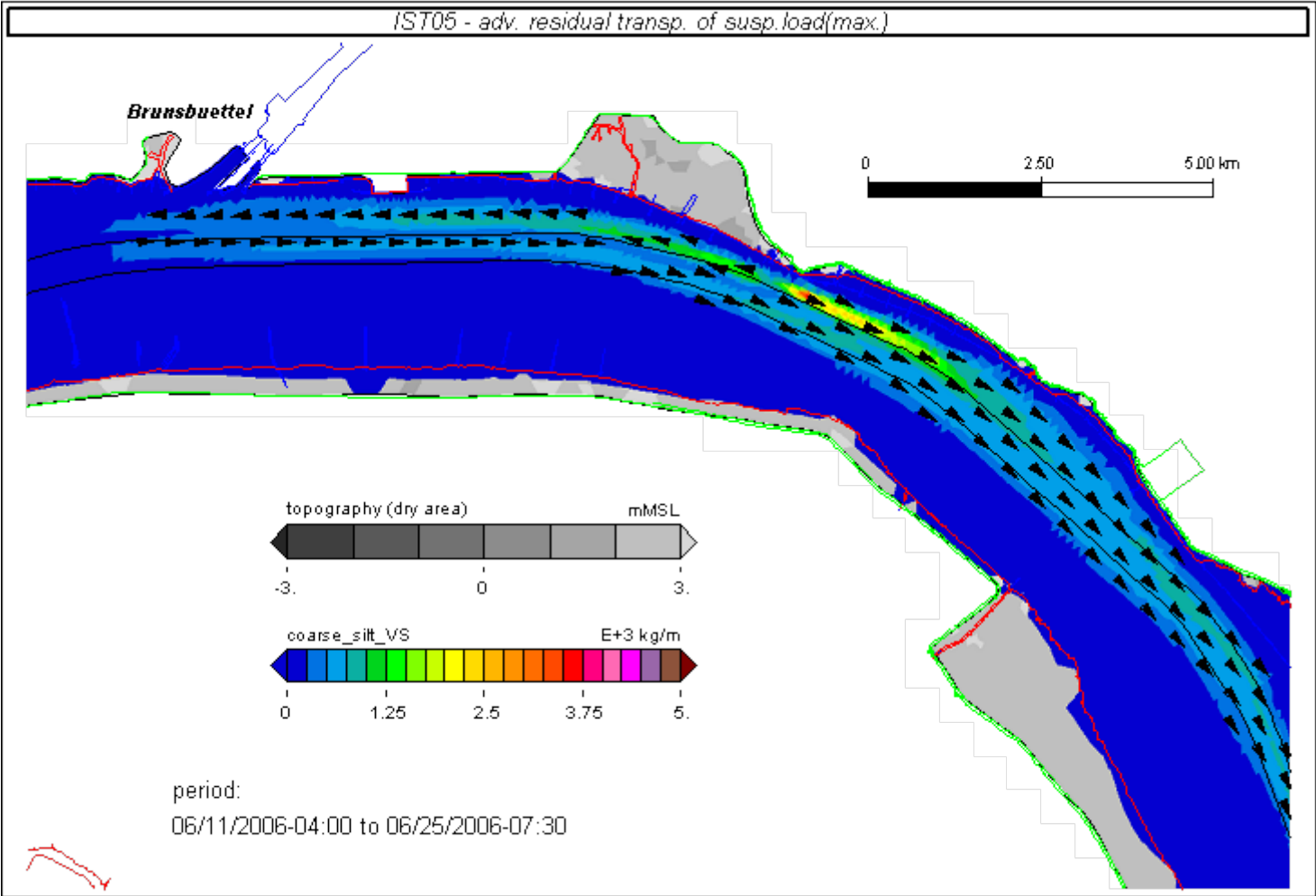
- 30% Feinschluff ($w_c=0,13$ mm/s)
- 40% Mittelschluff ($w_c=0,50$ mm/s)
- 30% Grobschluff ($w_c=2,0$ mm/s)

3 Oberwasserszenarien: $Q=180/720/1260$ m³/s

Ergebnis

- Je größer die Sinkgeschwindigkeit ist, umso
 - geringer ist die Reichweite
 - größer ist die Neigung zum Transport stromauf
 - weniger sensitiv ist das Transportverhalten vom Oberwasser
- Einflussbereich der Verbringstellen erkennbar
- Abhängigkeit vom Oberwasser
- Hinweise zur Optimierung des Sedimentmanagements

