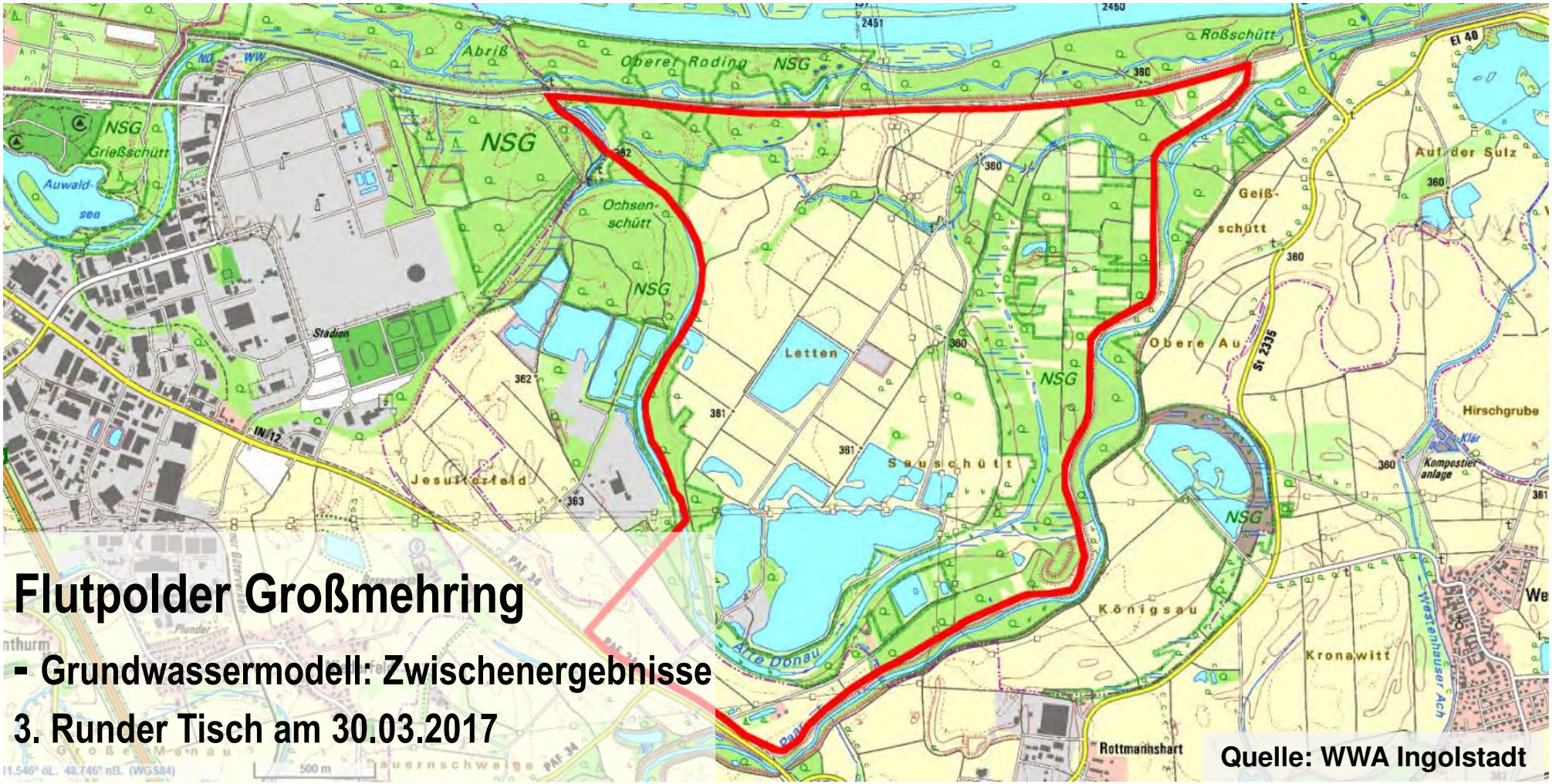


Flutpolder Großmehring

- Grundwassermodell: Zwischenergebnisse

3. Runder Tisch am 30.03.2017

Quelle: WWA Ingolstadt

BCE
BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt

Management System ISO 9001:2008
TÜVRheinland ZERTIFIZIERT

EMAS

Übersicht

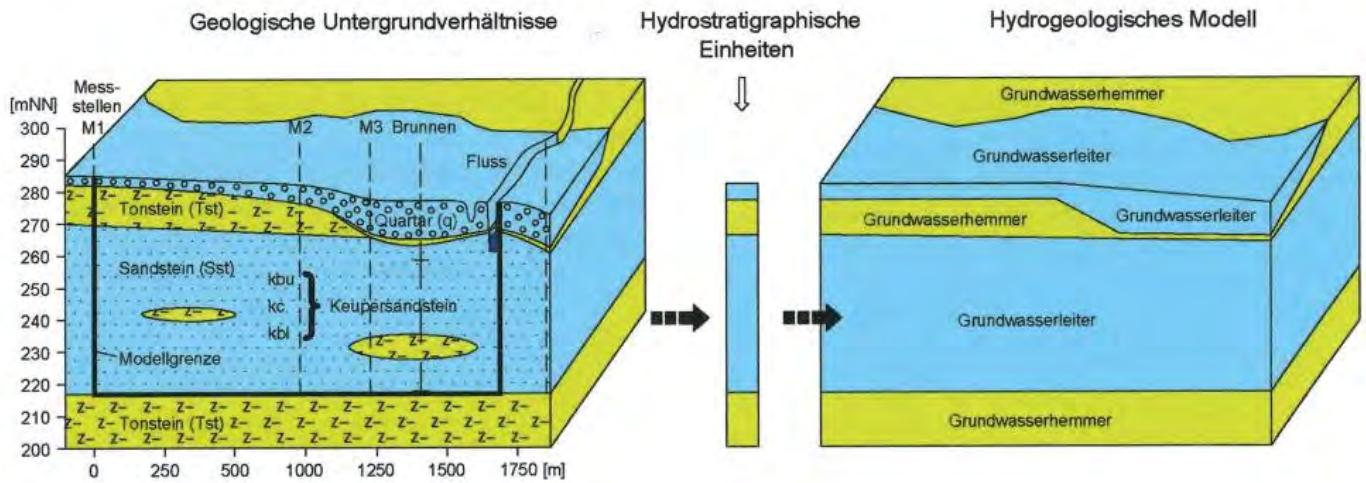
Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)

Teil 2: Aufbau und Kalibrierung numerisches Grundwassermodell

Fragen / Diskussion

Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)

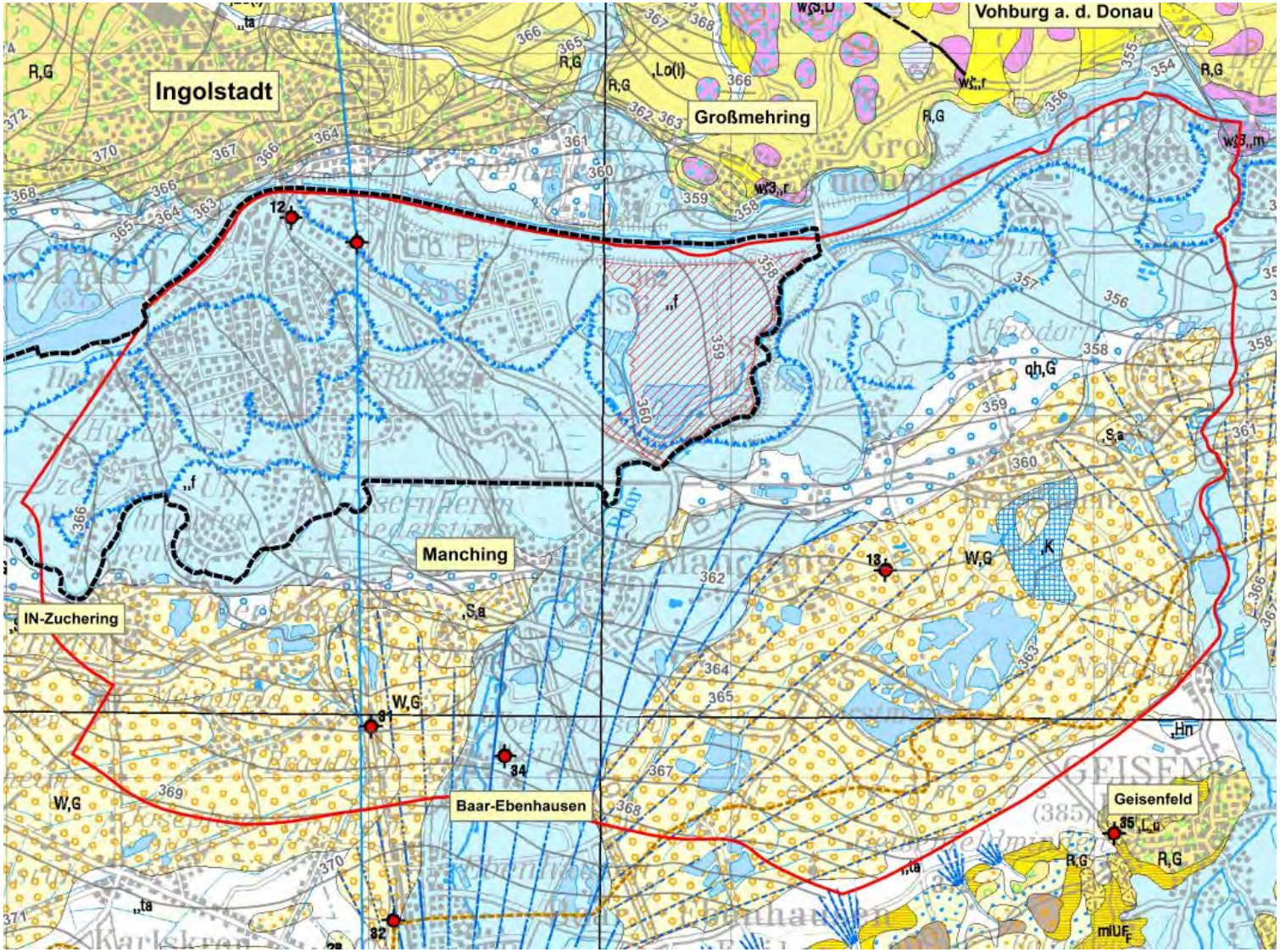
- HGM = Grundvoraussetzung für die Erstellung eines Grundwassermodells



- Erkenntnisse aus der Anwendung des numerischen Grundwassermodells
  => Rückkopplung zur Vervollständigung des HGM

Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)

Bilanzraum/Modellraum



Zeichenerklärung

- Modellraum
- Geplanter Flutpolder Großmehring
- Terrassen- oder Erosionskante, holozän
- Mündungsschwemmfächer, würmzeitlich
- Störung vermutet
- Quartär-Grundwassergleichen aus HK100
- Bohrungen mit Nummer entsprechend den Erläuterungen zur HK100

Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)

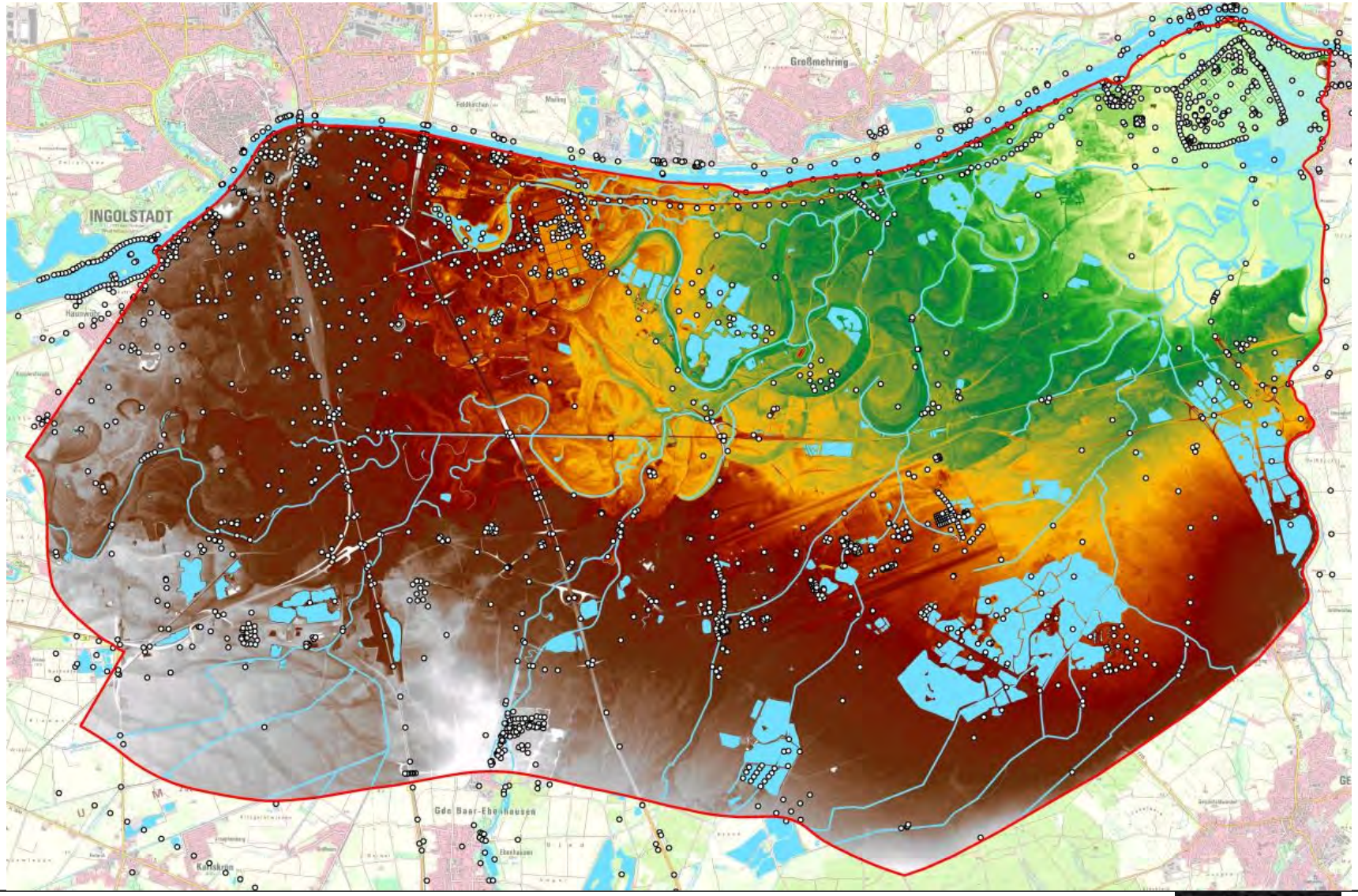
- Randbedingungen/Datenerfassung

- Hydrogeologische Daten (Bohrungen, Untergrundkennwerte,…)
- Gewässersystem (Verlauf, Bauwerke, Wasserstände/Abflüsse, ….)
- Grundwasserhydraulik (Messnetz, Grundwasserstände, ..)
- Flächennutzung (Bebauung, Gewerbe/Industrie, Landwirtschaft, Kiesabbau,..)
- Grundwasserrelevante Bauwerke (Dichtwände, AW-Kanalnetz, …)
- Grundwasserbilanz

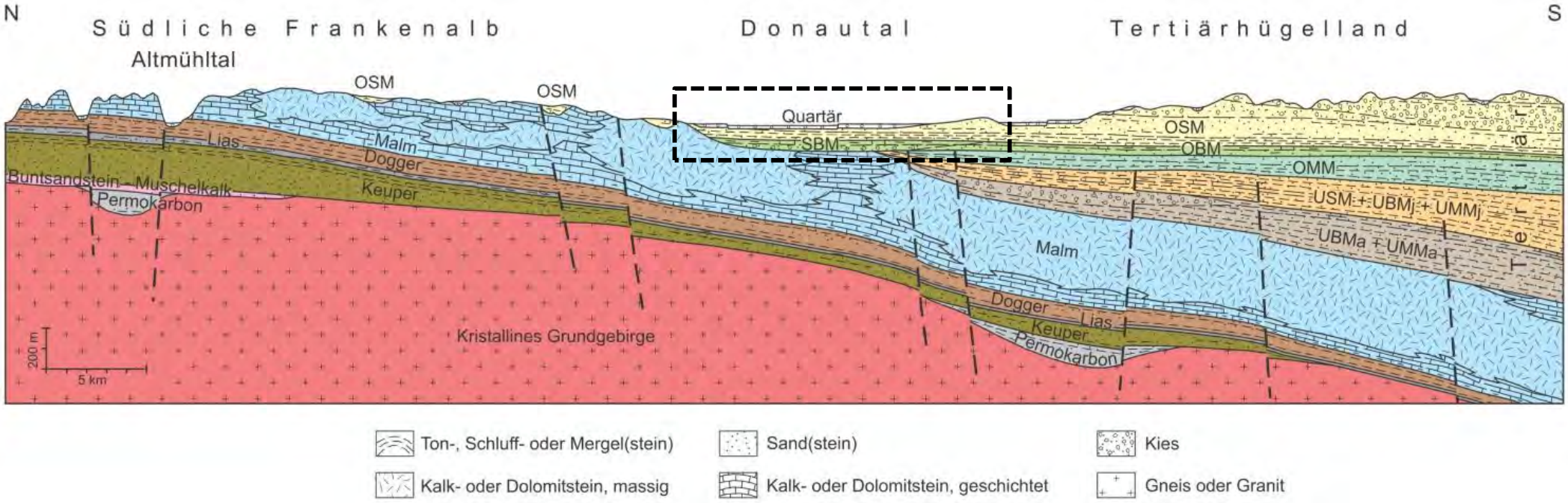
(Grundwasserentnahmen, Austausch mit Gewässern, Austausch mit AW-Kanalnetz, Grundwasserneubildung aus Niederschlag, Randzuflüsse, Austausch mit Malmkarst,…)

Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)

- Höhenmodell

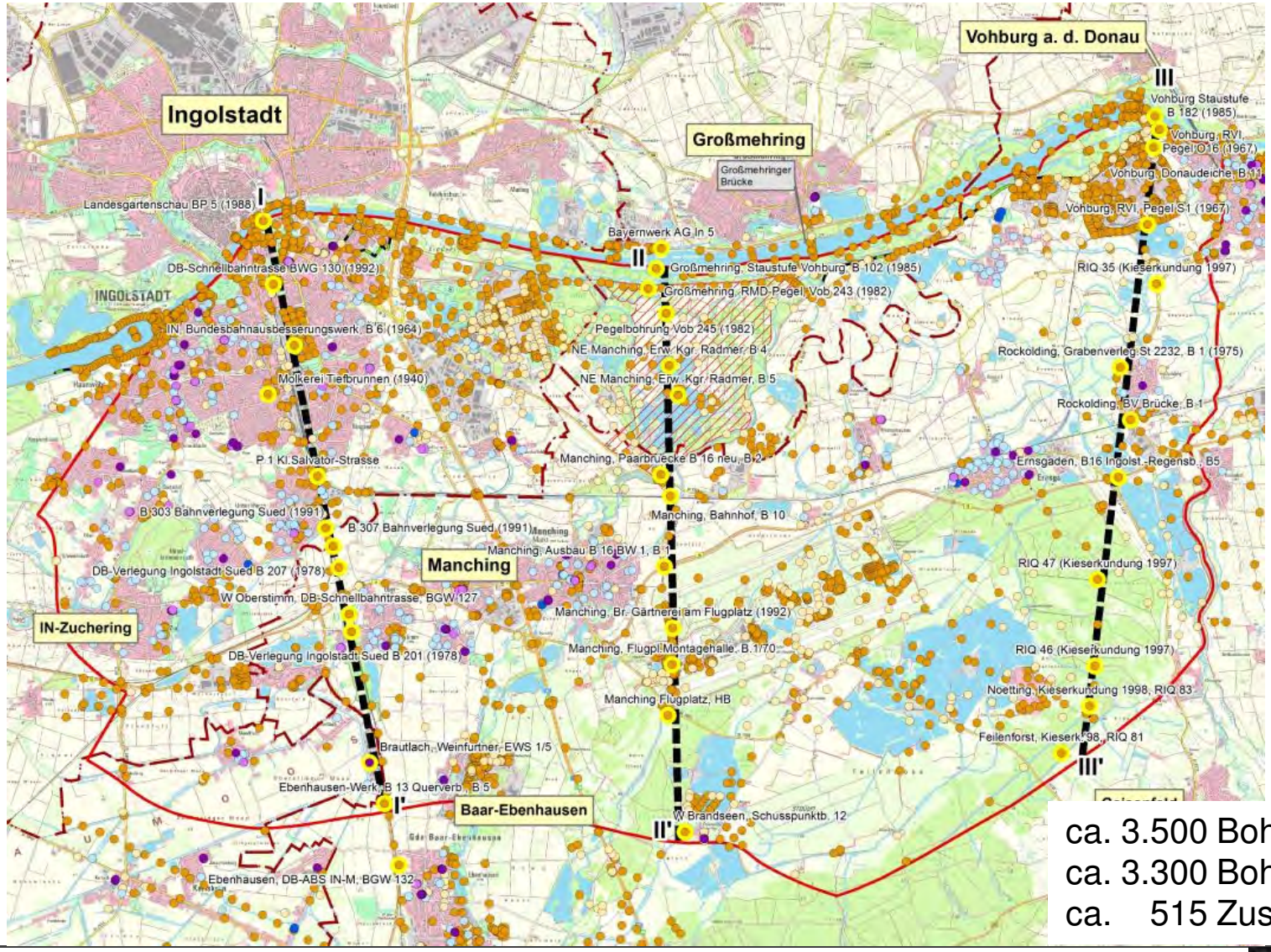


Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)
– Hydrostratigrafische Schichten



Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)

- Lageplan Bohrungen



Zeichenerklärung

- Modellraum
- Geplanter Flutpolder Großmehring
- Bestehende Dichtwand
- Landkreisgrenzen
- Flusskilometer
- Schematische hydrogeologische Schnitte I - I' (siehe Anlage 3.2.1 bis 3.2.3)
- Für hydrogeologische Schnitte ausgewählte Bohrung

Aufschluss/Bohrung aus BIS Bayern, Stand 15.02.2016

Bohrung
- mit Schichtenverzeichnis
- ohne Schichtenverzeichnis

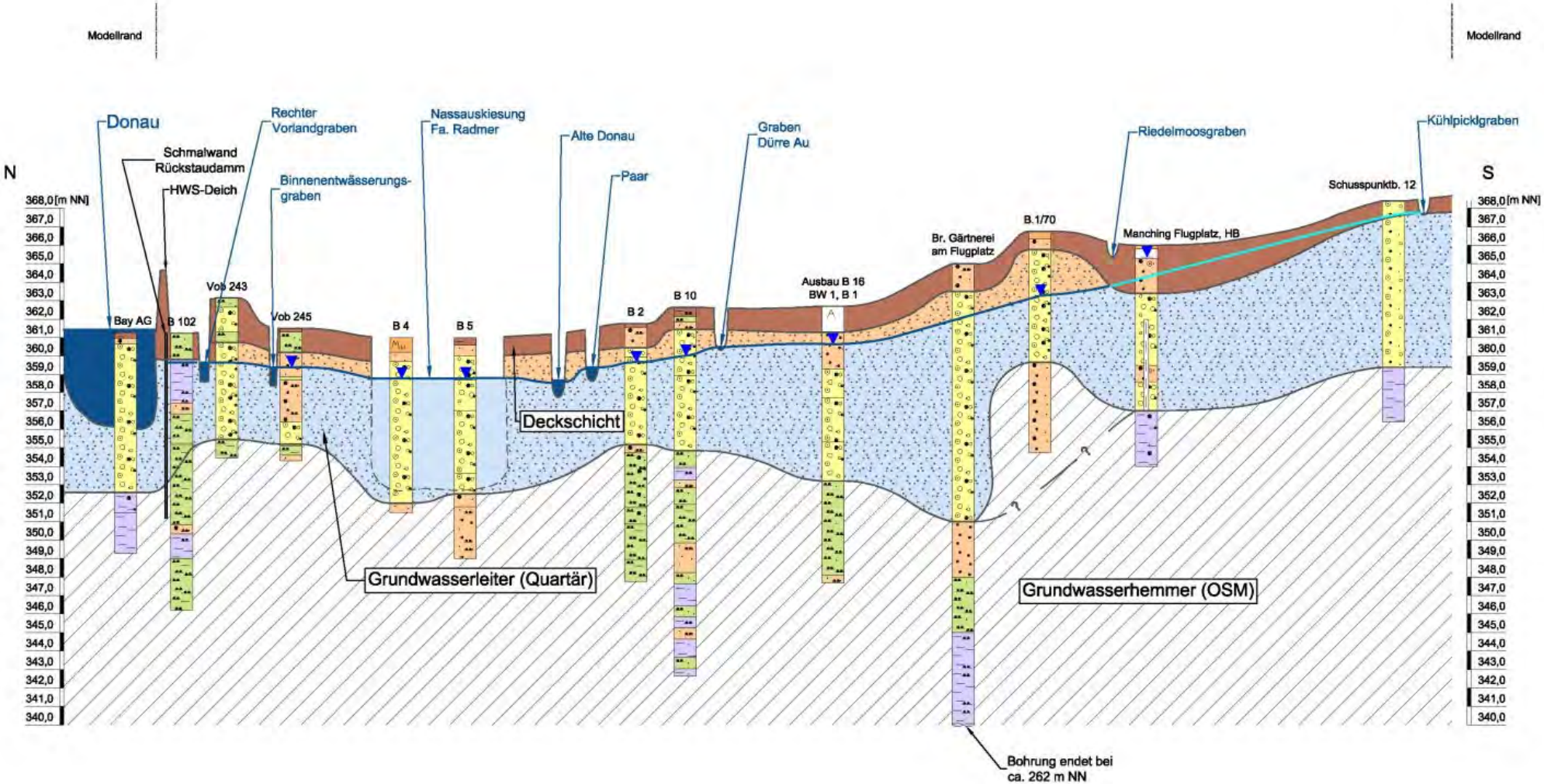
Erwärmesonde
- mit Schichtenverzeichnis
- ohne Schichtenverzeichnis

Brunnen zur Erdwärmegewinnung
- mit Schichtenverzeichnis
- ohne Schichtenverzeichnis

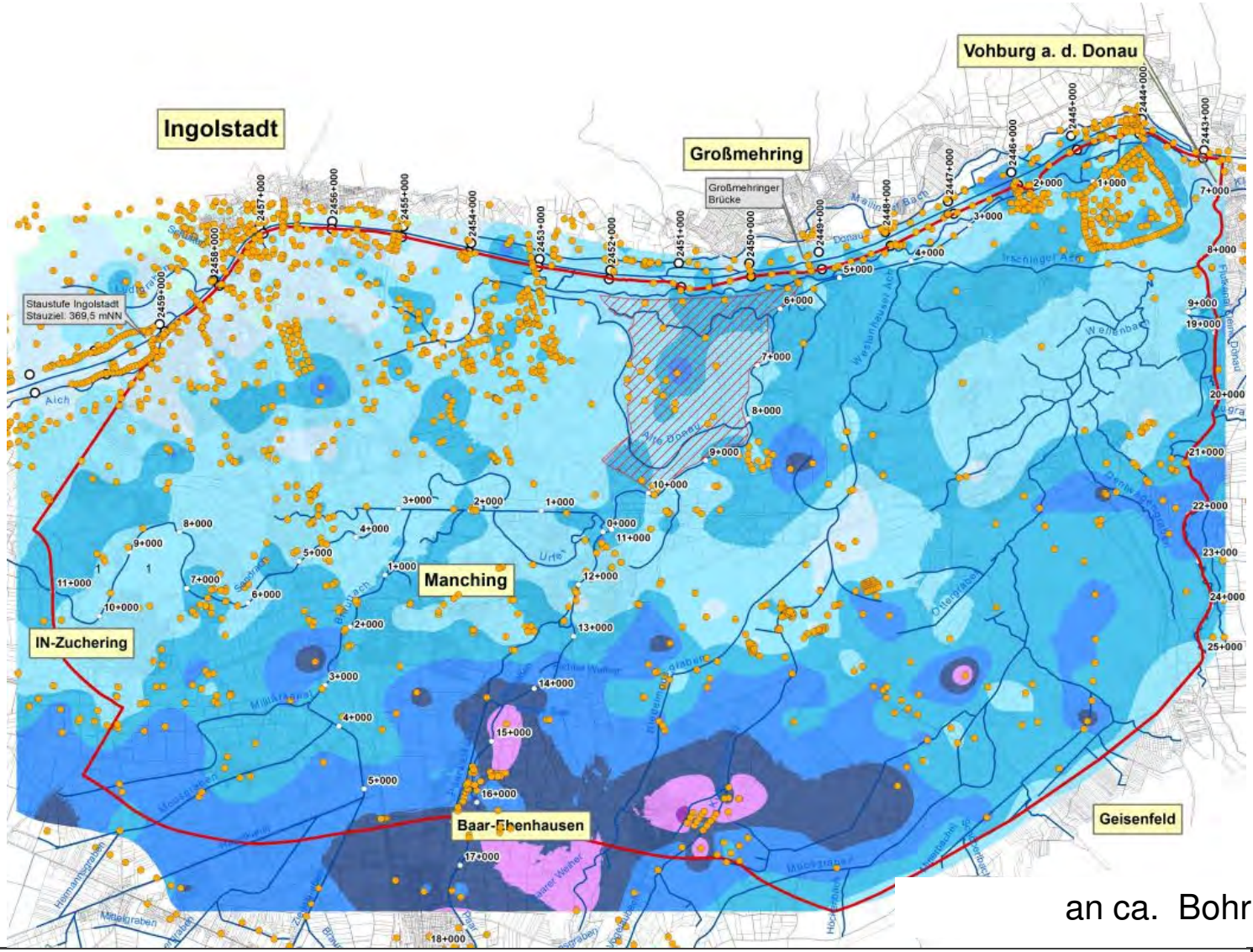
ca. 3.500 Bohrungen aus BIS-Bayern
ca. 3.300 Bohrungen verwertbar
ca. 515 Zusatzpunkte INKB

Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)

– Schematische hydrostratigrafische Schnitte / Schnitt II – II‘



Teil 1: Hydrogeologisches Modell
– Mächtigkeit quartärer Grundwasserleiter



Bohrungen

- Verwendete Aufschlüsse

Grundwasser erfüllte Mächtigkeit des quartären Grundwasserleiters (Aquifermächtigkeit) in [m])*

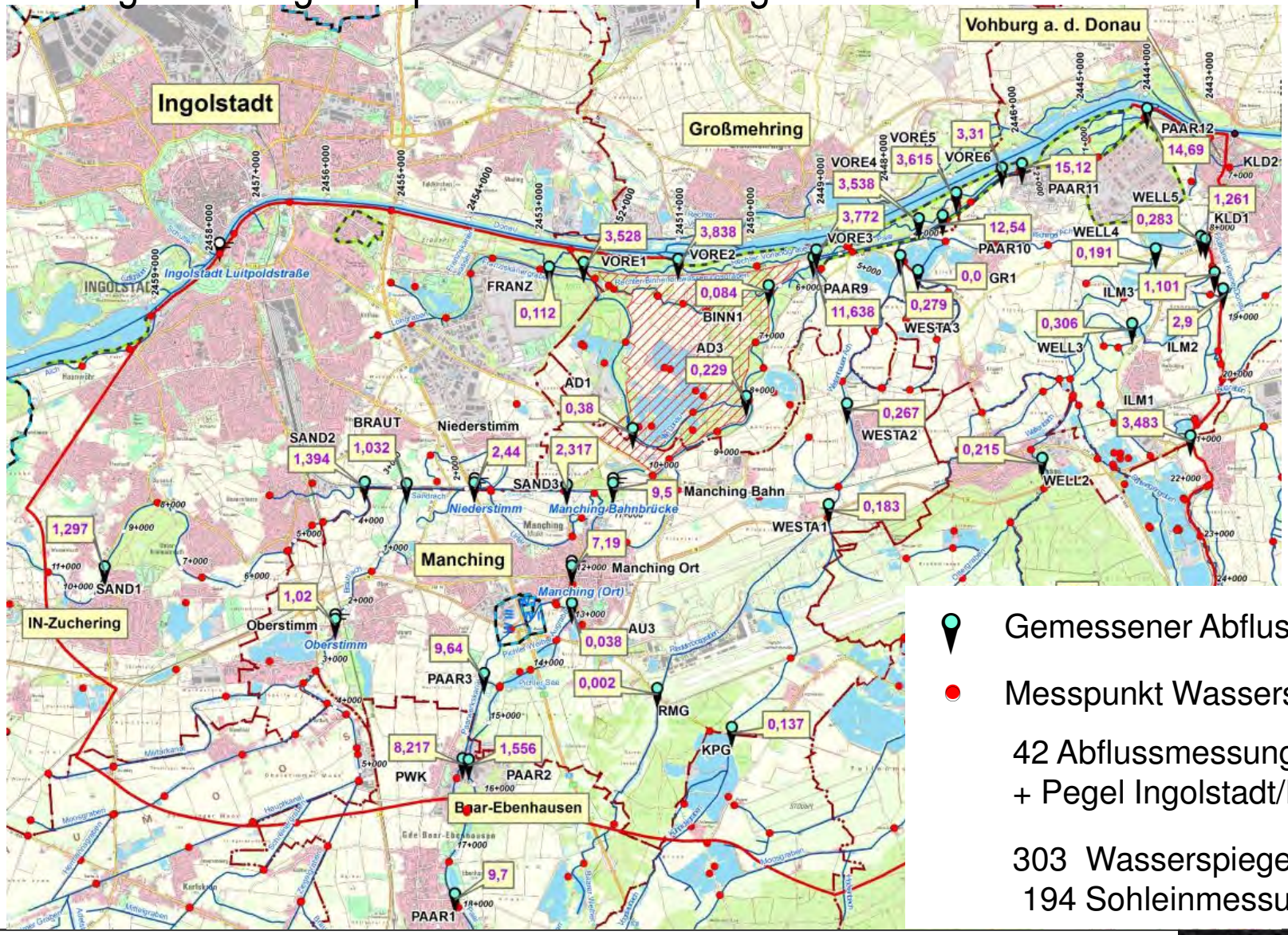
- < 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- 8 - 10
- 10 - 12
- 12 - 14
- > 14

