

# Donauausbau Straubing - Vilshofen

---

EU-Studie

Aktivität 4:

Grundwassermodellierung

RMD Wasserstraßen GmbH

WSD Süd, Würzburg, 25. Juni 2010 (Sitzung der Monitoring-Gruppe)



# Aktivität 4: Inhalt

## **Inhalt der Untersuchung**

### **gemäß Förderbescheid und Strategischem Aktionsplan (SAP):**

„Nach Kalibrierung des großräumigen Grundwassermodells werden Modellberechnungen für den Ist-Zustand, für Variante A und für Variante C/C280 bei Niedrig- und Mittelwasserständen durchgeführt.

In Bereichen, in denen gespanntes Grundwasser vorliegt, wird die Wasserbewegung in den Auelehmschichten auf Basis von bodenkundlichen Feld- und Laboruntersuchungen im Auelehm modelliert, um die Auswirkungen von Grundwasseränderungen auf die prioritären Lebensräume (Weichholzaue) zu ermitteln.“

„Die Modellberechnungen für die beiden Varianten sind zum einen unter den heutigen hydrologischen und hydraulischen Verhältnissen durchzuführen; zum anderen sind auch die Auswirkungen des Klimawandels speziell auf die Niedrigwasserverhältnisse abzubilden.“



# Gliederung

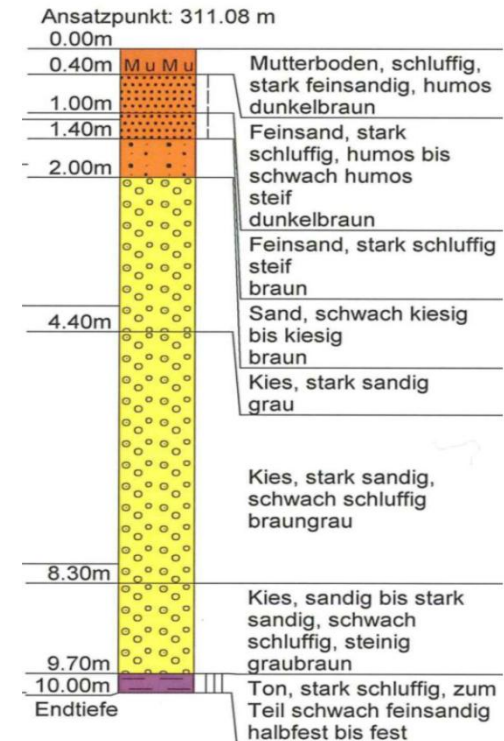
## 1. Untersuchungen im quartären Aquifer

### Modell Straubing-Vilshofen

- Untersuchungsgebiet
- Datengrundlagen
- Modellaufbau
- Modellkalibrierung
- Stand der Untersuchung

### Modell Deggendorf

## 2. Untersuchung der Bodenwasserdynamik in der Auelehmschicht



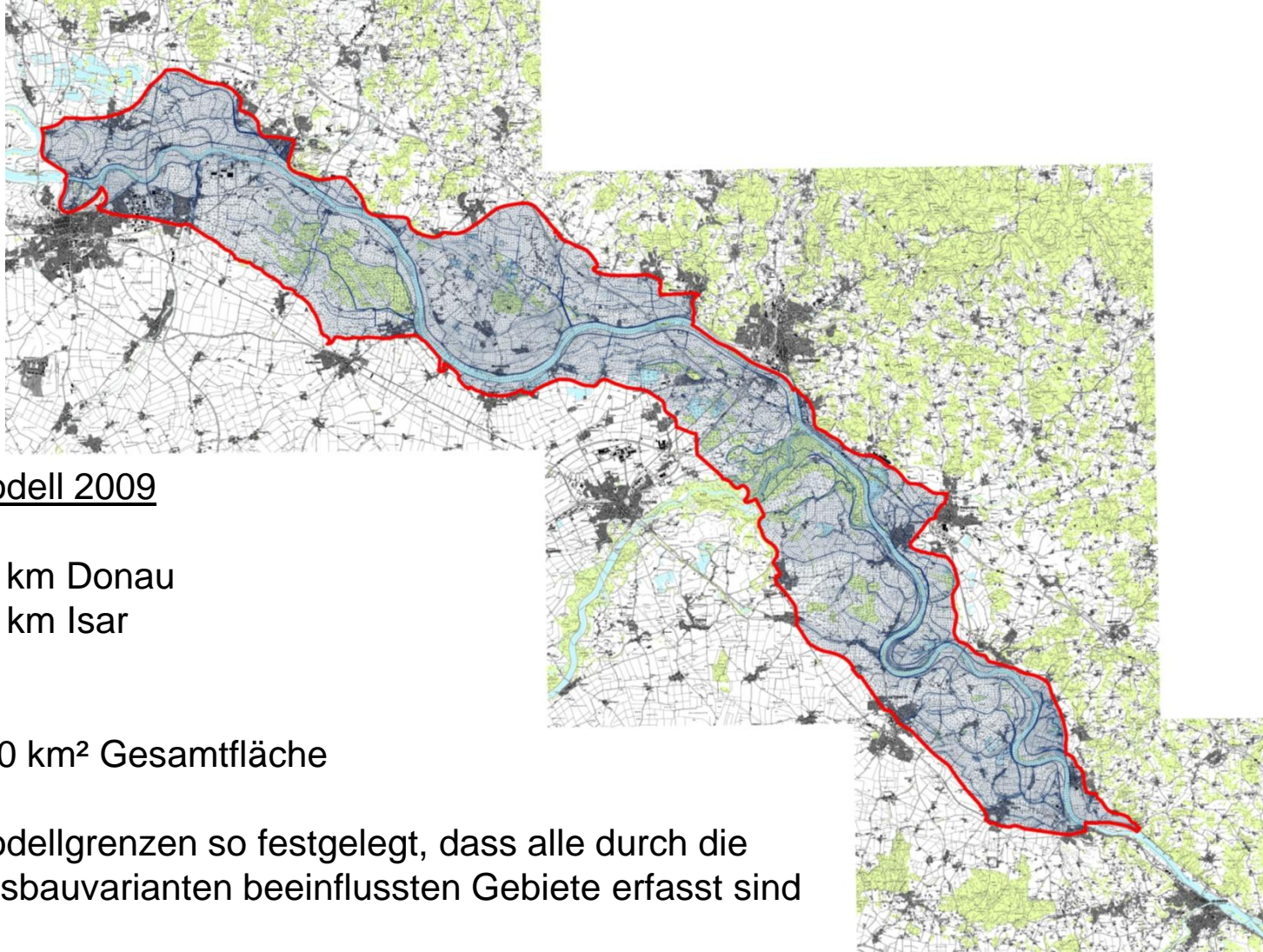
## Ziele

Untersuchung der quartären Grundwasserströmungsverhältnisse im Donautal

- Ermittlung und Darstellung der Grundwasserströmung im Ist-Zustand bei Mittel- und Niedrigwasser
- Prognose der Grundwasserstandsänderungen durch die Donauausbauvarianten A und C /C280
- Optimierung der Be- und Entwässerungsgräben
- Auswirkung der Bauwerke auf die Grundwasserströmung



# Untersuchungsgebiet



## Modell 2009

70 km Donau  
4 km Isar

250 km<sup>2</sup> Gesamtfläche

Modellgrenzen so festgelegt, dass alle durch die  
Ausbauvarianten beeinflussten Gebiete erfasst sind



# Strömungsmodell und Software

## **Preprozessor GIS/ SMS (Surface-Water Modling System )**

## **Berechnungsmodul FEFLOW (Finite Element subsurface FLOW System)**

- 2-D horizontal oder vertikal, stationär/ instationär
- 3-D stationär/ instationär
- Strömungs - und Transportmodell
- Wärmetransportmodell
- gesättigte und ungesättigte Verhältnisse
- Entwickelt von DHI-WASY GmbH