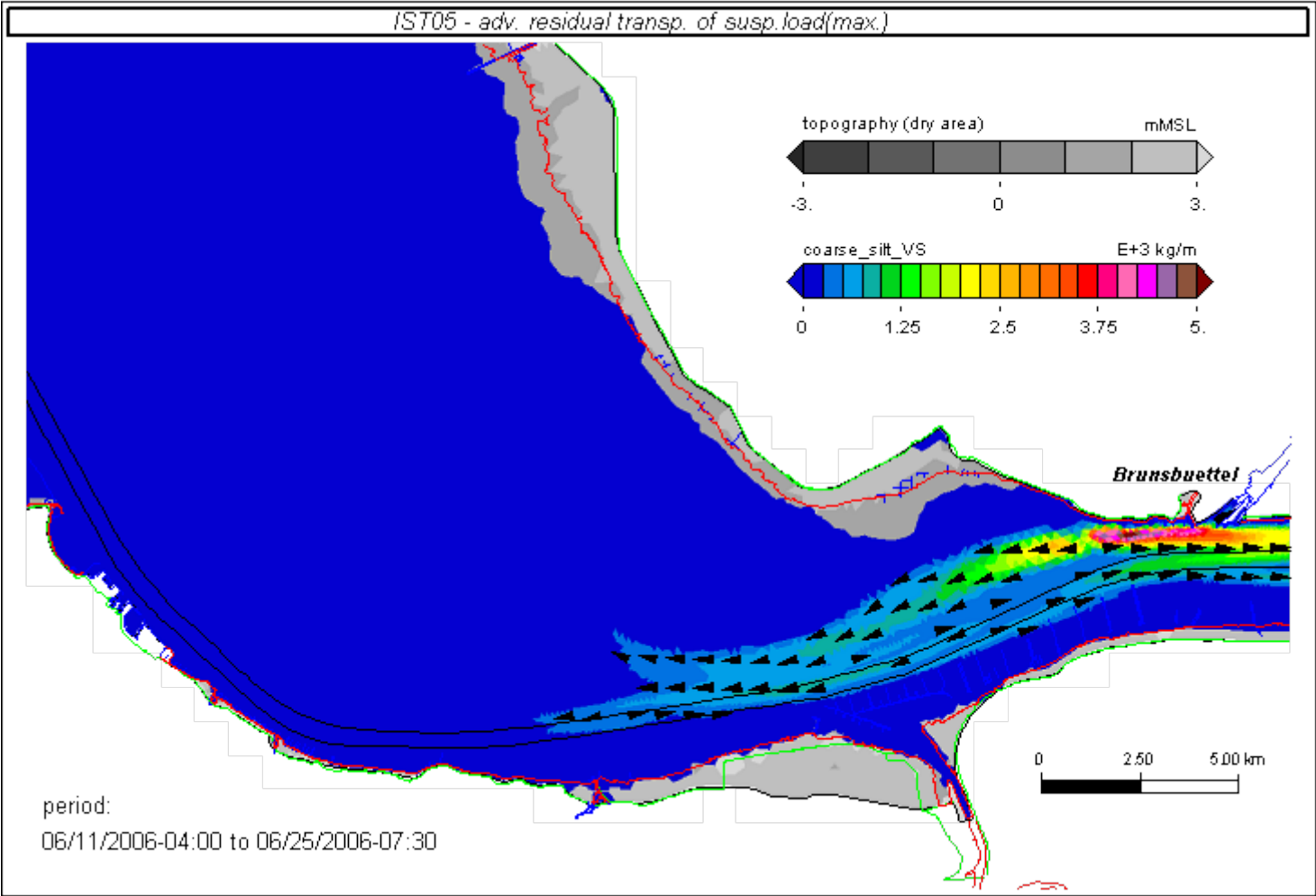
Verbringstelle 689R



Q=180 m³/s



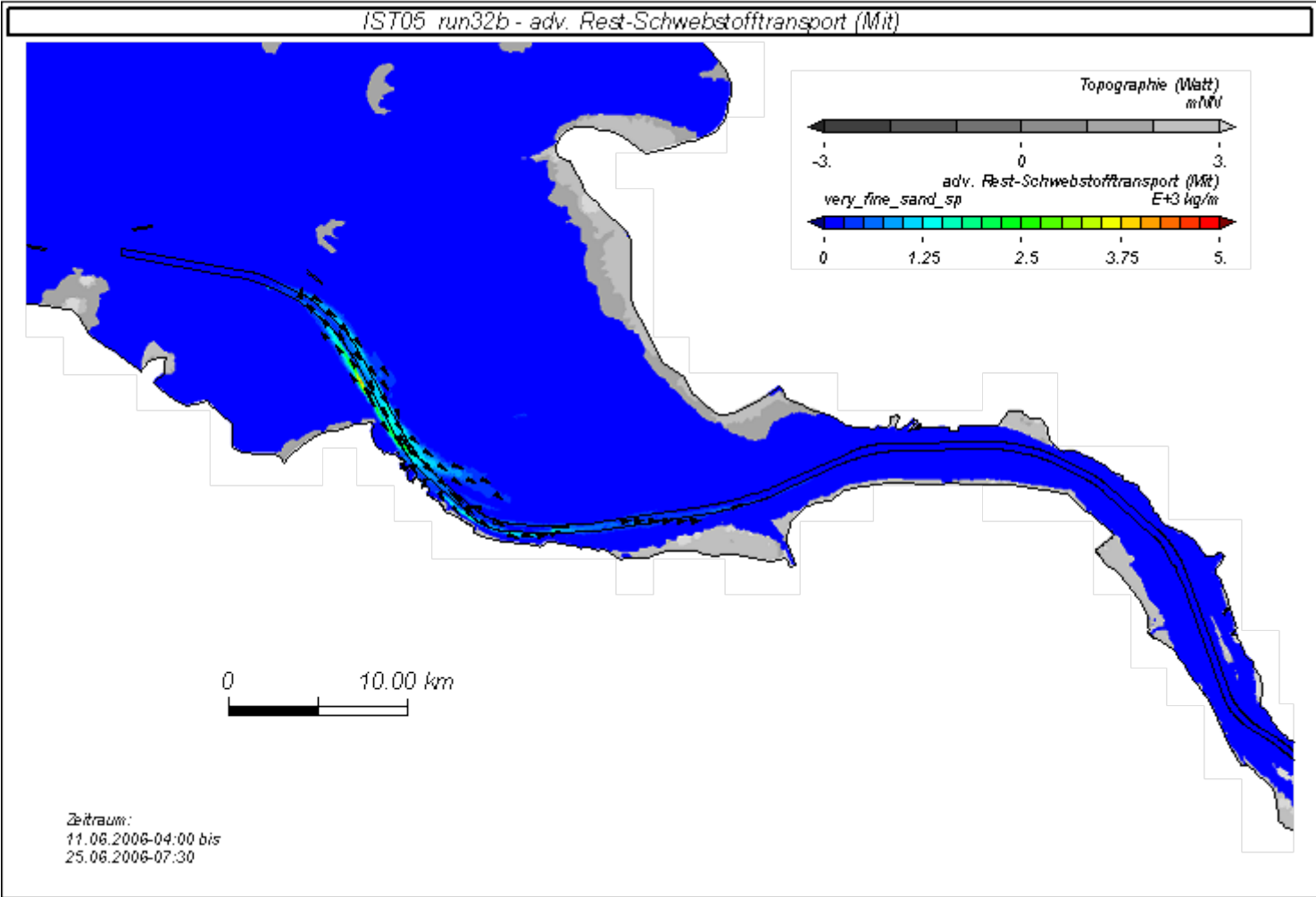
Verbringstelle 700



Q=180 m³/s



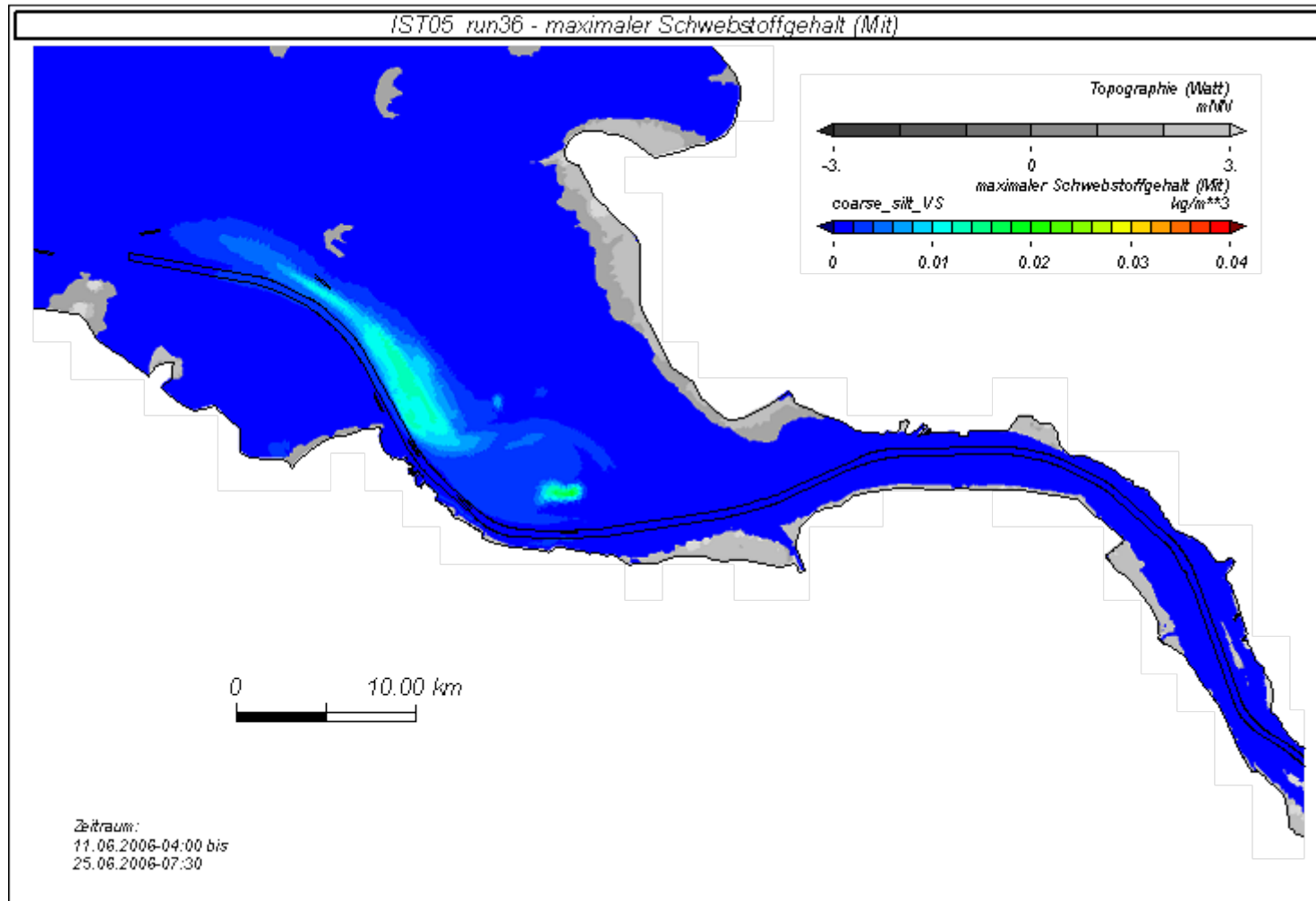
Verbringstelle 731



Q=180 m³/s



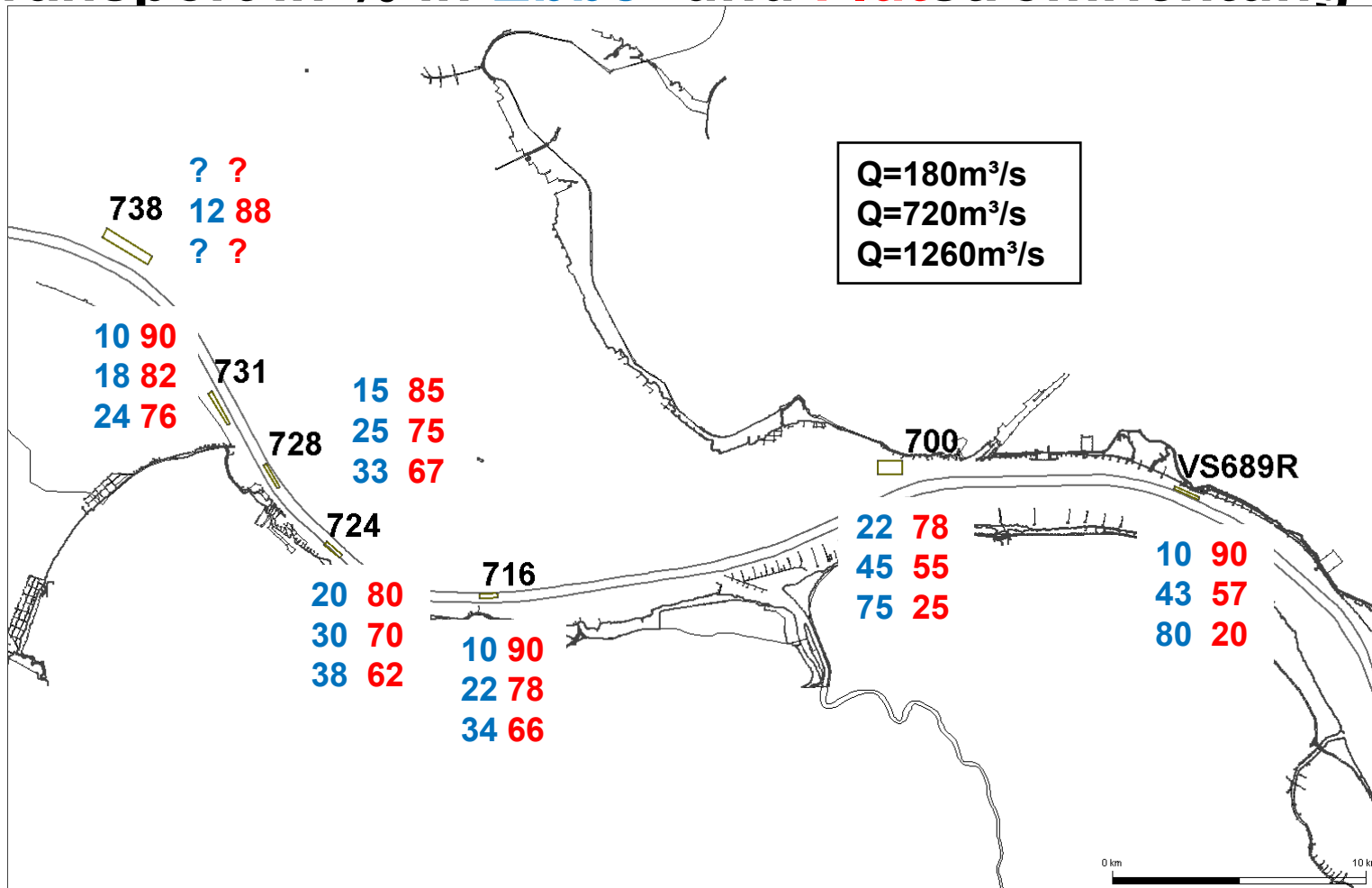
Verbringstelle 738



Q=720 m³/s



Analyse der Verbringstellen: Schwebstofftransport Nettotransport in % in Ebbe- und Flutstromrichtung



Sedimentmanagement im numerischen Modell

- Durch die Simulation des Baggergeschehens lässt sich der menschliche Einfluss auf den gesamten Sedimenttransport analysieren
 - Veränderte Sedimentkonzentrationen
 - Veränderte Transportraten
- Entwicklung und Bewertung möglicher Sedimentmanagementstrategien
 - Realistische Variation des realen Baggergeschehens
 - Zunächst Konzentration auf Umlaufzeiten und Wiedereintrieb
 - Interdisziplinäres Optimierungsproblem mit vielfältigen Zielfunktionen
- Kenntnis sämtlicher anthropogener Sedimentumlagerungen (Menge, Ort, Zeitpunkt) erforderlich

DredgeSim: Funktionalitäten

- Zeitgesteuerte Simulationen
 - Definition von Bagger- und Verklappbereichen, umgesetzten Sedimentmengen und Bearbeitungszeiträumen
 - Das Baggergeschehen wird vom Anwender vorgegeben
- Automatische Baggerinitiierung aufgrund nautischer Erfordernisse
 - Definition von Bagger- und Verklappbereichen und Baggerkriterien (Sohlhöhe, Wassertiefe)
 - Das Baggergeschehen ergibt sich aus der morphodynamischen Entwicklung des Modells und wird programmintern eingeleitet

Anwendungsmöglichkeiten

- Entwicklung und Bewertung von Unterhaltungsstrategien
- Simulation und Bewertung von Ausbauvorhaben
- Langzeitsimulationen mit anthropogenen Eingriffen

Entwicklung und Anwendung in Kooperation BAW & UniBW München



Monitoring von Nassbaggerarbeiten (MoNa)

<http://intranet.wsv.bvbs.bund.de/projekte/mona/index.html>

„Aufbau eines Systems das dazu dient, das Betriebsverhalten von Hopperbaggern bei der Unterhaltungsbaggerei an der Küste elektronisch zu überwachen, Daten zu erfassen und zu übertragen, ortsunabhängig darzustellen, auszuwerten und zu dokumentieren.“

<http://www.hmt-dredging.de/> (Hahlbrock Marine Technologie HMT)

Verfügbare Informationen im MoNa-System

- Umläufe erfolgter Unterhaltungsbaggerungen durch Dritte
 - Einsatzort (Baggerbereich, Baggerfeld, Quadrant, ...)
 - Einsatzzeit fürs Baggern und Umlagern (Datum und Uhrzeit)
 - Baggermengen und ob diese verbraucht wurden
 - Auftragnehmer (Baggername und ID)
 - Auftragsnummer
 - ...
- Lage und Ausdehnung der Einsatzflächen
 - Spezifikation der Baggerflächen (Baggerbereich, Baggerfeld, Koordinaten)
 - Auftragsnummer
 - Baggernummer



DredgeSim-Steuerdatei

- Benötigte Informationen aus der Projektdatei:
 - Auftragsnummer
 - Baggerbereich
 - Feldnummer
 - Baggerbeginn
 - Baggerende
 - Entladebeginn
 - Entladeende
 - Verbringstelle
 - Bodenvolumen elektronisch

Auszug aus erzeugter Steuerdatei:

```
#
BEGINDATA Time_Controlled_Maintenance
Dredge_Polygon = W Mittelrinne 17_0.231
Dredging_Time = 21.01.2010 00:25:00 21.01.2010-01:31:00
Volume_To_Dredge = 3279
Disposal_Polygon = 751_2
Disposal_Time = 21.01.2010-02:17:00 21.01.2010-02:26:00
Volume_To_Dispose = 3279
ENDDATA Time_Controlled_Maintenance
#
```

Baggerbereich

Baggerfeld,
Auftragsnummer

Projektdatei MoNa-System:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Bodenvolumen	BAGGERBEREICH	FELDNUMMER	BAGGERBEGINN	BAGGERENDE	ENTLADEBEGINN	ENTLADEENDE	VERBRINGSTELLE	BODENVOLUMEN_ELEKTRONISCH
2	231	Westliche Mittelrinne	17	21.01.2010 00:25	21.01.2010 01:31	21.01.2010 02:17	21.01.2010 02:26	751_2	3279
3	231	Westliche Mittelrinne	17	21.01.2010 02:56	21.01.2010 04:12	21.01.2010 04:37	21.01.2010 04:48	751_2	3422
4									

Baggerpolygone

- Benötigte Informationen aus der Dredging Sites-Datei:
 - Auftragsnummer
 - Baggerbereich
 - Feldnummer
 - Feldpunkt
 - Rechtswert
 - Hochwert

Auszug aus erzeugter IPDS-Datei:

```

#
BEGINDATA region
# -----
region_name = W_Mittelrinne 17_0.231
# -----
border_point = 3468020.94 5982163.59
border_point = 3468025.14 5982264.5
border_point = 3467529.71 5982375.22
border_point = 3467507.29 5982249.78
#
ENDDATA region
# -----
# -----
    
```

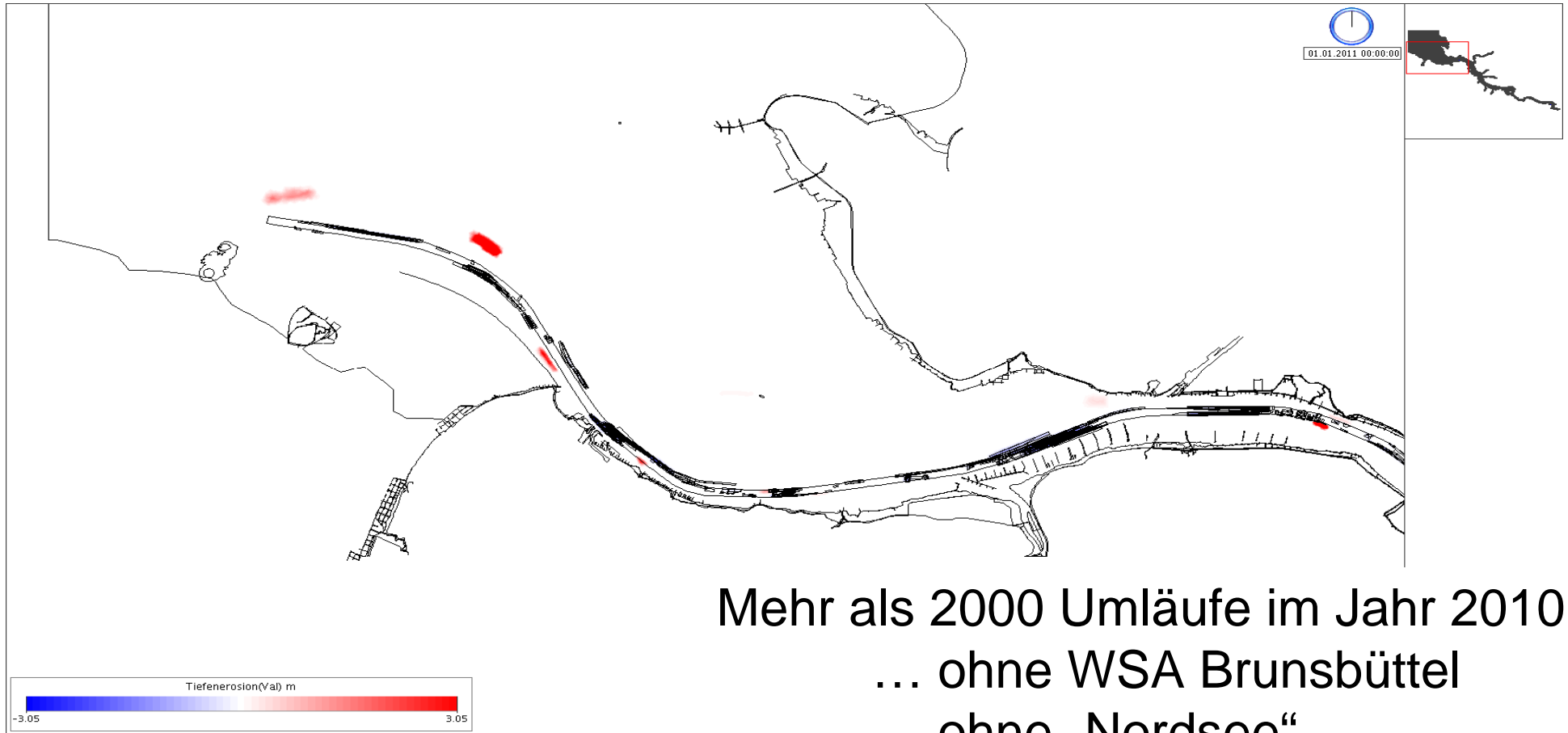
Baggerbereich

Baggerfeld, Auftragsnummer

Dredging Sites-Datei MoNa-System:

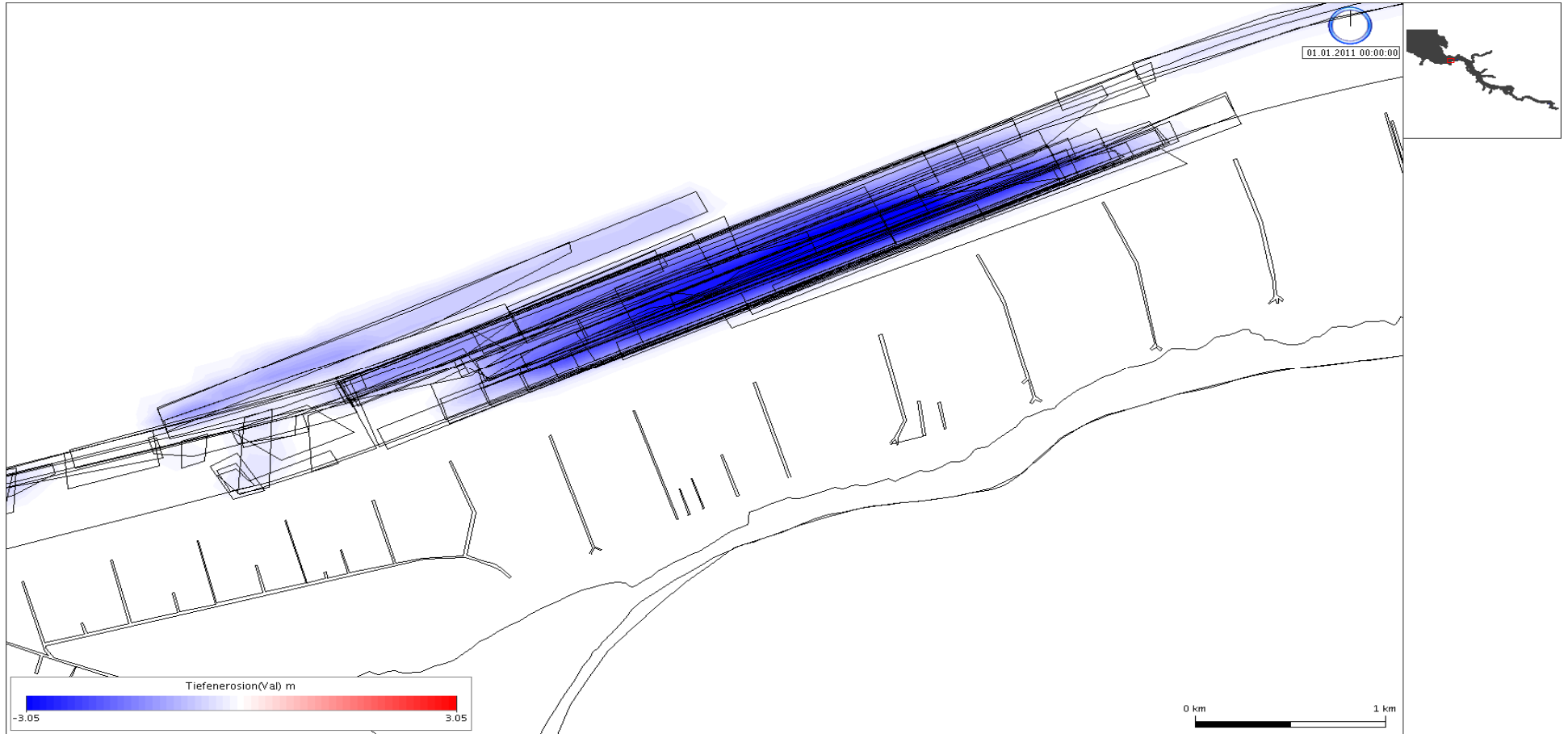
	A	B	C	D	E	F
1	AUFTRAGSNUMMER	BAGGERBEREICH	FELDNUMMER	FELDPUNKT	RECHTSWERT	HOCHWERT
2	231	W_Mittelrinne	17	1	3468020.94	5982163.59
3	231	W_Mittelrinne	17	2	3468025.14	5982264.5
4	231	W_Mittelrinne	17	3	3467529.71	5982375.22
5	231	W_Mittelrinne	17	4	3467507.29	5982249.78
6						

Baggerpolygone 2010

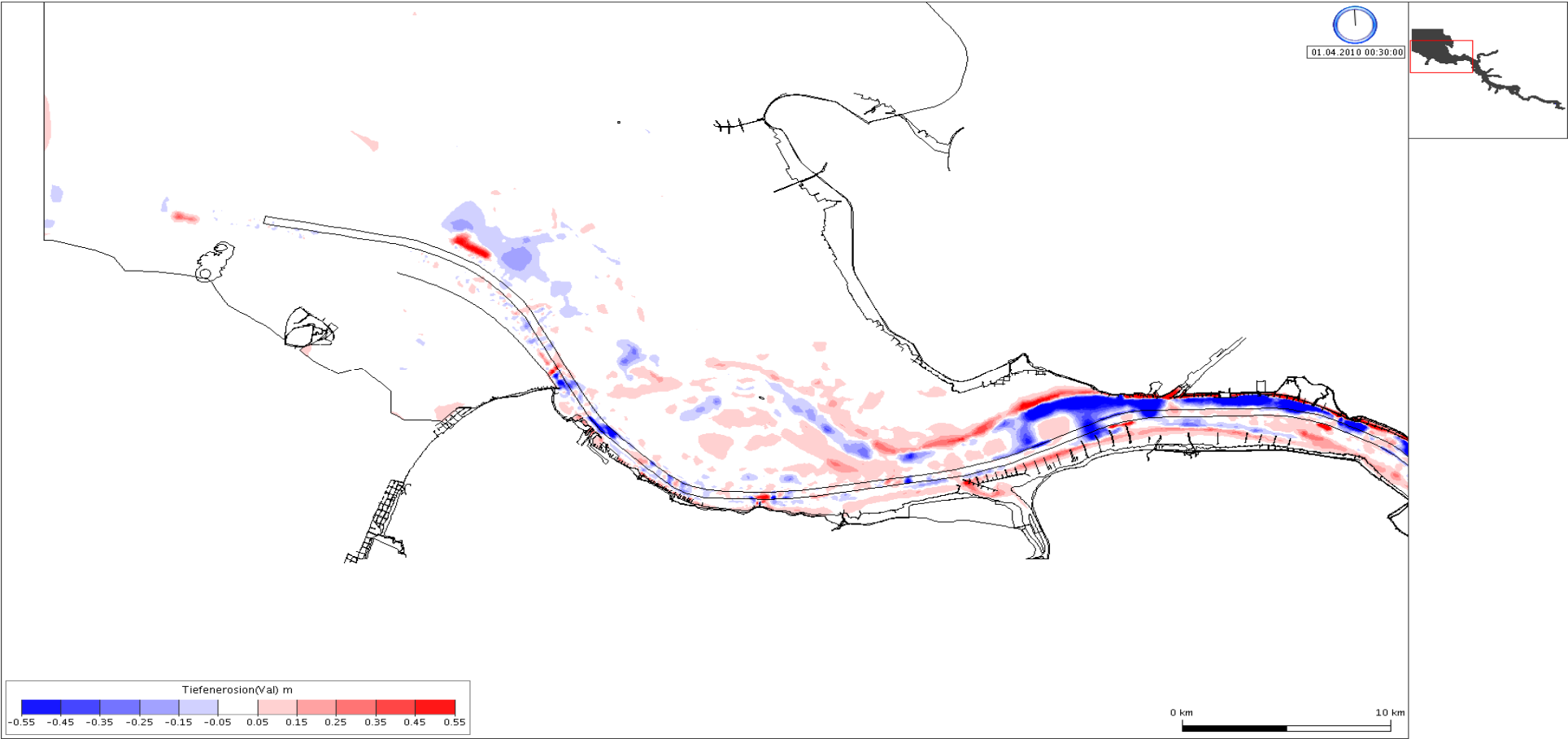


Mehr als 2000 Umläufe im Jahr 2010
... ohne WSA Brunsbüttel
... ohne „Nordsee“

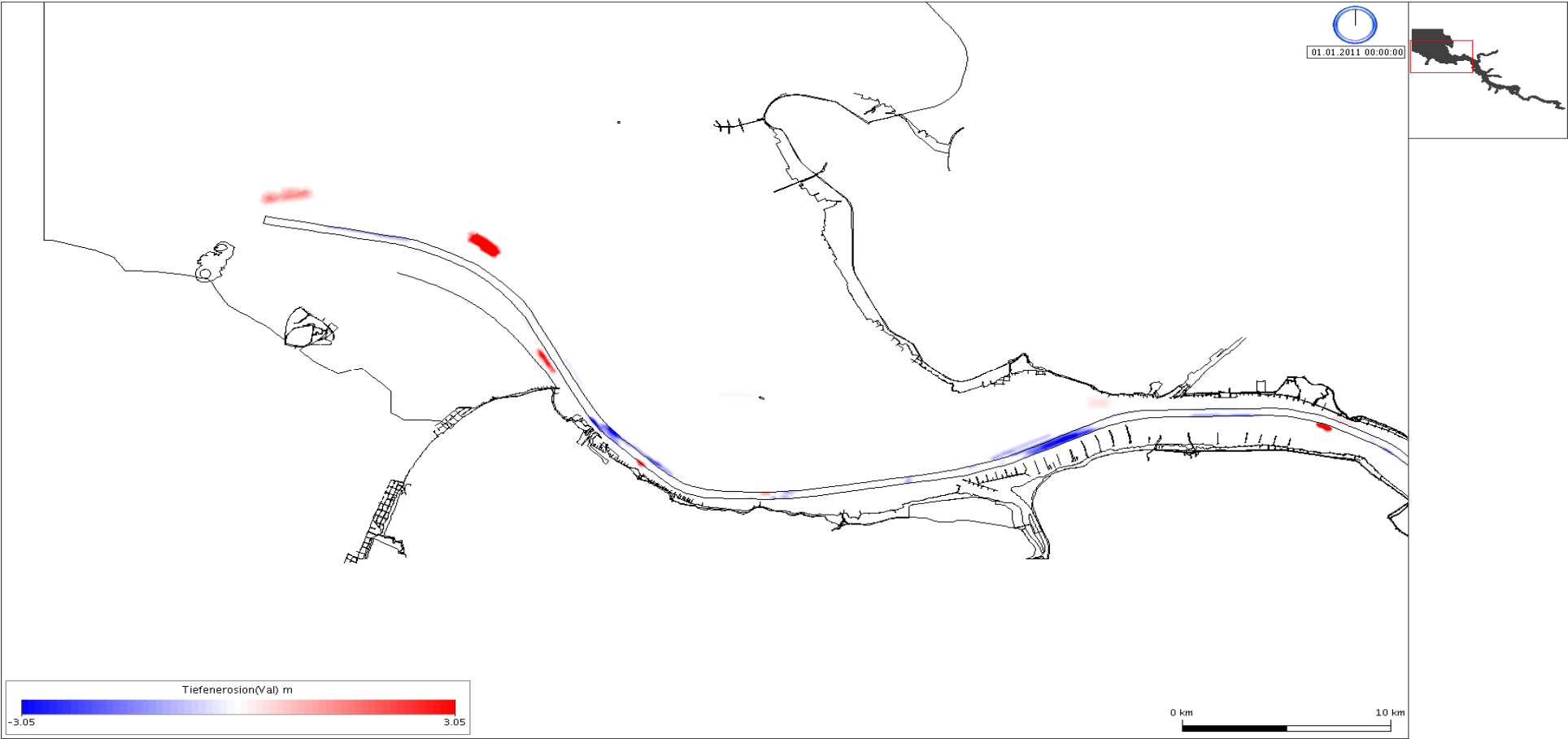
Baggerpolygone



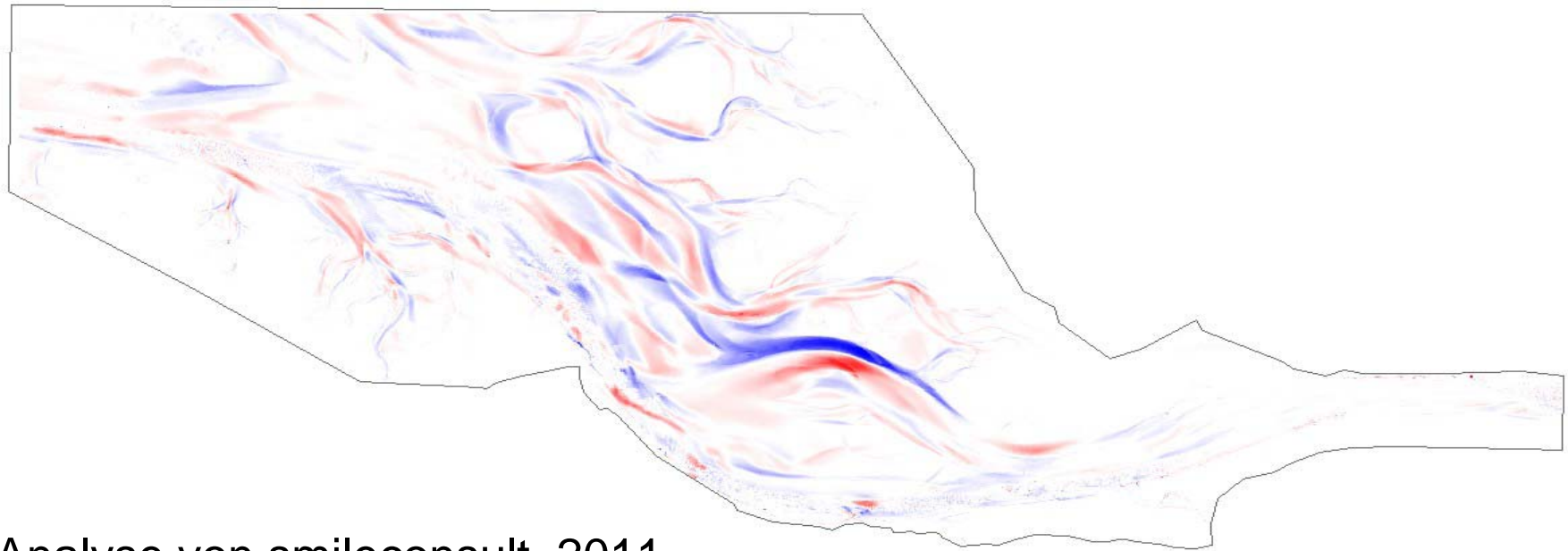
Morphodynamische Simulation bis 01.01.-01.04.2010