)* bezogen auf mittlere Grundwasserstände im Zeitraum WWJ 2005/2015

an ca. Bohrungen 1.700 Basis erreicht

Erweiterung Datengrundlagen

Stichtagsmessung 19. April 2016 – Messprogramm Gewässer



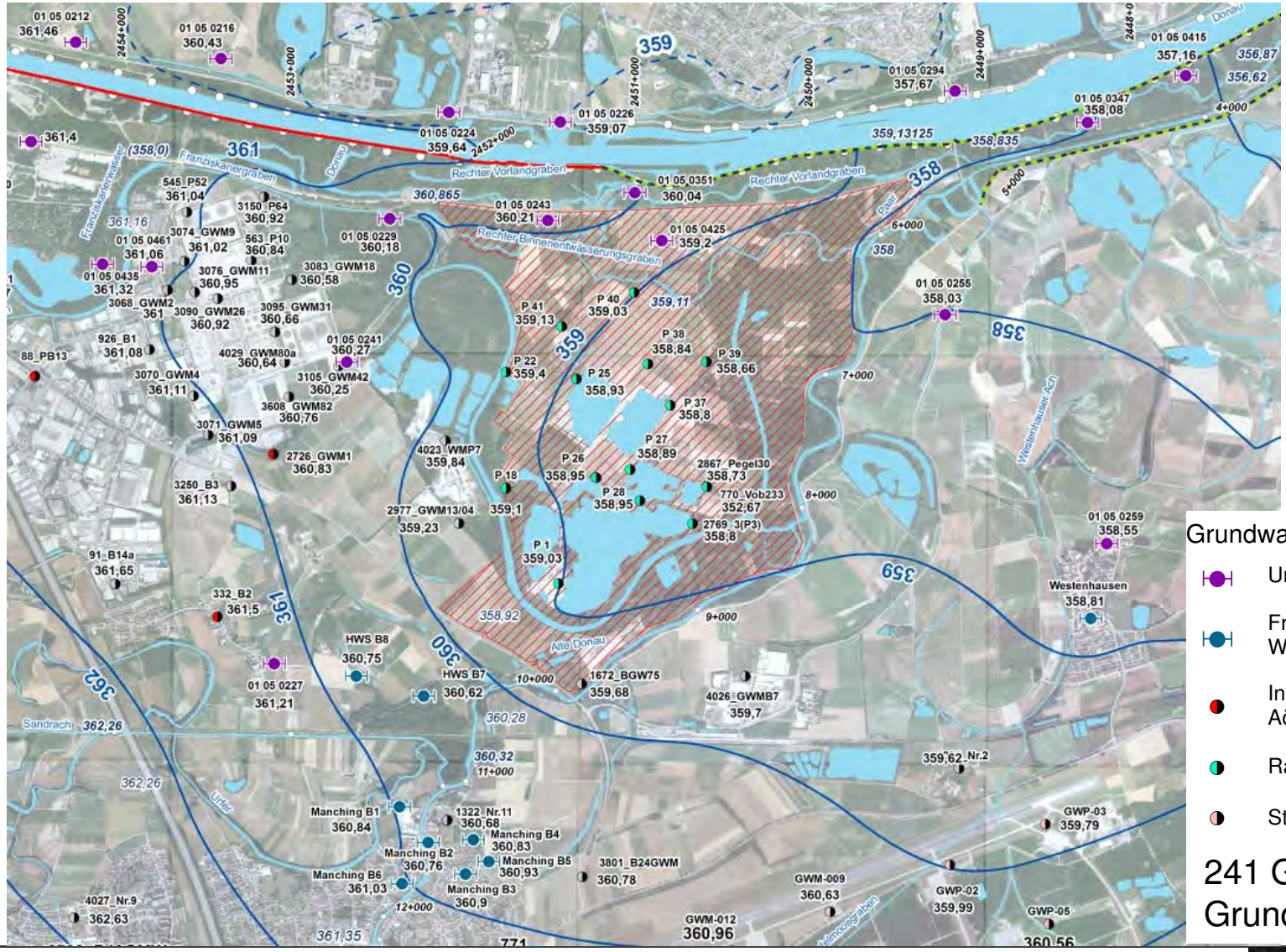
- Gemessener Abfluss in [m³/s]
- Messpunkt Wasserspiegel/Sohle

42 Abflussmessungen
+ Pegel Ingolstadt/Luitpoldstr.

303 Wasserspiegelmessungen
194 Sohleinmessungen

Erweiterung Datengrundlagen

Stichtagsmessung 19. April 2016 – Messprogramm Grundwasser



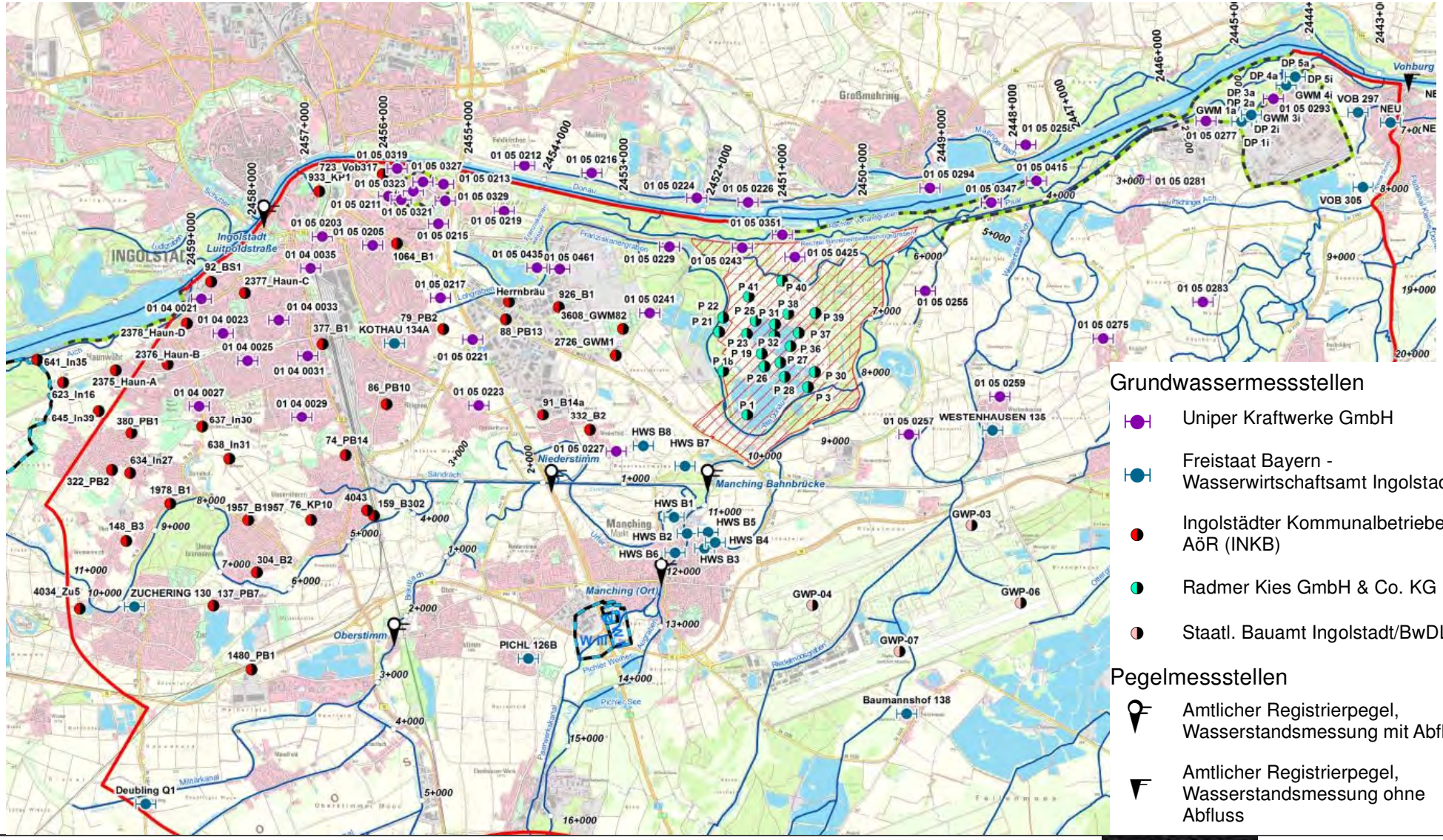
Grundwassermessstellen

- Uniper Kraftwerke GmbH
- Freistaat Bayern - Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt
- Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR (INKB)
- Radmer Kies GmbH & Co. KG
- Staatl. Bauamt Ingolstadt/BwDLZ

241 Gemessene Grundwasserstände

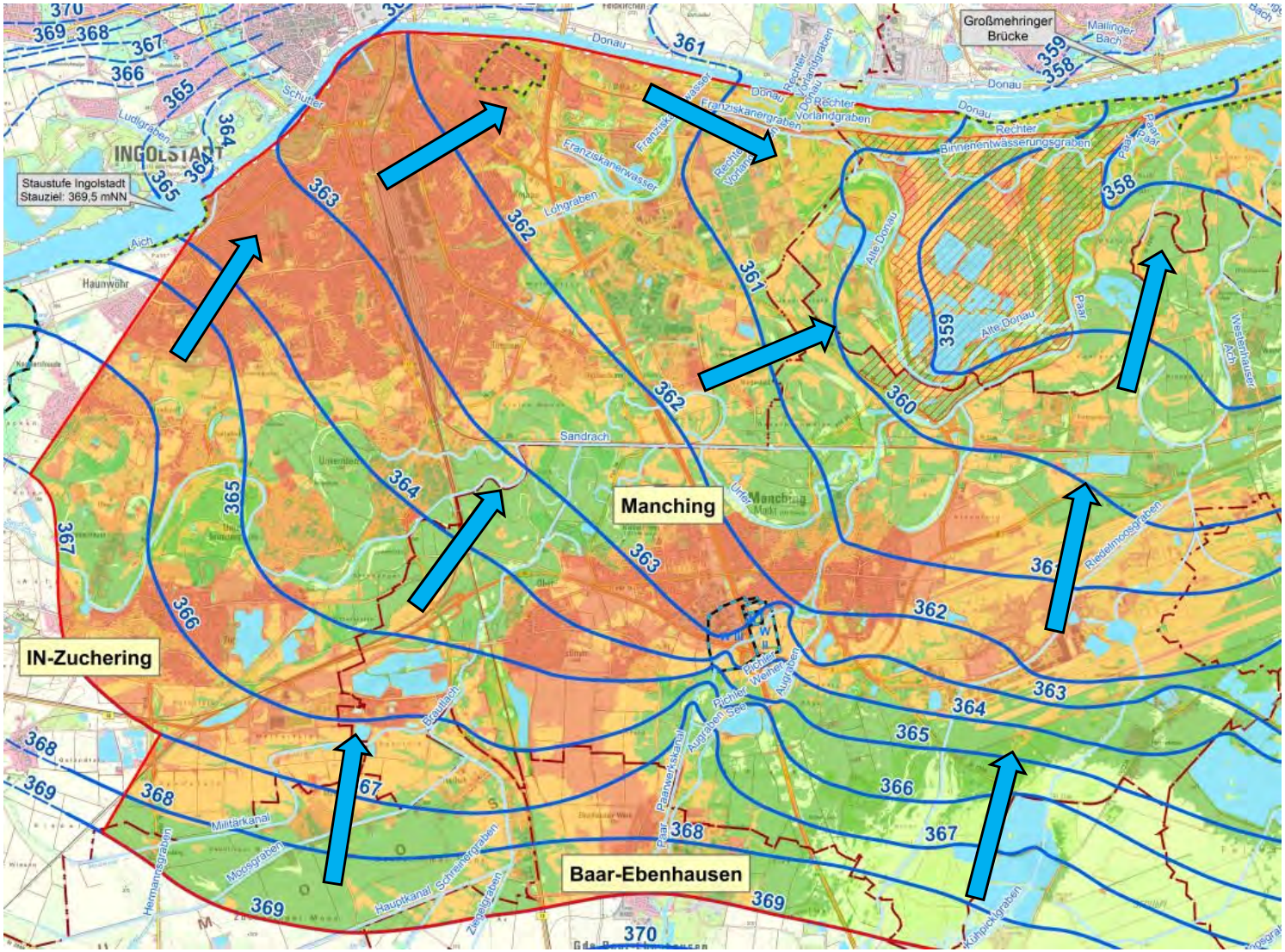
Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)

- Hydrologisches Messnetz (mehrjährige Messreihen)



Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)

- Flurabstände (Mittel WWJ2005/15)



Zeichenerklärung

- Modellraum
- Geplanter Flutpolder Großmehring
- Flusskilometer
- Bestehende Dichtwand

Grundwassergleichen

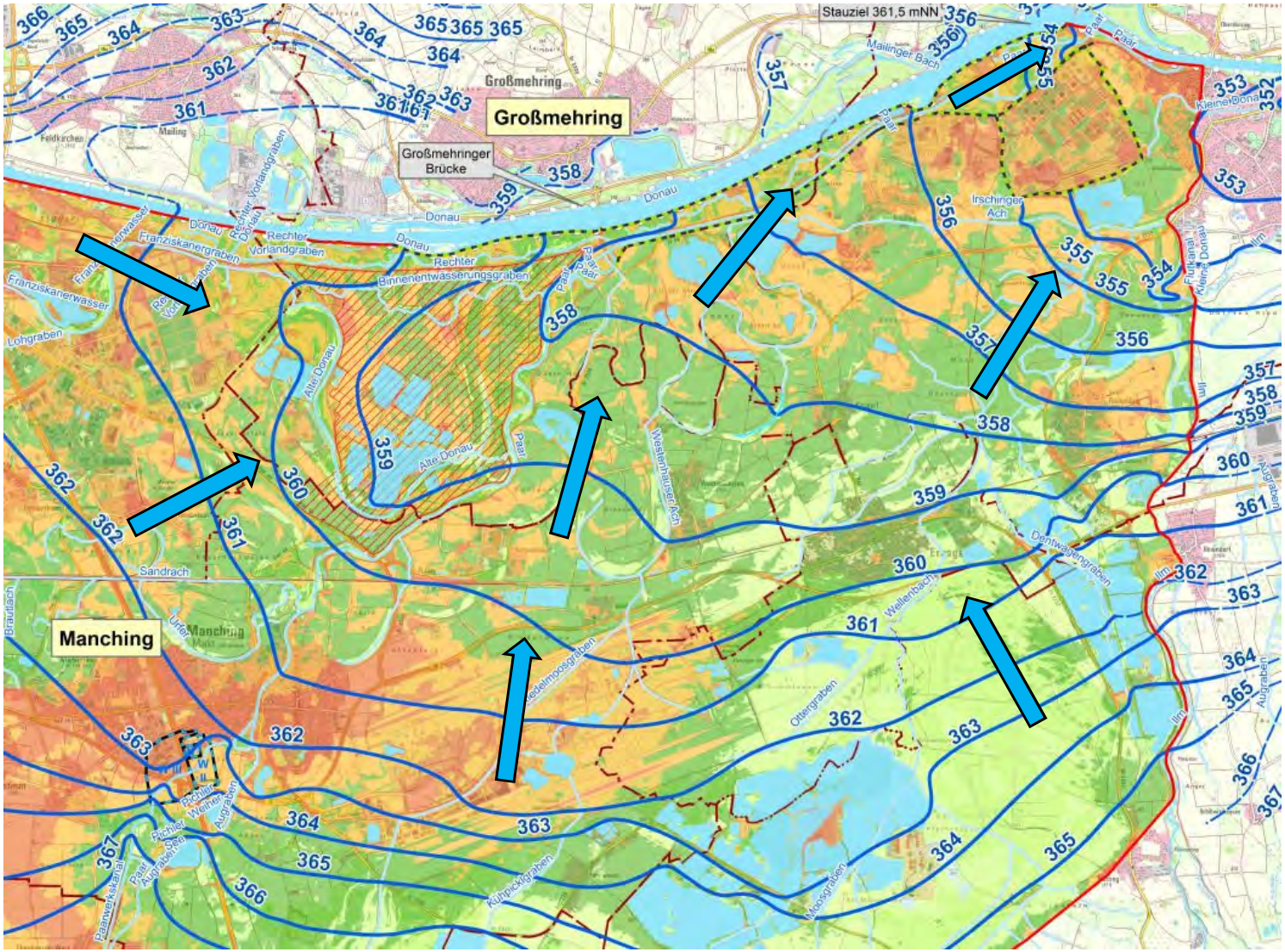
- Mittel WWJ 2005/2015
- Mittel WWJ 2005/2015 - Grundwassergleichen aus HK100 (nur zur Orientierung)

Abgeleitete Flurabstandsbereiche [m]

- -1,0 bis -0,0
- 0,0 bis 1,0
- 1,0 bis 2,0
- 2,0 bis 3,0
- > 3,0

Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)

- Flurabstände (Mittel WWJ2005/15)



Zeichenerklärung

- Modellraum
- Geplanter Flutpolder Großmehring
- Flusskilometer
- Bestehende Dichtwand

