



Vom Konzept zur Objektplanung

Qualitätssicherung bei der hydronumerischen Modellierung

Ivo Heiland, Markus Schuckert

Anwendertreffen HYDRO_AS-2D , 11.03.2008, München

Gliederung

1. Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen
2. Motivation für Anforderungskatalog zu HN-Modellierungen
3. Inhalt des Anforderungskatalog
4. Anwendung am Beispiel Frankenberg/ Niederlichtenau
5. Fazit



Talsperren, Wasserspeicher und Hochwasserrückhaltebecken

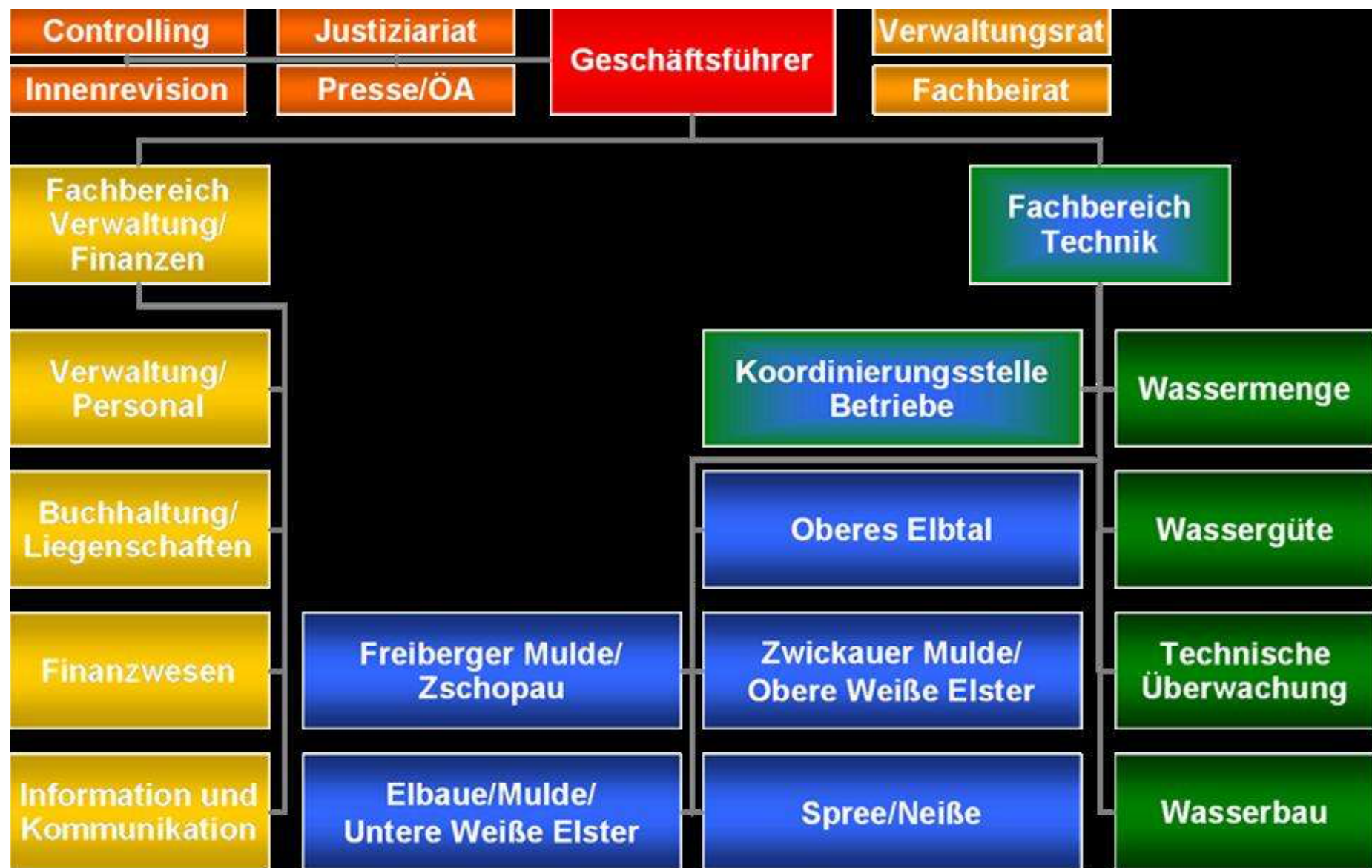
- Planung, Bau, Betrieb und Unterhaltung
- Rohwasserversorgung für Trink- und Brauchwasser
- Niedrigwasseraufhöhung, Hochwasserschutz

Gewässer I. Ordnung, Grenzgewässer und Bundeswasserstraße Elbe

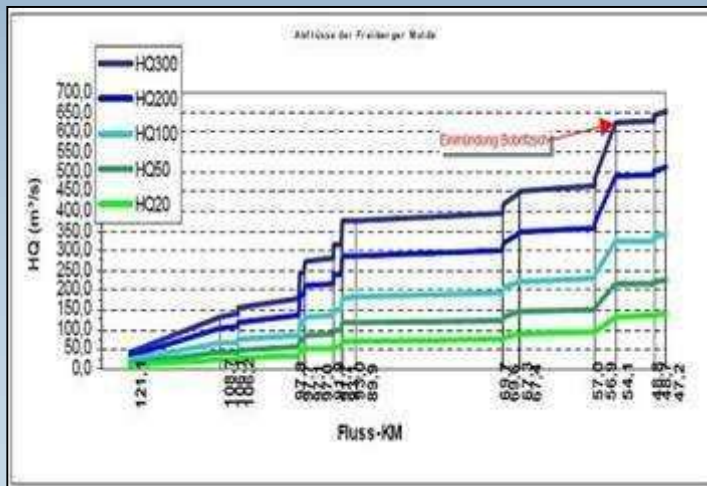
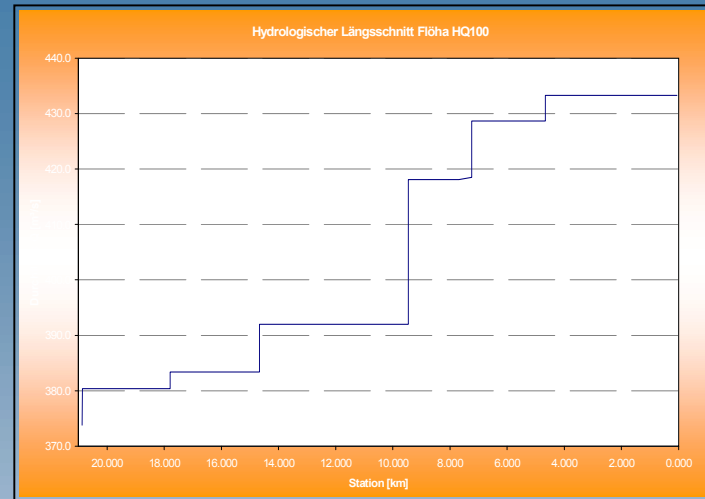
- Unterhaltung und Ausbau (außer Elbe)
- **Hochwasserschutzkonzepte (HWSK)**
- Unterstützung der Wasserwehren

Hochwasserschutzanlagen

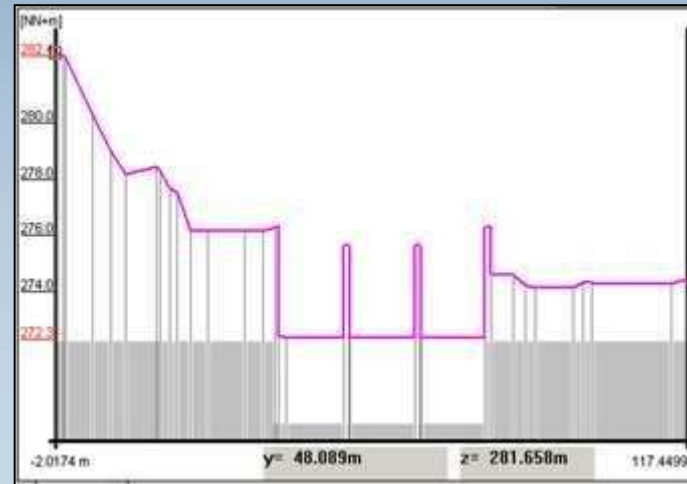
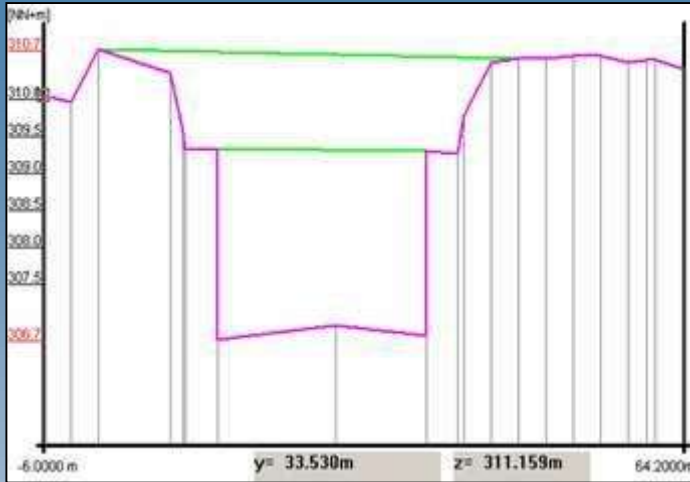
- **Planung**, Bau, Betrieb und Unterhaltung von Anlagen, die dem Schutz der Allgemeinheit dienen



Eigenschaften HN-Modelle der Hochwasserschutzkonzepte (HWSK)



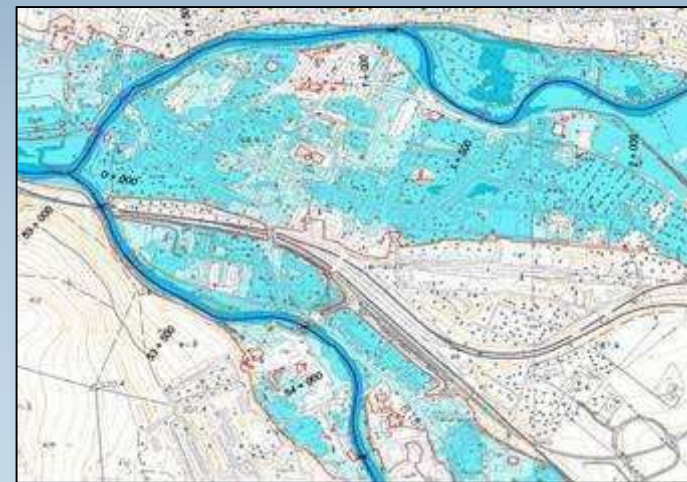
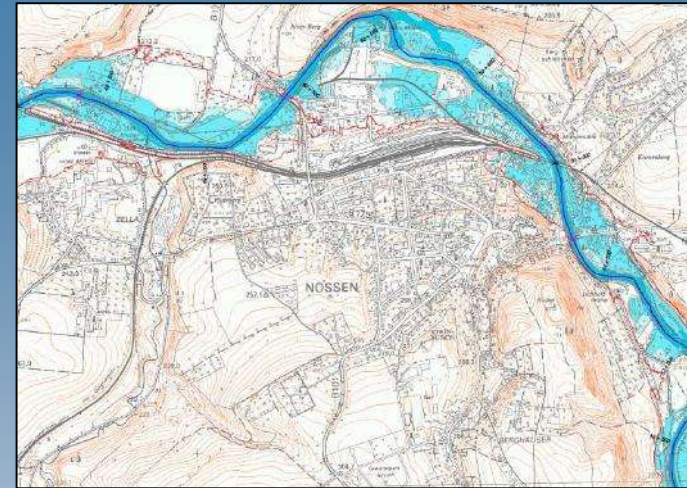
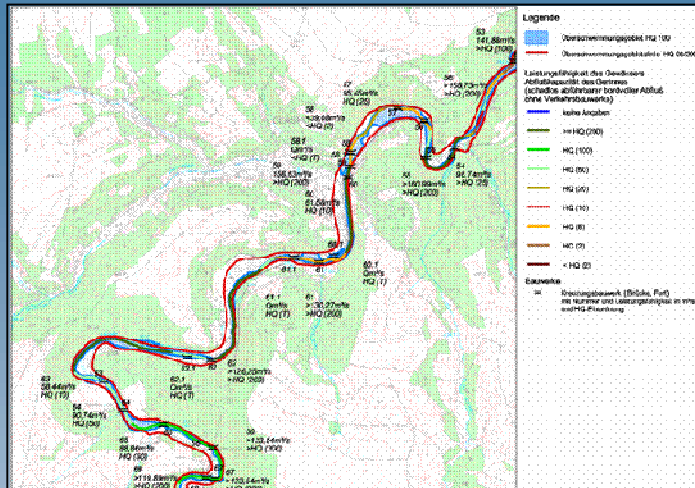
Eigenschaften HN-Modelle der HWSK