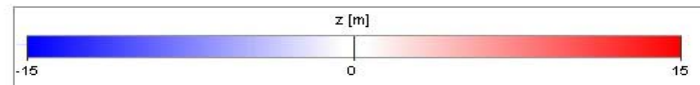
Baggern und Verbringen 2010 – Stand MoNa 05/2011



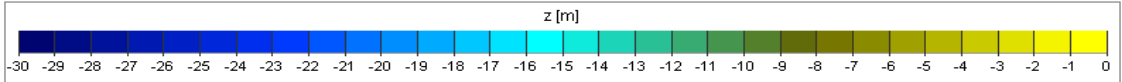
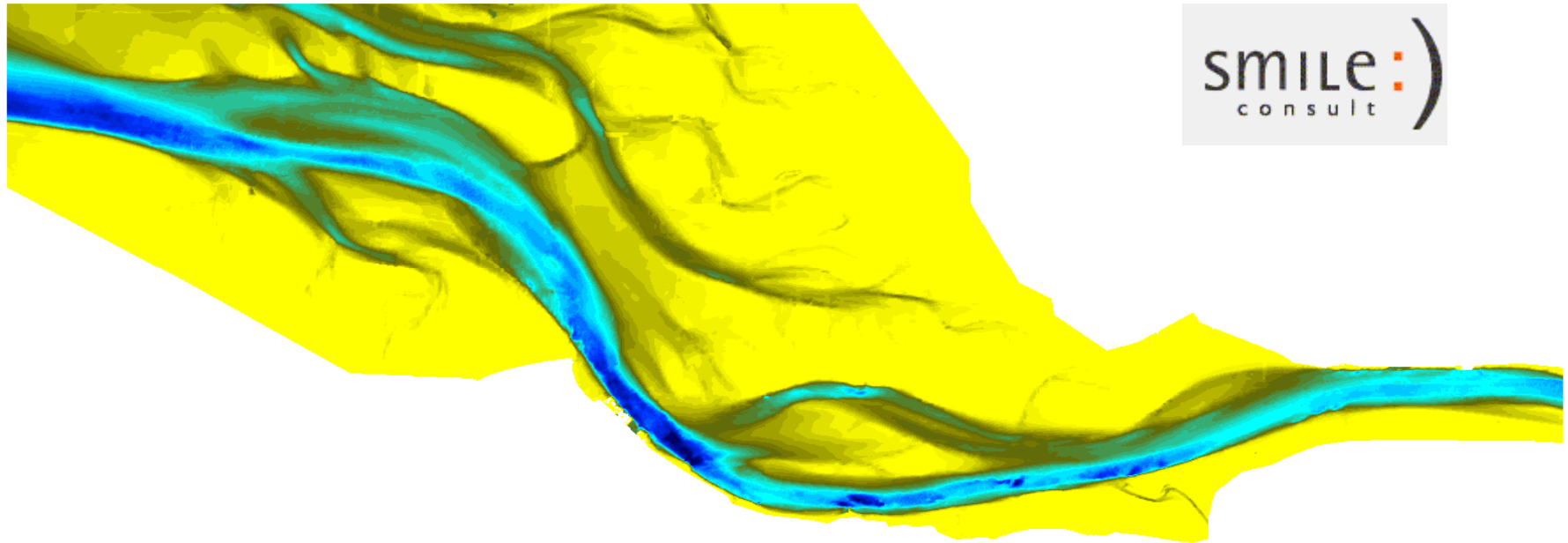
Morphologische Veränderung 2005-2010



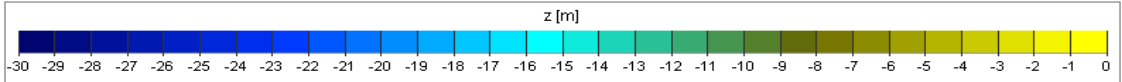
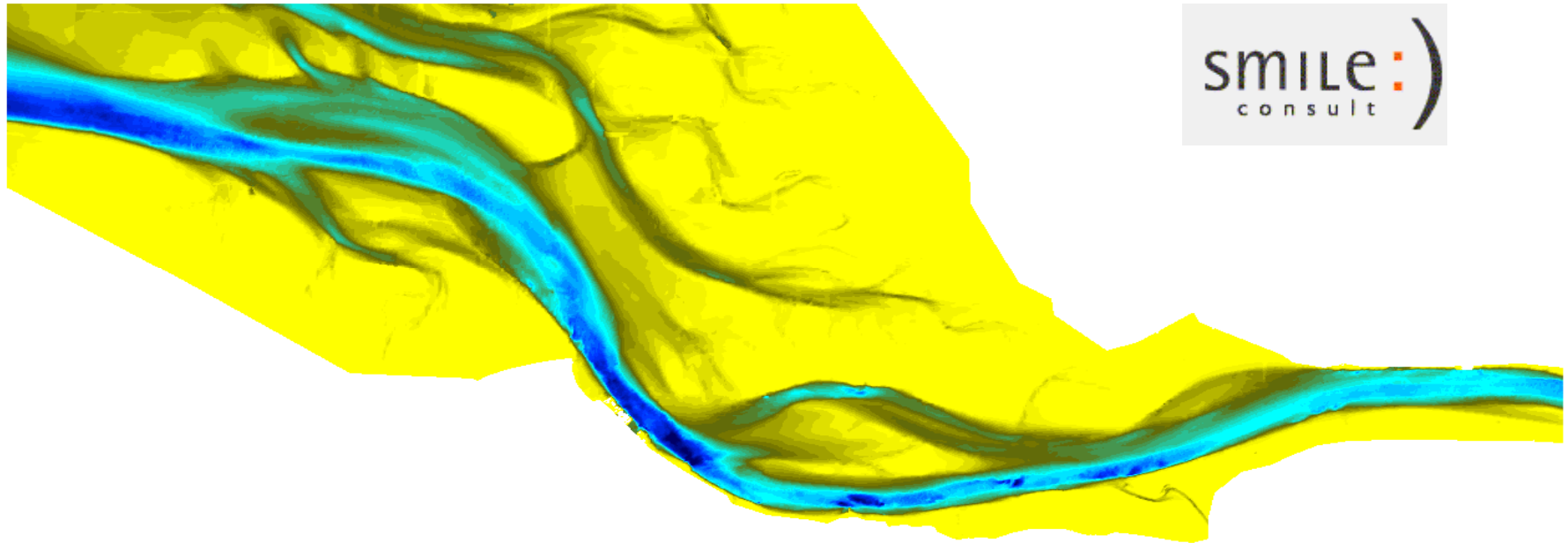
Analyse von smileconsult, 2011

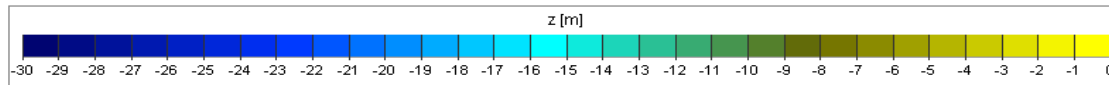
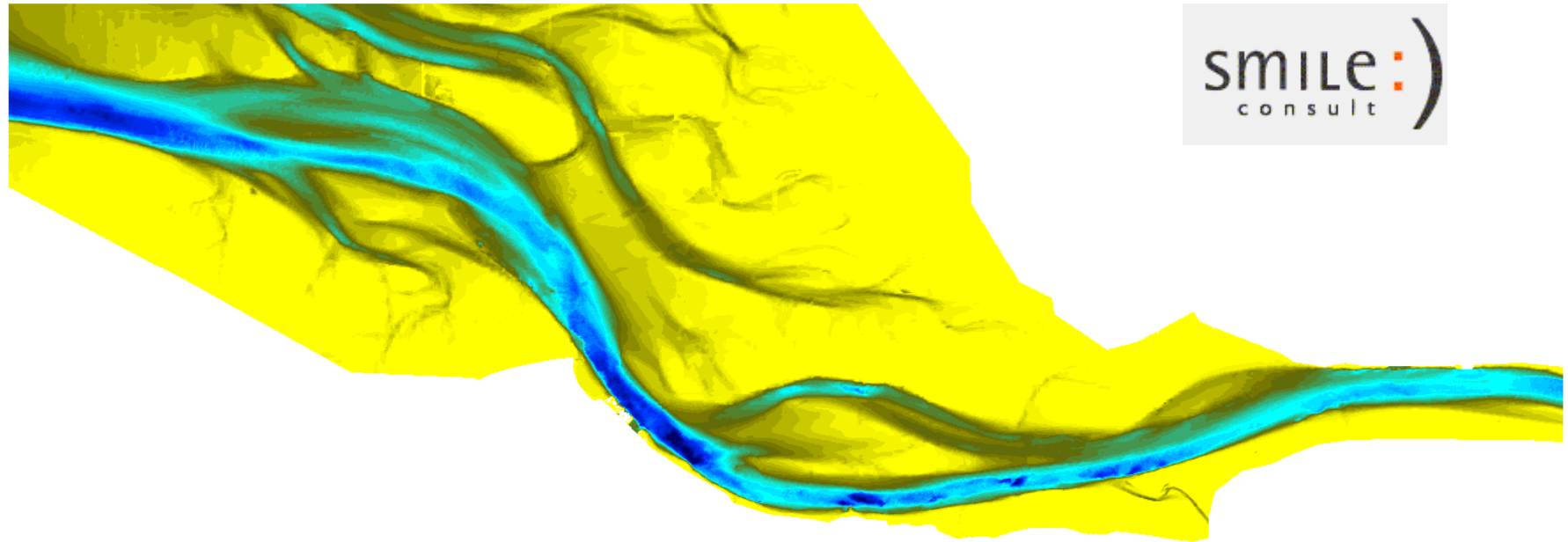


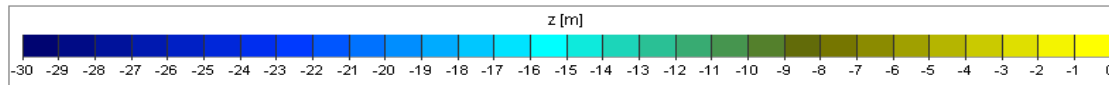
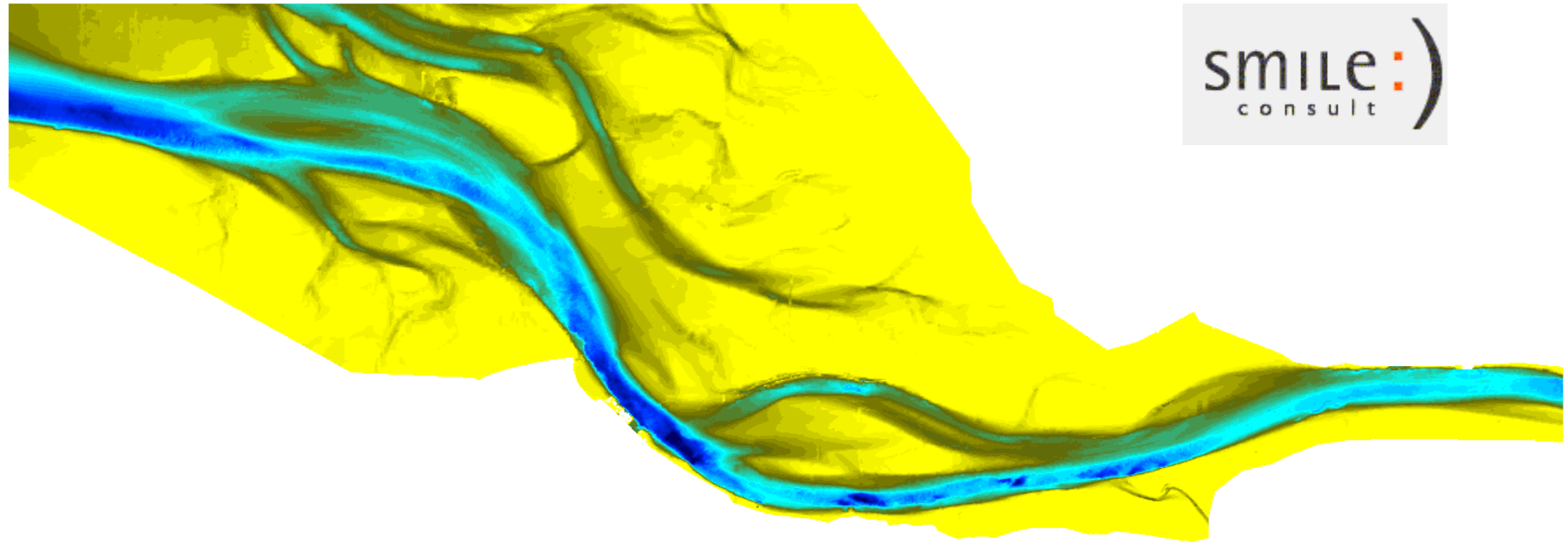
1990