Grundwassergleichen

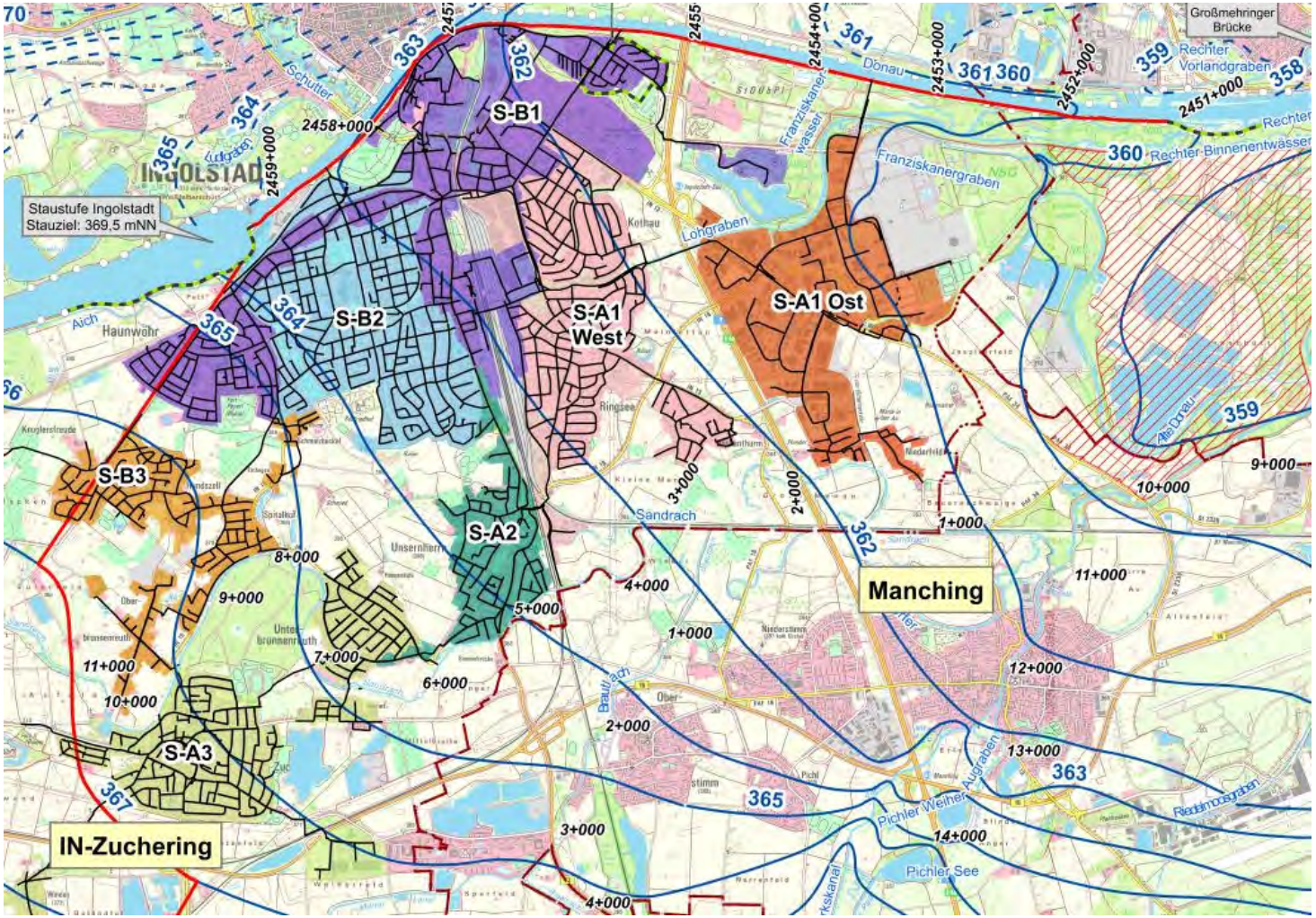
- Mittel WWJ 2005/2015
- Mittel WWJ 2005/2015 - Grundwassergleichen aus HK100 (nur zur Orientierung)

Abgeleitete Flurabstandsbereiche [m]

- -1,0 bis -0,0
- 0,0 bis 1,0
- 1,0 bis 2,0
- 2,0 bis 3,0
- > 3,0

Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)

- Kanalnetz Ingolstadt



Fremdwasserschwerpunktgebiet (z.B. S-A1 Ost), Ermittelter Fremdwasseranteil Stichtagsmessung am 19.04.2016 in [l/s]

- 1,2
- 4
- 4,8
- 7,2
- 9,8
- 12,5
- 52

Übersicht

Teil 1: Hydrogeologisches Modell

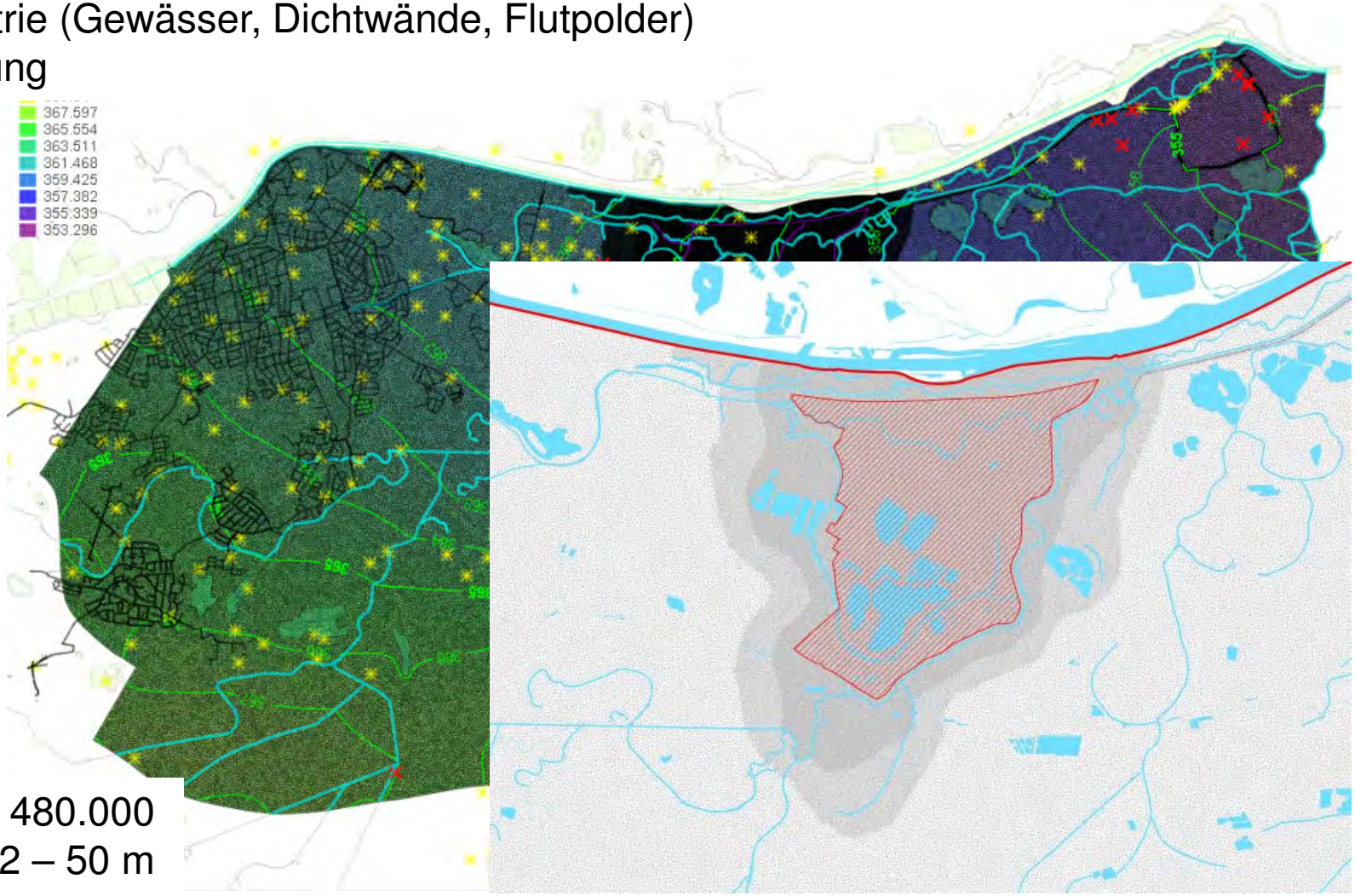
Teil 2: Aufbau und Kalibrierung numerisches Grundwassermodell

Fragen / Diskussion

Teil 2: Aufbau und Kalibrierung Grundwassermodell

- Modellaufbau

- Modellsystem FEFLOW 6.2 (finite Elemente)
- Modellgeometrie (Gewässer, Dichtwände, Flutpolder)
- Netzgenerierung



- Elemente: ca. 480.000
- Auflösung: 2 – 50 m

Teil 2: Aufbau und Kalibrierung Grundwassermodell

- Stationäre und instationäre Kalibrierung des Grundwassermodells

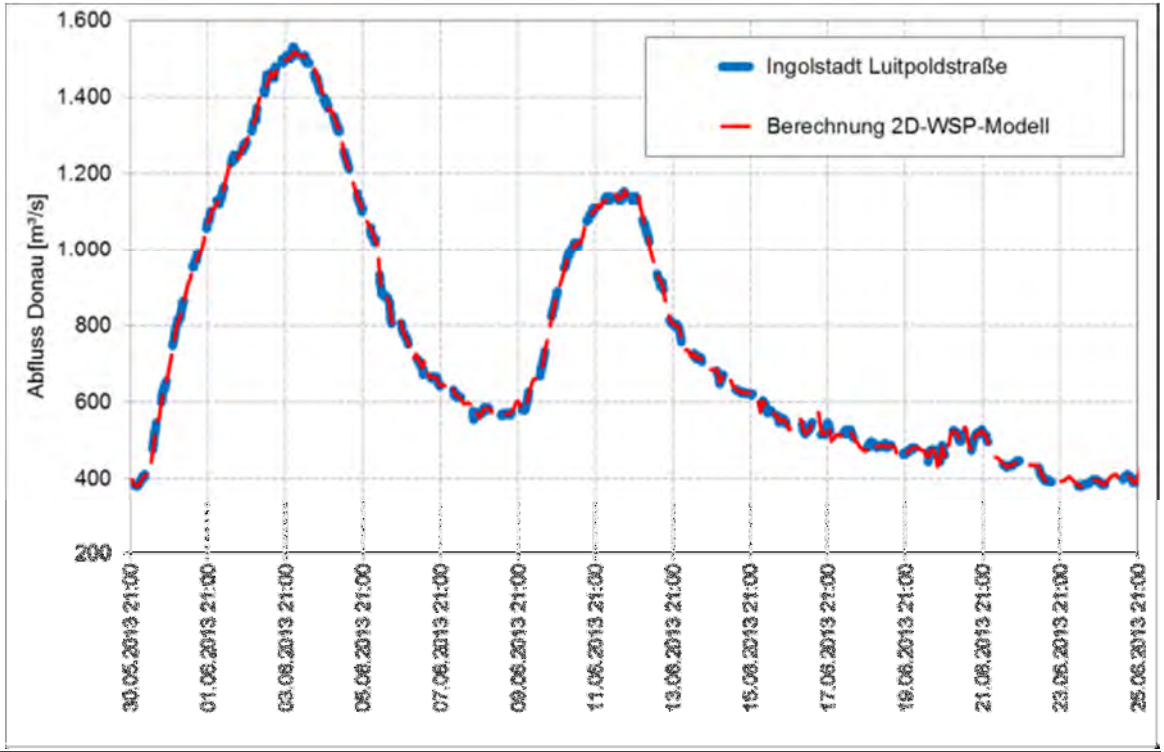
2.1 Stationäre Kalibrierung:

- Stichtagsmessung vom 19.04.2016

2.2 Sensitivitätsanalyse

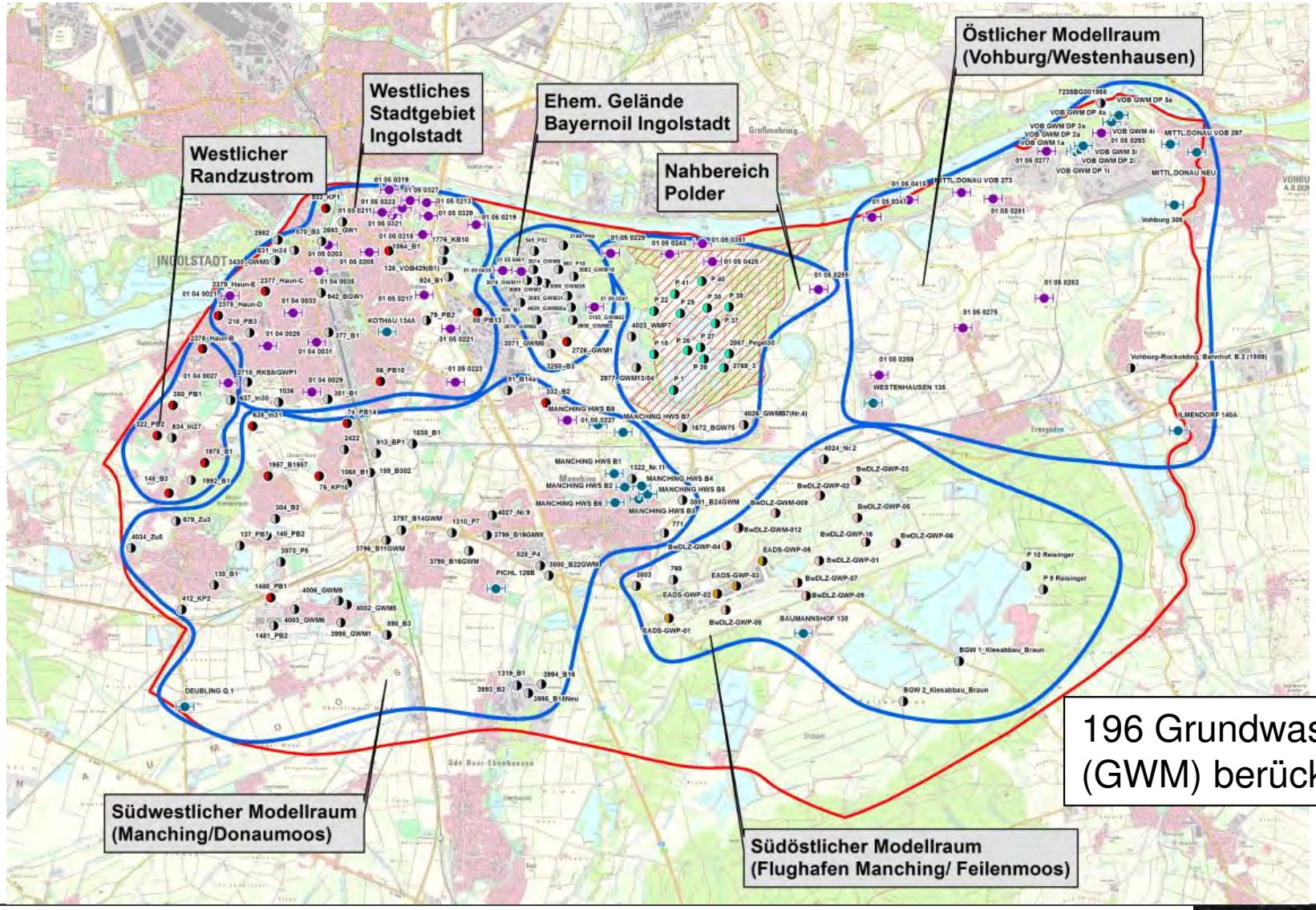
2.3 Instationäre Kalibrierung:

- Hochwasser Juni 2013
- Übernahme Wasserspiegel aus Berechnung „2D-WSP-Modell“ (Wasserspiegellagenmodell)



Teil 2: Aufbau und Kalibrierung Grundwassermodell

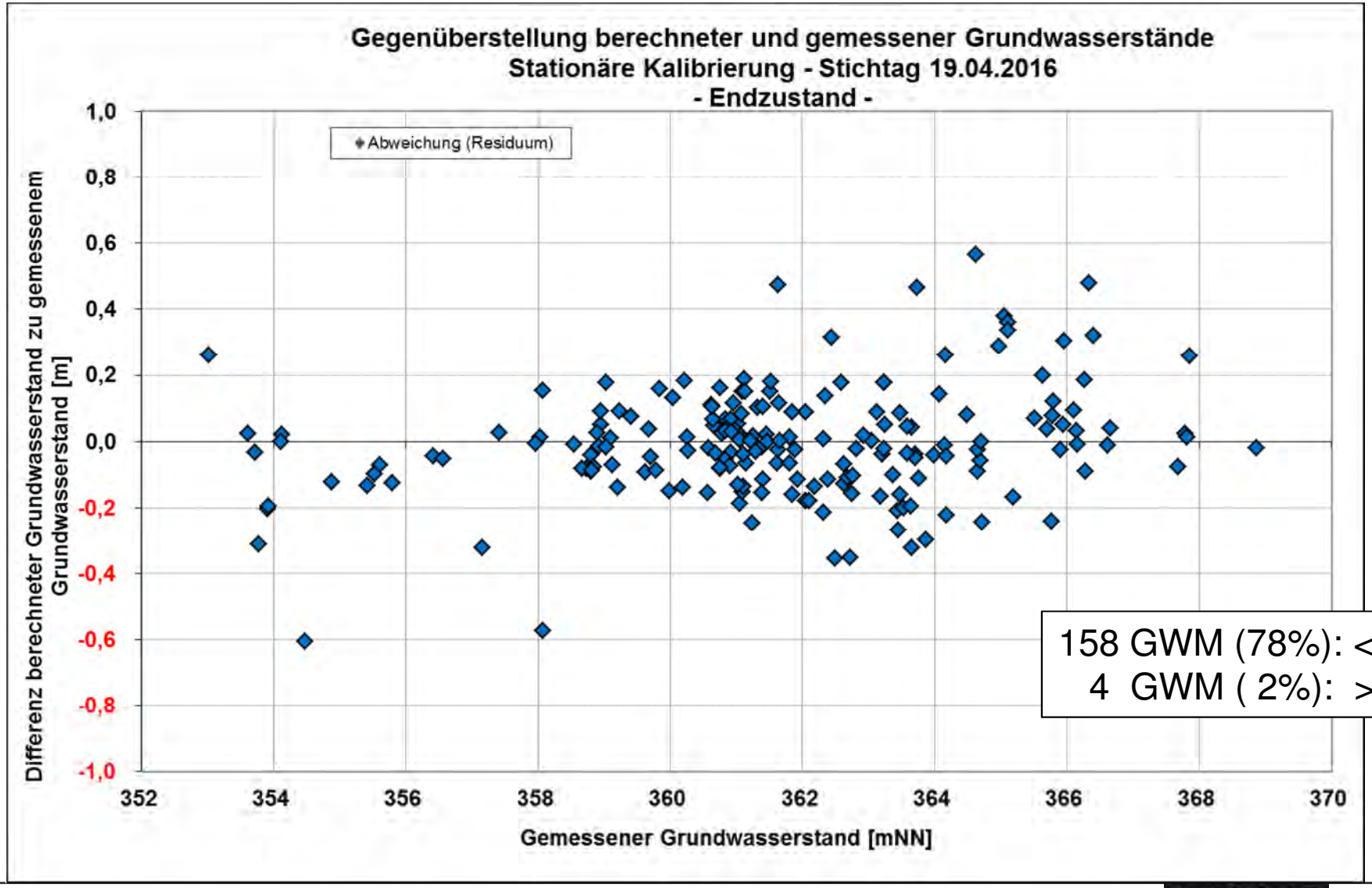
- Stationäre Kalibrierung des Grundwassermodells (Stichtag 19. April 2016)