Beobachtungen historischer Hochwasser



Verwendung der HN-Modelle der HWSK



HN-Modelle HWSK im Hinblick auf Objektplanung

- signifikante Änderungen der Gewässergeometrie infolge Schadensbeseitigung,
- Rauheitsparameter berücksichtigen örtliche Verhältnisse unzureichend,
- Modelle nicht kalibriert,
- Fließphänomene teilweise mit vorliegenden Modellen nicht abbildbar,
- HN-Modelle des HWSK keine belastbare Grundlage für Objektplanungen



Qualifizierung der Modelle im Rahmen Objektplanung notwendig



Gewährleistung sachgerechter Beauftragung von HN-Modellierungen

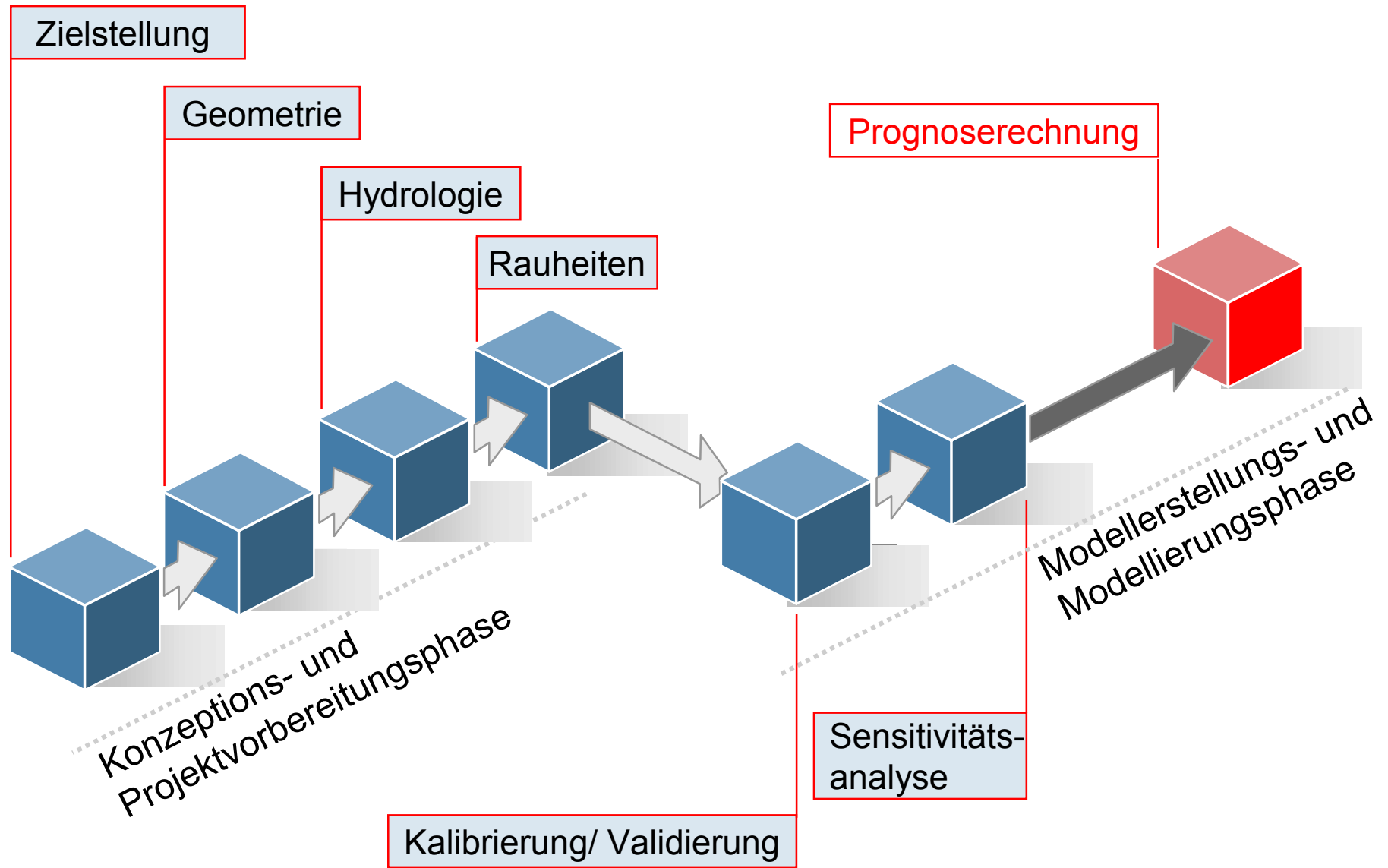


Sicherstellung qualitätsgerechter Durchführung von HN-Modellierungen



LTV-interner Anforderungskatalog für HN-Modellierungen

(Beachtung unterschiedlicher Vorkenntnisse)



Zielstellung



- Modelldimension, Fließgesetz/ Lösungsverfahren

- 1D-HN-Modelle

regelmäßiger Querschnitt,
allmähliche Querschnittsänderungen,
schwach gekrümmt

→ universelles Fließgesetz

- 2D-HN-Modelle

komplexe Geometrie, Krümmungen,
starke Querschnittsänderungen,
Einmündungen, Verzweigungen,
Nachweis Wirkung Rückhalteflächen,
Strömung durch Besiedlung

→ Finite-Volumen-Methode

- Stationarität/ Instationarität



Geometrie



- Anforderungen an Grundlagedaten

- Flussschlauch

terrestrische Vermessung,
georeferenzierte Querprofile
(Punktabstand ca. 1/10 Profilbreite),
Querschnitts- Richtungs-, Gefälleänderungen
Bruchkanten

- Vorländer

vorliegende Laserscandaten beachten
maßgebende Bruchkanten erfassen

- Bauwerke

hydraulisch maßgebende Querschnitte erfassen

- 1D-HN-Modelle

Voraussetzung der Strömungsortogonalität beachten

Hydrologie



- Anforderungen an hydrologische Daten

- Abhängigkeiten in Verbindung mit Zielstellung
- Zuständigkeiten,
- Datenquellen,
- Ansatz der Gleichzeitigkeit von Ereignissen gerechtfertigt?

Rauheiten



- Anforderungen Grundlagedaten und Dokumentation

- Vor-Ort-Begehung,
- Datenquellen (CIR-, ALK-, ATKIS-, Orthophotos (RGB)),
- Bewuchsparemeter und perspektivische Entwicklung beachten,
- ausgewogene Detailtreue,
- Festlegungen nachvollziehbar dokumentieren

Kalibrierung/ Validierung



- Anforderungen an Grundlagedaten und Dokumentation

- vorhandene amtliche Daten,
- Datenrecherche von Beobachtungen,
- ausreichendes Maß der Übereinstimmung mit Beobachtungen,
- Angabe zur Güte der Kalibrierung und Ableitung Modellbelastbarkeit,
- Modellvalidierung,
- Nachvollziehbarkeit

Sensitivitäts- analyse



- Anforderungen

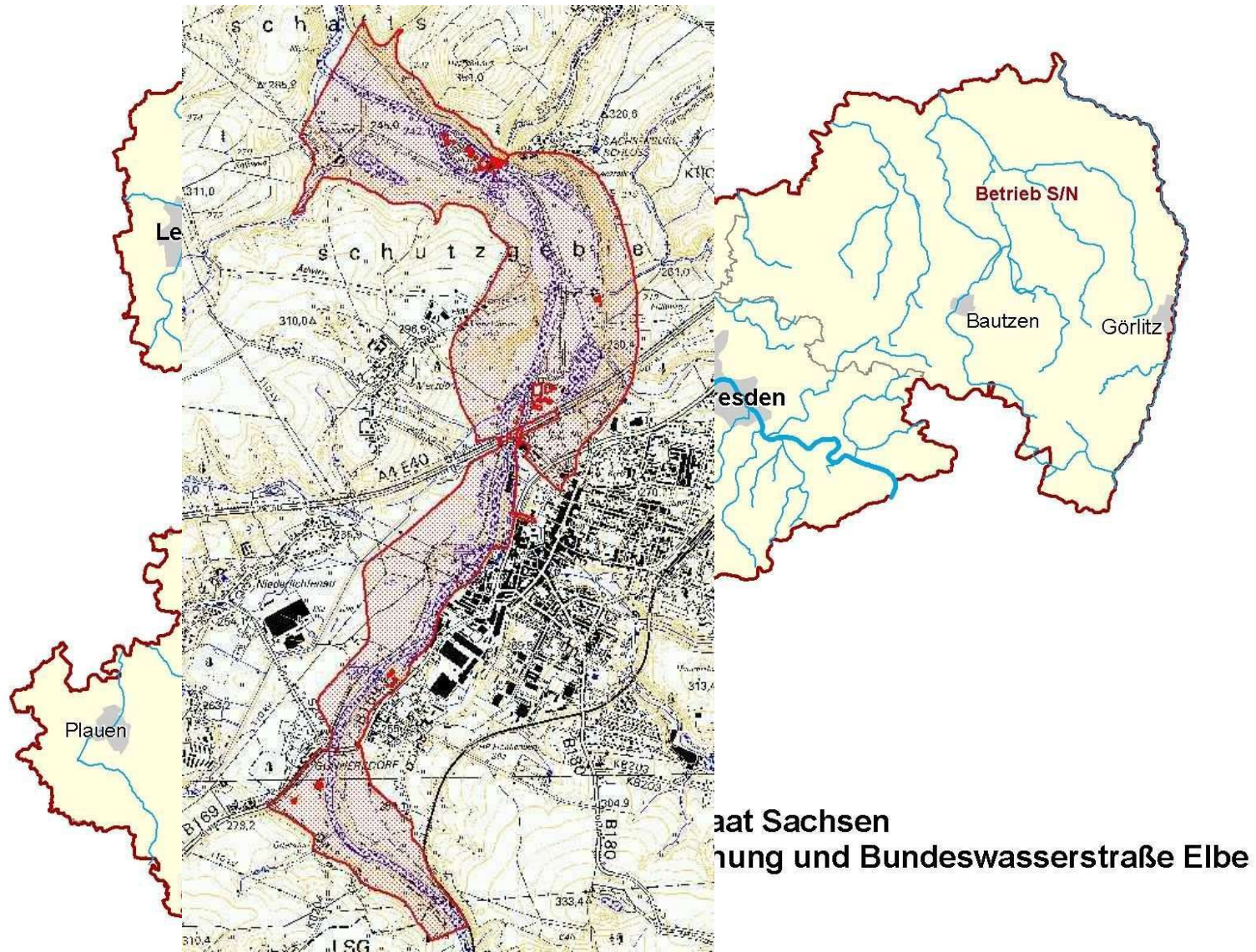
- Variation der maßgebenden Durchflüsse um ca. 10 % bis 20 %,
- Variation der gewählten Rauheitsparameter,
- nachvollziehbare Dokumentation der Auswirkungen



Anwendung am Beispiel des HN-Modells Frankenberg/ Niederlichtenau an der Zschopau