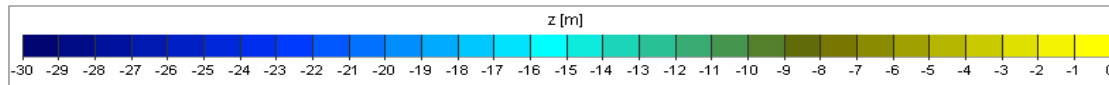
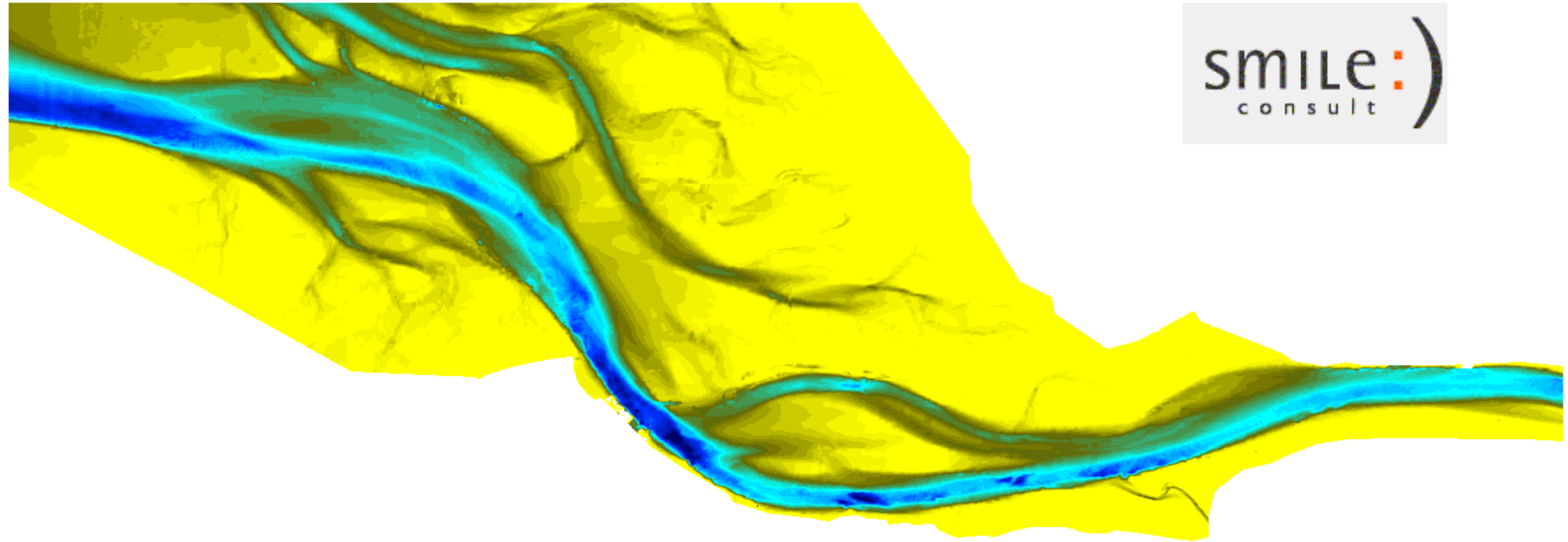


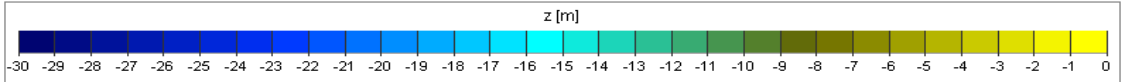
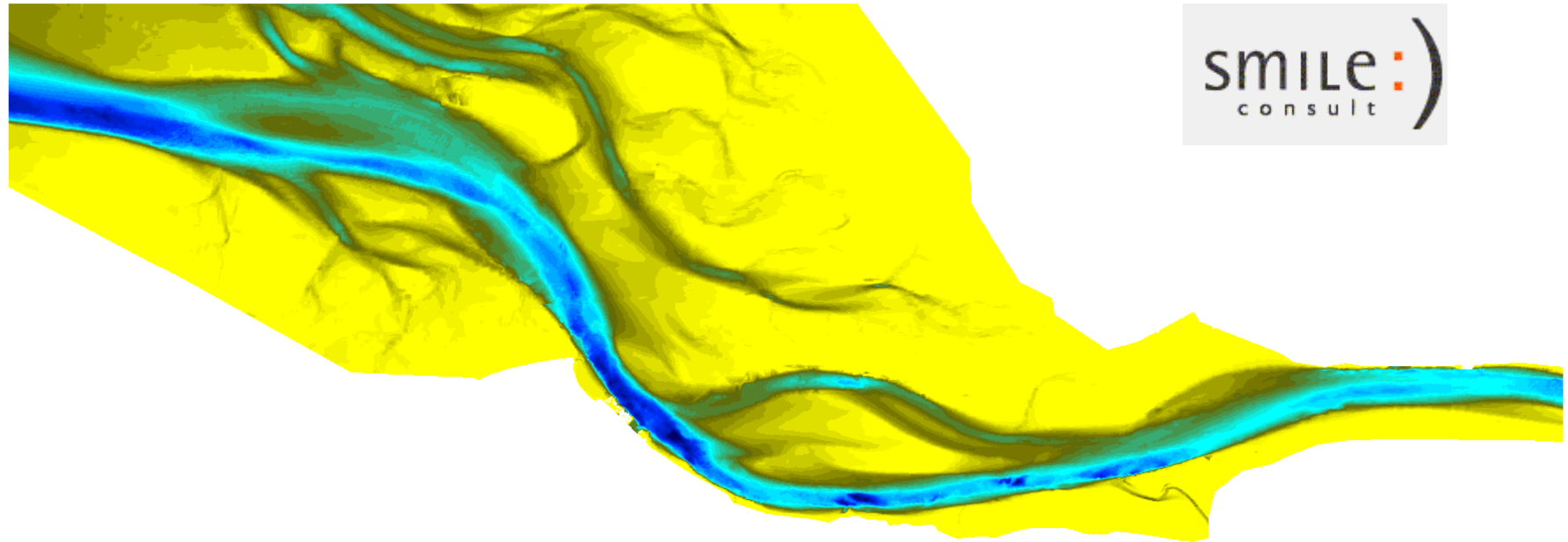
1990

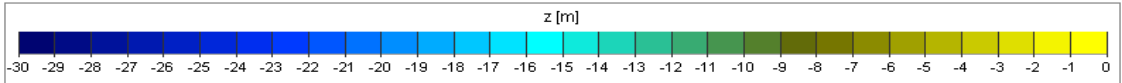
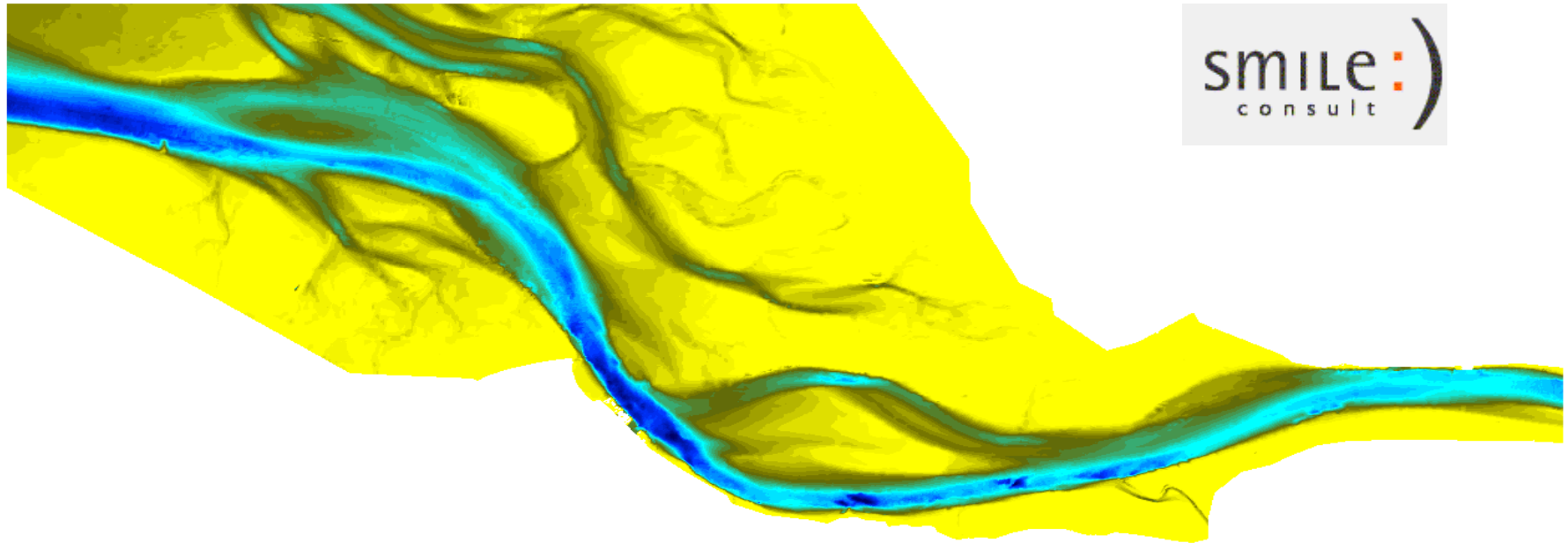


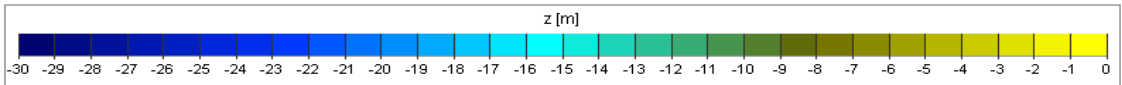
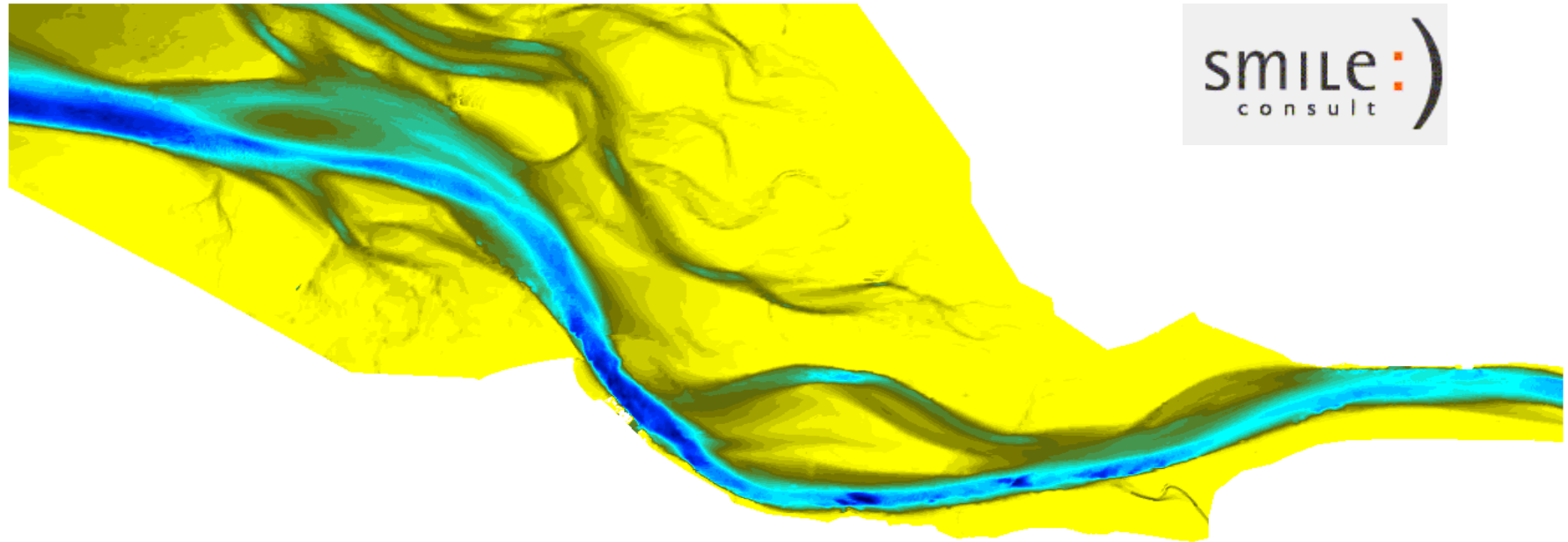


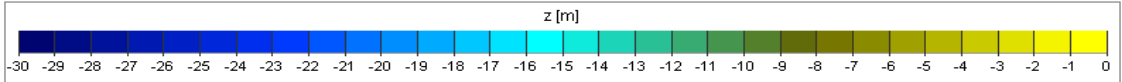
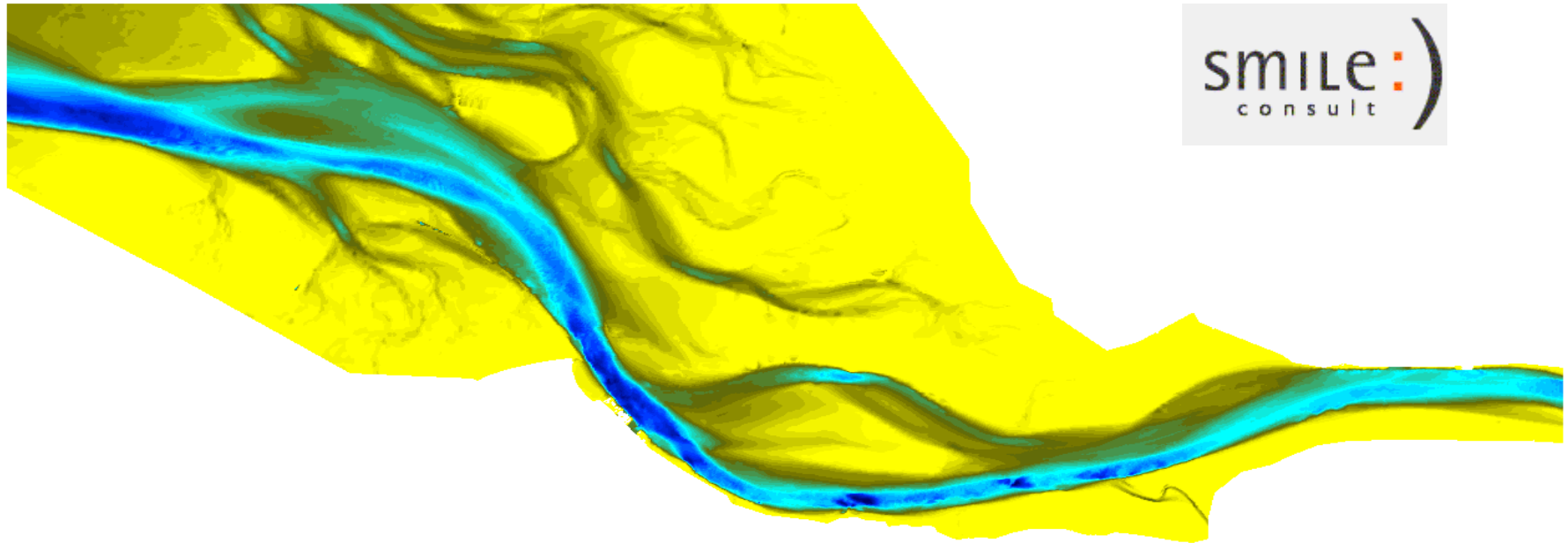