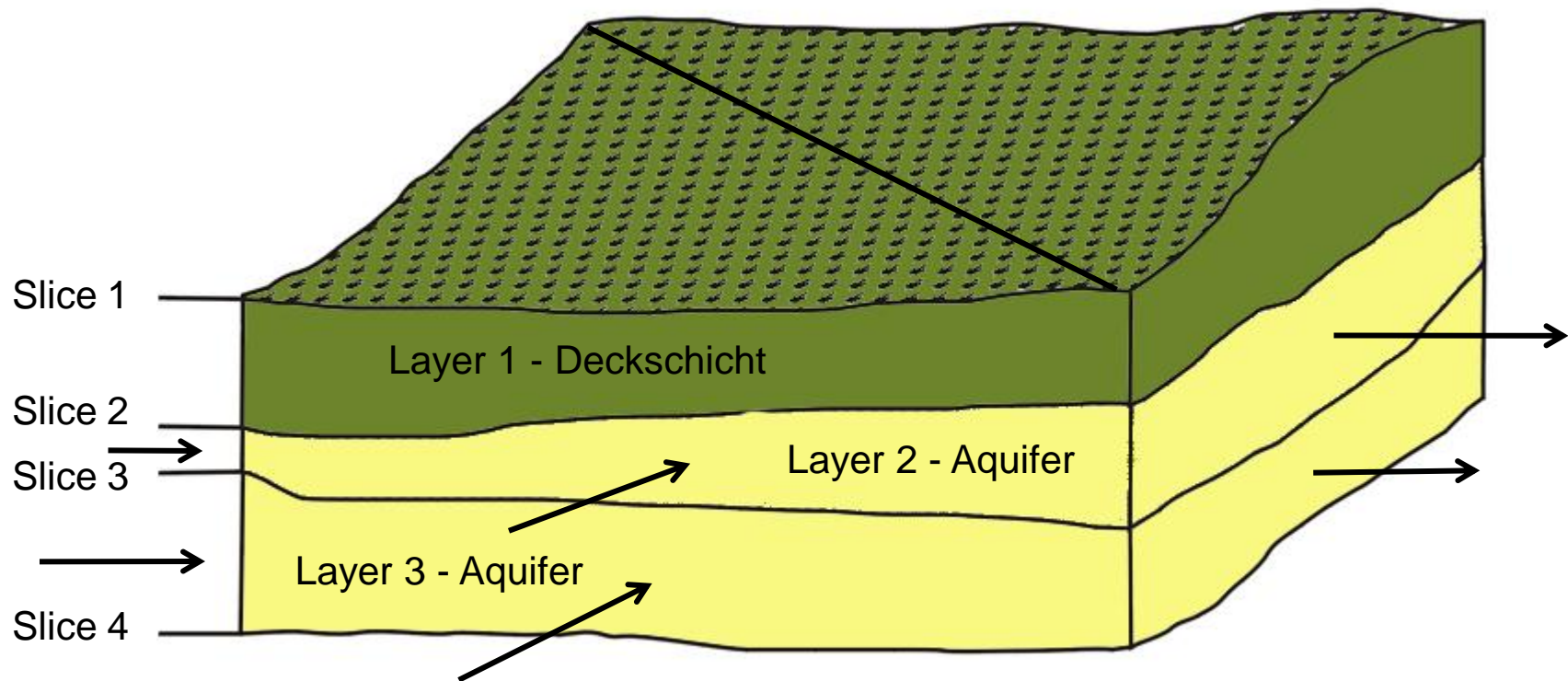
## **Postprozessor GIS**

- Arc Map 9.3



# Strömungsmodell und Software

## Geologische Schichten



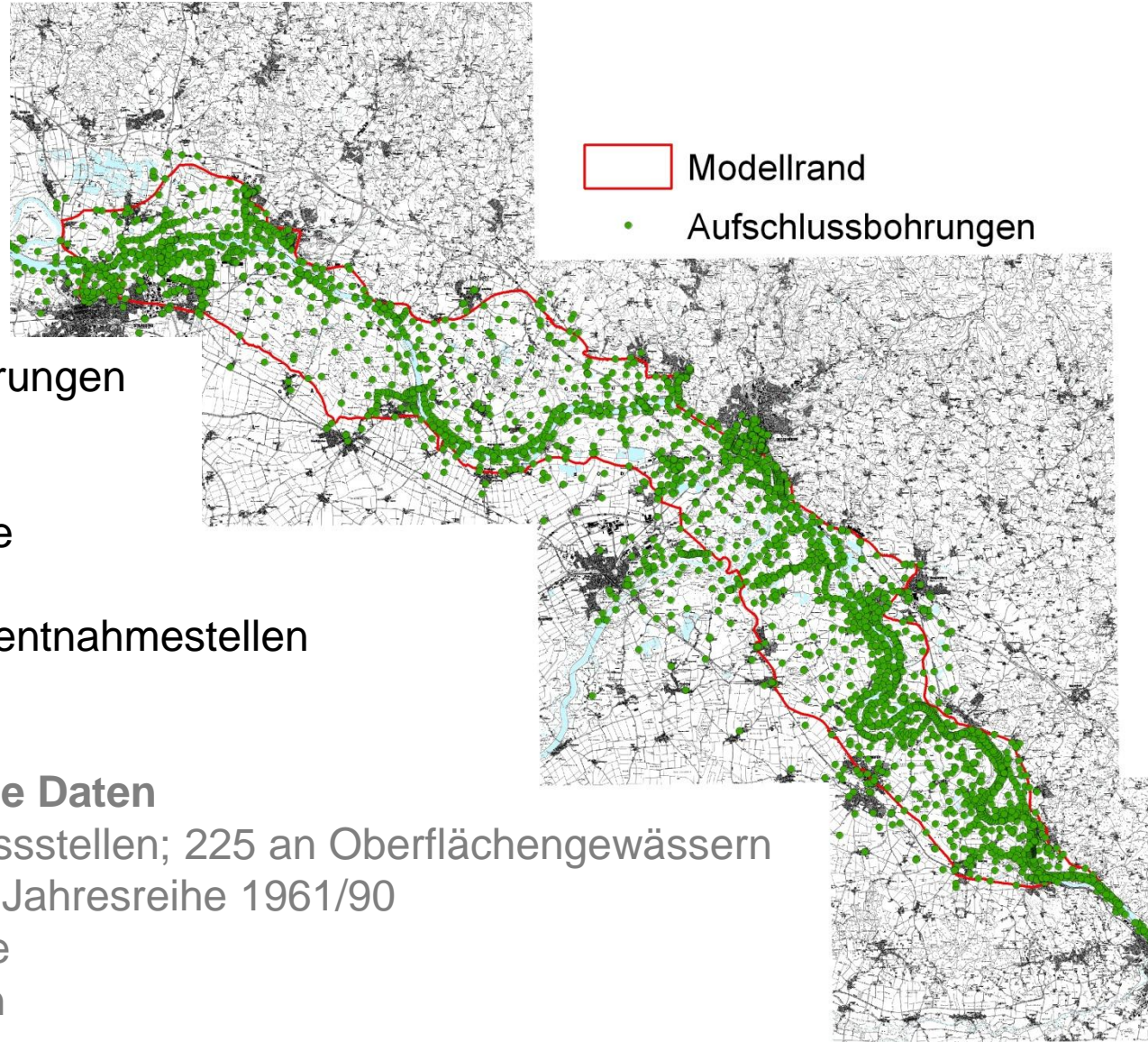
# Datengrundlagen

## Geometrische Daten

- DGM
- ca. 3120 Aufschlussbohrungen
- Sohlpeilung Donau
- Querprofile Isar
- 138 Grabenlängsschnitte
- Dichtwände  
und wiederverfüllte Kiesentnahmestellen

## Hydraulisch/Hydrologische Daten

- ca.830 Grundwassermessstellen; 225 an Oberflächengewässern
- Niederschlagsdaten der Jahresreihe 1961/90
- Durchlässigkeitsbeiwerte
- Grundwasserentnahmen





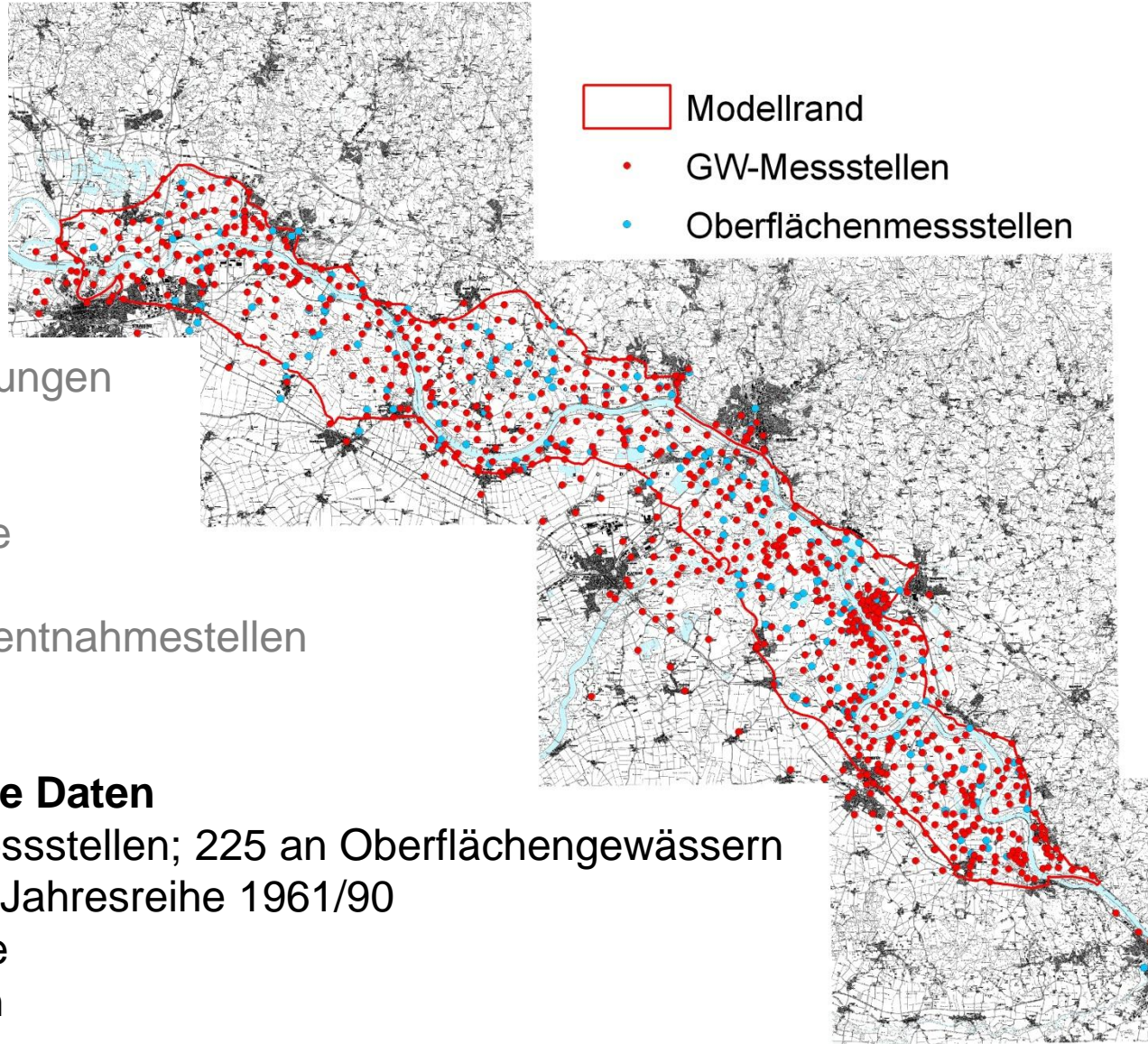
# Datengrundlagen

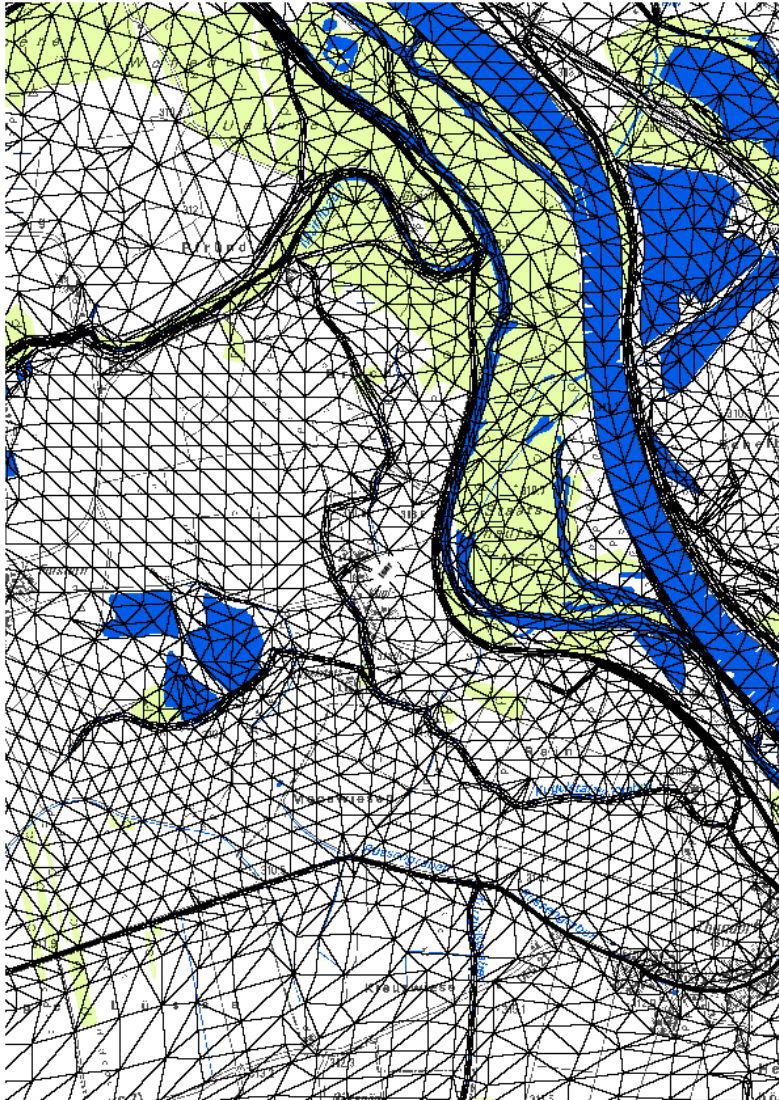
## Geometrische Daten

- DGM
- ca. 3120 Aufschlussbohrungen
- Sohlpeilung Donau
- Querprofile Isar
- 138 Grabenlängsschnitte
- Dichtwände  
und wiederverfüllte Kiesentnahmestellen

## Hydraulisch/Hydrologische Daten

- ca. 830 Grundwassermessstellen; 225 an Oberflächengewässern
- Niederschlagsdaten der Jahresreihe 1961/90
- Durchlässigkeitsbeiwerte
- Grundwasserentnahmen





## Räumliche Diskretisierung des Modellgebietes:

- Topografie (Relief, Gewässernetz)
- Hydrologie (Vorfluter, Landnutzung, Grundwasserneubildung)
- Geologie (Stratigraphie, Tektonik)

