

	<p align="center">SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 und Nr. 5a –</p>	 
	<p align="center">Abschnitt D2 Nittenau bis Pfatter</p> <p align="center">Unterlagen gemäß § 21 NABEG</p>	<p>Das Vorhaben Nr. 5 im SuedOstLink ist von der Europäischen Union gefördert; sie haftet nicht für die Inhalte.</p>  <p>Kofinanziert von der Fazilität „Connecting Europe“ der Europäischen Union</p>
<p align="center">Anlage K3.1.R.8 Hydrogeologische Modellierung Grundwasser</p>		

00	29.06.2023	Unterlage gemäß § 21 NABEG	Jan Bockholt	Michaela Pohle	TenneT M. Schafhirt
Rev.	Datum	Ausgabe	Erstellt	Geprüft	Freigegeben

Festgestellt nach §24 NABEG
Bonn, den

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
1.	VERANLASSUNG, AUFGABENSTELLUNG	8
2.	HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE, HYDROGEOLOGISCHES MODELL	11
2.1	Untergrundaufbau, GwLeiter, geohydraulische Kennwerte	11
2.2	GwStände, GwSpiegelschwankungen	16
2.3	GwStrömungsverhältnisse	18
2.4	Vorgaben und Ansätze für das numerische GwStrömungsmodell	19
3.	VORGABEN FÜR DAS NUMERISCHE GRUNDWASSERMODELL	22
3.1	Modellkonzept	22
3.2	Modellerstellung und Modellkalibrierung	24
4.	MODELLANWENDUNG – BERECHNUNG DES WASSERANDRANGS UND DER ABSENKUNG BEI BAUWASSERHALTUNGSMAßNAHMEN, ABSCHNITT D2	25
4.1	Bautechnische Vorgaben für die geohydraulischen Berechnungen	25
4.2	Ansätze für die geohydraulischen Berechnungen und Darstellung der Ergebnisse	25
4.3	Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse der geohydraulischen Berechnungen	27
5.	HINWEISE FÜR DIE BAUWASSERHALTUNG IM GRUNDWASSERBEREICH	29
➤	Tabellenverzeichnis	
Tabelle 2-1:	k_f -Werte des Quartäraquifers ermittelt aus Pumpversuchsdaten (aus /1/)	12
Tabelle 3-1:	Konzept für das „GwModell Donautal bei Wiesent-Geisling“	22
Tabelle 4-1:	Geohydraulische Berechnungen zur Bauwasserhaltung im Abschnitt D2 – Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse	27
➤	Abbildungsverzeichnis	
Abbildung 1-1:	SOL-Abschnitt D2 zwischen Wiesent und Donau (unmaßstäbliche Darstellung)	9
Abbildung 1-2:	SOL-Abschnitt D3a im Donautal bei Geisling (unmaßstäbliche Darstellung)	10
Abbildung 2-1:	Geologischer Profilschnitt bei Wörth/Wiesent – Geisling (aus /1/; unmaßstäbliche Darstellung)	11
Abbildung 2-2:	Lage der GwMessstellen gemäß Tabelle 2-1 an den Pumpversuche durchgeführt wurden (aus /1/; unmaßstäbliche Darstellung)	12
Abbildung 2-3:	k_f -Wert-Verteilung im Quartäraquifer nach /2/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)	13
Abbildung 2-4:	Einstau der Deckschichten bei NW-Bedingungen nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)	14
Abbildung 2-5:	Einstau der Deckschichten bei HW-Bedingungen nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)	14
Abbildung 2-6:	Interpolierte Unterkante der Deckschichten nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)	15
Abbildung 2-7:	Quartärbasis nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)	16
Abbildung 2-8:	GwGanglinie von der GwMessstelle 36, Zeitraum 11.01.2017 bis 16.04.2021	17
Abbildung 2-9:	Lageplan mit GwMessstellen nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)	18

Abbildung 2-10: Verlauf und Baujahr der Dichtwände im Modellgebiet oberhalb der Staufstufe Geisling nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)	19
Abbildung 2-11: Leakage-Randbedingungen und -Werte nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)	20
Abbildung 2-12: Brunnen Wiesent I bis III und Giffa nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung)	21
Abbildung 4-1: Berechnungsbeispiel – Reichweite der GwAbsenkung gegen Ende von zwei 30-tägigen Bauwasserhaltungsphasen	27
Abbildung 5-1: Abgeschätzte Trassenabschnitte mit unterschiedlichen GwAndrangsraten ($l/s \cdot m$)	29

II. Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Übersichtslegepläne

- Anlage 1.1 GwGleichenplan für NW-Zustand am 29.10.2009 (aus /2/), M 1:50.000
- Anlage 1.2 Topografische Karte mit Verlauf der Vorzugstrasse, M 1:25.000
- Anlage 1.2.1 Abschnitt D2
- Anlage 1.2.2 Abschnitt D3a

Anlage 2 Hydrogeologische Profilschnitte

- Anlage 2.1 SOL-Abschnitt D2, Bereich Wiesent – Donau, M 1:20.000 / 1:500
- Anlage 2.2 SOL-Abschnitt D3a, Bereich Donau - Sengkofen, M 1:25.000 / 1:500

Anlage 3 GwGanglinien und Lageplan der GwMessstellen

- Anlage 3.1 GwStandsmessungen, GwGanglinien
- Anlage 3.1.1 Lageplan mit GwMessstellen, M 1:50.000
- Anlage 3.1.2 GwGanglinien von Quartär-Messstellen, Zeitraum 2017 bis 09/2021
- Anlage 3.2 Ganglinien der Staustufe Geisling – Oberwasser (OP) und Unterwasser (UP)

Anlage 4 Numerisches GwStrömungsmodell – Modellerstellung und -kalibrierung

- Anlage 4.1 Modellbericht
- Anlage 4.2 Lagepläne mit Modellgebiet und Randbedingungen, M 1:50.000
 - Anlage 4.2.1 Geologische Karte
 - Anlage 4.2.2 Topografische Karte
- Anlage 4.3 Lageplan mit Modellgebiet, Diskretisierung und Randbedingungen, M 1:50.000
- Anlage 4.4 Darstellung der Modellschichten, M 1:50.000
 - Anlage 4.4.1 Darstellung der Basis der Deckschicht
 - Anlage 4.4.2 Darstellung der Quartärbasis
 - Anlage 4.4.3 Darstellung der Tertiärbasis
- Anlage 4.5 Darstellung des GwNeubildungsansatzes
 - Anlage 4.5.1 Darstellung des GwNeubildungsansatzes gemäß LfU, M 1:50.000
 - Anlage 4.5.2 Darstellung der angesetzten GwNeubildungswerte, M 1:50.000
 - Anlage 4.5.3 Darstellung der Landnutzung, M 1:50.000
- Anlage 4.6 Ergebnisse der stationären Kalibrierung
 - Anlage 4.6.1 Vergleich gemessener und berechneter GwStände
 - Anlage 4.6.2 Darstellung der berechneten GwGleichen (stationärer Kalibrierungszustand)
- Anlage 4.7 Darstellung der resultierenden Durchlässigkeitsbeiwerte und Leakage-Werte, M 1:50.000
 - Anlage 4.7.1 Darstellung der resultierenden Durchlässigkeitsbeiwerte – horizontale k_f -Werte in den Deckschichten

-
- Anlage 4.7.2 Darstellung der resultierenden Durchlässigkeitsbeiwerte – horizontale k_f -Werte in den quartären Kiesen
- Anlage 4.7.3 Darstellung der resultierenden Leakage-Werte der Vorfluter
- Anlage 4.8 Darstellungen zur instationären Modellkalibrierung
- Anlage 4.8.1 Ansatz der zeitlich variablen GwNeubildung im Kalibrierungszeitraum
- Anlage 4.8.2 Vergleich gemessener und berechneter GwGanglinien
- Anlage 4.8.3 Vergleich gemessener und berechneter Förderdaten der Schöpfwerke

Anlage 5 Numerisches GwStrömungsmodell – Modellanwendung, SOL-Abschnitt D2

- Anlage 5.1 **Szenario 1a** – Zeitgleicher Ansatz der Bauwasserhaltung an Start- und Zielgruben für folgende Querungen (von N nach S): Querung Moosgraben – Querung BAB3 – Querung des Grabens SW' von Giffa – Querung W' von Seppenhäuser – Querung des Geislinger Mühlbach
- Anlage 5.2 **Szenario 1b** – Zeitgleicher Ansatz der Bauwasserhaltung an Start- und Zielgruben für folgende Querungen (von N nach S): Querung W' Lohewiesen – Querung des Wegs S' der BAB3 – Querung der Donau – Querung des Alten Lohgrabens E' von Geisling
- Anlage 5.3 **Szenario 2a** – Zeitgleicher Ansatz der Bauwasserhaltung entlang folgender Bauabschnitte (von N nach S): Abschnitt zwischen Querung des Moosgrabens und Querung W' Lohewiesen – Abschnitt zwischen der Querung der BAB3 und des Wegs S' der BAB3 – Mittlerer Abschnitt zwischen der Querung des Wegs S' der BAB3 und der Querung des Grabens SW' von Giffa – Querung W' von Seppenhäuser – Abschnitt zwischen der Querung des Grabens SW' von Giffa und der Querung der Donau – Abschnitt zwischen der Querung der Donau und der Querung W' von Seppenhäuser – Abschnitt zwischen der Querung des Alten Lohgrabens E' von Geisling und der Querung des Geislinger Mühlbachs
- Anlage 5.4 **Szenario 2b** – Zeitgleicher Ansatz der Bauwasserhaltung an Start- und Zielgruben für folgende Querungen (von N nach S): Querung Moosgraben - Querung W' Lohewiesen – Querung BAB3 - – Querung des Wegs S' der BAB3 und Zeitgleicher Ansatz der Bauwasserhaltung entlang folgender Bauabschnitte (von N nach S): Abschnitt zwischen Querung des Moosgrabens und Querung W' Lohewiesen und der Querung BAB3 - Abschnitt zwischen der Querung der BAB3 und des Wegs S' der BAB3 - Abschnitt zwischen der Querung des Wegs S' der BAB3 und der Querung des Grabens SW' von Giffa
- Zeitgleicher Ansatz der Bauwasserhaltung entlang folgender Bauabschnitte (von N nach S): Abschnitt zwischen Querung W' von Seppenhäuser und der Querung des Alten Lohgrabens E' von Geisling

III. Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- /1/ Grundwassermodell Flutpolder Eltheim und Wörthhof – Hydrogeologisches Modell, Modellkonzepte
ARGE Simultec-tewag, Zürich-Regensburg, April / Oktober 2017
- /2/ Grundwassermodell Flutpolder Eltheim und Wörthhof – Modellaufbau, Kalibrierung und Validierung
ARGE Simultec-tewag, Zürich-Regensburg, November 2017
- /3/ Grundwassermodell Flutpolder Eltheim und Wörthhof – Modelleinsatz
ARGE Simultec-tewag, Zürich-Regensburg, Oktober 2018
- /4/ Vorab-Berechnungen zum möglichen GwAndrang bei Bauwasserhaltungen im Abschnitt D3a
HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH (PNr. 18038/1), Gießen, 16.04.2021

IV. Verzeichnis verwendeter Abkürzungen

BAB	Bundesautobahn
BGHU	Baugrundhauptuntersuchung
DGM	Digitales Geländemodell
GOK	Geländeoberkante
Gw...	Grundwasser...
HG	HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH
HW	Hochwasser
k_f -Wert	Durchlässigkeitsbeiwert
LfU	Landesamt für Umwelt
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
m ü. NHN	Meter über Normalhöhennull
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz
NW	Niedrigwasser
N, E, S, W	Himmelsrichtungen
OSM	Obere Süßwassermolasse
OP	Oberwasser
RB	Randbedingung
SOL	SuedOstLink
TK	Topografische Karte
Tw...	Trinkwasser...
UK	Unterkante
UP	Unterwasser
VT	Vorzugstrasse
WWA	Wasserwirtschaftsamt

1. Veranlassung, Aufgabenstellung

Der SuedOstLink – Regelzone TenneT – verläuft in den Abschnitten D2 südlich von Wiesent und im Abschnitt D3a bei Geisling im Donautal, und bei Pfatter ist die Unterquerung der Donau geplant.

In diesem Bereich ist mit flurnahem Grundwasser zu rechnen, wobei die hoch durchlässigen Kiese (Terrassenkiese) des Donautals den maßgeblichen GwLeiter darstellen. Wie erste geohydraulische Berechnungen im April 2021 gezeigt haben /4/, kann es bei eventuell notwendigen GwHaltungsmaßnahmen beim Bau des SOL zu erheblichen GwAndrangsraten bei großen Absenkungsreichweiten kommen.

Im Planungsabschnitt D3a bei Geisling ist mit starken Eingriffen ins Grundwasser zu rechnen. Nördlich der Donau, im Abschnitt D2 südlich von Wiesent ist ebenfalls mit erheblichen Eingriffen ins Grundwasser zu rechnen, etwa bei Unterfahrung der BAB3 und bei der Unterquerung der Donau.

Aufgrund dieser Gegebenheiten ist es für die weitere Planung wichtig, die jeweils notwendigen Eingriffe ins Grundwasser in den Abschnitten D2 und D3a zu quantifizieren, resp. die notwendigen GwHaltungsmaßnahmen beim Bau des SOL in diesem Bereich zu optimieren. Hierbei sind auch die Möglichkeiten einer Wiedereinleitung des Grundwassers aus der Bauwasserhaltung über Schluckbrunnen in den Untergrund und/oder die Einleitung in Baggerseen zu prüfen. Aufgrund der erwartbaren Komplexität der geohydraulischen Zusammenhänge erfordert dies die Erstellung und Anwendung eines instationären GwStrömungsmodells für den relevanten Quartär-GwLeiter im Donautal.

Aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten und der geohydraulischen Randbedingungen ist – zumindest für die Modellerstellung und -kalibrierung – ein gemeinsames GwStrömungsmodell der SOL-Abschnitte D2 und D3a notwendig. Diese GwModellierung, einschließlich der hydrogeologischen Vorarbeiten, wurde wie folgt durchgeführt:

- Ortsbegehung zur Erfassung der örtlichen Gegebenheiten und Erhebung der modellrelevanten Daten bei den Behörden. I. W. waren dies die Daten aus der Flutpolder-Modellierung Eltheim und Wörthhof /1/ bis /3/, soweit sie beim WWA Regensburg verfügbar sind, sowie veröffentlichte GwStanddaten.
- Ausarbeitung eines hydrogeologischen Modells auf Basis der bei Behörden verfügbaren Daten (s. o.) und den Ergebnissen aus der BGHU (inkl. der hierzu notwendigen Erstellung von Profilschnitten und GwGleichenplänen), und eines darauf basierenden Konzeptes für die numerische GwStrömungsmodellierung.
- Erstellung und stationäre/instationäre Kalibrierung des numerischen GwStrömungsmodells für den quartären GwLeiter im Donautal bei Wörth und Geisling bzw. zwischen Wiesent und Sengkofen.
- Anwendung des kalibrierten GwStrömungsmodells (stationär oder instationär) zur Untersuchung folgender Maßnahmen in Abstimmung mit der ARGE T (Planer GwHaltung) und/oder ifuplan in den SOL-Abschnitten D2 und D3a:
 - Berechnung der möglichen Absenkungsreichweiten und Ableitungsraten bei GwHaltungsmaßnahmen
 - Untersuchung der Möglichkeiten der Wiederversickerung von Grundwasser aus Bauwasserhaltung (GwHaltung) über Rigolen/Schluckbrunnen sowie die Einleitung von Grundwasser aus Bauwasserhaltung (GwHaltung) in die örtlichen Baggerseen und/oder Gräben.
- Darstellung und Bewertung der Ergebnisse in abschließenden Gutachten (Modellberichte) für die SOL-Abschnitte D2 bzw. D3a, inkl. Empfehlungen zu möglichen Maßnahmen im GwBereich sowie zu GwMonitoring bzw. Beweissicherung bei Bau und Betrieb des SOL in den Abschnitten D2 bzw. D3a.

Der vorliegende Bericht enthält die Modellergebnisse für den SOL-Abschnitt D2.

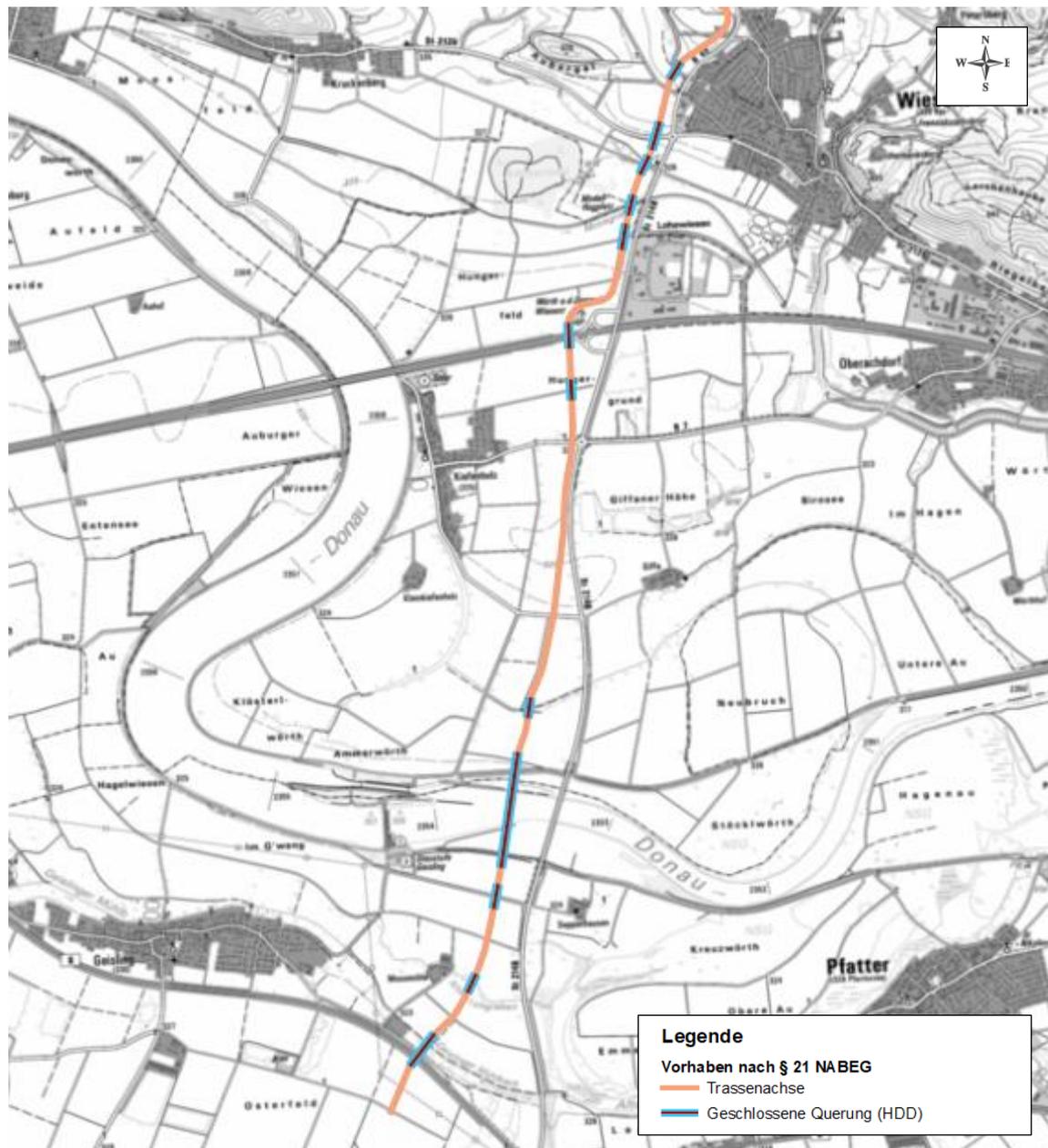


Abbildung 1-1: SOL-Abschnitt D2 zwischen Wiesent und Donau (unmaßstäbliche Darstellung)

Die folgende Abbildung zeigt den südlich anschließenden SOL-Abschnitt D3a.

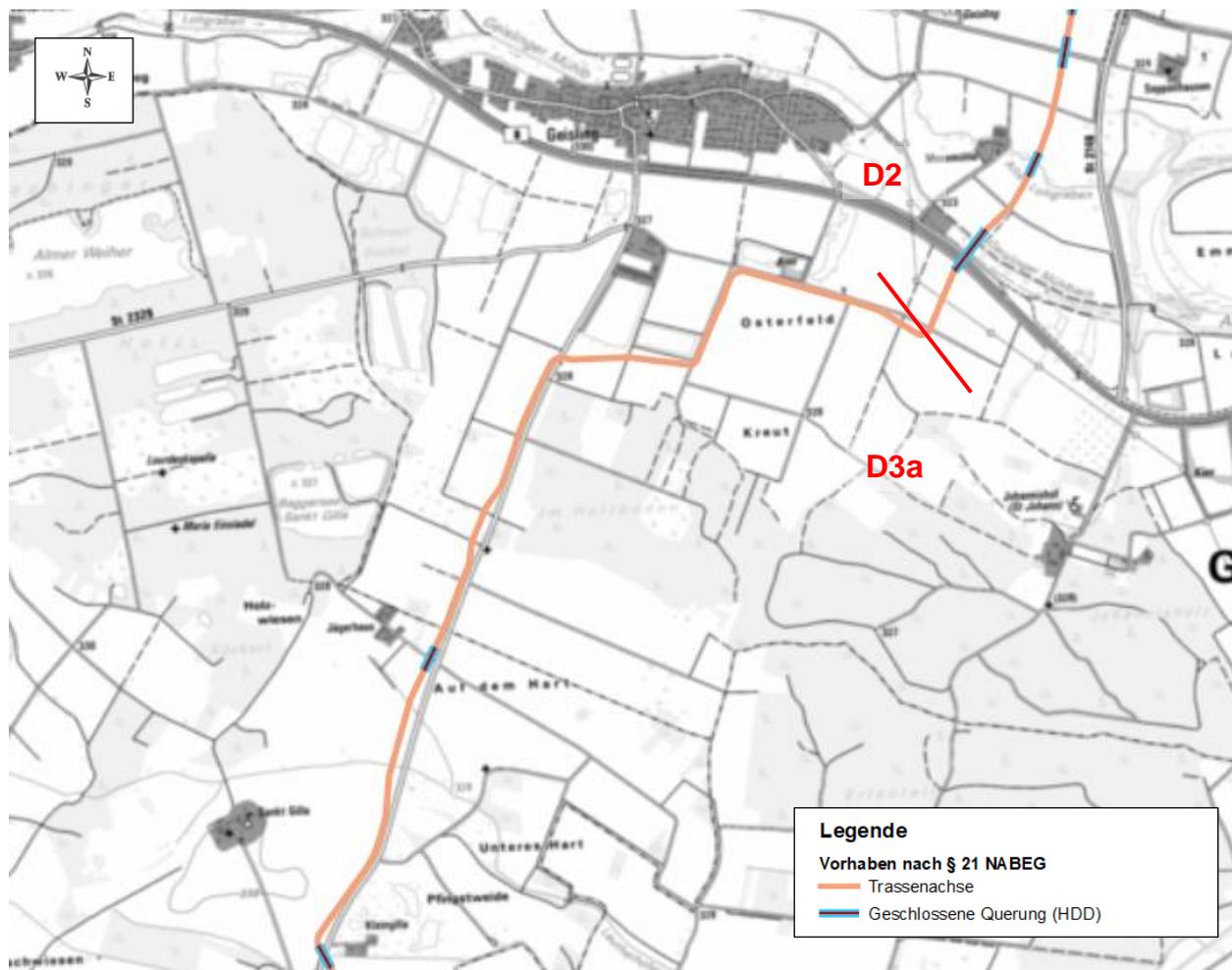


Abbildung 1-2: SOL-Abschnitt D3a im Donautal bei Geisling (unmaßstäbliche Darstellung)

2. Hydrogeologische Verhältnisse, hydrogeologisches Modell

2.1 Untergrundaufbau, GwLeiter, geohydraulische Kennwerte

Das Modellgebiet, das innerhalb des Donautals liegt, wird von Flussschotter- und Auenablagerungen gebildet (Holozän, Quartär). In etwa 10 Metern Tiefe folgen die sehr schwach durchlässigen, schluffig-feinsandigen Tone der Oberen Süßwassermolasse (OSM; Quartär-Unterlager). Kreide- und Jurasedimente unterlagern die Tertiärschichten. Nahe dem nördlichen Donautal wird das Quartär von Kristallingesteinen unterlagert.

Der folgende Profilschnitt aus /1/ zeigt die geologische Situation im Zentralteil des Modellgebietes zwischen Wörth a.d.Donau/Wiesent und Geisling.

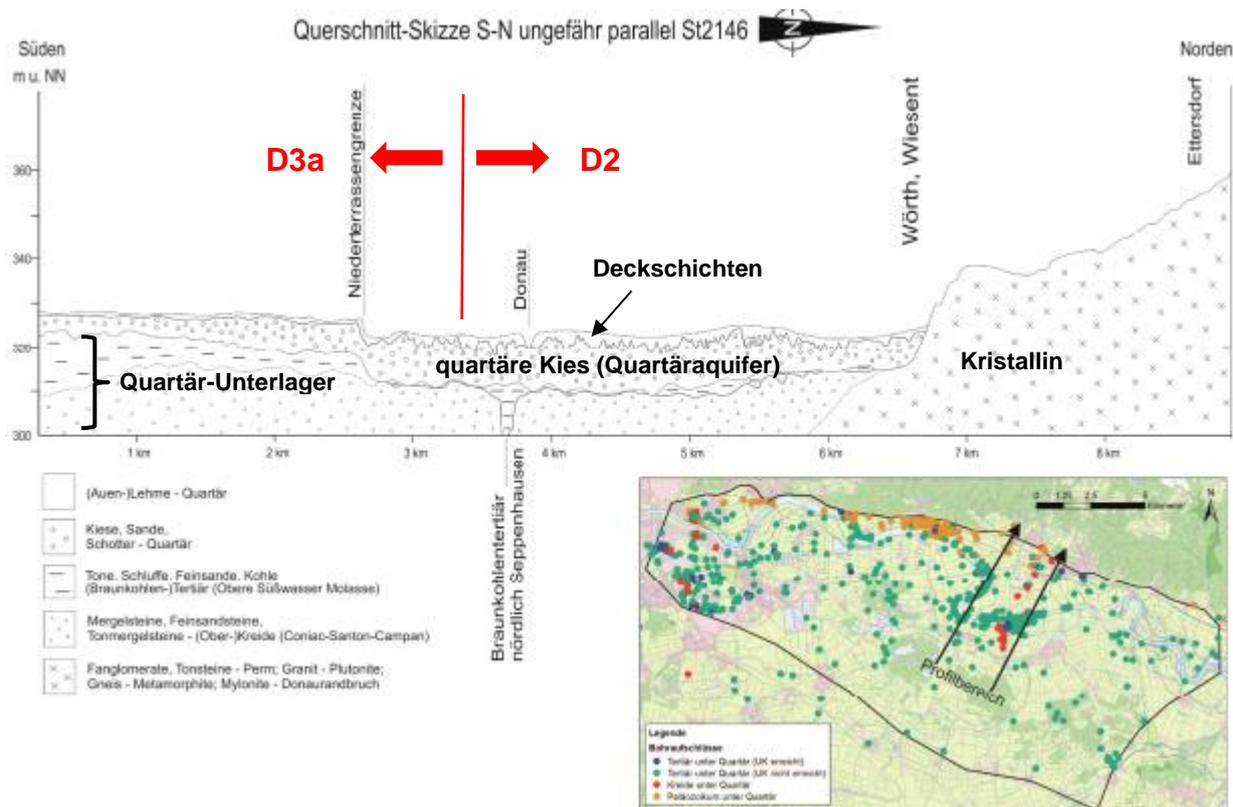


Abbildung 2-1: Geologischer Profilschnitt bei Wörth/Wiesent – Geisling (aus /1/; unmaßstäbliche Darstellung)

Die quartären Kiese, Sande und Schotter bilden den maßgeblichen GwLeiter (= Quartäraquifer) im Donautal resp. im Modellgebiet. An einigen GwMessstellen im zentralen Bereich des Modellgebietes wurden in /1/ Pumpversuche durchgeführt und die im Folgenden genannten Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte [m/s]) ermittelt. Nach den Angaben in /1/ ist der Quartäraquifer bereichsweise durch bis zu mehr als 5 m mächtige, gering durchlässige Deckschichten bereichsweise gespannt. In Bereichen mit geringer Deckschichtenmächtigkeit ist Quartäraquifer und ungespannt, d. h. der GwSpiegel liegt – zumindest bei Nicht-HW-Bedingungen – innerhalb der Kiese.

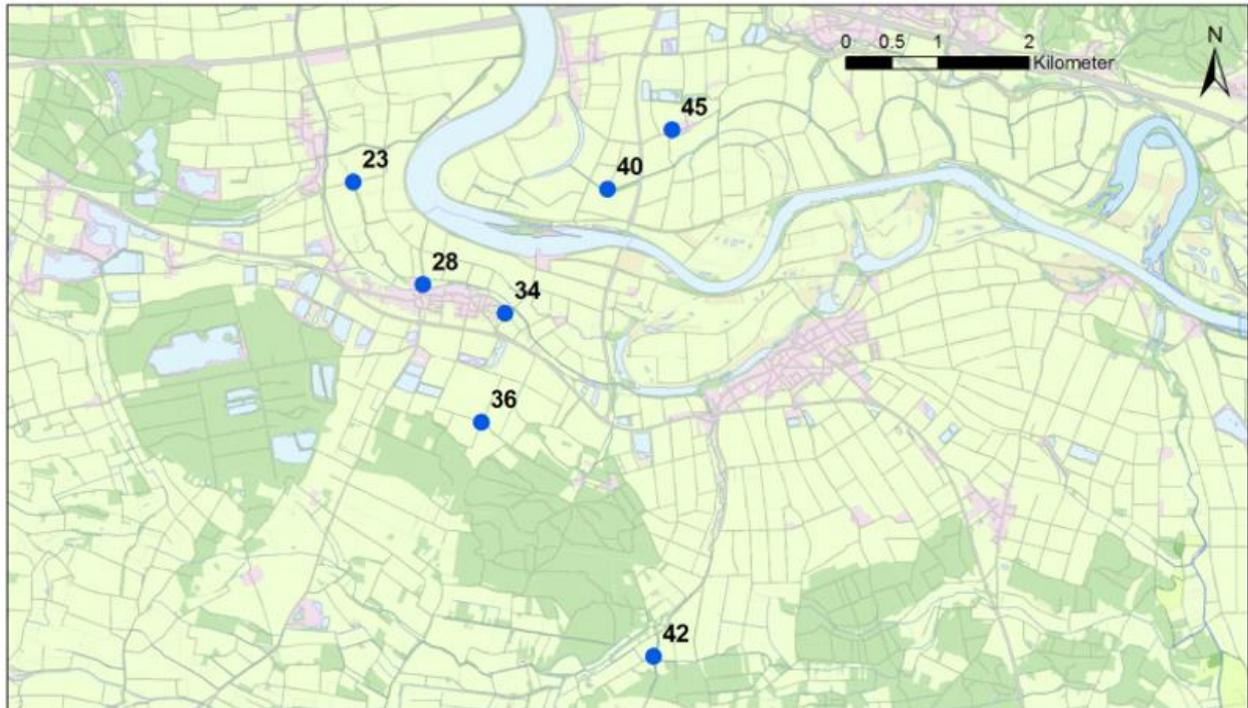


Abbildung 2-2: Lage der GwMesstellen gemäß Tabelle 2-1 an den Pumpversuche durchgeführt wurden (aus /1/; unmaßstäbliche Darstellung)

Tabelle 2-1: k_f -Werte des Quartäraquifers ermittelt aus Pumpversuchsdaten (aus /1/)

Pumpversuch	Durchlässigkeit [m/s]			
	Cooper-Jacob	Cooper-Jacob Steptest	Theis	Theis Steptest
GWM 23	2.1 E-03	2.7 E-03	1.8 E-03	---
GWM 28	1.4 E-03	9.1 E-04	9.0 E-04	6.3 E-04
GWM 34	3.3 E-04	4.1 E-04	3.2 E-04	---
GWM 36	6.1 E-03	3.8 E-03	2.6 E-03	---
GWM 40	2.9 E-04	---	1.9 E-04	---
GWM 42	7.2 E-03	1.9 E-03	2.6 E-03	5.6 E-03
GWM 45	4.8 E-03	2.3 E-03	1.9 E-03	---

Für das vorliegende Modellgebiet wurde in /2/ folgende Verteilung der k_f -Werte innerhalb des Quartäraquifers ermittelt:

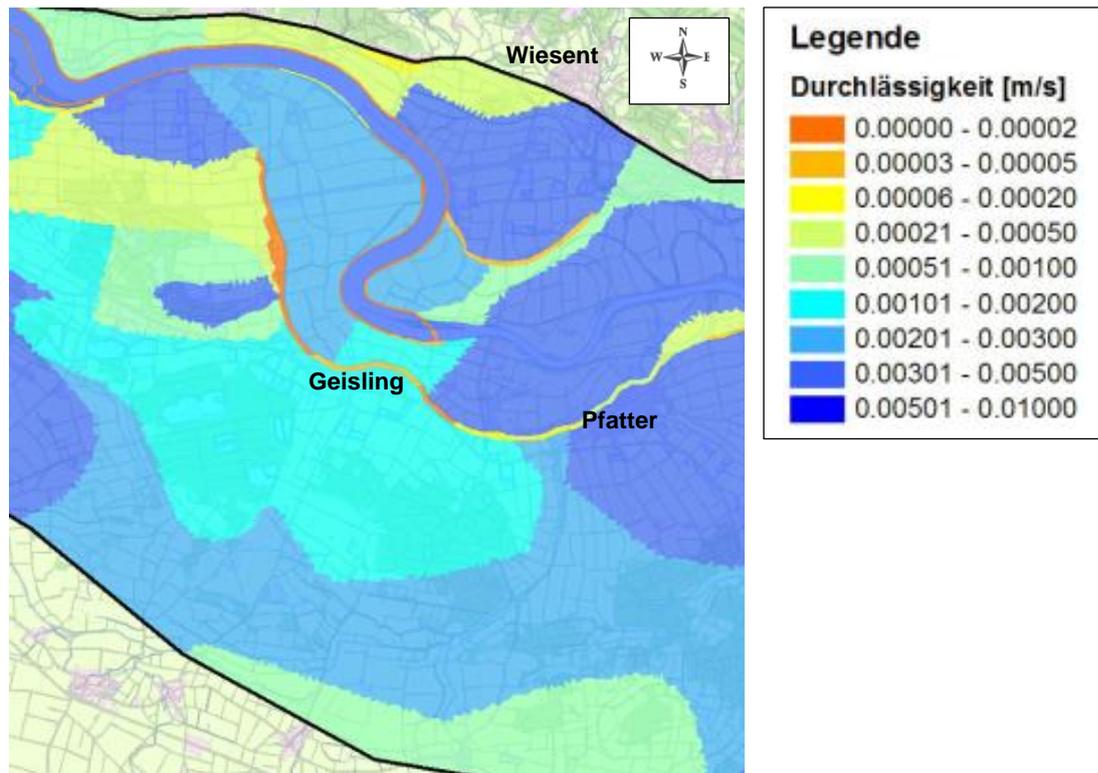


Abbildung 2-3: k_f -Wert-Verteilung im Quartäraquifer nach /2/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)

Die Variationsbreite des effektiven Hohlraumanteils (Nutzprosität n_o) des Quartäraquifers wird in /2/ mit 0,1 bis 0,2 bzw. 10 % bis 20 % angegeben. Der spezifische Speicherkoeffizient (S_s) wird anhand von Literaturangaben mit $1 \cdot 10^{-4}$ (m^{-1}) geschätzt.

Die geohydraulischen Kennwerte der Deckschichten der Kiese werden wie folgt abgeschätzt:

- $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s
- $n_o = 0,05$ bzw. 5 %
- $S_s = 1 \cdot 10^{-3}$ m^{-1}

Die geohydraulischen Kennwerte des Quartär-Unterlagers werden wie folgt abgeschätzt:

- $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s
- $n_o = 0,05$ bzw. 5 %
- $S_s = 1 \cdot 10^{-5}$ m^{-1}

Die folgenden Abbildungen aus /1/ zeigen, wo bei NW- bzw. HW-Bedingungen ein Einstau der Deckschichten erfolgt, also der Quartäraquifer gespannt (bei Einstau der Deckschichten) bzw. ungespannt (keine Einstau der Deckschichten) ist.

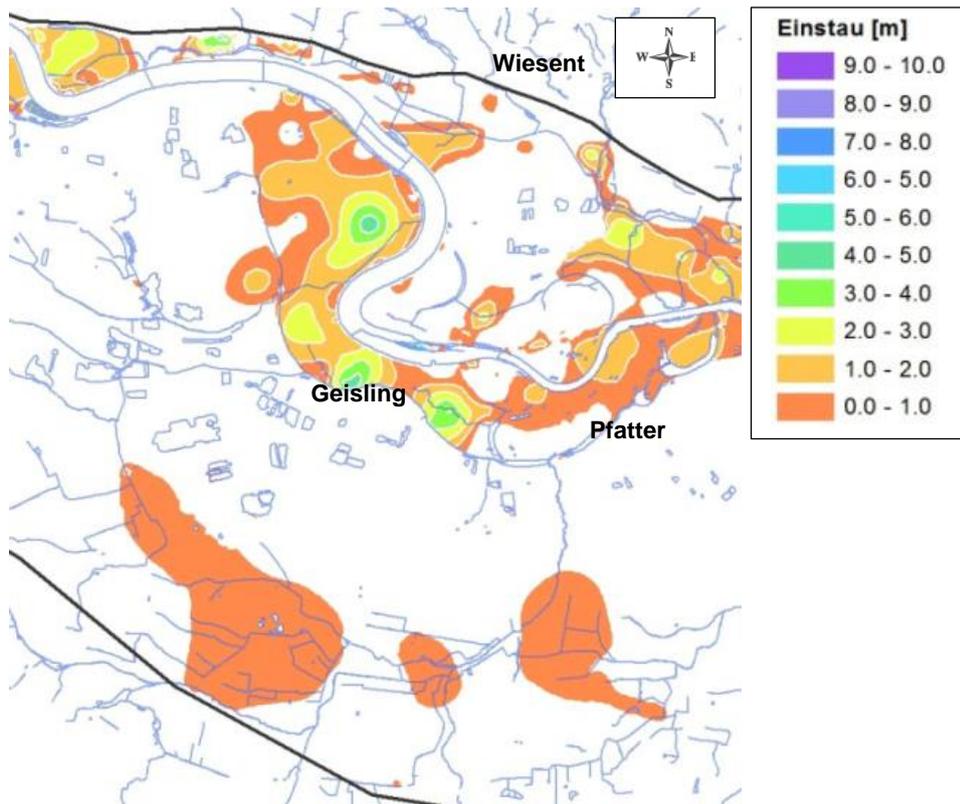


Abbildung 2-4: Einstau der Deckschichten bei NW-Bedingungen nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)

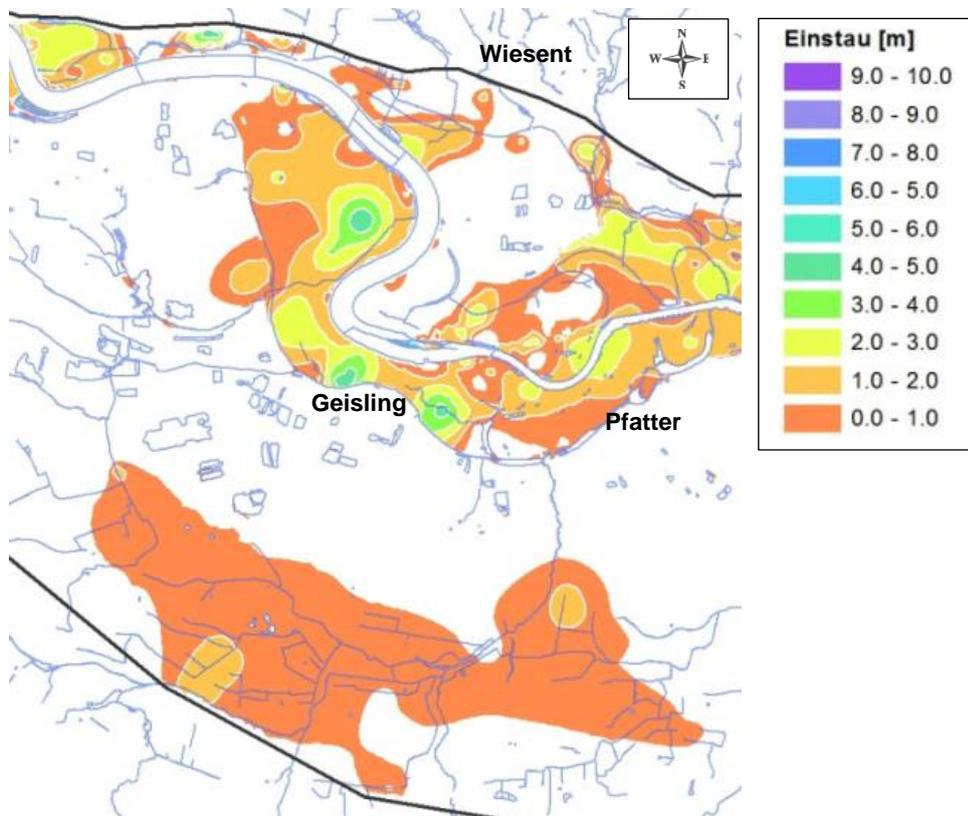


Abbildung 2-5: Einstau der Deckschichten bei HW-Bedingungen nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)

Dieser Eintaubetrachtung liegt nach /1/ folgende interpolierte Unterkante der Deckschichten zugrunde:

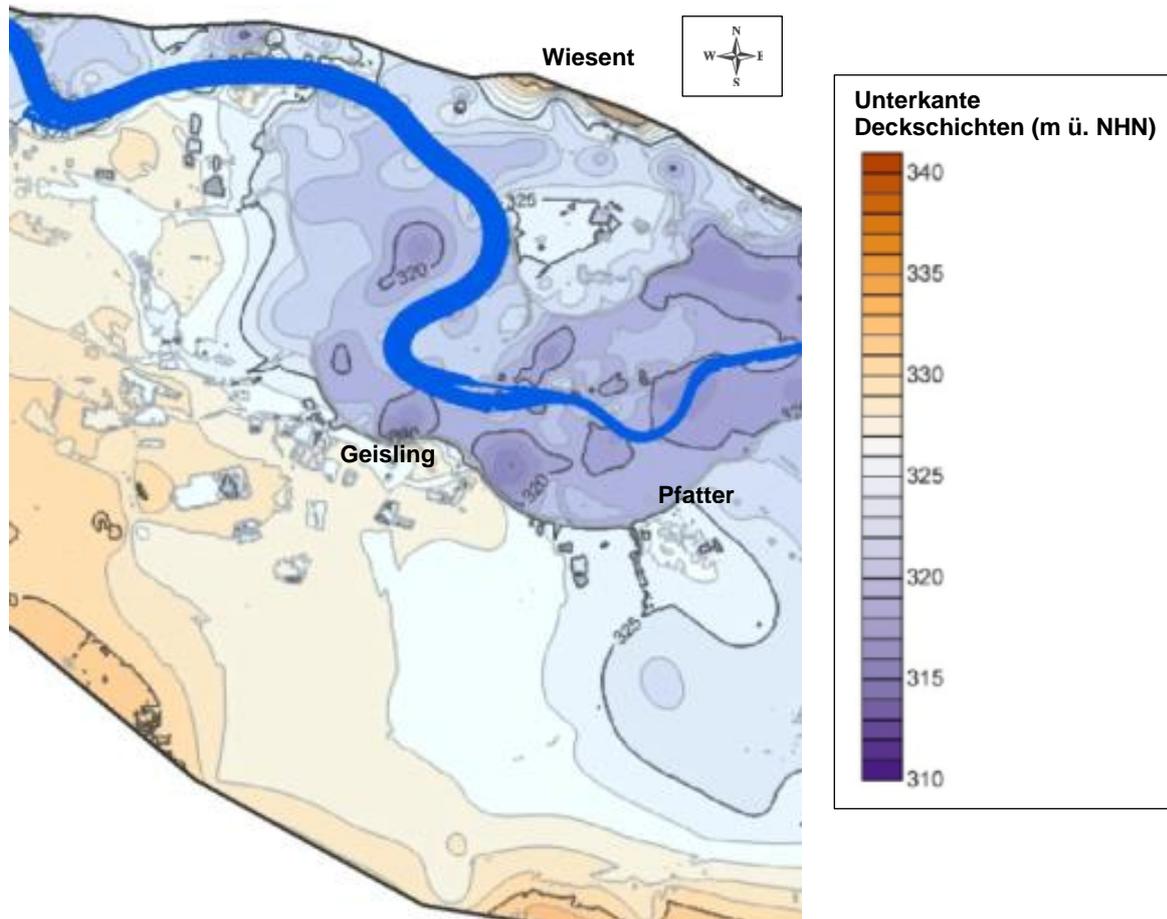


Abbildung 2-6: Interpolierte Unterseite der Deckschichten nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)

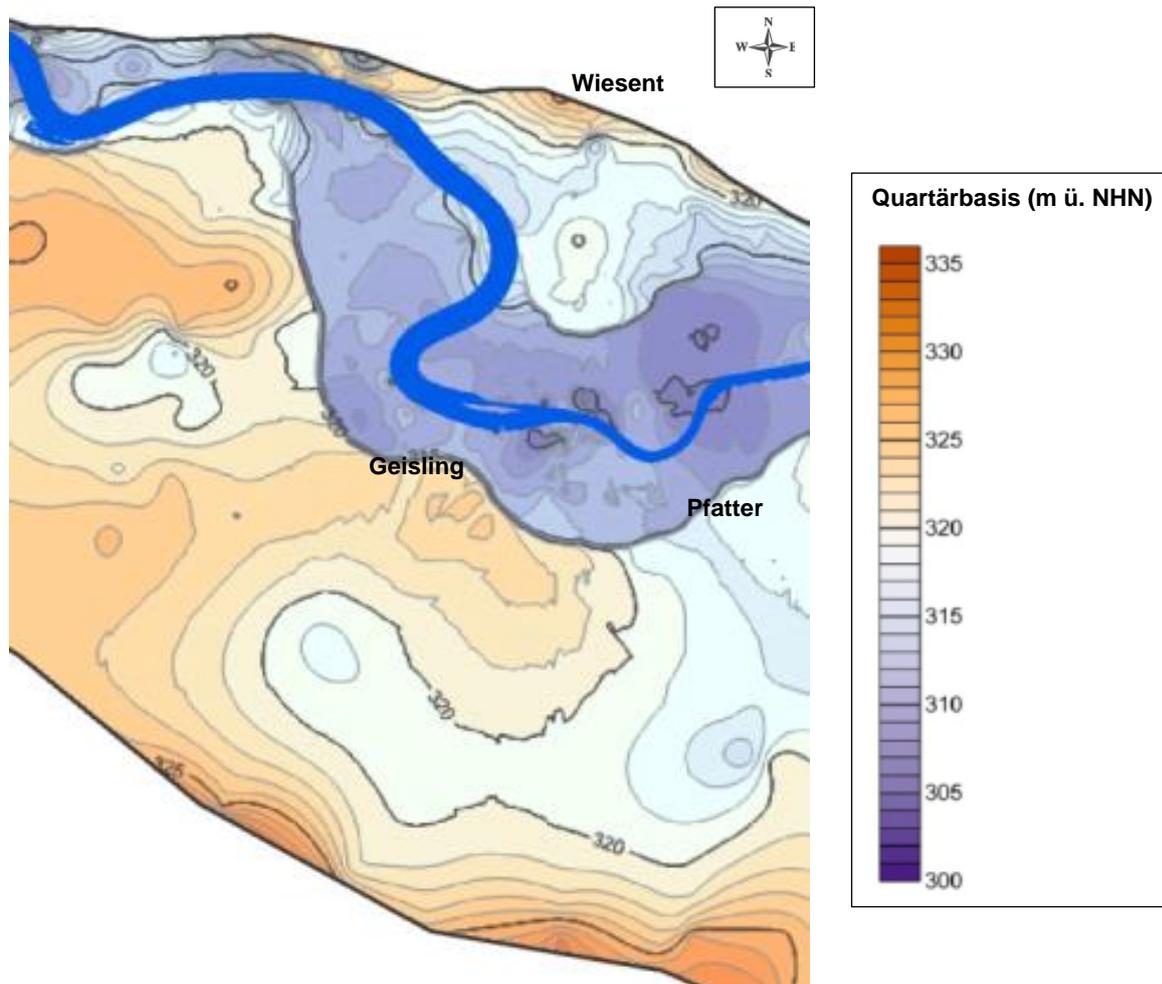


Abbildung 2-7: Quartärbasis nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)

2.2 GwStände, GwSpiegelschwankungen

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch den GwGang von der GwMessstelle 36 für den Zeitraum 04/2017 bis 04/2021. Aus dieser GwGanglinie ist für den Quartäraquifer folgendes abzuleiten

- Die GwSpiegelschwankungen können zeit- und bereichsweise mehr als 1 m betragen.
- Bei HW-Bedingungen kann der Gw-(Druck-)Spiegel bis auf ca. 1 m u. GOK ansteigen.
- HW-Phasen, die erwartungsgemäß im Winter und Frühjahr auftreten, können über mehrere Monate anhalten.

