

Stadt Landshut
Bebauungsplan 02-09/3b
*Östl. Mozartstraße –
nördl. Haydnstraße*
**Numerisches
Grundwassermodell**
vom 12.02.2025

Vorhabensträger:

Stadt Landshut
Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung
Luitpoldstraße 29
84034 Landshut

Verfasser:



ea-LaPla-005.01/hü/th

Verzeichnis der Unterlagen

I Erläuterungsbericht

II Anlagen

- Anlage 01: Übersichtslageplan; Maßstab 1:30.000
- Anlage 02: Lageplan Geologie; Maßstab 1:30.000/1:5.000
- Anlage 03: Lageplan Grundwassergleichen; Maßstab 1:30.000
- Anlage 04: Lagepläne Flurabstand HHW und MW; Maßstab 1:2.500
- Anlage 05: Grundwassermodell; Modelldaten
- Anlage 06: Lageplan Kalibrierung; Stichtagsmessung Mai 2004 (MW) ; Maßstab 1:10.000
- Anlage 07: Lageplan Modellergebnis Ist-Zustand HHW; Maßstab 1:10.000
- Anlage 08: Profilschnitt
- Anlage 09: Grundwasserstandsdaten (Diagramme)
- Anlage 10: Projektdaten

Erläuterungsbericht

1.	Vorhabensträger	1
2.	Zweck der Untersuchungen	1
3.	Durchgeführte Arbeiten – verwendete Unterlagen	2
4.	Hydrogeologische Verhältnisse	3
4.1	Morphologie	3
4.2	Geologie	4
4.3	Hydrogeologie	4
4.3.1	Grundwasserstände.....	5
4.3.2	Grundwasserfließrichtung und Grundwassergefälle	8
4.3.3	Grundwassermächtigkeit	8
4.3.4	Flurabstand.....	9
4.3.5	Hydraulische Durchlässigkeit.....	9
4.4	Oberflächengewässer	9
4.5	Klima und Grundwasserneubildung	12
5.	Beschreibung des Vorhabens	13
5.1	Bebauungsplan 02-09/3b.....	13
6.	Numerisches Grundwassermodell	14
6.1	Modellumgriff, Modelltyp, Diskretisierung.....	14
6.2	Randbedingungen und Materialparameter	14
6.2.1	Materialparameter.....	14
6.2.2	Randbedingungen (RB)	15
6.3	Modellrechnungen	16
6.3.1	Kalibrierung	16
6.3.2	Modell Ist-Zustand HHW.....	18
6.4	Modellergebnisse Planungszustand	19
6.4.1	Mittelwasserstand MW	19
6.4.2	Höchstwasserstand HHW	19
7.	Analytische Kontrollrechnung.....	20
8.	Abhilfemaßnahmen	21
9.	Zusammenfassung und Fazit.....	21

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersichtslageplan	1
Abbildung 2:	Lageplan.....	4
Abbildung 3:	Lageplan Messstellen (Grundwasser und Pegel).....	5
Abbildung 4:	Messwertaufzeichnungen (Grundwasser und Pegel; Diagramm großformatig in der Anlage 09).....	6
Abbildung 5:	Grundwasserstandskennwerte	7
Abbildung 6:	Ganglinienvergleich Grundwasser – Pegelstand Isar (Überblick).....	11
Abbildung 7:	Ganglinienvergleich Grundwasser – Pegelstand Isar (Detail)	11
Abbildung 8:	Tagesniederschlagssummen und mittlere Tagestemperatur Station Schönbrunn.....	12
Abbildung 9:	Übersicht Plangrundlagen Geltungsbereich Bebauungsplan 02-09 (3b Stand frühzeitige Beteiligung (Verf.: Stadt Landshut).....	13
Abbildung 10:	Ergebnis der Modellkalibrierung (Regressionsgerade)	17
Abbildung 11:	Ergebnis der Modellkalibrierung (Modell- und Messwerte an den Messstellen).....	17
Abbildung 12:	Ergebnis der Modelle Ist-Zustand (statistische Grundwasserstände HHW, MW; für GWM1520 mit Messwerterfassung seit 2015 kein belastbarer HHW-Messwert).....	18
Abbildung 13:	Aufstau bei MW [in cm].....	19
Abbildung 14:	Aufstau bei HHW [in cm]	20

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Hydraulische Durchlässigkeiten aus der Kornverteilungskurve	9
--	---

1. Vorhabensträger

Vorhabensträger ist die

Stadt Landshut
Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung
Luitpoldstraße 29
84034 Landshut

2. Zweck der Untersuchungen

Die Stadt Landshut beabsichtigt im Bereich östlich der Mozartstraße und nördlich der Haydnstraße die Aufstellung eines Bebauungsplans. Der Entwurf sieht in Teilbereichen eine Unterbauung mit Tiefgaragen vor. Erfahrungsgemäß ist davon auszugehen, dass die Tiefgaragen flächenhaft in das Grundwasser eingreifen. Es wird dadurch grundwasser-oberstromig ein Aufstau und grundwasser-unterstromig eine korrespondierende Grundwasserabsenkung erzeugt.

Mit Hilfe eines numerischen Grundwasserströmungsmodells sollen die Auswirkungen des Eingriffs in den Untergrund auf die Grundwasserverhältnisse (für die Grundwasserstandshöhen Mittelwasserstand MW und Höchstwasserstand HHW) untersucht werden.

Für den Fall, dass die wasserrechtlich i.d.R. tolerierbaren Auswirkungen von $\pm 0,1$ m unmittelbar am neu erstellten Gebäude überschritten werden, sind Abhilfemaßnahmen (Grundwasserüberleitungen, Drainagen etc.) zur Verringerung dieser Auswirkungen unter das o.g. Maß vorzusehen.

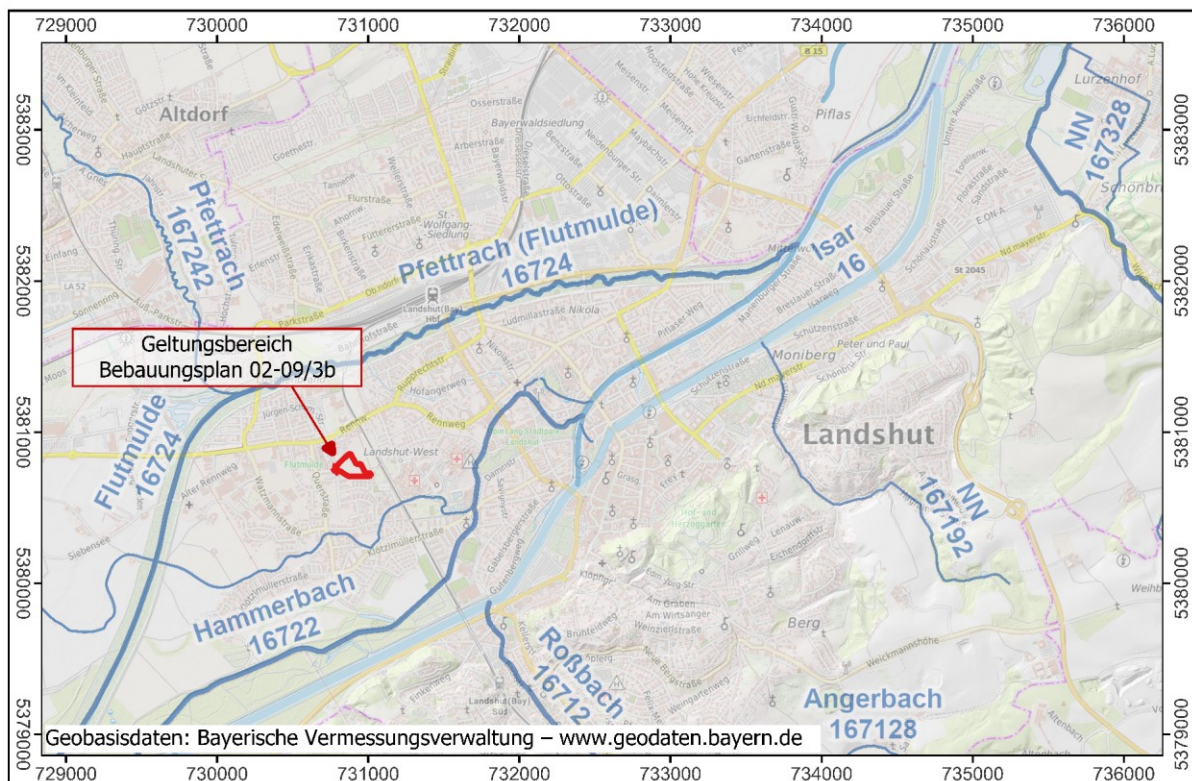


Abbildung 1: Übersichtslageplan

3. Durchgeführte Arbeiten – verwendete Unterlagen

Unser Büro hat in den vergangenen Jahren bereits mehrfach numerische Modellrechnungen im Zusammenhang mit der Erstellung weiterer Bebauungspläne, welche Eingriffe in den Grundwasserleiter vorsehen, durchgeführt. Es liegen daher weiterhin folgende Unterlagen vor:

- Dr. Blasy – Dr. Øverland (18.02.2019): Stadt Landshut, Bebauungsplan 05-37 – Numerisches Grundwassermodell
- Dr. Blasy – Dr. Øverland (09.12.2019): Stadt Landshut, Bebauungsplan 02-34 – Numerisches Grundwassermodell
- Dr. Blasy – Dr. Øverland (23.05.2022): Stadt Landshut, Bebauungsplan 02-62/1a – Numerisches Grundwassermodell

Der nun zu untersuchende Geltungsbereich Bebauungsplan Nr. 02-09/3b „Östlich Mozartstraße – nördlich Haydnstraße“ liegt rd. 700 m nördlich des Bebauungsplans 02-62/1a und innerhalb des Modellgebiets des hierfür erstellten numerischen Grundwassermodells. Dieses Modell ist grundsätzlich geeignet, die erforderlichen Berechnungen durchzuführen, es muss jedoch auf Aktualität hinsichtlich der zugrunde liegenden hydrogeologischen Kenntnisse (Bohraufschlüsse, Grundwasserstandsdaten) überprüft und angepasst werden.