Planungsgebiet

Gemarkung: Frankenberg/ Niederlichtenau

Gewässer: Zschopau

Planungsgebiet: L \approx 2,5 km
BHQ = 875 m³/s (HQ₁₀₀)
3 Brücken, 3 Wehre

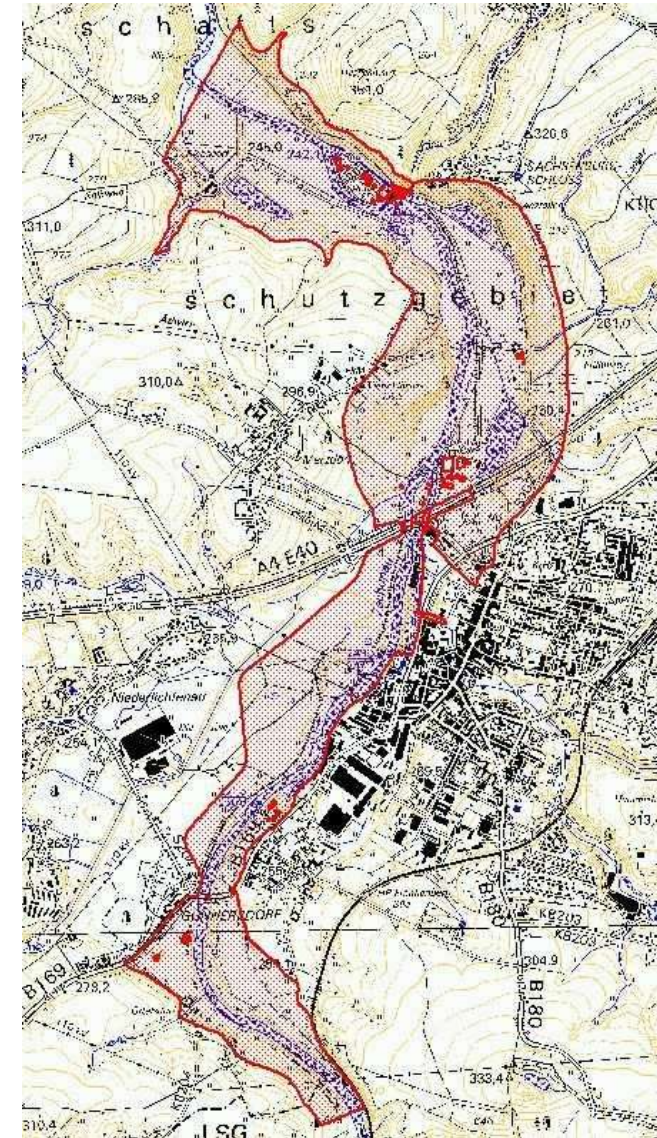
vorh. HW-Schutz: ca. HQ₂₅

Plan-Maßnahmen: linkes Zschopauufer
2.500 m homogener Deich
360 m Spundwand

rechtes Zschopauufer
1.300 m homogener Deich
1.900 m Bohrpfahlwand

Planungsbüro:  IWU GmbH in Chemnitz
Ingenieurbüro für Wasserbau und Umweltschutz

2D-HN-Modell:  Ingenieurbüro Schuckert



Rahmenbedingungen:

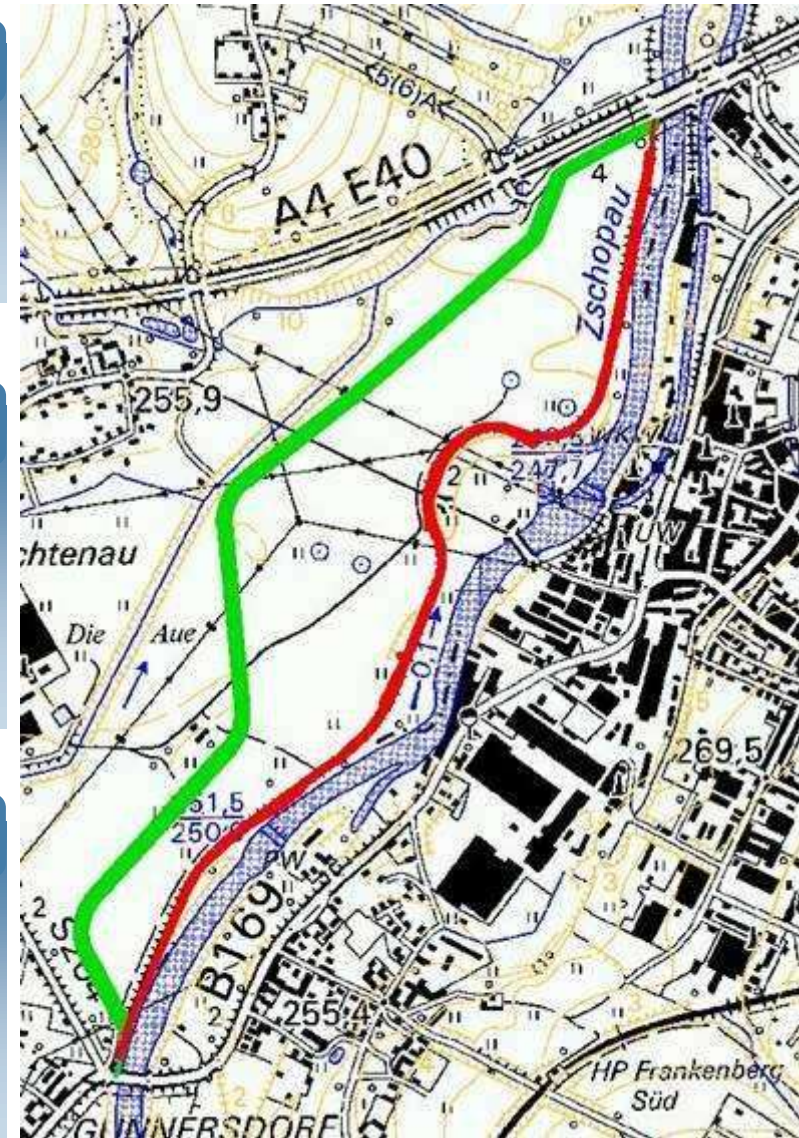
- überströmen der Deiche bei HQ_{25}
- starke Querschnittsänderungen
- Abflussaufteilungen, sowie umströmte Wehre/ Brücken

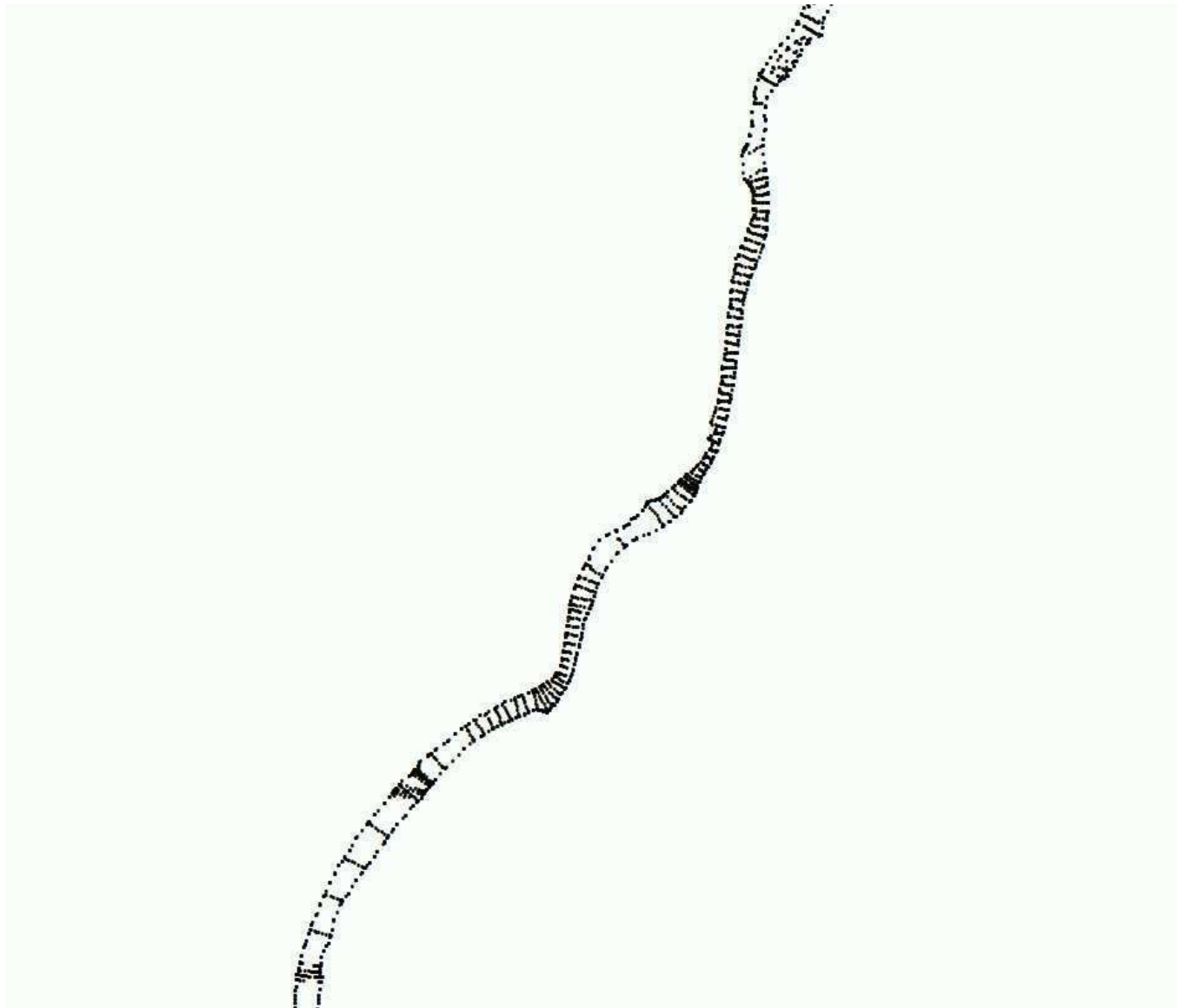
Finite-Volumen-Methode:

- unstrukturierte Gitternetze (Drei- und Viereckselemente)
- explizites Lösungsverfahren
- längere Rechenzeit
- gute Ortsapproximation bei gleicher Knotenzahl

Finite-Differenzen-Methode:

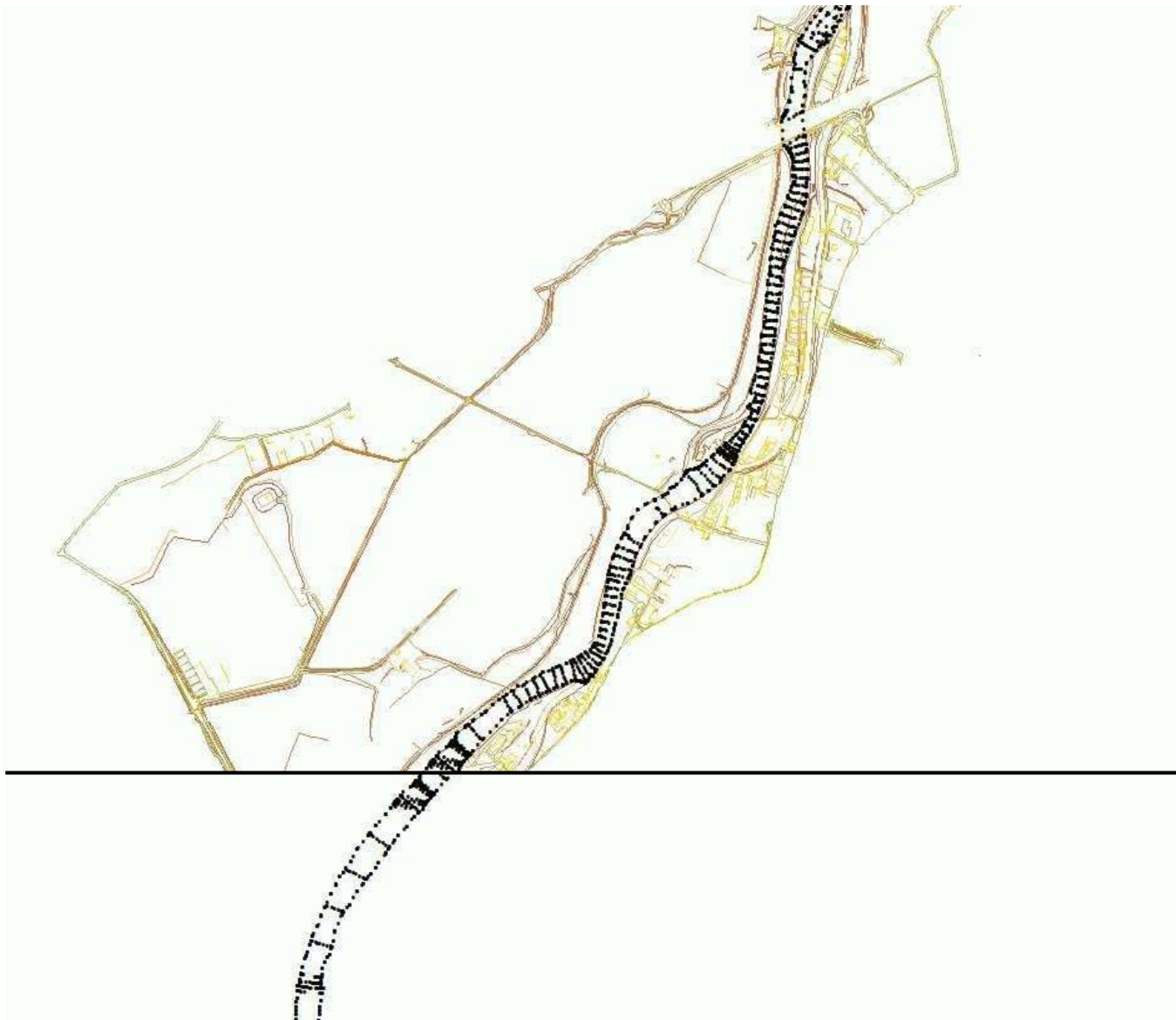
- strukturierte Gitternetze (Viereckselemente)
- implizites Lösungsverfahren
- schnellere Rechenzeit
- geringe Ortsapproximation bei gleicher Knotenzahl