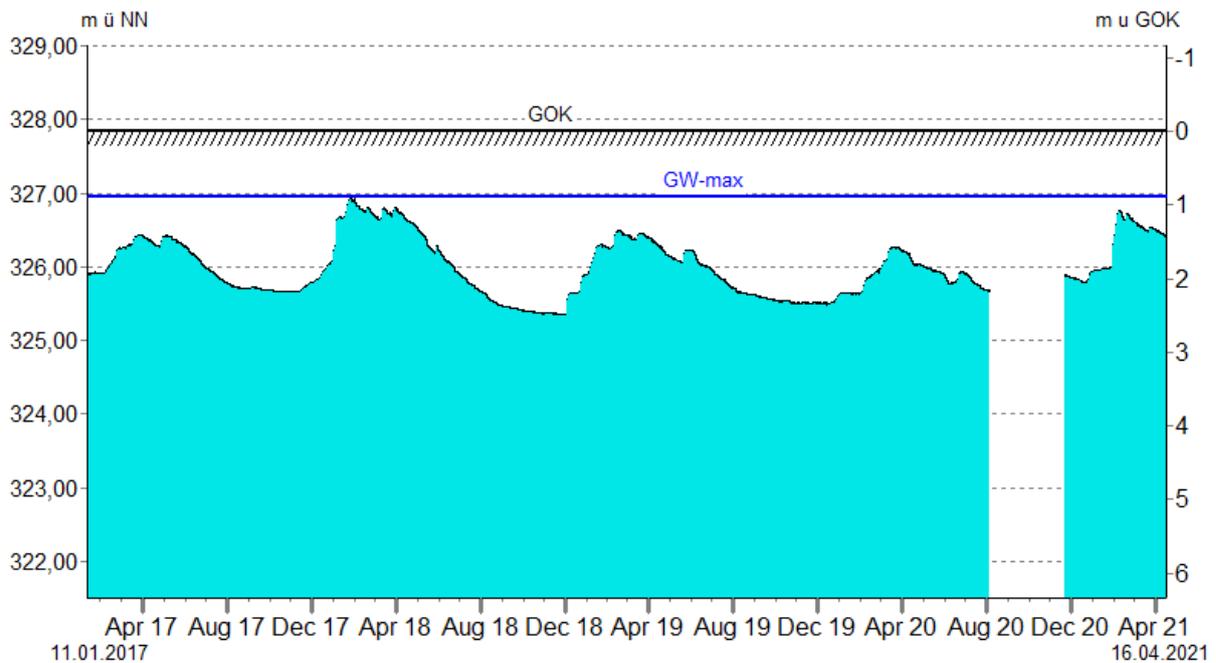
Grundwassermessnetz Flutpolder Eltheim und Wörthhof

Grundwassermessstelle 36
St. Johann



Aktueller Grundwasserstand am 16.04.2021:

326,40 m ü NN



Zeitraum	2 Wochen	Monat	Quartal	Halbjahr	Jahr	Gesamt	Auswahl...
----------	--------------------------	-----------------------	-------------------------	--------------------------	----------------------	------------------------	----------------------------

Messungen seit: 11.01.2017
 Geländeoberkante (GOK): 327,84 m ü NN
 Höchster Grundwasserstand (GW-max) am 25.01.2018: 326,96 m ü NN

Die angezeigten Messdaten sind nicht geprüft. Für die Richtigkeit der Daten wird daher keine Gewähr übernommen.

Abbildung 2-8: GwGanglinie von der GwMessstelle 36, Zeitraum 11.01.2017 bis 16.04.2021

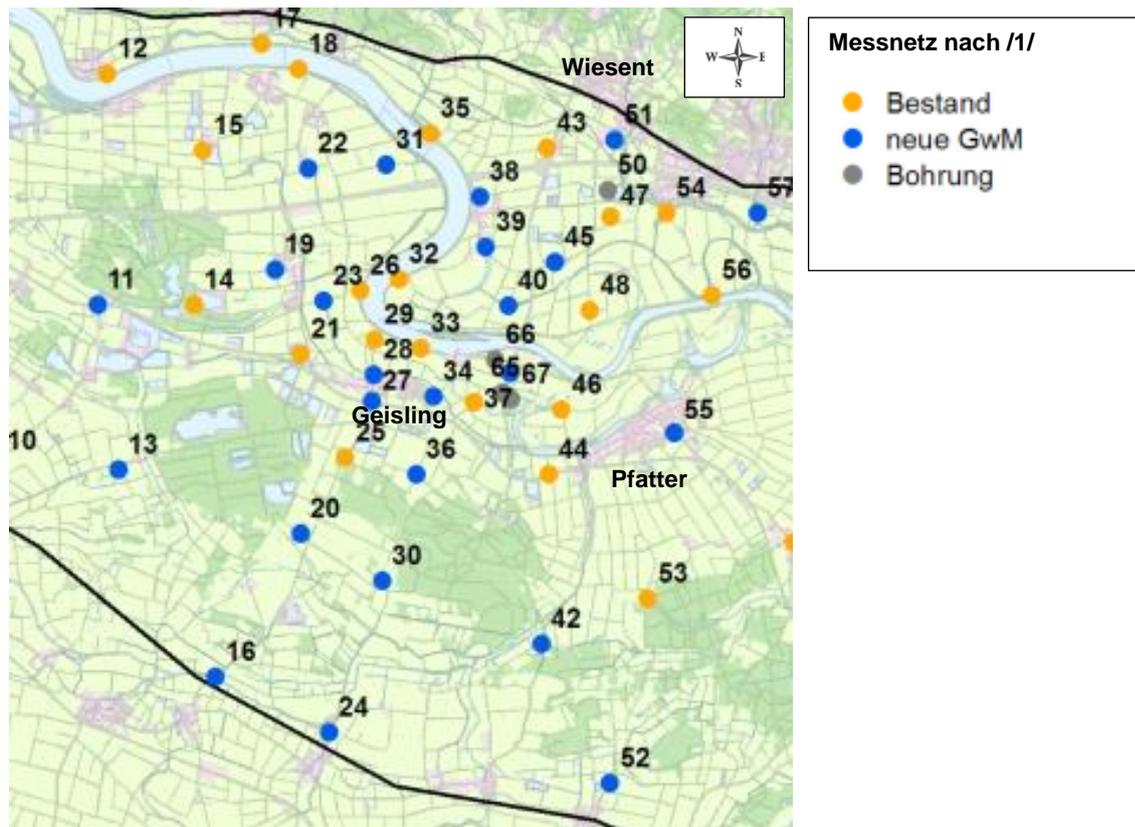


Abbildung 2-9: Lageplan mit GwMesstellen nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)

2.3 GwStrömungsverhältnisse

Die GwStrömung in dem relevanten quartären Kies-GwLeiter (Quartäraquifer) ist durch die Donau und deren Nebengewässer sowie den lateralen GwZustrom in die quartären Kiese geprägt.

Der Randzufluss entlang des südlichen und des nördlichen Modellrandes ergibt sich aus der Geometrie der angrenzenden Teileinzugsgebiete und der hierin wirksamen GwNeubildung aus Niederschlag.

Innerhalb des Donautals wirkt die Donau im Unterwasser der Staustufe Geisling als Vorfluter für die GwStrömung. Oberhalb der Staustufe Geisling sind im gesamten (westlichen) Teil des Modellgebietes beidseitig der Donau Dichtwände bis in das Quartär-Unterlager eingebaut. Hierdurch ist die Donau in diesem Abschnitt hydraulisch vom Quartäraquifer abgekoppelt.

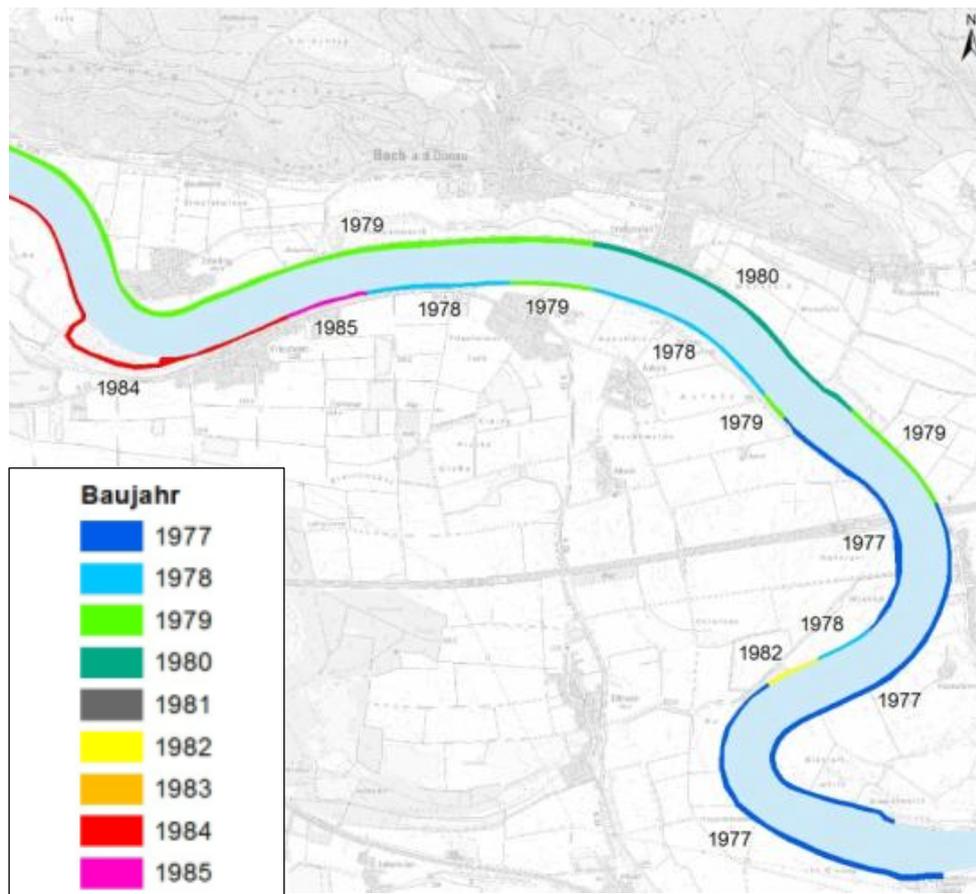


Abbildung 2-10: Verlauf und Baujahr der Dichtwände im Modellgebiet oberhalb der Staustufe Geisling nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)

Beidseitig der Donau bestehen im Modellgebiet verschiedene Bäche, Gräben und Donau-Altarme, die letztendlich alle in die Donau unterhalb der Staustufe der Geisling entwässern. Aufgrund des flurnahen GwStandes ist anzunehmen, dass diese Fließgewässer hydraulisch mit dem Quartäraquifer gekoppelt sind, und als Vorfluter im GwStrömungsfeld wirken. An einigen dieser Fließgewässer bestehen Siele, Schöpf- oder Pumpwerke, über die die Wasserableitung in die Donau erfolgt.

2.4 Vorgaben und Ansätze für das numerische GwStrömungsmodell

Bei der Aufgabenstellung steht die Quantifizierung bzw. Optimierung der absehbaren GwHaltung beim Bau des SOL im Vordergrund, was mit dem natürlichen GwDargebot bzw. mit dem natürlichen GwUmsatz im Untersuchungsgebiet streng verknüpft ist. Die diesbezüglich relevanten Aspekte werden mit einem numerischen GwStrömungsmodell behandelt, das eine integrale GwBilanz sicherstellt. Dementsprechend werden das Modellgebiet und die Randbedingungen so gewählt, dass modellrechnerisch kein unzulässiger, unplausibler oder bilanzmäßig unkontrollierbarer (Gw-)Zufluss in das Modellgebiet bzw. in das Prognosegebiet (= Trassennahbereich) erfolgen kann. Ansonsten werden eher konservative Berechnungsansätze gewählt. Folgende Vorgaben gelten für das numerische GwStrömungsmodell (siehe u.a. Anlage 1):

- Aus dem GwGleichenplan für die NW-Situation am 29.10.2009 in /2/ lässt sich nordwestlich von Mintraching eine etwa SW-NE-zur Donau hin verlaufende Stromlinie ableiten, die gemeinsam mit dem nordwestlich anschließenden Dichtwandabschnitt eine No-Flow-Randbedingung darstellt resp. als Randstromlinie aufgefasst werden kann.

Ebenso lässt sich aus dem GwGleichenplan für die NW-Situation am 29.10.2009 in /2/ südwestlich von Wörth a.d. Donau eine Randstromlinie ableiten. Diese beiden Randstromlinien bzw. No-Flow-Randbedingungen begrenzen das Modellgebiet im NW und im SE.

- Im N bzw. NE und im S bzw. SW wird das Modellgebiet durch Zuflussränder begrenzt, wobei sich die Zuflussraten aus der Geometrie der angrenzenden Teileinzugsgebiete und der hierin wirksamen GwNeubildung aus Niederschlag ergeben. Die hier wirksamen Fließraten sind aus /2/ abzuleiten.
- Im gesamten Modellgebiet ist die GwNeubildung aus Niederschlag für die stationäre Modellierung gemäß LfU-Shapefile gemäß Anlage 4.5 anzusetzen (Ansatz einer mittleren [stationären] flächenhaft wirksamen Zusickerung).

Für die instationäre Modellierung ist die saisonale Variation der GwNeubildung aus Niederschlag für den Kalibrierungszeitraum mittels Bodenwasserhaushaltsmodell zu berechnen und dementsprechend anzusetzen.

- Sämtliche Fließgewässer und Gräben bzw. Gewässerabschnitte werden als Transfer-Randbedingungen (Cauchy-RB, 3. Art) angesetzt, entlang derer modelltechnisch, in Abhängigkeit von der Richtung des hydraulischen Gradienten, sowohl Infiltration als auch Exfiltration resp. GwAbfluss möglich ist (Verlauf/Lage der Transfer-Randbedingungen jeweils nach TK 25 bzw. gemäß /1/ und /2/ und Höhenangaben gemäß /1/ und /2/ bzw. gemäß DGM 5; jeweils Ansatz in Modellschicht 2 [quartäre Kiese im Donautal]; plausible Abschätzung der Gewässerprofile [Breite und Tiefe]). Für den Ansatz der Transfer-raten gelten die Leakage-Werte gemäß /1/ und /2/ als Orientierungswerte. Der Ansatz der Transfer-Randbedingung impliziert auch den GwEntzug über Siele, Pump- oder Schöpfwerke an den modellrelevanten Fließgewässern.

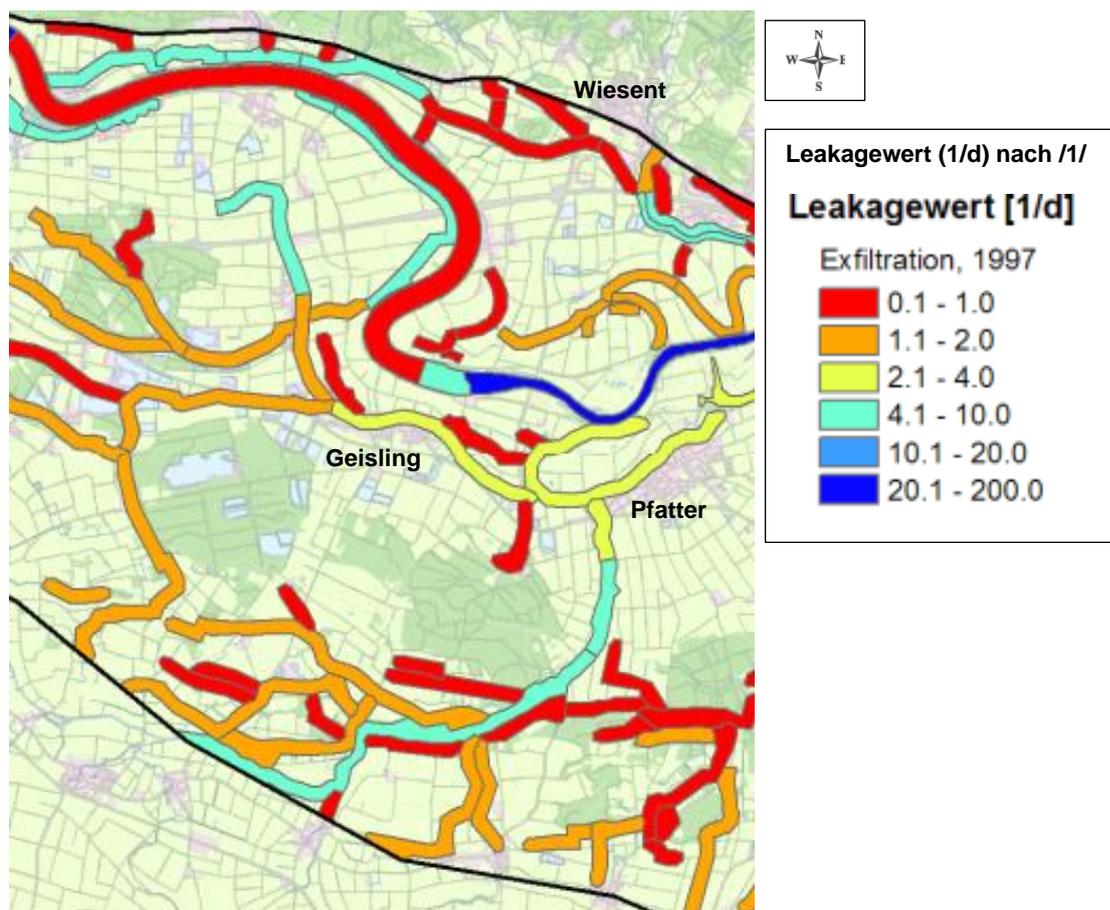


Abbildung 2-11: Leakage-Randbedingungen und -Werte nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung; Auszug)

- Die Basis und die Oberfläche der quartären Kiese sind gemäß den entsprechenden Angaben in /2/ anzusetzen (Quartärbasis bzw. Unterkante der Deckschichten der quartären Kiese).

- Die in Tabelle 3-1 bzw. in Kap. 2.1 genannten geohydraulischen Kennwerte für die quartären Kiese, die Deckschichten und das Quartär-Unterlager sind als Startwerte für die Modellkalibrierung anzusetzen, und – soweit erforderlich – im Zuge der Modellkalibrierung im Rahmen hydrogeologisch plausibler Grenzen zu variieren.
- Die Förderraten an den Brunnen Wiesent I bis III¹ und Giffa I sind entsprechend den Angaben in /2/ anzusetzen, gegebenenfalls ergänzt um gesondert erhobene jüngere Daten.

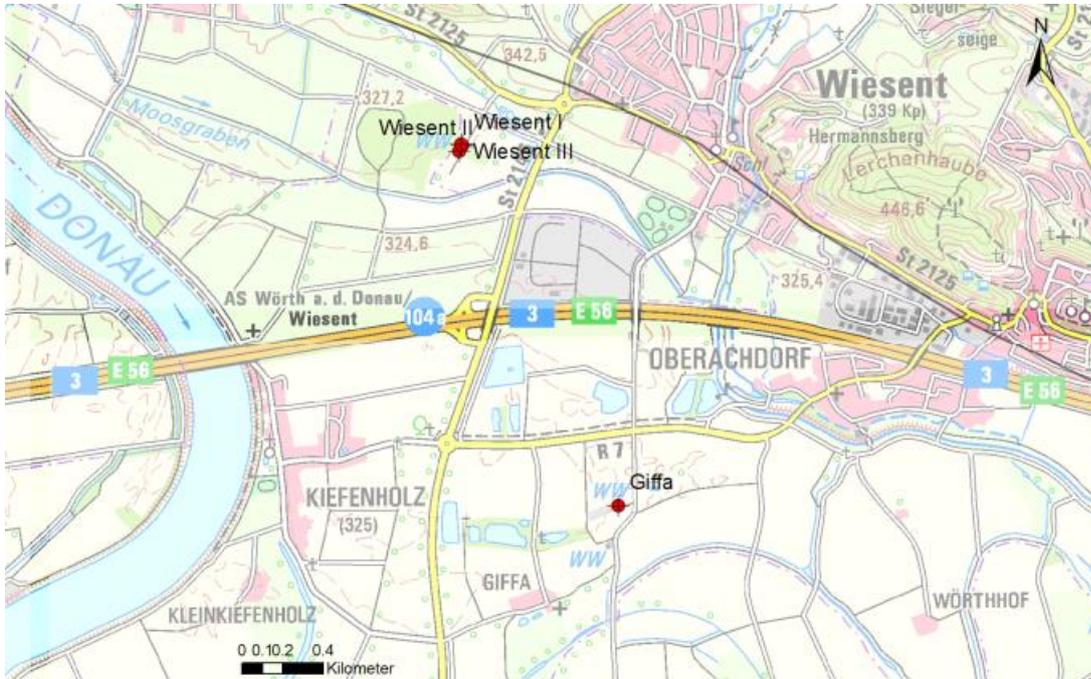


Abbildung 2-12: Brunnen Wiesent I bis III und Giffa nach /1/ (unmaßstäbliche Darstellung)

- Bei der gegebenen Aufgabenstellung und aufgrund der örtlichen Rahmenbedingungen ist es notwendig, im Nahbereich der Vorzugstrasse und entlang der relevanten Fließgewässer im Nahbereich der Trasse eine feine Diskretisierung des Modellgebietes vorzunehmen.
- Die stationäre Kalibrierung des numerischen Modells ist am GwStand 30.10.2020 auszurichten, die etwa MW-Bedingungen repräsentieren. Der stationäre Kalibrierungszustand definiert die Anfangsbedingungen für die instationäre Kalibrierung.

¹ Hinweis: Der Brunnen Wiesent III wurde erst 2011 in Betrieb genommen /1/.

3. Vorgaben für das numerische Grundwassermodell

3.1 Modellkonzept

Das „GwStrömungsmodell Donautal bei Wörth und Geisling“ wurde nach folgendem Konzept erstellt:

Tabelle 3-1: Konzept für das „GwModell Donautal bei Wiesent-Geisling“

Modellaspekt	konzeptioneller Ansatz	Umsetzung, Untersuchungsziele und fachliche Hinweise
Modellgebiet	Orientierung an natürlichen Randbedingungen (RB)	Naturnahe Ausrichtung der GwStrömungsberechnung.
Modellcharakter	Stationäres und instationäres Modell	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Stationäre Modellierung für ca.-MW-Bedingungen 20.10.2020 ➤ Instationäre Modellierung auf Basis der GwStandsaufzeichnungen für den Zeitraum 01/2017 bis 09/2021; stationärer Kalibrierungszustand als Anfangsbedingung für die instationäre Modellierung.
Randbedingungen (RB) (abgeleitet aus hydrogeologisch-geohydraulischen Angaben in /1/ bis /3/) sowie Quellen und Senken	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No-Flow- Randbedingungen entlang abgeschätzter Stromlinien oberhalb und unterhalb der Donau-Staustufe Geisling gemäß GwGleichnenplan bei NW-Bedingungen am 29.10.2009. ➤ Zwischen den o.g. Randstromlinien wurden die nördliche und die südliche Modellberandung, die sich i.W. am Donautalrand orientiert, gemäß /1/ bis /3/ übernommen, und entlang dieser Modellränder Randzufluss aus den dortigen Angaben abgeleitet (abgeschätzt). ➤ Die Donau und die übrigen maßgeblichen Fließgewässer im Donautal innerhalb des Modellgebietes werden als Transfer-RB (Cauchy-RB, 3. Art) definiert (Ex- und Infiltration sind modelltechnisch möglich; wirksam in der 2. Modellschicht). ➤ GwNeubildung durch Niederschlag gemäß aktuellem Datensatz des LfU. ➤ Berücksichtigung der Entnahmen an den Brunnen Wiesent I bis III und Giffa südlich von Wiesent. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sicherstellung einer integren GwBilanz ➤ GwZufluss primär über GwNeubildung durch Niederschlag; GwNeubildung wirksam in der obersten Modellschicht. ➤ Berücksichtigung des lateralen GwZuflusses entlang des nördlichen und des südlichen Modellrandes. ➤ Berücksichtigung der geohydraulischen Wirksamkeit der maßgeblichen Fließgewässer im Donautal.

Modellaspekt	konzeptioneller Ansatz	Umsetzung, Untersuchungsziele und fachliche Hinweise
Parametrisierung	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Startwerte für die stationäre Kalibrierung – k_f-Werte (m/s): <ul style="list-style-type: none"> • Deckschichten der quartären Kiese: $1 \cdot 10^{-6}$ • Quartäraquifer (inkl. räumlicher Differenzierung) gemäß Abbildung 2-3. • Quartär-Untertager: $1 \cdot 10^{-6}$ ➤ Startwerte für die instationäre Kalibrierung – spezifische Speicherkoefizienten S_s (m^{-1}): <ul style="list-style-type: none"> • Deckschichten der quartären Kiese: $1 \cdot 10^{-3}$ • Quartäraquifer: $1 \cdot 10^{-4}$ • Quartär-Untertager: $1 \cdot 10^{-5}$ ➤ Startwerte für die instationäre Kalibrierung – effektiver Hohlraumanteil n_o („Nutzporosität“): <ul style="list-style-type: none"> • Deckschichten der Quartärkiese: 0,05 (bzw. 5%) • Quartäraquifer: 0,15 (bzw. 15%) • Quartär-Untertager: 0,05 (bzw. 5%) ➤ Transferraten entlang der geohydrologisch relevanten Gewässer unter Berücksichtigung der Leakage-Werte gemäß /1/ bis /3/. ➤ Vorgabe der Baggerseen in Modellschicht 1 und 2 mit $k_f = 1$ m/s. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ flächenhafte Ermittlung der geohydrologischen Parameter der quartären Kiese (Quartäraquifer) über Modellkalibrierung (Parameteroptimierung).
Vertikaler Modellaufbau	Umsetzung des Untergrundaufbaus als 5-Schichten-Modell.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Schicht 1: Deckschichten der quartären Kiese ➤ Schicht 2: Zwischenschicht UK Grabenaushub entlang des Trassenverlaufs ➤ Schicht 3: Quartäre Kiese in der Hoch- und Niederterrasse (oberer Teil); Schichtgeometrie gemäß /1/ bis /3/; ➤ Schicht 4: Quartäre Kiese in der Niederterrasse (unterer Teil); Schichtgeometrie gemäß /1/ bis /3/; ➤ Schicht 5: Quartär-Untertager ➤ dichte Modellbasis auf 300 m ü. NHN festgelegt.
Kalibrierungsziele (stationär)	Nachbildung der GwStrömungssituation gemäß ca.-MW-Bedingungen am 20.10.2020.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachbildung der GwStrömungsverhältnisse bei Ansatz der ca.-MW-Bedingungen

Modellaspekt	konzeptioneller Ansatz	Umsetzung, Untersuchungsziele und fachliche Hinweise
Kalibrierungsziele (instationär)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachbildung der GwGanglinien an der amtlichen GWM, Zeitraum 01/2017 bis 09/2021; Ansatz der zeitlich variablen GwNeubildung gemäß Bodenwasserhaushaltsmodell. ➤ Vorgabe des stationären Kalibrierungszustands als Anfangsbedingung. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reproduktion der Dynamik des GwSystems bei realitätsnaher Vorgabe der zeitlich variablen GwNeubildung aus Niederschlag (Bodenwasserhaushaltsmodell) im Zeitraum 01/2017 bis 12/2021.
Modellanwendungen (stationäre Berechnungen)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ GwAndrangsrechnung für unterschiedliche Bauwasserhaltungsabschnitte und -varianten für MW- und HW-Bedingungen. ➤ Berechnung der Wirksamkeit von Schluckbrunnen zur Wiederversickerung von Grundwasser aus der Bauwasserhaltung. ➤ Berechnung der Wirksamkeit von Baggerseen als Einleitstellen für Grundwasser aus der Bauwasserhaltung. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Optimierung der Bauwasserhaltung (GwHaltung). ➤ Untersuchung ökologisch vertretbarer Varianten der GwHaltung beim Bau des SOL.

Das numerische GwModell wurde mit dem Rechenprogramm FEFLOW erstellt, das nach der Finite-Elemente-Methode arbeitet.

3.2 Modellerstellung und Modellkalibrierung

Die Modellerstellung und -kalibrierung ist in Anlage 4.1 umfassend beschrieben. Demnach liegt ein im Sinne der Aufgabenstellung ausreichend stationär und instationär kalibriertes GwStrömungsmodell für den quartären GwLeiter im Donautal vor. Es kann in dieser Form zur Quantifizierung der geohydraulisch relevanten Eingriffe ins Grundwasser im Zusammenhang mit dem SOL zwischen Wiesent und Sengkofen verwendet werden. Die entsprechenden Berechnungsfälle für den Abschnitt D2 werden im folgenden Kapitel beschrieben.

4. Modellanwendung – Berechnung des Wasserandrangs und der Absenkung bei Bauwasserhaltungsmaßnahmen, Abschnitt D2

4.1 Bautechnische Vorgaben für die geohydraulischen Berechnungen

Von den Trassenplanern gelten folgende Vorgaben für die geohydraulischen Berechnungen:

- Bei offener Verlegung der Trasse gilt eine Grabentiefe von 2,5 m u. GOK.
- Der Bauablauf sieht generell den Abzug des Mutterbodens sowie die Errichtung der Baustraße vor. Diese Arbeiten werden im Vorfeld für die weitere Baustellenlogistik benötigt. Danach kann ein Rohrgraben geöffnet werden und die Rohre inkl. Zubehör verlegt werden. Als realistische Größe gilt eine Länge von ca. 400 bis 500 m, wobei dann die Bauzeit, und damit der offene Graben, in diesem Abschnitt bis zum Verschließen ca. zwei Wochen dauert.
- Gruben für Querungen, die sich am Ende eines offenen Verlegeabschnittes befinden, bedürfen ggf. einer längeren Bauzeit. Es ist hierbei von einer Bauzeit, je nach Bohrfortschritt, von bis zu drei Wochen auszugehen. Eine Bauwasserhaltung wird hier nicht erwartet, da für Querungen i.d.R. HDD-Bohrungen an bzw. nahe der Erdoberfläche angesetzt werden, mittels derer die betreffenden Objekte im Bohrvorgang unter Einsatz von Stützflüssigkeit unterquert werden.
- Weiterhin wird die Bauzeit im Bereich von Muffenstandorten, die etwa in Abständen von ca. 1,5 km zueinander geplant werden, ca. vier Wochen bzw. ca. 1 Monat beanspruchen. Im Bereich dieser Muffenstandorte wird die Baugrube nicht wesentlich breiter sein, als der Rohrgraben.

4.2 Ansätze für die geohydraulischen Berechnungen und Darstellung der Ergebnisse

Aus diesen bautechnischen Vorgaben werden folgende Ansätze für die geohydraulischen Berechnungen abgeleitet:

- Generell Ansatz der HW-Situation (Ansatz des GwStrömungsfeldes bei einer HW-Situation aus der instationären Kalibrierung, z.B. HW-Situation Anfang 2021).; dies stellt hinsichtlich des möglichen GwAndrangs einen konservativen Ansatz dar. Diesbezüglich gelten folgende Aussagen in Kap. 5:

„Sollte aus bautechnischen Gründen eine geschlossene Wasserhaltung erforderlich sein, etwa durch Horizontaldränagen unterhalb der Baugrubensohle oder baugrubenparallele Absenkbrunnen, so werden an diesen Entwässerungseinrichtung Absenkbeträge von vermutlich 0,5 m (bis 1 m) unter Baugrubensohlniveau wirksam, mit entsprechend größeren Ableitungsraten und -mengen. Daher sollten für die Planung der Bauwasserhaltung – quasi als „Kompensation“ dieses Effekts – die Berechnungen für die HW-Bedingungen zugrunde gelegt jedoch die Realisierung der Trassenverlegung im GwBereich in Zeiten mit eher geringer HW-Wahrscheinlichkeit geplant werden.“

- Generell instationäre Berechnungen über den Zeitraum von 30 Tagen (HDD-Start- und Zielgruben) bzw. 42 Tage (Wasserhaltung offene Strecke).
- **Szenario 1:** Berechnung des GwAndrangs über 30 Tage auf die HDD-Start- und Zielgruben mit Abmessungen 50 x 30 m und 3 m Tiefe bzw. 2,5 m GwAbsenkung in 2 (Teil-)Szenarien wie folgt:
 - **Szenario 1a** (Anlage 5.1) – Zeitgleicher Ansatz der Bauwasserhaltung an Start- und Zielgruben für folgende Querungen (von N nach S): Querung Moosgraben – Querung BAB3 – Querung des Grabens SW' von Giffa – Querung W' von Seppenhausen – Querung des Geislinger Mühlbach.

- **Szenario 1b** (Anlage 5.2) – Zeitgleicher Ansatz der Bauwasserhaltung an Start- und Zielgruben für folgende Querungen (von N nach S): Querung W' Lohewiesen – Querung des Wegs S' der BAB3 – Querung der Donau – Querung des Alten Lohgrabens E' von Geisling.
- **Szenario 2:** Berechnung des GwAndrangs über 42 Tage bei Wasserhaltung entlang der Strecke mit offener Bauweise mit Abmessungen 500 x 5 m und 2,5 m u. GOK als Absenkziel in 2 (Teil-)Szenarien wie folgt:
 - **Szenario 2a** (Anlage 5.3) – Zeitgleicher Ansatz der Bauwasserhaltung entlang folgender Bauabschnitte (von N nach S): Abschnitt zwischen Querung des Moosgrabens und Querung W' Lohewiesen – Abschnitt zwischen der Querung der BAB3 und des Wegs S' der BAB3 – Mittlerer Abschnitt zwischen der Querung des Wegs S' der BAB3 und der Querung des Grabens SW' von Giffa – Querung W' von Seppenhausen – Abschnitt zwischen der Querung des Grabens SW' von Giffa und der Querung der Donau – Abschnitt zwischen der Querung der Donau und der Querung W' von Seppenhausen – Abschnitt zwischen der Querung des Alten Lohgrabens E' von Geisling und der Querung des Geislinger Mühlbachs.
 - **Szenario 2b** (Anlage 5.4) – Zeitgleicher Ansatz der Bauwasserhaltung an Start- und Zielgruben für folgende Querungen (von N nach S): Querung Moosgraben - Querung W' Lohewiesen – Querung BAB3 - – Querung des Wegs S' der BAB3 und Zeitgleicher Ansatz der Bauwasserhaltung entlang folgender Bauabschnitte (von N nach S): Abschnitt zwischen Querung des Moosgrabens und Querung W' Lohewiesen und der Querung BAB3 - Abschnitt zwischen der Querung der BAB3 und des Wegs S' der BAB3 - Abschnitt zwischen der Querung des Wegs S' der BAB3 und der Querung des Grabens SW' von Giffa
Zeitgleicher Ansatz der Bauwasserhaltung entlang folgender Bauabschnitte (von N nach S): Abschnitt zwischen Querung W' von Seppenhausen und der Querung des Alten Lohgrabens E' von Geisling
- Die GwNeubildung aus Niederschlag sowie die Förderraten an den TwFassungen Wiesent und Giffa wurden entsprechend dem stationären Kalibrierungszustand des GwModells beibehalten.
- Berechnet wird jeweils die durchschnittliche Andrangsrate und die Gesamt Ableitungsmenge über die Dauer der Bauwasserhaltungsmaßnahme in dem betreffenden Rohrschnitt sowie die Reichweite der GwAbsenkung bis zum Ende der Wasserhaltungsphase (instationäre Berechnung. Dies wird mittels Isolinienplänen visualisiert, die die Linien gleicher GwAbsenkung zeigen, und zwar für den maßgeblichen Kies-GwLeiter. Dies zeigt exemplarisch folgende Berechnung:

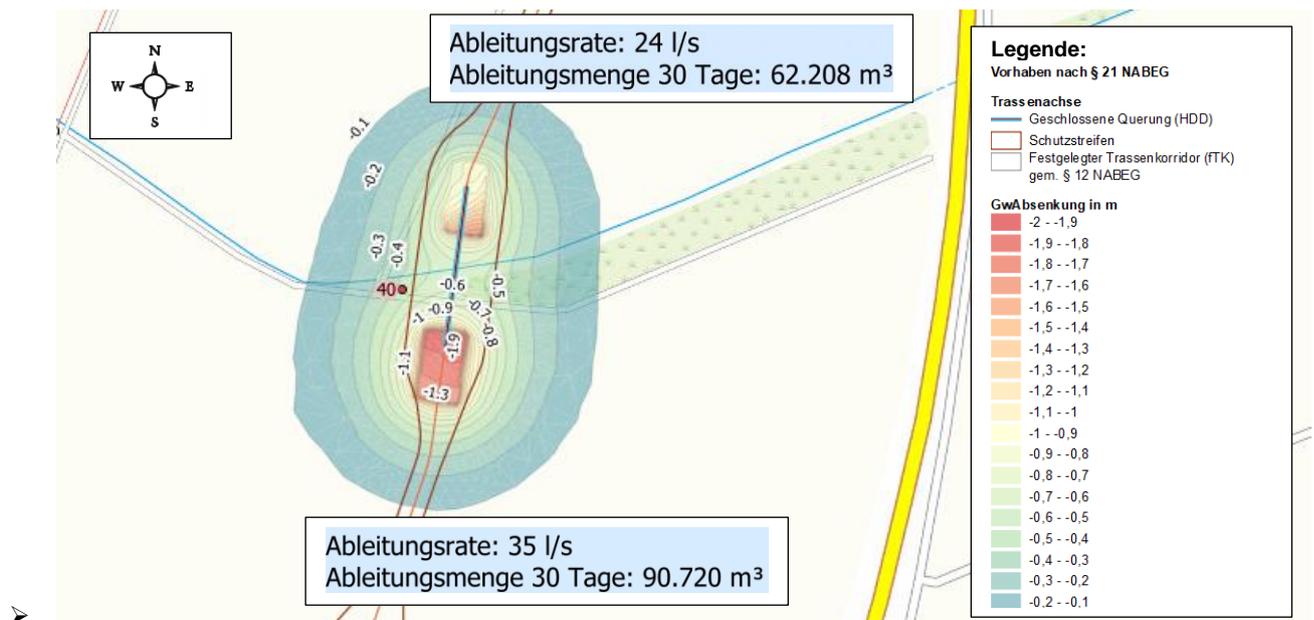


Abbildung 4-1: Berechnungsbeispiel – Reichweite der GwAbsenkung gegen Ende von zwei 30-tägigen Bauwasserhaltungsphasen

- Die Reichweite der GwAbsenkung bei der Bauwasserhaltung kann jeweils anhand des Verlaufs der berechneten -0,1 m-Isolinie abgeschätzt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich um die GwAbsenkbeträge in einem ungespannten GwLeiter handelt. Berechnet man die die Absenkungsreichweite nach gängigen analytischen Formeln für den stationären Fall (z.B. nach SICHARDT oder KUSA-KIN), so resultieren – quasi für den dauerhaften Endzustand – größere Beträge. Die jeweiligen Ableitungsraten (l/s) bzw. -mengen (m³) über den Zeitraum 30 bzw. 42 Tagen sind in den jeweiligen Anlagen genannt.

4.3 Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse der geohydraulischen Berechnungen

Die Ergebnisse der geohydraulischen Berechnungen für den Abschnitt D2 sind in Anlage 5ff dokumentiert, und lassen sich im Wesentlichen wie folgt zusammenfassen:

Tabelle 4-1: Geohydraulische Berechnungen zur Bauwasserhaltung im Abschnitt D2 – Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse

Szenario Nr.	Ermittelter GwAndrang		Dauer	Abschätzung der max. Absenkungsreichweite
	l/s	m ³	Tage	m
1a	24 l/s	ca. 62.200 m ³	30	<100
	35 l/s	ca. 90.700 m ³	30	<100
	17 l/s	ca. 44.100 m ³	30	<150
	21 l/s	ca. 51.800 m ³	30	<150

	23 l/s	ca. 59.600 m ³	30	<100
	2 l/s	ca. 5.200 m ³	30	<20
1b	13 l/s	ca. 33.700 m ³	30	<100
	14 l/s	ca. 36.300 m ³	30	<150
	36 l/s	ca. 93.300 m ³	30	<150
	21 l/s	ca. 54.400 m ³	30	<150
2a	93 l/s	ca. 337.500 m ³	42	<200
	44 l/s	ca. 159.700 m ³	42	<150
	167 l/s	ca. 606.000 m ³	42	<150
2b	8 l/s	ca. 20.700 m ³	30	<100
	14 l/s	ca. 36.300 m ³	30	<100
	16 l/s	ca. 41.500 m ³	30	<100
	9 l/s	ca. 23.300 m ³	30	<100
	69 l/s	ca. 250.400 m ³	42	<100
	26 l/s	ca. 94.400 m ³	42	<50
	5 l/s	ca. 18.100 m ³	30	<50
	5 l/s	ca. 18.100 m ³	30	<50
	49 l/s	ca. 177.800 m ³	42	<200
	52 l/s	ca. 188.700 m ³	42	<200

In allen Berechnungsfällen zeigt sich, dass sich die durchschnittliche Ableitungsrate bereits nach recht kurzer Zeit einstellt. Dementsprechend führt eine Verlängerung der Bauwasserhaltungsdauer lediglich zu einer entsprechenden Erhöhung der Ableitungsmenge (m³), jedoch zu keiner (wesentlichen) Veränderung der GwAndrangsrate (l/s).