3-schichtig, je Schicht  
ca. 106.000 Elemente und  
ca. 54.000 Knoten

mittlerer Knotenabstand 100 m

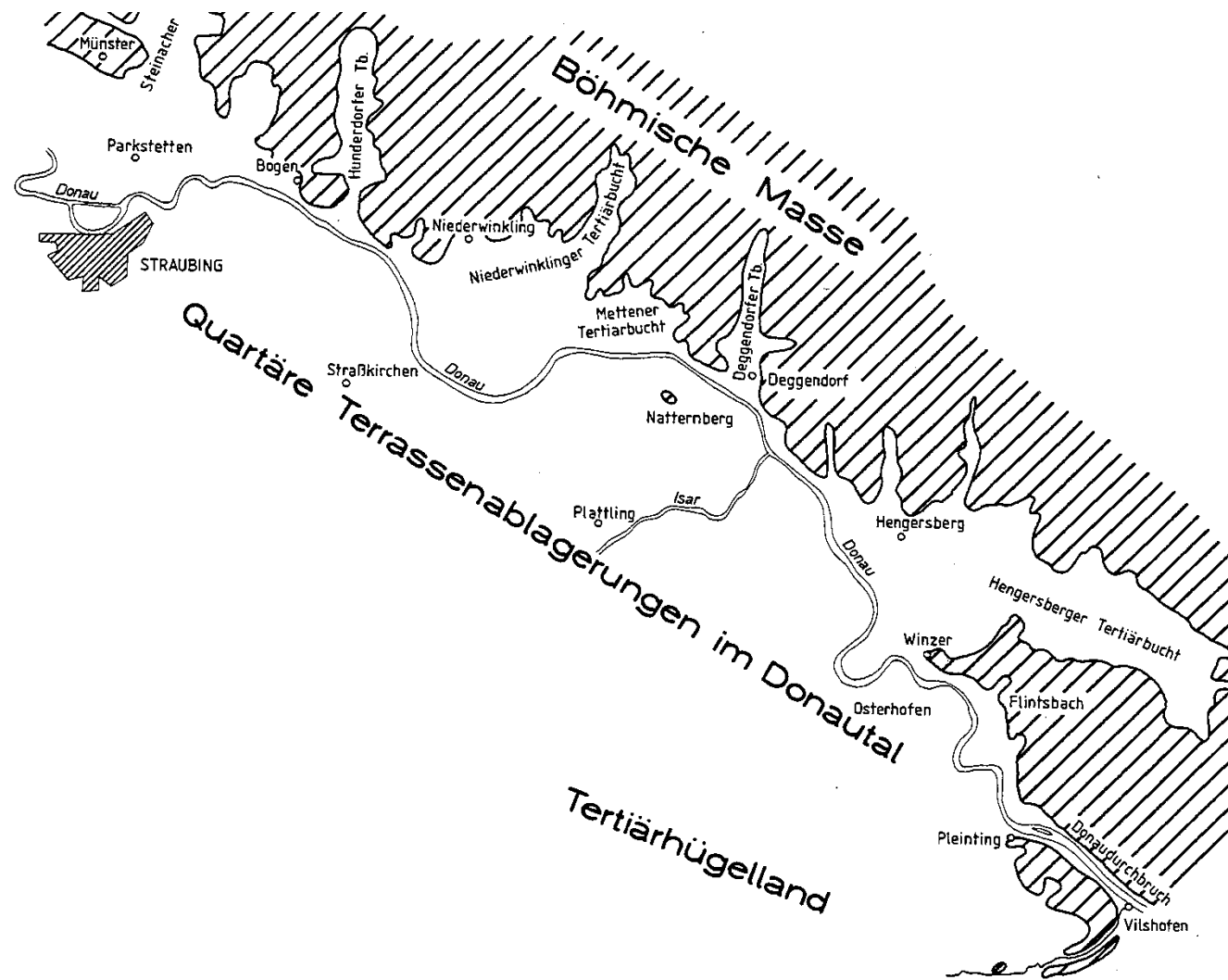
Verfeinerungen an Unstetigkeitsstellen und  
hydraulisch relevanten Bereichen (Bruchkanten,  
Gewässer, Brunnen)



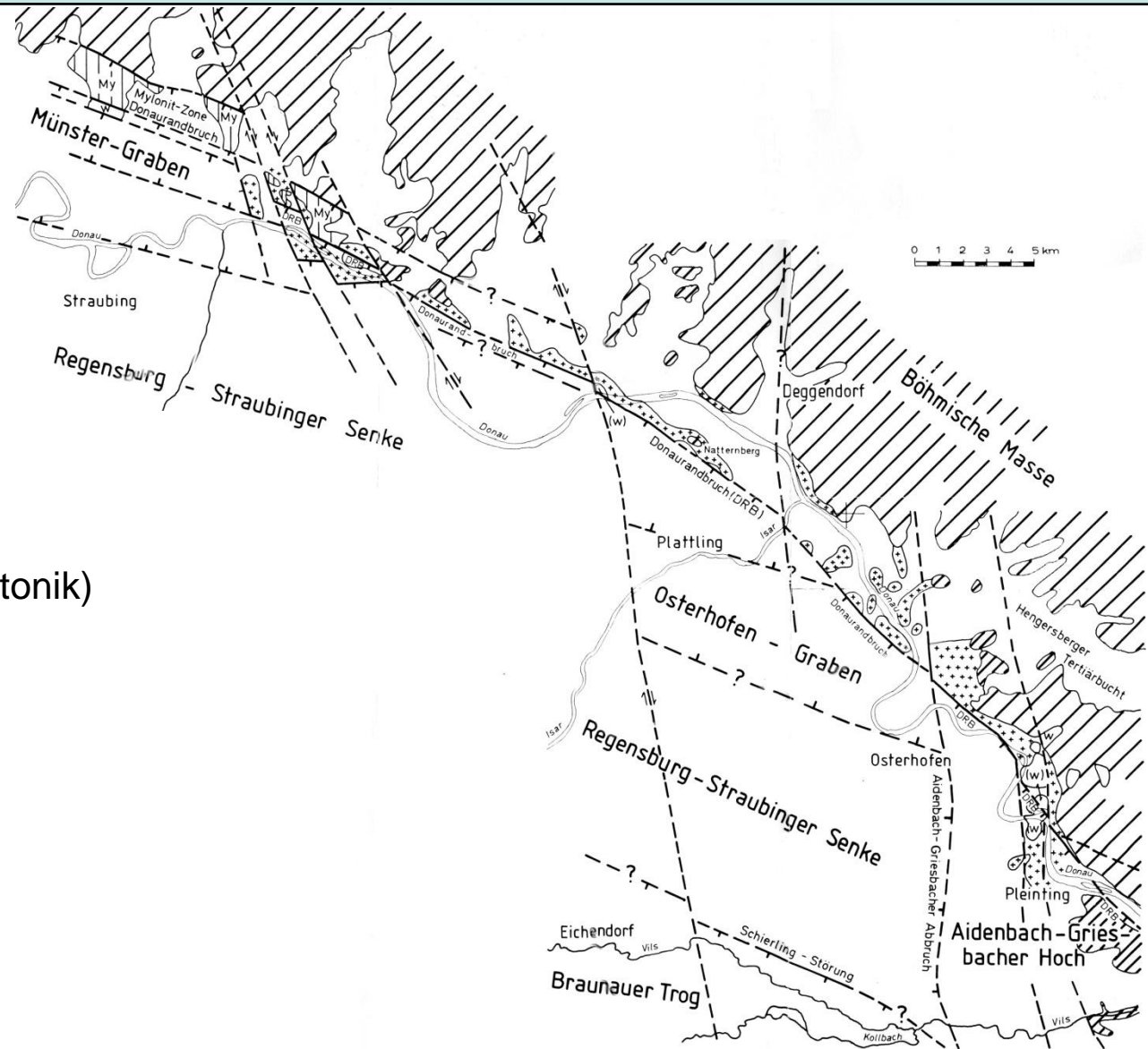
# Geologische Situation

## Geologisches Modell:

- Übersicht



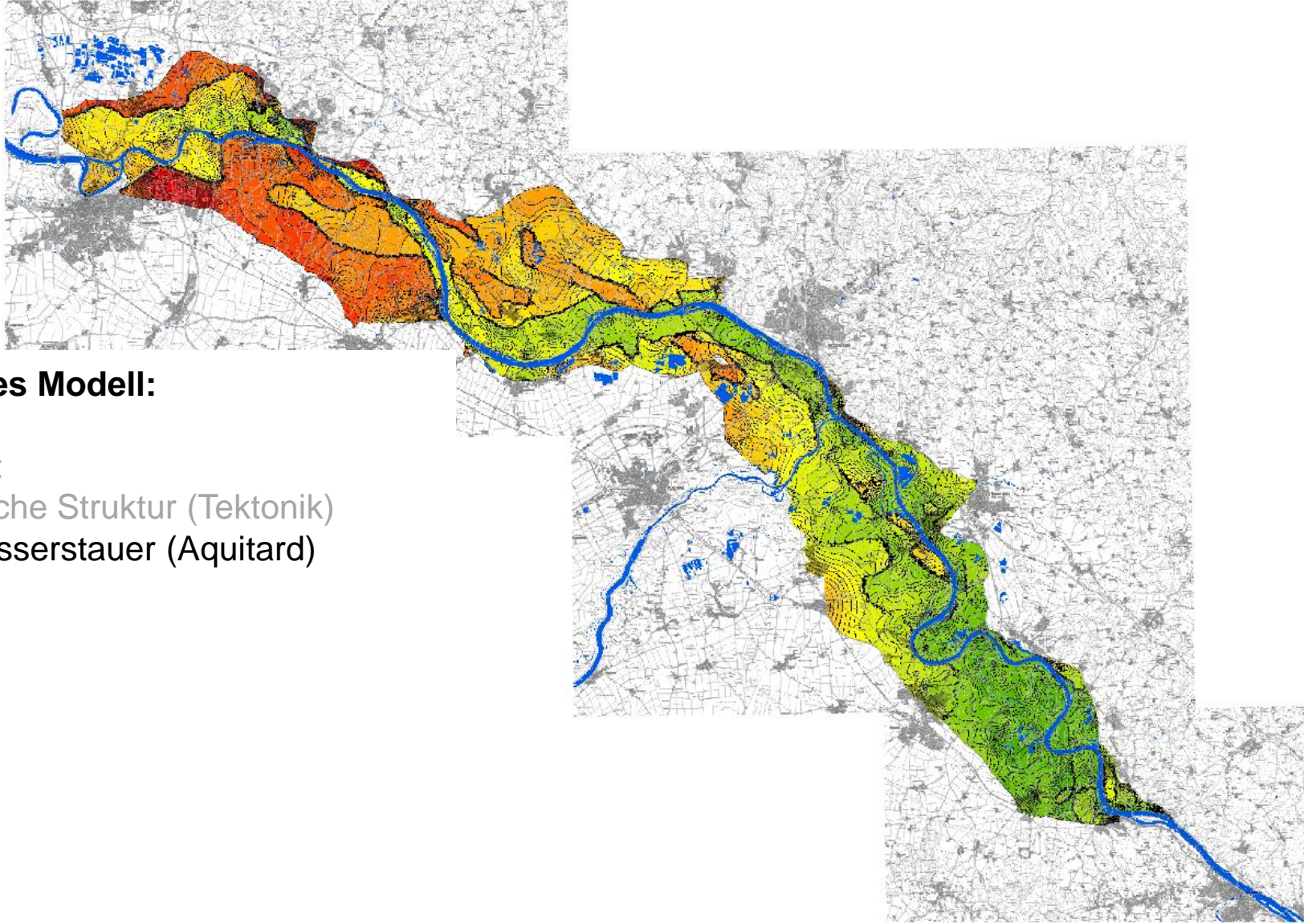
# Geologische Situation



## Geologisches Modell:

- Übersicht
- Geologische Struktur (Tektonik)