terrestrische
Querprofilvermessung

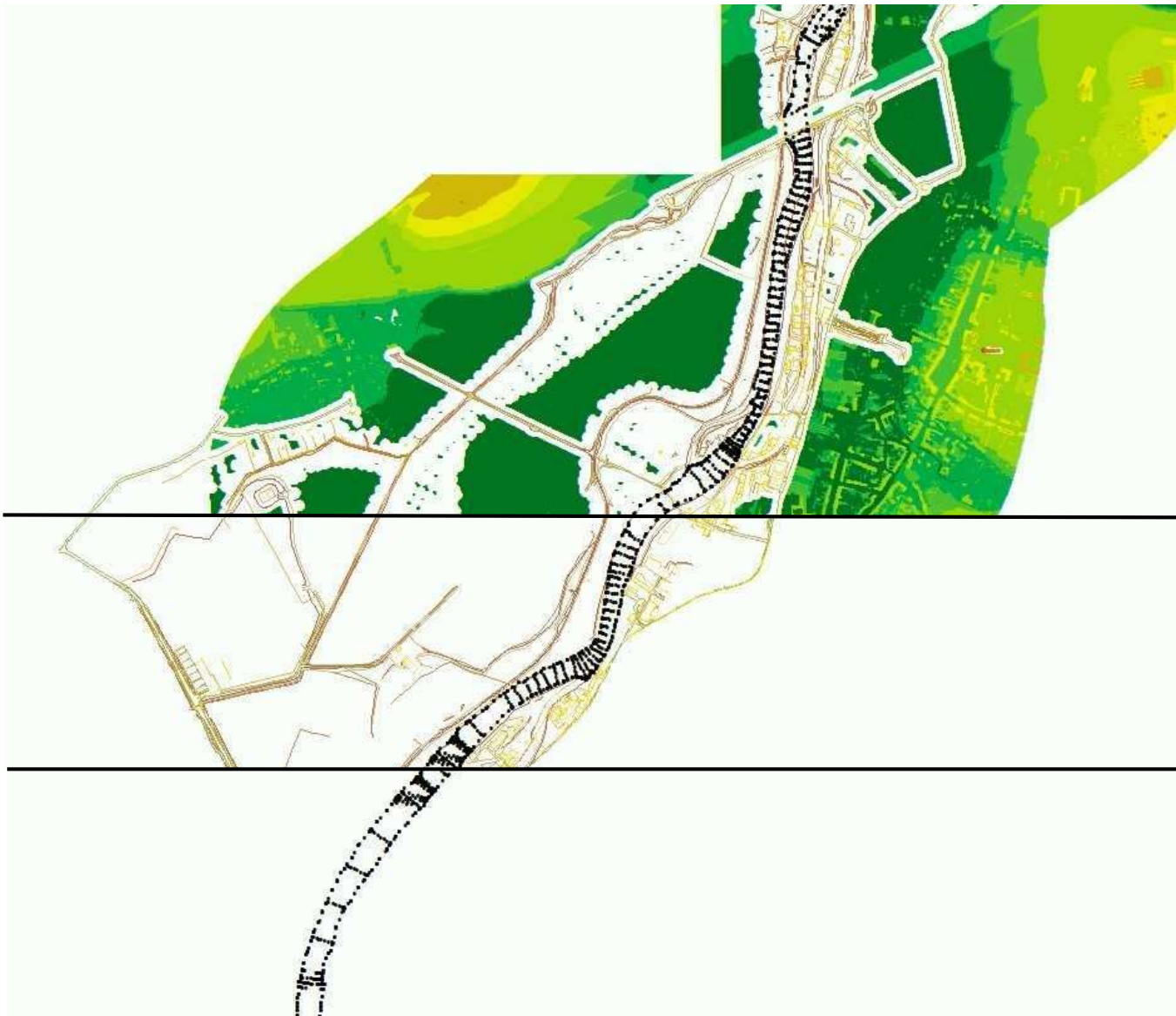




terrestrisch vermessene
Bruchkanten

terrestrische
Querprofilvermessung



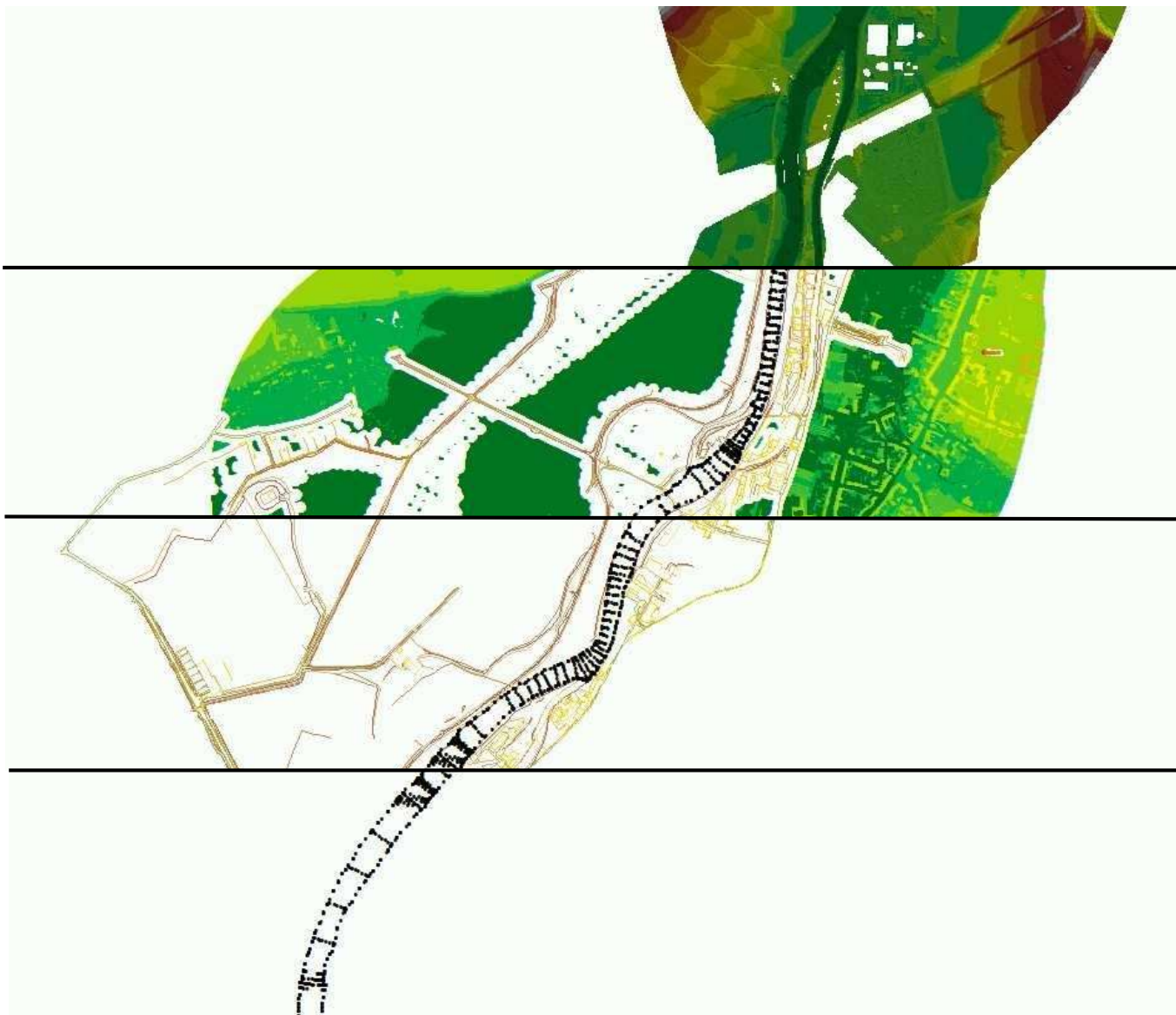


Ergänzung durch
Laserscandaten

terrestrisch vermessene
Bruchkanten

terrestrische
Querprofilvermessung





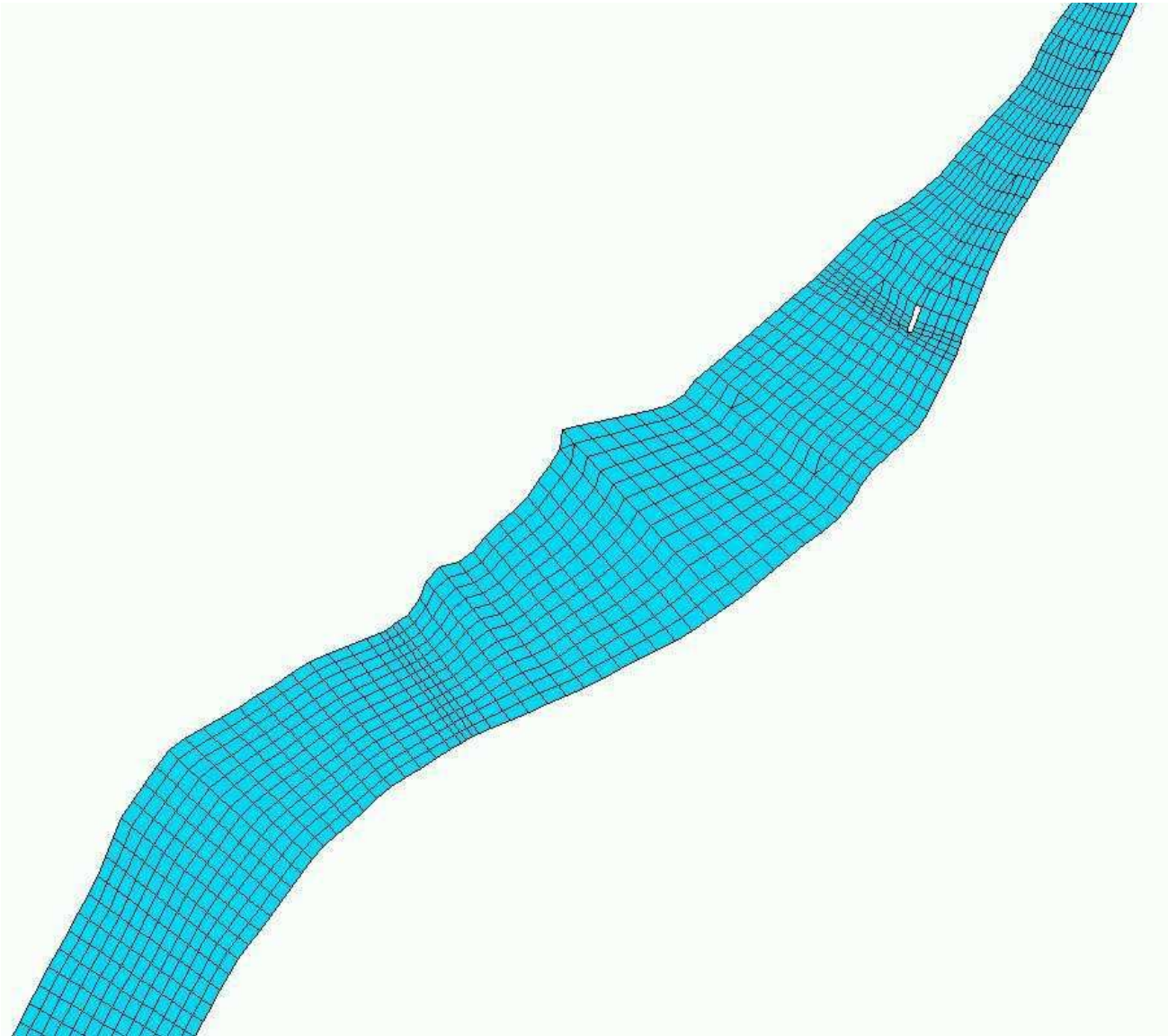
Bathymetrie des
Modellgebietes

Ergänzung durch
Laserscandaten

terrestrisch vermessene
Bruchkanten

terrestrische
Querprofilvermessung

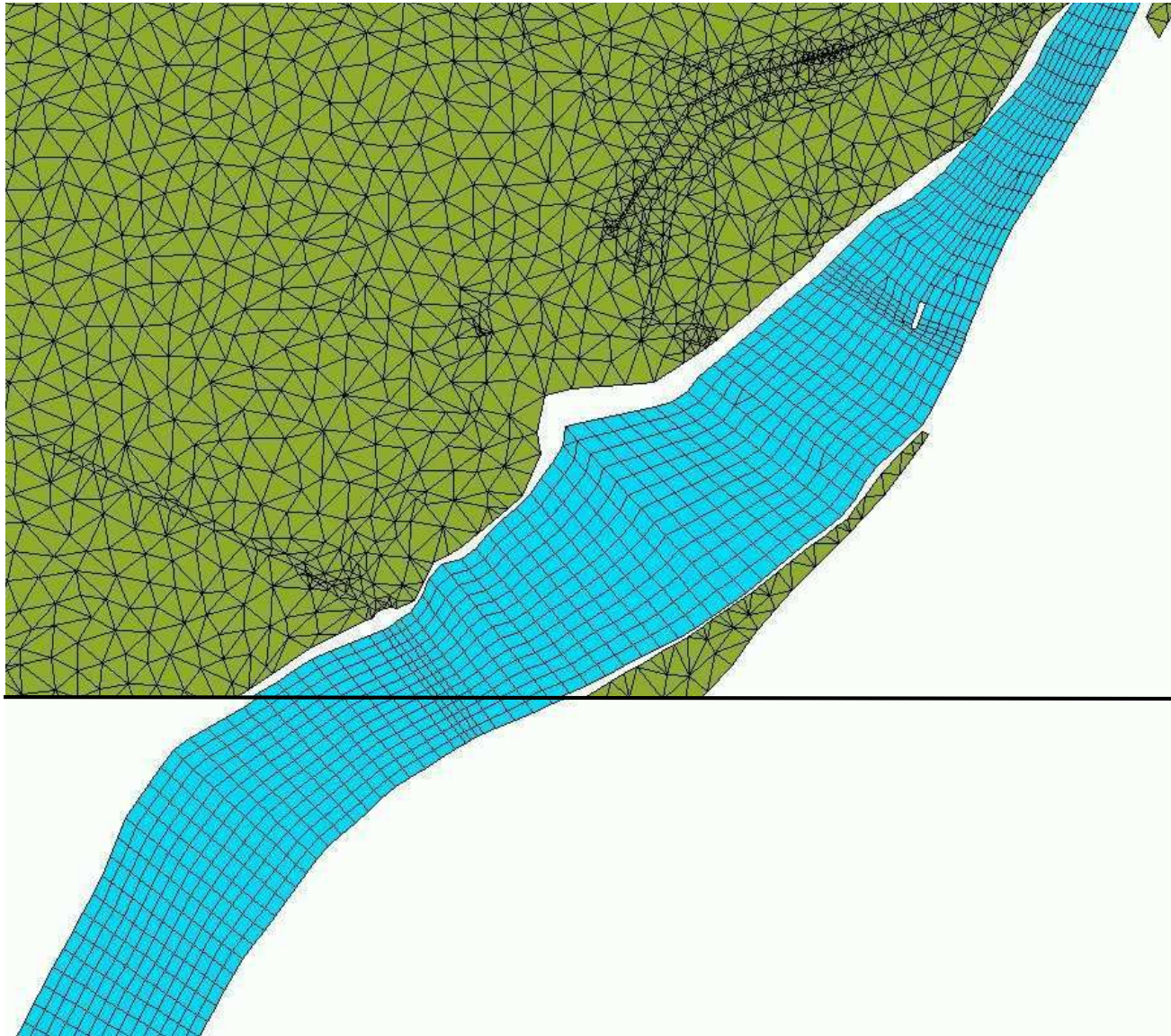




Erstellung des FE-Netzes
mit SMS und dem Mesh-
Type Patch

Elementgröße ca. 3 x 6m





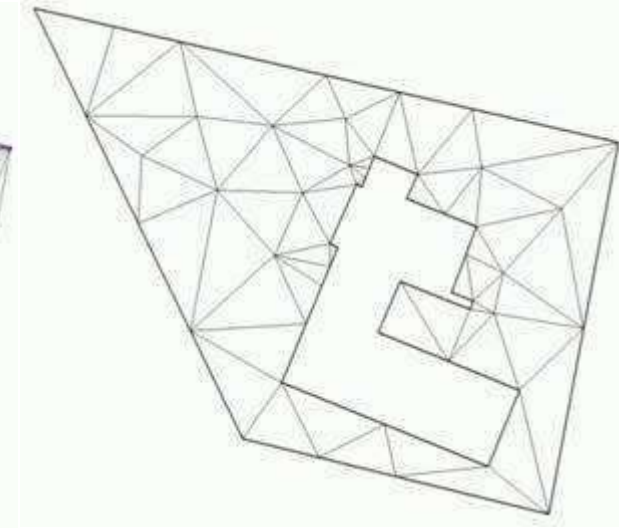