Hierzu ist zunächst eine aktuelle Recherche der über die behördlichen Internetservices (LfU, WWA) verfügbaren Daten durchzuführen und zusammen mit den lokal erhobenen Daten (ggfs. Baugrundgutachten) in das Modell einzupflegen.

Grundlage für ein numerisches Modell ist zunächst die Entwicklung eines hydrogeologischen Modells. Zu diesem Zweck war zunächst eine umfassende Recherche relevanter hydrogeologischer Daten im weiteren Umfeld des Vorhabensbereichs erforderlich.

Diese Daten wurden durch die Ergebnisse des Baugrundgutachtens vom 10.01.2025 mit 4 Aufschlussbohrungen sowie 4 Schürfen innerhalb des Vorhabensbereichs sowie mit einer Reihe von Laboruntersuchungen an Bodenproben ergänzt. Das Ergebnis der Baugrunduntersuchungen ist im Baugrundgutachten (10) erläutert.

Die verwendeten Unterlagen sind nachfolgend aufgeführt.

- (1) Dr. Blasy – Dr. Øverland (2019a): Stadt Landshut, Bebauungsplan 05-37 – Numerisches Grundwassermodell. 18.02.2019.
- (2) Dr. Blasy – Dr. Øverland (2019b): Stadt Landshut, Bebauungsplan 02-34 – Numerisches Grundwassermodell. 09.12.2019.
- (3) Dr. Blasy – Dr. Øverland (2022): Stadt Landshut, Bebauungsplan 02-62/1a – Numerisches Grundwassermodell. 23.05.2022.
- (4) Öffentlich zugängliche Wasserstandsdaten des gewässerkundlichen Dienstes des Landesamtes für Umwelt
- (5) Hydrogeologische Daten des Landesamtes für Umwelt (Internetportal: Umweltatlas Bayern)
- (6) Geologische Karte von Bayern im Maßstab 1:25.000; Kartenblätter Nr. 7938 und Nr. 7939
- (7) Landesamt für Umwelt: Unterlagen der Geowissenschaftlichen Landesaufnahme Planungsregion 13; Hydrogeologische Karte

- (8) BRANDL (1979): Die Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse durch Tiefbauten im Grundwasser und Möglichkeiten zur Verminderung nachteiliger Veränderungen des Grundwasserabflusses – Probearbeit im Ausbildungsabschnitt IIa der Ausbildung für den höheren bautechnischen Verwaltungsdienst
- (9) SAGER (1986): Hydrologische und hydraulische Voruntersuchungen zur Bemessung von Trinkwasserschutzgebieten; Bayer. LA f. Wasserwirtschaft, Dienstbesprechung am 19.09.1985
- (10) Blasy+Mader GmbH (2025): Erkundung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes Bebauungsplan „östlich Mozartstraße – nördlich Haydnstraße“ in 84034 Landshut West – Baugrundgutachten Projekt Nr. 14268. 10.01.2025.
- (11) Planungsunterlagen zum Bebauungsplan mit Grünordnungsplan Nr. 02/09/3b „Östlich Mozartstraße – nördlich Haydnstraße“ des Baureferats der Stadt Landshut (Stand frühzeitige Beteiligung)

Auf der Grundlage des hydrogeologischen Modells wurde ein numerisches Grundwasserströmungsmodell erstellt. Gemäß den Anforderungen des Vorhabensträgers wurde der *Ist-Zustand* für die Grundwasserstände MW (Mittelwasserstand) sowie HHW (höchster Hochwasserstand) berechnet und dargestellt. Anschließend wurden gemäß den vorliegenden Planungsunterlagen die geplanten Bauwerksunterkanten (Keller, Tiefgarage) im Modell implementiert und es wurden für die o.g. Wasserstände mit den Modellvarianten *MW und HHW* die Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse ermittelt.

Es wurde folgendes Bebauungsszenario untersucht:

- a) geplante Bebauung gemäß (11): Bebauungsplan 02-09/3b.
- b) Annahme UK Keller = Tiefgarage = 4,0 m u. GOK = 387,5 mNN.

Zur Plausibilitätskontrolle wurden analytische Kontrollrechnungen durchgeführt.

4. Hydrogeologische Verhältnisse

4.1 Morphologie

Die Stadt Landshut liegt an der Isar, die sich in ihrem Verlauf in das tertiäre Hügelland eingeschnitten hat. Das Stadtgebiet ist weitestgehend eben auf einer Höhe von rd. 390 m ü. NN. Die nördlich und südlich anschließenden Erhebungen des tertiären Hügellandes steigen bis auf rd. 490 m ü. NN an.

Im Geltungsbereich des Bebauungsplans (Abbildung 2) liegt die Geländeoberfläche bei rd. 391 m ü. NN.

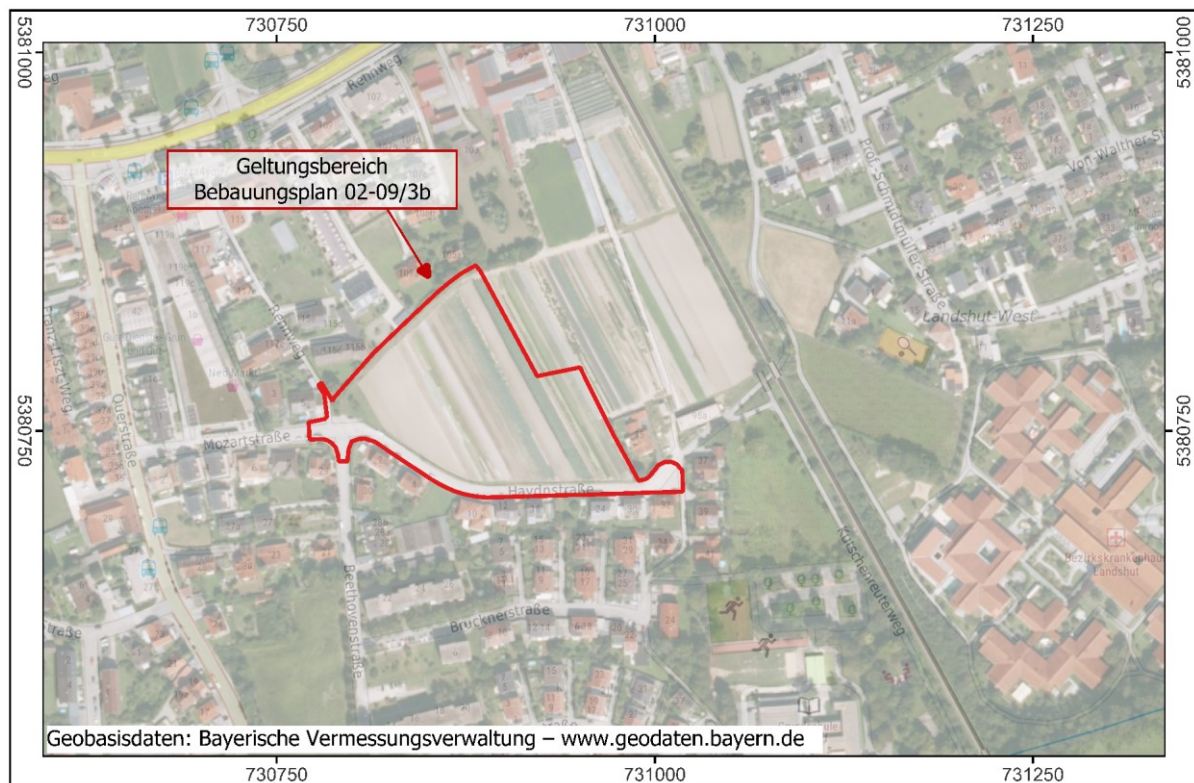


Abbildung 2: Lageplan

4.2 Geologie

In der Anlage 02 sind Lagepläne (Übersicht und Detail) der Geologischen Karte von Bayern GK25 (Kartenblätter 7438 und 7439) beigefügt.

Landshut liegt großräumig im Bereich der tertiären Sedimente der Oberen Süßwassermolasse, welche gebietsweise durch die äolischen Ablagerungen von Löß- und Lößlehm überdeckt sind.