# Modellaufbau

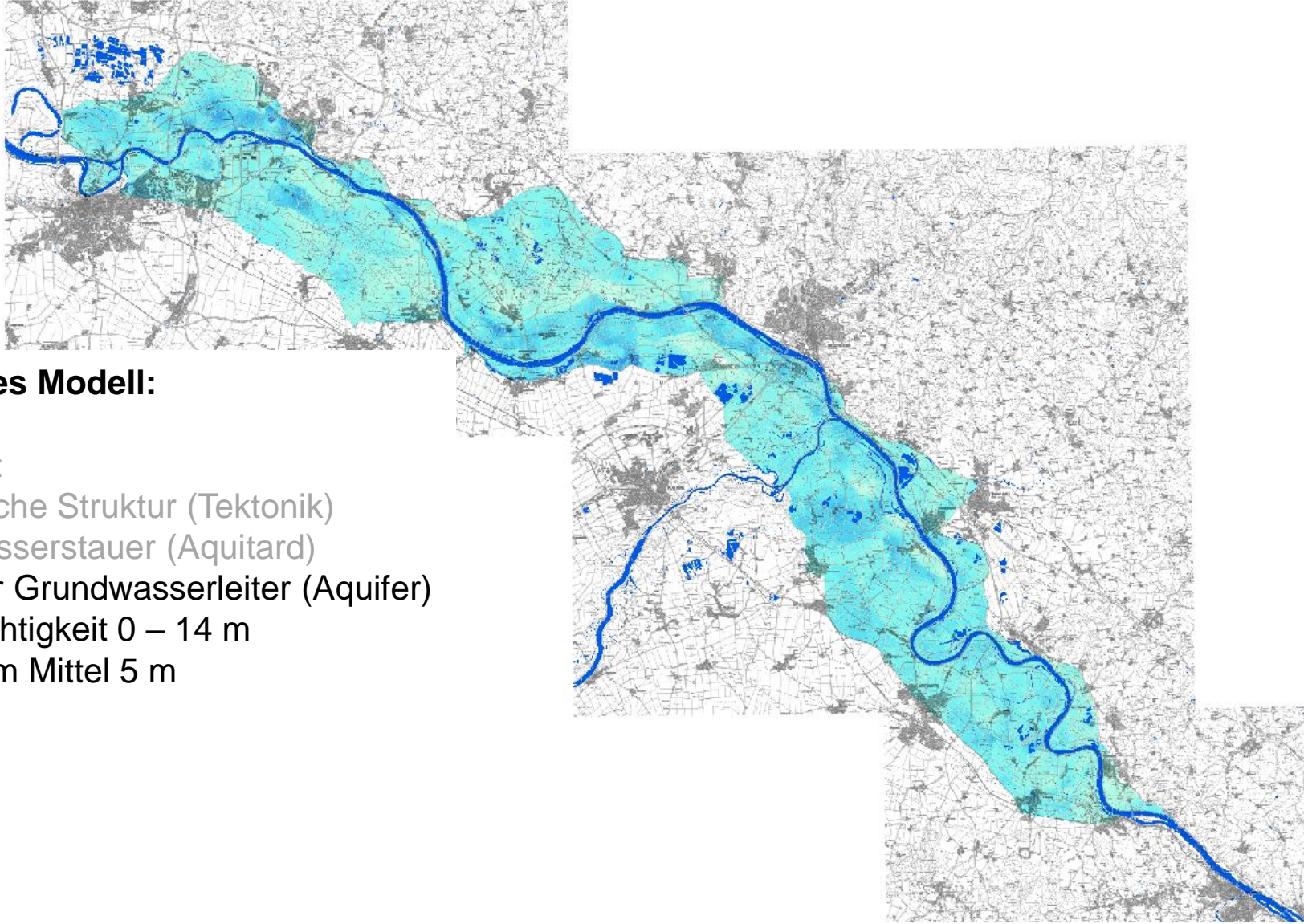


## Geologisches Modell:

- Übersicht
- Geologische Struktur (Tektonik)
- Grundwasserstauer (Aquitard)



# Modellaufbau

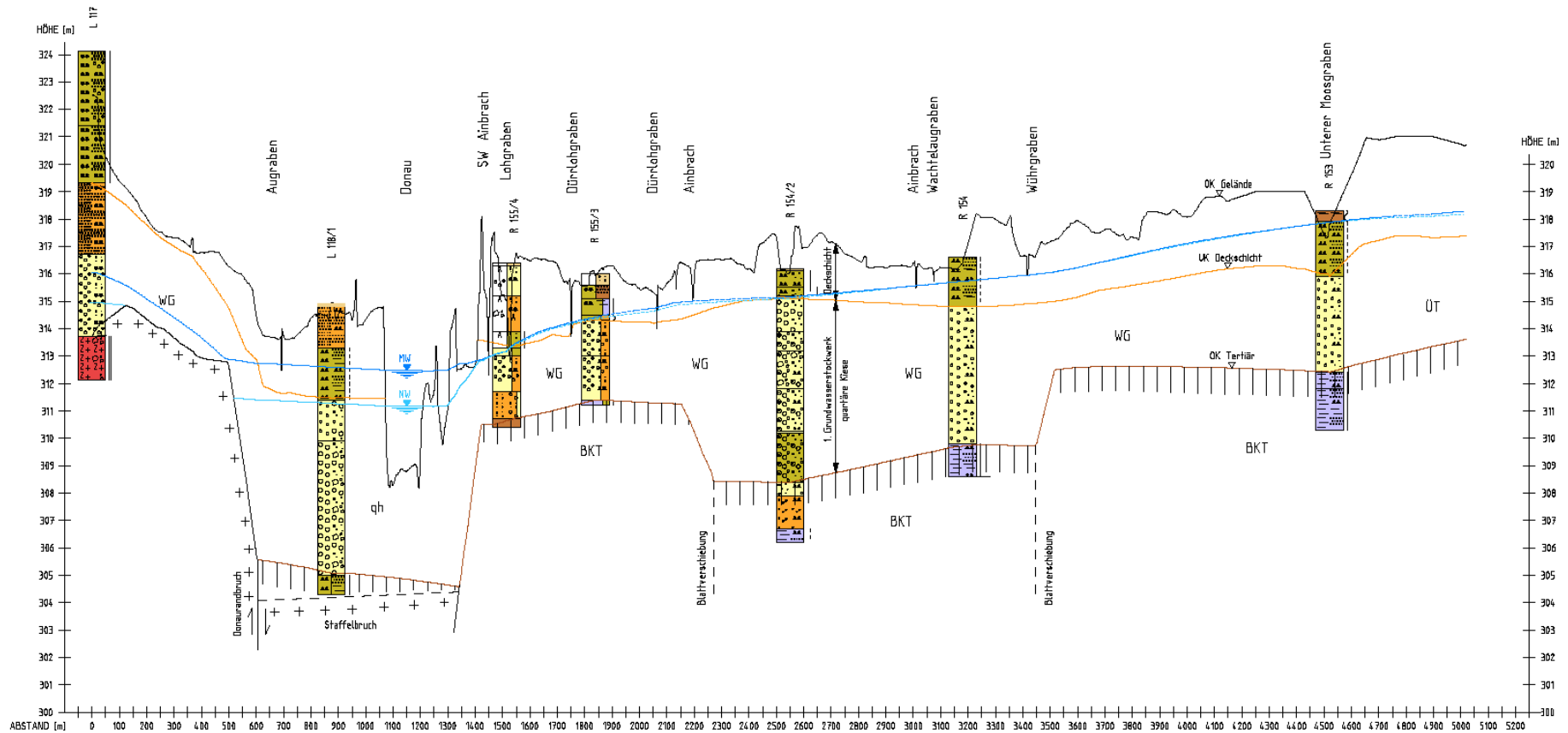


## Geologisches Modell:

- Übersicht
- Geologische Struktur (Tektonik)
- Grundwasserstauer (Aquitard)
- Quartärer Grundwasserleiter (Aquifer)  
Mächtigkeit 0 – 14 m  
im Mittel 5 m



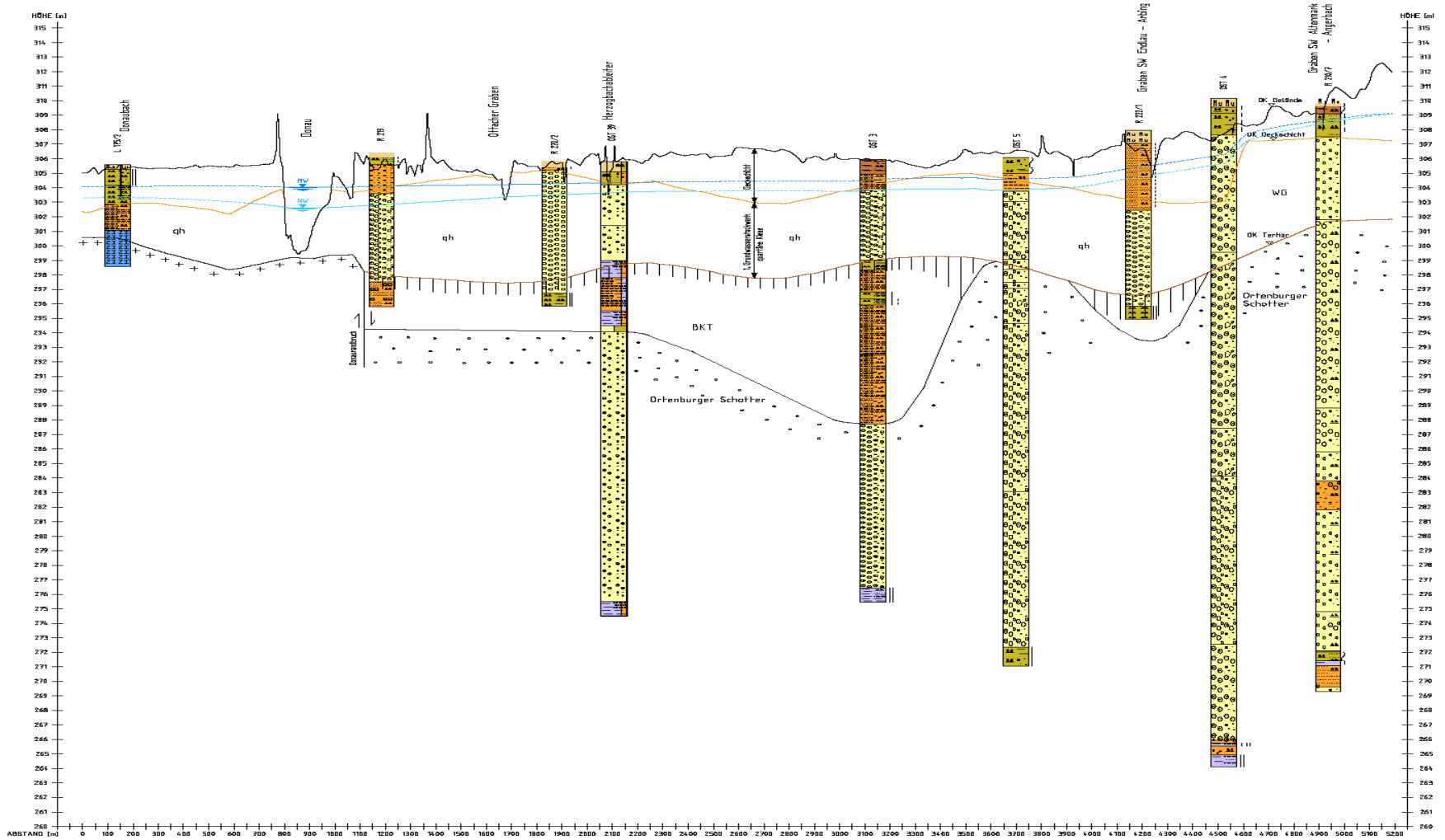
# Modellaufbau



Geologischer Schnitt Donau-km 2308,0



# Modellaufbau



Geologischer Schnitt Donau-km 2261,9



# Modellkalibrierung

## Die Modellkalibrierung erfolgte anhand von zwei charakteristischen Stichtagsmessungen

### Bedingungen der gewählten Stichtage

- Möglichst stationäre Verhältnisse
- langanhaltende konstante Verhältnisse
- Stichtage sollen zeitlich aktuell sein
- Es können nur Montagmessungen verwendet werden