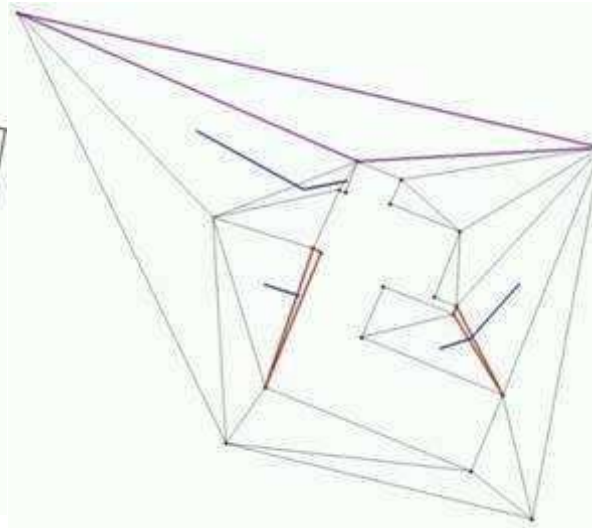
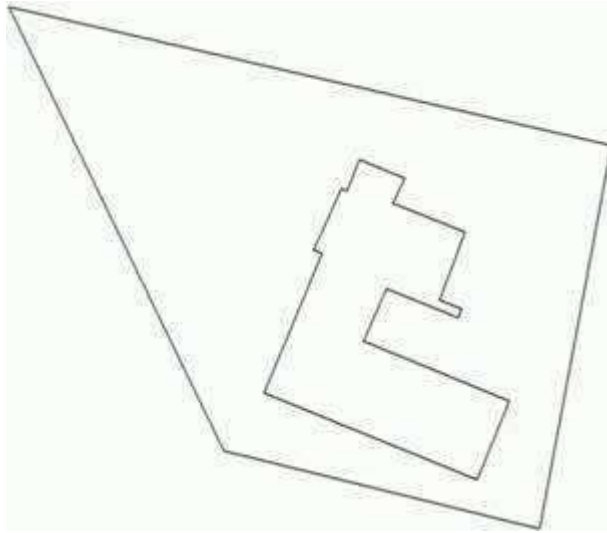
Erstellung des FE-Netzes
mit 2DM-Tools / ArcView

min. Innenwinkel der
Dreieckselemente von 20°
max. Elementgr. von 30m^2

Erstellung des FE-Netzes
mit SMS und dem Mesh-
Type Patch

Elementgröße ca. $3 \times 6\text{m}$



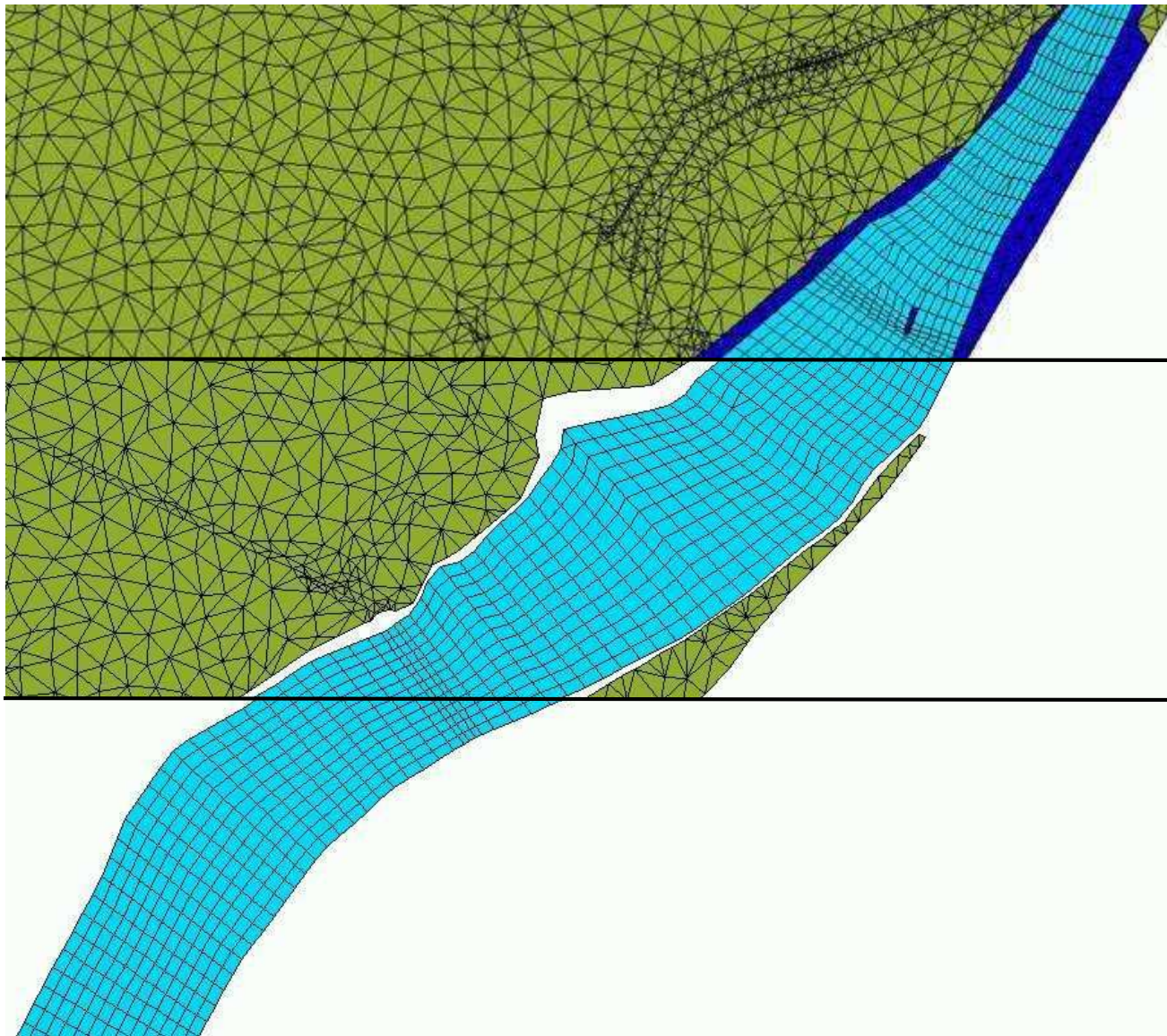


Varianten der Erzeugung des Finite-Elemente-Netzes

- Polygon der Bruchkanten

- erstellt mit SMS und dem Mesh-Type Adaptive Tessellation

- erstellt mit 2DM-Tools in ArcView 3.x
- mit einem minimalen Innenwinkel der Dreieckselemente von 20° und einer maximalen Elementgröße von 30m^2