In die tertiäre Geländeoberfläche hat sich die Isar eingeschnitten und im Talverlauf würmeiszeitliche bis holozäne Schotter abgelagert. Der unmittelbare Flussverlauf ist durch feinkörnigere meist jungholozäne Auenablagerungen gekennzeichnet.

Im gesamten Vorhabensbereich wurden oberflächlich geringmächtige (0,3-0,4 m) anthropogene Verfüllhorizonte aufgeschlossen. Lediglich im südlichen Bereich wurden größere Mächtigkeiten von bis zu 1,5 m unter GOK nachgewiesen. Die bindigen Deckschichten wurden gem. (10) bis 2,5 m unter GOK erbohrt. Im Liegenden hierzu folgen bis zu den Bohrendteufen (5 m u. GOK = rd. 385 m ü. NN) fluviatile Schotter.

4.3 Hydrogeologie

Neben untergeordneten, lokalen und kleinräumig verbreiteten Grund- bzw. Schichtwasservorkommen ist das großräumige Untersuchungsgebiet im Wesentlichen durch zwei Grundwasserstockwerke gekennzeichnet.

Das tiefer liegende tertiäre Hauptgrundwasserstockwerk südlich und nördlich der Isar entwässert nach Norden bzw. nach Südosten zur Isar hin. Im Bereich des Isartals existiert flussbegleitend in den quartären Schottern ein oberes Grundwasservorkommen mit einem Flurabstand, der i.d.R. wenige Meter beträgt.

Für die vorliegenden Untersuchungen ist das tiefere tertiäre Grundwasserstockwerk nicht von Belang. Die weiteren Ausführungen beschränken sich auf den quartären Grundwasserleiter der Isartalschotter.

4.3.1 Grundwasserstände

Im Stadtbereich von Landshut existieren Grundwassermessstellen mit langfristigen Messwertaufzeichnungen. In der Abbildung 3 ist die Lage dieser Messstellen sowie zweier Gewässerpegel (Birket und Flutmulde) dargestellt. Für den westlichen Stadtbereich von Landshut ist die Messstellendichte vergleichsweise gering. Die dem Vorhabensbereich nächstgelegenen Messstellen Mooswiesenweg 18B und Untersbergweg L2A sind rd. 525 m bzw. rd. 625 m entfernt.

Die Grundwassermessstellen führen Namens- und Nummernbezeichnungen (siehe Beschriftung).

Die Messwerte werden z.T. seit 1965, z.T. seit 1979 erfasst. Zu Beginn der Messwerterfassung wurde ein wöchentliches Messintervall umgesetzt. Seit ca. 1989 (z.T. seit 2000) wurde auf eine automatische tägliche Messwerterfassung umgestellt. Hinsichtlich einer statistischen Auswertung der Grundwasserstände liegt somit eine ausreichend lange und belastbare Datengrundlage vor.

Die Messstelle 15210 wird erst seit 2015 beobachtet und erfasst noch keine Extremwerte. Für diesen Bereich sind die nahe gelegenen Messstellen 15988 und 15990 maßgeblich.

In der Anlage 09 sind die Grundwasserstandsaufzeichnungen in großformatigen Diagrammen beigelegt. Abbildung 4 zeigt die Messwerte bis 07.01.2025 im Überblick.

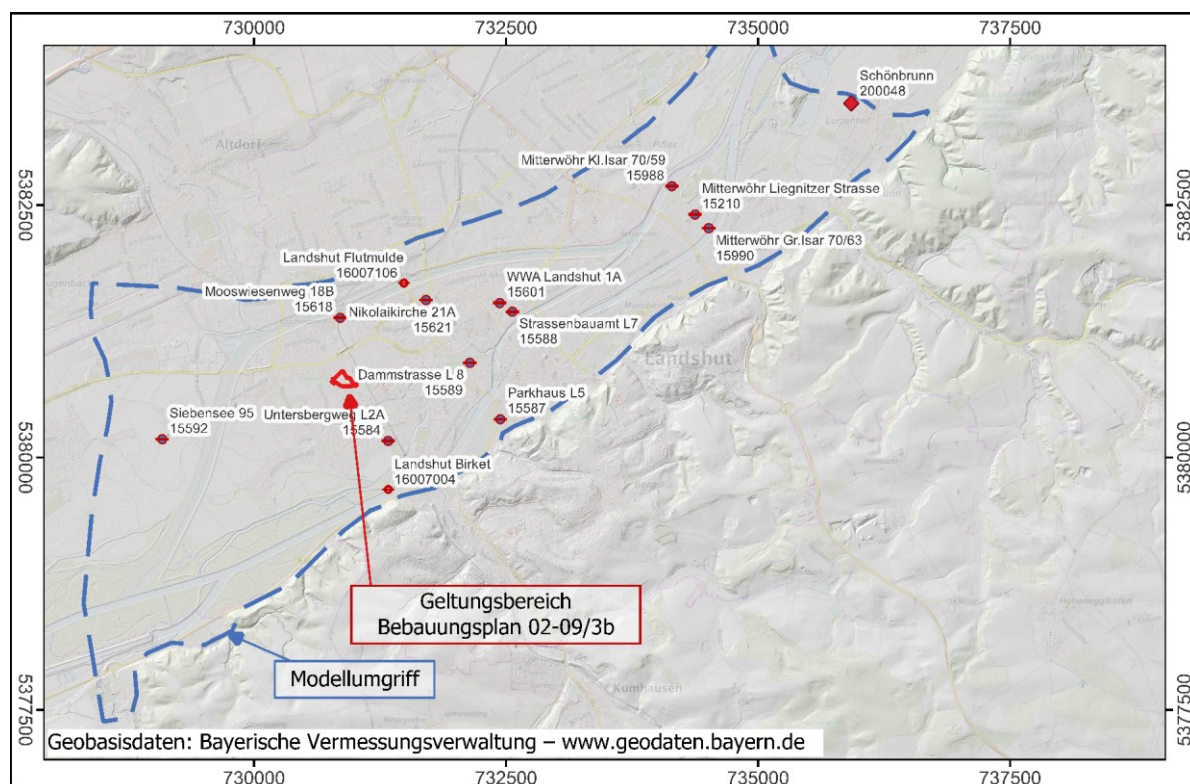


Abbildung 3: Lageplan Messstellen (Grundwasser und Pegel)

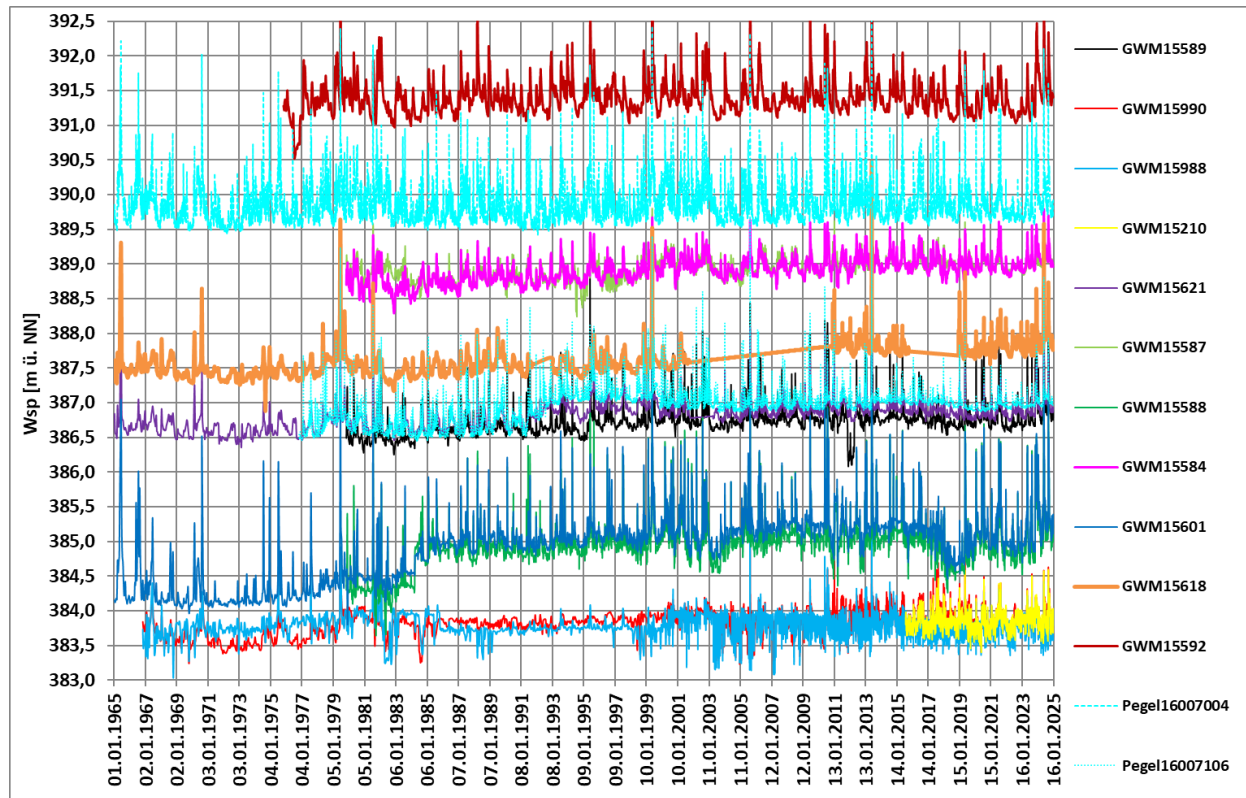


Abbildung 4: Messwertaufzeichnungen (Grundwasser und Pegel; Diagramm großformatig in der Anlage 09)