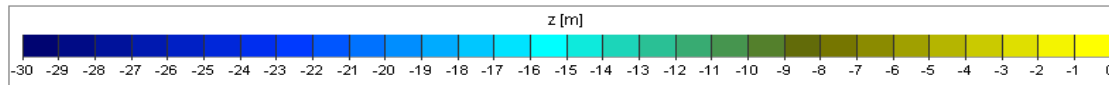
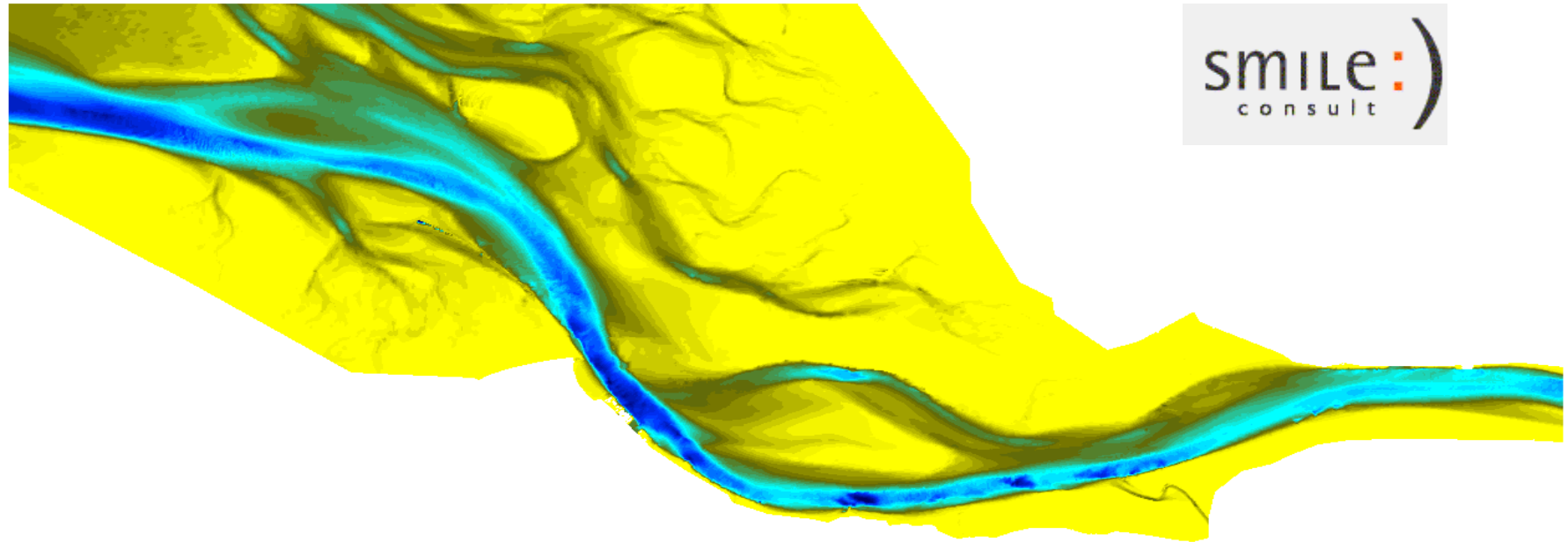


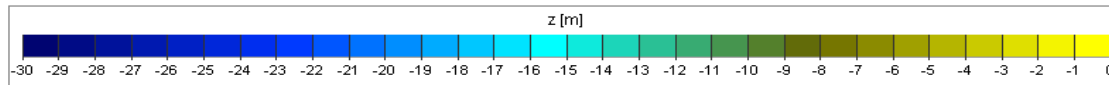
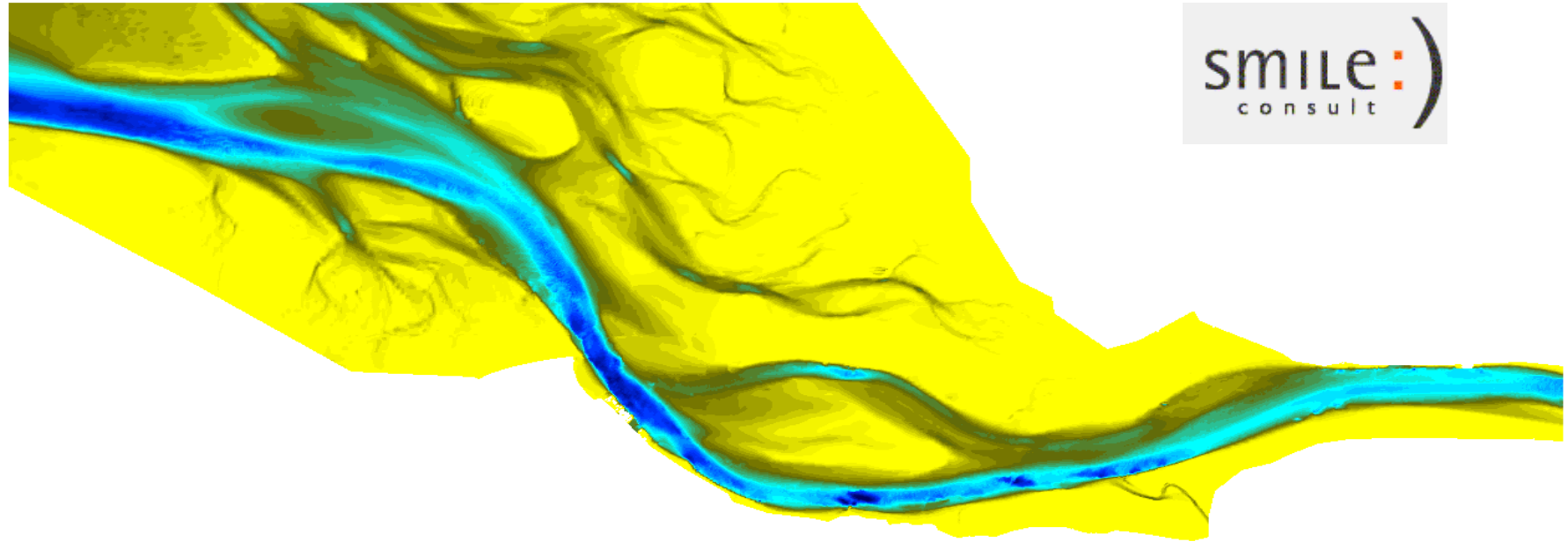


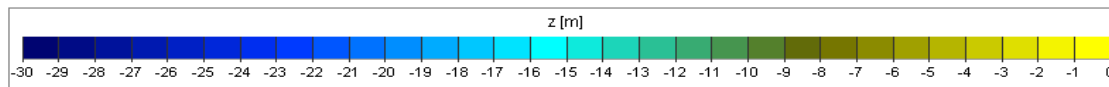
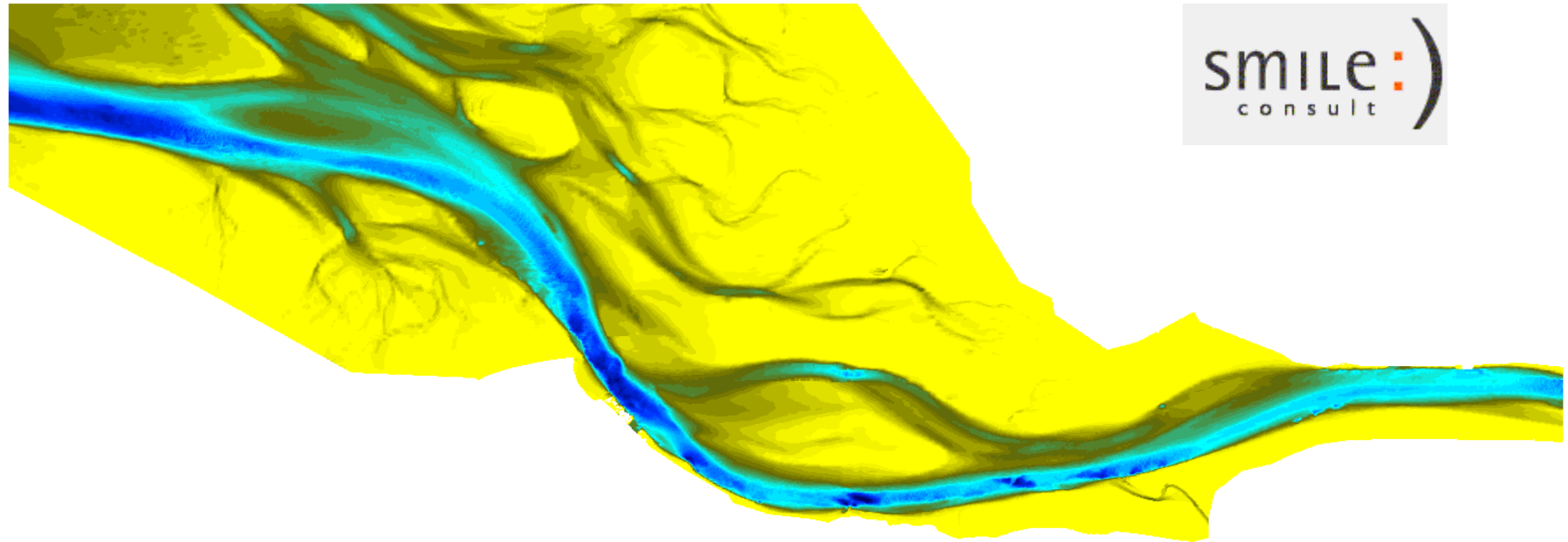


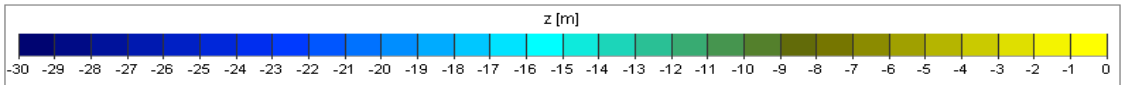
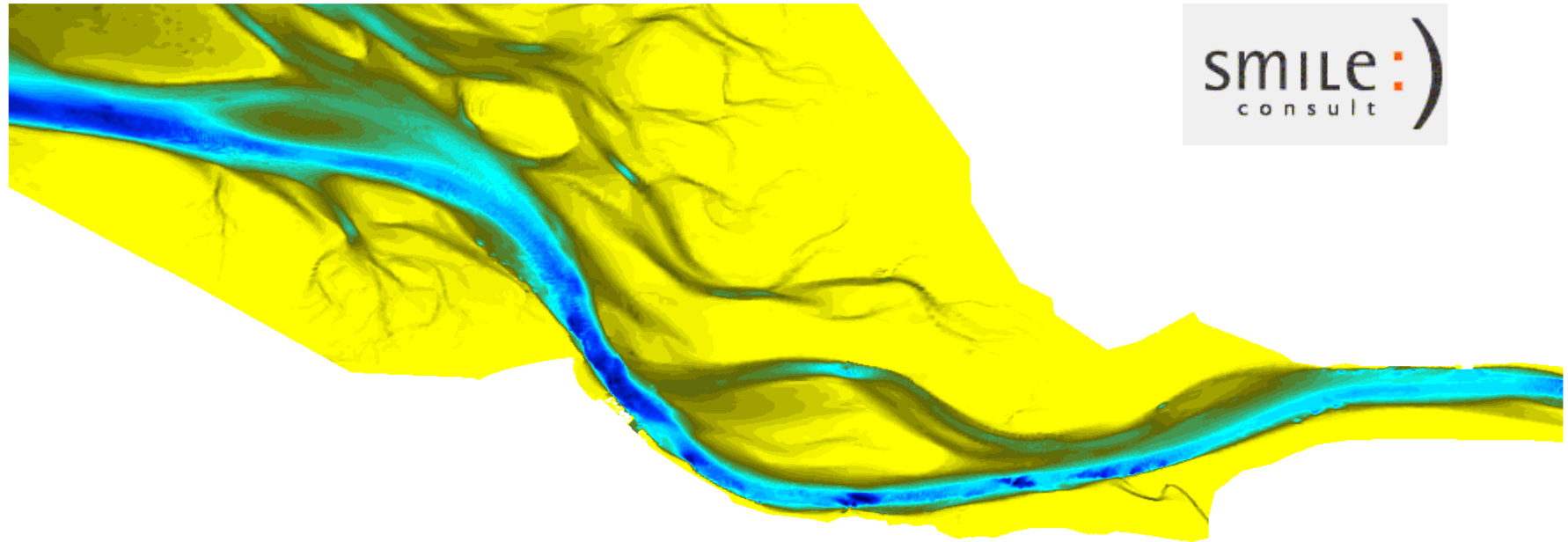