Erstellung des FE-Netzes
mit SMS und dem Mesh-
Type Adaptive Tessellation

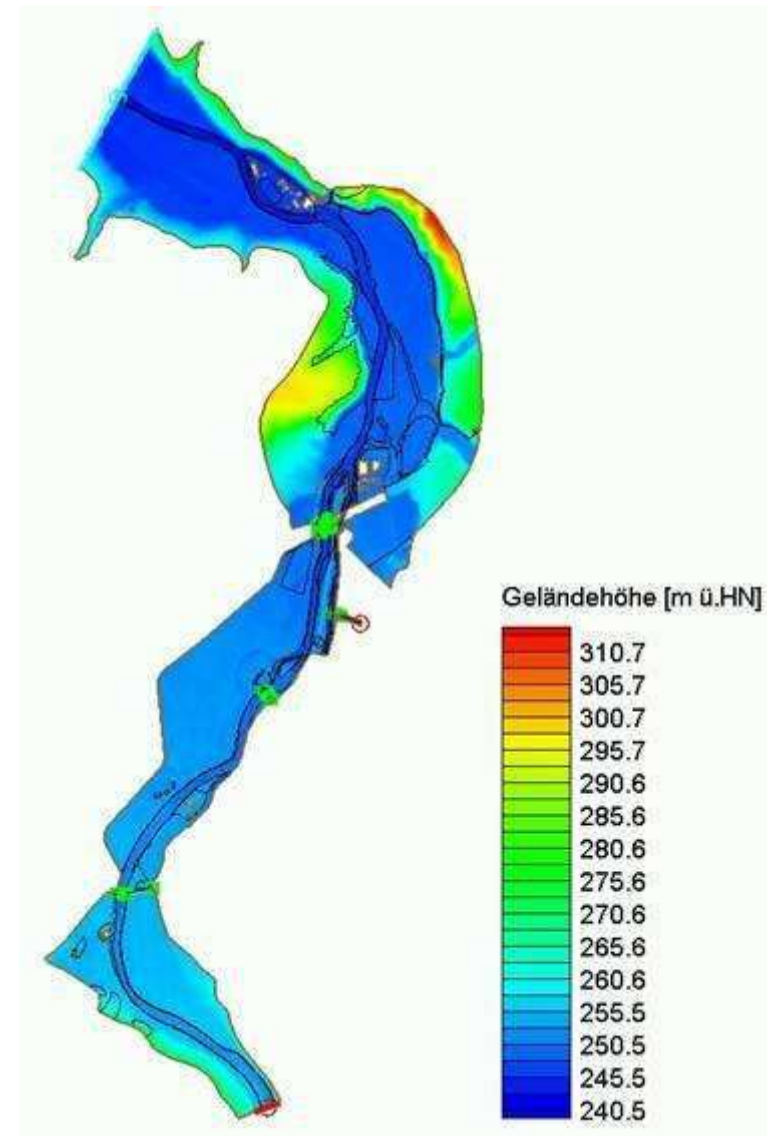
Erstellung des FE-Netzes
mit 2DM-Tools / ArcView
min. Innenwinkel der
Dreieckselemente von 20°
max. Elementgr. von 30m^2

Erstellung des FE-Netzes
mit SMS und dem Mesh-
Type Patch
Elementgröße ca. $3 \times 6\text{m}$



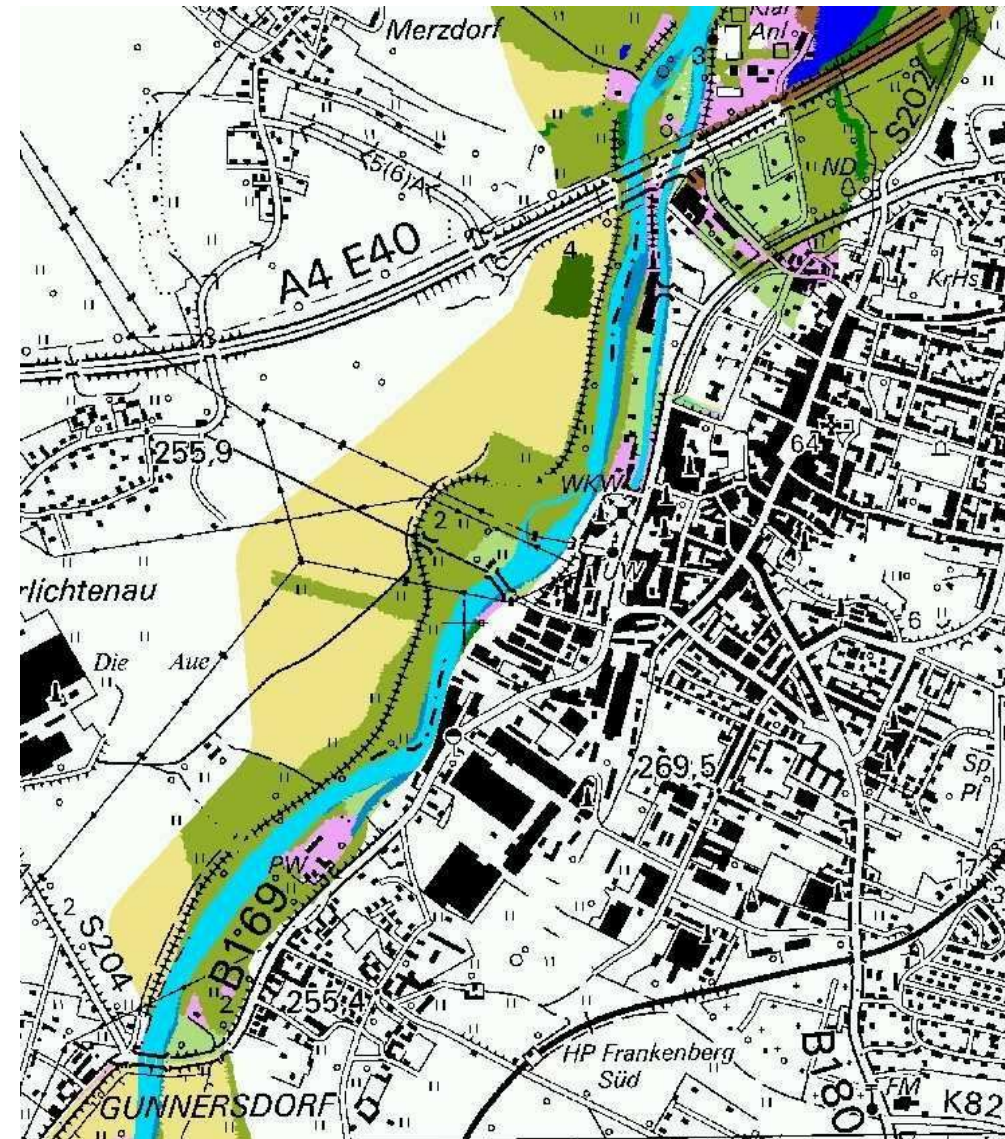
2D-HN-Modell

- Länge des Modells ≈ 7 km
- Breite des Modells ≈ 1 km
- mittleres Sohlgefälle ≈ 2 ‰
- ≈ 148.000 Elemente
 - 130.500 Dreieckselemente
 - 17.500 Viereckselemente
- ≈ 84.000 Knoten
- 3 Brücken mit Druckabfluss ab HQ_{50}
- 2 Durchlässe mit Druckabfluss ab HQ_{50}
- 3 Wehre (modelliert als Sohlschwelle)



CIR-Biototypisierung

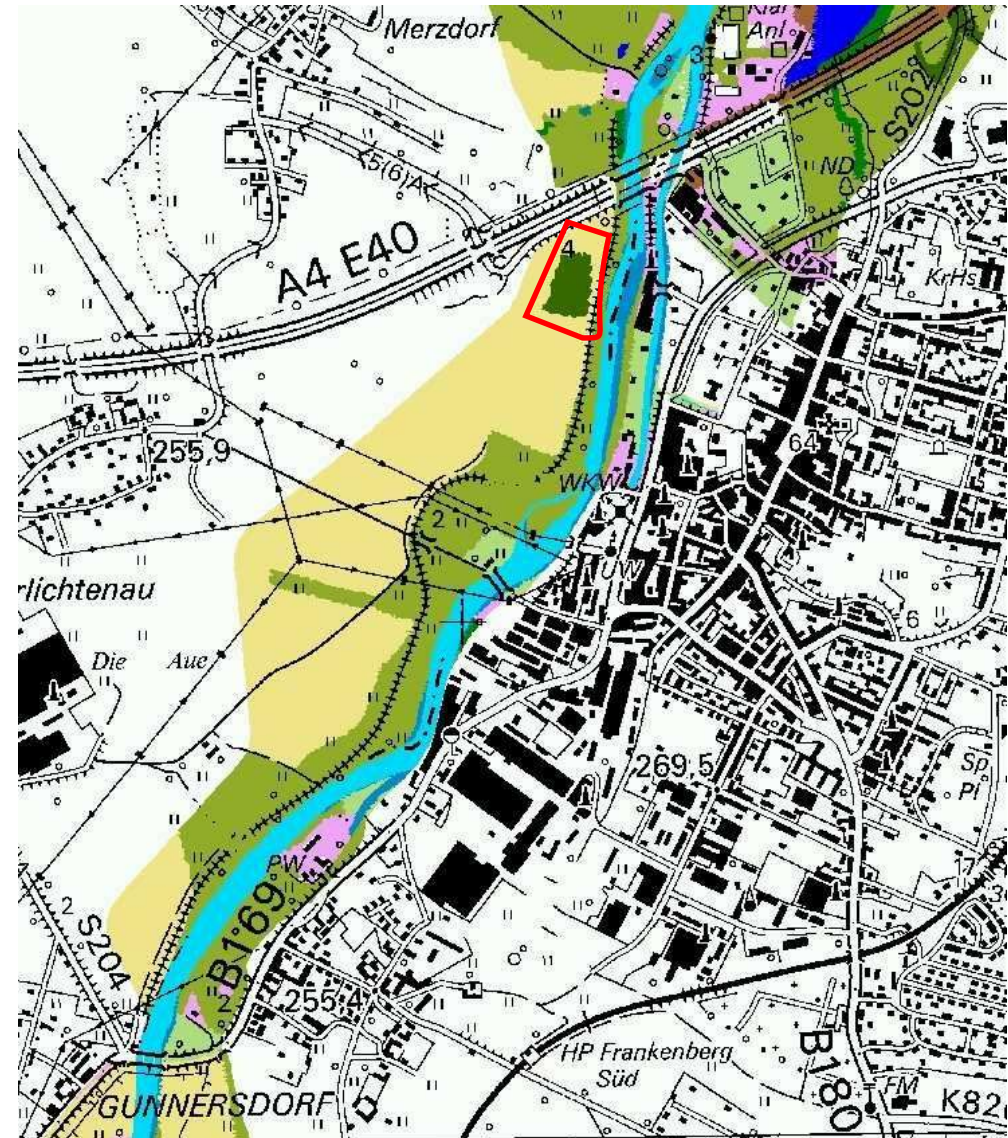
-  Fließgewässer
-  Moore, Sümpfe
-  Grünland, Ruderalfluren
-  Rasen, Zwergstrauchheiden, Felsfluren
-  Baumgruppen, Hecken, Gebüsch
-  Wald, Forsten
-  Acker
-  Siedlung
-  Stillgewässer
-  Uferstaudenfluren
-  Siedlg. Grün- und Freiflächen
-  Siedlg. Verkehrsflächen

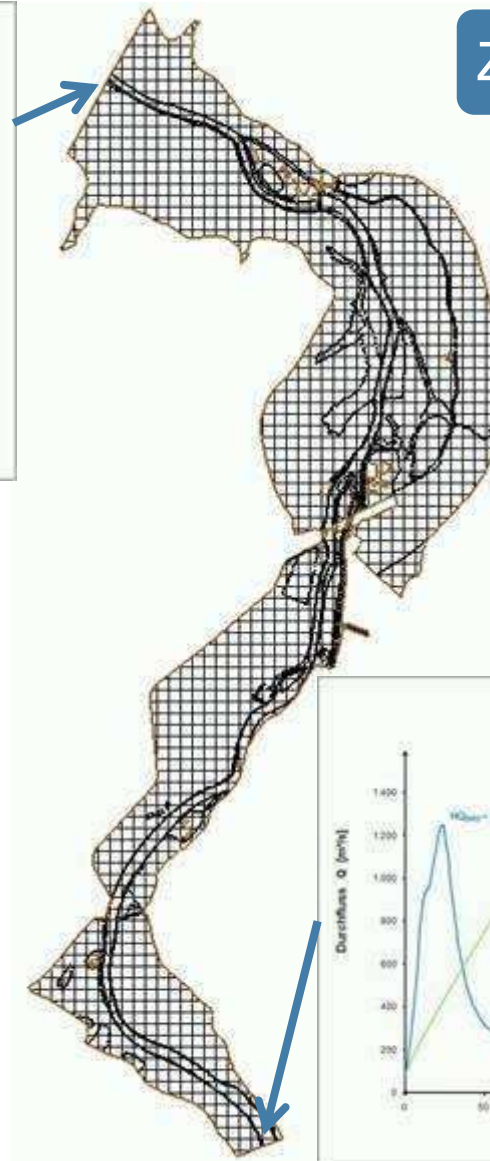
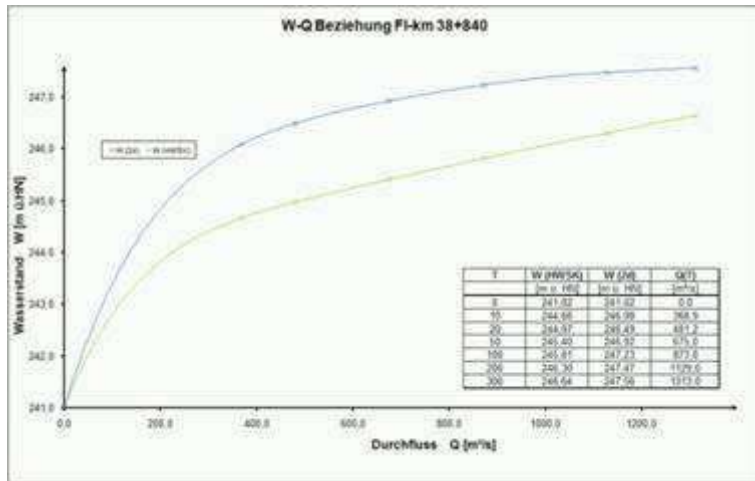