Aus den vorliegenden Messwertaufzeichnungen wurden folgende statistische Kennwerte der Grundwasserstände unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Messintervalle (zunächst wöchentlich, seit 1989, z.T. seit 2000 täglich) ermittelt:

- HHW: Höchster aufgetretener Wasserstand im Erfassungszeitraum
- MHW: Mittlerer Hochwasserstand; arithmetischer Mittelwert der Jahreshöchstwerte der Grundwasserstände
- MW: Mittelwasserstand; arithmetischer Mittelwert aller Grundwasserstandsmesswerte
- MNW: Mittlerer Niedrigwasserstand; arithmetischer Mittelwert der Jahrestiefststände des Grundwassers
- NNW: niedrigster aufgetretener Wasserstand im Erfassungszeitraum

In der Abbildung 5 sind die an den Grundwassermessstellen bis 07.01.2025 ermittelten und aktualisierten Werte dargestellt. Im Vergleich zu den Daten, die für das Modell des Bebauungsplanes 02-62/1a herangezogen wurden (vgl. (3)), hat die Erweiterung der Datengrundlage bis 07.01.2025 nur zu geringen Anstiegen von max. 2 cm beim MW und 1 cm beim HHW geführt.

4.3.1.1 Stichtagsmessung Mai 2004

Den Unterlagen zur Geowissenschaftlichen Landesaufnahme der Planungsregion 13 (Landshut) ist ein Grundwassergleichenplan des quartären Grundwasserleiters im Isartal zu entnehmen. Gemäß den zugehörigen Erläuterungen wurde dieser Gleichenplan auf der Grundlage einer umfassenden Stichtagsmessung zwischen 03. und 07. Mai 2004 erstellt (Gleichenplan siehe Anlage 03).

Aus den o.g. Unterlagen sind keine Messwerte an den für die Konstruktion der Grundwassergleichen verwendeten Stützpunkten (Grundwassermessstellen) zu entnehmen. Daher wurde aus den vorliegenden Ganglinienaufzeichnungen der Wasserstandswert vom 05. Mai 2004 entnommen. Diese Werte sind in dem folgenden Diagramm als *STM Mai 2004* ebenfalls eingetragen.

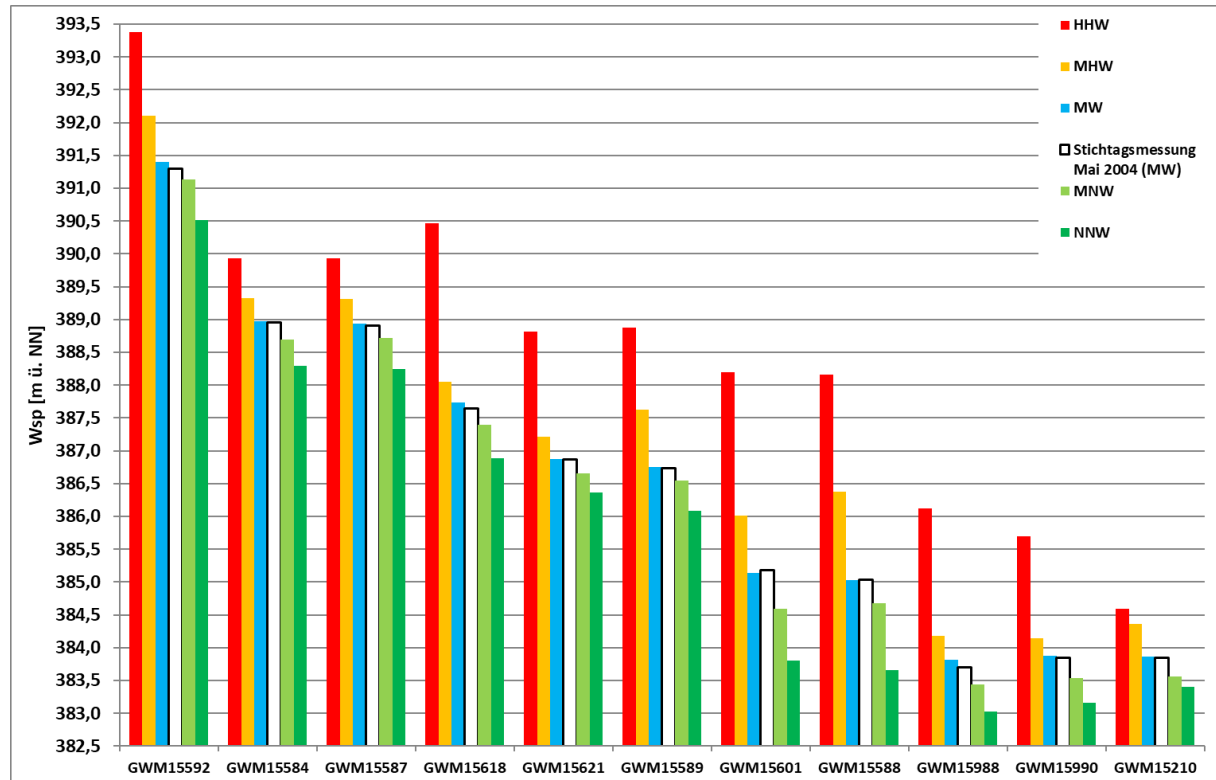


Abbildung 5: Grundwasserstandskennwerte

Es ist zu erkennen, dass die Stichtagsmessung im Mai 2004 einen mittleren Grundwasserstand darstellt. Die Wasserstände liegen nur geringfügig über oder unter den an den Messstellen statistisch ermittelten Werten für MW.

Der *Grundwassergleichenplan STM 2004* ist daher geeignet, die mittleren Grundwasserverhältnisse hinsichtlich Grundwassermächtigkeit, -fließrichtung und -gefälle darzustellen.

Weiterhin wurden auf der Grundlage der an den Messstellen ermittelten statistischen Kennwerte mittels linearer Interpolation Grundwassergleichenpläne für HHW und MW konstruiert. Diese Gleichenpläne sind ebenfalls im Lageplan der Anlage 03 dargestellt. Es ist dabei zu beachten, dass diese Konstruktionen auf einer deutlich geringeren Stützstellendichte basieren und die Vorfluter ohne Berücksichtigung von Infiltrations- und Exfiltrationseffekten schneiden.

4.3.1.2 Grundwasserschwankungsbereich

An den ausgewerteten Grundwassermessstellen liegt die mittlere Differenz zwischen MW und MNW bei rd. 0,3 m. Die mittlere Differenz zwischen MHW und MW liegt bei rd. 0,6 m.

Der HHW liegt im Mittel um rd. 1,4 m über dem MHW, wobei hier eine große Schwankungsbreite von 0,6 m (GWM15584) bis 2,4 m (bei GWM 15618) zu erkennen ist. Die erst seit 2015 beobachtete Messstelle GWM 15210 wurde bei dieser Auswertung nicht berücksichtigt.

Der Geltungsbereich grenzt an seiner nordwestlichen Ecke an einen flächenhaft ausgewiesenen *wassersensiblen Bereich* mit definitionsgemäß stark schwankenden Grundwasserständen bis nahe der Geländeoberfläche und möglichen Überschwemmungen.

4.3.2 Grundwasserfließrichtung und Grundwassergefälle

Generell stellt die Isar den Vorfluter für das quartäre Grundwasserstockwerk dar. Das Grundwasser fließt daher übergeordnet in östliche Richtungen der Isar zu. Im Stadtgebiet Landshut sind im Umfeld des Ludwigswehres bei der Teilung von *Großer* und *Kleiner Isar* und auf der Isarinsel sehr kleinräumig wechselnde Grundwasserfließrichtungen nachweisbar (siehe (4)).

Auch westlich des Stadtgebietes, vor der Mündung des Mittlere-Isar-Kanals, verursachen zwei Wehre (in der Isar sowie im Mittlere-Isar-Kanal) kleinräumige Abweichungen von der übergeordneten Fließrichtung. Eine detaillierte Darstellung ist mangels Messstellen nicht möglich. Aufgrund der großen Entfernung zum Vorhabensbereich (> 2 km) sind die Auswirkungen der Wehre für das Modellergebnis nicht relevant.

Oberstromig der Staustufen sind gemäß (4) die Flusssohlen über längere Strecken abgedichtet. Soweit flussparallele künstliche Abfanggräben vorhanden sind, übernehmen diese die Vorflutfunktion der Isar. Sie münden meist unmittelbar unterhalb der Staustufen. Unterstromig der Wehre besitzt die Isar bis zur folgenden Stauwurzel wiederum Vorflutfunktion.

Aus dem rückwärts einschneidenden Verlauf der *Grundwassergleichen STM 2004* ist für das Stadtzentrum eine Vorflutfunktion der *Kleinen Isar* erkennbar.

Das Grundwassergefälle bei MW beträgt rd. 1,6 ‰ und ist nach Nordosten gerichtet.