Dass sich die durchschnittliche Ableitungsrate bereits nach recht kurzer Zeit einstellt, führt zu der Schlussfolgerung, dass sich nach Beendigung der Bauwasserhaltung der Ausgangszustand ebenfalls wieder recht schnell einstellt. Der quantitative Einfluss auf die GwVerhältnisse in Folge der Bauwasserhaltung bleibt also räumlich und zeitlich im überschaubaren resp. recht eng begrenzten Rahmen. Die Wirkdauer je GwHaltungsabschnitt wird auf maximal zwei Monate geschätzt.

5. Hinweise für die Bauwasserhaltung im Grundwasserbereich

Die vorliegenden GwAndrangsberechnungen gehen von der Annahme aus, dass innerhalb der Teilabschnitte unterhalb des GwSpiegels eine GwAbsenkung bis maximal zur Baugrubensohle erfolgt, was bei einer offenen Bauwasserhaltung auch gegeben wäre. Sollte aus bautechnischen Gründen eine geschlossene Wasserhaltung erforderlich sein, etwa durch Horizontaldränagen unterhalb der Baugrubensohle oder baugrubenparallele Absenkbrunnen, so werden an diesen Entwässerungseinrichtung Absenkbeträge von vermutlich 0,5 m (bis 1 m) unter Baugrubensohlniveau wirksam, mit entsprechend größeren Ableitungsraten und -mengen. Daher sollten für die Planung der Bauwasserhaltung – quasi als „Kompensation“ dieses Effekts – die Berechnungen für die HW-Bedingungen gemäß Tabelle 4-1 zugrunde gelegt, jedoch die Realisierung der Trassenverlegung im GwBereich in Zeiten mit eher geringer HW-Wahrscheinlichkeit geplant werden. Die Sommer- und Herbstmonate wären somit für die Trassenverlegung im GwBereich zu empfehlen (s. Abbildung 2-8).

Ausgehend von den Berechnungen für HW-Bedingungen sollte für Bauwasserhaltungsabschnitte in den GwBereichen, die nicht durch die Szenarien in Anlage 5ff abgedeckt sind, folgende Andrangsraten ($l/s \cdot m$) veranschlagt werden (Basis der [unmaßstäblichen] Darstellung: Profilschnitt in Anlage 2.1):

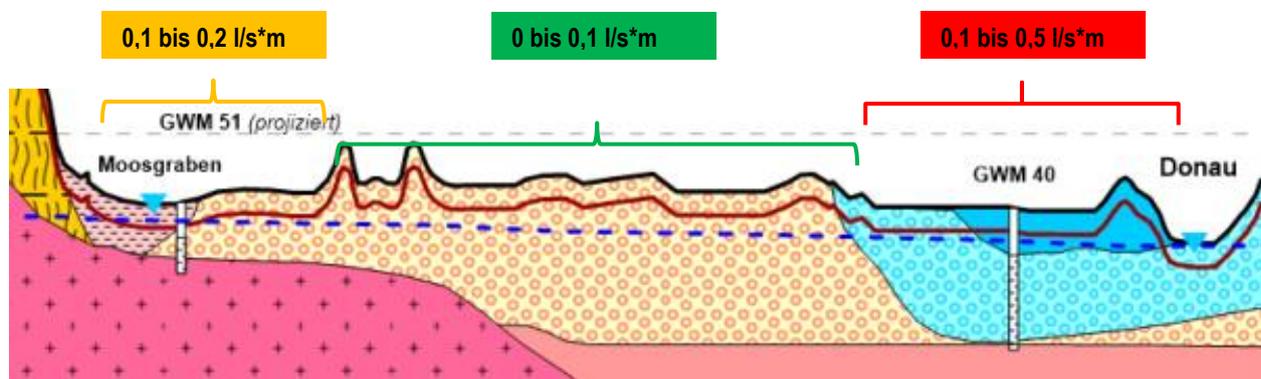


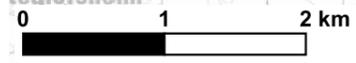
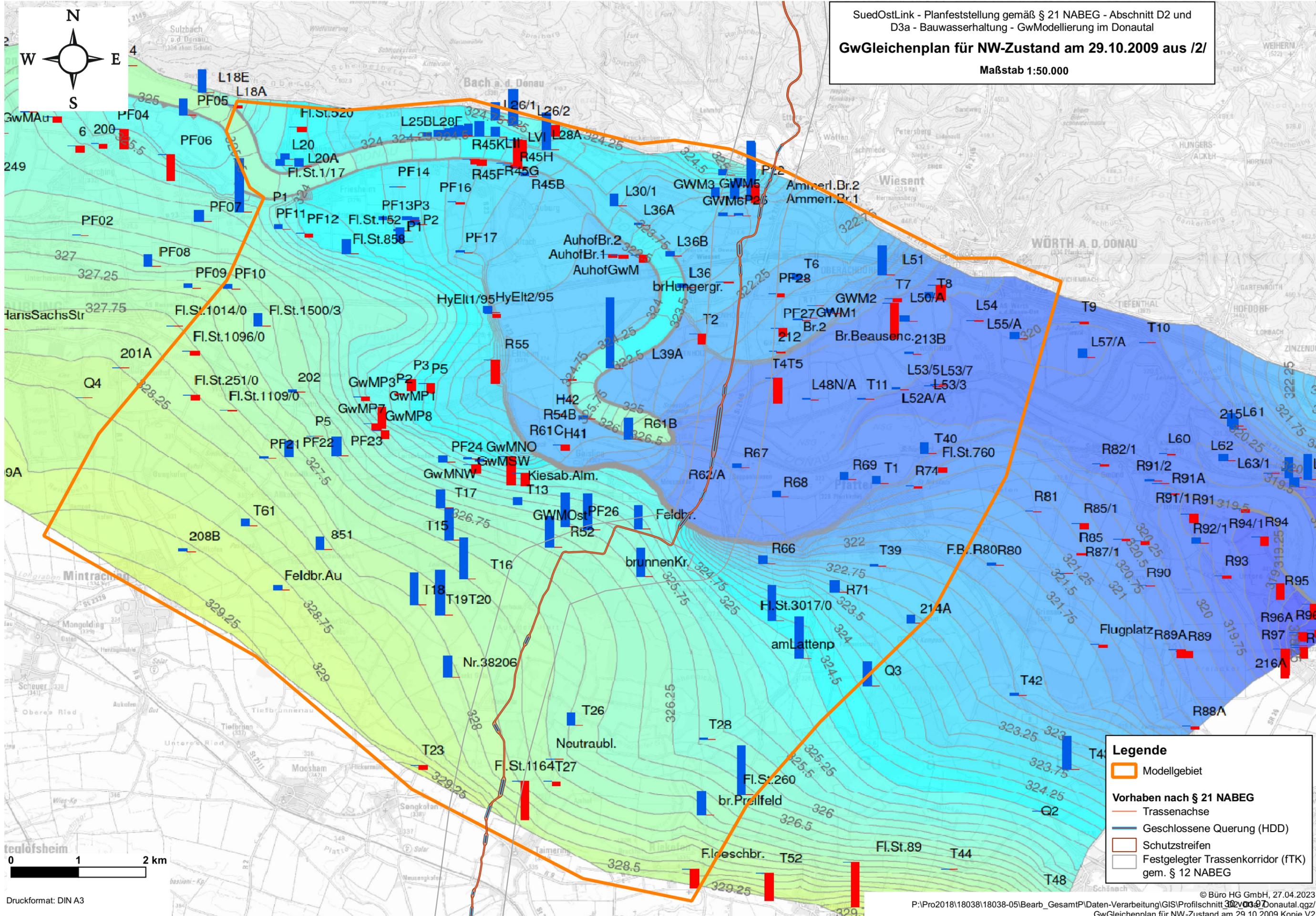
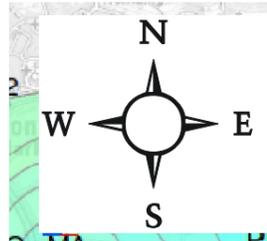
Abbildung 5-1: Abgeschätzte Trassenabschnitte mit unterschiedlichen GwAndrangsraten ($l/s \cdot m$)

Für die Bau- bzw. Wasserhaltungsabschnitte nördlich der BAB 3 sollte angestrebt werden, das Wasser in den mutmaßlich ausreichend leistungsfähigen Moosgraben südlich von Wiesent oder in die westlich verlaufende Donau abzuleiten, um Rohrbrücken zu vermeiden.

Für die Bau- bzw. Wasserhaltungsabschnitte südlich der BAB 3 kommt neben der Donau im Süden auch das Altgewässer südlich von Kiefenholz als Einleitgewässer in Betracht, wodurch ebenfalls Rohrbrücken (weitgehend) vermieden werden könnten.

In jedem Fall sind entsprechende wasserrechtliche Genehmigungen einzuholen, was auf Basis der vorliegenden Ergebnisse möglich sein sollte.

SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung - GwModellierung im Donautal
GwGleichenplan für NW-Zustand am 29.10.2009 aus /2/
 Maßstab 1:50.000



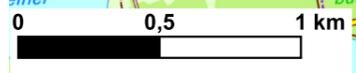
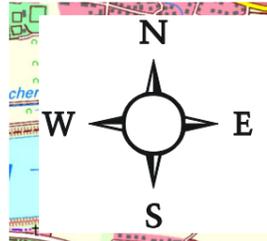
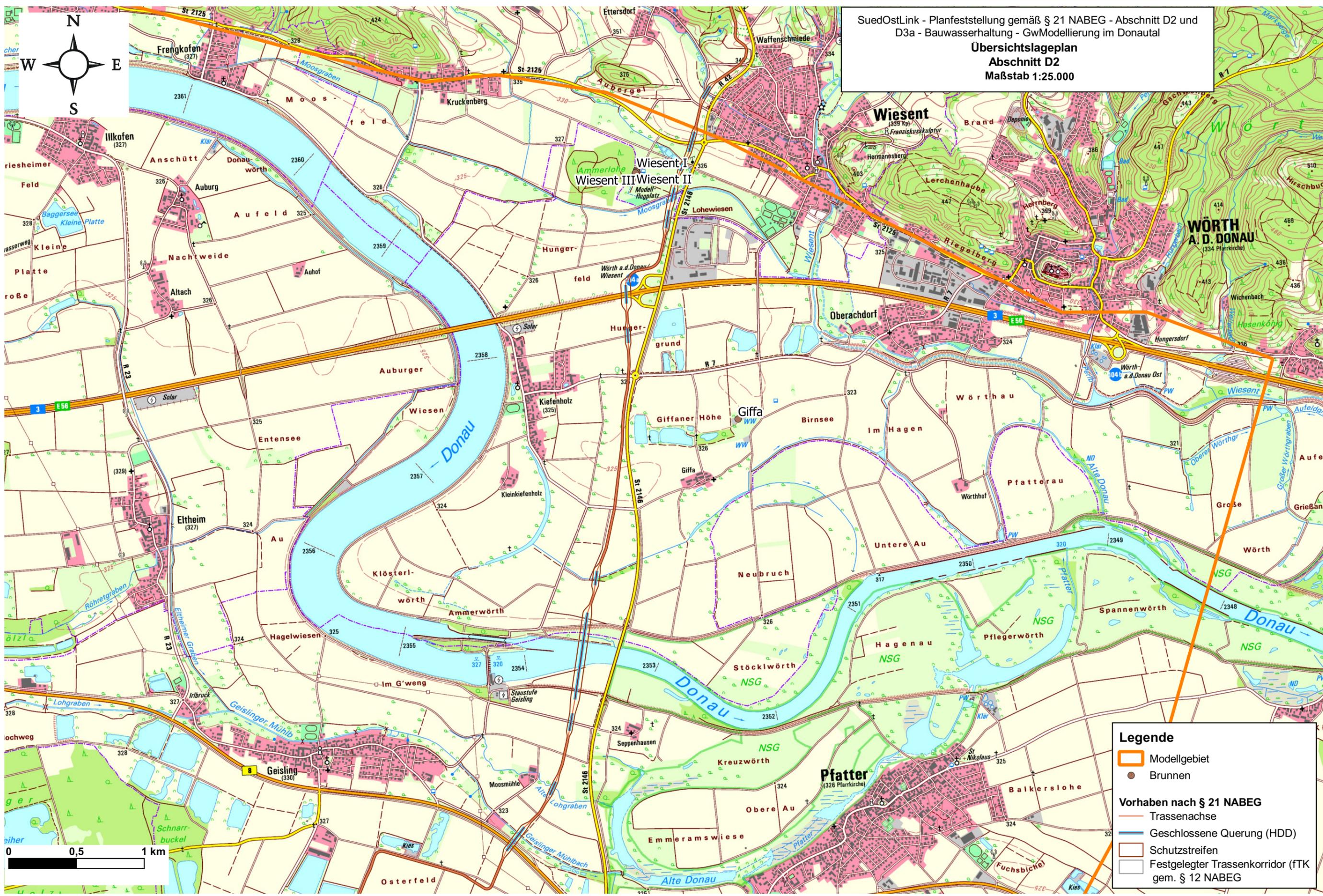
Druckformat: DIN A3

TenneT TSo GmbH A060-AGT-000758-AT-001

- Legende**
- Modellgebiet
 - Vorhaben nach § 21 NABEG**
 - Trassenachse
 - Geschlossene Querung (HDD)
 - Schutzstreifen
 - Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG

SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung - GwModellierung im Donautal

Übersichtslageplan
Abschnitt D2
Maßstab 1:25.000



Legende

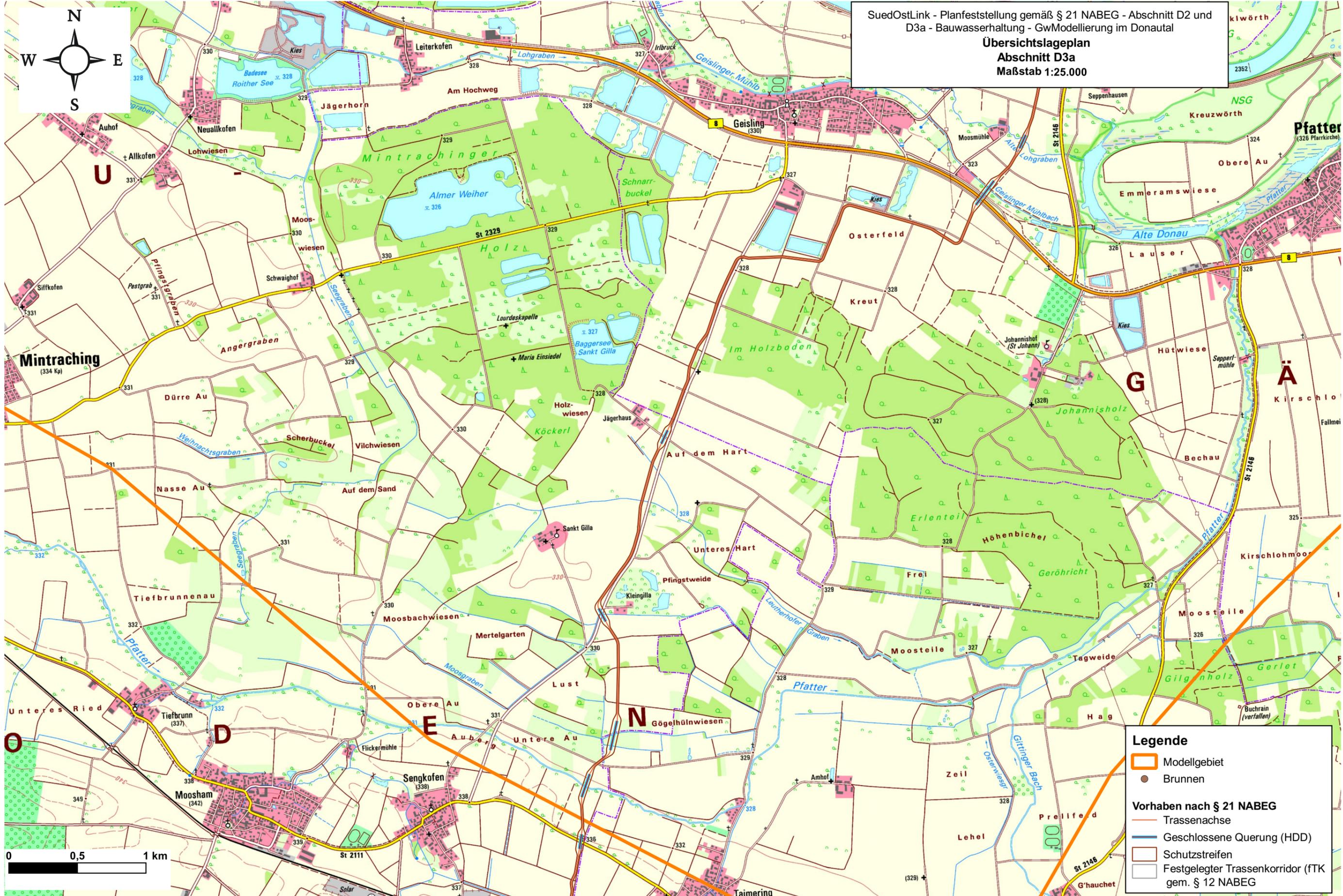
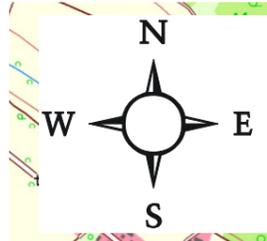
- Modellgebiet
- Brunnen

Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK gem. § 12 NABEG)

SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung - GwModellierung im Donautal

**Übersichtslageplan
 Abschnitt D3a
 Maßstab 1:25.000**

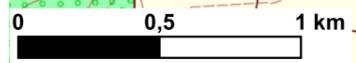


Legende

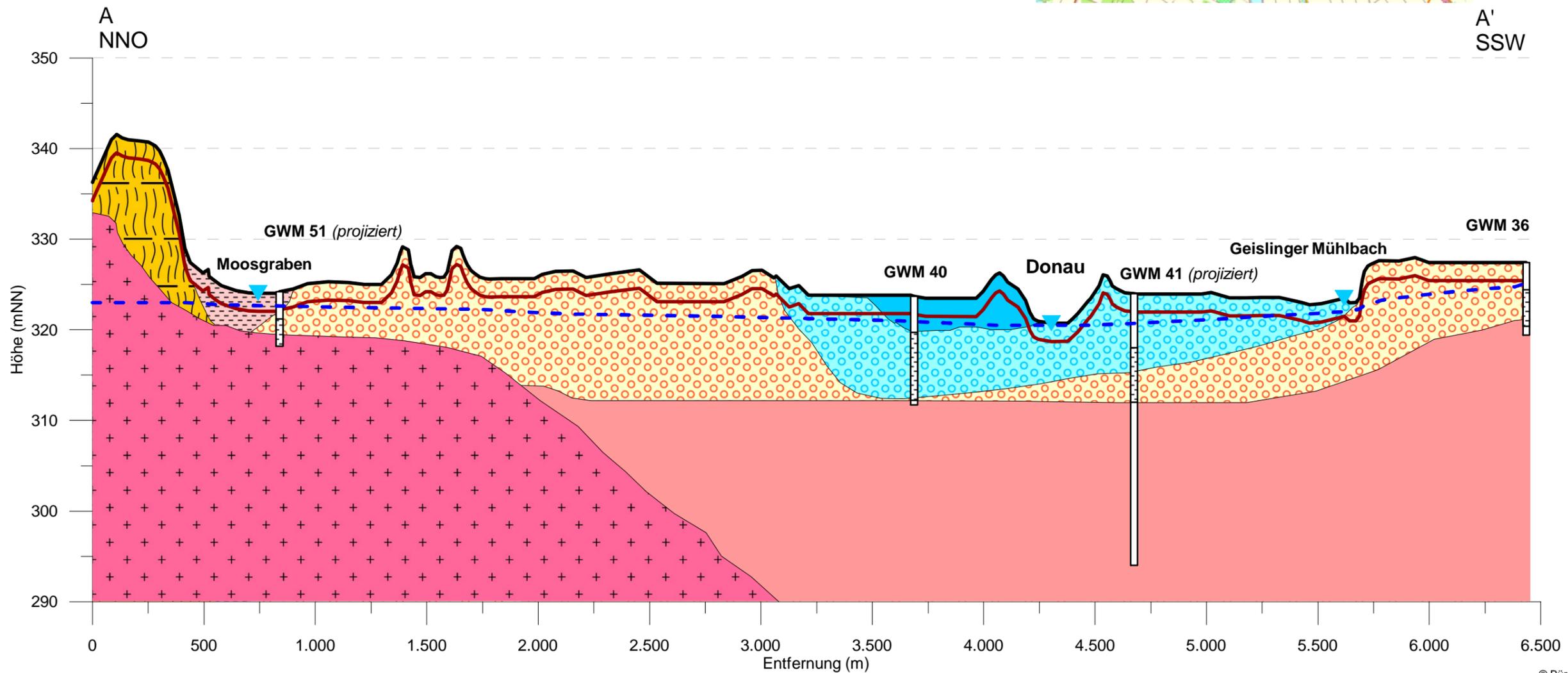
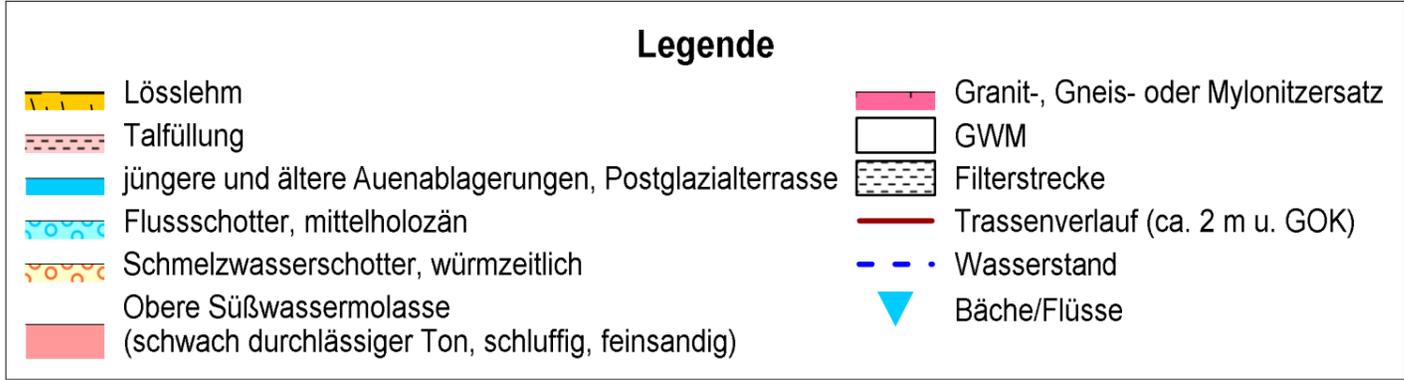
- Modellgebiet
- Brunnen

Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK gem. § 12 NABEG)

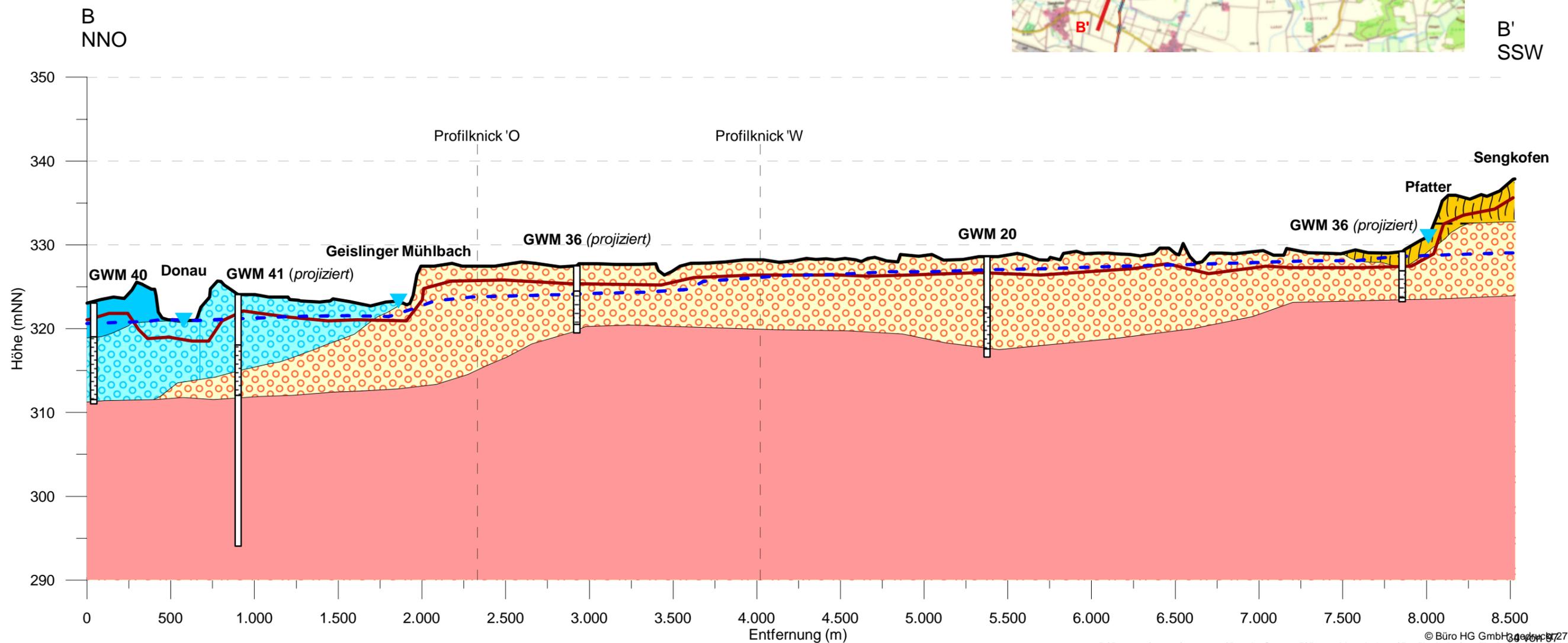
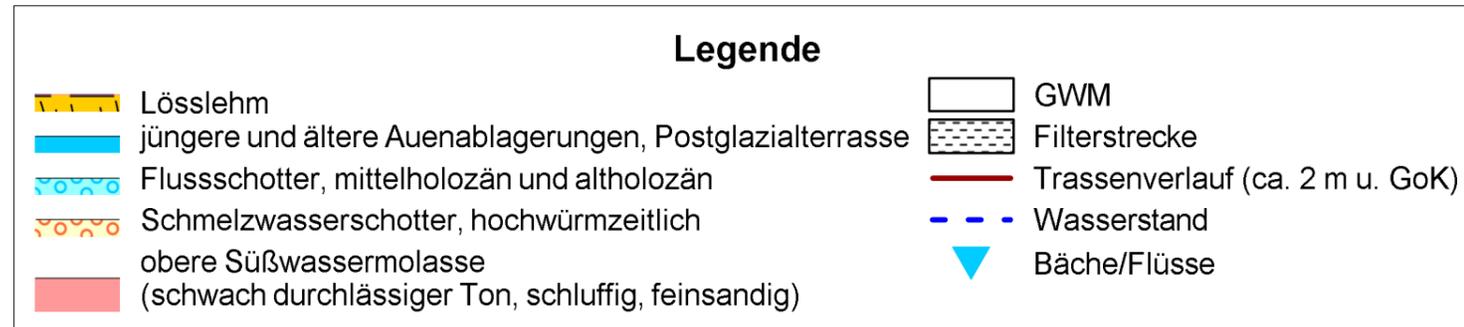


SuedOstLink - Planfeststellung gemäß §21 NABEG - Abschnitt D2
 Hydrogeologisches Gutachten - Bereich Wiesent, Donau
Hydrogeologischer Profilschnitt im Bereich Wiesent - Donau (D2)
 MdL: 1:20.000 - MdH 1:500



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß §21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a -
 Bauwasserhaltung - GwModellierung im Donautal bei Wörth und Geisling
Hydrogeologischer Profilschnitt im Bereich Donau - Sengkofen (D3a)

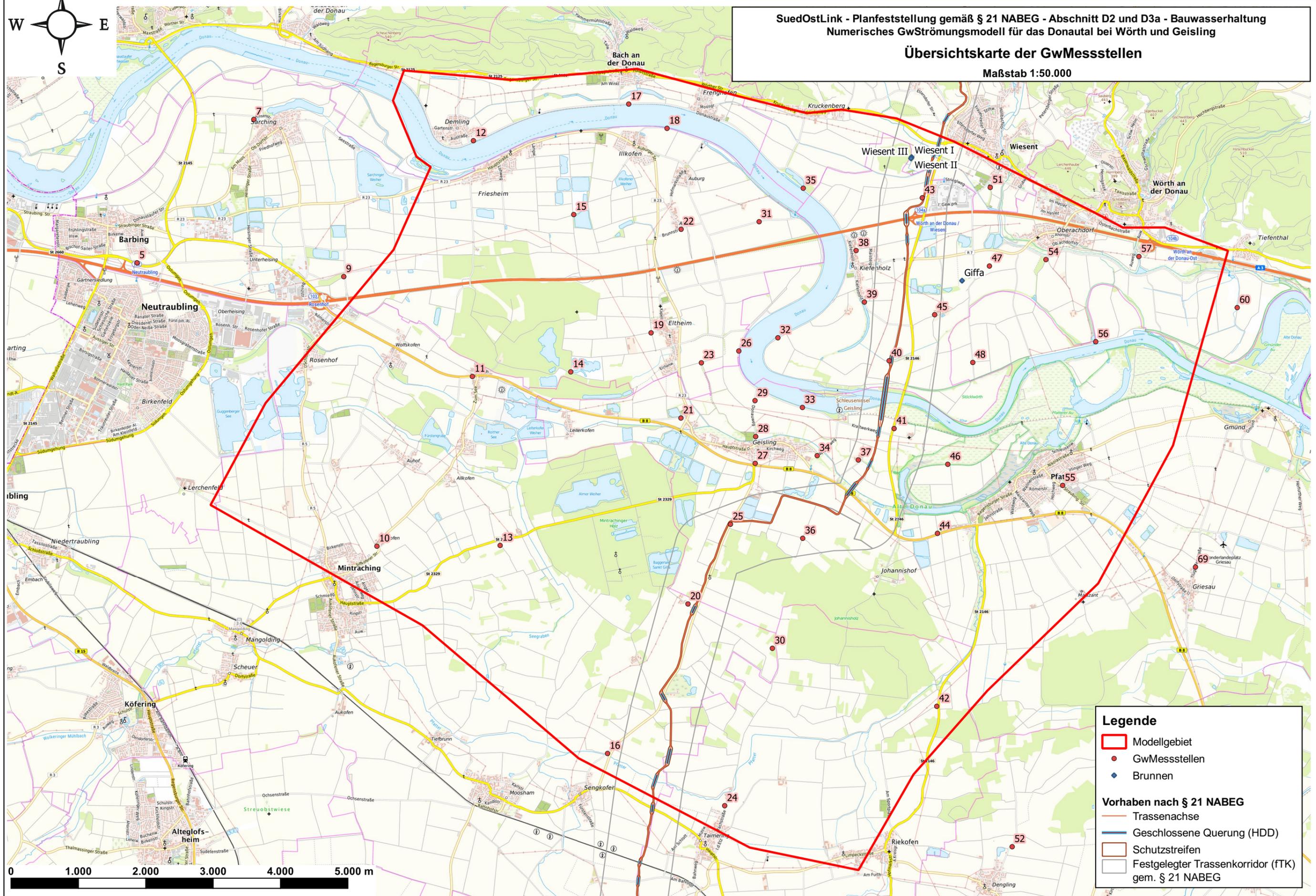
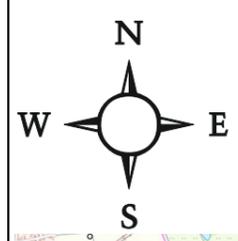
MdL: 1:25.000 - MdH 1:500



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Wörth und Geisling

Übersichtskarte der GwMessstellen

Maßstab 1:50.000



Legende

- Modellgebiet
- GwMessstellen
- ◆ Brunnen

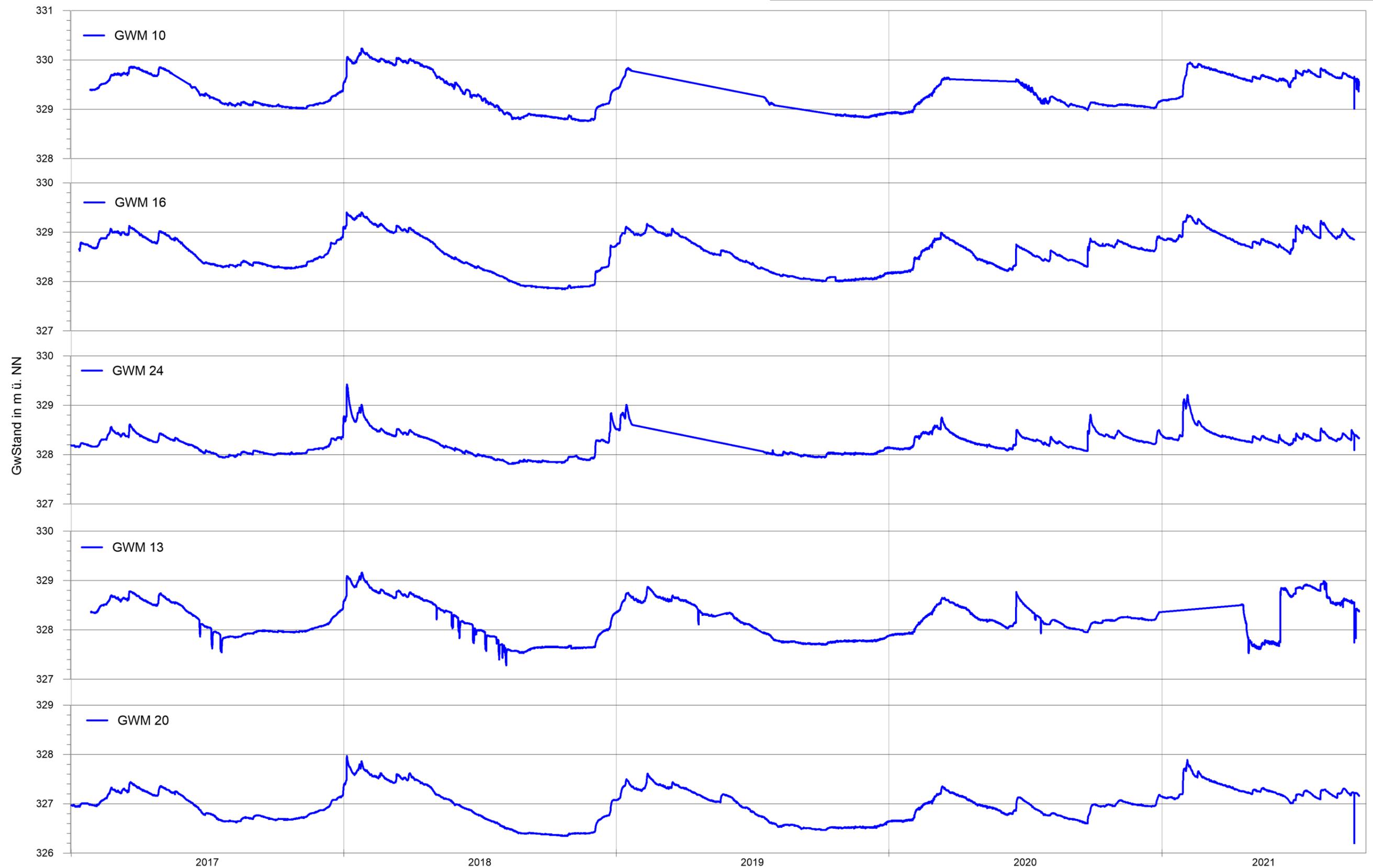
Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 21 NABEG

0 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000 m

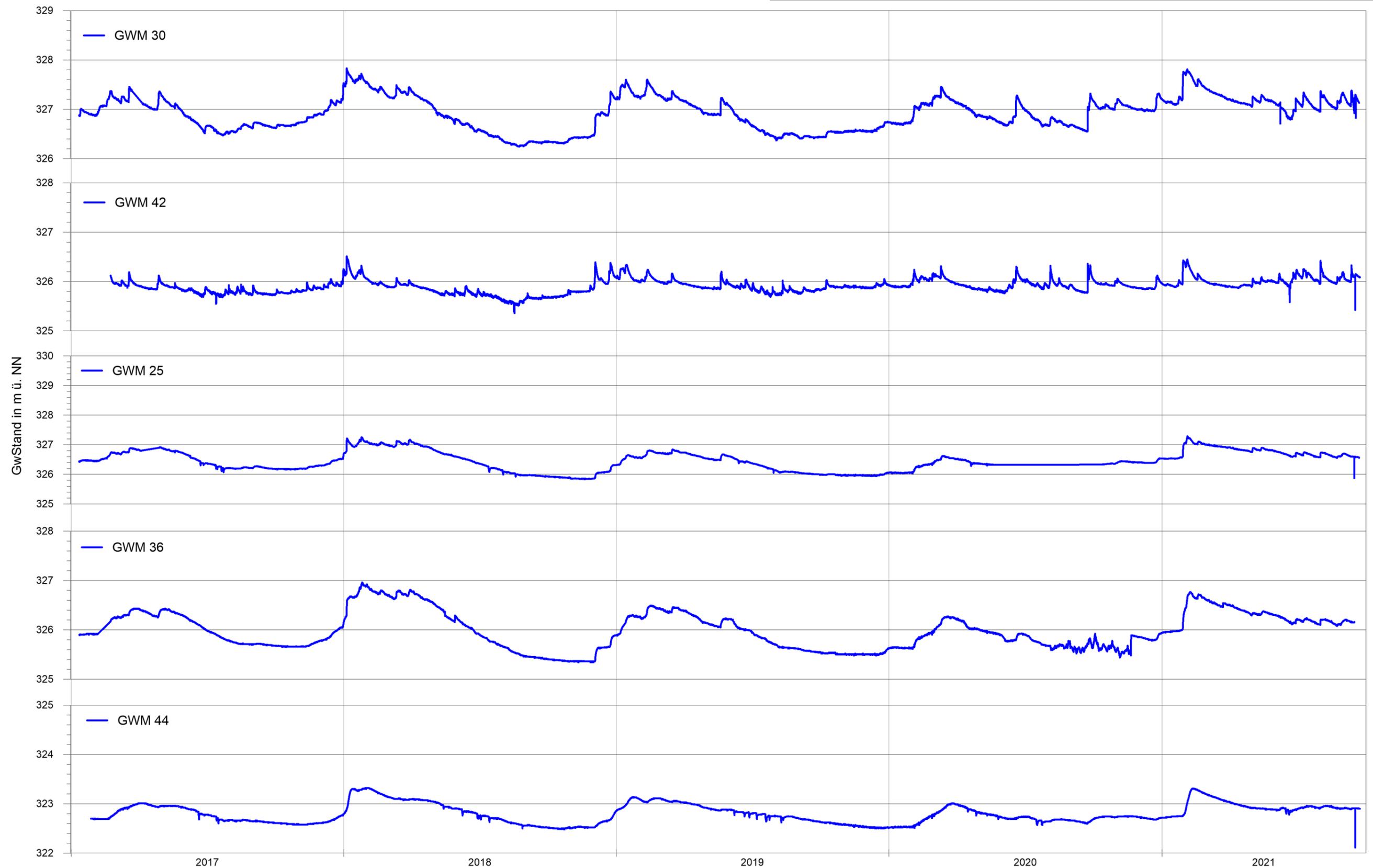
SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

GwGanglinien von Quartär-Messstellen



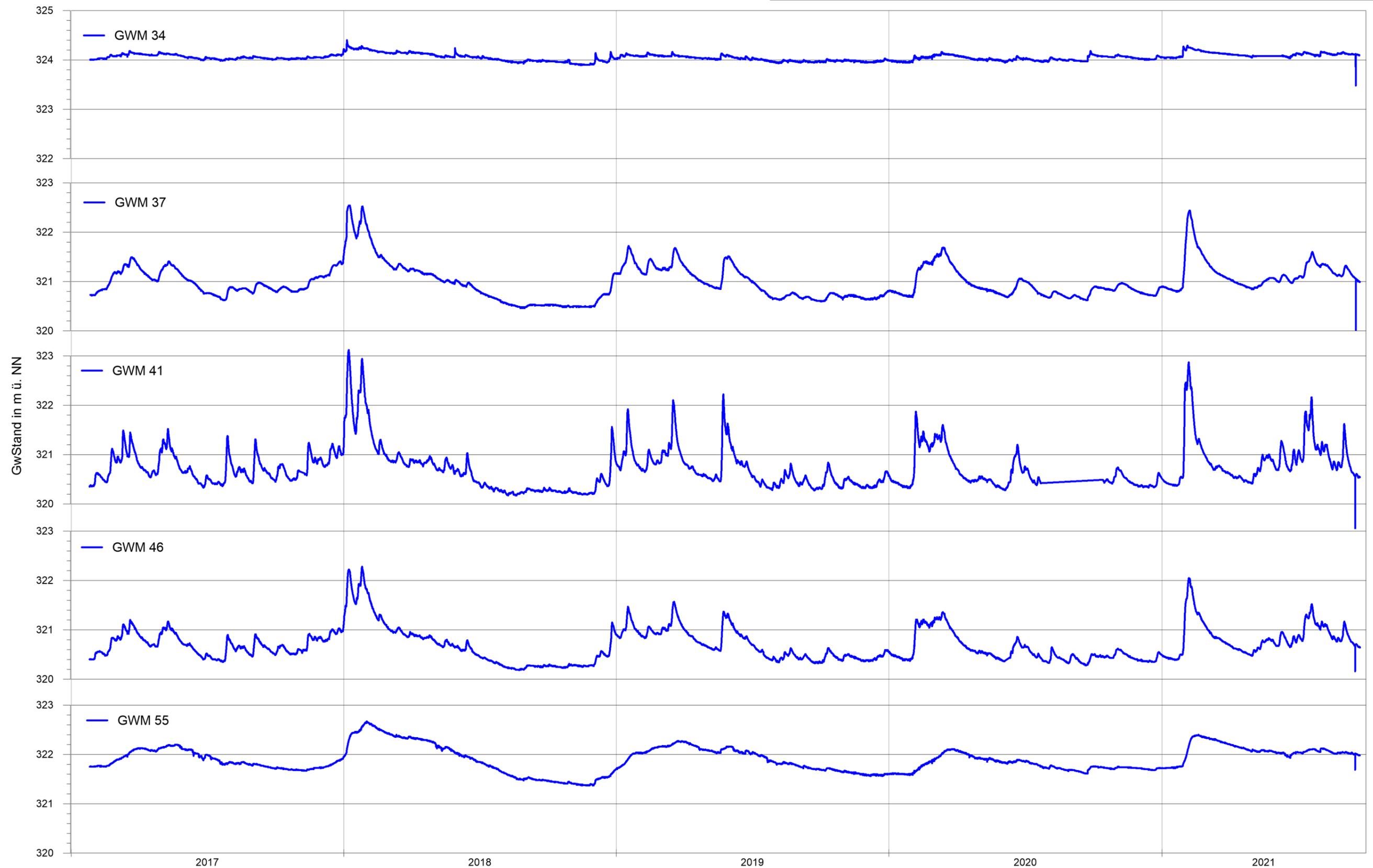
SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