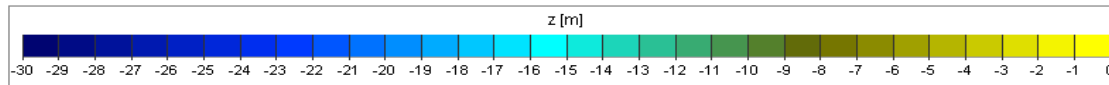
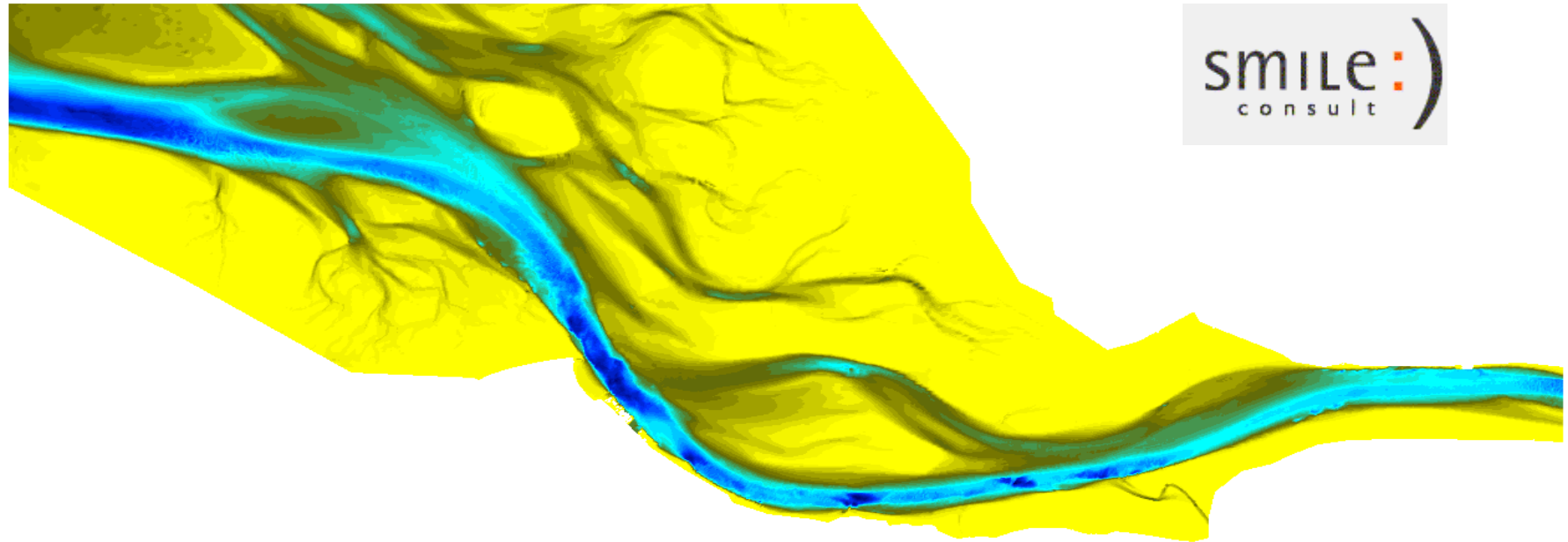


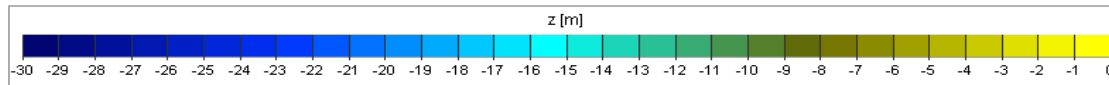
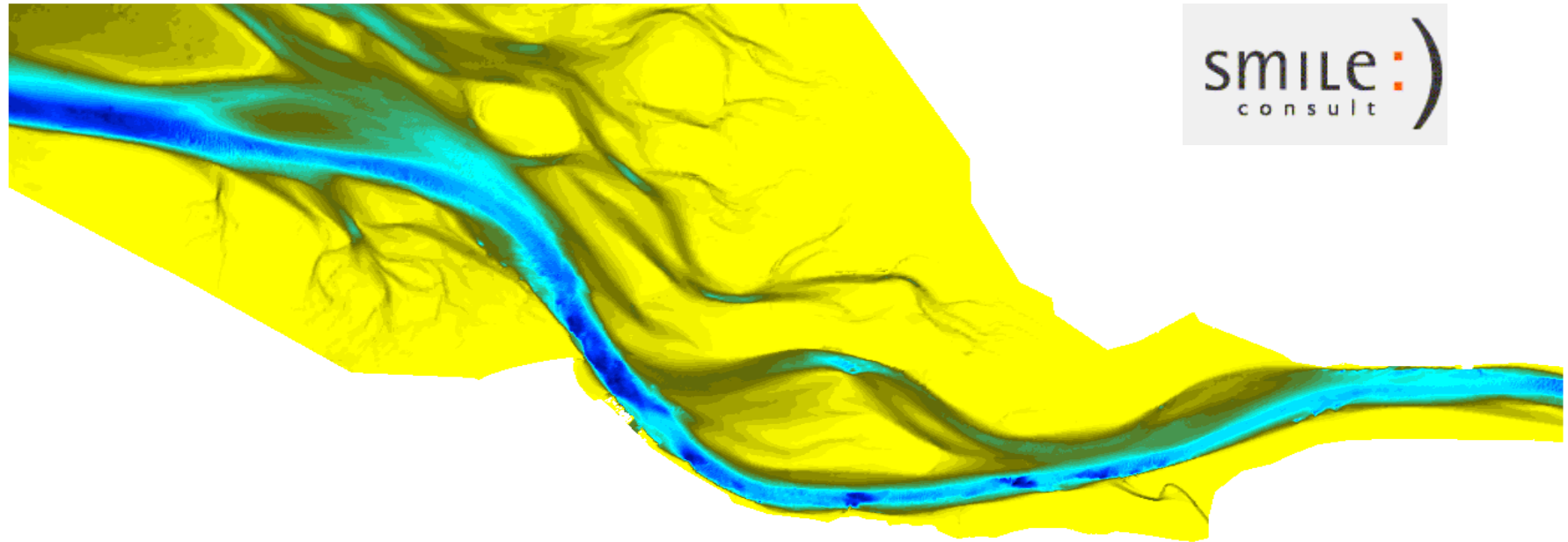


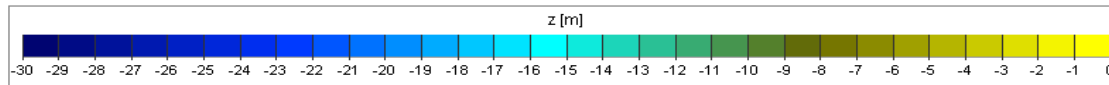
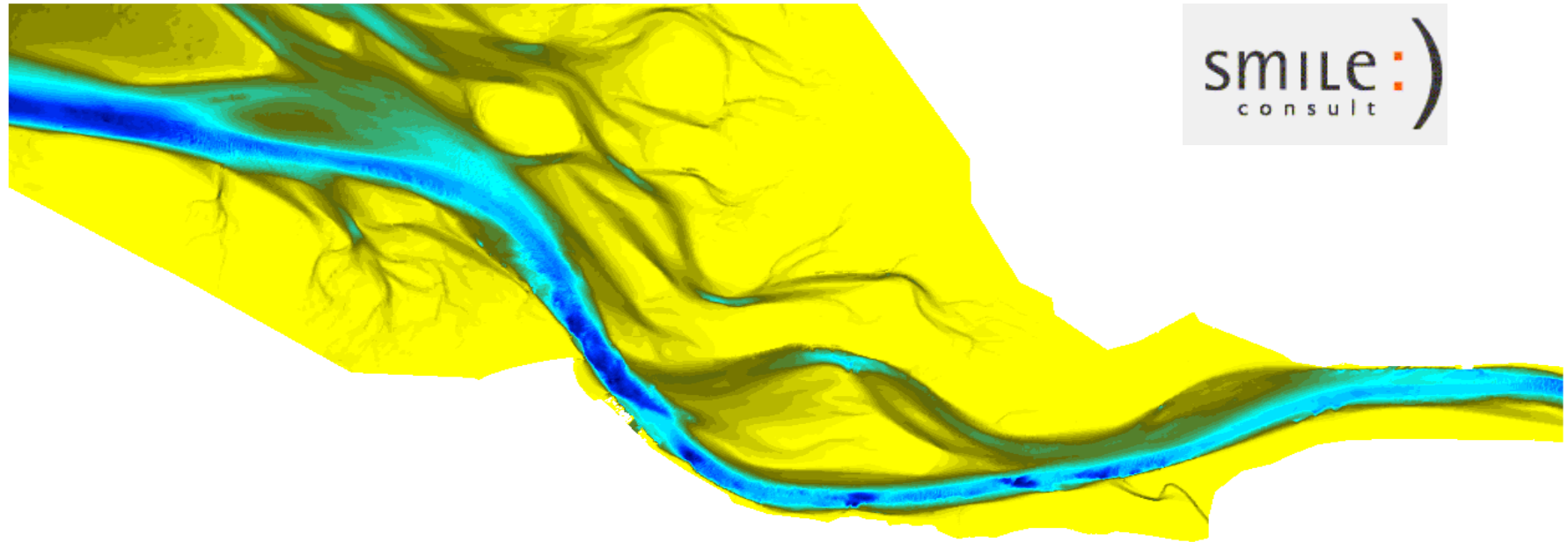


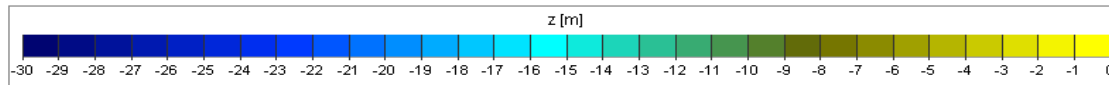
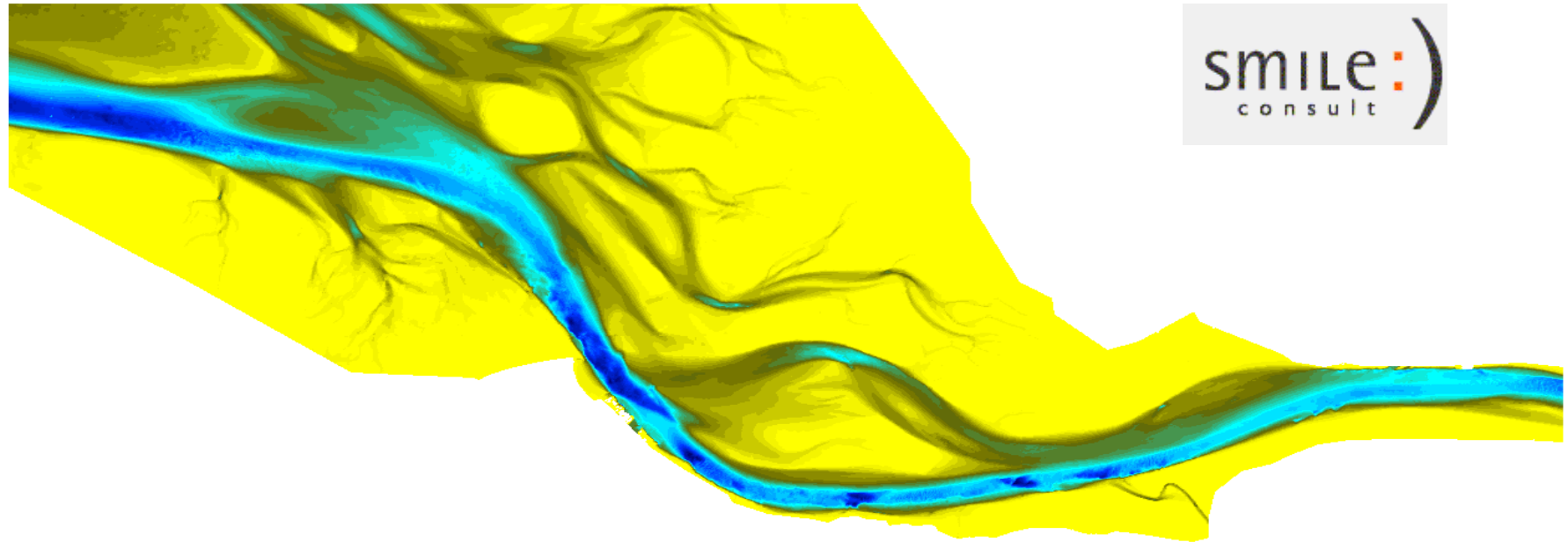