Für den Höchstwasserstand HHW ergibt sich konstruktiv eine mehr nach Osten, d.h. isarparallel verlaufende Grundwasserfließrichtung mit gleichem Gefälle von rd. 1,6 ‰.

Dies ist plausibel, da die Gewässer keine Vorflutfunktion mehr besitzen, sobald mit hohen Grundwasserständen noch höhere Pegelstände einhergehen und die Potenzialdifferenz [GWsp – Fluss-Wsp] geringer wird.

Bezogen auf die geplante Bebauung im Bereich des Bebauungsplans 02-09/3b bedeutet dies, dass bei niedrigen bis mittleren Grundwasserständen die in den Untergrund reichenden Bauwerksteile aus südwestlicher Richtung und bei höheren Grundwasserständen aus westlicher Richtung angeströmt werden. Mögliche Auswirkungen (Grundwasseraufstau) beziehen sich entsprechend auf diese Bereiche.

4.3.3 Grundwassermächtigkeit

Die Basis des quartären Grundwasserleiters bilden die tertiären Sedimente der Oberen Süßwassermolasse. Im Untersuchungsgebiet weisen diese i.d.R. einen höheren Feinkornanteil auf als die quartären Schotter und sind z.T. bindig ausgeprägt.

In der Anlage 08 ist ein geologischer Profilschnitt im Überblick beigelegt. Der Verlauf des Profilschnittes ist im Lageplan Geologie (Anlage 02) dargestellt.

Die grundwassererfüllte Mächtigkeit der quartären Talfüllungen schwankt gemäß (4) zwischen rd. 1,5 und 7 m und liegt im Mittel bei rd. 4 m.

Die Erkundungsbohrungen im Planungsbereich mit Endteufen bis 5,0 m (= 385,20 m ü. NN) haben die Tertiäroberkante (TOK) nicht erreicht. Über den Umweltatlas des LfU ist jedoch eine Erkundungsbohrung aus der Nähe des Vorhabensbereichs recherchierbar. Diese Bohrung (7238BG015115) hat die Tertiäroberkante bei rd. 18,8 m u. GOK (= 373,5 m ü. NN)

angetroffen. Eine weitere Bohrung (7438BG00060 hat mit einer Endteufe von 12 m die Stau-
oberkante nicht erreicht.

Abhängig vom Grundwasserstand und bereichsweise gespannten Verhältnissen liegt damit
die Grundwassermächtigkeit bei rd. 16 - 18 m und somit deutlich über dem o.g. Mittelwert.

4.3.4 Flurabstand

In der Anlage 04 sind Flurabstandspläne für die Grundwasserstände HHW und MW bezogen
auf eine mittlere Referenzhöhe von 391 m ü. NN dargestellt.

Für einen mittleren Grundwasserstand (MW) liegt der Flurabstand im Planungsbereich weit-
gehend zwischen rd. 2,3 und 2,5 m. Bei HHW steigt das Grundwasser bis auf rd. 0,2 bis
0,5 m unter Geländeoberkante an.

Diese Werte basieren jedoch auf einer großräumigen Modellrechnung und weisen somit eine
gewisse Unschärfe hinsichtlich der exakten Flurabstände auf.

4.3.5 Hydraulische Durchlässigkeit

Der Geowissenschaftlichen Landesaufnahme (4) ist ein auf der Grundlage von 101 Pump-
versuchen ermittelter Medianwert der hydraulischen Durchlässigkeit der quartären Talfüllun-
gen im Isartal von $k_f = 5 \times 10^{-03}$ m/s zu entnehmen.

Dieser Wert entspricht den von unserem Büro aus anderen Projekten (z.B. Grundwassermo-
dell Flughafen München) gewonnenen umfangreichen Kenntnissen hinsichtlich der hydraulischen
Durchlässigkeit quartärer Schotter.

Ergänzend hierzu wurden im Rahmen der Baugrunduntersuchung Laboruntersuchungen
(Korngrößenanalysen) aus Erkundungsbohrungen im Vorhabensbereich ausgewertet (10).

Zur Berechnung der hydraulischen Durchlässigkeit auf der Grundlage von Kornverteilungs-
kurven existieren mehrere Formeln. Im vorliegenden Gutachten wurde die Durchlässigkeit
gem. MALLET/PAQUANT ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Hydraulische Durchlässigkeiten aus der Kornverteilungskurve

Probe	Bodenart	U d_{60}/d_{10}	k_f (Mallet/Paquant)
KRB1/5,0 m	G, s, u'	86	5,2E-03
KRB2/2,2 m	G, s, u'	n.b.	2,1E-03
KRB3/3,4	G, s, u'	46	6,6E-03
KRB4/2,7	G, s, u'	n.b.	3,2E-03
		Mittelwert	4,3E-03

Die untersuchten Proben stammen ausnahmslos aus den quartären, fluviatilen Schottern.
Der Mittelwert der berechneten k_f -Werte von $k_f = 4,3 \times 10^{-03}$ m/s kommt dem o.g. Medianwert
sehr nahe und kann als dessen Bestätigung gewertet werden.

4.4 Oberflächengewässer

Im Modellbereich des numerischen Grundwassermodells (siehe Kapitel 6) befinden sich als
Fließgewässer 1. Ordnung die *Isar*, welche im Stadtbereich am Ludwigswehr in die nördlich
verlaufende *Kleine Isar* und die südlich verlaufende *Große Isar* geteilt wird.

Östlich des Stadtzentrums mündet linksseitig die in der Flutmulde verlaufende *Pfetttrach* in
die *Kleine Isar*.

Im westlichen Stadtgebiet existieren nördlich der Isar noch die untergeordneten Bäche *Klötzlmühlbach* und *Hammerbach*.

Detaillierte Untersuchungen bzw. Kenntnisse hinsichtlich der Vorflutwirkung dieser untergeordneten Oberflächengewässer bzw. ihrer Wechselwirkungen mit dem Grundwasser liegen nicht vor.

Der *Klötzlmühlbach* liegt rd. 300 m südlich des Vorhabensbereichs, der *Hammerbach* rd. 750 m östlich. Weitere 250 m südlich des *Hammerbachs* verläuft die Isar, die hier einen Pegelstand von rd. 388,5 m (MW) hat.

Sowohl für den *Klötzlmühlbach* als auch für den *Hammerbach* ist von einer räumlich begrenzten Vorflutwirkung entlang der Bäche auszugehen, wobei für den Hammerbach aufgrund seiner Entfernung Auswirkungen auf die lokalen Verhältnisse im Vorhabensbereich auszuschließen sind.

Die Geländehöhe entlang der nördlichen Grenze des Geltungsbereichs, d.h. die Uferböschung entlang des *Klötzlmühlbachs* liegt auf 392 m ü. NN. Die Erläuterung der Modellimplementierung erfolgt im Kapitel 6.2.

Der Geltungsbereich liegt außerhalb des Hochwasserrisikogebietes HQ₁₀₀.

Anmerkung

Wie eingangs erläutert, wurde das für den Bebauungsplan 05/37 im Stadtzentrum erstellte Grundwassermodell für die später folgende Bearbeitung der Baubauungspläne 02/34 sowie 02/62 erweitert und hinsichtlich der Datengrundlage aktualisiert. Die vorliegende Bearbeitung des Baubauungsplans 02-09/3b basiert auf diesem Modell.

Auch wenn für die Bearbeitung der vorliegenden Fragestellung die Vorflutverhältnisse der Isar (*Große und Kleine Isar*) sowie die kleinräumigen Inhomogenitäten an den im Stadtbereich befindlichen Wehren nicht maßgeblich sind, so sind diese hinsichtlich einer realistischen Modellerstellung zu untersuchen und entsprechend zu implementieren.

Eine detaillierte Erläuterung der Modellimplementierung erfolgt im Kapitel 6.2.

Wie im Kapitel 4.3.2 bereits dargestellt, ist die Vorflutwirkung der *Kleinen* und der *Großen Isar* abhängig von der Potenzialdifferenz zwischen Grundwasser und Flusspegel sowie vom Ausmaß der Kolmation der Flusssohle. I. d. R. ist die Flusssohle oberstromig der Wehre durch Kolmation abgedichtet, so dass der Fluss ohne nennenswerte Anbindung über dem Grundwasser verläuft.