196 Grundwassermessstellen (GWM) berücksichtigt.

Teil 2: Aufbau und Kalibrierung Grundwassermodell

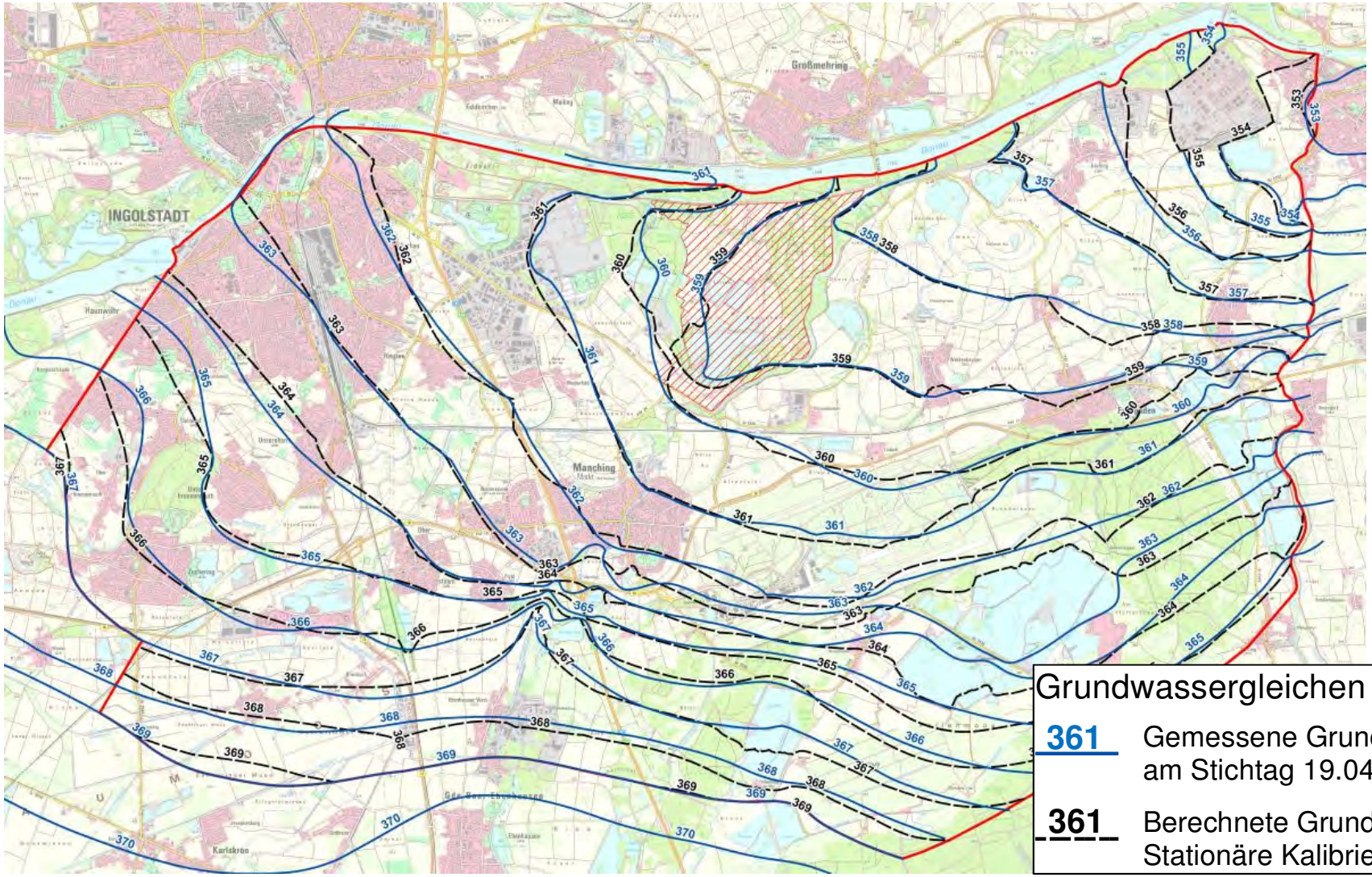
- Stationäre Kalibrierung des Grundwassermodells (Stichtag 19. April 2016)



158 GWM (78%): < ± 0,2 m
4 GWM (2%): > ± 0,5 m

Teil 2: Aufbau und Kalibrierung Grundwassermodell

- Stationäre Kalibrierung des Grundwassermodells (Stichtag 19. April 2016)



Grundwassergleichen

361 Gemessene Grundwassergleichen am Stichtag 19.04.2016

361 Berechnete Grundwassergleichen Stationäre Kalibrierung

Teil 2: Aufbau und Kalibrierung Grundwassermodell

- Stationäre Kalibrierung / Stichtag 19.04.2016 - Endzustand

- Insgesamt gute Wiedergabe der gemessenen Grundwasserstände der Stichtagsmessung vom 19. April 2016 durch die Kalibrierung (Endzustand)
- Endzustand: **mittlerer relativer Fehler rd. 0,9 %**
- Technische Regel DVGW Arbeitsblatt W 107 (A) „*Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungsgebieten*“:
  - mittlerer relativer Fehler < 5% => gute stationäre Modellanpassung
  - mittlerer relativer Fehler < 1% **=> sehr gute stationäre Modellanpassung**
- Stationäre Sensitivitätsberechnungen:
  - Bestätigung der gewählten Parameterverteilung
  - Endzustand = das beste Ergebnis

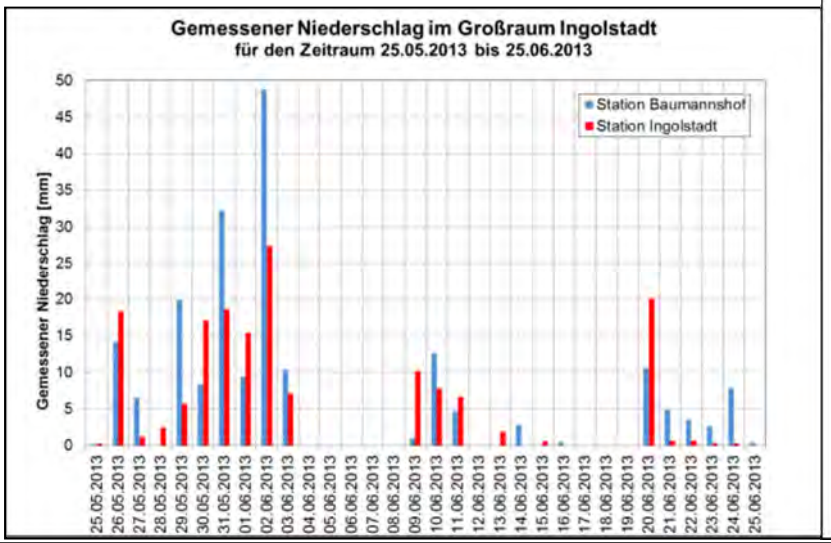
Teil 2: Aufbau und Kalibrierung Grundwassermodell

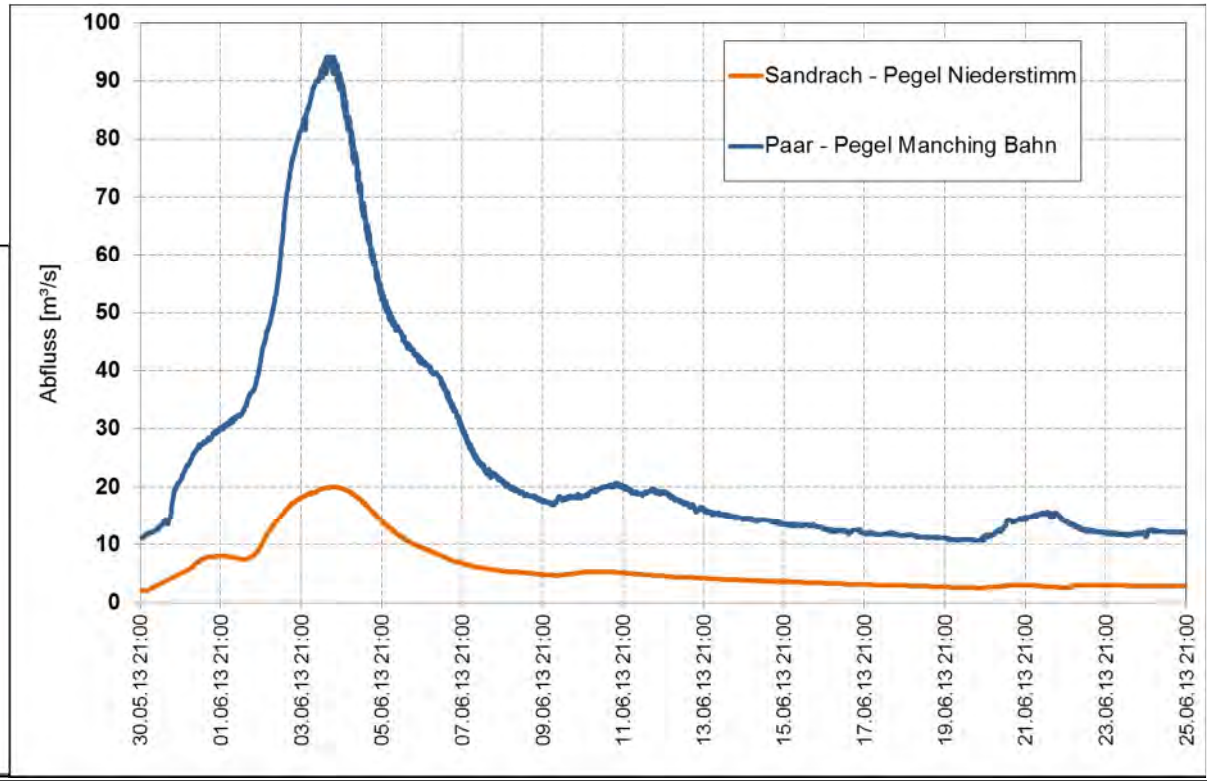
- Instationäre Kalibrierung des Grundwassermodells (HW 2013)

- Verhältnisse beim Hochwasser im Juni 2013
  (Donaupegel Ingolstadt/Luitpoldstr.: max. Abfluss am 04.06.2013 = 1.530 m³/s)

- Eingangsdaten aus dem 2D-WSP-Modell

- Instationäre Grundwasser-neubildung aus Niederschlag





Teil 2: Aufbau und Kalibrierung Grundwassermodell

- Instationäre Anpassung HW Juni 2013

Eingangsdaten aus dem 2D-Wasserspiegellagen-Modell

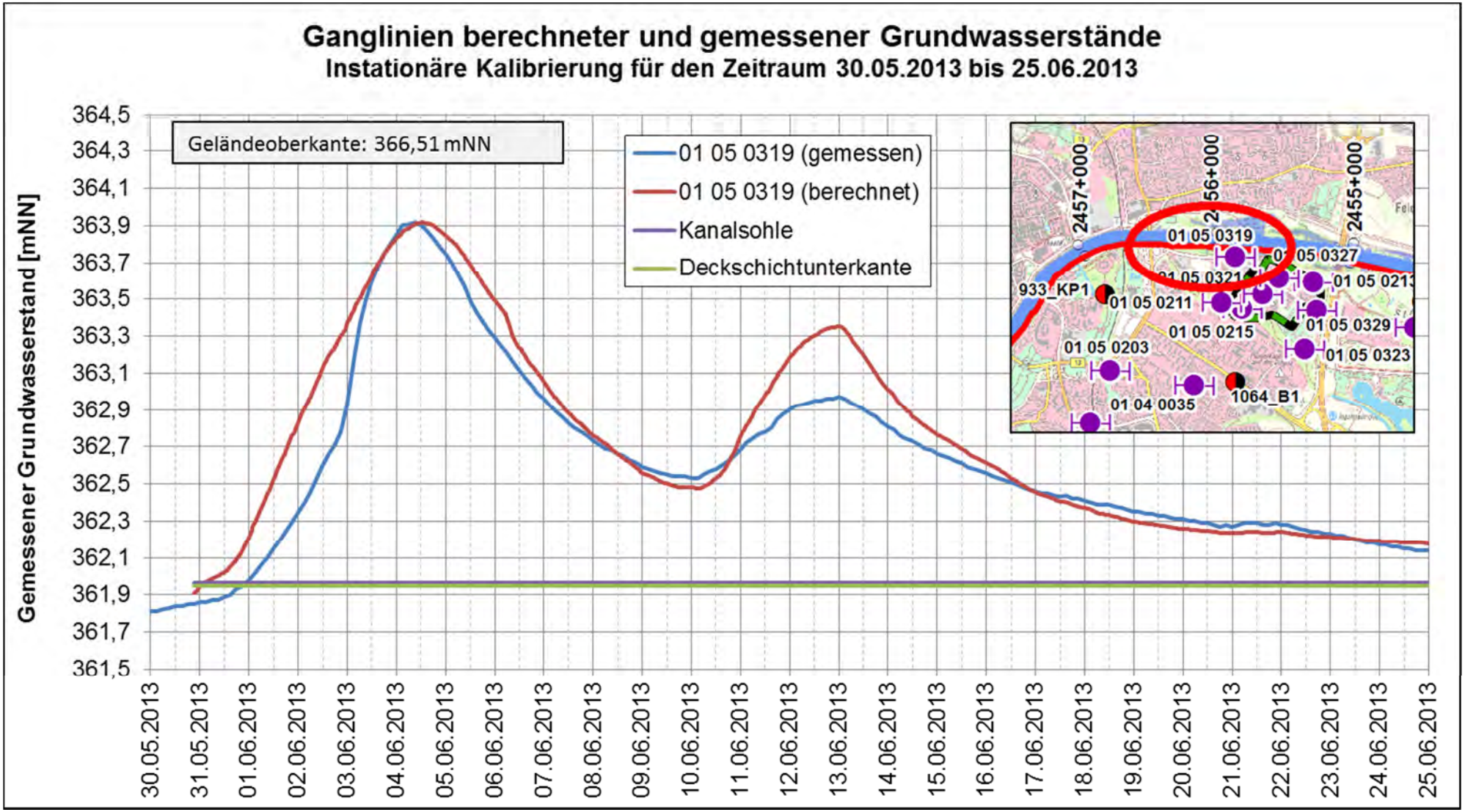
Berechnete Einstautiefen:

- 0,01 - 0,10
- 0,10 - 0,50

Nepumukbrücke Urferwasser
Niederfelderstr. (von Süden)