### gewählte Stichtage

- für Mittelwasserverhältnisse der 19.06.2006

Do.- Pegel Pfelling 312,32 m+NN / 483 m<sup>3</sup>/s

Do.-Pegel Hofkirchen 302,78 m+NN / 670 m<sup>3</sup>/s

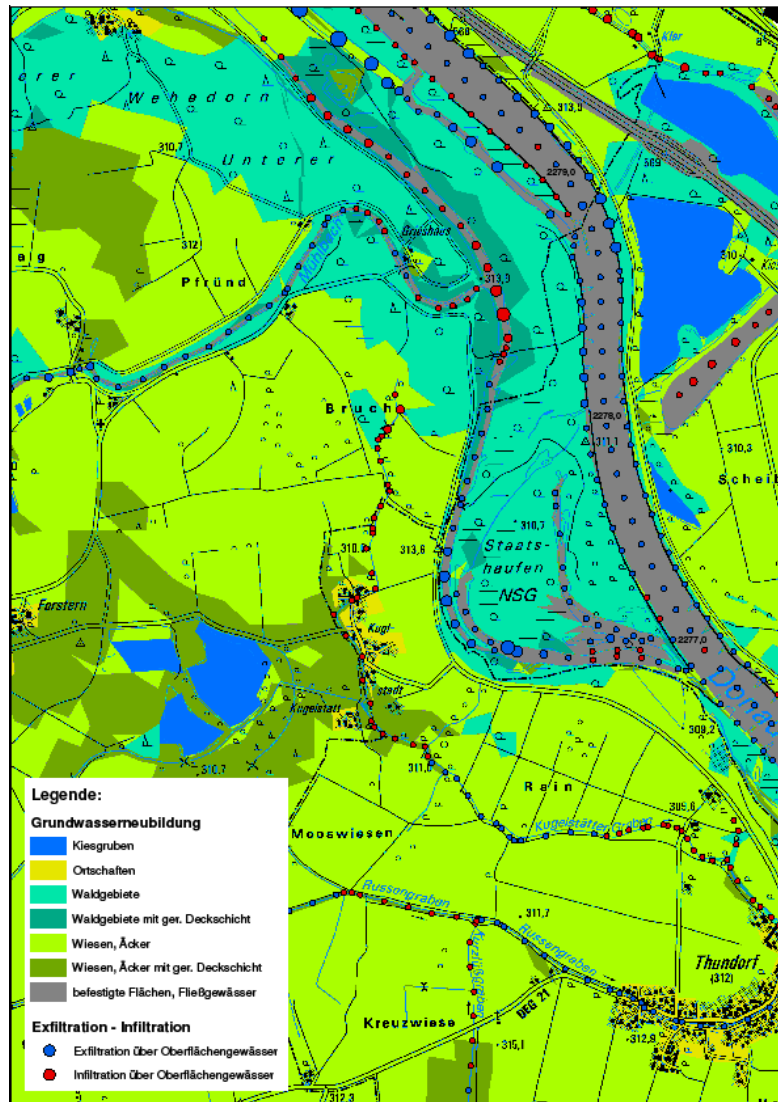
- für mittlere Niedrigwasserverhältnisse der 06.02.2006

Do.- Pegel Pfelling 310,99 m+NN / 201 m<sup>3</sup>/s

Do.-Pegel Hofkirchen 301,50 m+NN / 293 m<sup>3</sup>/s



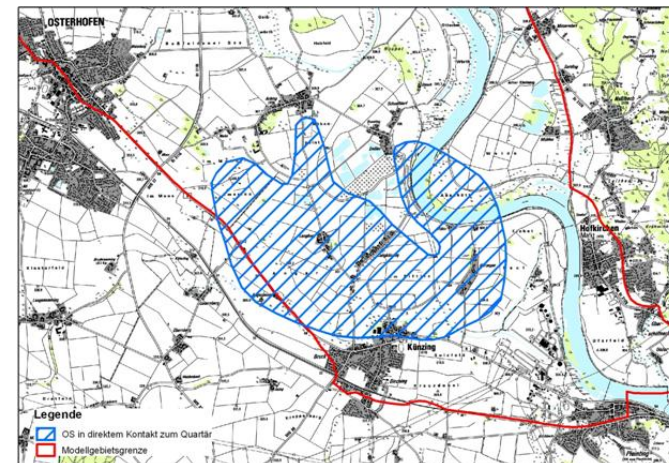
# Modellkalibrierung



## Hydrogeologisches Modell:

### Randbedingungen

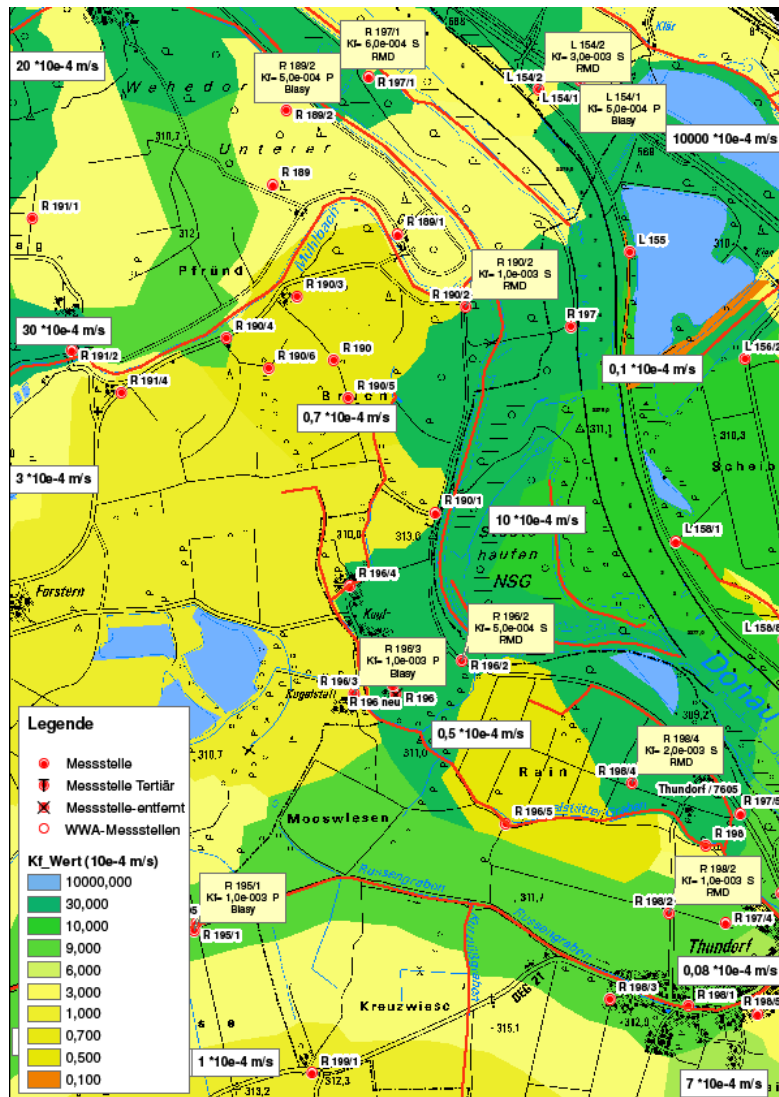
- Grundwasserneubildung
- Zu- und Abflüsse am Modellrand
- Zuflüsse aus dem Tertiär



- Grundwasserentnahmen
- Wechselwirkung mit Oberflächengewässern  
Donau  
Isar  
Entwässerungssysteme



# Modellkalibrierung



## Hydrogeologisches Modell:

### Randbedingungen

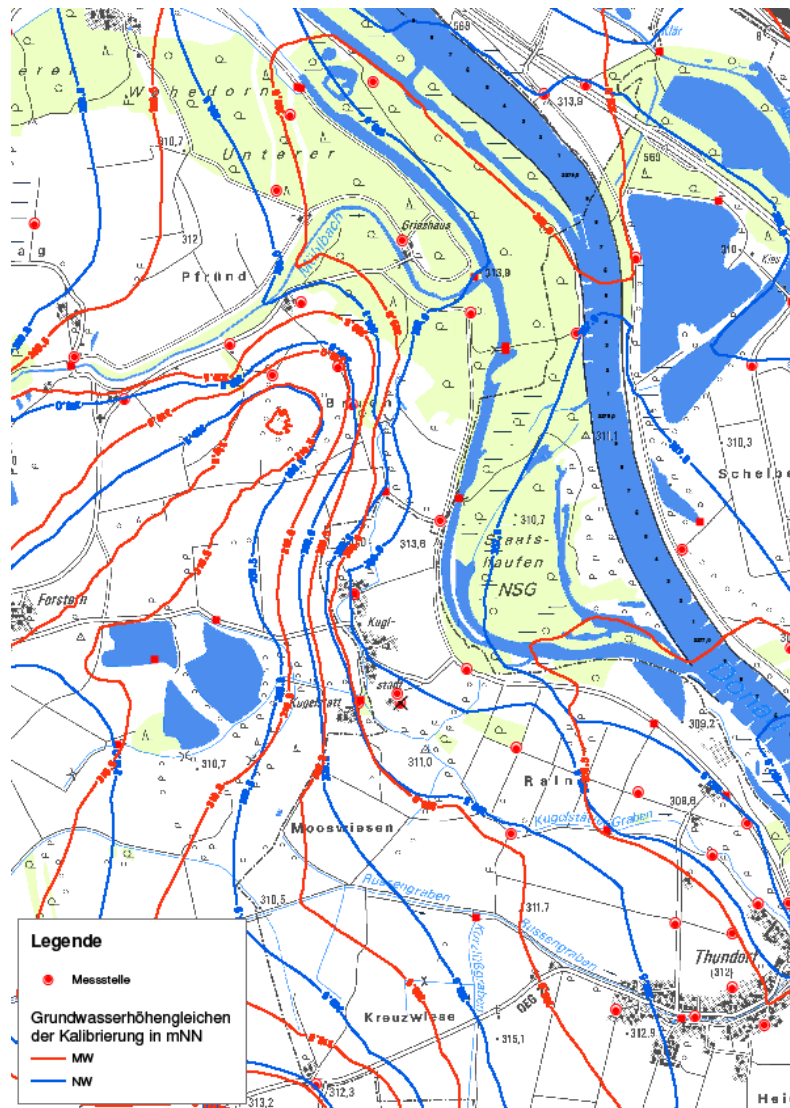
- Grundwasserneubildung
- Zu- und Abflüsse am Modellrand
- Zuflüsse aus dem Tertiär
- Grundwasserentnahmen
- Wechselwirkung mit Oberflächengewässern  
Donau  
Isar  
Entwässerungssysteme

### Kalibrierung

- Durchlässigkeitsbeiwerte
- Leakagefaktoren



# Modellkalibrierung



## Hydrogeologisches Modell:

### Randbedingungen

- Grundwasserneubildung
- Zu- und Abflüsse am Modellrand
- Zuflüsse aus dem Tertiär
- Grundwasserentnahmen
- Wechselwirkung mit Oberflächengewässern
  - Donau
  - Isar
  - Entwässerungssysteme