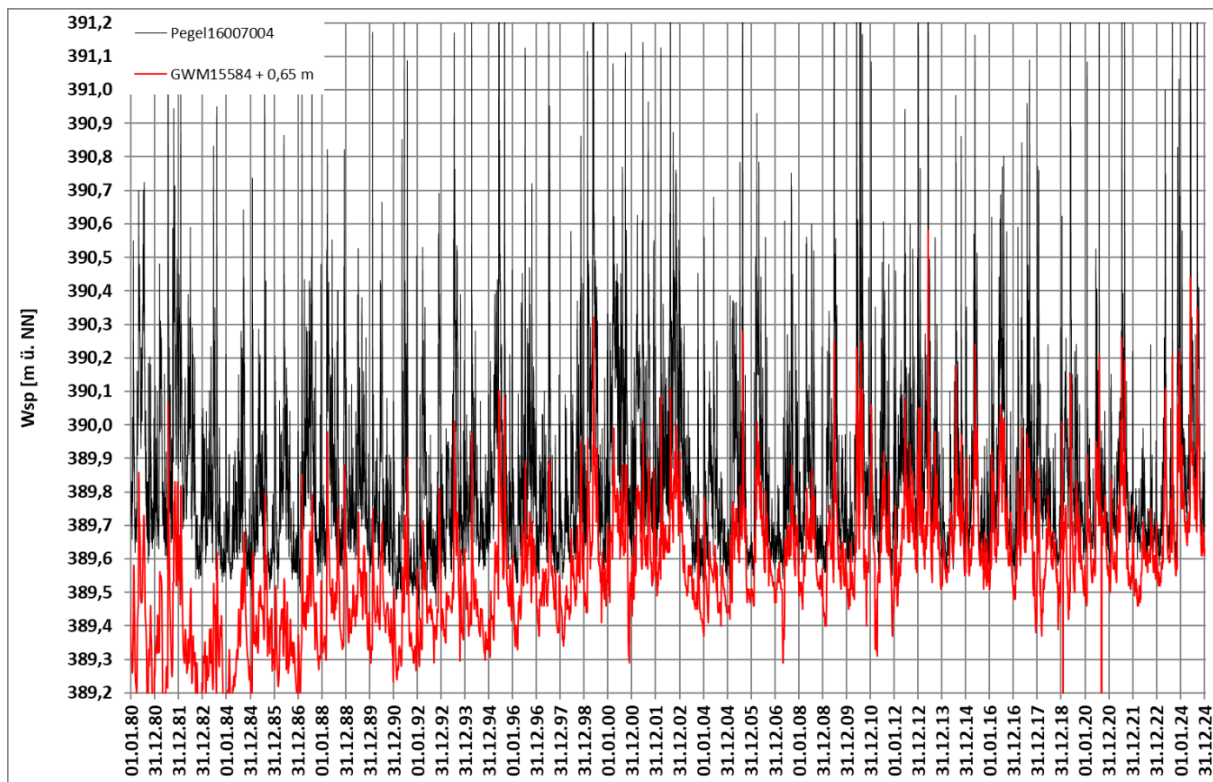


Abbildung 6: Ganglinienvergleich Grundwasser – Pegelstand Isar (Überblick)

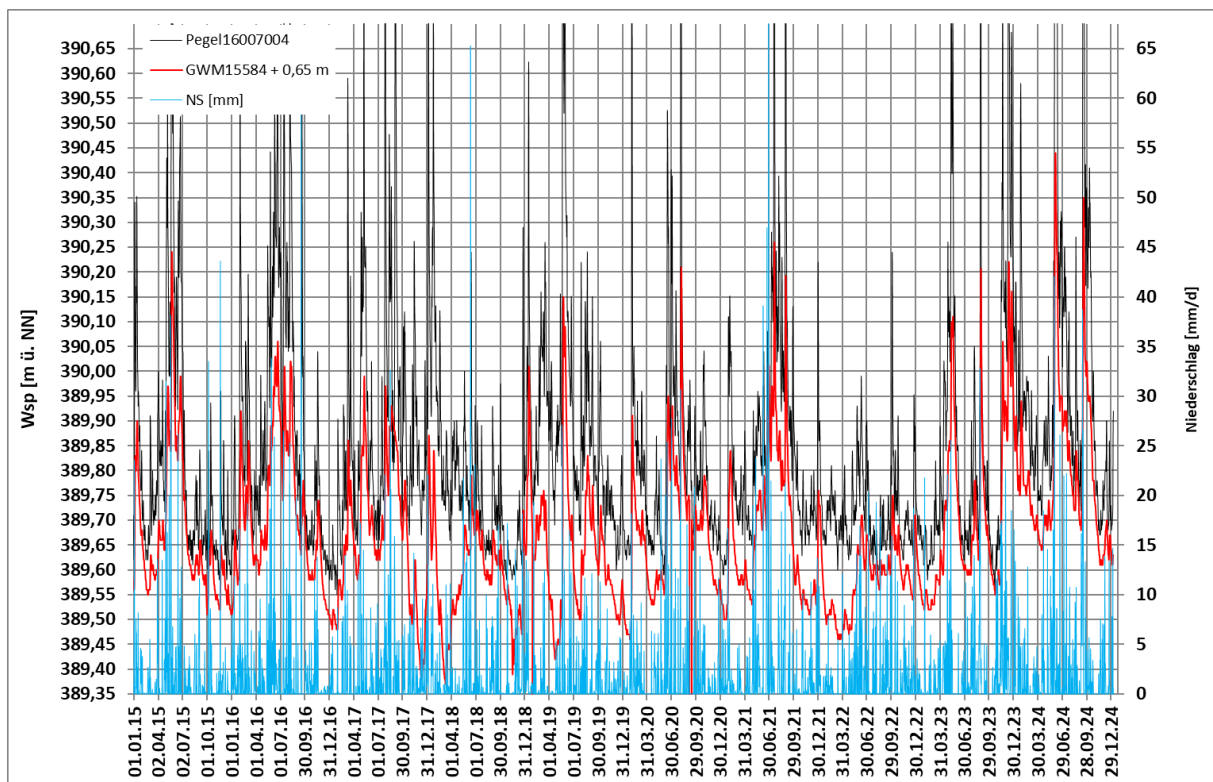


Abbildung 7: Ganglinienvergleich Grundwasser – Pegelstand Isar (Detail)

Am südlichen Rand des numerischen Modellgebiets befindet sich der Isarpegel *Birket* (siehe Abbildung 3). Die nächstgelegene Grundwassermessstelle GWM 15584 befindet sich rd. 450 m nordöstlich und bezogen auf die Potenzialhöhe rd. 0,65 m tiefer. In den vorstehenden beiden Abbildungen sind im Überblick seit 1980 sowie im Detail seit 2015 die Grundwasserstandsganglinie der Messstelle sowie der Isarpegel dargestellt.

Es ist zu erkennen, dass die beiden Ganglinien bei mittleren bis hohen Grundwasserständen in hohem Maße gleichläufig verlaufen, wobei der Isarpegel einen deutlich größeren Schwankungsbereich (vor allem bei Hochwasserspitzen) aufweist. Bei niedrigen Grundwasserständen wie im Herbst 2017 und im Sommer 2018 sinkt der Grundwasserstand ab, ohne dass der Isarpegel in gleichem Maße mit absinkt.

Eine Quantifizierung der Infiltrations- und Exfiltrationsraten bei unterschiedlichen Wasserständen und in differenzierten Streckenabschnitten ist mit den vorliegenden Daten und mit einem vertretbaren Aufwand nicht möglich. Es kann jedoch auf der Grundlage dieser Ganglinienauswertung und der Erläuterungen der Hydrogeologischen Landesaufnahme (4) festgestellt werden, dass eine Anbindung der Oberflächengewässer an den Grundwasserkörper vorliegt und dass dies qualitativ im numerischen Grundwassermodell zu implementieren ist.

4.5 Klima und Grundwasserneubildung

Am nordöstlichen Rand des Untersuchungsgebietes befindet sich die Wetterstation Schönbrunn. Im nachfolgenden Diagramm sind die Tagesmitteltemperaturen und die Tagesniederschlagssummen seit 2009 dargestellt.

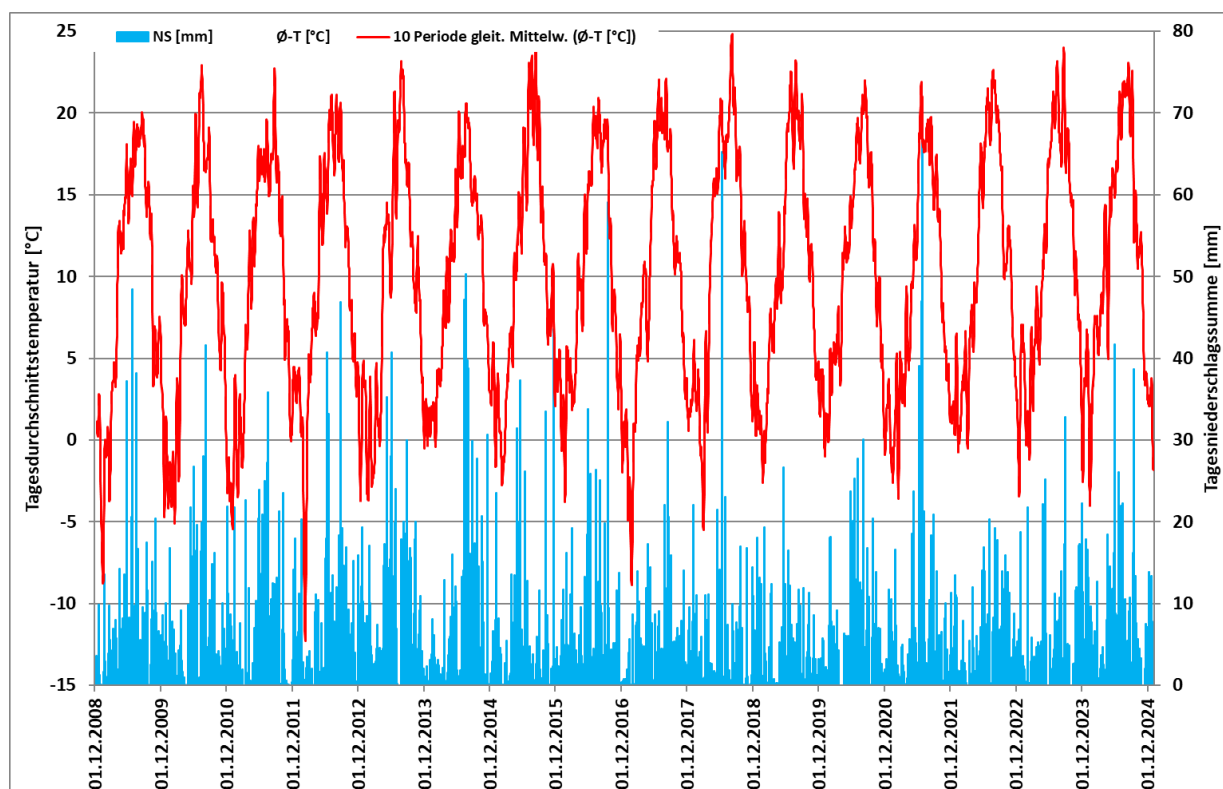


Abbildung 8: Tagesniederschlagssummen und mittlere Tagestemperatur Station Schönbrunn