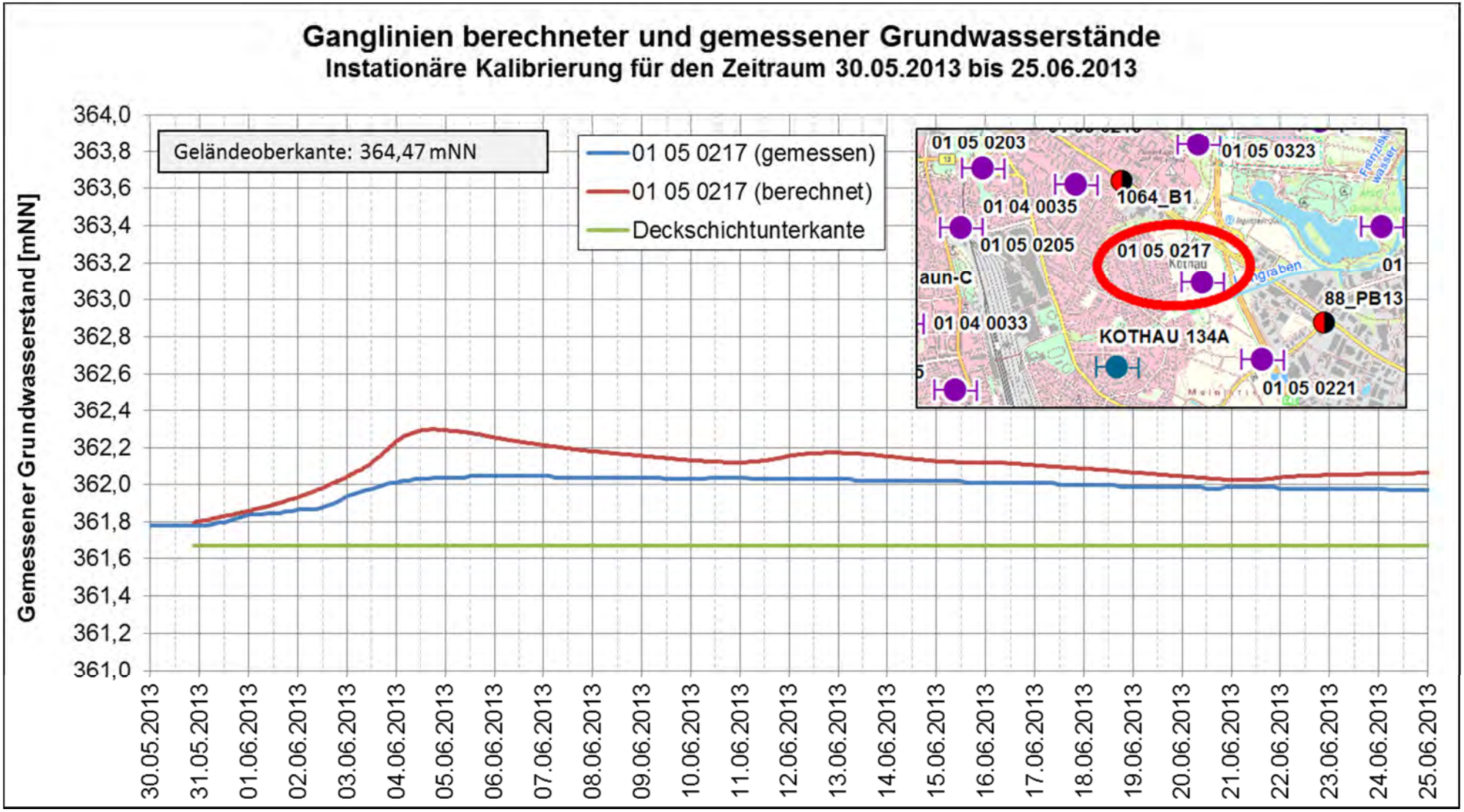
Instationäre Kalibrierung – Hochwasser Juni 2013

– Ausgewählte Ganglinien / Stadtgebiet Ingolstadt



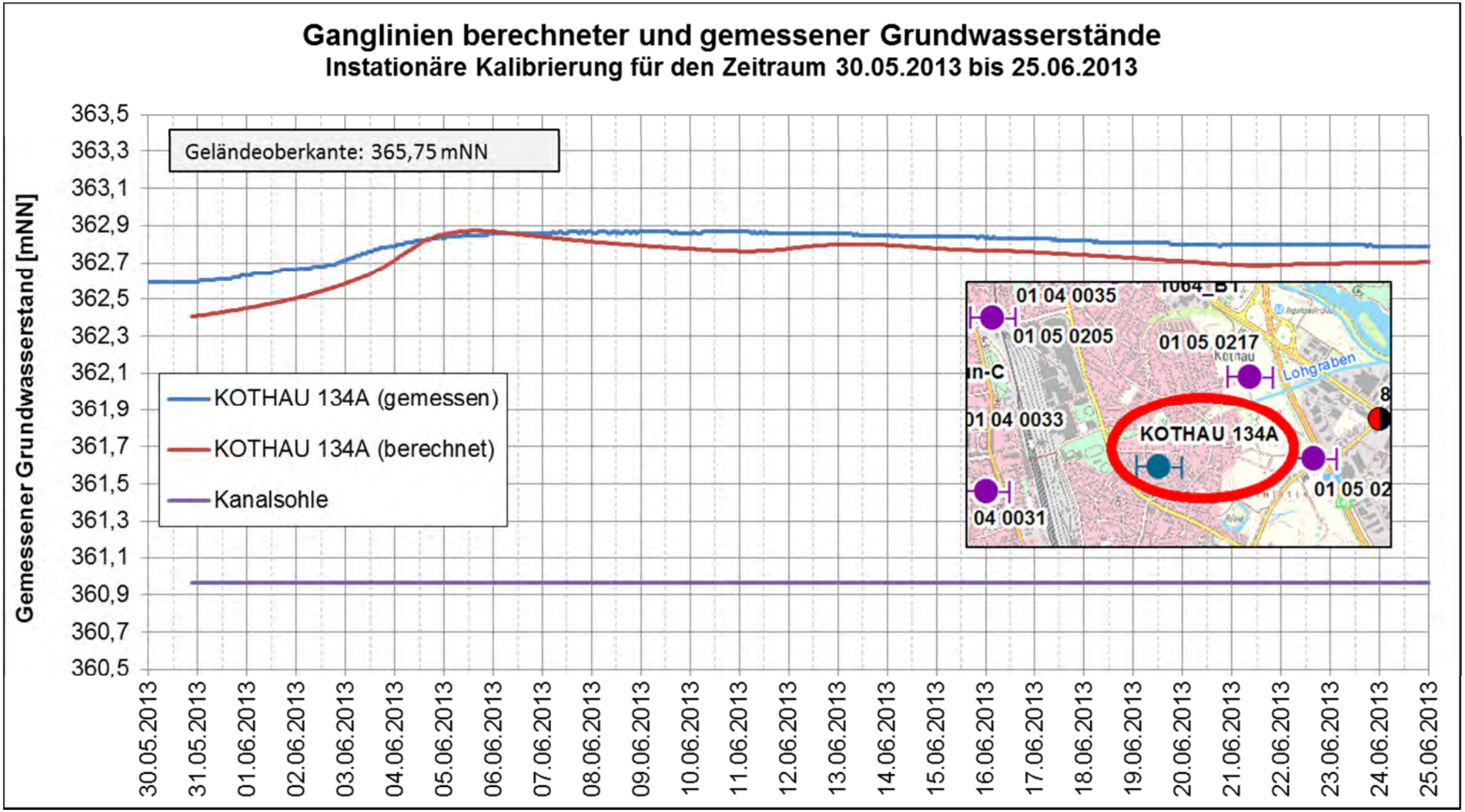
Instationäre Kalibrierung – Hochwasser Juni 2013

– Ausgewählte Ganglinien / Stadtgebiet Ingolstadt



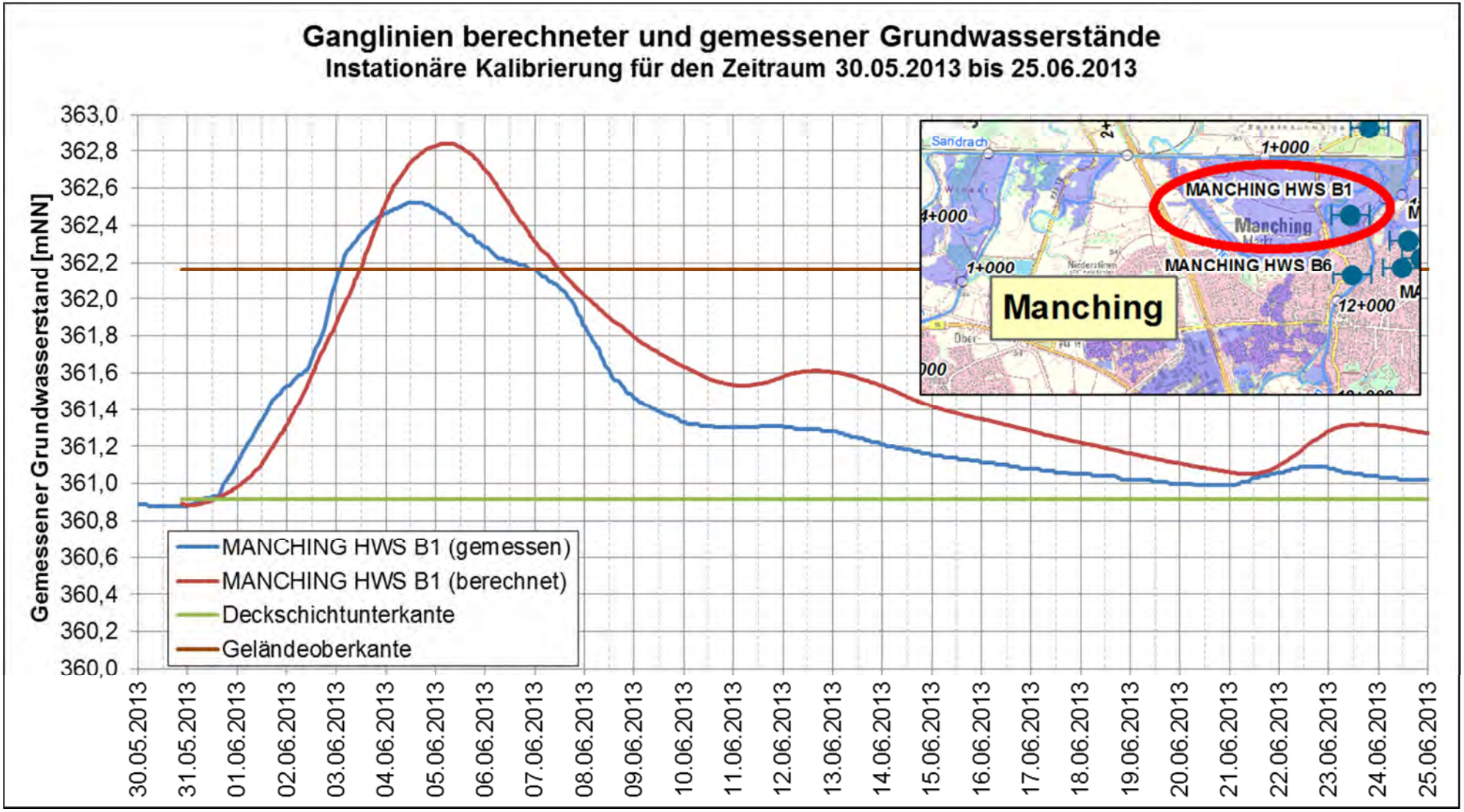
Instationäre Kalibrierung – Hochwasser Juni 2013

– Ausgewählte Ganglinien / Stadtgebiet Ingolstadt



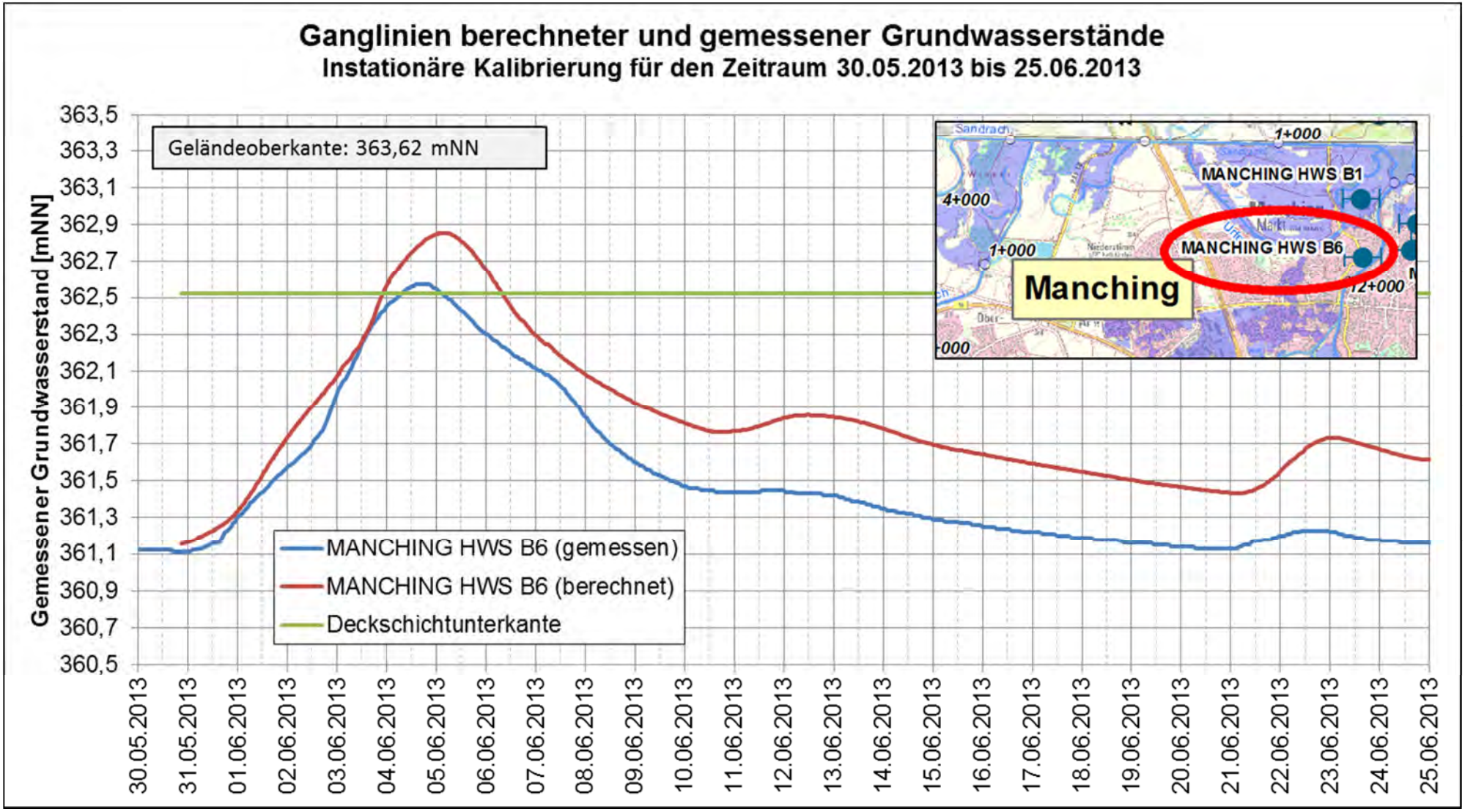
Instationäre Kalibrierung – Hochwasser Juni 2013

– Ausgewählte Ganglinien / Westlich geplanter Polder bis Manching



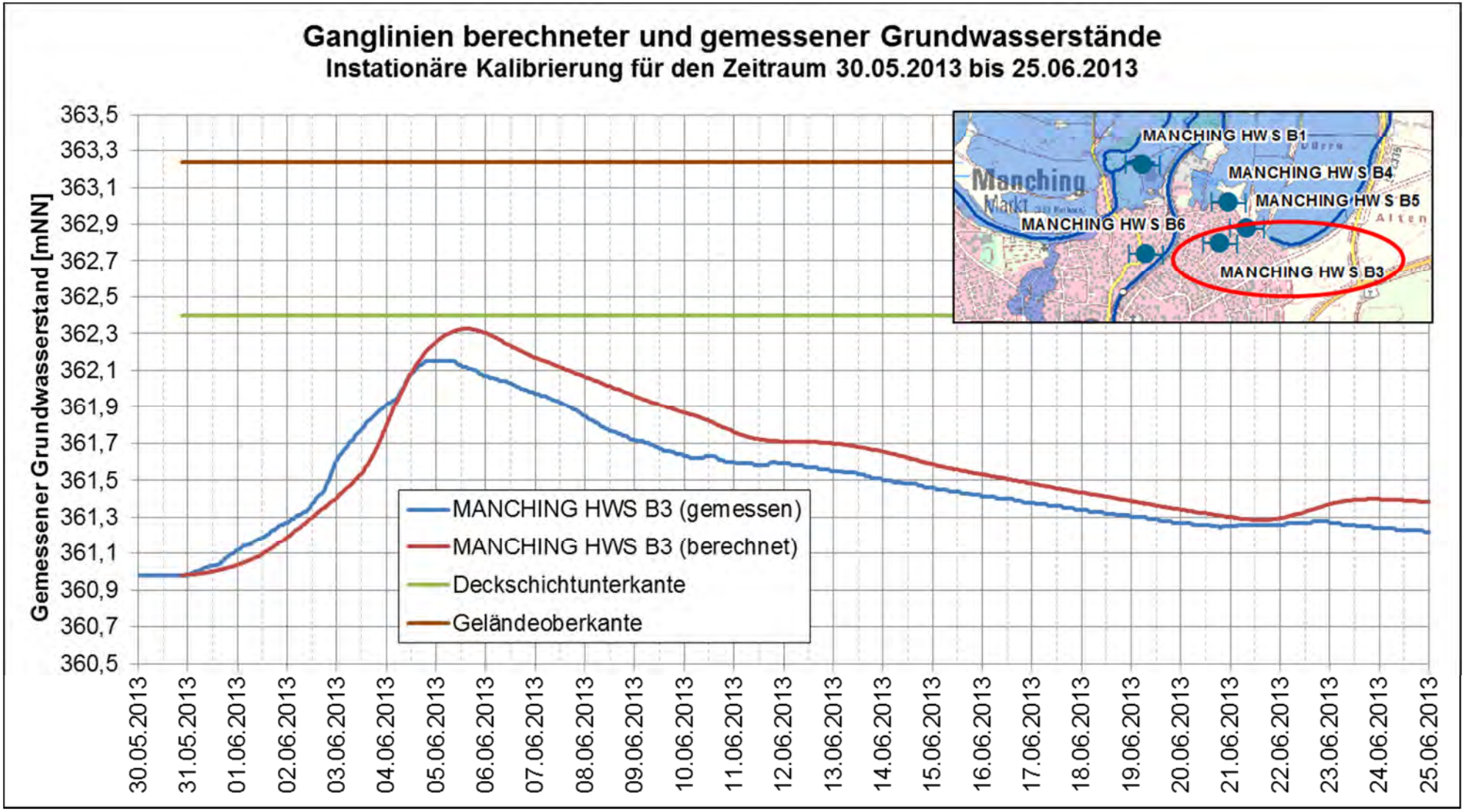
Instationäre Kalibrierung – Hochwasser Juni 2013