GwGanglinien von Quartär-Messstellen



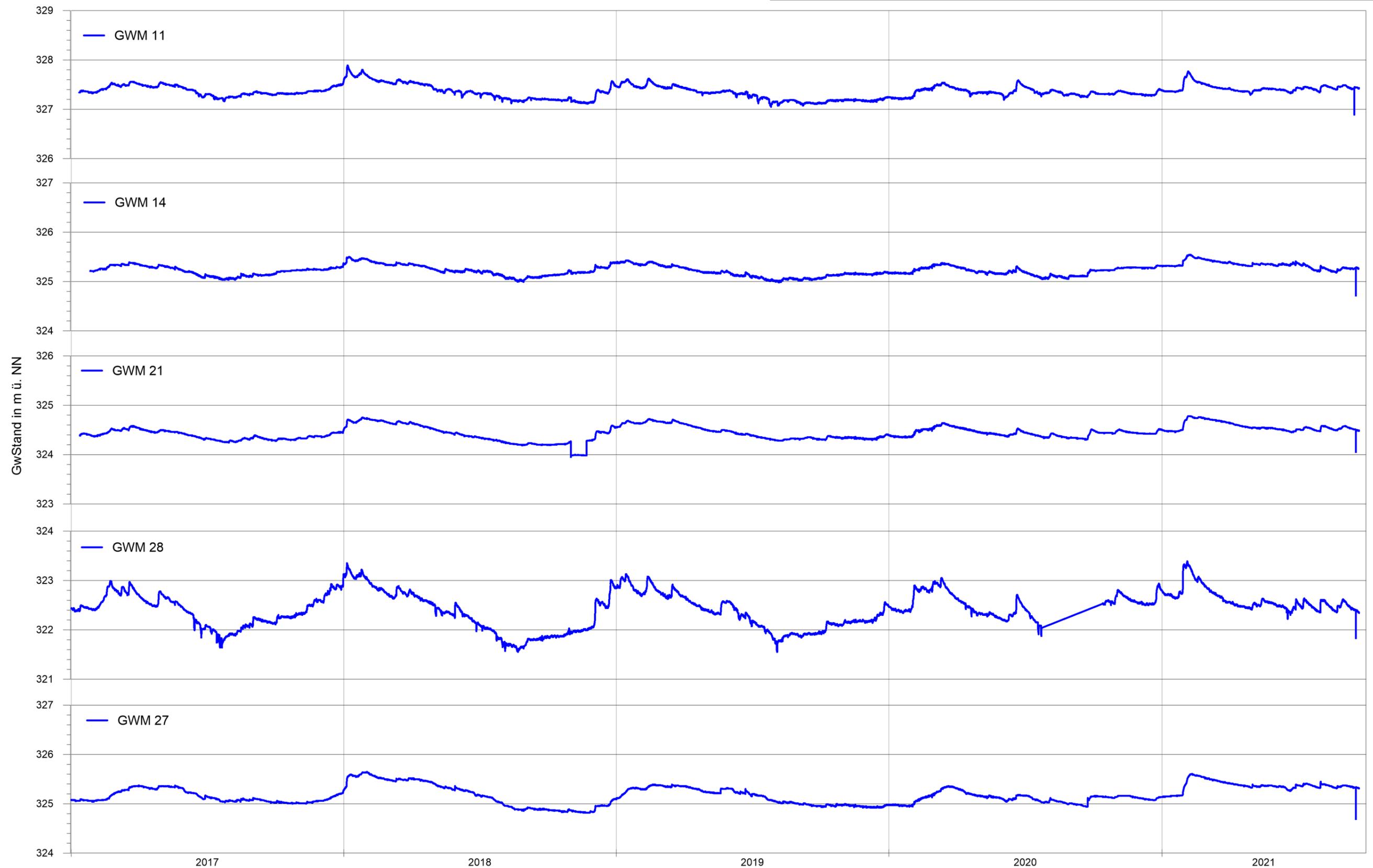
SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

GwGanglinien von Quartär-Messstellen



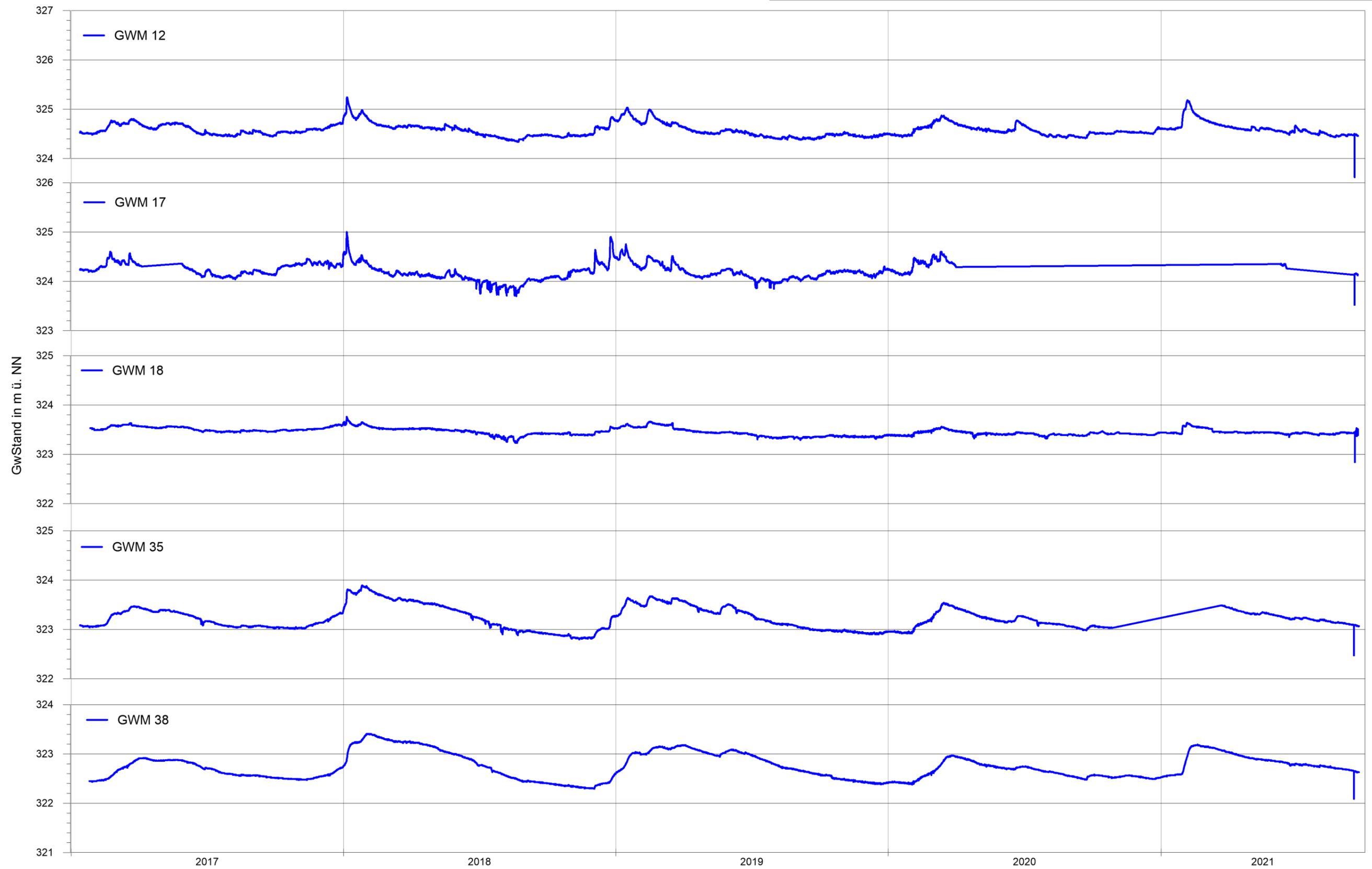
SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

GwGanglinien von Quartär-Messstellen



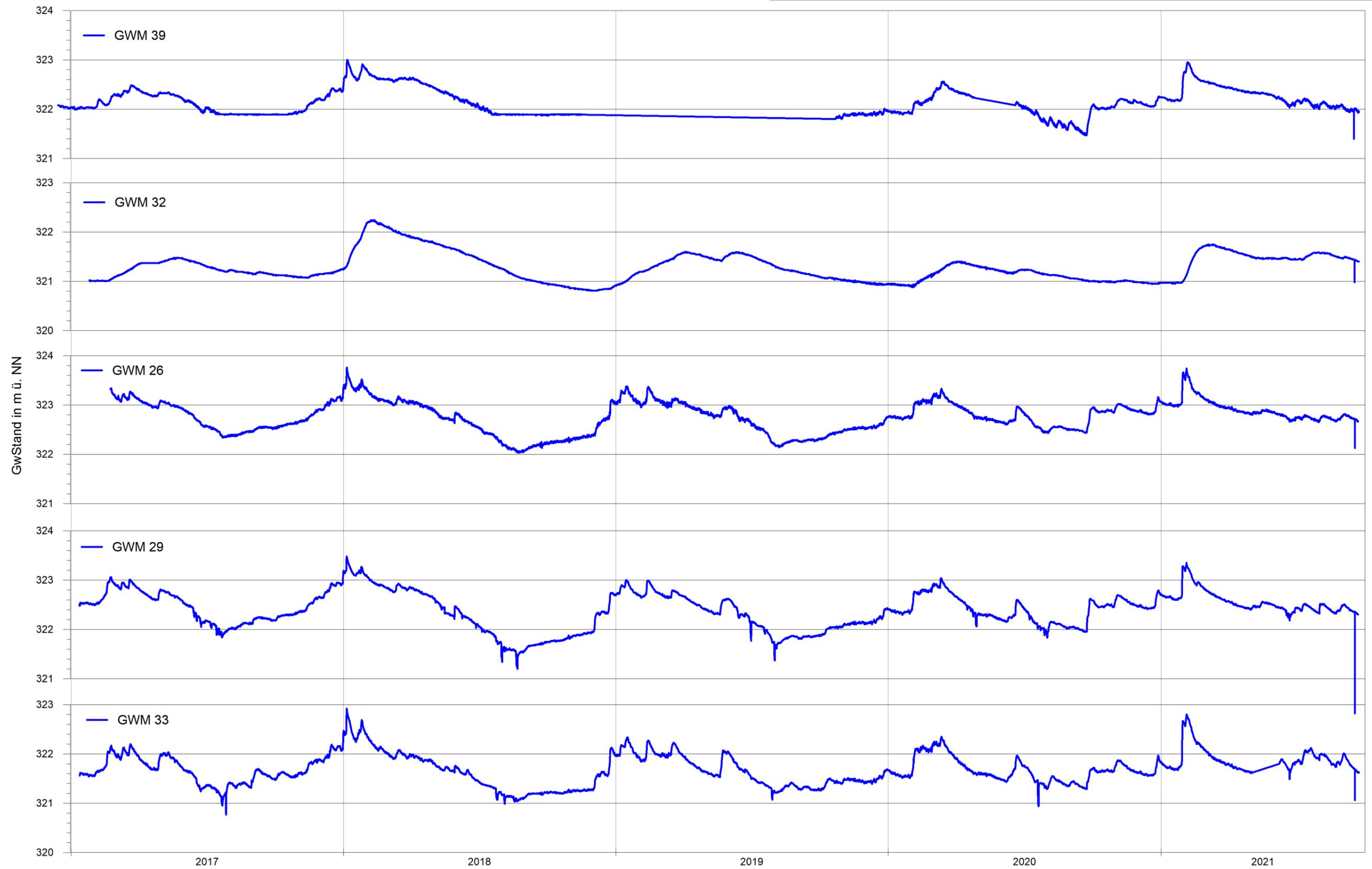
SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

GwGanglinien von Quartär-Messstellen



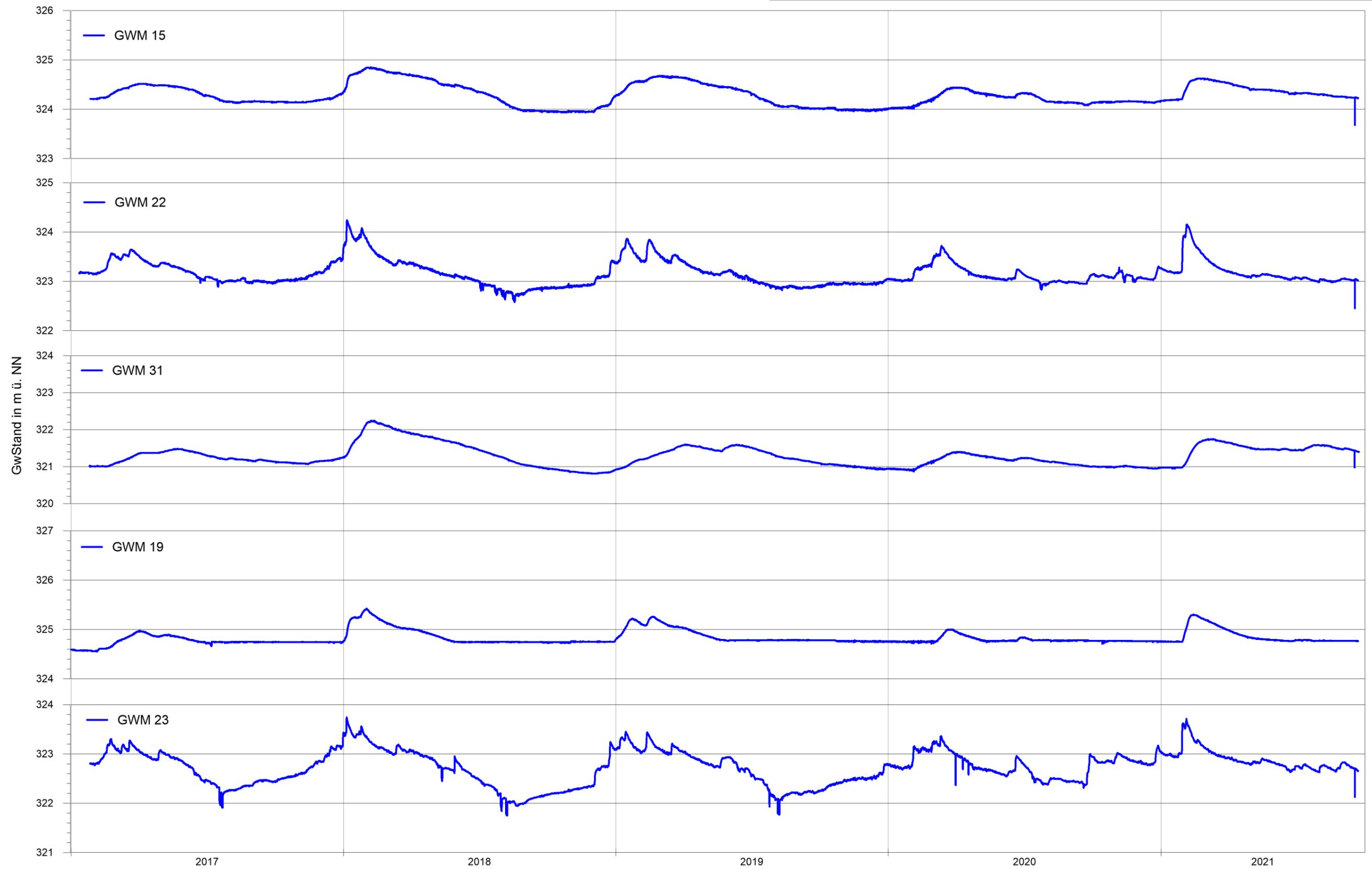
SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

GwGanglinien von Quartär-Messstellen



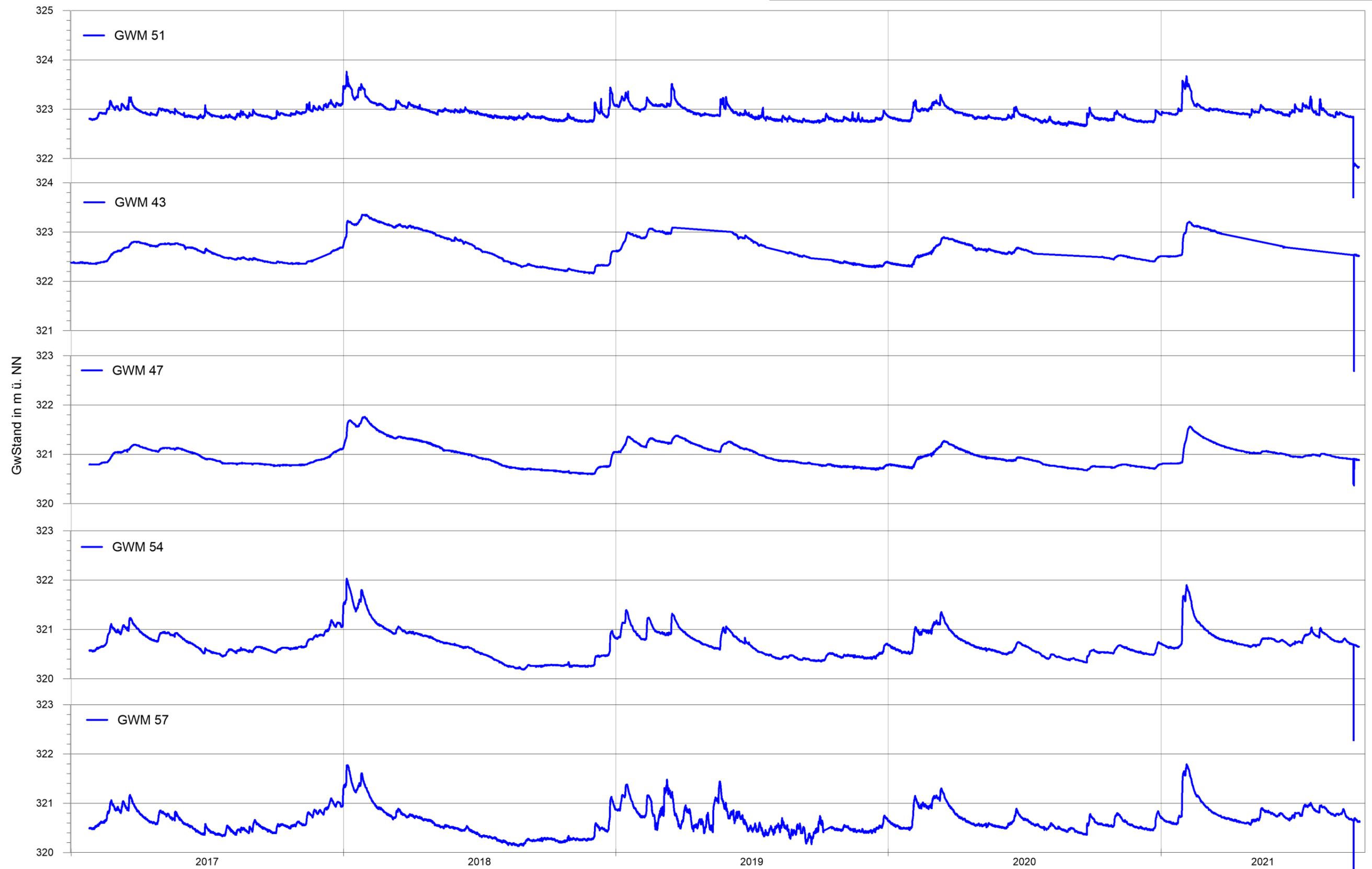
SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

GwGanglinien von Quartär-Messstellen



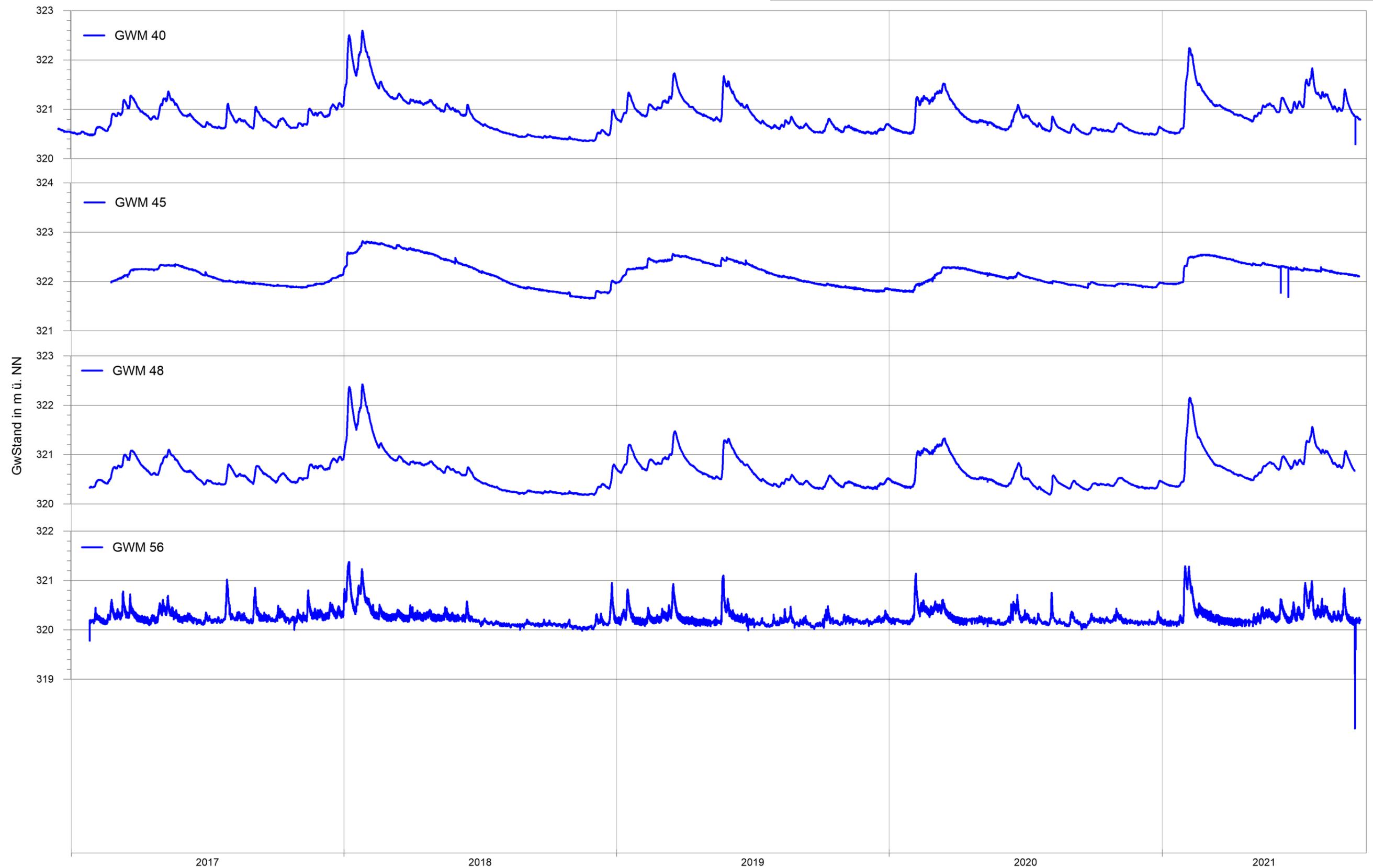
SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Wörth und Geisling

GwGanglinien von Quartär-Messstellen



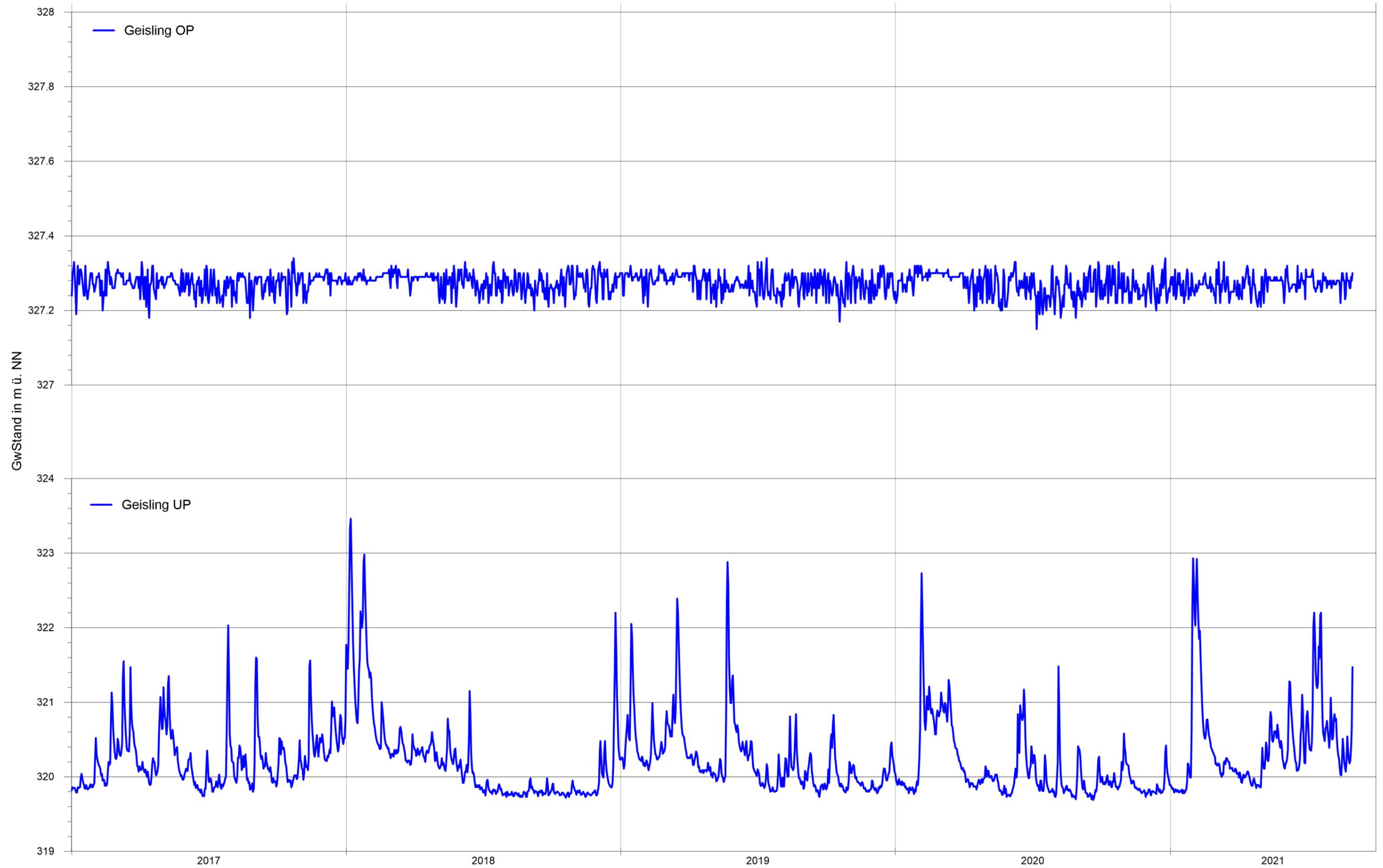
SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

GwGanglinien von Quartär-Messstellen



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

GwGanglinien der Staustufe Geisling OP/UP



SuedOstLink
Planfeststellung gemäß § 21 NABEG

Abschnitte D2 und D3a – Bauwasserhaltung
Numerisches Grundwasserströmungsmodell für
das
Donautal bei Wörth und Geisling

Modellbericht

Bericht zur Modellerstellung und –kalibrierung
(Modellbericht)

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Veranlassung, Aufgabenstellung	1
2.	Modellerstellung und Kalibrierung	3
2.1	Modellerstellung	3
2.2	Modellkalibrierung	7
2.2.1	Stationäre Kalibrierung	7
2.2.2	Bilanzkomponenten	8
2.2.3	Instationäre Kalibrierung	8
3.	Bewertung der Modellkalibrierung	9
Tabellenverzeichnis		
	Tabelle 2-1: Übersicht der Förderleistung und Einschaltwasserstände der Schöpfwerke	6
	Tabelle 2-2: Mittlere jährliche GwNeubildung im Modellgebiet nach LfU	6
	Tabelle 2-3: Jahresentnahmemengen der relevanten Brunnen im Modellgebiet	7
	Tabelle 2-4: Darstellung der jeweiligen Bilanzkomponenten	8
Abbildungsverzeichnis		
	Abbildung 1: Prinzipskizze zum vertikalen Modellaufbau 30-fach überhöht	4

1. Veranlassung, Aufgabenstellung

Der SuedOstLink, Regelzone TenneT verläuft in den Abschnitten D2 südlich von Wiesent und im Abschnitt D3a bei Geisling im Donautal, und bei Pfatter ist die Unterquerung der Donau geplant. In diesem Bereich ist mit flurnahem Grundwasser zu rechnen, wobei die hoch durchlässigen Kiese (Terrassenkiese) des Donautals den maßgeblichen GwLeiter darstellen. Wie erste geohydraulische Berechnungen im April 2021 gezeigt haben, kann es bei eventuell notwendigen GwHaltingsmaßnahmen beim Bau des SOL zu erheblichen GwAndrangsraten bei großen Absenkungsreichweiten kommen.

Im Planungsabschnitt D3a bei Geisling ist mit starken Eingriffen ins Grundwasser zu rechnen. Nördlich der Donau, im Abschnitt D2 südlich von Wiesent ist ebenfalls mit erheblichen Eingriffen ins Grundwasser zu rechnen, etwa bei Unterfahrung der BAB3 und bei der Unterquerung der Donau.

Aufgrund dieser Gegebenheiten ist es für die weitere Planung wichtig, die jeweils notwendigen Eingriffe ins Grundwasser in den Abschnitten D2 und D3a zu quantifizieren, resp. die notwendigen GwHaltingsmaßnahmen beim Bau des SOL in diesem Bereich zu optimieren. Hierbei sind auch die Möglichkeiten einer Wiedereinleitung des Grundwassers aus der Bauwasserhaltung über Schluckbrunnen in den Untergrund und/oder die Einleitung in Baggerseen zu prüfen. Aufgrund der erwartbaren Komplexität der geohydraulischen Zusammenhänge erfordert dies die Erstellung und Anwendung eines instationären GwStrömungsmodells für den relevanten Quartär-GwLeiter im Donautal.

Aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten und der geohydraulischen Randbedingungen ist – zumindest für die Modellerstellung und -kalibrierung – ein gemeinsames GwStrömungsmodell der SOL-Abschnitte D2 und D3a notwendig. Diese GwModellierung, einschließlich der hydrogeologischen Vorarbeiten, wurde wie folgt durchgeführt:

- Ortsbegehung zur Erfassung der örtlichen Gegebenheiten und Erhebung der modellrelevanten Daten bei den Behörden. I. W. waren dies die Daten aus der Flutpolder-Modellierung Eltheim und Wörthhof, soweit sie beim WWA Regensburg verfügbar sind, sowie veröffentlichte GwStanddaten.
- Ausarbeitung eines hydrogeologischen Modells auf Basis der bei Behörden verfügbaren Daten (s. o.) und den Ergebnissen aus der BGHU (inkl. der hierzu notwendigen Erstellung von Profilschnitten und GwGleichenplänen), und eines darauf basierenden Konzeptes für die numerische GwStrömungsmodellierung.
- Erstellung und stationäre/instationäre Kalibrierung des numerischen GwStrömungsmodells für den quartären GwLeiter im Donautal bei Wörth und Geisling bzw. zwischen Wiesent und Sengkofen.
- Anwendung des kalibrierten GwStrömungsmodells (stationär oder instationär) zur Untersuchung folgender Maßnahmen für die Vorzugstrasse in Abstimmung mit der ARGE T (Planer GwHalting) und/oder ifuplan in den SOL-Abschnitten D2 und D3a:
 - Berechnung der möglichen Absenkungsreichweiten und Ableitungsraten bei GwHaltingsmaßnahmen
 - Untersuchung der Möglichkeiten der Wiederversickerung von Grundwasser aus Bauwasserhaltung (GwHalting) über Rigolen/Schluckbrunnen sowie die Einleitung von

Grundwasser aus Bauwasserhaltung (GwHaltung) in die örtlichen Baggerseen und/oder Gräben.

- Darstellung und Bewertung der Ergebnisse in abschließenden Gutachten (Modellberichte) für die SOL-Abschnitte D2 bzw. D3a, inkl. Empfehlungen zu möglichen Maßnahmen im GwBereich sowie zu GwMonitoring bzw. Beweissicherung bei Bau und Betrieb des SOL in den Abschnitten D2 bzw. D3a.

Der vorliegende Modellbericht gilt gleichlautend für die Abschnitte D2 und D3a.

2. Modellerstellung und Kalibrierung

Modellerstellung

Für die Kalibrierung des numerischen GwStrömungsmodells für den quartären GwLeiter im Donautal in den SOL-Abschnitten D2 und D3a wurde das folgende Konzept realisiert:

- Das numerische GwModell wurde mit dem Rechenprogramm FEFLOW 7.2 (Update 8) erstellt, das nach der Finite-Elemente-Methode arbeitet.
- **Modellgebiet und Randbedingungen:**
 - Das Modellgebiet wurde an natürlichen Randbedingungen (RB) orientiert und so groß gewählt, dass alle relevanten äußeren Einflüsse für das Aussagegebiet entlang der geplanten Trasse mit einbezogen werden.
 - Im W (NW) und E (NE) wurden aus vorliegenden GwGleichenplänen Randstromlinien bzw. GwScheiden abgeleitet. Hierbei gilt die Annahme, dass diese No-Flow-Randbedingungen in allen Modellschichten wirksam sind.
 - Im N bzw. NE und im S bzw. SW wird das Modellgebiet durch Zuflussränder begrenzt, wobei sich die Zuflussraten aus der Geometrie der angrenzenden Teileinzugsgebiete und der hierin wirksamen GwNeubildung aus Niederschlag ergeben.
 - Im gesamten Modellgebiet ist die GwNeubildung aus Niederschlag für die stationäre Modellierung gemäß LfU-Shapefile gemäß Anlage 4.5 anzusetzen (Ansatz einer mittleren [stationären], flächenhaft wirksamen Zusickerung).
 - Für die instationäre Modellierung wurde die saisonale Variation der GwNeubildung aus Niederschlag für den Kalibrierungszeitraum mittels Bodenwasserhaushaltsmodell berechnet und dementsprechend angesetzt.
 - Insgesamt umfasst das Modellgebiet eine Fläche von ca. 112,2 km². Horizontal aufgeteilt ist das Modellgebiet in 73.951 Elemente und 37.202 Knotenpunkte pro Layer. Insgesamt besteht das Modell aus 369.755 Elementen und 223.212 Knotenpunkte, aufgeteilt auf 5 Layer bzw. Modellschichten.
 - Das Modellgitter wurde insbesondere in den Bereichen der Gewinnungsanlagen, entlang der Vorfluter und dem Trassenverlauf räumlich hochauflösend diskretisiert (siehe Anlage 4.3). Die größten Zellen in den Randbereichen des Modells haben eine Seitenlänge von maximal 80 m; die kleinsten Zellen im Bereich der Brunnenstandorte und des Trassenverlaufs haben eine Größe von minimal ca. 1,5 m.
- **Vertikale Diskretisierung:**

Umsetzung des Untergrundaufbaus als 5-Schicht-Modell wie folgt (Anlage 3.3.1 und Anlage 3.3.2):

 - Schicht 1: Deckschichten der quartären Kiese
 - Schicht 2: Zwischenschicht UK Grabenaushub entlang des Trassenverlaufs; hydraulisch nicht wirksam
 - Schicht 3: Quartäre Kiese der Hoch- und Niederterrasse (oberer Teil)
 - Schicht 4: Quartäre Kiese in der Niederterrasse (unterer Teil)
 - Schicht 5: Quartär-Unterlager
 - dichte Modellbasis auf 300 m ü. NHN festgelegt

Die folgende Abbildung zeigt das Prinzip des vertikalen Modellaufbaus.

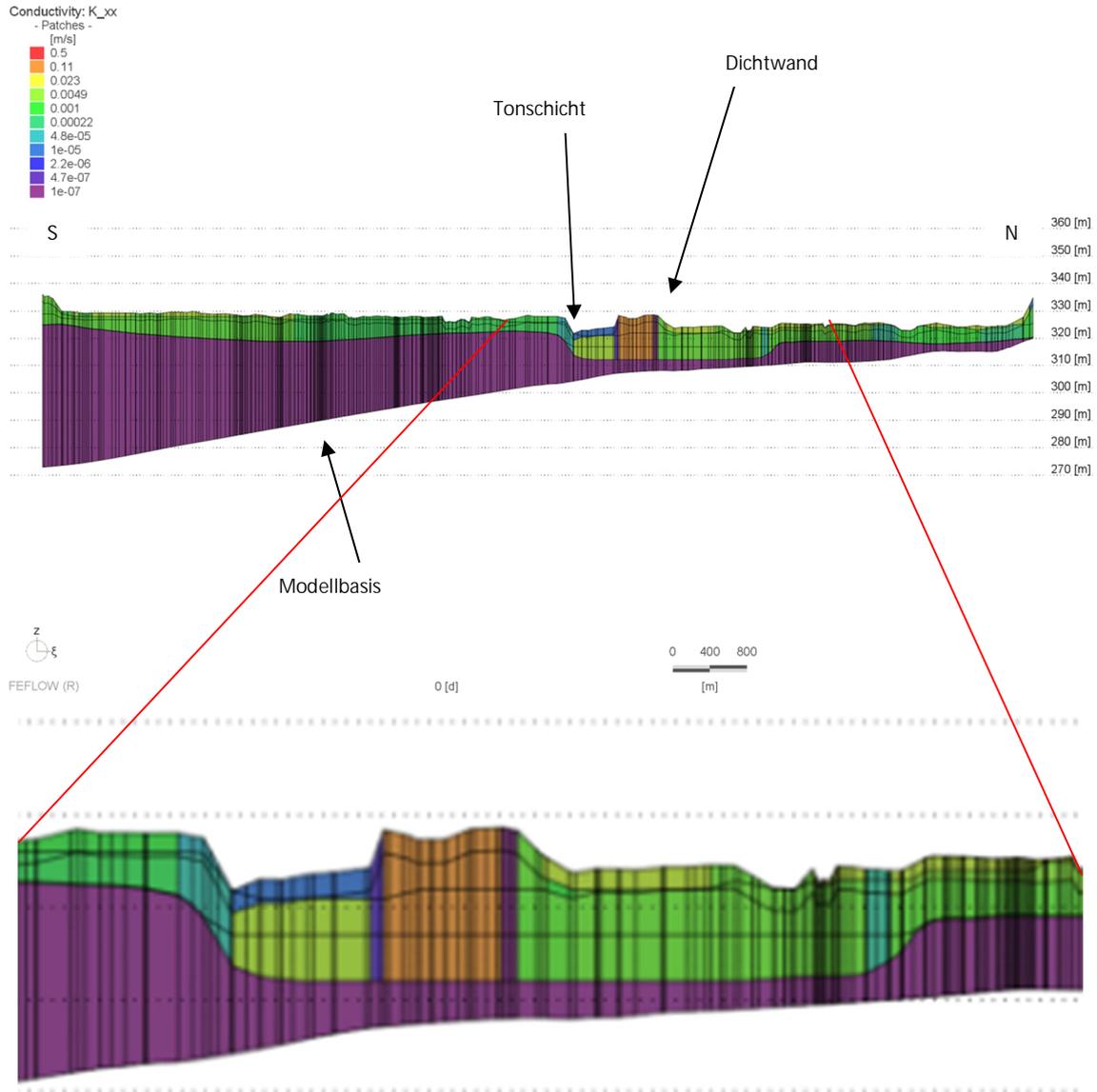


Abbildung 1: Prinzipskizze zum vertikalen Modellaufbau, 30-fach überhöht

➤ **Hydraulic-Head-RB (Dirichlet BC):**

Die Donau als maßgeblicher Vorfluter wurde als Hydraulic-Head-Randbedingung, Typ Dirichlet vorgegeben, da diese sowohl als Vorfluter als auch als Infiltrationsrandbedingung in der GwStrömung wirksam sein kann. Die Donau ist entlang des Verlaufs im NW bei Demling bis zur Staustufe Geisling durch Spundwände begrenzt, wobei abschnittsweise unterschiedliche Durchlässigkeiten angesetzt wurden. Unterhalb der Staustufe Geisling flussabwärts in Richtung Gmünd ist die Donau freifließend. Die Höhenniveaus wurden anhand des vorhandenen DGM 5, sowie der Pegelstände der Staustufe Geisling (OP/UP; siehe Anlage 3.2) angesetzt und für die Modellränder interpoliert.

➤ **Fluid-Transfer-RB (Cauchy BC):**

Die Nebengewässer im Modellgebiet sind Fluid-Transfer-RB, Typ Cauchy vorgegeben. Für diese Gewässer- bzw. Grabenabschnitte gilt somit die Modellannahme, dass hier GwAbfluss sowie eine Gewässerinfiltration erfolgen kann, unter der Annahme unterschiedlicher

Gewässeranbindungen. Diese wurden anhand entsprechend variierender Transferraten umgesetzt, und sind Teil des Kalibrierungsprozesses. Verlauf und Höhenniveaus werden gemäß den vorhandenen DGM 5-Daten angesetzt.

➤ **Fluid-Flux-RB (Neumann BC)**

Die Zuflussränder im N bzw. NE und im S bzw. SW wurden als Fluid-Flux- RB umgesetzt, wobei sich die Zuflussraten aus der Geometrie der angrenzenden Teileinzugsgebiete und der hierin wirksamen GwNeubildung aus Niederschlag ergeben.

➤ **Randstromlinien (No-Flow-RB):**

Die nw' und ne' Modellgrenzen sind als Randstromlinien aus GwGleichenplänen abgeleitet, und als No-Flow-RB Randbedingungen definiert. Dies bedeutet, dass entlang dieser Modellgrenzen kein Zu- oder Abfluss möglich ist.

Aufgrund der definierten Randbedingungen ist ein Zufluss in das Modellgebiet nur über die natürliche GwNeubildung aus Niederschlag, durch die Zuflussränder im NE und SW und durch die Versickerung von Oberflächenwasser entlang der Fließgewässer möglich, sofern (örtlich) ein entsprechender hydraulischer Gradient gegeben ist. Ein GwAbfluss bzw. -Entzug kann modelltechnisch nur über die Fließgewässer und über die GwEntnahmen an den Brunnen und Schöpfwerken erfolgen. Bei Vorgabe einer realistischen GwNeubildung stellt dieser Modellansatz eine integrale GwBilanz sicher.

➤ **Schöpfwerke/ Pumpwerke:**

Innerhalb des Modellgebietes befinden sich verschiedene Schöpfwerke, um einen Einstau insbesondere entlang der Spundwände zu verhindern, bzw. um ein entsprechendes GwNiveau sicherzustellen. Hierbei werden die anfallenden Wassermengen der Donau zugeführt. Modelltechnisch wurden die Schöpfwerke mittels einer Hydraulic-Head-BC an den entsprechenden Knotenpunkten umgesetzt und die jeweiligen Pumpeneinschaltniveaus anhand von Flow-Rate-Constraints implementiert. Die Folgende Tabelle enthält die wesentlichen Daten zu den Schöpfwerken im Modellgebiet.

Tabelle 2-1: Übersicht der Förderleistung und Einschaltwasserstände der Schöpfwerke

Schöpfwerk	Anzahl der Pumpen	Leistung/Pumpe	Einschalt Wasserstand (m ü. NHN)	Ausschalt Wasserstand (m ü. NHN)
Friesheim	3	3*0,025 m³/s	P1 322,6 P2 322,8 P3 323,0	321,5
Demling	4	3*1,0 m³/s	P1 323,9 P2 324,1 P3 324,3 P4 324,5	323,5
Auburg	2	2*1,0 m³/s	P1 322,7 P2 322,9	322,3
Wörthhof	3	3*1,0 m³/s	P1 320,2 P2 320,4 P3 320,6	319,8
Pfatter	4	4*1,75 m³/s	P1 321,87 P2 321,89 P3 321,91 P4 321,92	W Donau 10 cm unter W „Alte Donau“
Moosgraben	2	2*0,9 m³/s	P1 322,9 P2 323,1	322,0

➤ **GwNeubildung aus Niederschlag:**

Die Grundwasserneubildung erfolgt natürlicherweise durch versickernden Niederschlag und wird als flächenhaft wirksamer Zufluss angesetzt.

Basierend auf dem LfU-Shapefile für den Referenzzeitraum 1971 bis 2000 beträgt die mittlere GwNeubildung für das gesamte Modellgebiet bei ca. 2.28 l/s*km² (Anlage 4.5).

Tabelle 2-2: Mittlere jährliche GwNeubildung im Modellgebiet nach LfU

Zeitraum / Jahr von	Zeitraum / Jahr bis	Mittlere jährliche GwNeubildung (mm/a)
1951	2018	69,6
1989	2018	56,1
1971	2000	71,9

Für die instationäre Modellierung wurde auf Basis der meteorologischen Daten der Wetterstation Sarching mittels Bodenwasserhaushaltmodell die saisonale Variation der GwNeubildung aus Niederschlag für den Kalibrierungszeitraum 2017 bis 09/2021 berechnet. Eine Darstellung der zeitlich variablen GwNeubildung und der meteorologischen Daten sind der Anlage 4.8.1 zu entnehmen

➤ **Kalibrierungszustand:**

Da am 30.10.2020 die GwStichtagsmessungen ein mittleres GwNiveau repräsentieren, wurde dieser Zeitpunkt als stationäres Kalibrierungsziel gewählt.

Der Zeitraum für die instationäre Kalibrierung wurde vom 01.01.2017 bis 01.09.2021 gewählt, da hier umfassende Daten zu den GwMessstellen vorliegen.

➤ **GwMessstellen:**

Im Untersuchungsgebiet bestehen 43 GwMessstellen. Die gemessenen GwStände von 01.01.2017 bis 01.09.2021 liegen als Stundenwerte vor. Die GwStandganglinien sind in den Anlagen 3.1.2 dargestellt.

➤ **GwEntnahmen:**

Die Brunnenentnahmen wurden in den quartären Kiesen angesetzt. Die Förderdaten der Brunnen Wiesent I, Wiesent II, Wiesent III und Giffa I liegen für den Zeitraum 2017 bis 2020 als Jahresentnahmemengen vor. Für das Jahr 2021 konnten keine aktuellen Förderdaten erhoben werden, sodass die Werte abgeschätzt wurden. Die vorliegenden bzw. angesetzten Förderdaten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2-3: Jahresentnahmemengen (m³) der relevanten Brunnen im Modellgebiet

Jahr	Br. Wiesent I	Br. Wiesent II	Br. Wiesent	Br. Giffa I
2016	40.156	59.046	49.046	208.310
2017	52.721	54.383	52.121	190.510
2018	45.924	50.161	48.717	186.190
2019	48.670	49.502	48.231	191.880
2020	57.974	28.133	53.191	220.260
2021	50.000	46.000	49.000	200.000

Modellkalibrierung

2.1.1 Stationäre Kalibrierung

Die Anpassung der GwStände an die Durchschnittswerte wurde durch Variation der k_f -Werte im Rahmen hydrogeologisch plausibler Größenordnungen und unter Berücksichtigung der aus Pumpversuchen ermittelten Werte angestrebt (k_f -Wert-Ermittlung durch Modellkalibrierung).