### Kalibrierung

- Durchlässigkeitsbeiwerte
- Leakagefaktor

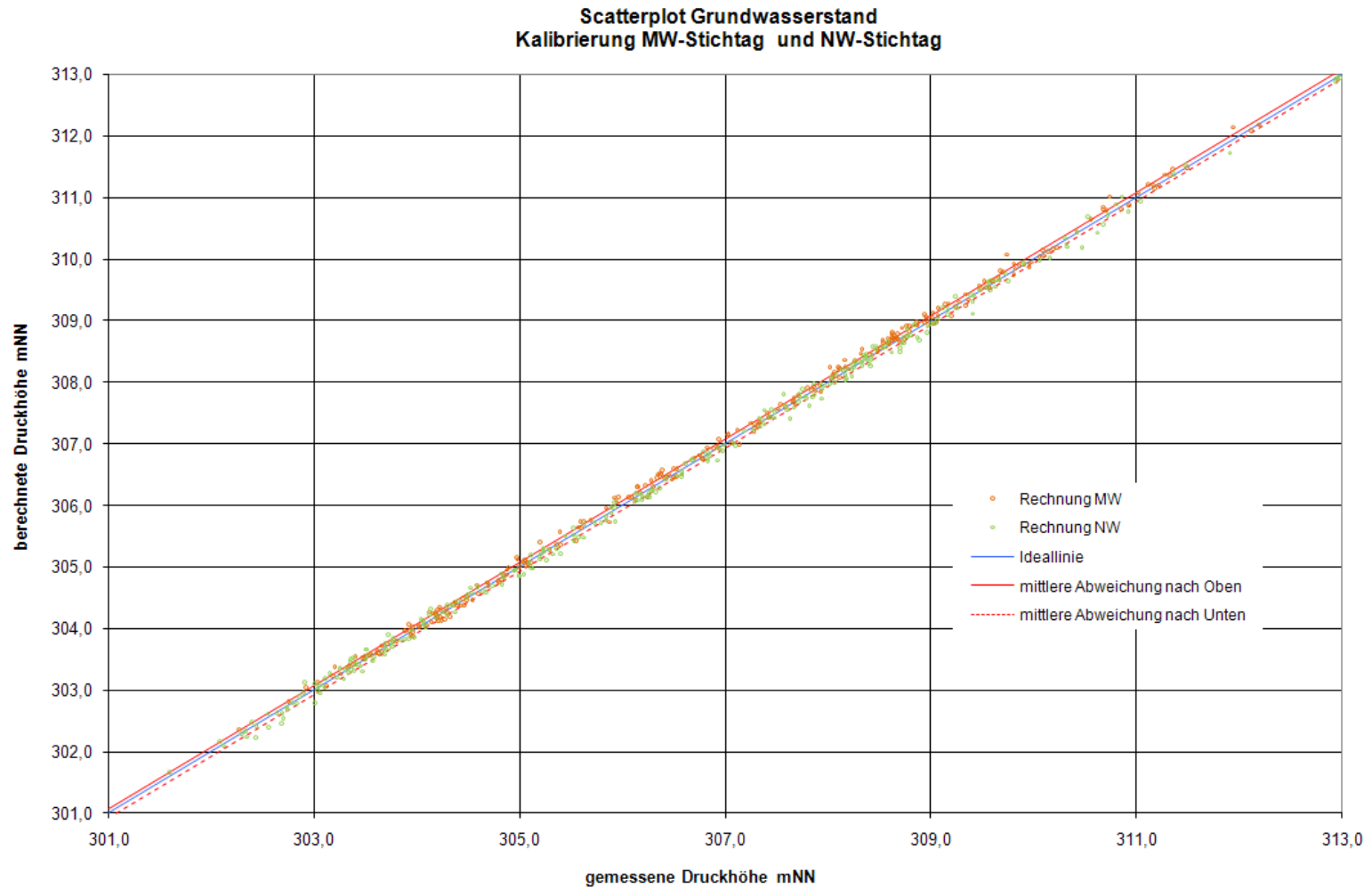
### Ergebnisse für MW und NW

- Grundwassergleichen (Strömungsrichtung und –Gefälle, Fließgeschwindigkeiten)
- Flurabstand
- GW-Schwankungsbereich



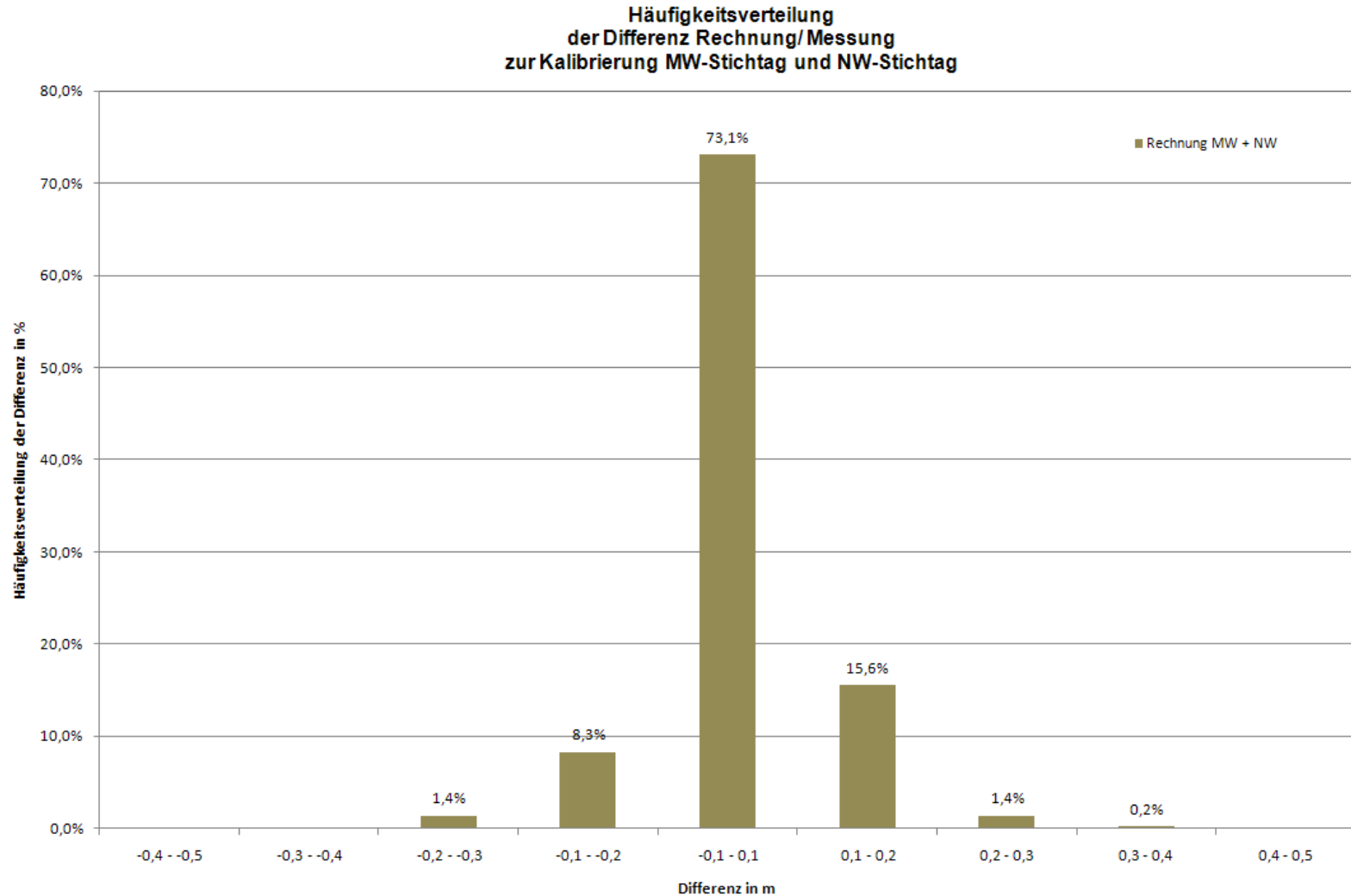
# Modellkalibrierung

## Überprüfung der Modellergebnisse



# Modellkalibrierung

## Überprüfung der Modellergebnisse





## Besonderheiten der Kalibrierung

- Genauigkeit der Messwerte  
Ausfälle Datensammler (ca. 10 -20 %),  
Messlücken, Drift, Beschädigungen
  - Wechselnde Einflüsse  
Grabensysteme verkrautet/ geputzt  
Einfluss von neuen Bauwerken,  
künstlichen und natürlichen (Biber)
  - Unterschiedliche Kombinationen von  
Bodendurchlässigkeit, Grabenanbindung  
und Grundwasserneubildung können die  
selben Wasserstände liefern
  - Schöpfwerksbetrieb
- Validierung



# Modellvalidierung

**Die Modellvalidierung erfolgte analog zur Kalibrierung anhand von zwei Stichtagsmessungen und zusätzlich über statistische Mittelwerte.**

## **Bedingungen der gewählten Stichtage**

- Möglichst stationäre Verhältnisse
- langanhaltende konstante Verhältnisse
- Stichtage sollen zeitlich aktuell sein
- Es können nur Montagsmessungen verwendet werden

## **gewählte Stichtage**

- für Mittelwasserverhältnisse der 02.06.2008
  
- für mittlere Niedrigwasserverhältnisse der 25.12.2006

## **Statistische Mittelwerte der Jahresreihen 1999/2008**

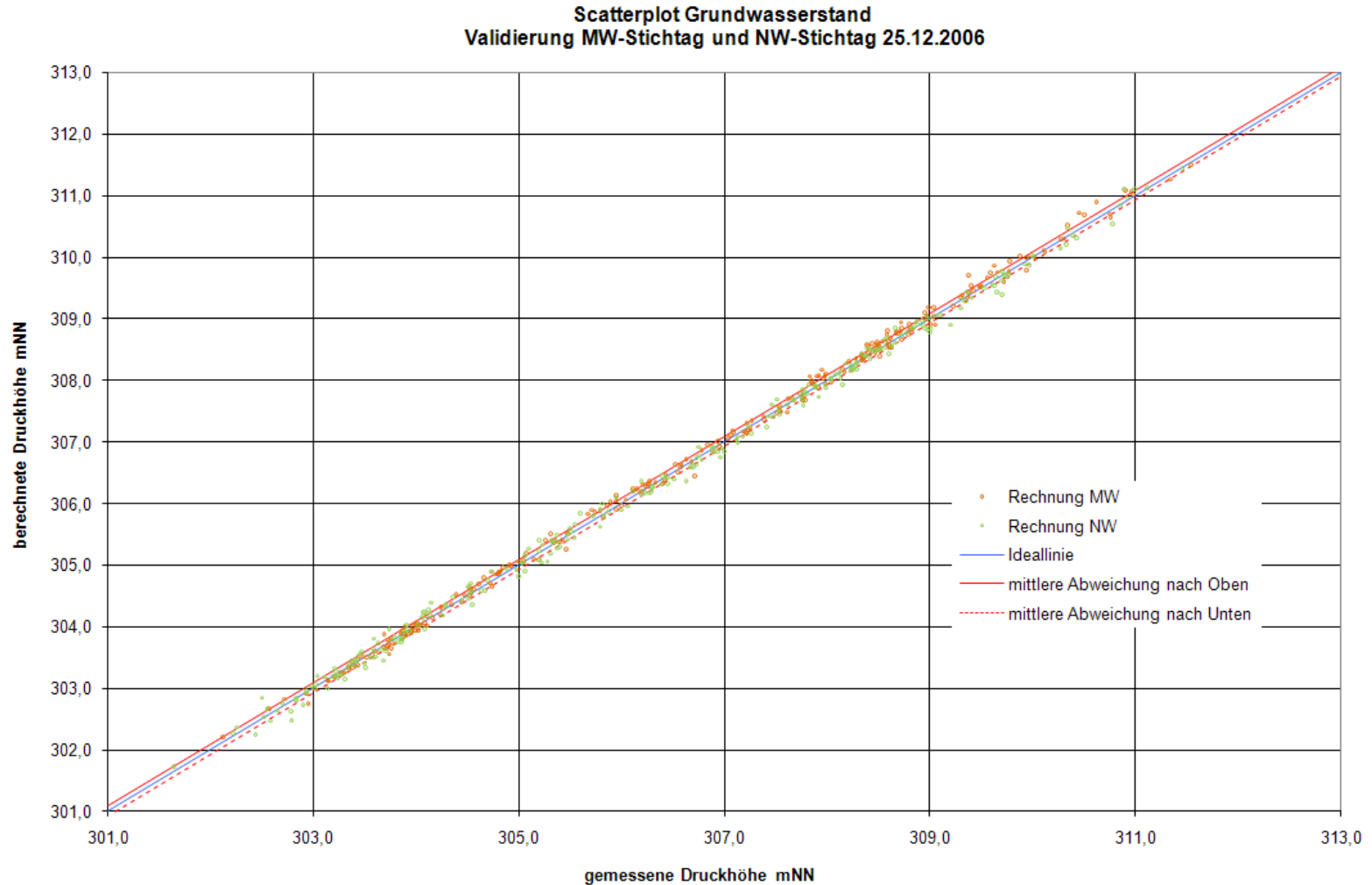
- für Mittelwasserverhältnisse  $MW_{99/08}$
  
- für Niedrigwasserverhältnisse  $NW_{99/08}$  (Mittelwert der Niedrigwasserextrema)