– Ausgewählte Ganglinien / Westlich geplanter Polder bis Manching



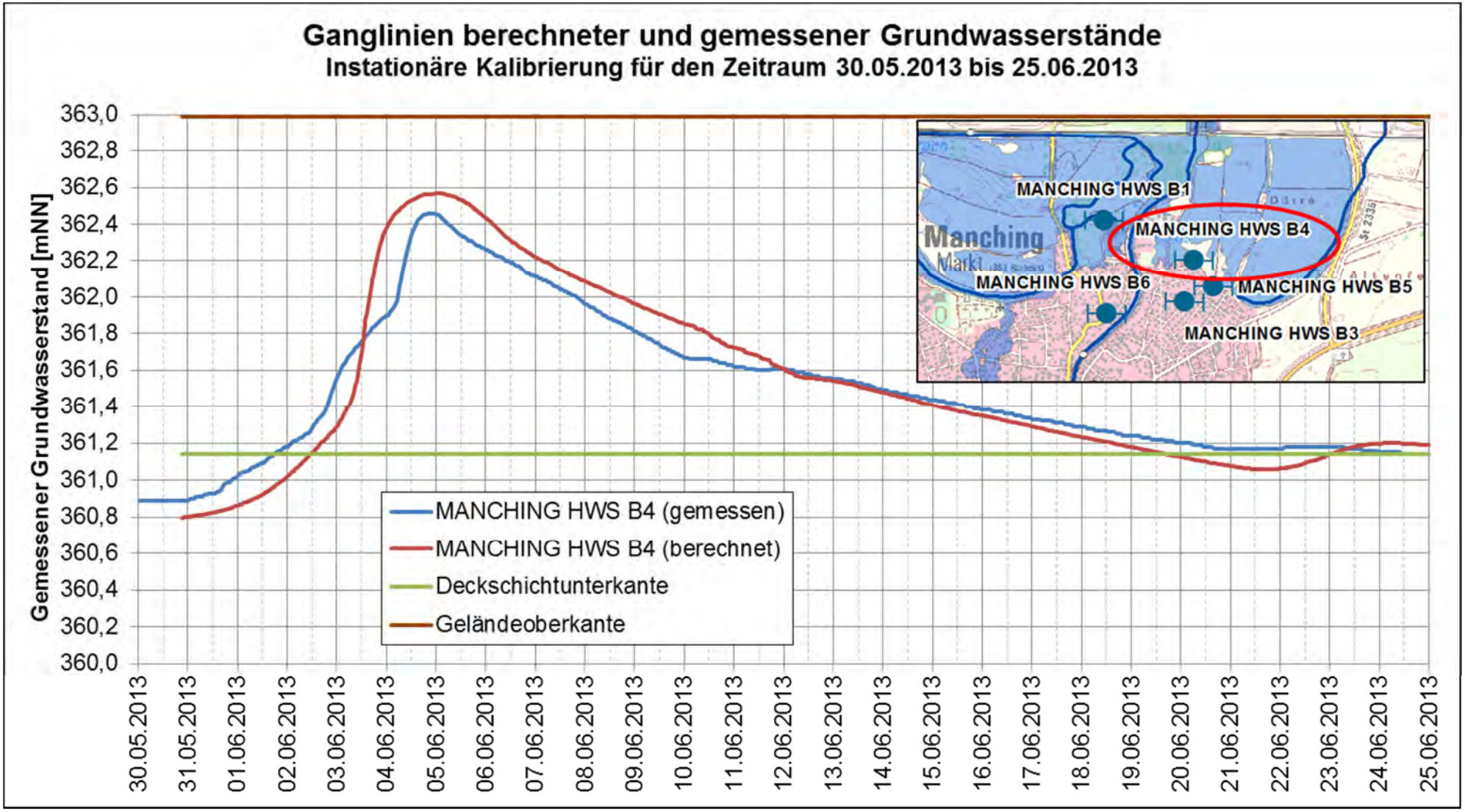
Instationäre Kalibrierung – Hochwasser Juni 2013

– Ausgewählte Ganglinien / Westlich geplanter Polder bis Manching



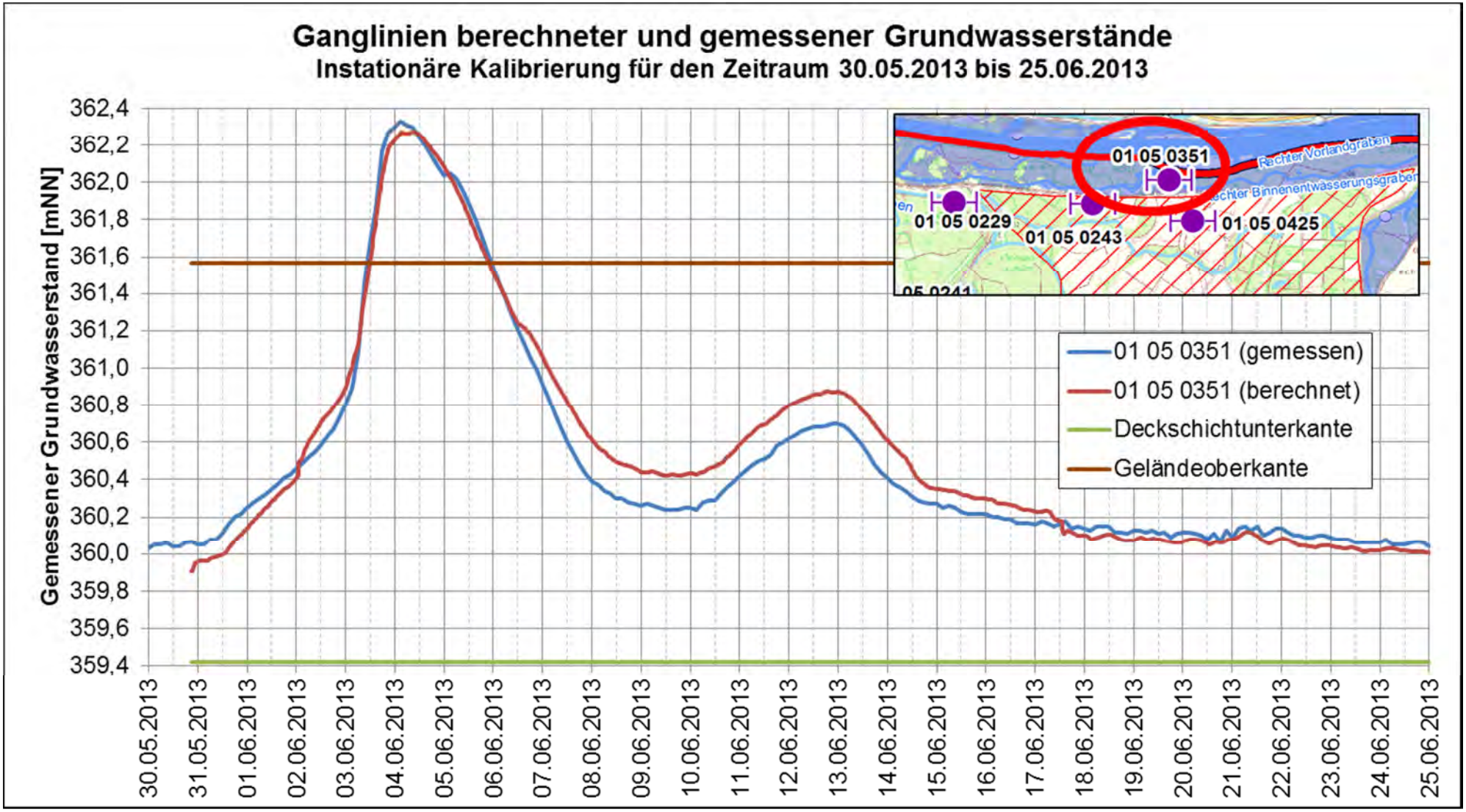
Instationäre Kalibrierung – Hochwasser Juni 2013

– Ausgewählte Ganglinien / Westlich geplanter Polder bis Manching



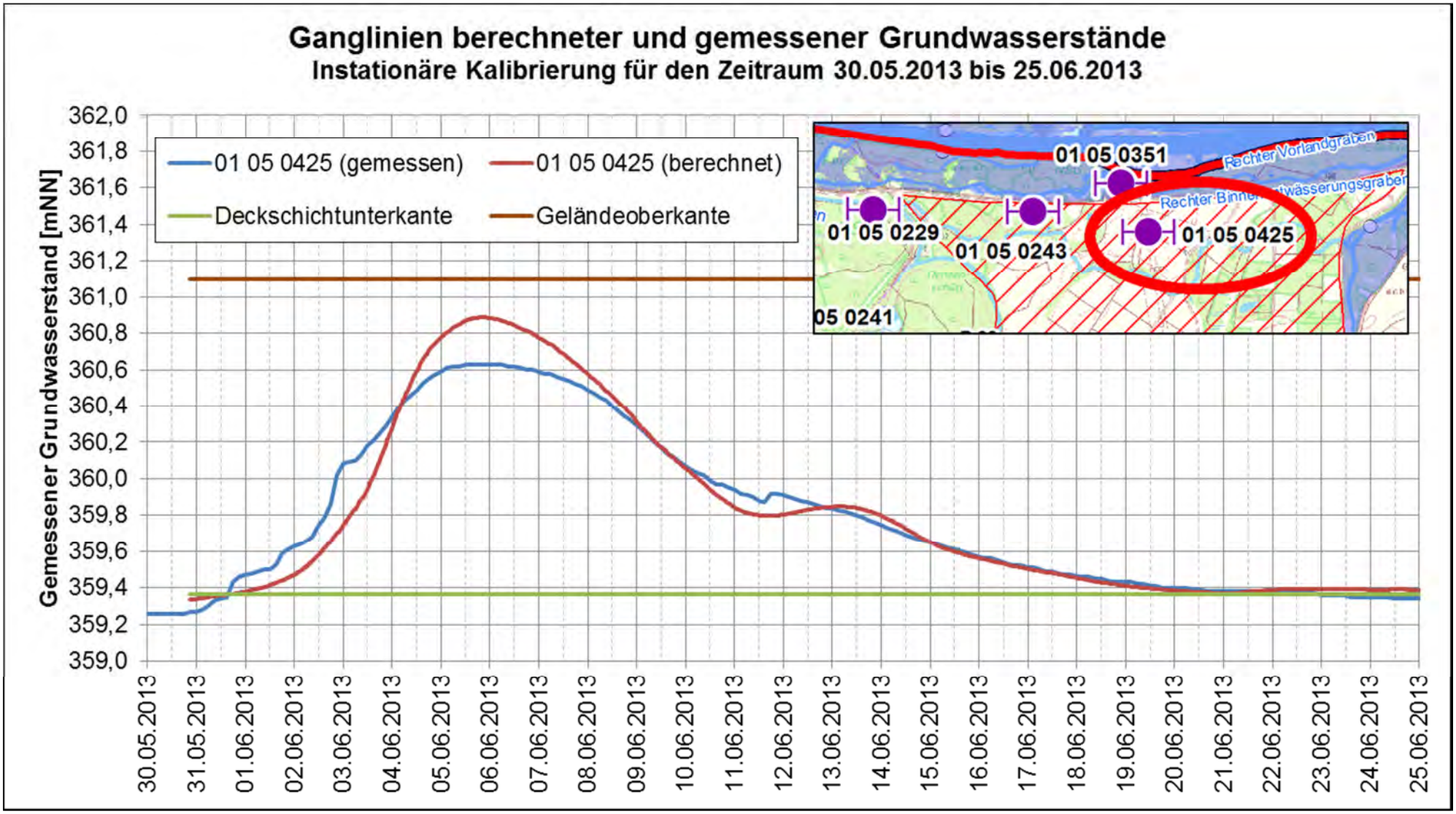
Instationäre Kalibrierung – Hochwasser Juni 2013

– Ausgewählte Ganglinien / Bereich geplanter Polder



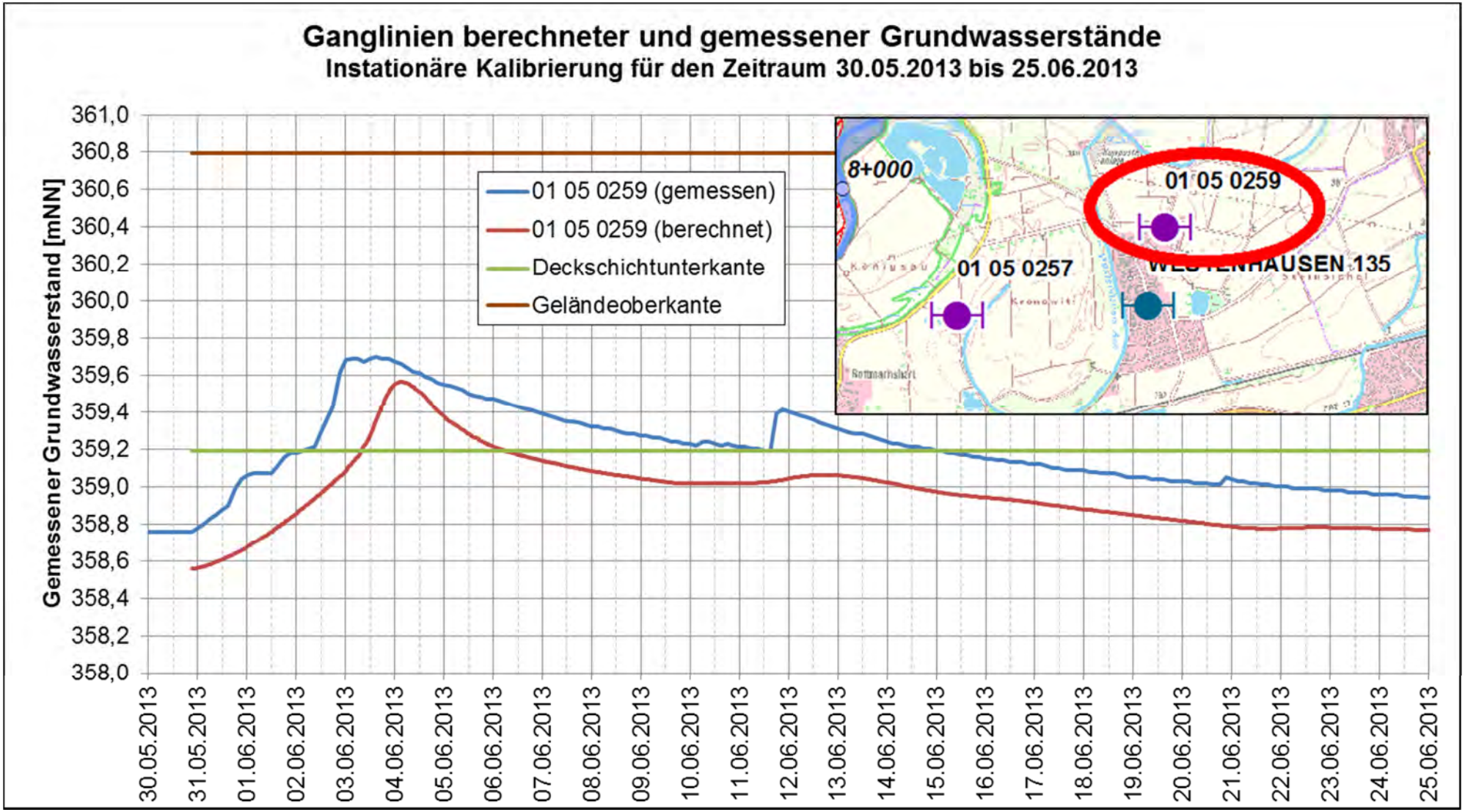
Instationäre Kalibrierung – Hochwasser Juni 2013