Bezüglich der **Durchlässigkeitsverteilung** sind folgende Punkte hervorzuheben:

- Die horizontalen Durchlässigkeiten (k_{fh} -Werte) variieren für die quartäre Deckschicht der Modellschicht 1 zwischen 1E-06 und 1E-05 m/s, die vertikalen Durchlässigkeiten (k_{fv} -Werte) zwischen 1E-07 und 1E-06 m/s. Die quartären Deckschichten liegen flächendifferenziert vor, und sind überwiegend nahe der Donau entlang der Terrassenstufe verbreitet.
- Die k_{fh} -Werte für die quartären Kiese bzw. der Modellschichten 3 und 4 liegen im Bereich zwischen 1E-02 bis 1E-04 m/s, und für die vertikalen Durchlässigkeiten (k_{fv} -Wert) resultieren 1E-03 bis 1E-05 m/s.
- Für das Quartär-Unterlager (Tertiär) wurde eine horizontale Durchlässigkeit von 1E-07 m/s und eine vertikale Durchlässigkeit von 1E-8 m/s angesetzt.

Die räumliche Verteilung der resultierenden k_f -Werte für die relevanten Modellschichten sind in Anlage 4.7 dokumentiert. Auf die Darstellung der räumlichen Verteilung der ermittelten k_f -Werte in der Modellschicht 5 wurde in den Anlagen verzichtet, da hier großräumig konstante Werte vorgegeben wurden.

Die Dichtwände entlang der Donau wurden mit einem k_{fv} -Wert zwischen 1E-07 und 1E-6 m/s angesetzt.

Die Leakage-Werte (In-Transfer-/Out-Transfer-Rate) der entsprechenden Gewässer variieren zwischen 0,1 und 75 1/d, und sind in Anlage 4.7.3 dargestellt.

Die GwStrömungssituation für den Kalibrierungszustand ist in der Anlage 4.6.2 in Form eines GwGleichenplans für die wasserwirtschaftlich relevanten Modellschichten 3 (Quartär) dargestellt.

2.1.2 Bilanzkomponenten

Tabelle 2-4: Darstellung der jeweiligen Bilanzkomponenten

Randbedingung	Flow Out	Flow In	Flow Out	Flow In
	m ³ /d	m ³ /d	l/s	l/s
Dirichlet-BC	-80.141	2.275,5	-927,6	26,3
Donau	-66.710	2.275,5	-772,1	26,3
Schöpfwerke	-13.431		-155,5	
Neumann-BC		12.223		141,5
Nord		2.592,5		30,0
Süd		9.630,6		111,5
Cauchy-BC	-22.446	65.437	-259,8	757,4
Wells	-985		-11,4	
GwNeubildung	-4.145,3	25.697	-48,0	297,4
Summe	-107.717,3	105.632,5	-1.246,7	1.222,6
Differenz	-2.084,8		-24,1	
Differenz %	1,9			

2.1.3 Instationäre Kalibrierung

Für die instationäre Modellierung wurde für den Kalibrierungszeitraum 01/2017 bis 09/2021 die zeitlich variable GwNeubildung aus Niederschlag auf der Basis der Wetterdaten der Wetterstation Sarching mit einem Bodenwasserhaushaltsmodell nach Haude-Renger berechnet, und als zeitlich variable Randbedingung, wirksam in der obersten Modellschicht, angesetzt (siehe Anlage 4.8.1).

Die Einzelförderraten an den TwBrunnen im Modellgebiet wurden entsprechend den Jahreswerten für den Kalibrierungszeitraum 01/2017 bis 12/2020 zeitlich variabel angesetzt. Für den Zeitraum 01/2021 bis 09/2021 wurden die Daten anhand der Werte der Vorjahre plausibel abgeschätzt.

Als Anfangsbedingung wurde der stationäre Kalibrierungszustand vorgegeben, und im Zuge der instationären Kalibrierung die Anpassung an die gemessenen GwGanglinien durch Variation der der Nutzporosität (n_0) und der Leakage-Werte für den relevanten Quartär-GwLeiter angestrebt. Die Nutzporosität wurde flächendifferenziert angesetzt, wobei der quartäre GwLeiter eine Nutzporosität von 20 % und die Deckschichten eine Nutzporosität von 12 % aufweisen. Freie Gewässer sind mit einer Porosität von 100 % angesetzt.

3. Bewertung der Modellkalibrierung

Man kann für den stationären Kalibrierungszustand von einer guten Anpassung der berechneten an die gemessenen GwStände sprechen. Das Ergebnis der Anpassung ist in der Anlage 4.6.1 dokumentiert. Hier zeigt sich, dass für den stationären Kalibrierungszustand einen mittleren Fehler von -0,02 m und ein normalisierter RMS¹ von 0,04 % berechnet wird. Auch der resultierende Korrelationskoeffizient von nahezu 1 und die Standard-Abweichung von 0,34 m zeigen, dass das Modell insgesamt plausible Druckhöhen errechnet.

Die Kalibrierung der Abflüsse wurde anhand der Fördermengen der Schöpfwerke vorgenommen, da diese aufgrund der hydrogeologischen Situation in Zusammenhang stehen. Aufgrund der Donauabdichtung entlang des Verlaufes oberhalb der Staustufe Geislingen können die anfallenden Wassermengen in dem entsprechenden Einzugsgebiet hauptsächlich nur durch die Schöpfwerke abgeführt werden. Diese Korrelation wurde bei der stationären Kalibrierung für den entsprechenden Zeitpunkt und für die instationäre Kalibrierung im zeitlichen Verlauf dokumentiert. Die Fördermengen der Schöpfwerke wurden anhand der Pumpenleistungen und Betriebszeiten errechnet. Eine Darstellung der berechneten und gemessenen Förderraten der Schöpfwerke ist der Anlage 4.8.3 zu entnehmen.

Im Zuge der instationären Kalibrierung konnten für die 42 Messstellen gute rechnerische Anpassungen der berechneten GwGanglinien an die entsprechenden Datenlogger-Aufzeichnungen erreicht werden (siehe Anlage 4.8.2). Sowohl die berechnete GwDynamik als auch die berechneten GwSpiegelhöhen konnten gut reproduziert werden, insbesondere vor dem Hintergrund das jahreszeitliche Schwankungen der GwStände von teilweise mehr als 1 m innerhalb des Modellgebietes auftreten. Insbesondere bewaldete Flächen (Nadelwald, Laubwald, Mischwald) zeigen hierbei eine negative GwBilanz auf, sodass es in den Sommermonaten zu einer verstärkten GwAbsenkung in diesen Bereichen führt. Eine Darstellung der ausgewiesenen Landnutzungsdaten ist der Anlage 4.5.3 zu entnehmen.

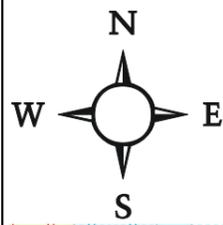
Insgesamt ist im Sinne der Aufgabenstellung eine ausreichende Güte der Modellkalibrierung festzustellen; somit ist auch die Prognosefähigkeit des Modells gegeben.

Büro HG GmbH

Gießen, Mai 2023

Dipl.-Ing. Jan Bockholt

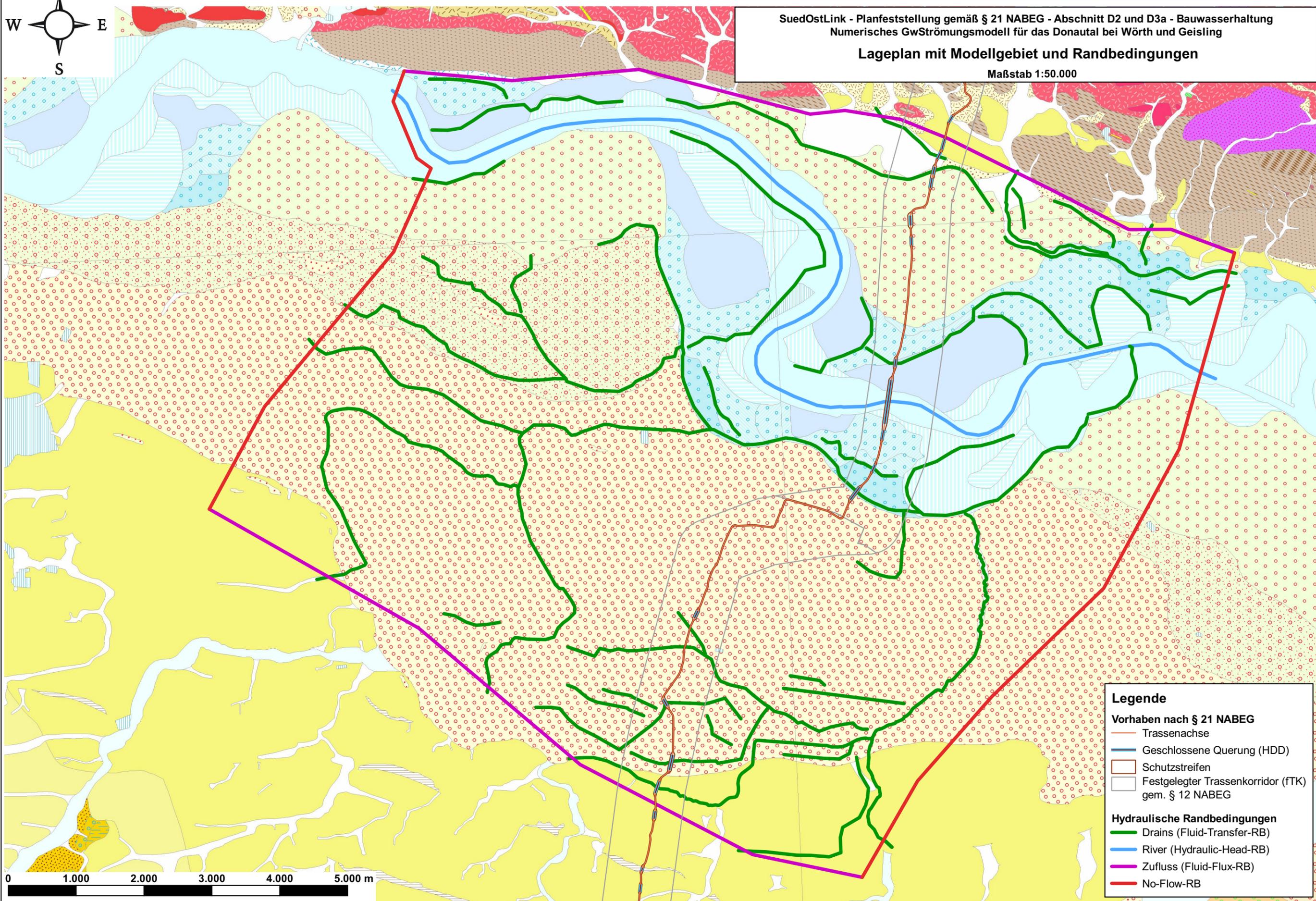
¹ RMS = Root Mean Square Error



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geising

Lageplan mit Modellgebiet und Randbedingungen

Maßstab 1:50.000



Legende

Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 12 NABEG

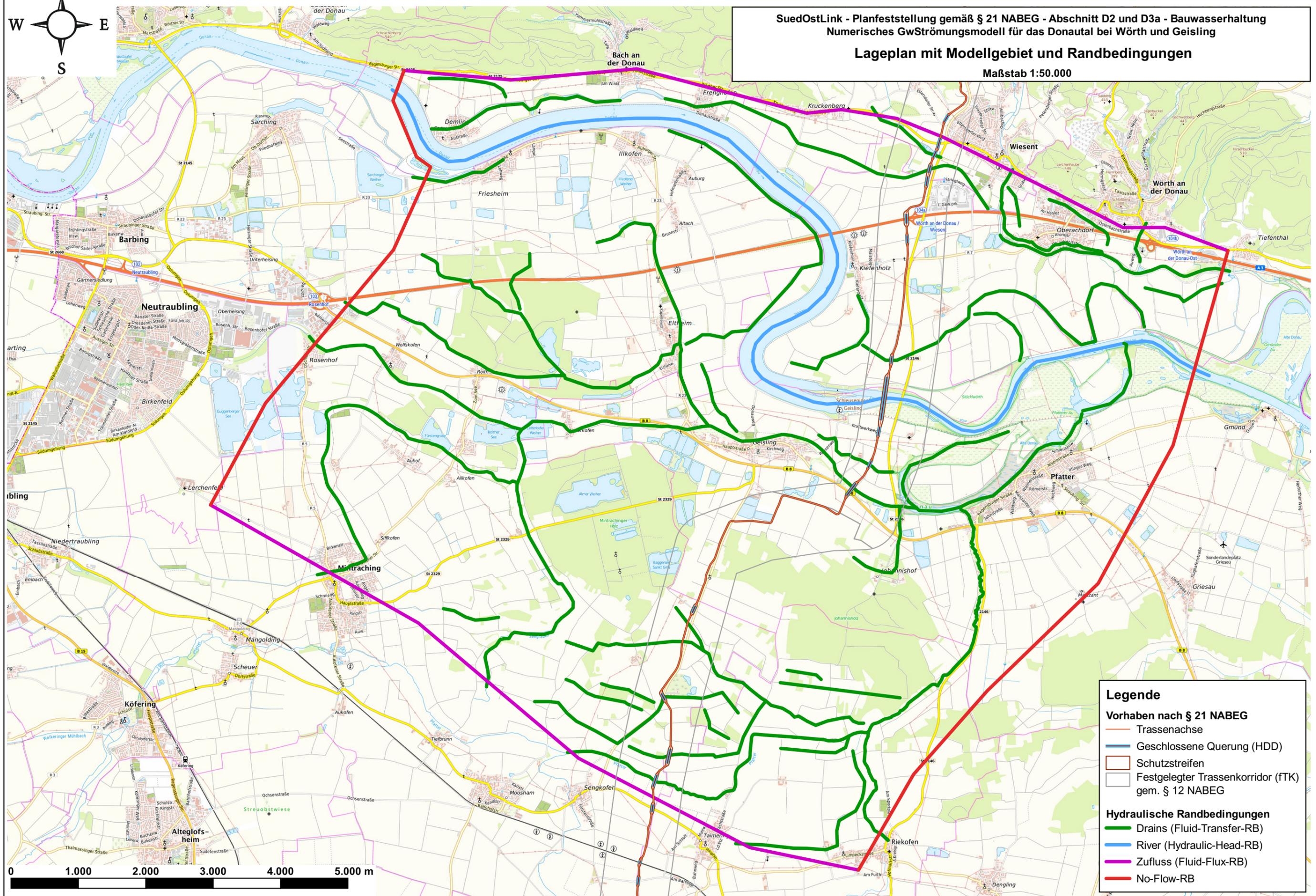
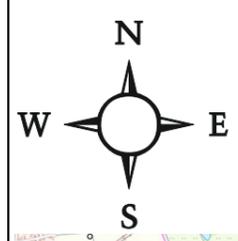
Hydraulische Randbedingungen

- Drains (Fluid-Transfer-RB)
- River (Hydraulic-Head-RB)
- Zufluss (Fluid-Flux-RB)
- No-Flow-RB

SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Wörth und Geisling

Lageplan mit Modellgebiet und Randbedingungen

Maßstab 1:50.000



Legende

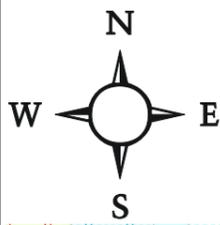
Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG

Hydraulische Randbedingungen

- Drains (Fluid-Transfer-RB)
- River (Hydraulic-Head-RB)
- Zufluss (Fluid-Flux-RB)
- No-Flow-RB

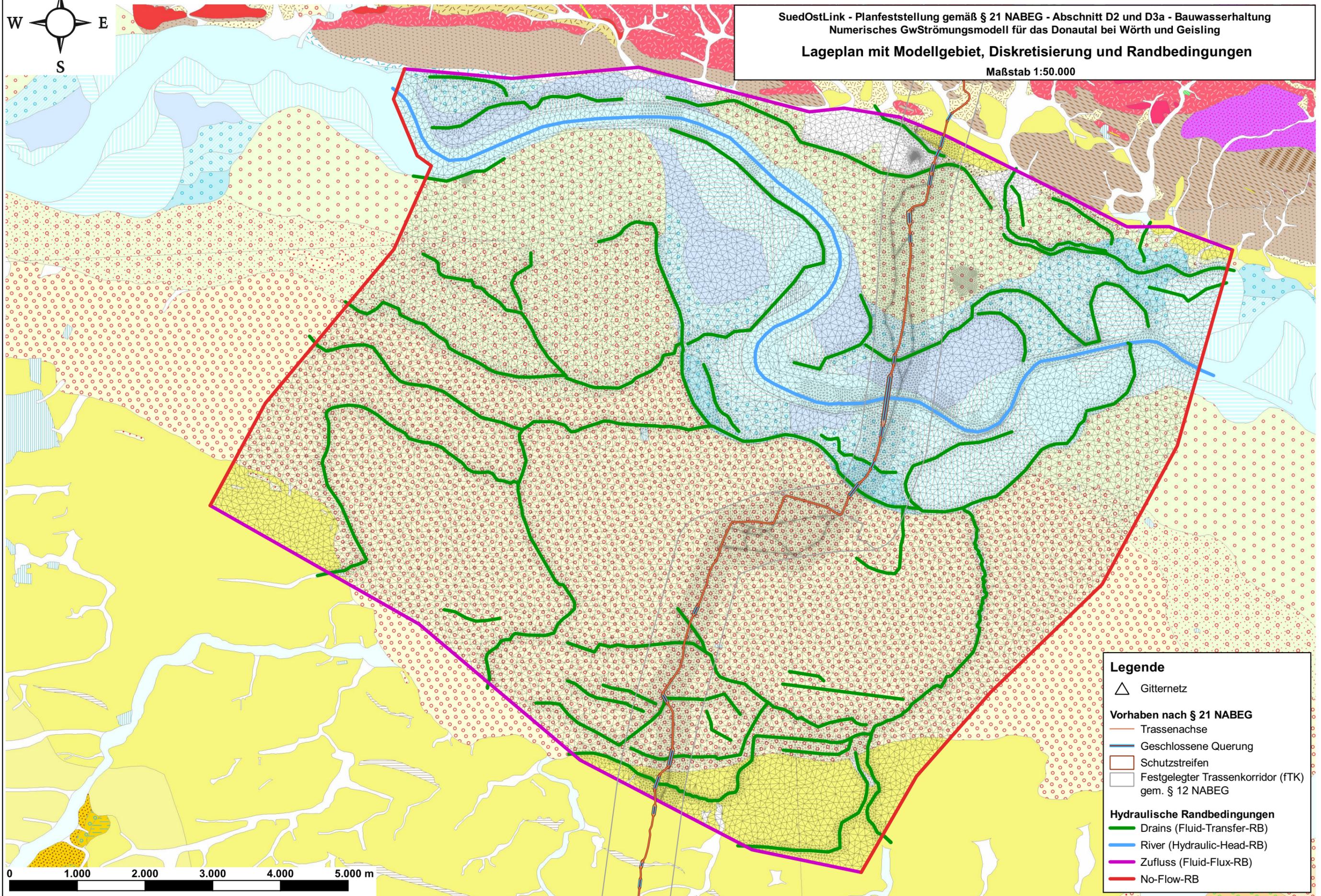
0 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000 m



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geising

Lageplan mit Modellgebiet, Diskretisierung und Randbedingungen

Maßstab 1:50.000



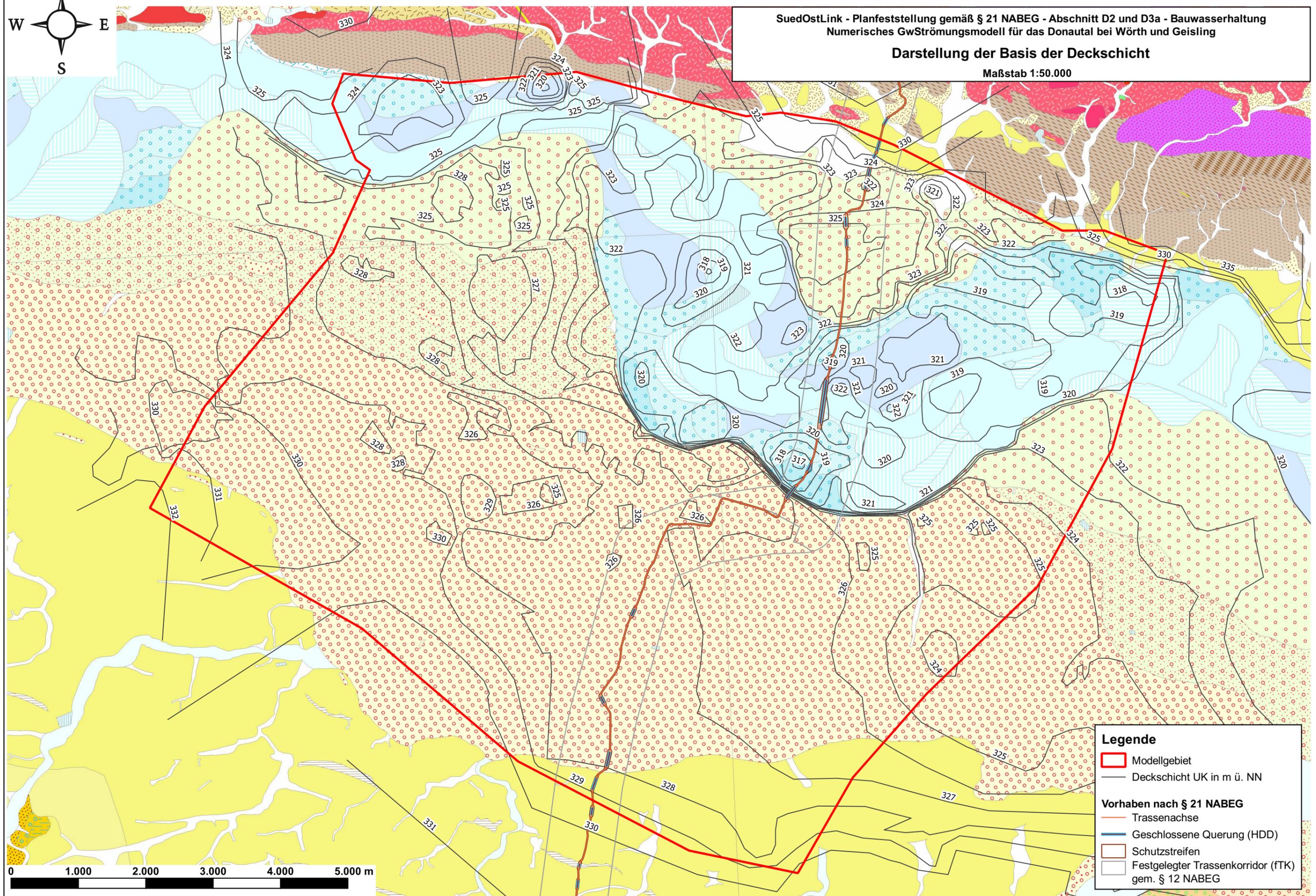
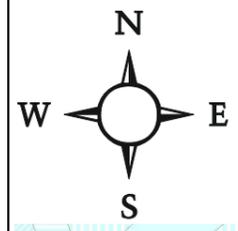
Legende

- △ Gitternetz
- Vorhaben nach § 21 NABEG**
 - Trassenachse
 - Geschlossene Querung
 - Schutzstreifen
 - Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 12 NABEG
- Hydraulische Randbedingungen**
 - Drains (Fluid-Transfer-RB)
 - River (Hydraulic-Head-RB)
 - Zufluss (Fluid-Flux-RB)
 - No-Flow-RB

SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geising

Darstellung der Basis der Deckschicht

Maßstab 1:50.000

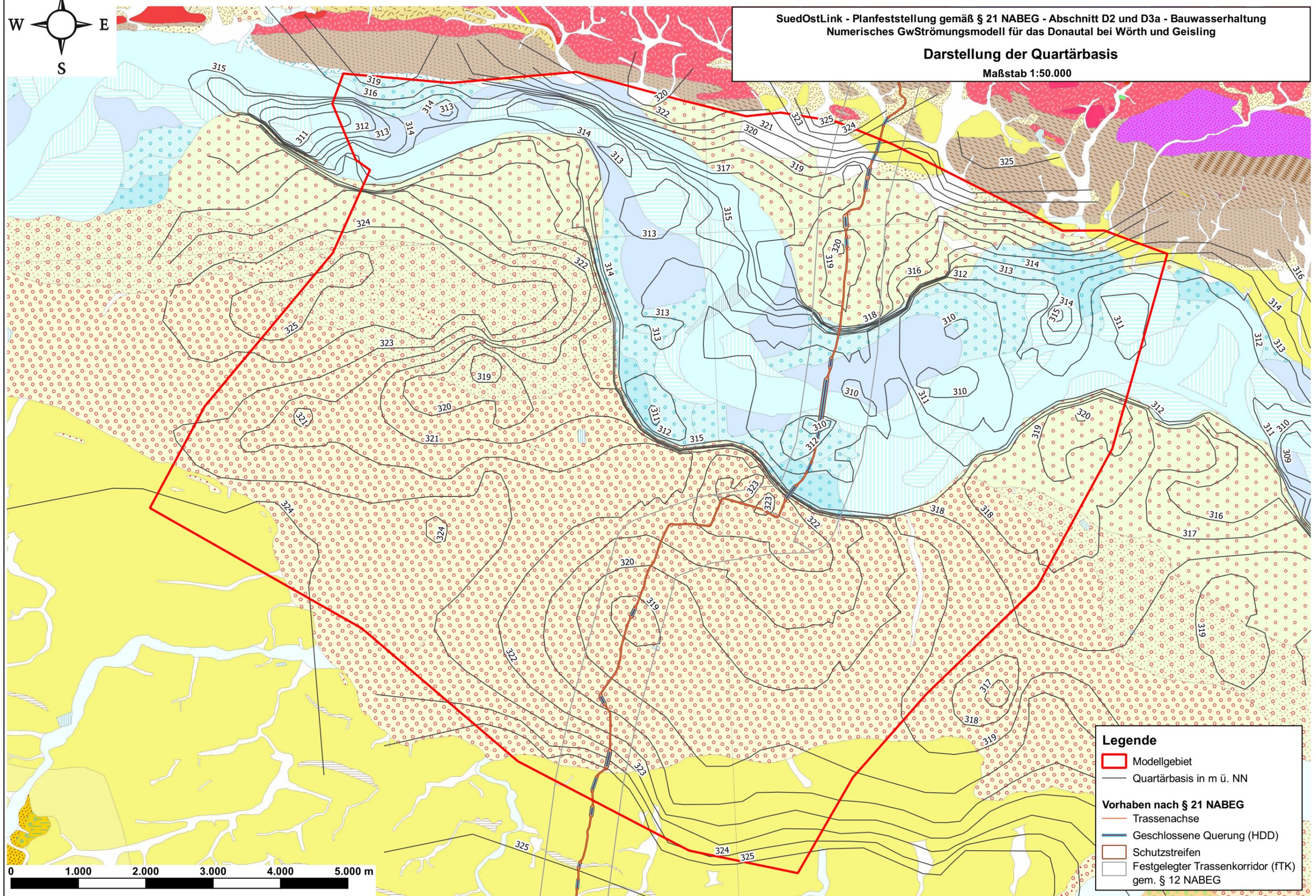
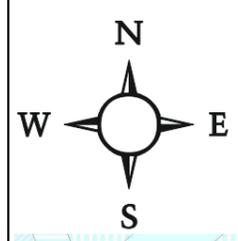


Legende

- Modellgebiet
- Deckschicht UK in m ü. NN
- Vorhaben nach § 21 NABEG**
- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG

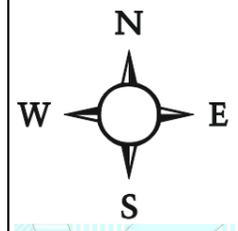
**SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geising**

Darstellung der Quartärbasis
 Maßstab 1:50.000



Legende

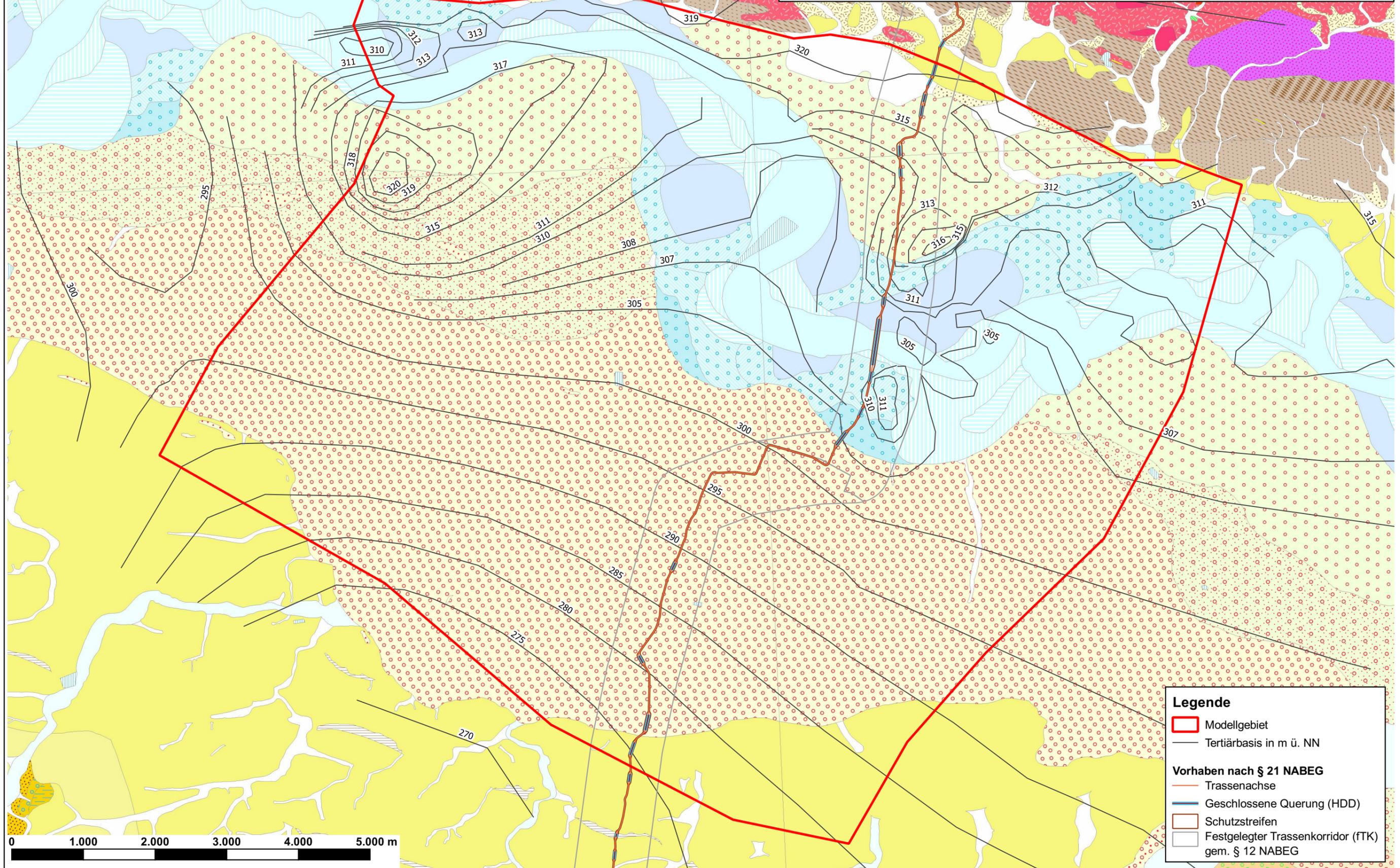
- Modellgebiet
- Quartärbasis in m ü. NN
- Vorhaben nach § 21 NABEG
- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 12 NABEG



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geising

Darstellung der Tertiärbasis

Maßstab 1:50.000

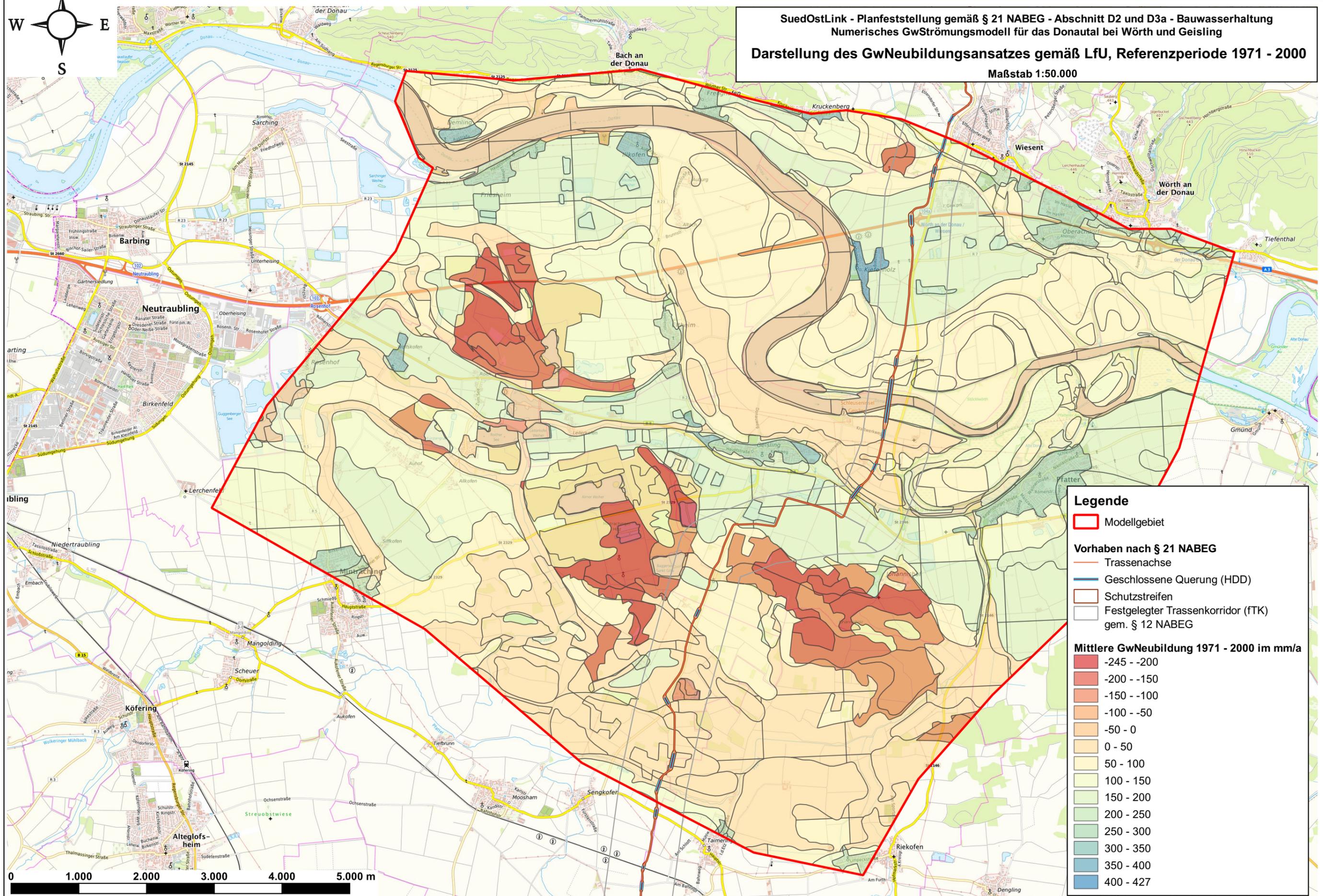
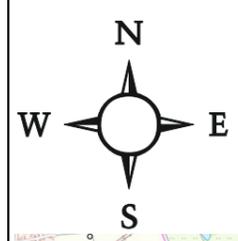


Legende

- Modellgebiet
- Tertiärbasis in m ü. NN
- Vorhaben nach § 21 NABEG**
- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 12 NABEG



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Wörth und Geisling
Darstellung des GwNeubildungsansatzes gemäß LfU, Referenzperiode 1971 - 2000
Maßstab 1:50.000



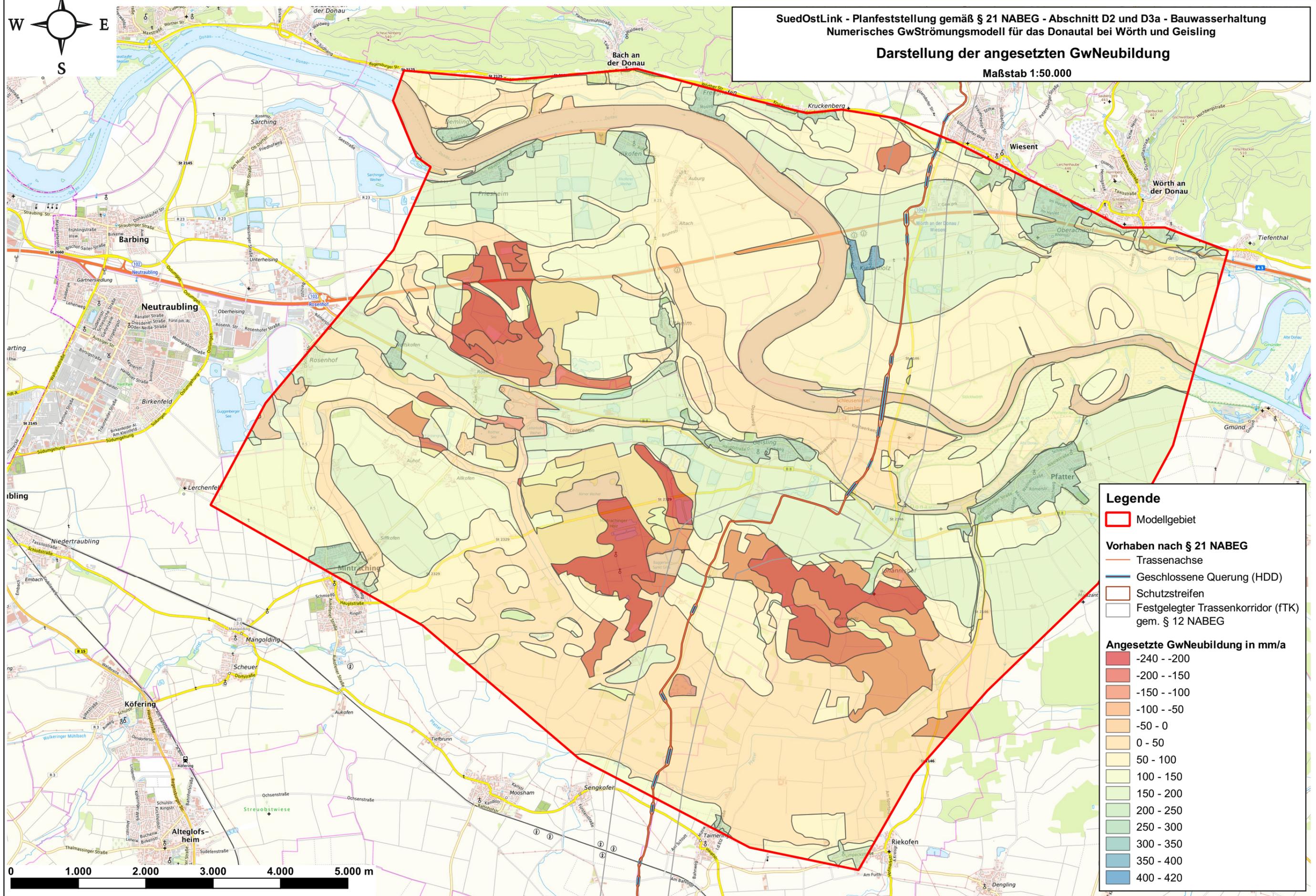
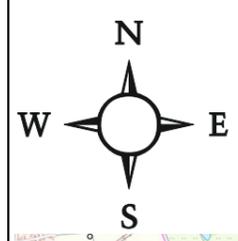
Legende

- Modellgebiet
- Vorhaben nach § 21 NABEG**
 - Trassenachse
 - Geschlossene Querung (HDD)
 - Schutzstreifen
 - Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG
- Mittlere GwNeubildung 1971 - 2000 im mm/a**
 - 245 - -200
 - 200 - -150
 - 150 - -100
 - 100 - -50
 - 50 - 0
 - 0 - 50
 - 50 - 100
 - 100 - 150
 - 150 - 200
 - 200 - 250
 - 250 - 300
 - 300 - 350
 - 350 - 400
 - 400 - 427

**SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Wörth und Geising**

Darstellung der angesetzten GwNeubildung

Maßstab 1:50.000



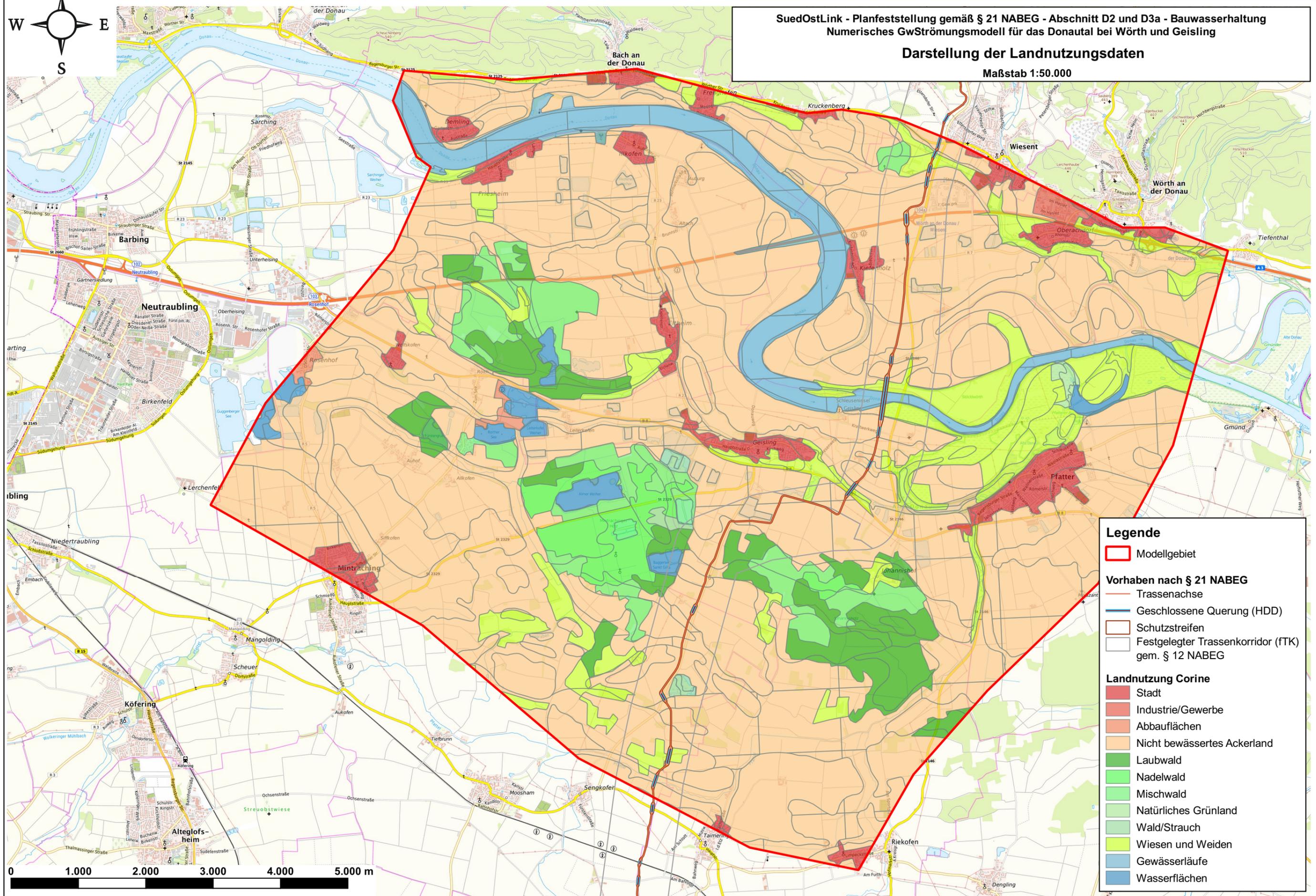
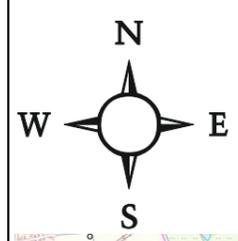
Legende