Die Mittlere Tagesdurchschnittstemperatur (2009-2024) beträgt 9,8 °C. Die mittlere Tagesniederschlagssumme (2009-2024) liegt bei 2,1 mm, die mittlere Jahressumme (2004-2024) der Niederschläge beträgt 762 mm.

Gemäß den Angaben des Umweltatlas Bayern (Online-Service des Landesamtes für Umwelt) beträgt die Grundwasserneubildung aus Niederschlag (1971-2000) im Untersuchungsgebiet rd. 150 – 250 mm/a.

5. Beschreibung des Vorhabens

5.1 Bebauungsplan 02-09/3b

Im Bereich des Bebauungsplanes sind gemäß den vorliegenden Plangrundlagen elf Wohngebäude geplant. Im Untergrund verfügen diese Gebäude jeweils über einen Keller, bei WA1 ist im Osten statt Unterkellerung eine Tiefgarage geplant. Nachfolgend sind die für die vorliegenden Untersuchungen maßgeblichen Eckdaten des Bauvorhabens zusammengestellt.

- Fläche des Geltungsbereichs: rd. 18.300 m²
- Fläche der in den Untergrund reichenden Bauwerksteile : rd. 6.050 m²
- Geländeoberkante derzeit: rd. 390,2 m ü. NN (N) bis rd. 391,1 m ü. NN (S)
- Unterkante Keller/Tiefgarage (UK Sauberkeitsschicht): rd. 387,0 m ü. NN
- GW-Stand MW rd. 388,5 – 388,7 m ü. NN

Bereits bei mittleren Grundwasserständen (MW) erfolgt durch die Unterkellerung bzw. Tiefgarage (geplante UK Sauberkeitsschicht) ein Eingriff in das Grundwasser.

Es verbleibt eine Restmächtigkeit der Grundwasserunterströmung des Bauwerks von:

Bauwerkssohle	387,0 m ü. NN
- Tertiäroberkante	rd. 373,5 m ü. NN
Grundwassermächtigkeit Unterströmung	13,5 m

In der folgenden Abbildung ist das Bauvorhaben im Überblick (Lageplan) dargestellt.



Abbildung 9: Übersicht Plangrundlagen Geltungsbereich Bebauungsplan 02-09 (3b Stand frühzeitige Beteiligung (Verf.: Stadt Landshut)

6. Numerisches Grundwassermodell

Zur Berechnung möglicher Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen auf die Grundwasserverhältnisse wurde ein numerisches Grundwasserströmungsmodell erstellt. Hierzu wurde die Software *FEFLOW* in der Version 8.1 (DHI) verwendet.

In der Anlage 05 sind die maßgeblichen Modelldaten tabellarisch zusammengestellt. Die Anlage enthält weiterhin anschauliche Screenshots des Modellaufbaus und –umgriffs sowie der Diskretisierung. Die Modelldetails werden i.F. erläutert.

6.1 Modellumgriff, Modelltyp, Diskretisierung

Der Umgriff des numerischen Grundwassermodells ist u.a. im Lageplan der Anlage 06 dargestellt. Der nördliche und südliche Modellrand orientiert sich an den hydrogeologischen Gegebenheiten und entspricht im Wesentlichen den Grenzen zwischen den Quartärschottern des Isartales und den nördlich und südlich anschließenden tertiären Grundwasserleitern der Oberen Süßwassermolasse. Der ober- und unterstromige Modellrand wurde jeweils entlang einer Grundwassergleiche des Grundwassergleichenplans *Stichtagsmessung Mai 2004* gewählt, so dass hier als Randbedingung ein entsprechendes Fixpotenzial angesetzt werden konnte (siehe folgendes Kapitel). Das Modellgebiet umfasst rd. 19,4 km².

Das Diskretisierungsnetz der verwendeten Software basiert auf dem Prinzip der finiten Elemente (FE). Die horizontale Diskretisierung erfolgte in rd. 203.000 Elementen pro Schicht (*Layer*). Vertikal ist das 3-D-Modell in 3 *Layer* bzw. 4 *Slices* (Schichtflächen zwischen den *Layern*) diskretisiert. Die minimale Kantenlänge der Elemente beträgt unmittelbar am Bauwerk rd. 1 m.

Das Modell wurde ungespannt stationär, d.h. mit im zeitlichen Verlauf unveränderlichen Randbedingungen berechnet.

6.2 Randbedingungen und Materialparameter

6.2.1 Materialparameter

Für die hydraulische Durchlässigkeit als maßgeblichen Materialparameter wurden zunächst über das gesamte Modellgebiet pauschal die Werte 5×10^{-04} m/s für die feinkörnigeren Deckschichten (*Layer* 1 + 2) und 5×10^{-03} m/s für die Schotter des quartären Grundwasserleiters (*Layer* 3) angesetzt, da dies den großräumigen Erfahrungswerten entspricht (vgl. Kap. 4.3.5). Da die Ergebnisse der örtlichen Baugrunduntersuchungen (Korngrößenanalysen mit Ermittlung eines mittleren k_f -Werts der Schotter von rd. $4,2 \times 10^{-03}$ m/s) diesen Wert gut bestätigen, wurde im Umfeld des Geltungsbereichs die Durchlässigkeit entsprechend den o.g. Werten beibehalten.

Im Zuge der Modellkalibrierung hat sich herausgestellt, dass ein gutes Modellergebnis vor allem durch Variation des Zustroms aus den seitlichen Modellrändern der tertiären Grundwasserleiter (BC2) sowie der angesetzten Wasserstandspegel der Fließgewässer (BC3) in Kombination mit dem Kolmationsparameter erzielt werden konnte. Eine weitere kleinräumige Variation der hydraulischen Durchlässigkeit war demnach nicht erforderlich. Der Bereich der geplanten Bebauung im Untergrund (Tiefgaragen) wird als undurchlässig ($k_f = 1 \times 10^{-10}$ m/s) definiert.

Der Porosität des Porengrundwasserleiters wurde der nach SAGER (6) ermittelte Wert für sandige Kiese von 22 % zugewiesen.

Mittels des Materialparameters Transferrate wird die Anbindung von Oberflächengewässern an den Grundwasserleiter gesteuert, d.h. es wird das Ausmaß der Infiltration in den bzw. der Exfiltration aus dem Grundwasserleiter abhängig von der Potenzialdifferenz zwischen Pegelstand und Grundwasserstand bestimmt. Dieser Parameter definiert damit das Ausmaß der Kolmation der Gewässersohle und ist für Infiltration und Exfiltration differenziert anzugeben.

Die Kolmation eines Gewässers ist i.d.R. zeitlich und räumlich variabel und kann nur mit hohem Aufwand über detaillierte Abflussmessungen ermittelt werden. Für das vorliegende Modell wurden daher zunächst die vom Softwarehersteller auf der Grundlage von Literaturangaben hinterlegten Voreinstellungen von 1 [1/d] für Infiltration und 4 [1/d] für Exfiltration angesetzt. Die Einheit [1/d] ergibt sich aus dem Quotienten der hydraulischen Durchlässigkeit der Kolmationsschicht und ihrer Mächtigkeit, d.h. $k_f / M = [m/d] / [m] = [1/d]$.

Im Zuge der Kalibrierung wurde die Kolmation vor allem unterstromig der Wehranlagen verringert und damit eine höhere Exfiltration aus dem Grundwasserleiter in den Vorfluter simuliert. Dies steht in Übereinstimmung mit den in (4) erläuterten Beobachtungen.

6.2.2 Randbedingungen (RB)

Fixpotential (RB 1. Art)

Die ober- und unterstromigen Modellränder wurden jeweils entlang einer Grundwassergleiche mit einem Fixpotential der entsprechenden Grundwasserstandshöhe belegt. Für den Modellzustand Mittelwasser (MW) sind dies die Höhengleichen 392 m ü. NN (oberstromig) und 381 m ü. NN (unterstromig). Der Verlauf der Grundwassergleichen wurde der *Stichtagsmessung Mai 2004* (siehe (4)) entnommen. Für die weitere Modellrechnung HHW wurden die Potenzialhöhen soweit erhöht, dass im Modellgebiet die ermittelten statistischen Grundwassergleichen HHW bestmöglich abgebildet werden konnten.