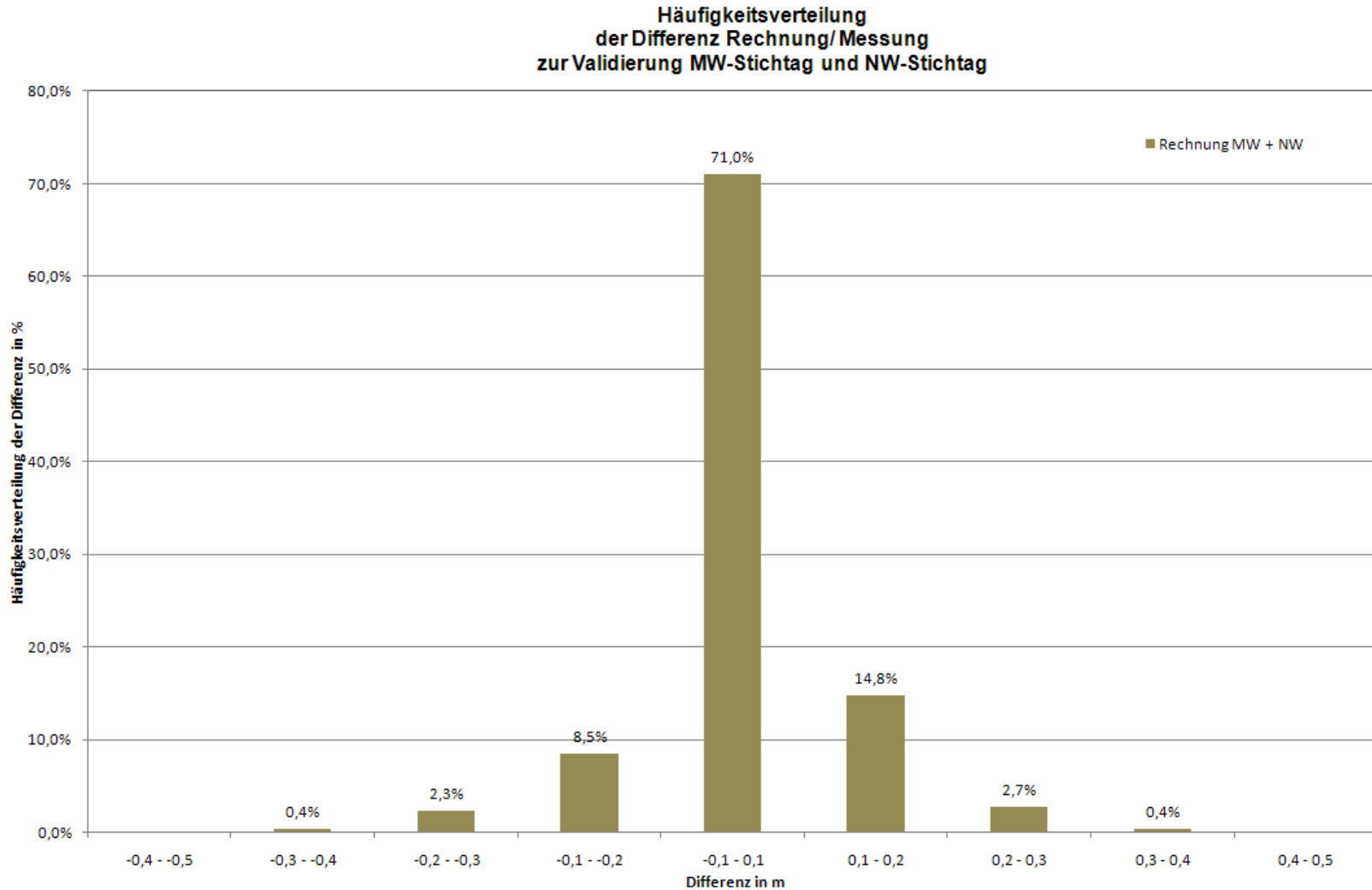
# Modellvalidierung

## Überprüfung der Modellergebnisse



# Modellvalidierung

## Überprüfung der Modellergebnisse



# Sensitivitätsanalyse

## **Auswertung der Modellanpassung jeweils getrennt nach den Modellbereichen der Talaue und den Gebieten der Hoch- und Niederterrassen im Modellgebiet Ost**

### **Variation der Grundwasserneubildung um $\pm 20\%$**

- generell geringer Einfluss auf die Grundwasserstände in der Talaue
- Einfluss in der Talaue nur in den Bereichen mit sandig, schluffigen Auffüllungen (mächtigen Auesedimenten)
- größerer Einfluss auf die dichteren wärm- und rißzeitlichen Schotter der Nieder- und Hochterrassen

### **Variation der Randzuflüsse um $\pm 20\%$**

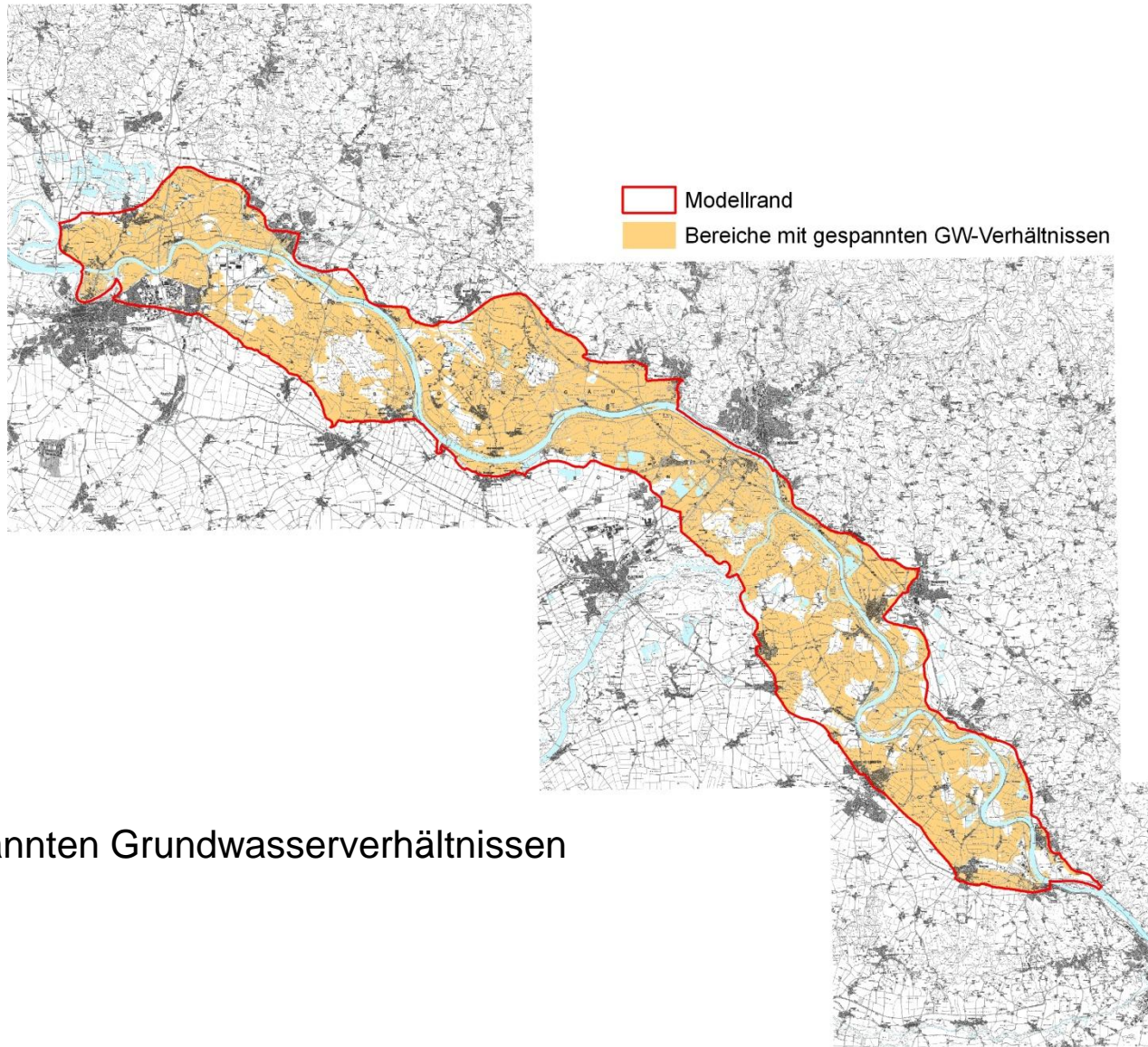
- nur Auswirkungen auf die Grundwasserdruckhöhen der Nieder- und Hochterrassen