CIR-Biototypisierung

-  Fließgewässer
-  Moore, Sümpfe
-  Grünland, Ruderalfluren
-  Rasen, Zwergstrauchheiden, Felsfluren
-  Baumgruppen, Hecken, Gebüsch
-  Wald, Forsten
-  Acker
-  Siedlung
-  Stillgewässer
-  Uferstaudenfluren
-  Siedlg. Grün- und Freiflächen
-  Siedlg. Verkehrsflächen

ATKIS-DOP (Orthofotos)



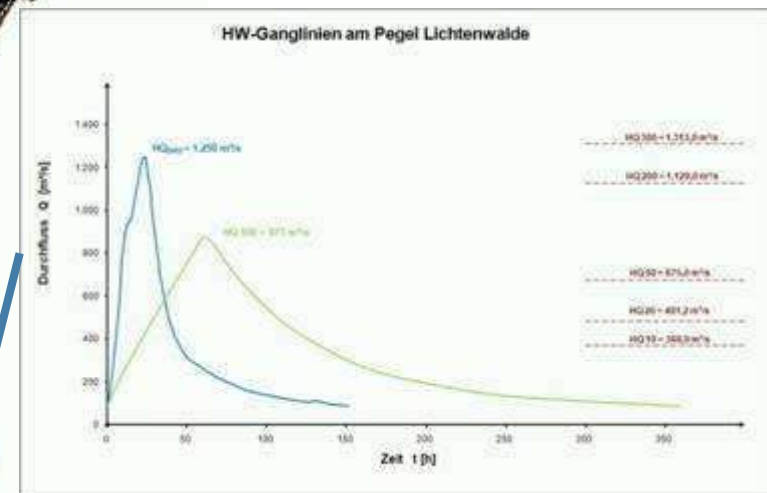


Zulaufrandbedingung

- Pegel Lichtenwalde liegt 600m stromauf des Modellgebietes
- Berechnung erfolgte quasi-stationär (langer Scheitelabfluss von ca. 10h)

Auslauftrandbedingung

- W-Q-Beziehung
- Näherung aus HSWK
- Anpassung am Ereignis vom HW 2002



Beobachtungen des Frühjahrshochwasser 2006

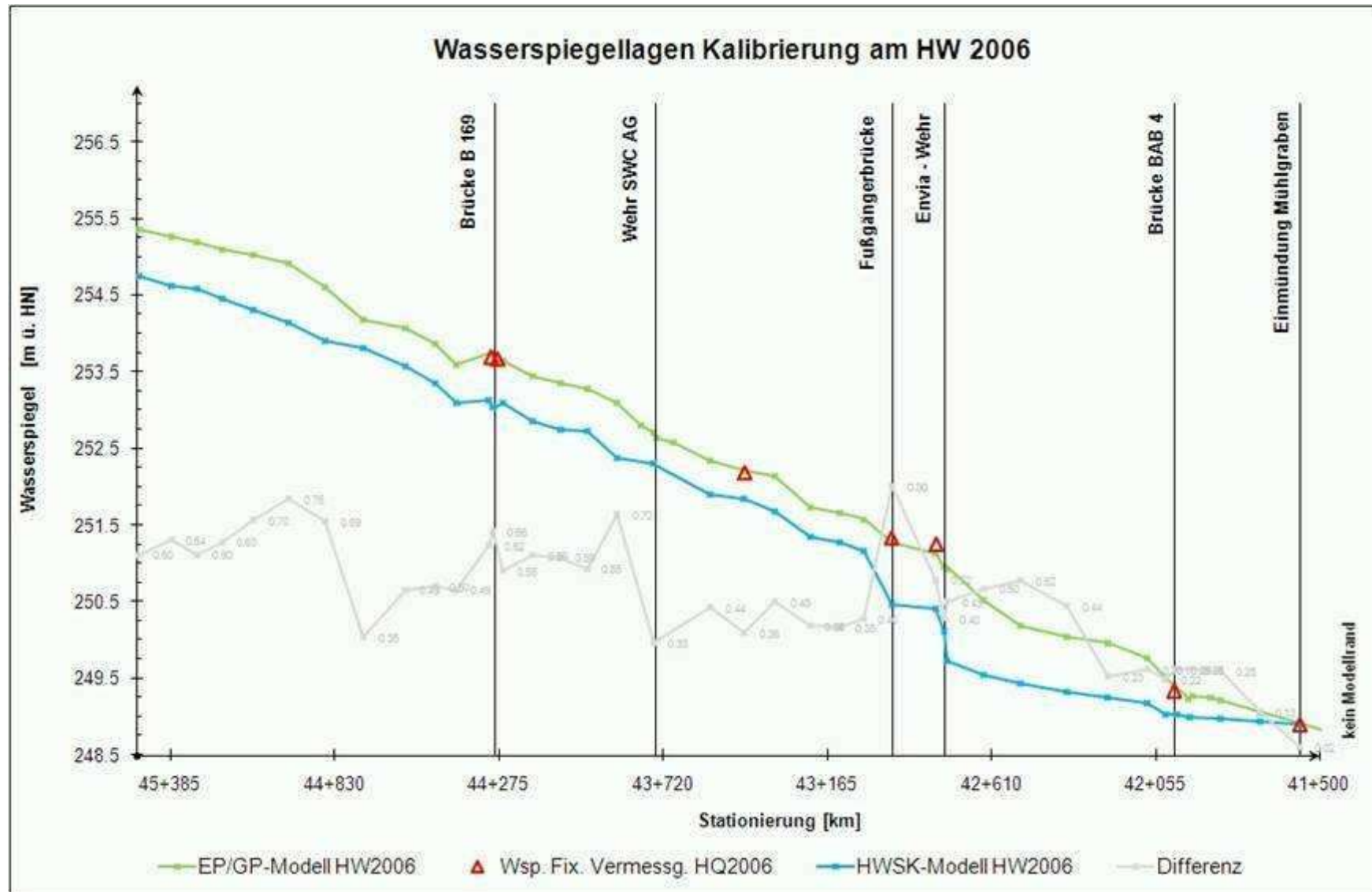


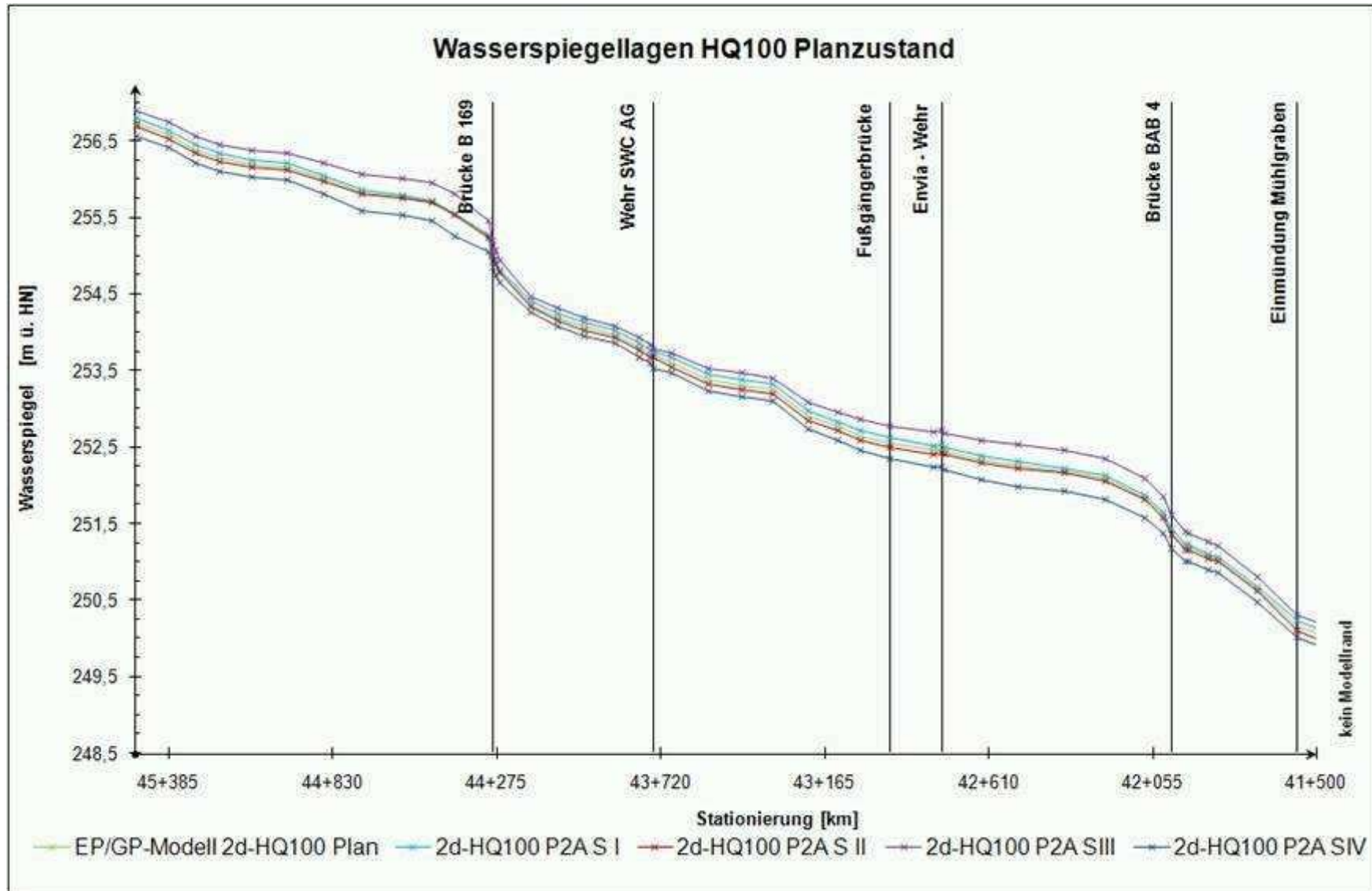
Quelle: Fotodokumentation der IWU GmbH in Chemnitz