- Modellgebiet
- Vorhaben nach § 21 NABEG**
 - Trassenachse
 - Geschlossene Querung (HDD)
 - Schutzstreifen
 - Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 12 NABEG
- Angesetzte GwNeubildung in mm/a**
 - 240 - -200
 - 200 - -150
 - 150 - -100
 - 100 - -50
 - 50 - 0
 - 0 - 50
 - 50 - 100
 - 100 - 150
 - 150 - 200
 - 200 - 250
 - 250 - 300
 - 300 - 350
 - 350 - 400
 - 400 - 420

0 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000 m

**SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geising**

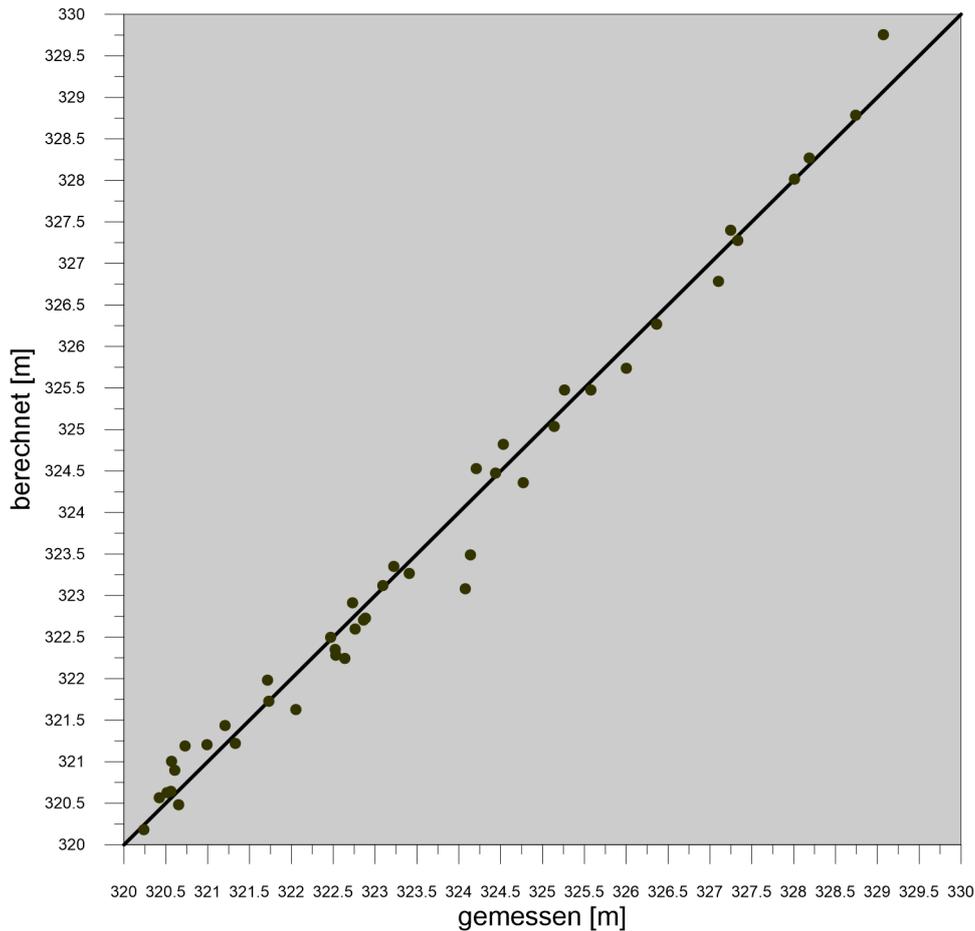
**Darstellung der Landnutzungsdaten
 Maßstab 1:50.000**



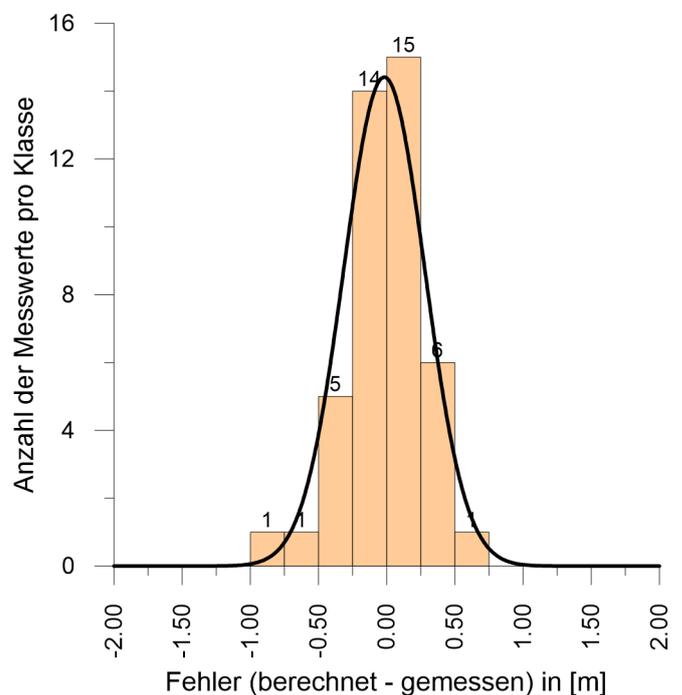
Legende

- Modellgebiet
- Vorhaben nach § 21 NABEG**
 - Trassenachse
 - Geschlossene Querung (HDD)
 - Schutzstreifen
 - Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG
- Landnutzung Corine**
 - Stadt
 - Industrie/Gewerbe
 - Abbauflächen
 - Nicht bewässertes Ackerland
 - Laubwald
 - Nadelwald
 - Mischwald
 - Natürliches Grünland
 - Wald/Strauch
 - Wiesen und Weiden
 - Gewässerläufe
 - Wasserflächen

**SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Korrelation gemessener und berechneter GwStände für den
 stationären Kalibrierungszustand**



Fehler-Histogramm

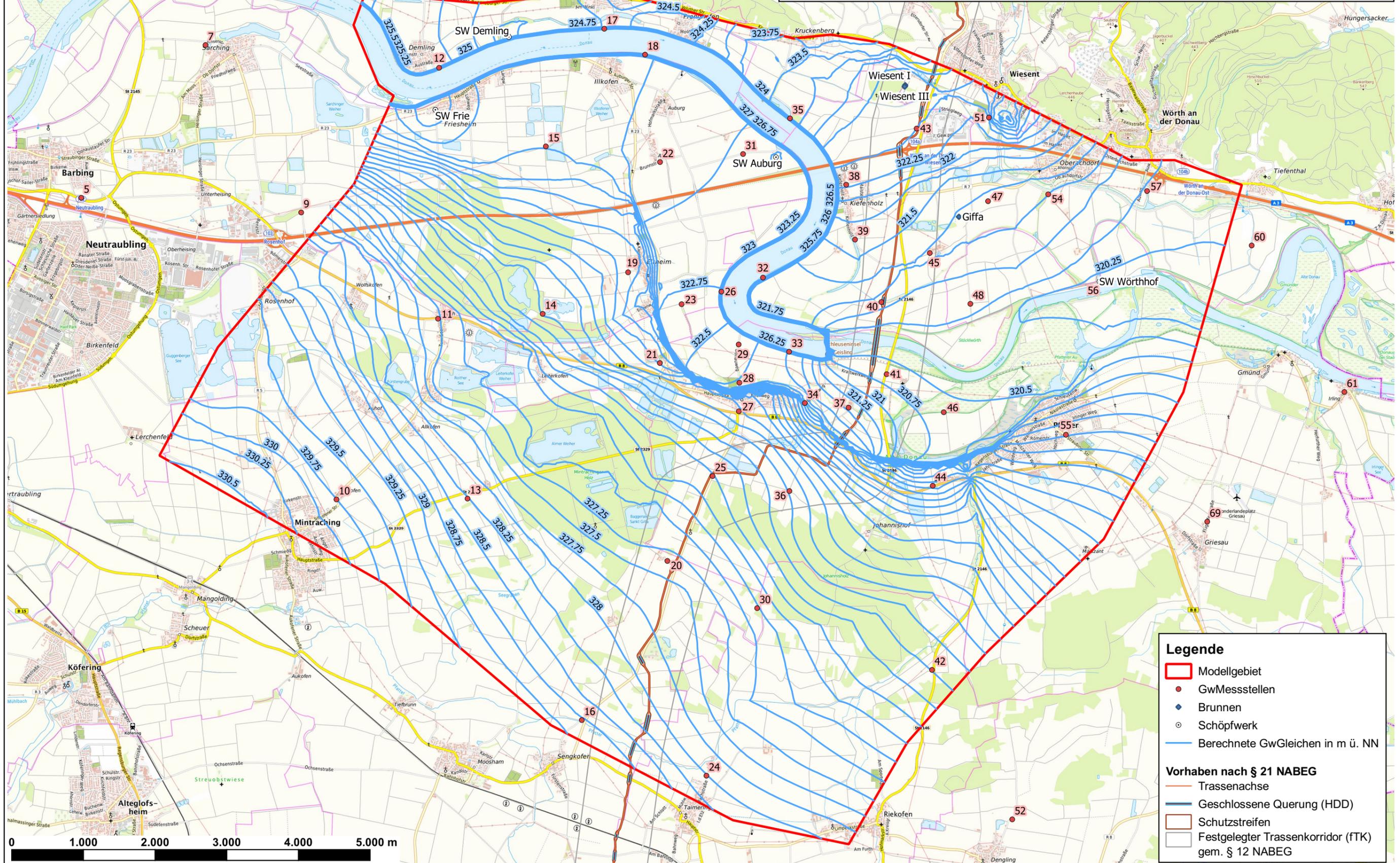
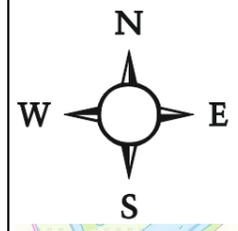


Statistische Zusammenfassung	
Mean Error:	-0.017 m
Mean Abs. Error:	0.253 m
Standard-Abweichung:	0.337 m
Root-Mean-Sq Error:	0.333 m
Normalized RMS Error:	0.038 %
Korrelation:	0.991

**SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Korrelation gemessener und berechneter GwStände für den
 stationären Kalibrierungszustand**

Messstelle	ID	Gemessen m ü. NN	Berechnet m ü. NN	Fehler in m	Abs Fehler in m	Fehlerqua.
10	1	329.07	329.75	0.68	0.68	0.465
16	1	328.74	328.78	0.04	0.04	0.002
13	1	328.19	328.27	0.08	0.08	0.006
24	1	328.01	328.01	0.00	0.00	0.000
20	1	327.25	327.40	0.15	0.15	0.022
11	1	327.33	327.28	-0.05	0.05	0.003
30	1	327.10	326.78	-0.32	0.32	0.101
25	1	326.36	326.27	-0.09	0.09	0.009
42	1	326.00	325.74	-0.26	0.26	0.067
14	1	325.26	325.48	0.22	0.22	0.048
36	1	325.58	325.47	-0.11	0.11	0.011
27	1	325.14	325.04	-0.10	0.10	0.011
12	1	324.53	324.82	0.29	0.29	0.086
17	1	324.21	324.53	0.32	0.32	0.104
21	1	324.44	324.48	0.04	0.04	0.001
19	1	324.77	324.36	-0.41	0.41	0.166
15	1	324.14	323.49	-0.65	0.65	0.419
35	1	323.22	323.35	0.13	0.13	0.018
18	1	323.41	323.26	-0.15	0.15	0.021
22	1	323.09	323.12	0.03	0.03	0.001
34	1	324.08	323.08	-1.00	1.00	0.996
31	1	322.73	322.91	0.18	0.18	0.033
44	1	322.88	322.73	-0.15	0.15	0.022
26	1	322.86	322.71	-0.15	0.15	0.023
23	1	322.76	322.60	-0.16	0.16	0.027
51	1	322.47	322.50	0.03	0.03	0.001
43	1	322.52	322.35	-0.17	0.17	0.028
29	1	322.53	322.28	-0.25	0.25	0.062
38	1	322.64	322.24	-0.40	0.40	0.160
28	1	321.71	321.98	0.27	0.27	0.074
33	1	321.73	321.72	-0.01	0.01	0.000
55	1	322.05	321.63	-0.42	0.42	0.176
39	1	321.21	321.43	0.22	0.22	0.050
37	1	321.33	321.22	-0.11	0.11	0.012
45	1	320.99	321.20	0.21	0.21	0.046
32	1	320.73	321.19	0.46	0.46	0.210
47	1	320.57	321.00	0.43	0.43	0.187
54	1	320.61	320.89	0.28	0.28	0.080
40	1	320.56	320.64	0.08	0.08	0.006
41	1	320.51	320.63	0.12	0.12	0.015
46	1	320.42	320.56	0.14	0.14	0.020
48	1	320.65	320.48	-0.17	0.17	0.030
57	1	320.24	320.18	-0.06	0.06	0.004

SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
Darstellung der berechneten GwGleichen (stationärer Kalibrierungszustand)
 Maßstab 1:50.000



Legende

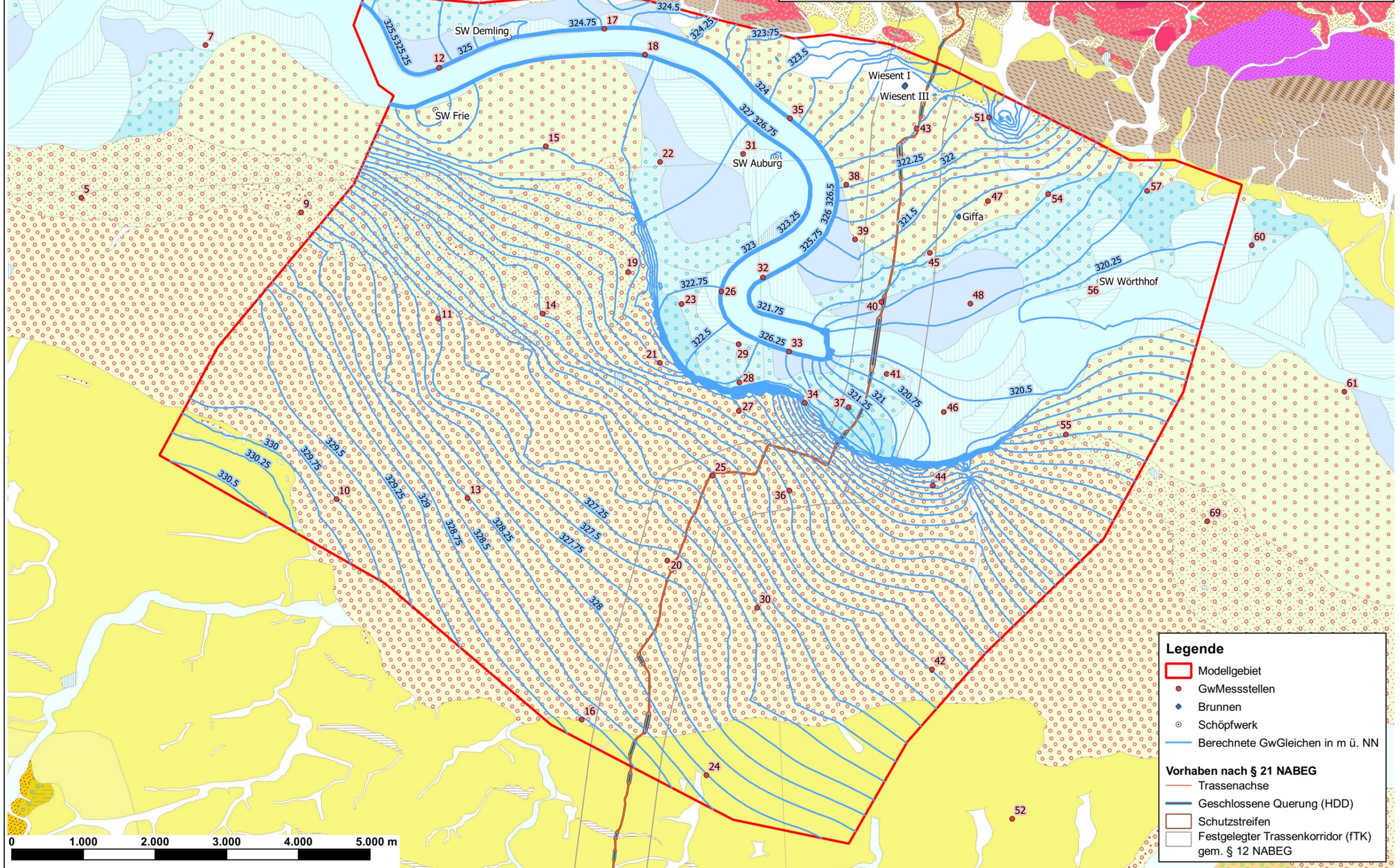
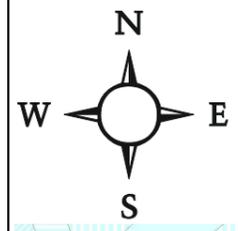
- Modellgebiet
- GwMessstellen
- ◆ Brunnen
- ⊙ Schöpfwerk
- Berechnete GwGleichen in m ü. NN

Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 12 NABEG



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geising
Darstellung der berechneten GwGleichen (stationärer Kalibrierungszustand)
 Maßstab 1:50.000



Legende

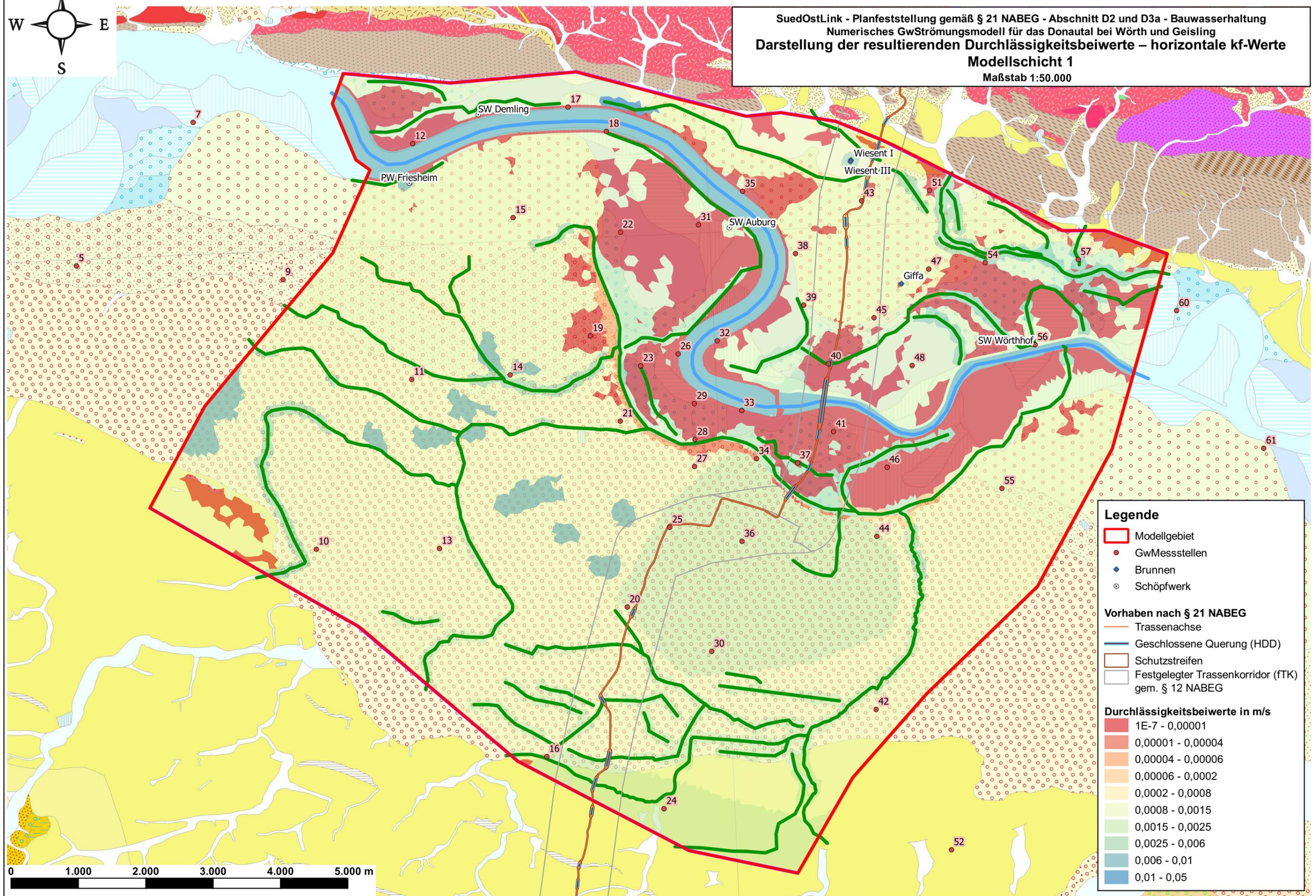
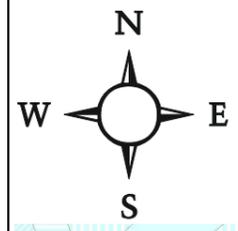
- Modellgebiet
- GwMessstellen
- ◆ Brunnen
- ⊙ Schöpfwerk
- Berechnete GwGleichen in m ü. NN

Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 12 NABEG



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Darstellung der resultierenden Durchlässigkeitsbeiwerte – horizontale kf-Werte
Modellschicht 1
 Maßstab 1:50.000



Legende

- Modellgebiet
- GwMessstellen
- Brunnen
- Schöpfwerk

Vorhaben nach § 21 NABEG

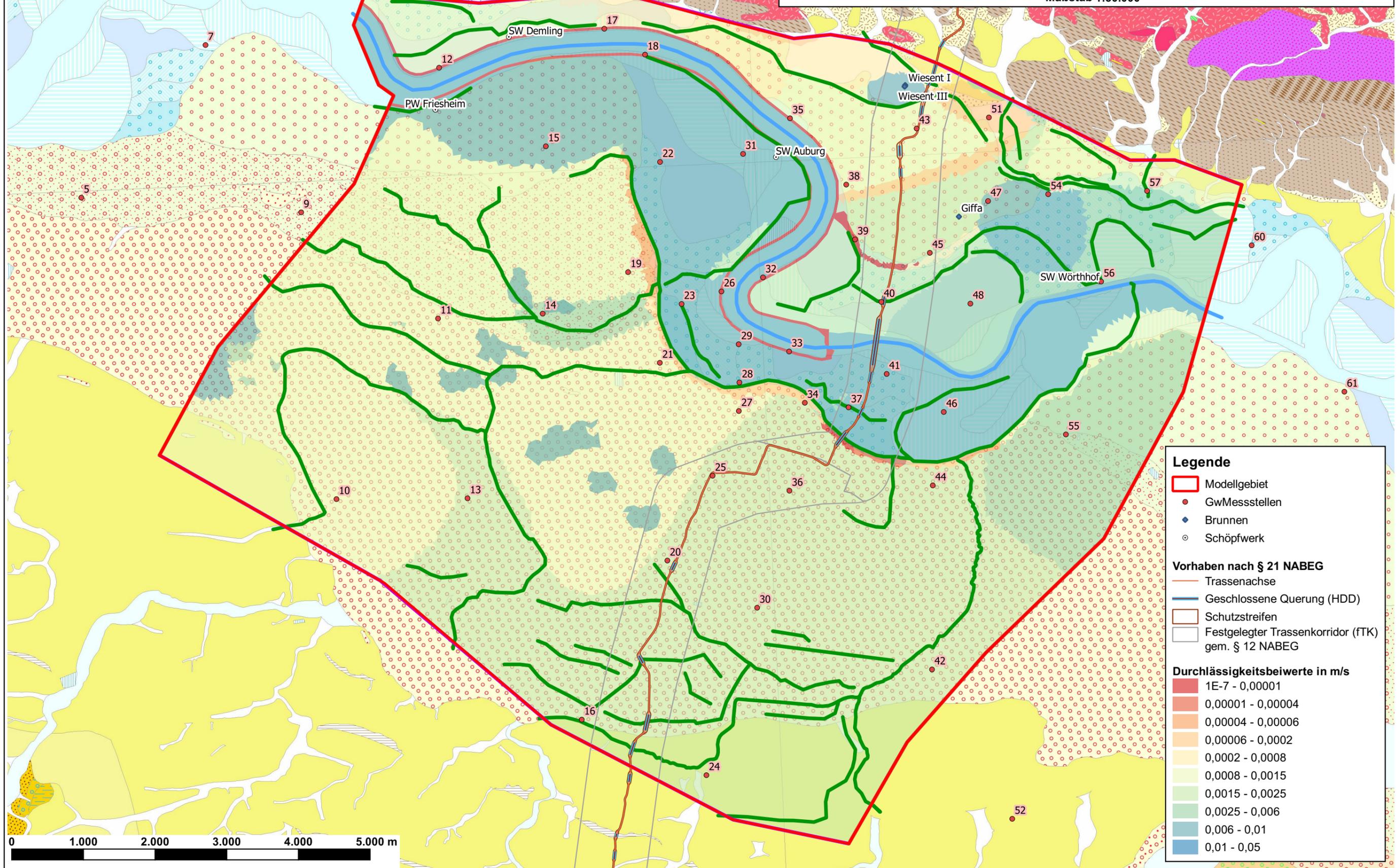
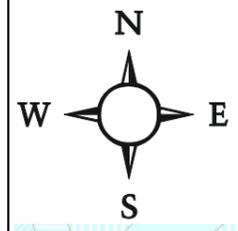
- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG

Durchlässigkeitsbeiwerte in m/s

- 1E-7 - 0,00001
- 0,00001 - 0,00004
- 0,00004 - 0,00006
- 0,00006 - 0,0002
- 0,0002 - 0,0008
- 0,0008 - 0,0015
- 0,0015 - 0,0025
- 0,0025 - 0,006
- 0,006 - 0,01
- 0,01 - 0,05



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Wörth und Geisling
Darstellung der resultierenden Durchlässigkeitsbeiwerte – horizontale kf-Werte
Quartäre Kiese
 Maßstab 1:50.000



Legende

- Modellgebiet
- GwMessstellen
- ◆ Brunnen
- ⊙ Schöpfwerk

Vorhaben nach § 21 NABEG

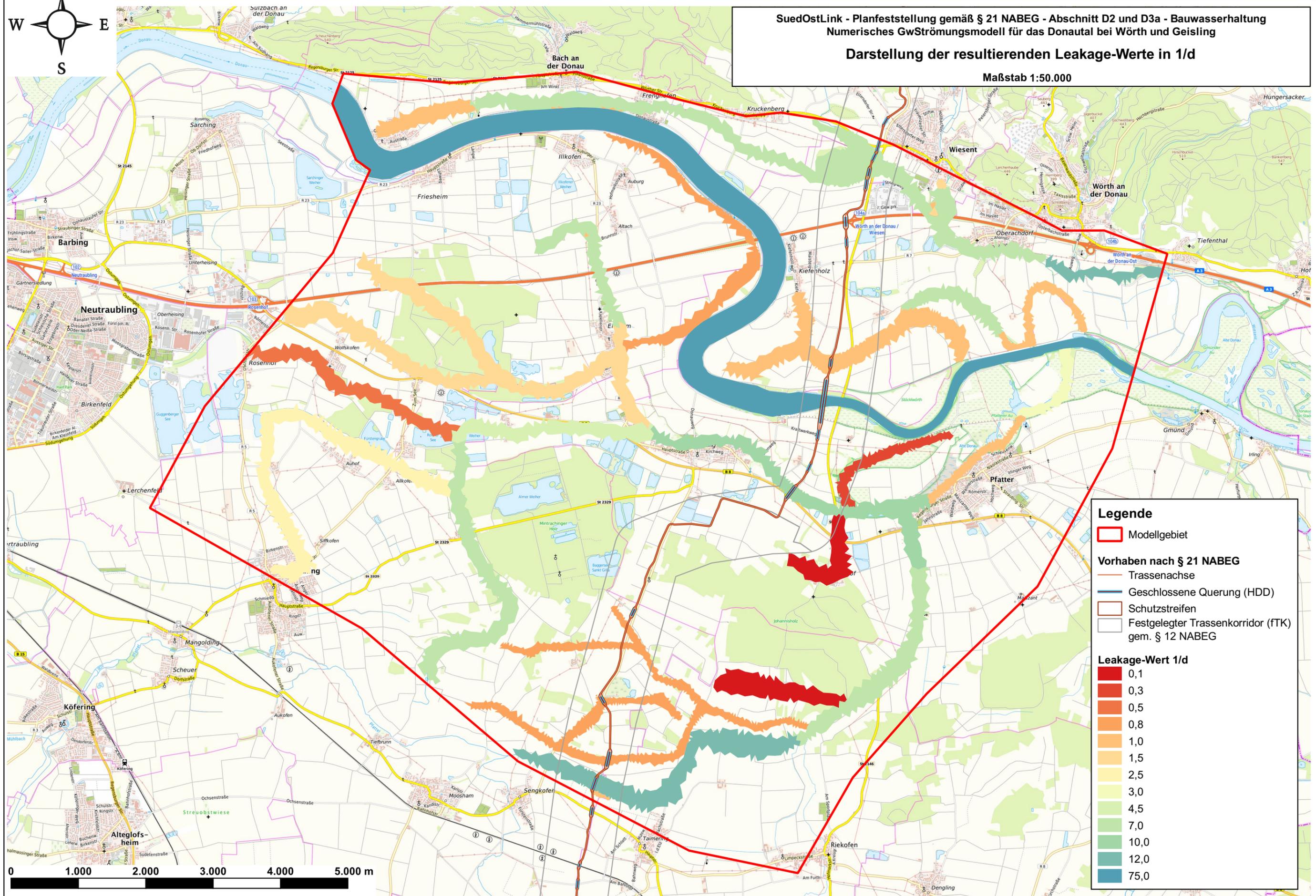
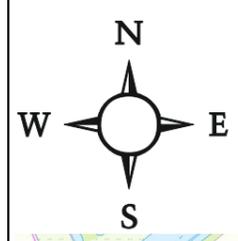
- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 12 NABEG

Durchlässigkeitsbeiwerte in m/s

- 1E-7 - 0,00001
- 0,00001 - 0,00004
- 0,00004 - 0,00006
- 0,00006 - 0,0002
- 0,0002 - 0,0008
- 0,0008 - 0,0015
- 0,0015 - 0,0025
- 0,0025 - 0,006
- 0,006 - 0,01
- 0,01 - 0,05



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Wörth und Geising
Darstellung der resultierenden Leakage-Werte in 1/d
 Maßstab 1:50.000



Legende

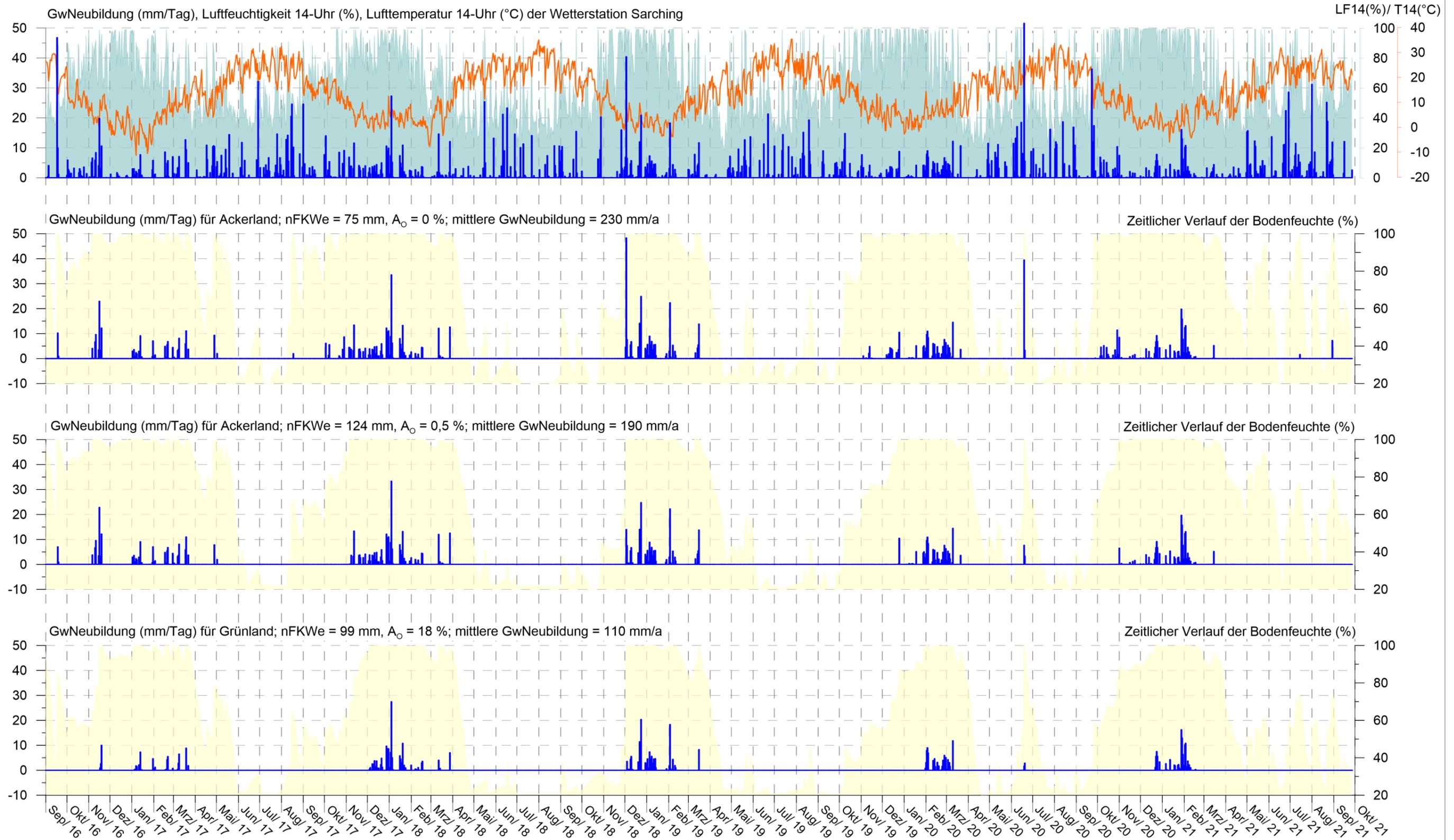
- Modellgebiet
- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 12 NABEG

Leakage-Wert 1/d

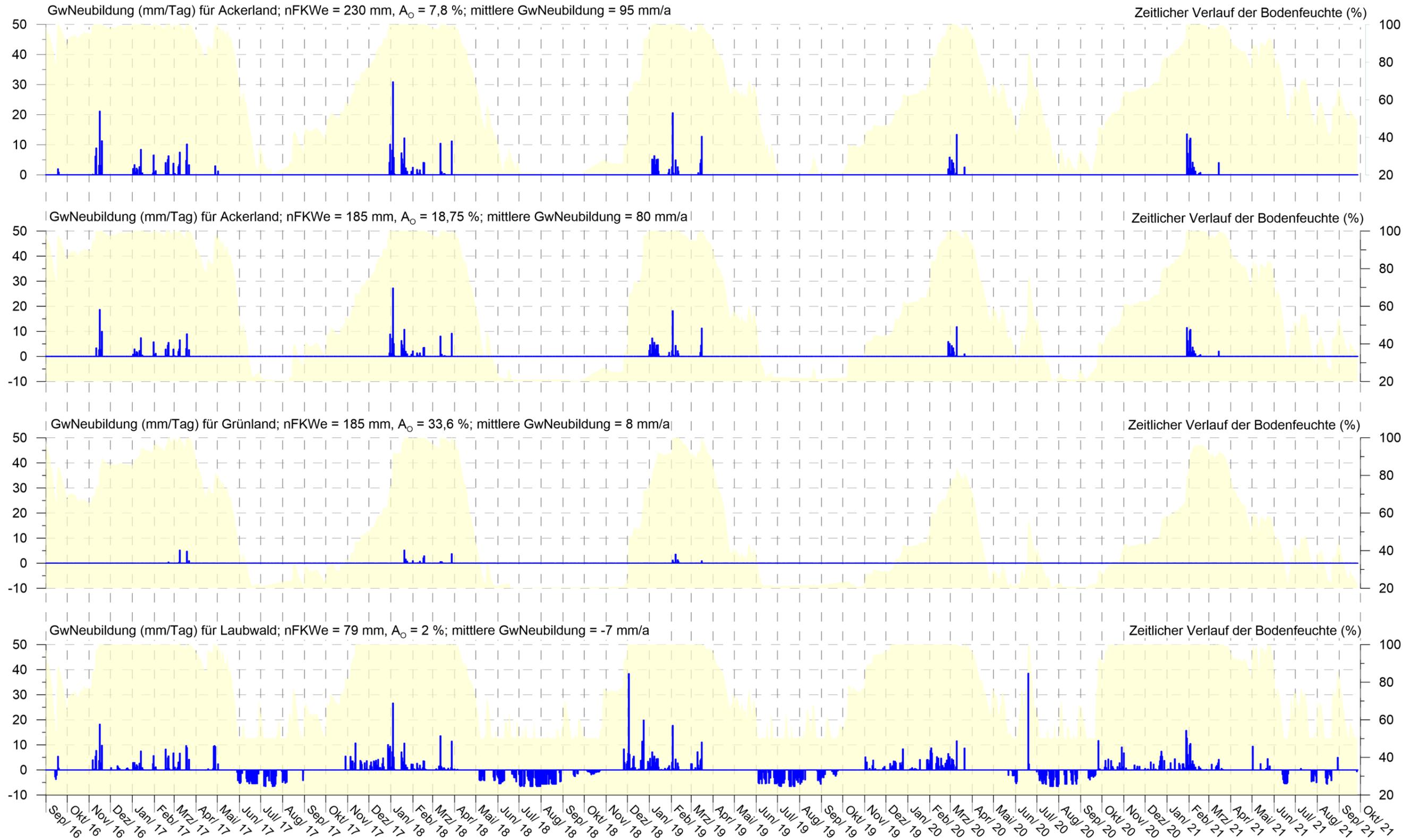
- 0,1
- 0,3
- 0,5
- 0,8
- 1,0
- 1,5
- 2,5
- 3,0
- 4,5
- 7,0
- 10,0
- 12,0
- 75,0

0 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000 m

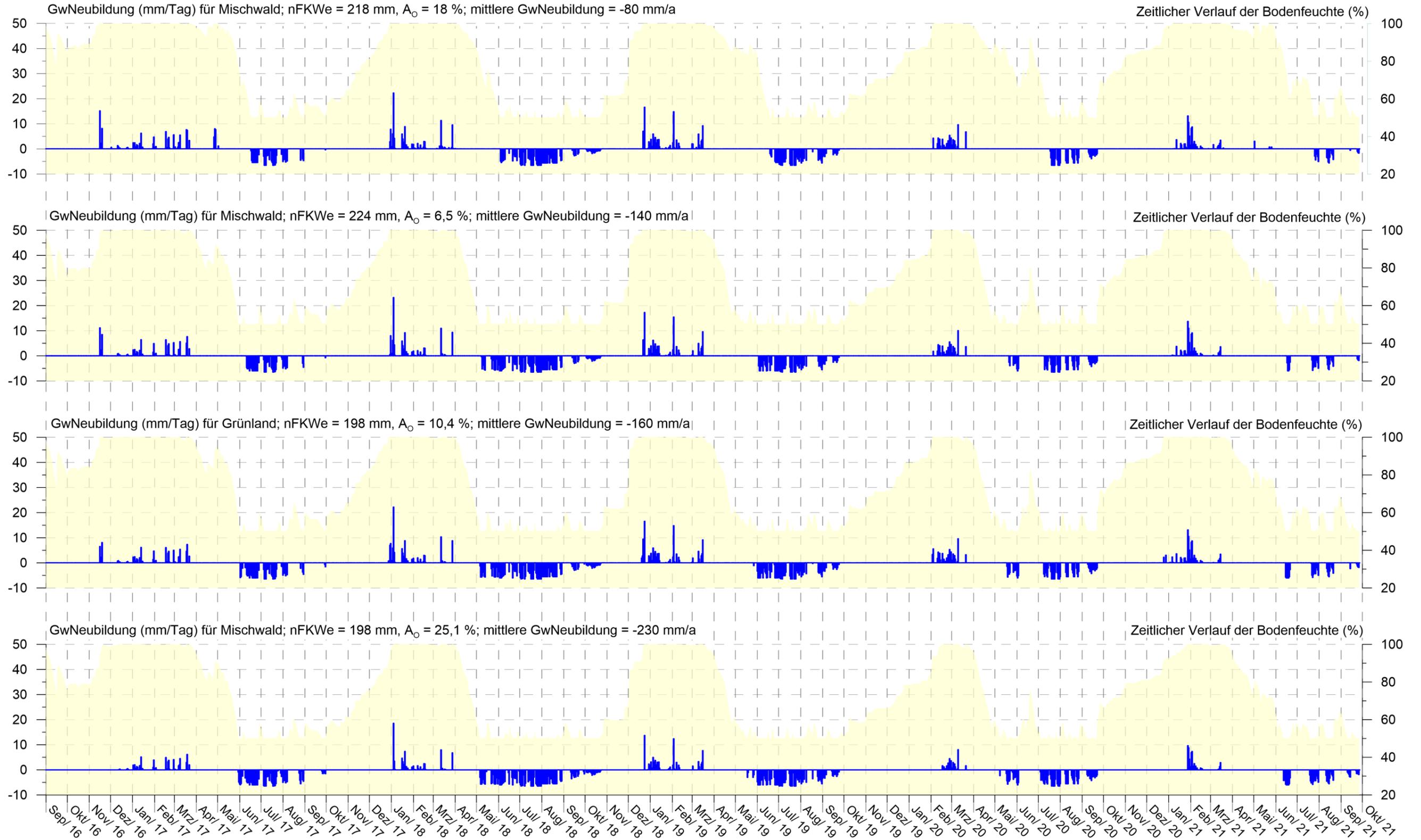
SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geising
Berechnete GwNeubildung aus Wetterdaten des Agrarmeteorologischen
Messnetzes Bayern, Wetterstation Sarching



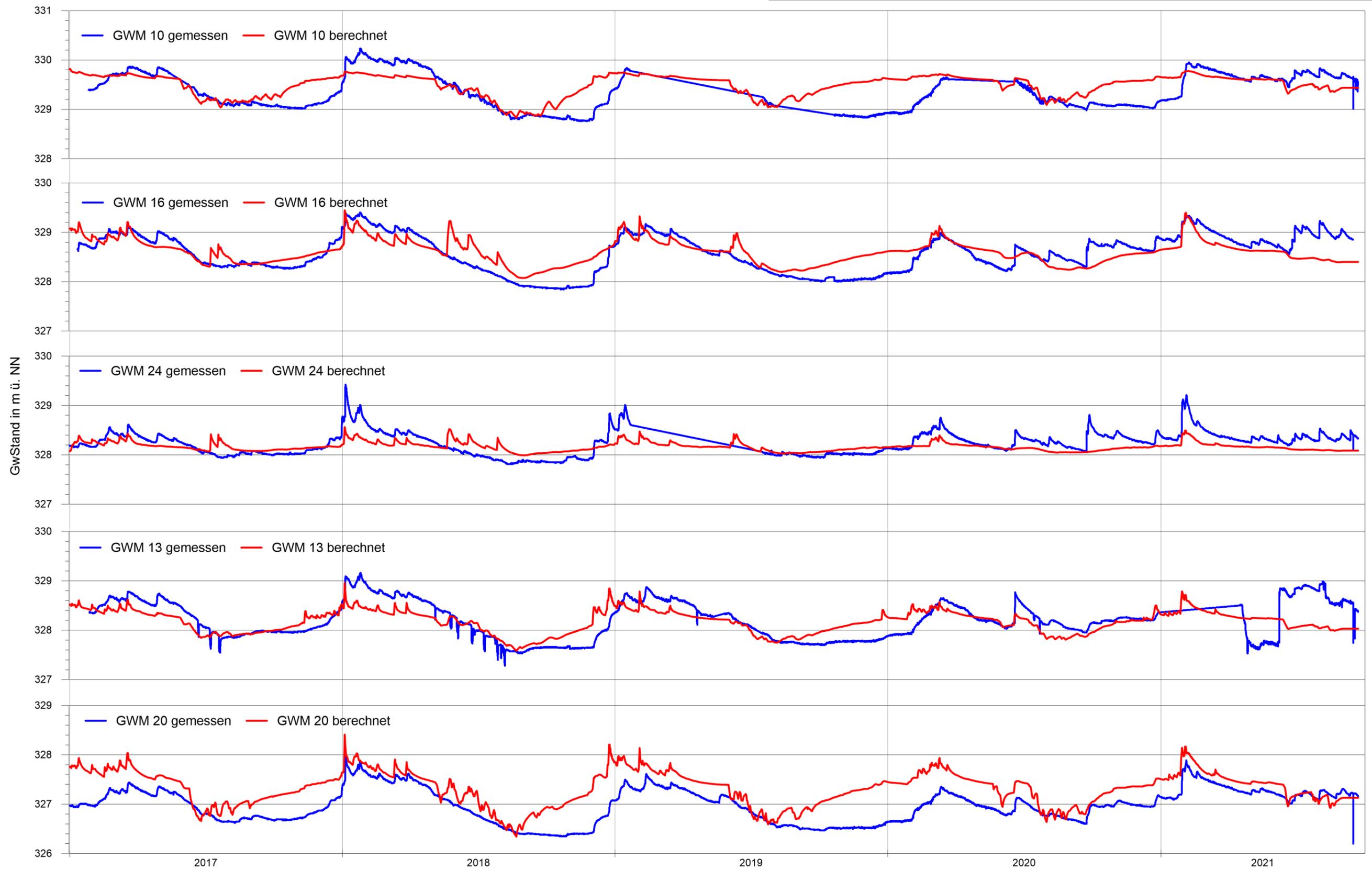
SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geising
Berechnete GwNeubildung aus Wetterdaten des Agrarmeteorologischen
Messnetzes Bayern, Wetterstation Sarching