### **Variation der Donauwasserstände um $\pm 0,25\text{m}$**

- nur Auswirkungen auf die Grundwasserstände in der Talaue



# Besonderheiten

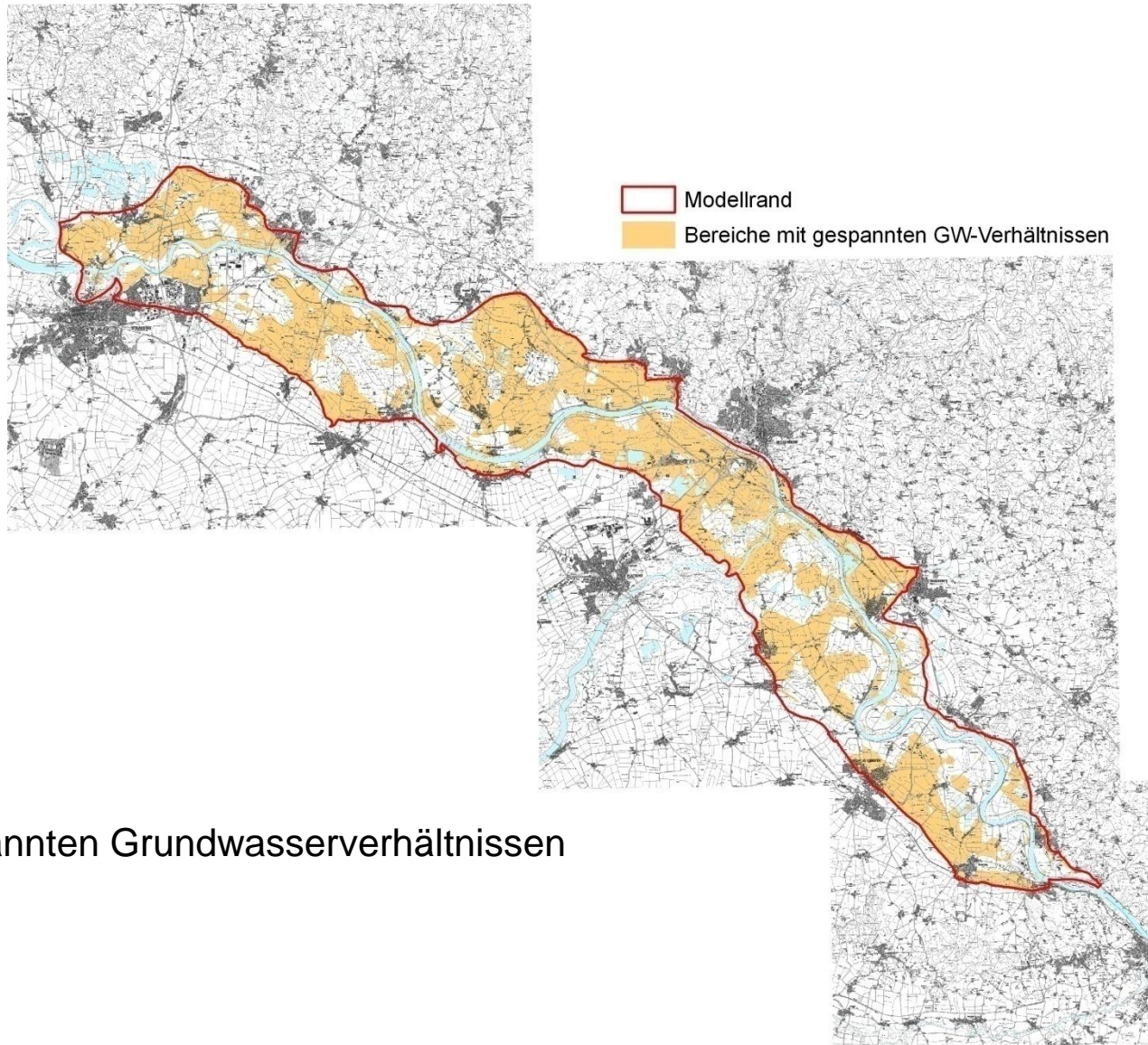


Flächen mit gespannten Grundwasserverhältnissen

- bei MW



# Besonderheiten



Flächen mit gespannten Grundwasserverhältnissen

- bei MNW



# Besonderheiten

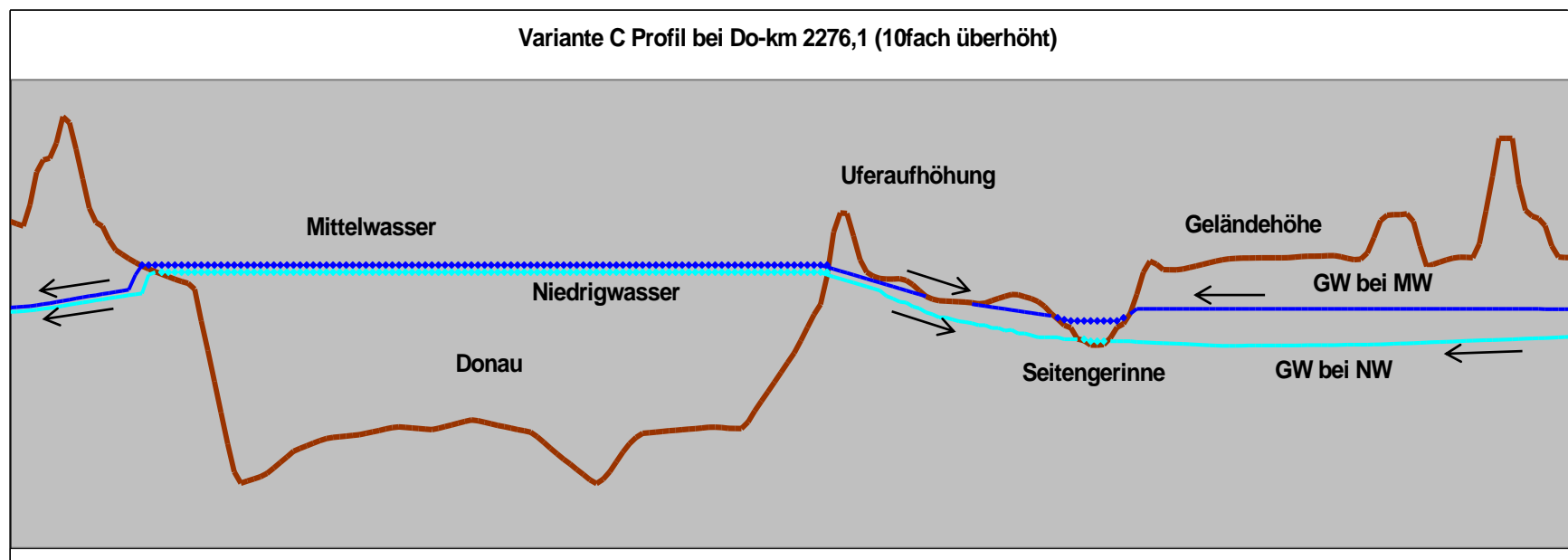
- Entwässerungssysteme  
ca. 600 km Gräben und Drainagen  
Zustand der Gräben  
40 Schöpfwerke, Schöpfwerksbetrieb bereichsweise bereits zwischen MW und NW  
(SW Saubach, SW Deggendorf)
- Auffüllungen
- verfüllte Kiesgruben
- Dichtwände



# Prognoseberechnungen, exemplarisch

Isarmündung – Staatshaufen

- Grundwassersimulation



Ist-Zustand

Variante C/C280  
ohne Entwässerungssystem

Variante C/C280  
mit Entwässerungssystem



# Stand der Untersuchungen

## **Geologisches Modell**

Modell ist aufgebaut, Ergebnisse mit der Wasserwirtschaftsverwaltung abgestimmt

## **Kalibrierung und Validierung (Ist-Zustand)**

Strömungsmodell ist aufgebaut, kalibriert und validiert.

Der Kalibrierungsbericht wurde der Wasserwirtschaftsverwaltung zur Prüfung vorgelegt.

## **Ausblick**

Modellrechnungen für Ist-Zustand, Variante A, Variante C/C280





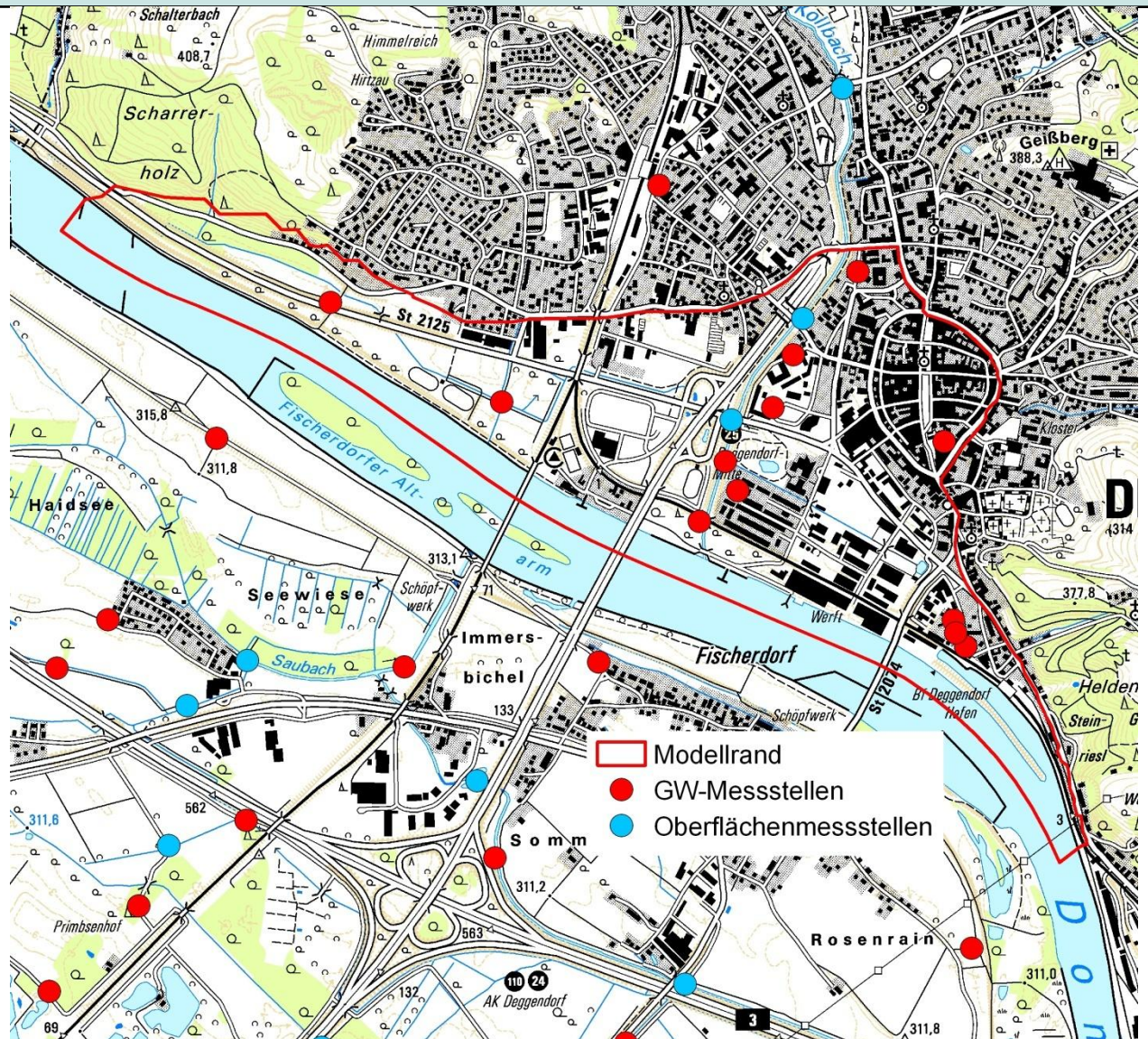
# Modell Deggendorf

Modellgrenze



# Modell Deggendorf

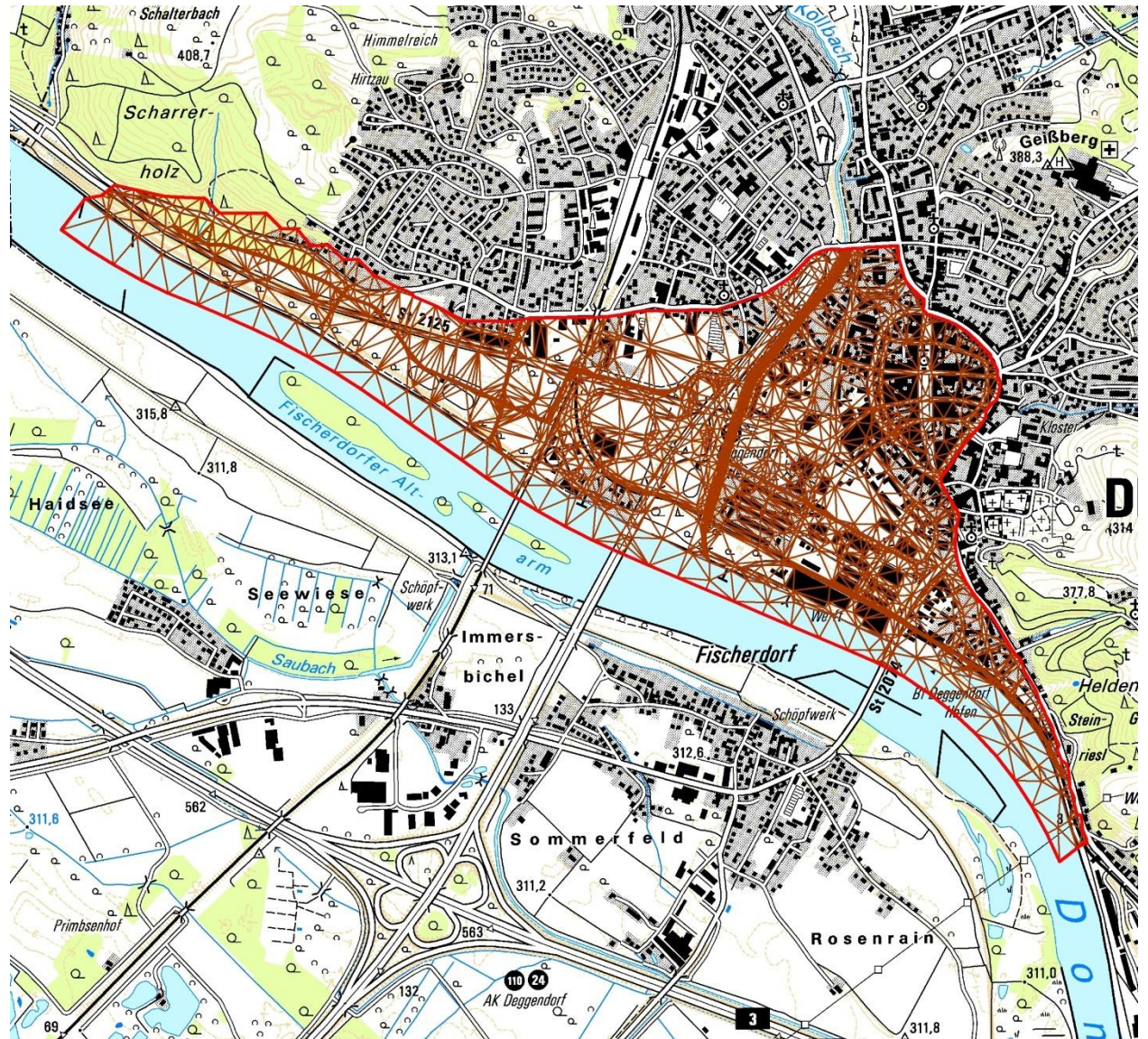
## Modellgrenze



# Modell Deggendorf

Modellgrenze

Finite Elemente Netz



# Stellungnahme des LfW zum ROV

Untersuchungen auch im Stadtgebiet Deggendorf

Planliche Darstellung der Entwässerungssysteme

Ergebnisse als Differenzen darstellen

Instationäre Untersuchungen im Abschnitt Isarmündung - Aicha

Auswirkungen auf öffentliche Wasserversorgungsanlagen



# Stellungnahme vom BfN zum ROV

Strömung in der Auelehmschicht

Auswirkungen des Klimawandels

Variante C/C280; auch Endzustand untersuchen  
Auswirkungen der geplanten Baggerungen

Instationäre Untersuchungen  
Untersuchungen von NNW bis HW100