Ingenieurbüro für Wasserbau und Umweltplanung



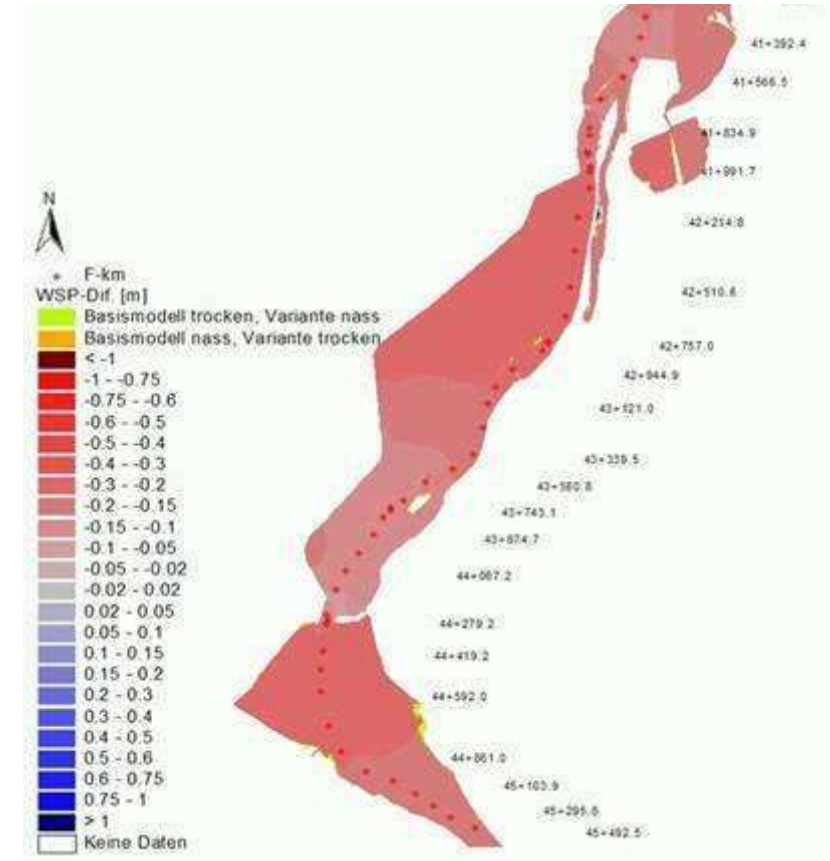
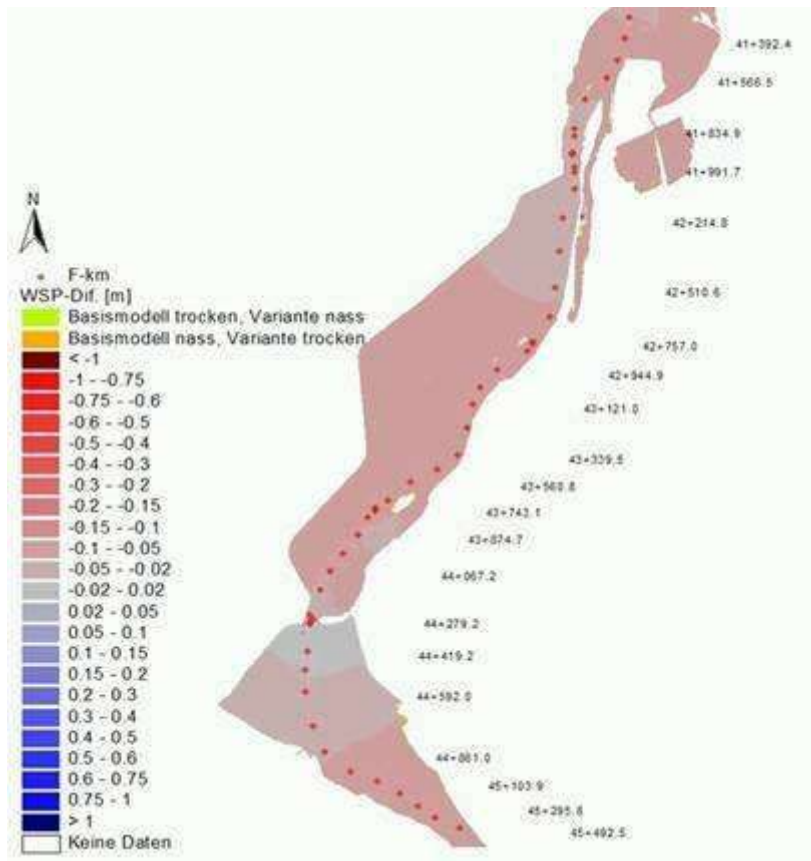




Sensitivitätsanalyse des Planzustandes bei HQ₁₀₀

- Variation der Rauheiten um +10%

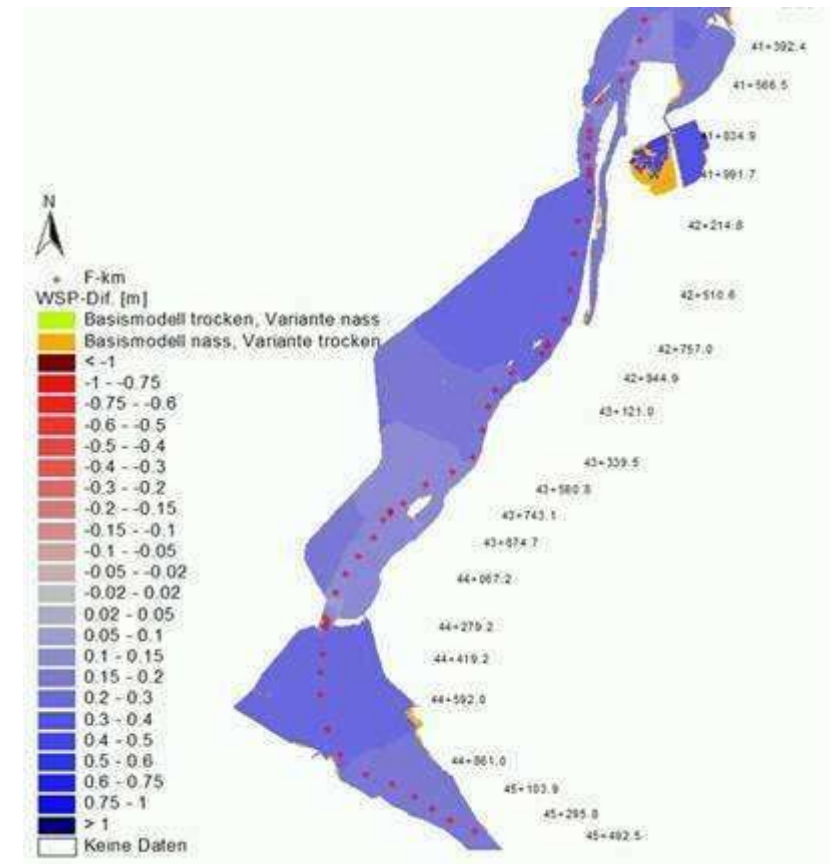
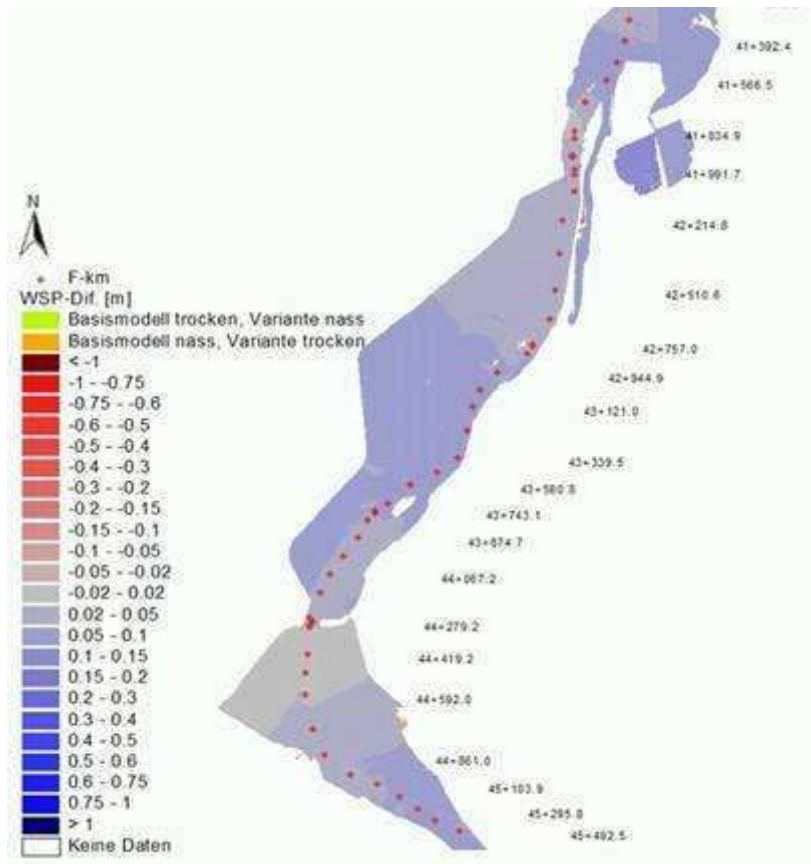
- Variation des Abflusses um +10%

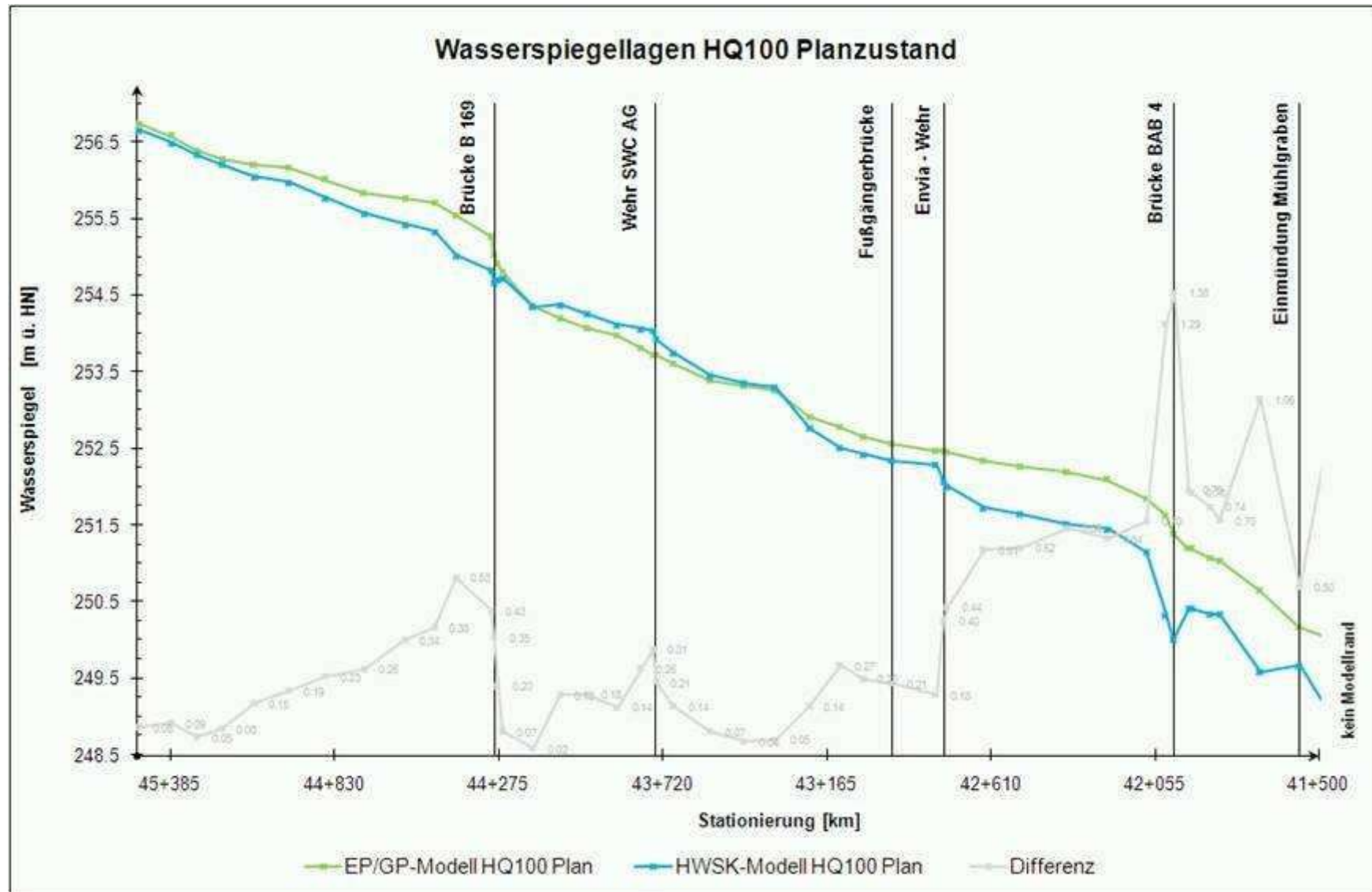


Sensitivitätsanalyse des Planzustandes bei HQ₁₀₀

- Variation der Rauheiten um -10%

- Variation des Abflusses um -10%





Fazit

- Status der Angaben in HWSK beachten,
- Ergebnisse HWSK keine ungeprüften Grundlagedaten für Objektplanungen,
- grundsätzlich Qualifizierung HN-Modelle der HWSK notwendig,
- Anforderungskatalog - eine Grundlage für Qualitätssicherung,
- Qualitätssicherung beginnt mit sachgerechter Beauftragung,
- fachlich fundierte Vorgehensweise bei HN-Modellierungen,
- Gewährleistung belastbarer Planungsgrundlagen,
- Voraussetzung für einen wirksamen Hochwasserschutz



www.talsperren-sachsen.de
presse@ltv.smul.sachsen.de
Tel.: +49 (0)3501 796 0