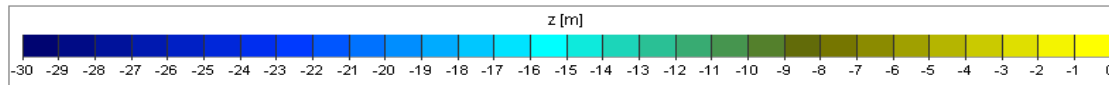
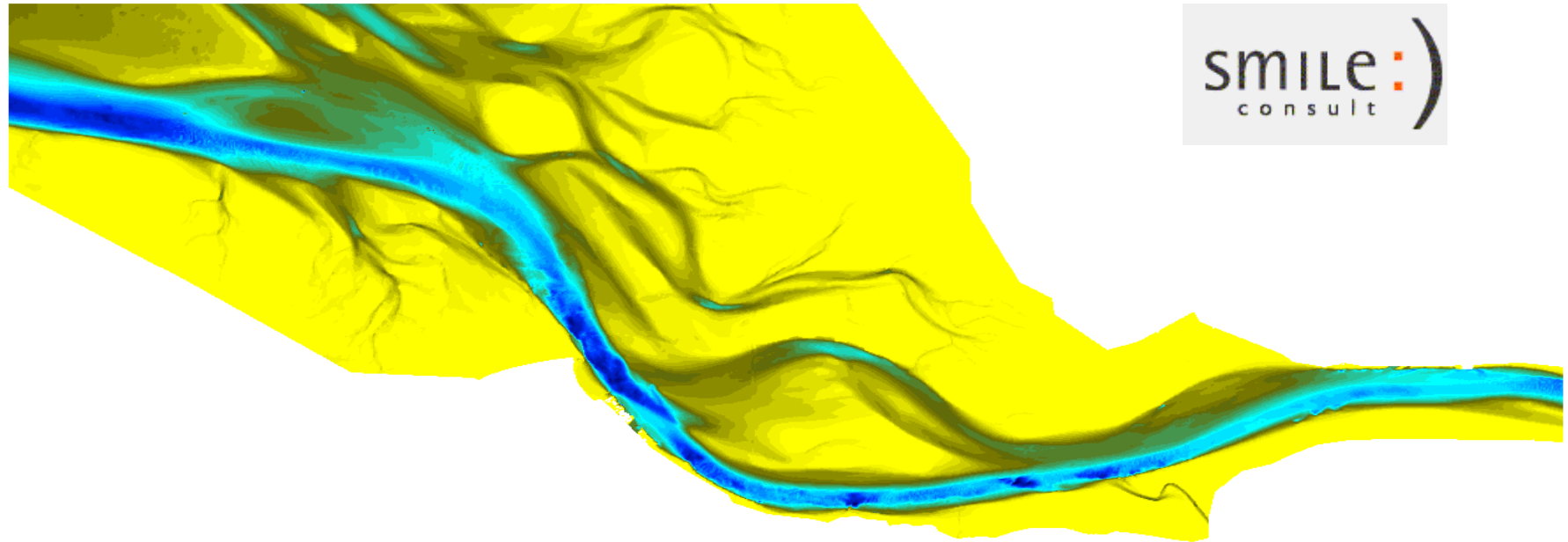


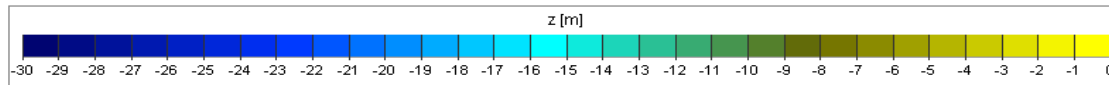
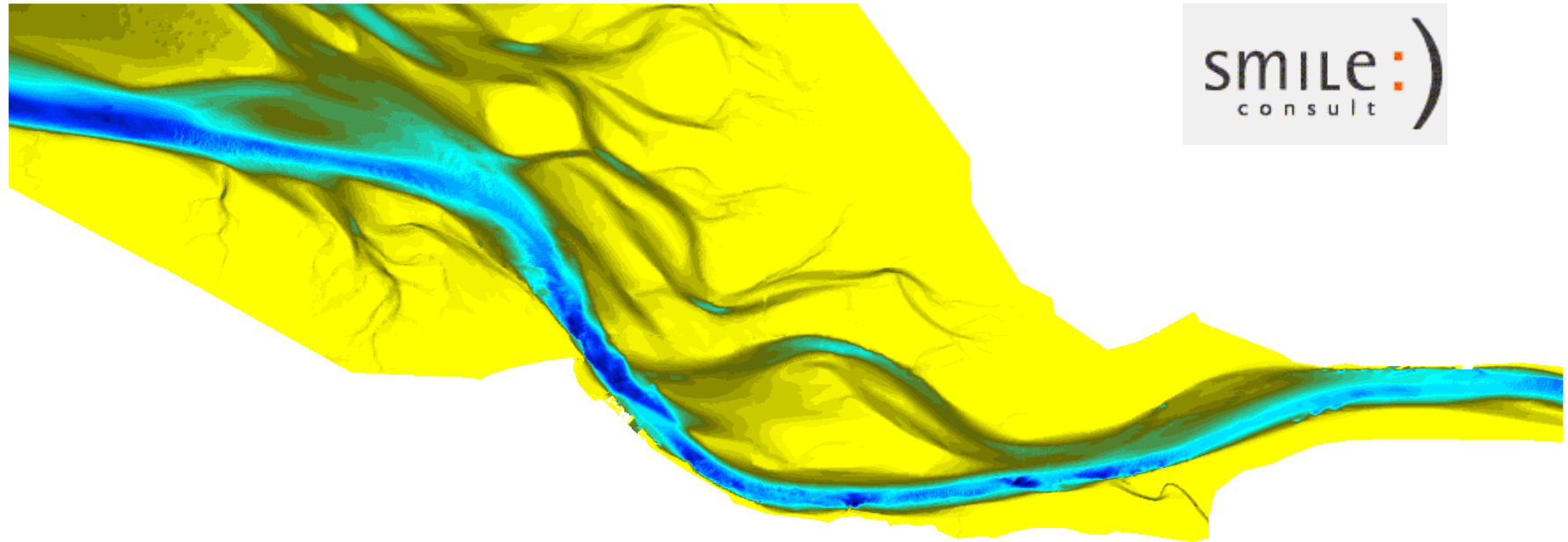


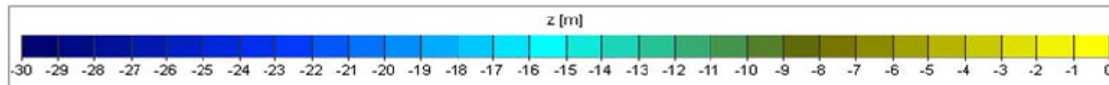
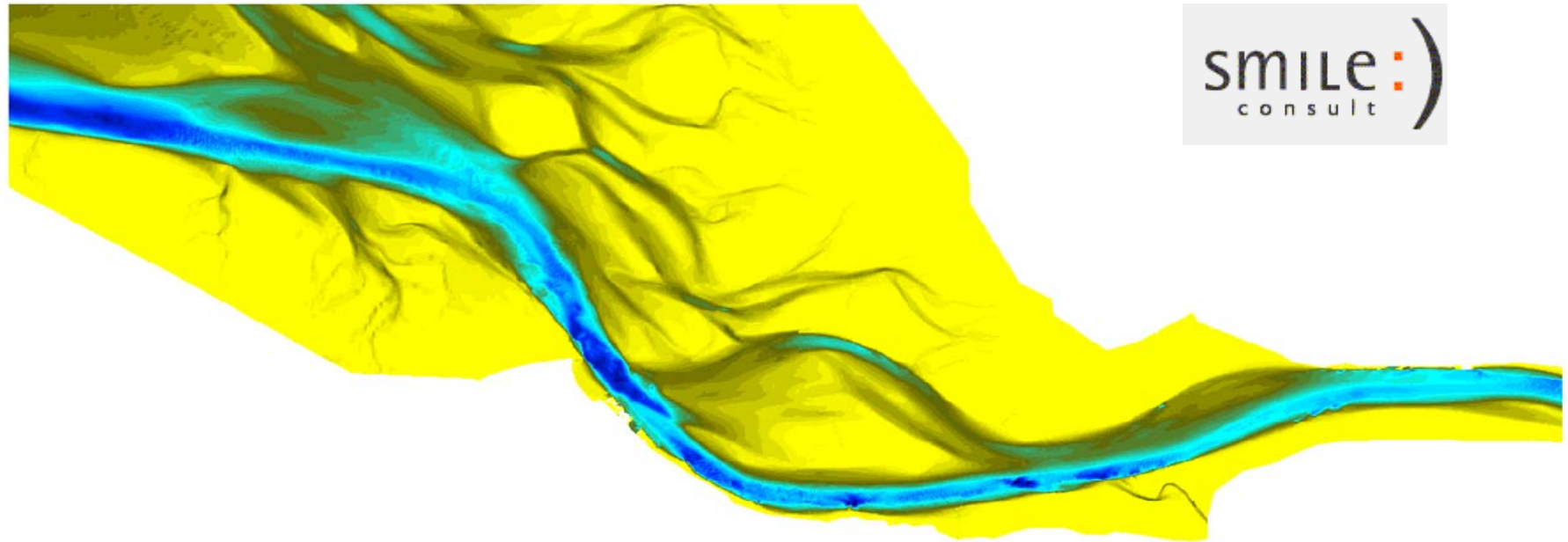


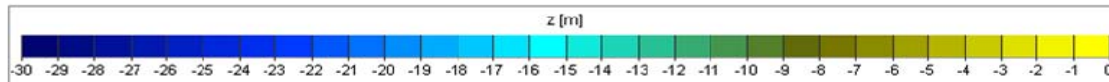
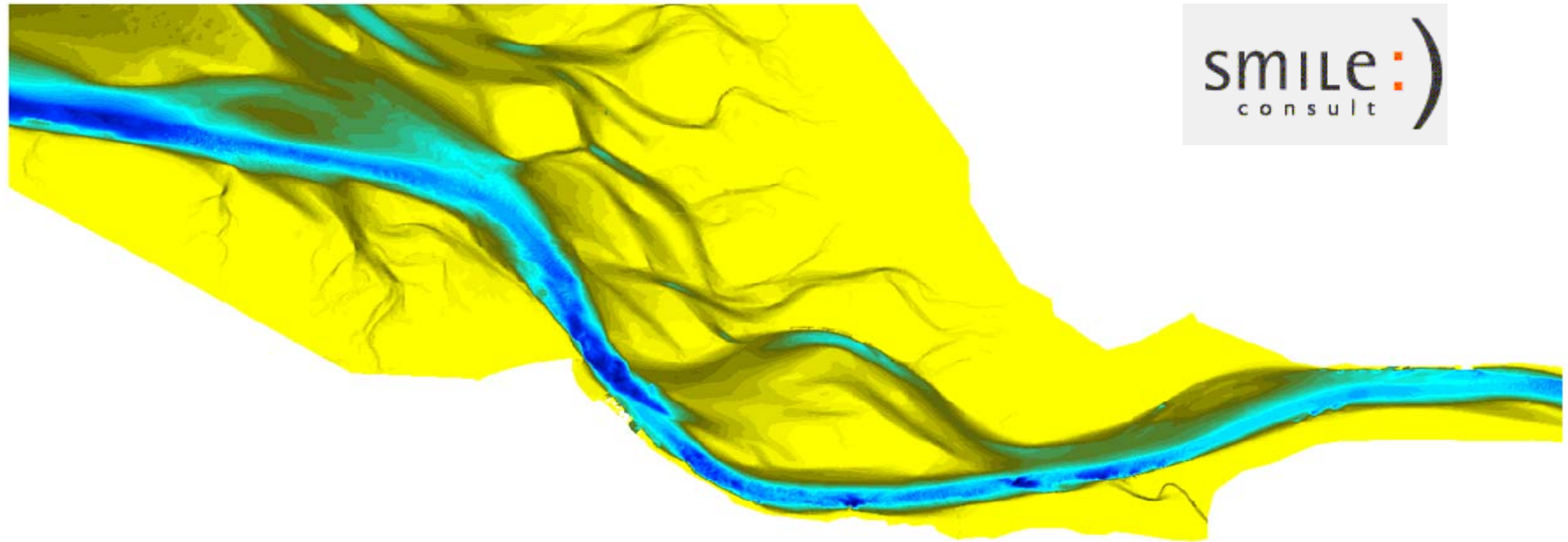


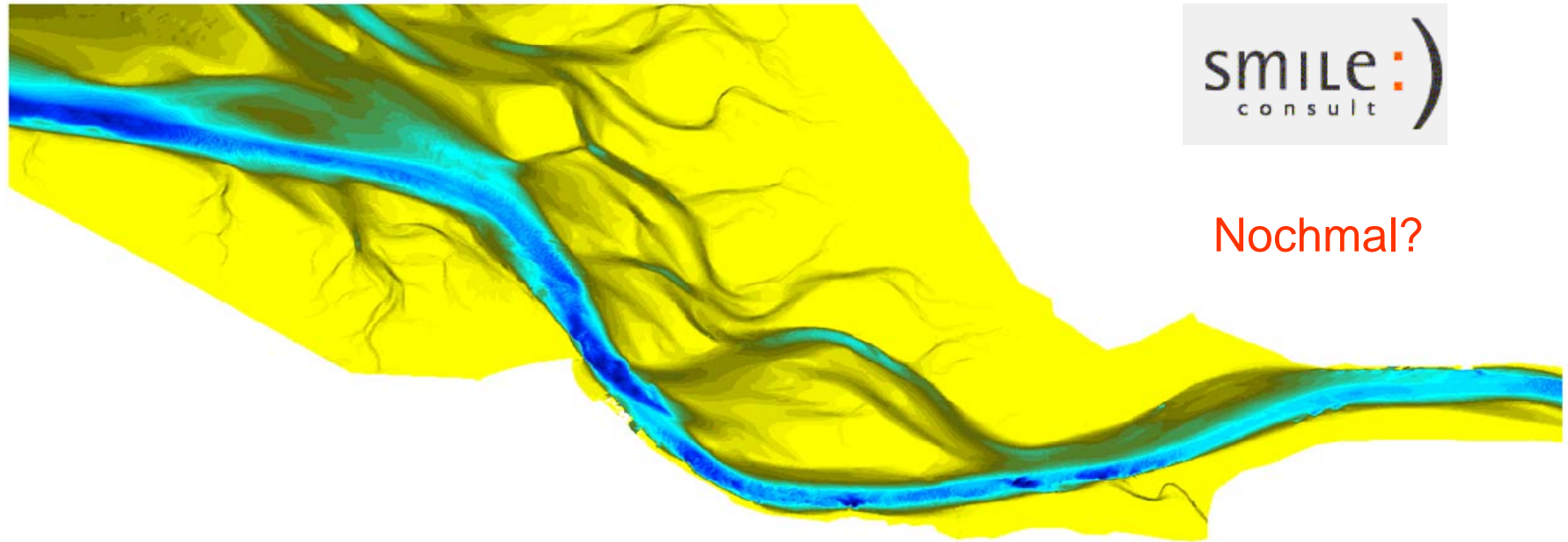












Nochmal?