– Ausgewählte Ganglinien / Bereich geplanter Polder



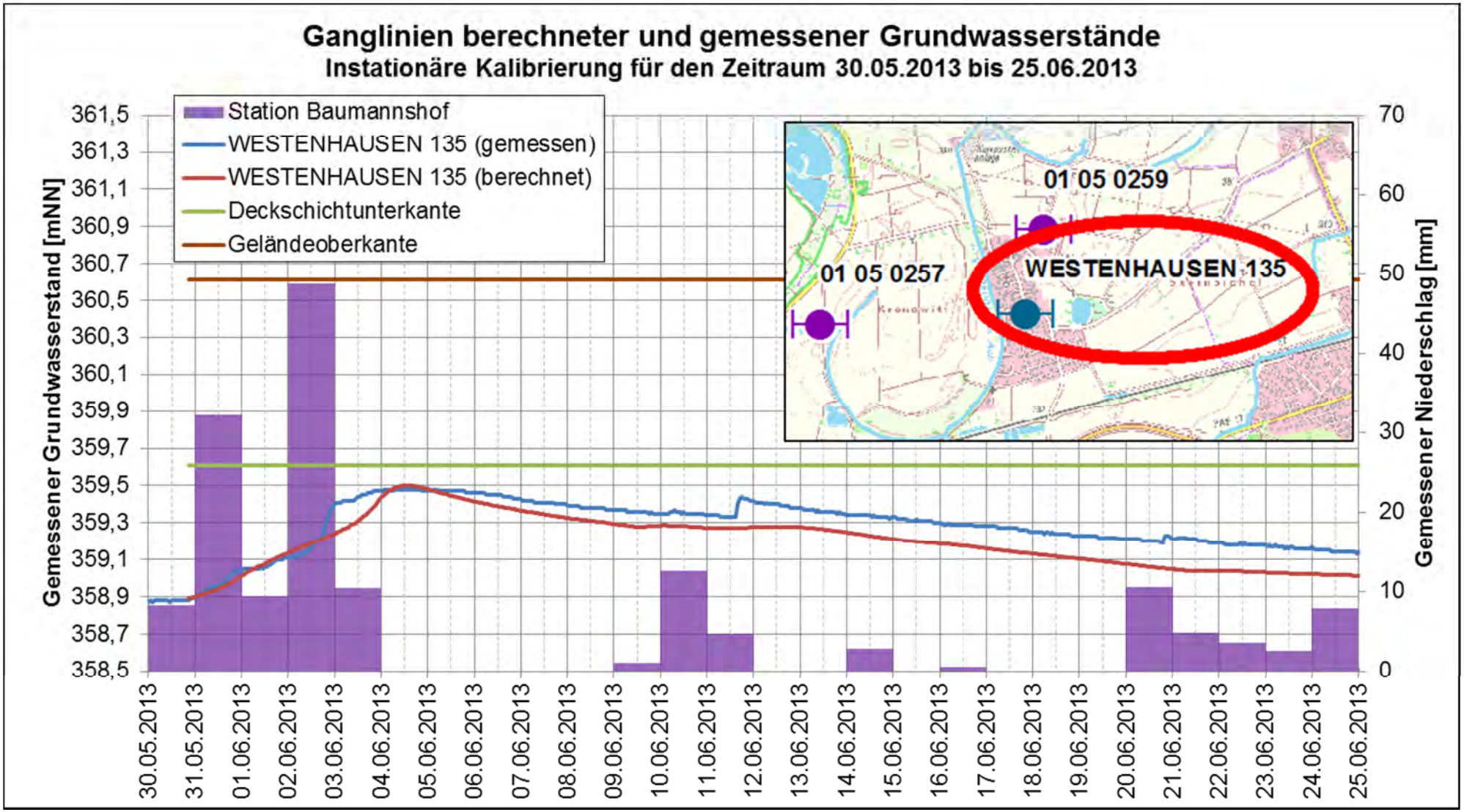
Instationäre Kalibrierung – Hochwasser Juni 2013

– Ausgewählte Ganglinien / Östlich geplanter Polder



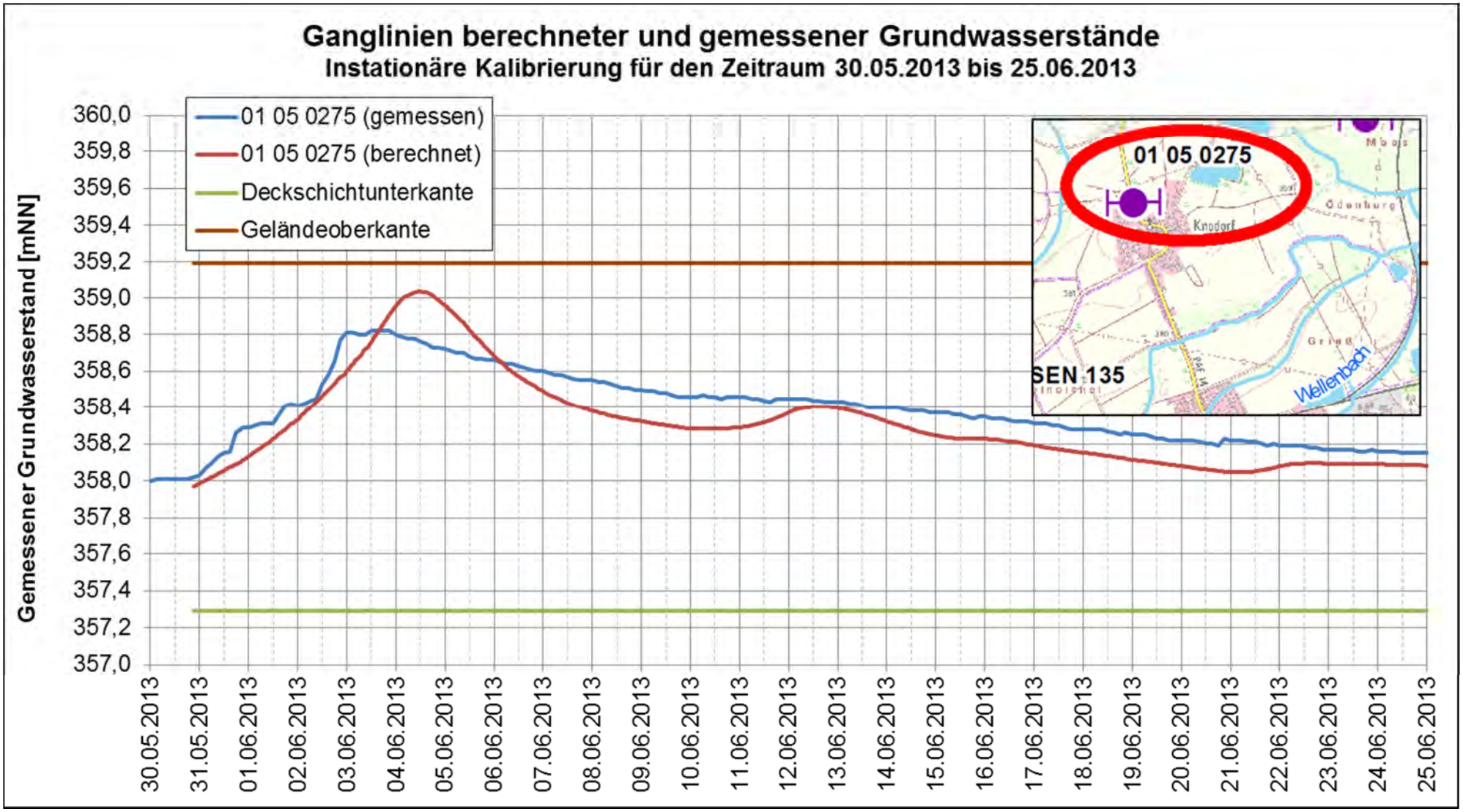
Instationäre Kalibrierung – Hochwasser Juni 2013

– Ausgewählte Ganglinien / Östlich geplanter Polder



Instationäre Kalibrierung – Hochwasser Juni 2013

– Ausgewählte Ganglinien / Östlich geplanter Polder



Teil 2: Aufbau und Kalibrierung Grundwassermodell

- Instationäre Kalibrierung HW 2013

- Insgesamt gute Wiedergabe der gemessenen Grundwasserstände durch die instationäre Kalibrierung.
- Dies betrifft insbesondere die Dynamik der gemessenen Grundwasserstände in den verschiedenen Phasen (Anstieg/Rückgang) während des HW2013.
- Technische Regel DVGW Arbeitsblatt W 107 (A) „*Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungsgebieten*“:
  - *„Die Qualität einer instationären Kalibrierung zeichnet sich durch die Erfassung der natürlichen Dynamik und insbesondere der Unterschiede in der Dynamik aus.“*
  - *„Eine gegenüber der stationären Kalibrierung verbesserte Nachbildung der Absoluthöhen ist von untergeordneter Bedeutung.“*

Teil 2: Aufbau und Kalibrierung Grundwassermodell - Ausblick

- Teil 1 - Fortschreibung HGM: Fertigstellung im April 2017
- Teil 2 (Kalibrierung): Fertigstellung im April 2017
- Nach Freigabe durch WWA/LfU liegt ein prognosefähiges Instrument vor
- Erarbeitung *„Sondermessnetz Polder Großmehring“*
- Teil 3: Einsatz für die Planungsberechnungen (HQ100 Bezug/Planung, …)

Übersicht

Teil 1: Hydrogeologisches Modell (HGM)

Teil 2: Aufbau und Kalibrierung numerisches Grundwassermodell

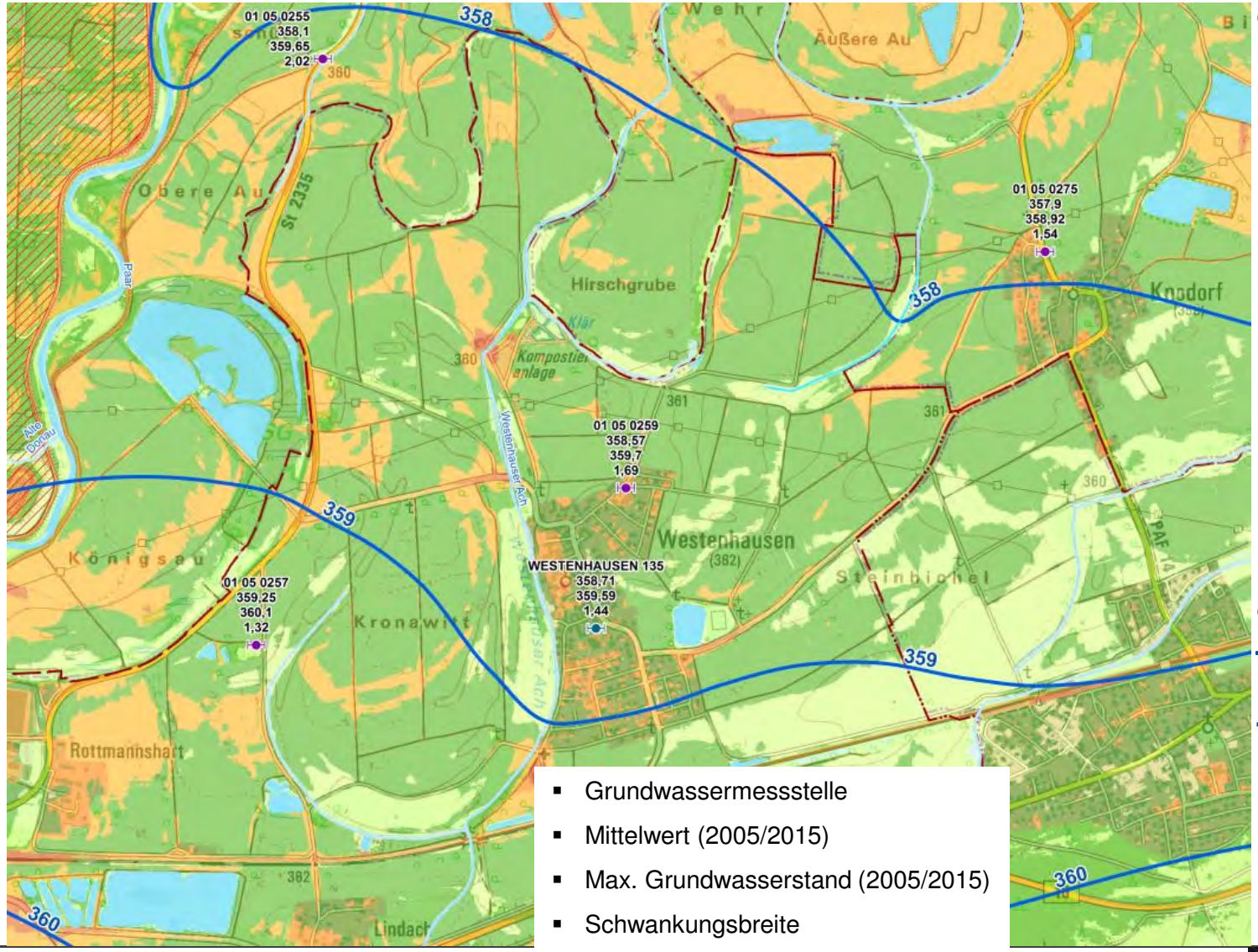
Fragen / Diskussion

Ihre Fragen an uns !

Unsere Fragen
an den Runden Tisch.

Gemessene Grundwasserstände

- Bereich Westenhausen / Knodorf



- Grundwassermessstelle
- Mittelwert (2005/2015)
- Max. Grundwasserstand (2005/2015)
- Schwankungsbreite

Grundwassermessstellen

- Uniper Kraftwerke GmbH
- Freistaat Bayern - Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt
- Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR (INKB)
- Radmer Kies GmbH & Co. KG
- Staatl. Bauamt Ingolstadt/BwDLZ

Pegelmessstellen

- Amtlicher Registrierpegel, Wasserstandsmessung mit Abfluss
- Amtlicher Registrierpegel, Wasserstandsmessung ohne Abfluss
- Pegel UNIPER (Datenlogger)
- Pegel Radmer

Grundwassergleichen

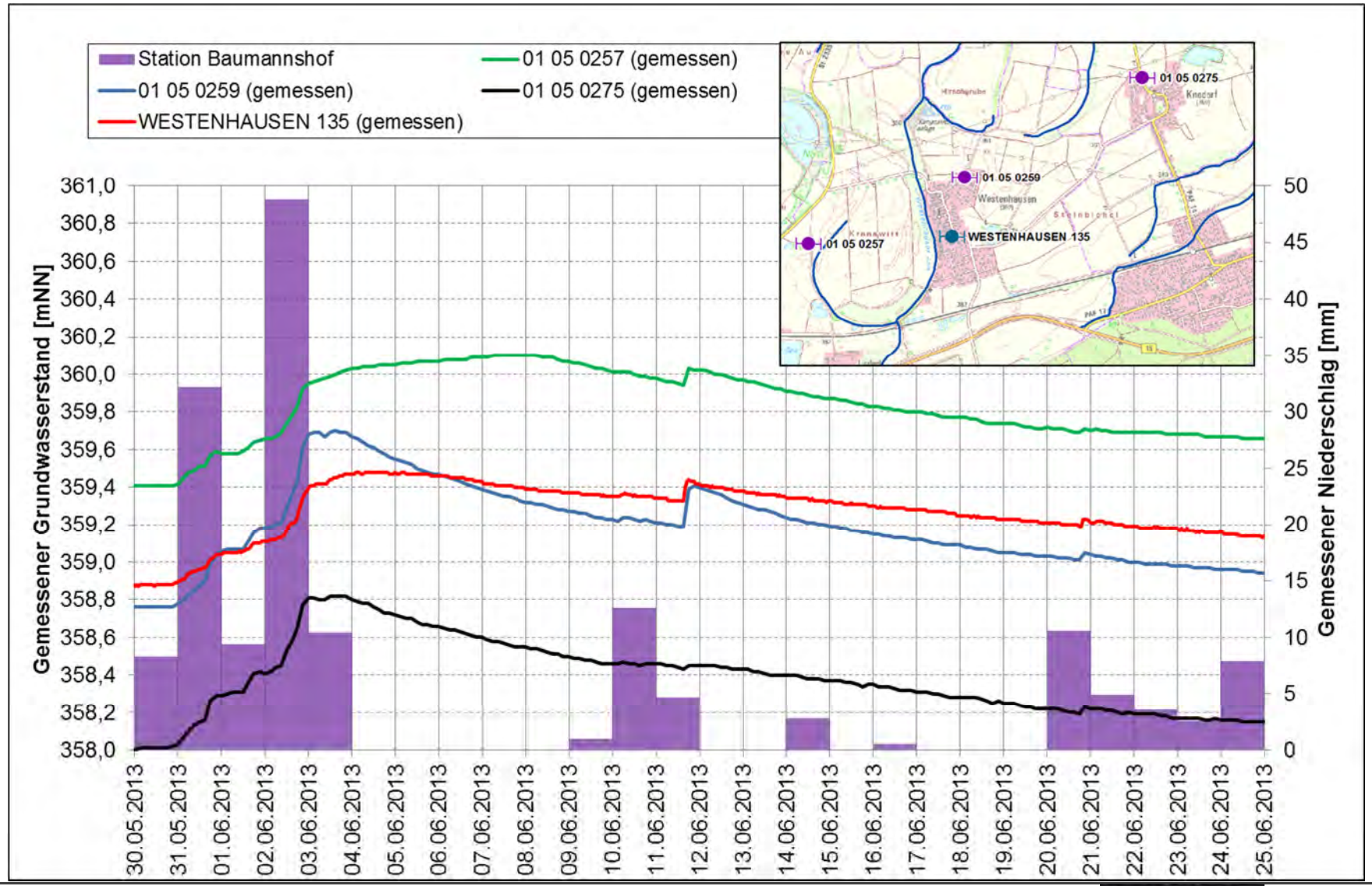
- Mittel WWJ 2005/2015
- Mittel WWJ 2005/2015 - Grundwassergleichen aus HK100 (nur zur Orientierung)

Abgeleitete Flurabstandsbereiche [m]

- -1,0 bis -0,0
- 0,0 bis 1,0
- 1,0 bis 2,0
- 2,0 bis 3,0
- > 3,0

Hochwasser Juni 2013

– Gemessene Ganglinien / Bereich Westenhausen - Knodorf



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Flutpolder Großmehring

- Grundwassermodell: Zwischenergebnisse

3. Runder Tisch am 30.03.2017

Quelle: WWA Ingolstadt

BCE
BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt

TÜVRheinland ZERTIFIZIERT
Management System ISO 9001:2008

EMAS