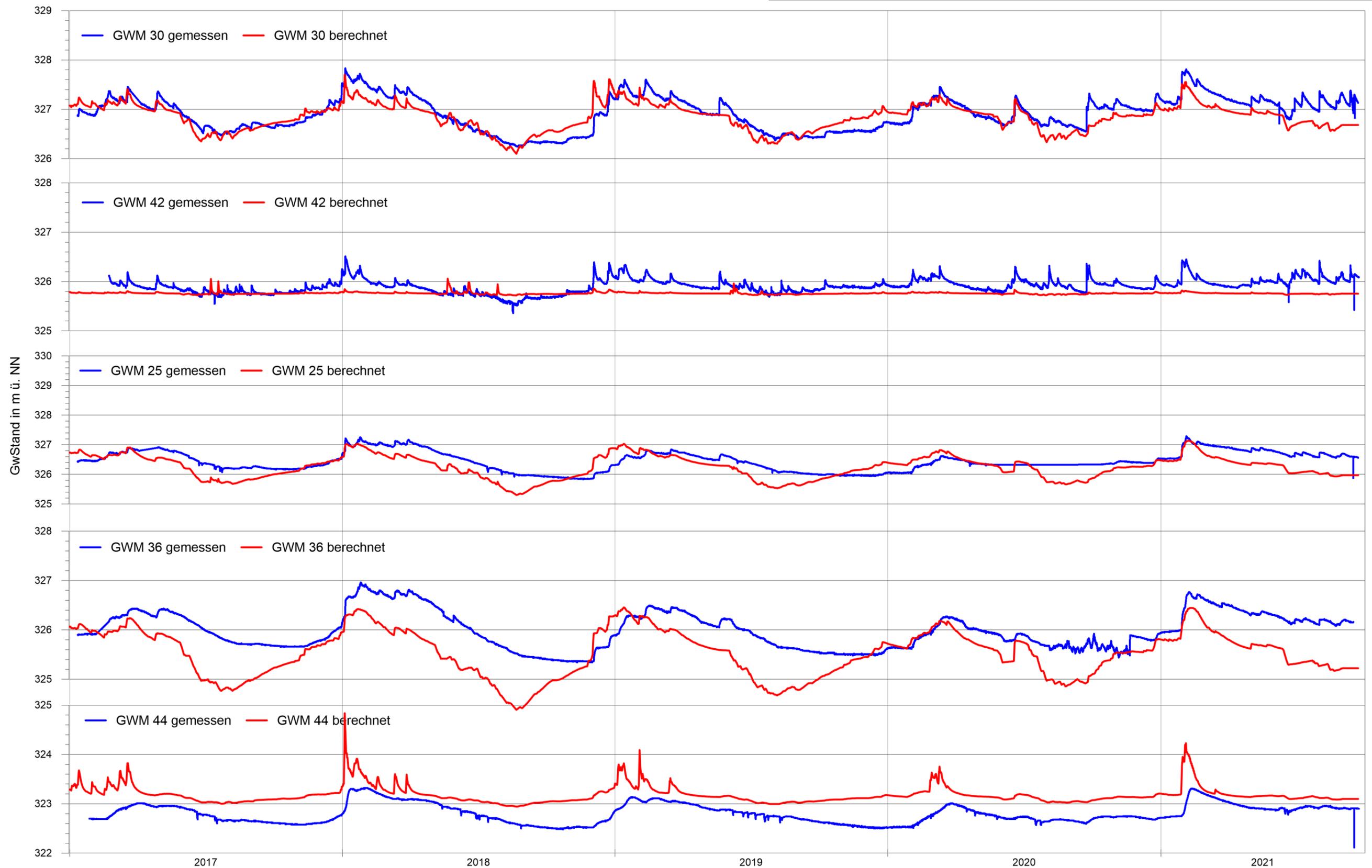
**SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Berechnete GwNeubildung aus Wetterdaten des Agrarmeteorologischen
 Messnetzes Bayern, Wetterstation Sarching**



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
Vergleich gemessener und berechneter GwGanglinien

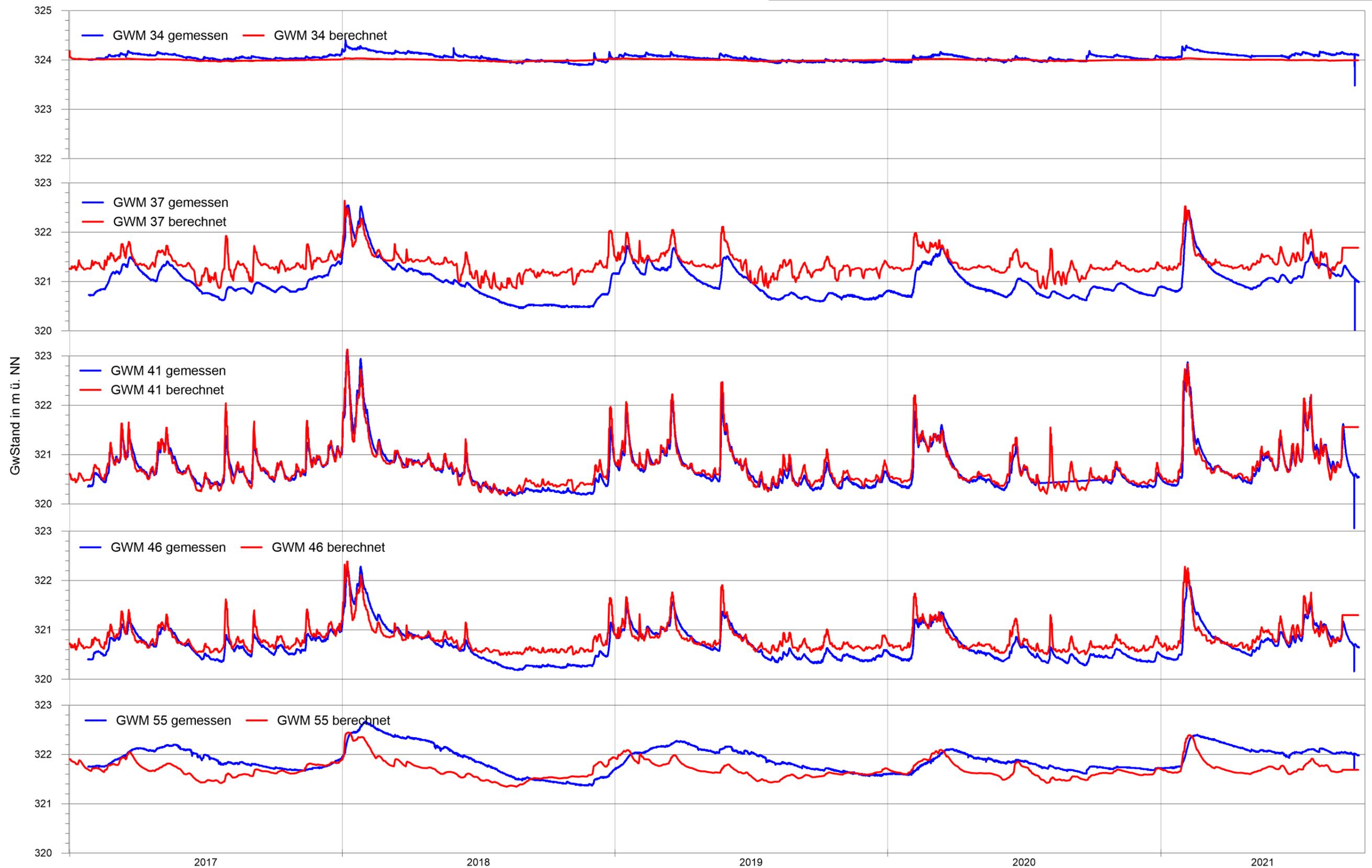


SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
Vergleich gemessener und berechneter GwGanglinien

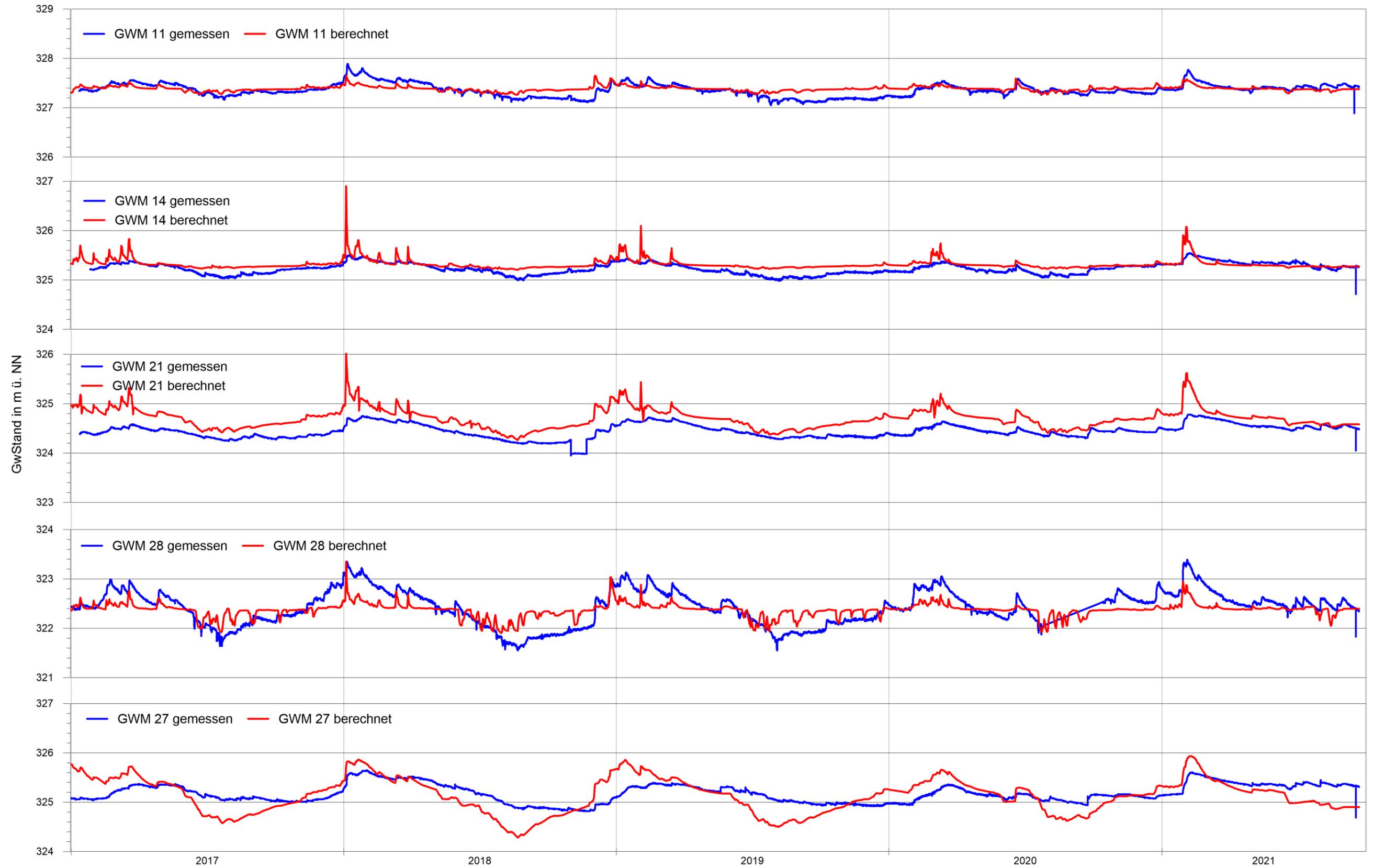


SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

Vergleich gemessener und berechneter GwGanglinien

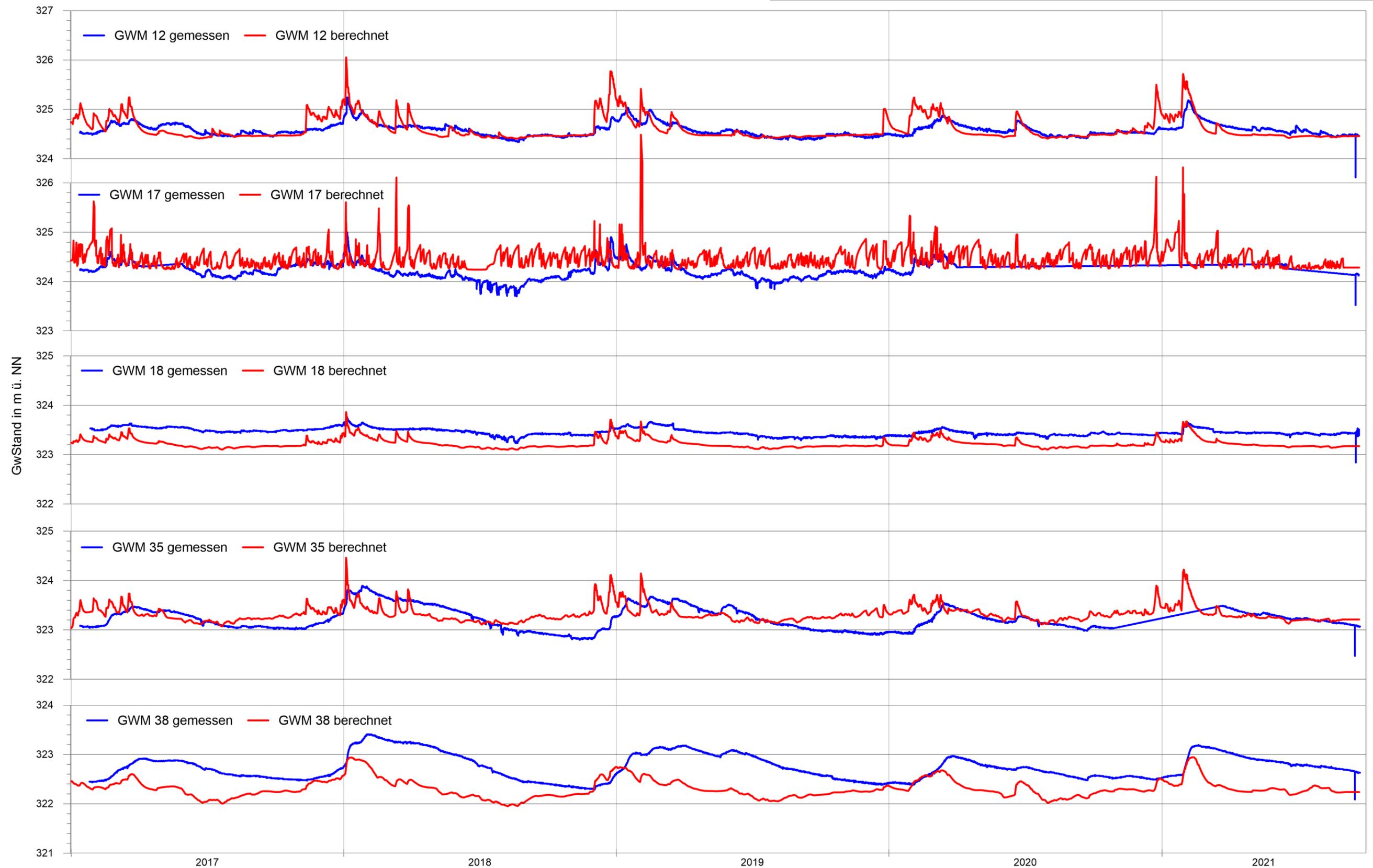


SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
Vergleich gemessener und berechneter GwGanglinien



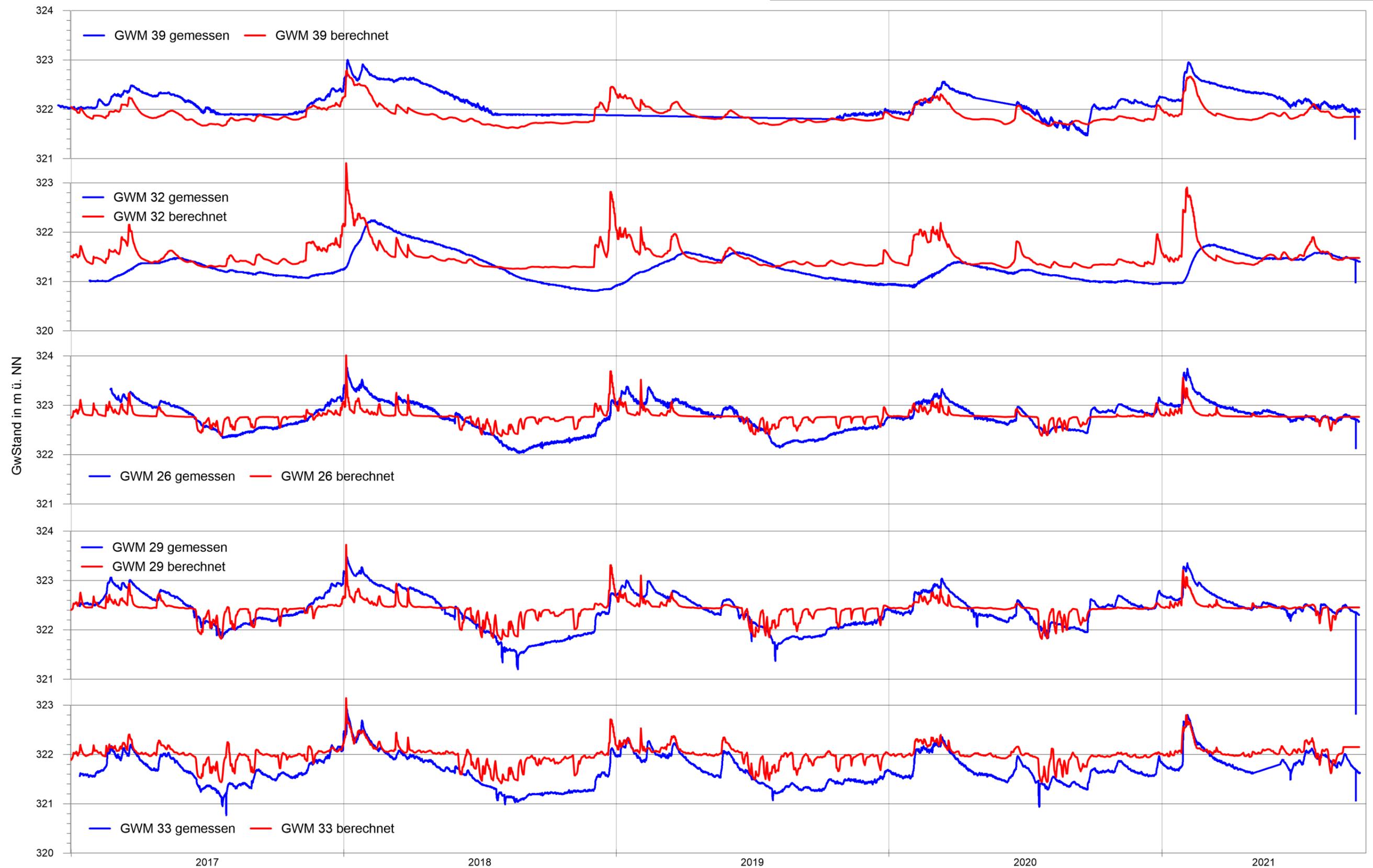
SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

Vergleich gemessener und berechneter GwGanglinien

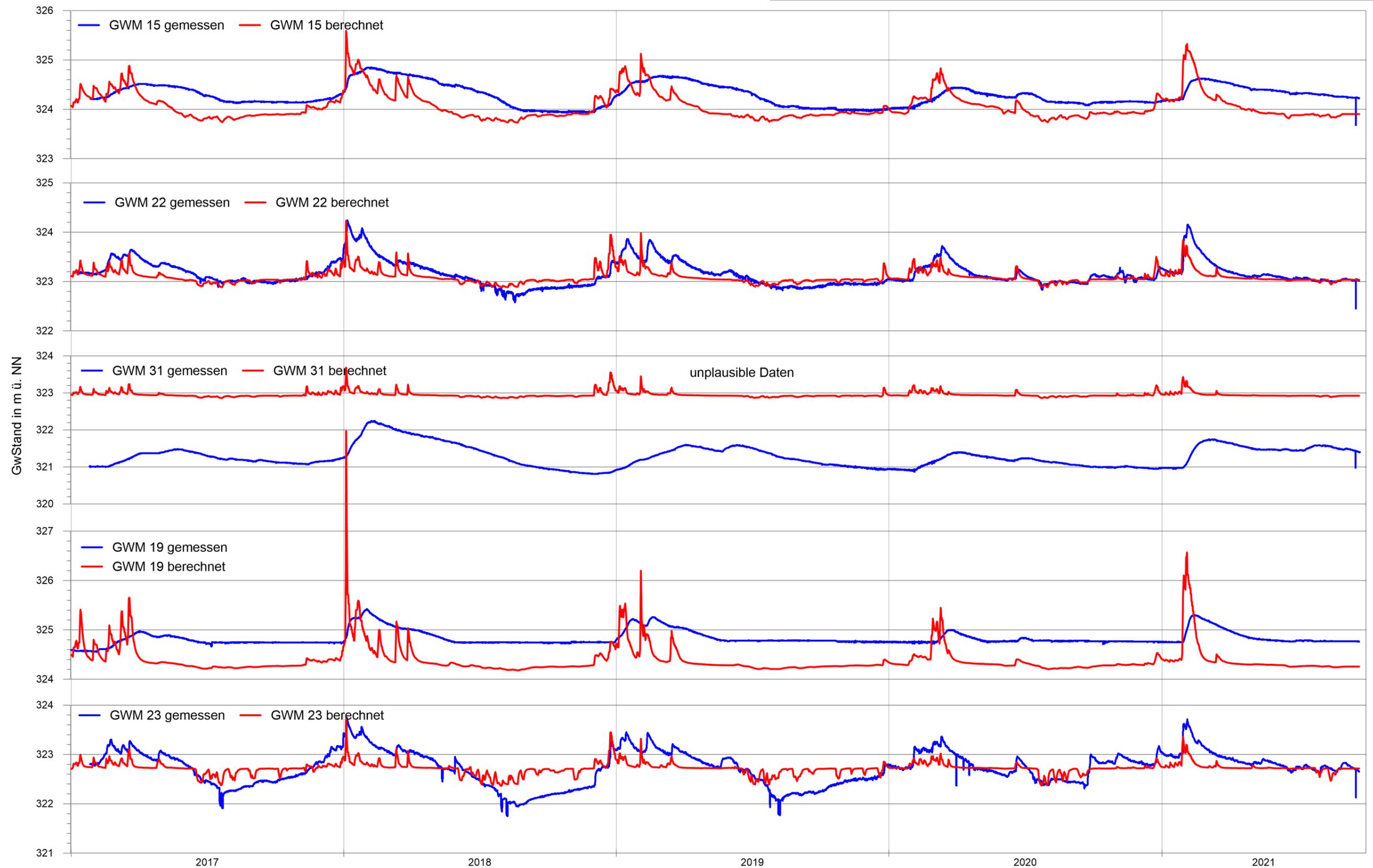


SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

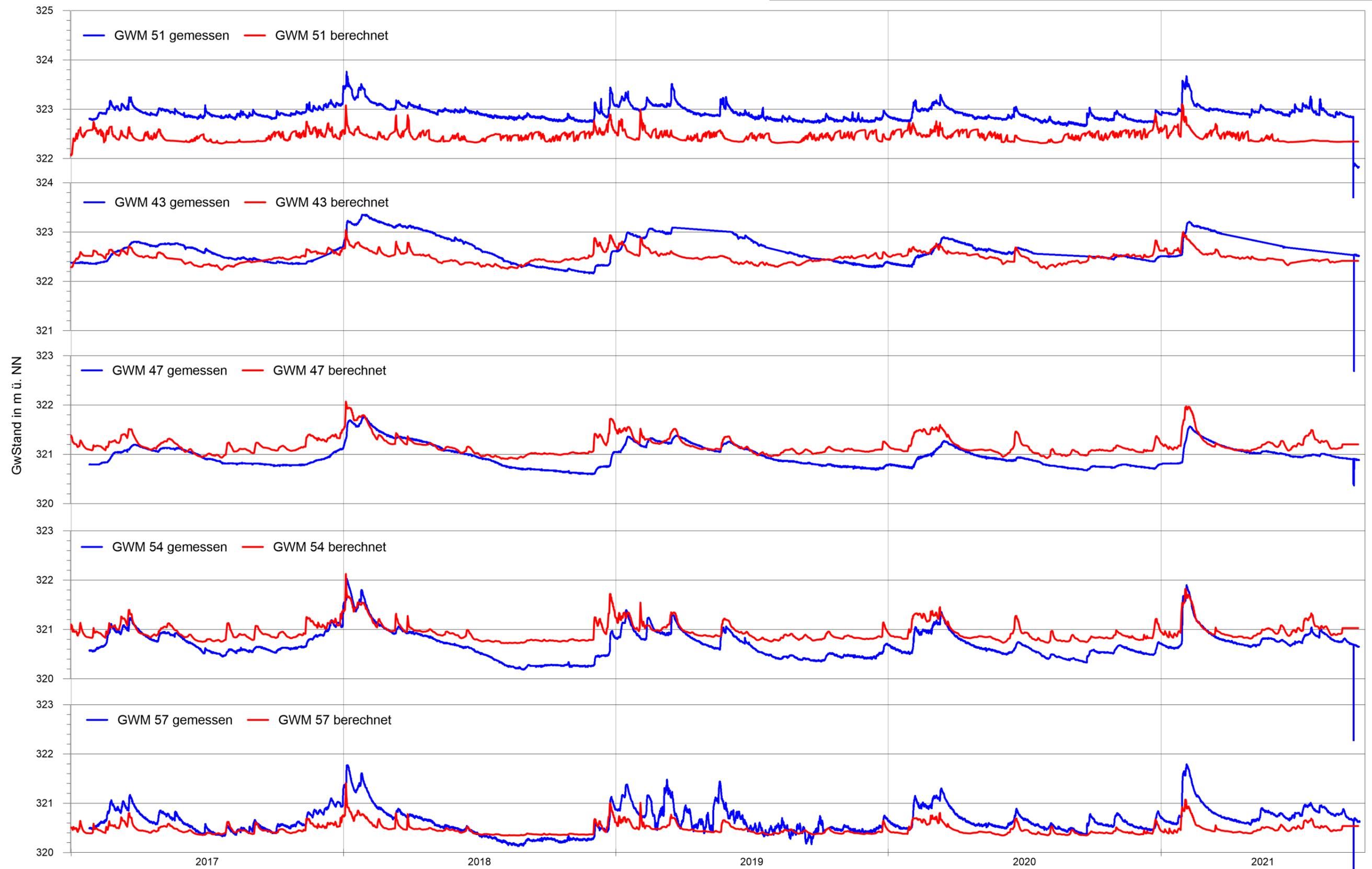
Vergleich gemessener und berechneter GwGanglinien



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
Vergleich gemessener und berechneter GwGanglinien

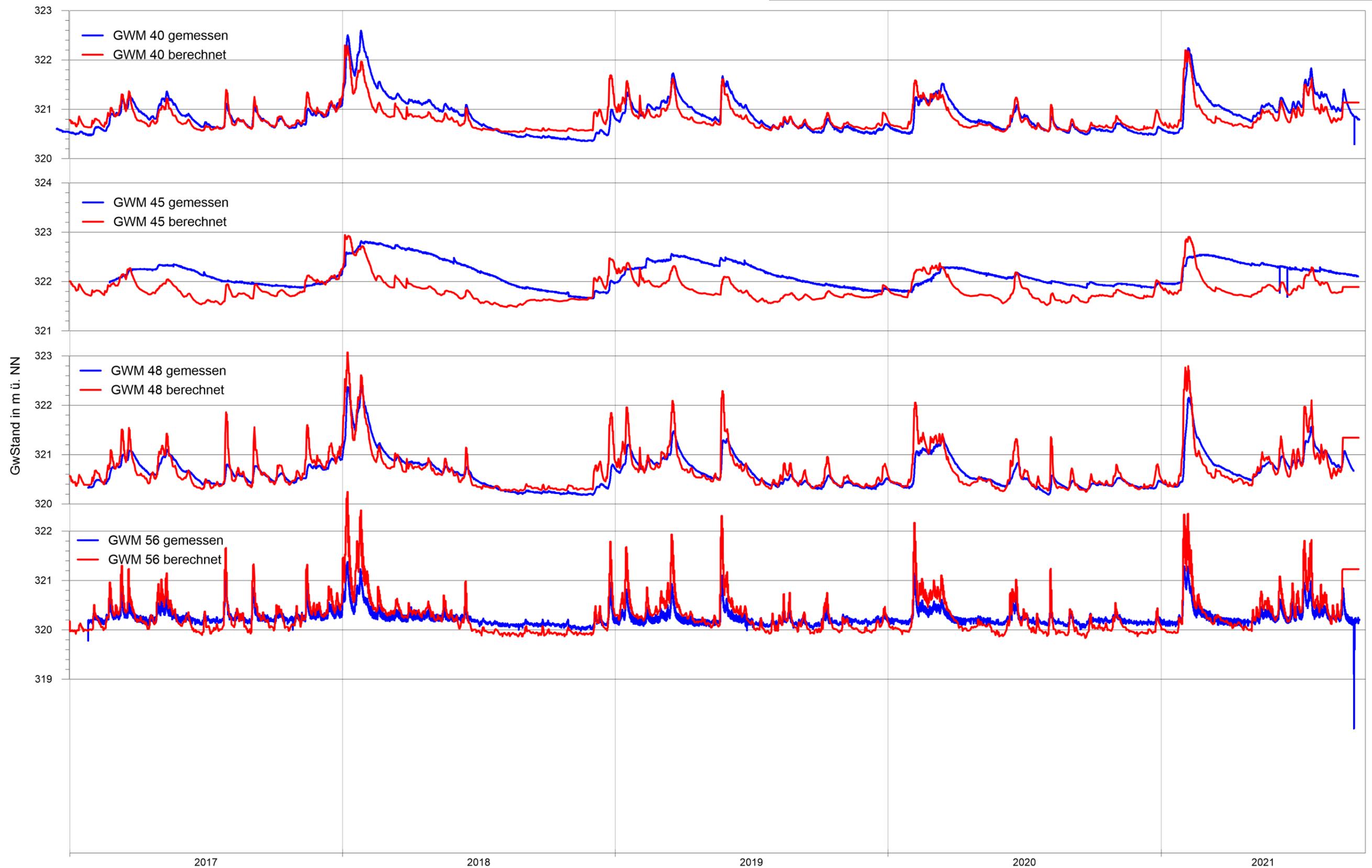


SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
Vergleich gemessener und berechneter GwGanglinien

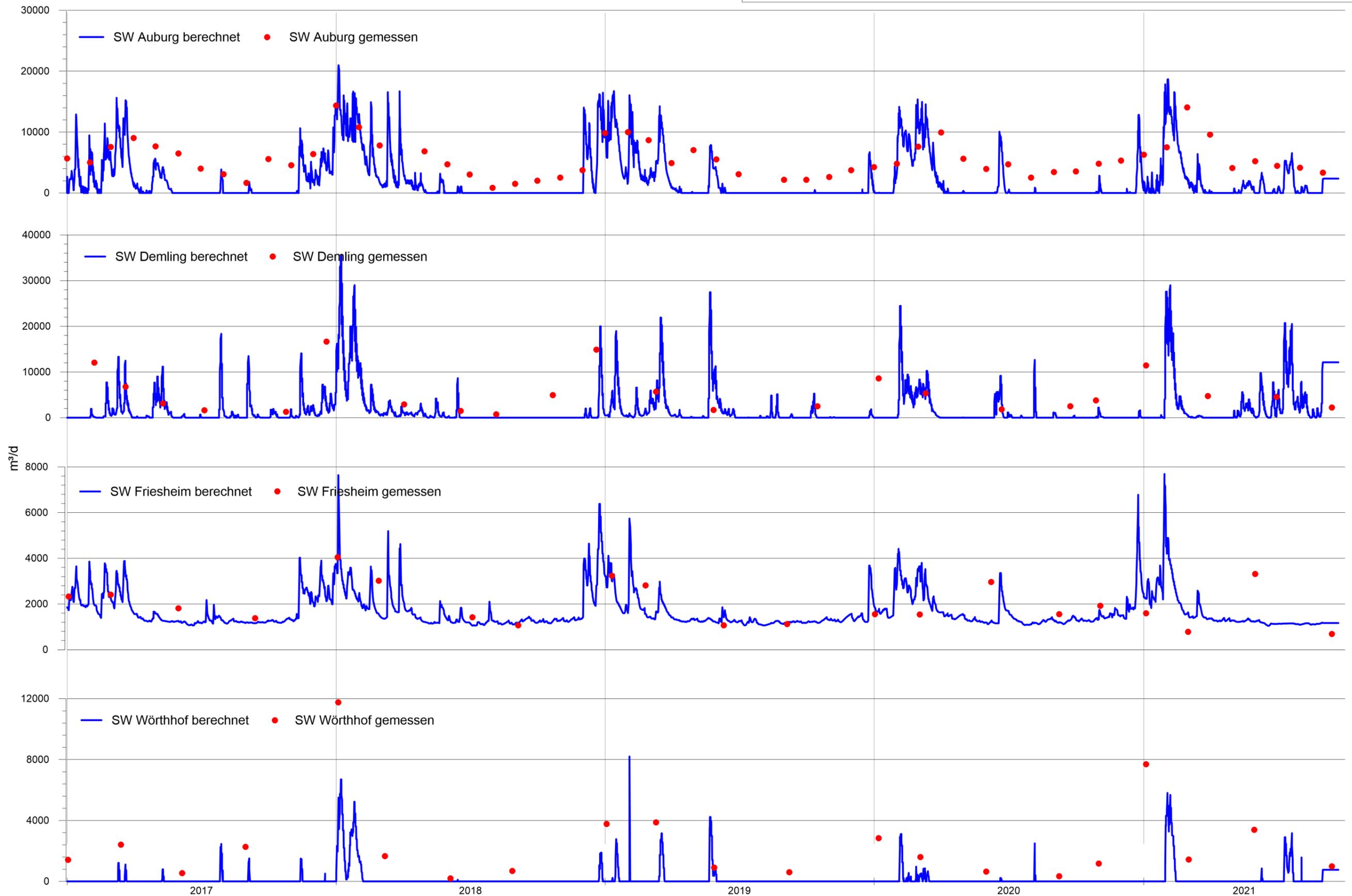


SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling

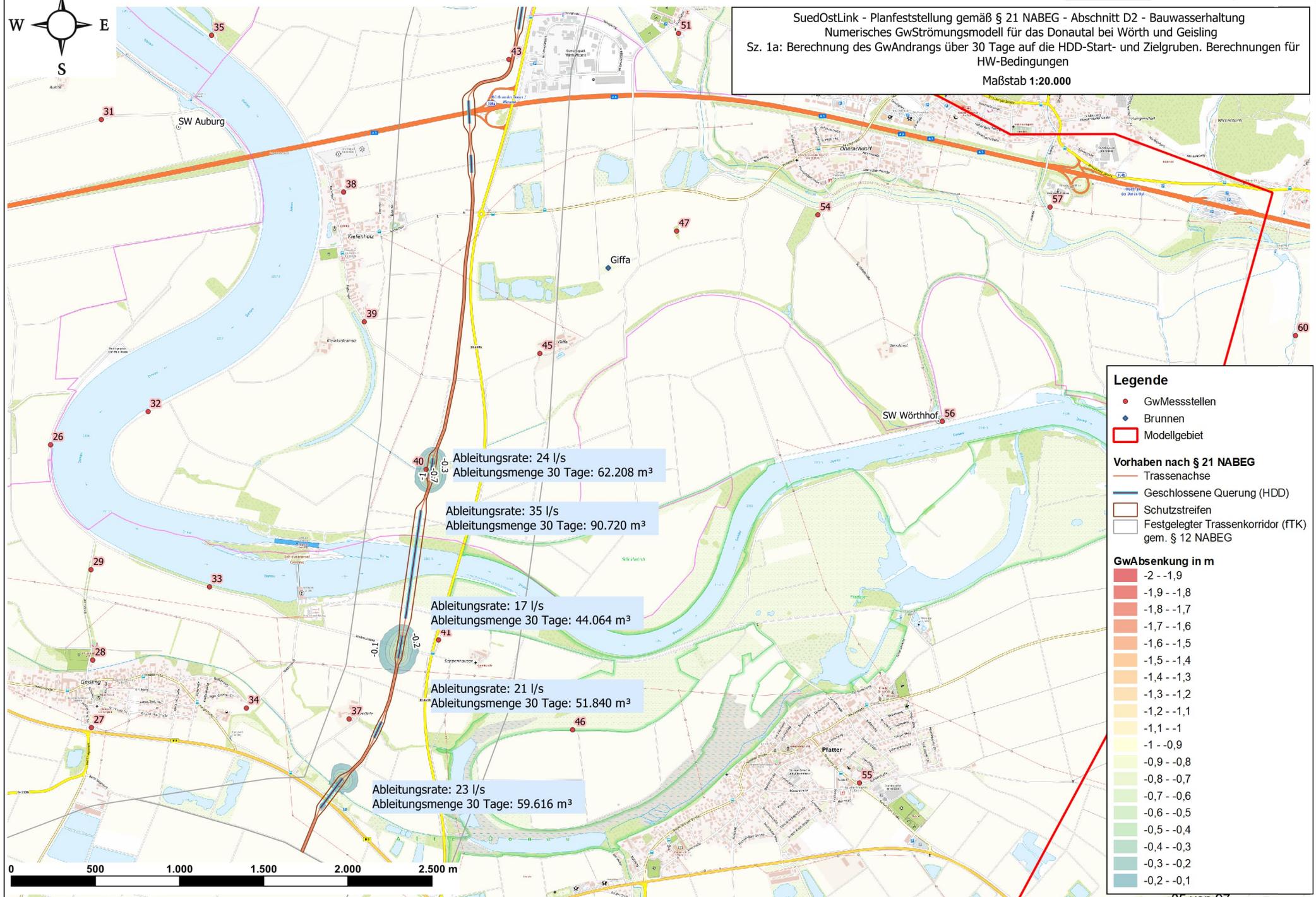
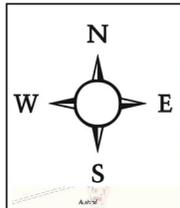
Vergleich gemessener und berechneter GwGanglinien



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitte D2 und D3a - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Wörth und Geisling
Vergleich der gemessenen und berechneten Fördermengen der Schöpfwerke



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Sz. 1a: Berechnung des GwAndrangs über 30 Tage auf die HDD-Start- und Zielgruben. Berechnungen für
 HW-Bedingungen
 Maßstab 1:20.000



Legende

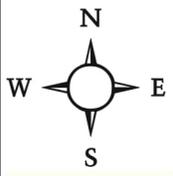
- GwMessstellen
- Brunnen
- Modellgebiet

Vorhaben nach § 21 NABEG

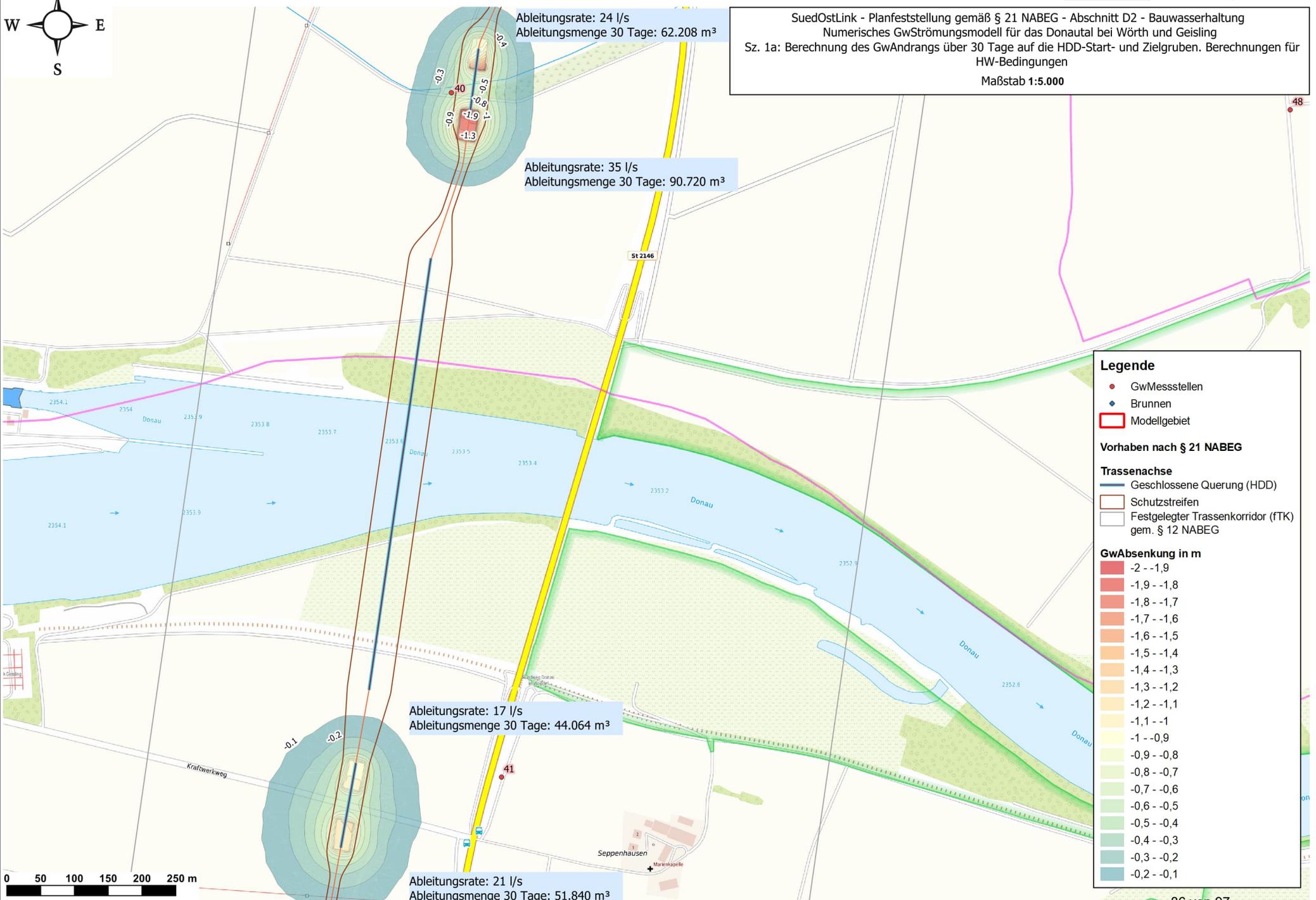
- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 12 NABEG

GwAbsenkung in m

- 2 - -1,9
- 1,9 - -1,8
- 1,8 - -1,7
- 1,7 - -1,6
- 1,6 - -1,5
- 1,5 - -1,4
- 1,4 - -1,3
- 1,3 - -1,2
- 1,2 - -1,1
- 1,1 - -1
- 1 - -0,9
- 0,9 - -0,8
- 0,8 - -0,7
- 0,7 - -0,6
- 0,6 - -0,5
- 0,5 - -0,4
- 0,4 - -0,3
- 0,3 - -0,2
- 0,2 - -0,1



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Wörth und Geisling
Sz. 1a: Berechnung des GwAndrangs über 30 Tage auf die HDD-Start- und Zielgruben. Berechnungen für HW-Bedingungen
Maßstab 1:5.000



Legende

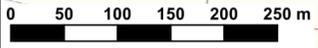
- GwMessstellen (red dot)
- Brunnen (blue diamond)
- Modellgebiet (red outline)

Vorhaben nach § 21 NABEG

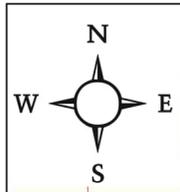
- Trassenachse
 - Geschlossene Querung (HDD) (blue line)
 - Schutzstreifen (orange outline)
 - Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG (white outline)

GwAbsenkung in m

- 2 - -1,9
- 1,9 - -1,8
- 1,8 - -1,7
- 1,7 - -1,6
- 1,6 - -1,5
- 1,5 - -1,4
- 1,4 - -1,3
- 1,3 - -1,2
- 1,2 - -1,1
- 1,1 - -1
- 1 - -0,9
- 0,9 - -0,8
- 0,8 - -0,7
- 0,7 - -0,6
- 0,6 - -0,5
- 0,5 - -0,4
- 0,4 - -0,3
- 0,3 - -0,2
- 0,2 - -0,1



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Sz. 1a: Berechnung des GwAndrangs über 30 Tage auf die HDD-Start- und Zielgruben. Berechnungen für
 HW-Bedingungen
 Maßstab 1:5.000



Ableitungsrate: 17 l/s
 Ableitungsmenge 30 Tage: 44.064 m³

Ableitungsrate: 21 l/s
 Ableitungsmenge 30 Tage: 51.840 m³

Ableitungsrate: 23 l/s
 Ableitungsmenge 30 Tage: 59.616 m³

Ableitungsrate: 2 l/s
 Ableitungsmenge 30 Tage: 5.184 m³

Legende

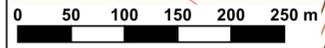
- GwMessstellen
- ◆ Brunnen
- Modellgebiet

Vorhaben nach § 21 NABEG

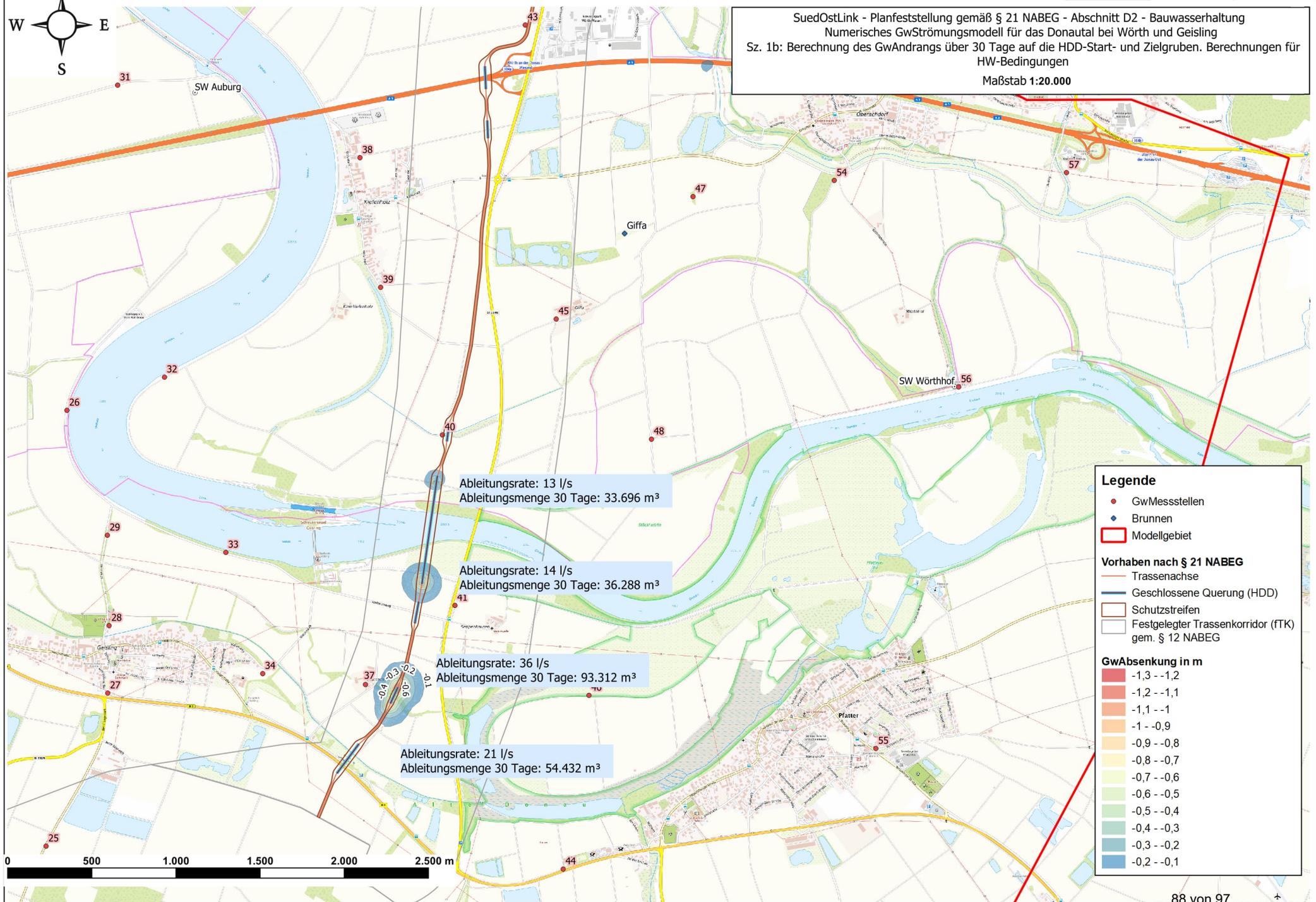
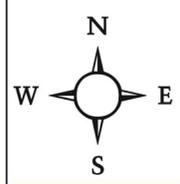
- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG

GwAbsenkung in m

- 2 - -1,9
- 1,9 - -1,8
- 1,8 - -1,7
- 1,7 - -1,6
- 1,6 - -1,5
- 1,5 - -1,4
- 1,4 - -1,3
- 1,3 - -1,2
- 1,2 - -1,1
- 1,1 - -1
- 1 - -0,9
- 0,9 - -0,8
- 0,8 - -0,7
- 0,7 - -0,6
- 0,6 - -0,5
- 0,5 - -0,4
- 0,4 - -0,3
- 0,3 - -0,2
- 0,2 - -0,1



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Sz. 1b: Berechnung des GwAndrangs über 30 Tage auf die HDD-Start- und Zielgruben. Berechnungen für HW-Bedingungen
 Maßstab 1:20.000



Legende

- GwMessstellen
- Brunnen
- Modellgebiet

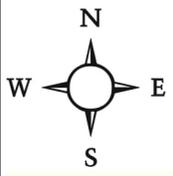
Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG

GwAbsenkung in m

- 1,3 - -1,2
- 1,2 - -1,1
- 1,1 - -1
- 1 - -0,9
- 0,9 - -0,8
- 0,8 - -0,7
- 0,7 - -0,6
- 0,6 - -0,5
- 0,5 - -0,4
- 0,4 - -0,3
- 0,3 - -0,2
- 0,2 - -0,1





SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Wörth und Geisling
Sz. 1b: Berechnung des GwAndrangs über 30 Tage auf die HDD-Start- und Zielgruben. Berechnungen für HW-Bedingungen
Maßstab 1:5.000



Legende

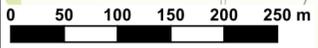
- GwMessstellen (red dot)
- Brunnen (blue diamond)

Vorhaben nach § 21 NABEG

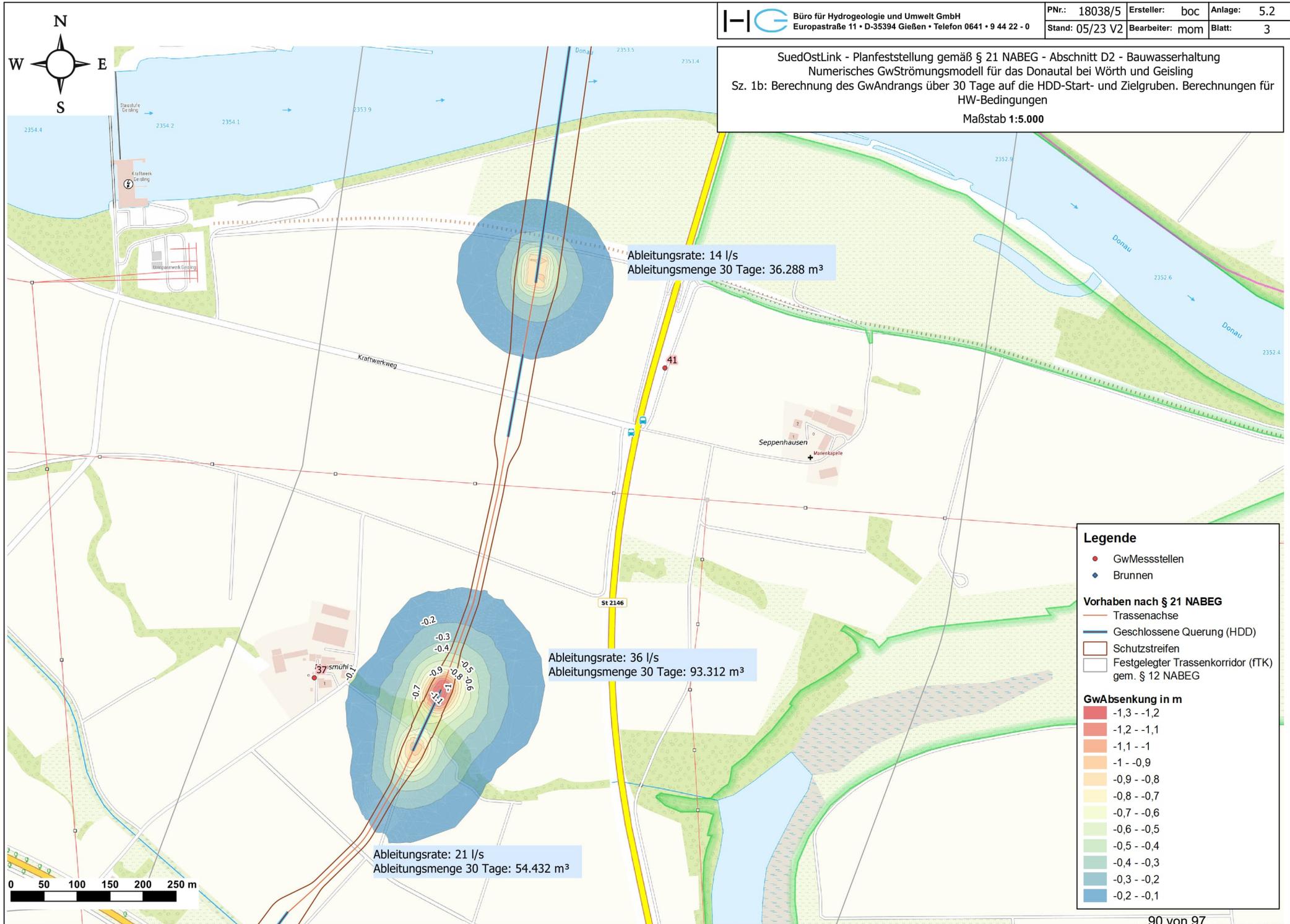
- Trassenachse (red line)
- Geschlossene Quering (HDD) (blue line)
- Schutzstreifen (orange line)
- Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG (grey line)

GwAbsenkung in m

Red	-1,3 - -1,2
Dark Orange	-1,2 - -1,1
Orange	-1,1 - -1
Light Orange	-1 - -0,9
Yellow-Orange	-0,9 - -0,8
Yellow	-0,8 - -0,7
Light Yellow	-0,7 - -0,6
Light Green	-0,6 - -0,5
Green	-0,5 - -0,4
Dark Green	-0,4 - -0,3
Blue-Green	-0,3 - -0,2
Blue	-0,2 - -0,1



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Sz. 1b: Berechnung des GwAndrangs über 30 Tage auf die HDD-Start- und Zielgruben. Berechnungen für
 HW-Bedingungen
 Maßstab 1:5.000



Legende

- GwMessstellen
- Brunnen

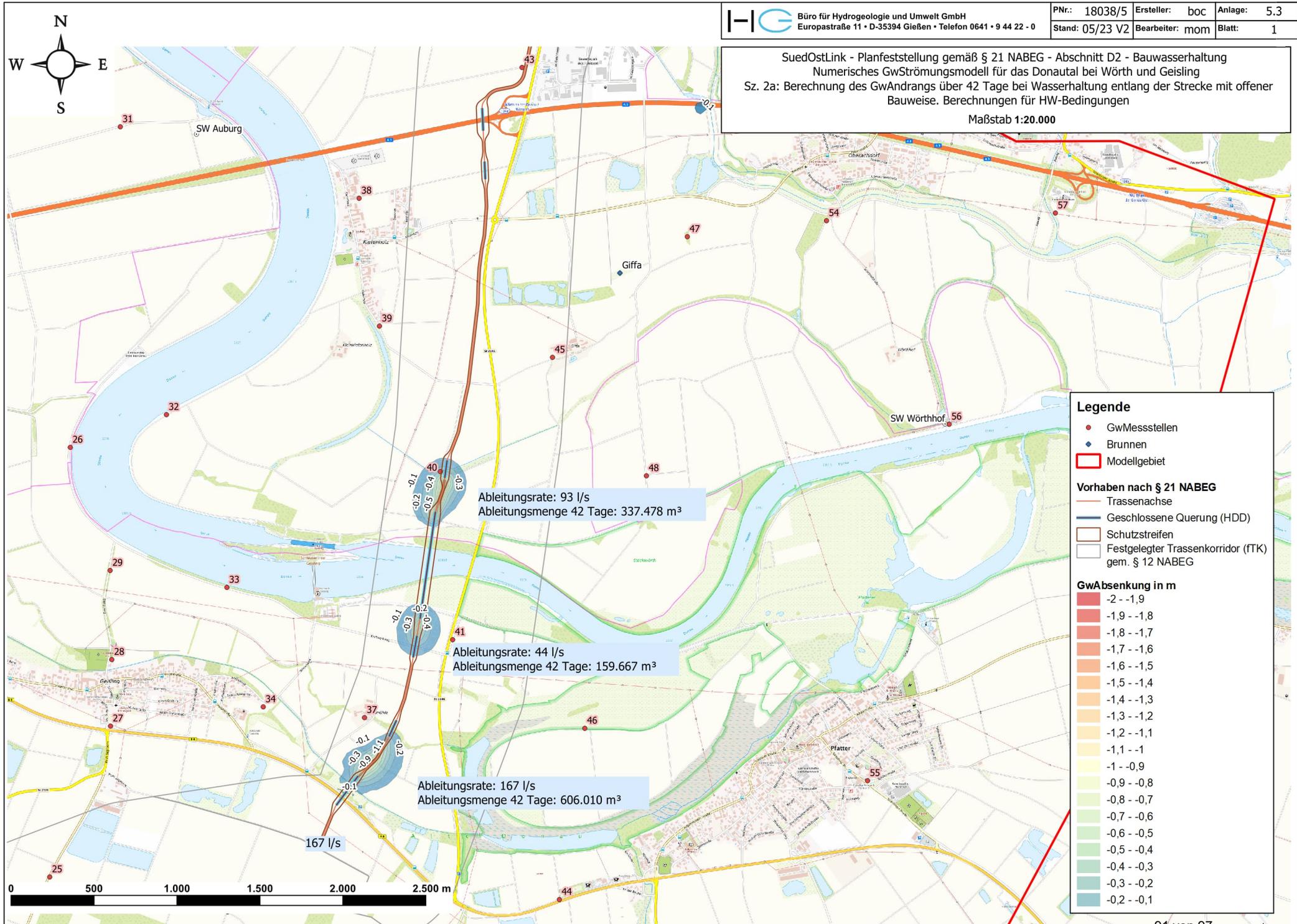
Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG

GwAbsenkung in m

- 1,3 - -1,2
- 1,2 - -1,1
- 1,1 - -1
- 1 - -0,9
- 0,9 - -0,8
- 0,8 - -0,7
- 0,7 - -0,6
- 0,6 - -0,5
- 0,5 - -0,4
- 0,4 - -0,3
- 0,3 - -0,2
- 0,2 - -0,1

SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Sz. 2a: Berechnung des GwAndrangs über 42 Tage bei Wasserhaltung entlang der Strecke mit offener
 Bauweise. Berechnungen für HW-Bedingungen
 Maßstab 1:20.000



Legende

- GwMessstellen
- ◆ Brunnen
- ▭ Modellgebiet

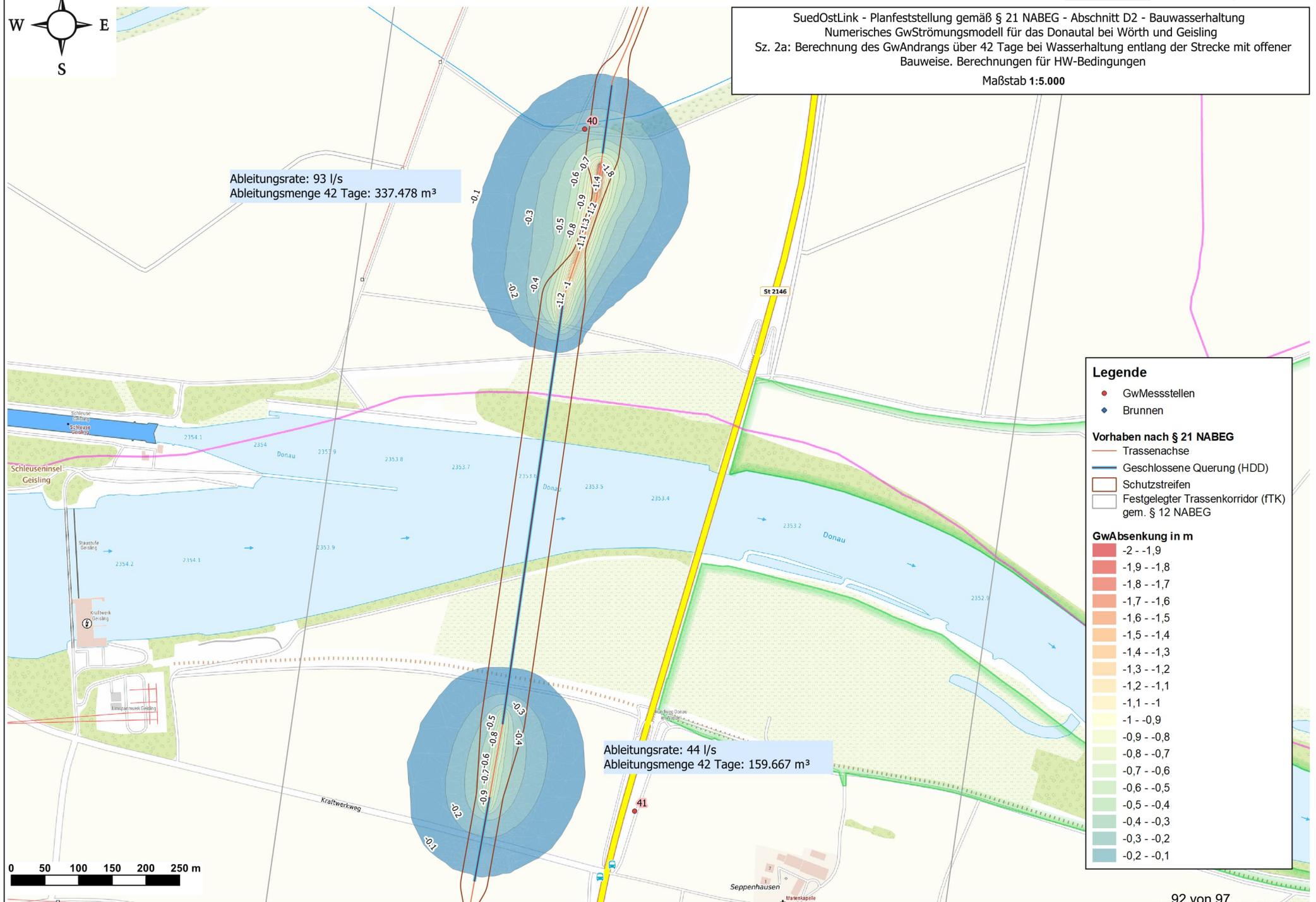
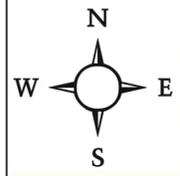
Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- ▭ Schutzstreifen
- ▭ Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG

GwAbsenkung in m

- 2 - -1,9
- 1,9 - -1,8
- 1,8 - -1,7
- 1,7 - -1,6
- 1,6 - -1,5
- 1,5 - -1,4
- 1,4 - -1,3
- 1,3 - -1,2
- 1,2 - -1,1
- 1,1 - -1
- 1 - -0,9
- 0,9 - -0,8
- 0,8 - -0,7
- 0,7 - -0,6
- 0,6 - -0,5
- 0,5 - -0,4
- 0,4 - -0,3
- 0,3 - -0,2
- 0,2 - -0,1

SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Sz. 2a: Berechnung des GwAndrangs über 42 Tage bei Wasserhaltung entlang der Strecke mit offener Bauweise. Berechnungen für HW-Bedingungen
 Maßstab 1:5.000



Ableitungsrate: 93 l/s
 Ableitungsmenge 42 Tage: 337.478 m³

Ableitungsrate: 44 l/s
 Ableitungsmenge 42 Tage: 159.667 m³

Legende

- GwMessstellen
- Brunnen

Vorhaben nach § 21 NABEG

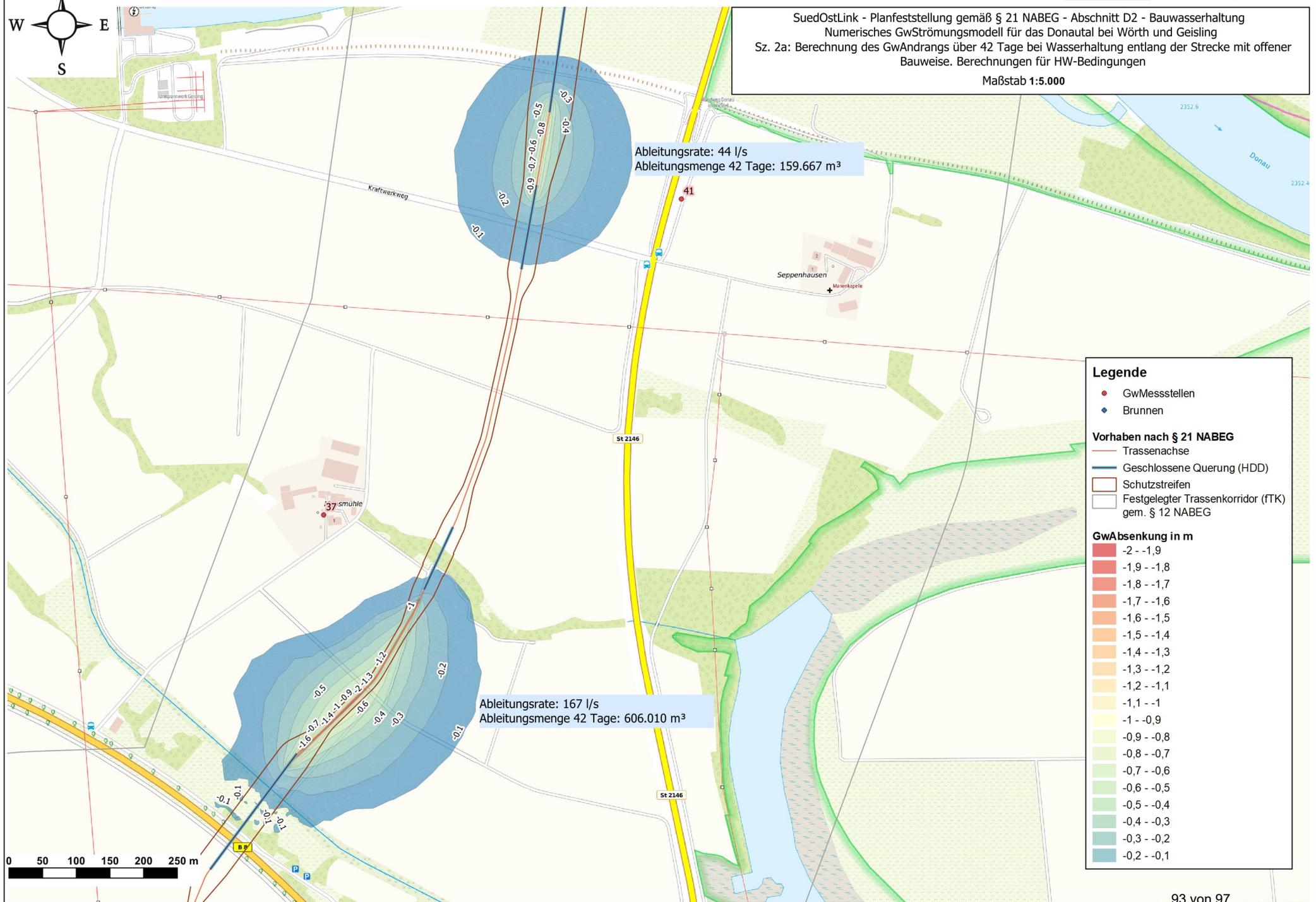
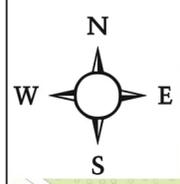
- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG

GwAbsenkung in m

- 2 - -1,9
- 1,9 - -1,8
- 1,8 - -1,7
- 1,7 - -1,6
- 1,6 - -1,5
- 1,5 - -1,4
- 1,4 - -1,3
- 1,3 - -1,2
- 1,2 - -1,1
- 1,1 - -1
- 1 - -0,9
- 0,9 - -0,8
- 0,8 - -0,7
- 0,7 - -0,6
- 0,6 - -0,5
- 0,5 - -0,4
- 0,4 - -0,3
- 0,3 - -0,2
- 0,2 - -0,1



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Sz. 2a: Berechnung des GwAndrangs über 42 Tage bei Wasserhaltung entlang der Strecke mit offener Bauweise. Berechnungen für HW-Bedingungen
 Maßstab 1:5.000



Legende

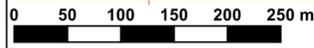
- GwMessstellen
- ◆ Brunnen

Vorhaben nach § 21 NABEG

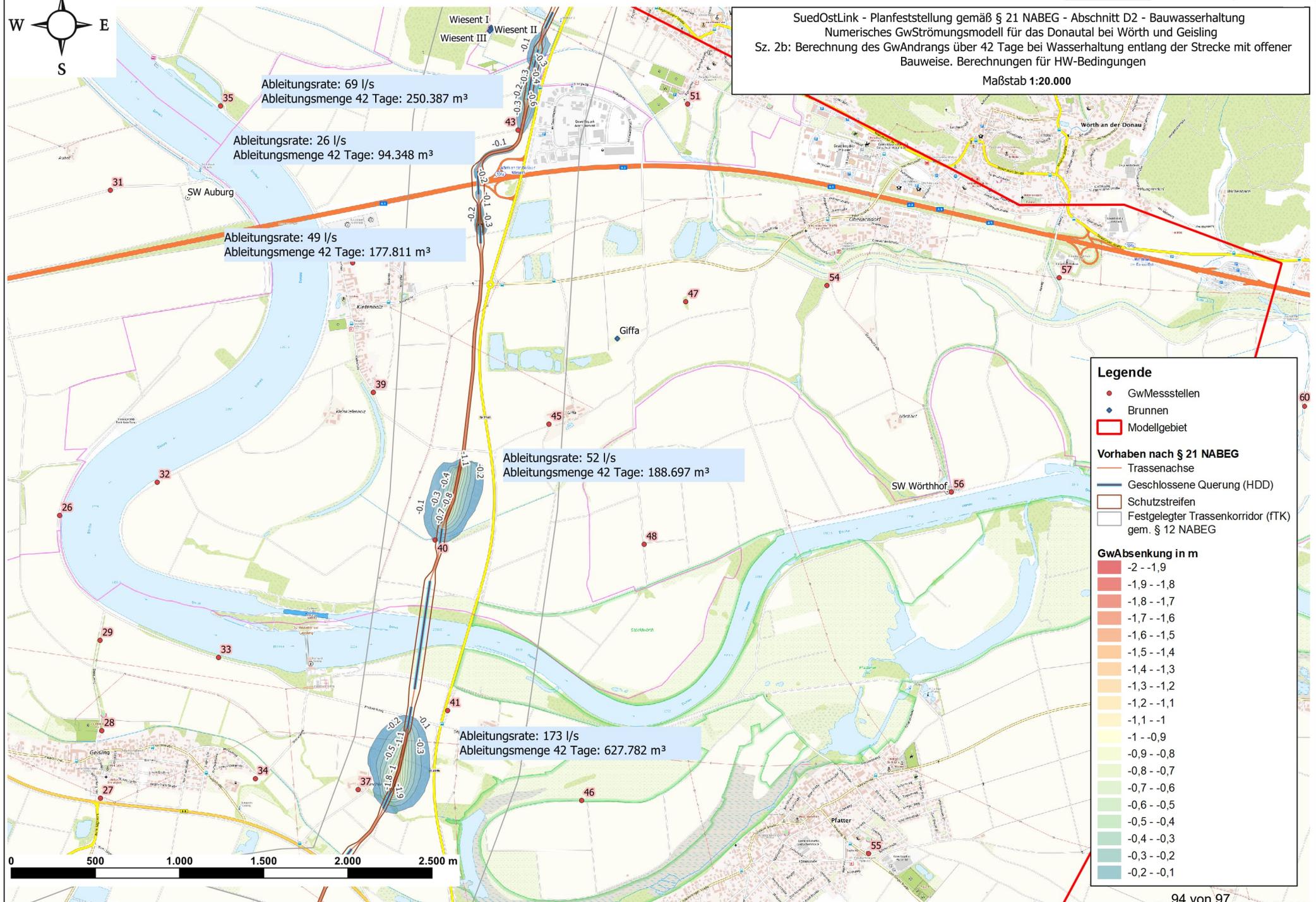
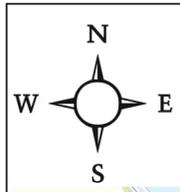
- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG

GwAbsenkung in m

- 2 - -1,9
- 1,9 - -1,8
- 1,8 - -1,7
- 1,7 - -1,6
- 1,6 - -1,5
- 1,5 - -1,4
- 1,4 - -1,3
- 1,3 - -1,2
- 1,2 - -1,1
- 1,1 - -1
- 1 - -0,9
- 0,9 - -0,8
- 0,8 - -0,7
- 0,7 - -0,6
- 0,6 - -0,5
- 0,5 - -0,4
- 0,4 - -0,3
- 0,3 - -0,2
- 0,2 - -0,1



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Sz. 2b: Berechnung des GwAndrangs über 42 Tage bei Wasserhaltung entlang der Strecke mit offener
 Bauweise. Berechnungen für HW-Bedingungen
 Maßstab 1:20.000



Legende

- GwMessstellen
- ◆ Brunnen
- ▭ Modellgebiet

Vorhaben nach § 21 NABEG

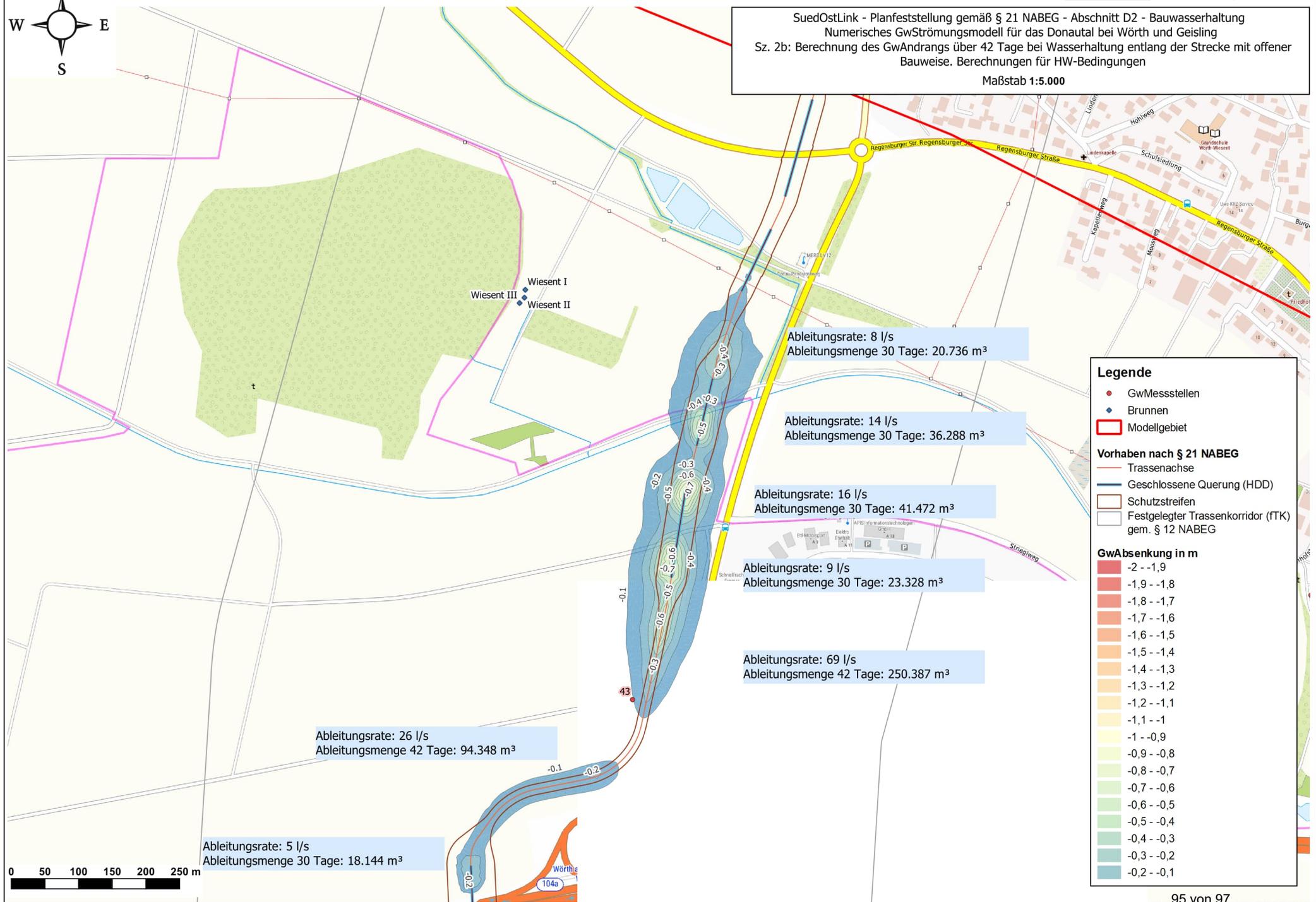
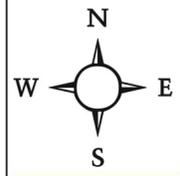
- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 12 NABEG

GwAbsenkung in m

- 2 -- -1,9
- 1,9 -- -1,8
- 1,8 -- -1,7
- 1,7 -- -1,6
- 1,6 -- -1,5
- 1,5 -- -1,4
- 1,4 -- -1,3
- 1,3 -- -1,2
- 1,2 -- -1,1
- 1,1 -- -1
- 1 -- -0,9
- 0,9 -- -0,8
- 0,8 -- -0,7
- 0,7 -- -0,6
- 0,6 -- -0,5
- 0,5 -- -0,4
- 0,4 -- -0,3
- 0,3 -- -0,2
- 0,2 -- -0,1



SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Sz. 2b: Berechnung des GwAndrangs über 42 Tage bei Wasserhaltung entlang der Strecke mit offener
 Bauweise. Berechnungen für HW-Bedingungen
 Maßstab 1:5.000



Legende

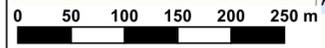
- GwMessstellen
- ◆ Brunnen
- Modellgebiet

Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (fTK) gem. § 12 NABEG

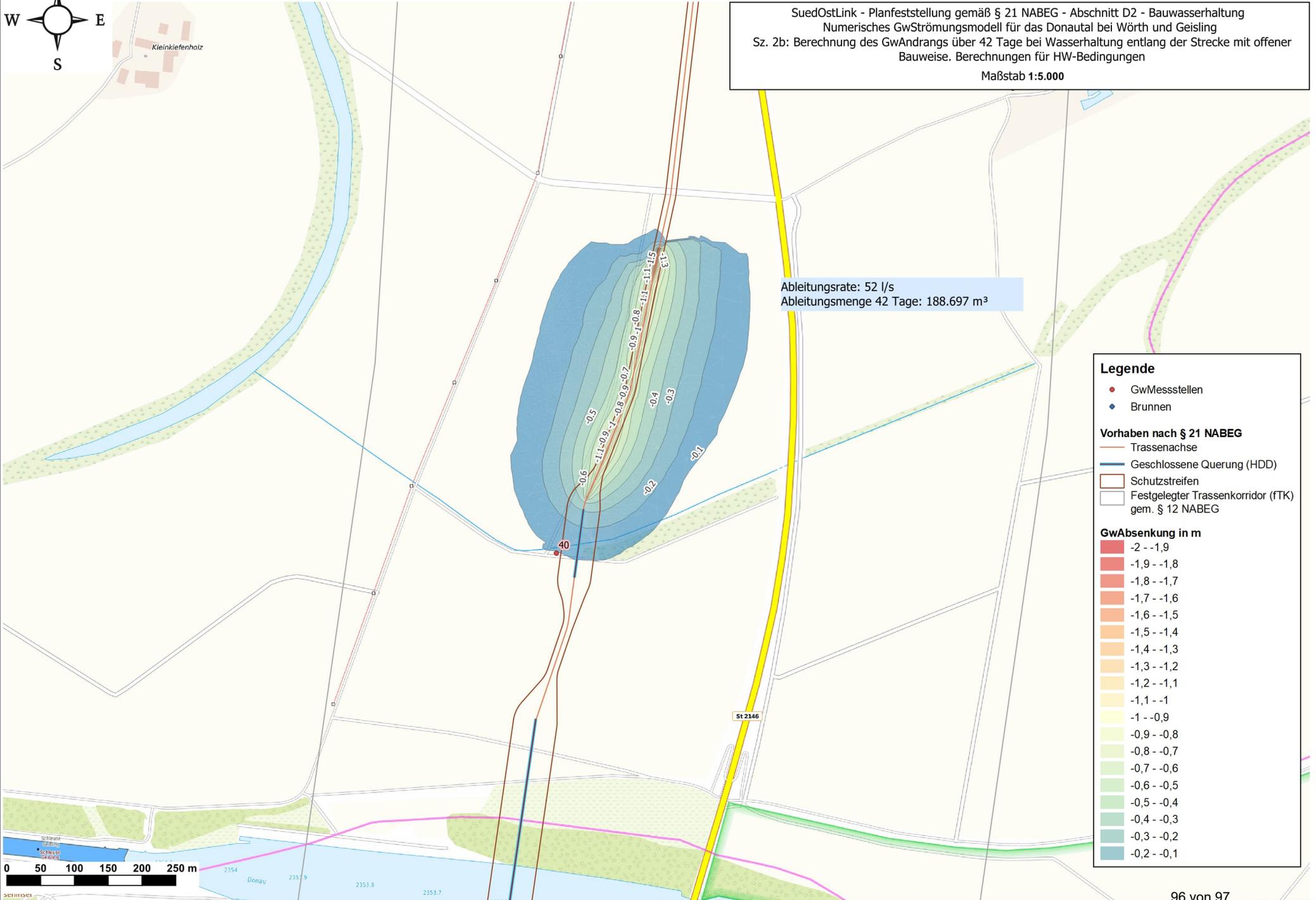
GwAbsenkung in m

- 2 -- -1,9
- 1,9 -- -1,8
- 1,8 -- -1,7
- 1,7 -- -1,6
- 1,6 -- -1,5
- 1,5 -- -1,4
- 1,4 -- -1,3
- 1,3 -- -1,2
- 1,2 -- -1,1
- 1,1 -- -1
- 1 -- -0,9
- 0,9 -- -0,8
- 0,8 -- -0,7
- 0,7 -- -0,6
- 0,6 -- -0,5
- 0,5 -- -0,4
- 0,4 -- -0,3
- 0,3 -- -0,2
- 0,2 -- -0,1





SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
 Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
 Sz. 2b: Berechnung des GwAndrangs über 42 Tage bei Wasserhaltung entlang der Strecke mit offener Bauweise. Berechnungen für HW-Bedingungen
 Maßstab 1:5.000



Legende

- GwMessstellen
- ◆ Brunnen

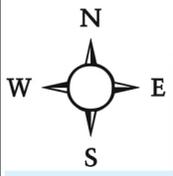
Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG

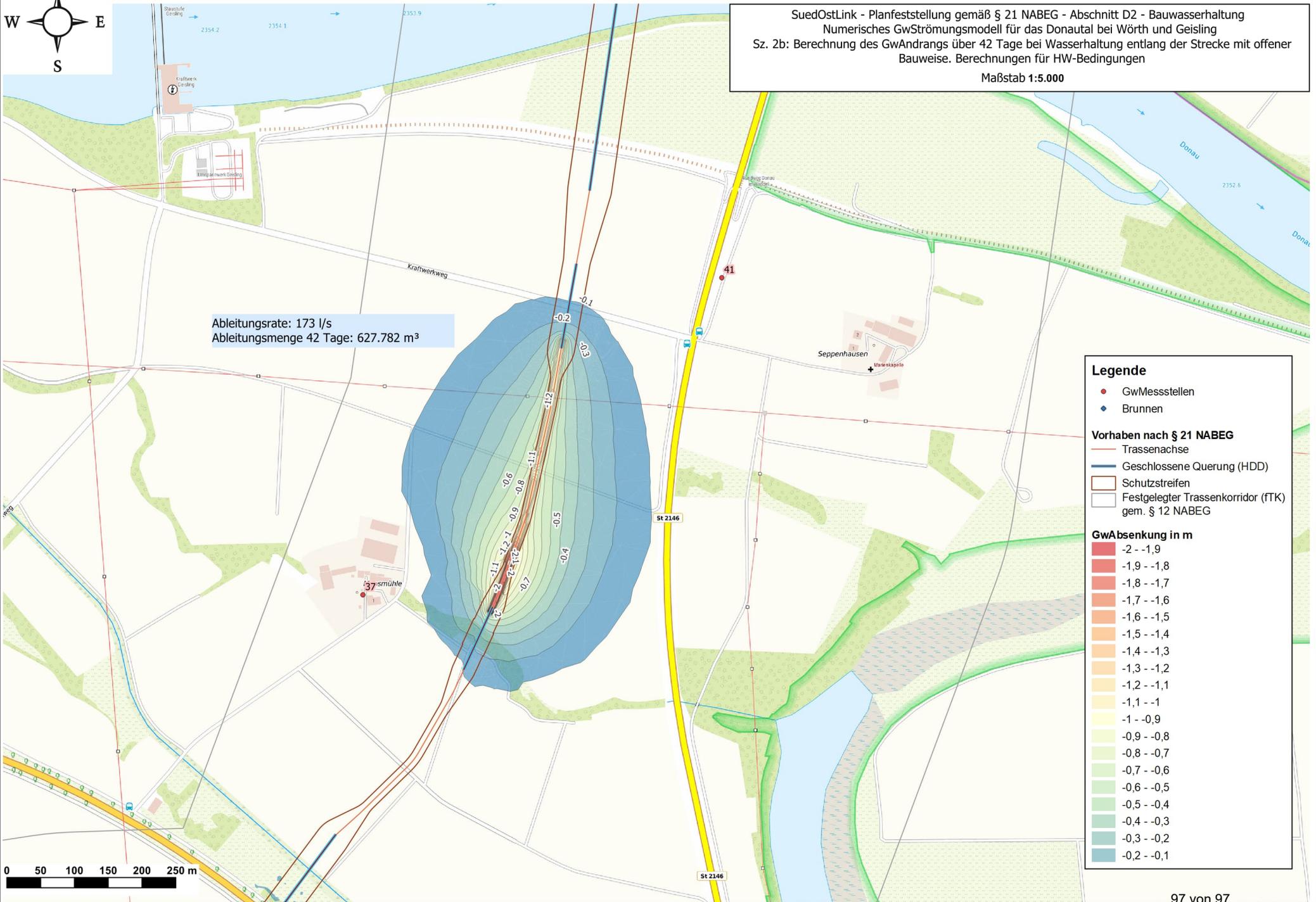
GwAbsenkung in m

- 2 - -1,9
- 1,9 - -1,8
- 1,8 - -1,7
- 1,7 - -1,6
- 1,6 - -1,5
- 1,5 - -1,4
- 1,4 - -1,3
- 1,3 - -1,2
- 1,2 - -1,1
- 1,1 - -1
- 1 - -0,9
- 0,9 - -0,8
- 0,8 - -0,7
- 0,7 - -0,6
- 0,6 - -0,5
- 0,5 - -0,4
- 0,4 - -0,3
- 0,3 - -0,2
- 0,2 - -0,1





SuedOstLink - Planfeststellung gemäß § 21 NABEG - Abschnitt D2 - Bauwasserhaltung
Numerisches GwStrömungsmodell für das Donautal bei Würth und Geisling
Sz. 2b: Berechnung des GwAndrangs über 42 Tage bei Wasserhaltung entlang der Strecke mit offener Bauweise. Berechnungen für HW-Bedingungen
Maßstab 1:5.000



Ableitungsrate: 173 l/s
Ableitungsmenge 42 Tage: 627.782 m³

Legende

- GwMessstellen
- Brunnen

Vorhaben nach § 21 NABEG

- Trassenachse
- Geschlossene Querung (HDD)
- Schutzstreifen
- Festgelegter Trassenkorridor (FTK) gem. § 12 NABEG

GwAbsenkung in m

-2 - -1,9
-1,9 - -1,8
-1,8 - -1,7
-1,7 - -1,6
-1,6 - -1,5
-1,5 - -1,4
-1,4 - -1,3
-1,3 - -1,2
-1,2 - -1,1
-1,1 - -1
-1 - -0,9
-0,9 - -0,8
-0,8 - -0,7
-0,7 - -0,6
-0,6 - -0,5
-0,5 - -0,4
-0,4 - -0,3
-0,3 - -0,2
-0,2 - -0,1