Flux (Zufluss; RB 2. Art)

Im Zuge der Kalibrierung wurde festgestellt, dass ein gutes Modellergebnis über die Berücksichtigung eines seitlichen Grundwasserzustroms in das Isartal zu erzielen ist. Für die nördlich und südlich anschließenden tertiären Grundwasserleiter der Oberen Süßwassermolasse stellt die Isar ebenfalls den Vorfluter dar. Mit dieser Randbedingung wird der Zustrom aus den tertiären Grundwasserleitern in die quartären Isartalschotter simuliert. Im Zuge der Kalibrierung werden Werte von im Mittel rd. 50 l/s pro Kilometer Modellrand ermittelt. Dies entspricht im Mittel einer Abstandsgeschwindigkeit des zuströmenden Grundwassers von rd. 1 m/d.

Transfer (RB 3. Art; Gewässerpotenzial)

Die Wasserstandshöhen der Oberflächengewässer werden als RB 3. Art in das Modell implementiert. Da diese Wasserstandshöhen nicht an jedem Punkt entlang der Gewässer bekannt sind, erfolgt eine lineare Interpolation zwischen Stützstellen mit bekannten Wasserständen (Isarpegel *Birket*, Pegel *Flutmulde*) sowie mit plausiblen Annahmen hinsichtlich des Abstands der Wasseroberfläche von der Geländehöhe am Ufer. Die Wehre innerhalb des Stadtbereiches werden mit geschätzten Sprunghöhen um rd. 1 m simuliert. Eine exakte Simulation der Sprunghöhen an den Wehren für unterschiedliche Pegelstände hat auf die vorliegende Fragestellung keine signifikanten Auswirkungen.

Das Ausmaß der Anbindung wird über den Materialparameter Transfer-Rate (Kolmation) gesteuert (siehe vorstehendes Kapitel).

Well (RB 4. Art, Brunnen)

Entnahme- und Versickerungsbrunnen wurden im Modell nicht implementiert. Die Brunnen der städtischen Trinkwasserversorgung Siebensee befinden sich rd. 2 km südwestlich des Geltungsbereiches. Der Zustrom zu den Brunnen erfolgt von Nordwesten. Wechselseitige Auswirkungen zwischen der Wasserversorgung und den Baumaßnahmen im Geltungsbereich sind ausgeschlossen.

Weitere geringumfängliche Grundwasserentnahmen und –versickerungen, z.B. durch temporäre Bauwasserhaltungen werden in den statistischen Grundwassergleichen MW und HHW nicht abgebildet.

6.3 Modellrechnungen

Es wurden zunächst Modellrechnungen für den Ist-Zustand, d.h. ohne Bestandsbebauung im Untergrund für die Grundwasserstände MW und HHW durchgeführt und anschließend für die entsprechenden Wasserstände die Modellzustände Planungsfall, d.h. mit geplanten Eingriffen im Untergrund (Keller und Tiefgarage) berechnet. Durch Berechnung der Differenzhöhen der Grundwasserstände [Planungsfall – Ist-Zustand] wurden die Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen auf die Grundwasserverhältnisse ermittelt.

6.3.1 Kalibrierung

Die Kalibrierung des Modells erfolgte auf der Grundlage der Grundwassergleichen *Stichtagsmessung Mai 2004*. Wie im Kapitel 4.3.1 erläutert, ist dieser Wasserstand geeignet, die mittleren Grundwasserverhältnisse (MW) darzustellen. Das kalibrierte Modell Stichtagsmessung Mai 2004 kann somit als Modell *Ist-Zustand MW* und im weiteren als Grundlage für das Modell *Planungszustand MW* verwendet werden.

Die Kalibrierung erfolgte durch iterative Anpassung der Modellparameter und –randbedingungen Flux (RB 2. Art), Transfer (RB 3. Art) und Transferrate (Kolmation). Im Lageplan der Anlage 06 sowie als Screenshot in der Anlage 05 sind die auf Grundlage der Messungen konstruierten und die mit dem Modell berechneten Grundwassergleichen sowie die Abweichungen [Messwert – Modellwert] an den Grundwassermessstellen dargestellt.

Die Abbildung 10 auf der folgenden Seite zeigt in Form eines sog. Scatter-Diagramms mit Darstellung einer Regressionsgeraden das Modellergebnis. An der x- und der y-Achse werden jeweils Mess- und Modellwerte der Grundwassermessstellen angetragen. Je näher die Punkte an der Winkelhalbierenden (Regressionsgeraden) liegen, desto geringer ist die Abweichung des Modellwerts vom Messwert.

In der Abbildung 11 sind die Mess- und Modellwerte an den Grundwassermessstellen dargestellt. Die größte Abweichung beträgt 0,11 m (GWM15618), die mittlere Abweichung an den Messstellen liegt bei 0,06 m.

Zur Kalibrierung stehen an 10 Messstellen die Messwerte der Stichtagsmessung vom Mai 2004 zur Verfügung (Die Messstelle GWM15210 existiert erst seit 2015. Hier wurde ersatzweise der statistische MW-Wert verwendet). Die Grundwassergleichen der Stichtagsmessung wurde jedoch gemäß den Ausführungen in (4) auf der Basis von deutlich mehr Stützstellen (z. B: Hausbrunnen, Bohrwasserspiegel, Rammpegel etc.) erstellt, so dass der Verlauf der konstruierten Grundwassergleichen auch in Bereichen mit größerer Entfernung zu den o.g. 10 Messstellen hinreichend genau gesichert ist und als Kalibrierungsgrundlage ver-

wendet werden kann. Die Anpassung erfolgt hier optisch durch Vergleich des Verlaufs der Isolinien der Grundwasserstände und kann nicht durch einen Wertevergleich [Messwert-Modellwert] quantifiziert werden.

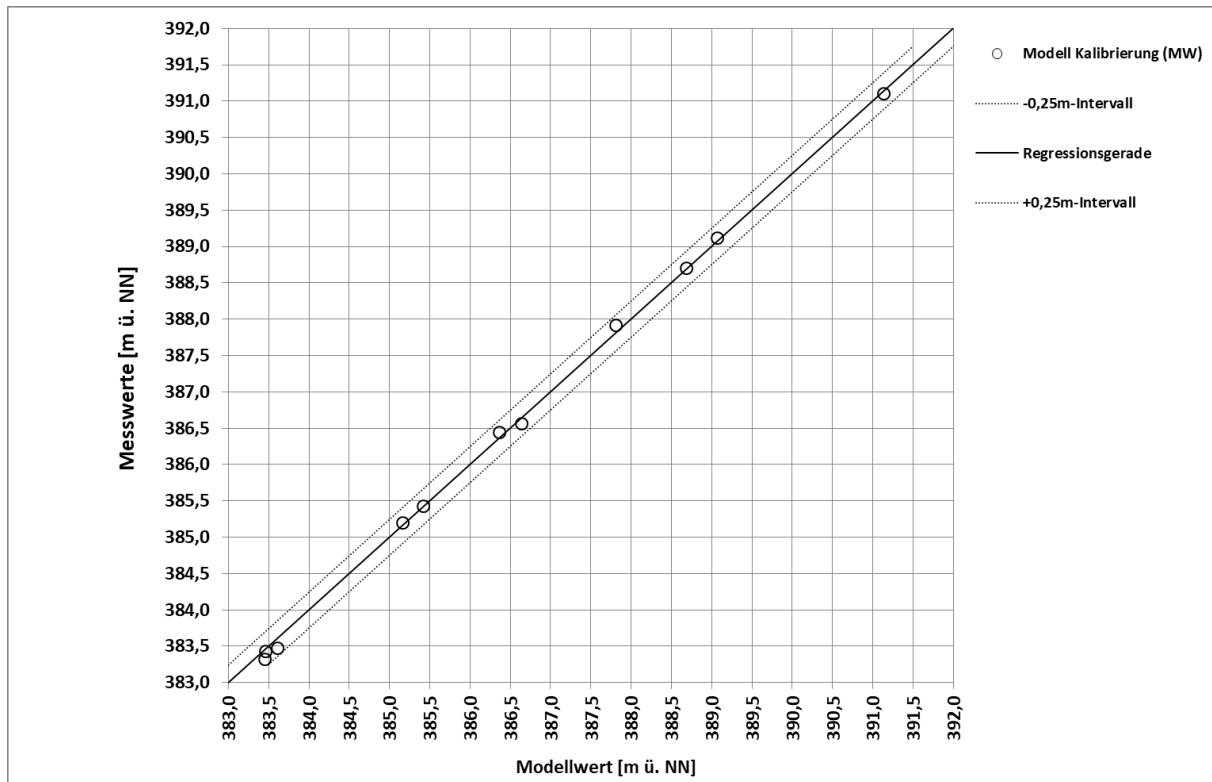


Abbildung 10: Ergebnis der Modellkalibrierung (Regressionsgerade)

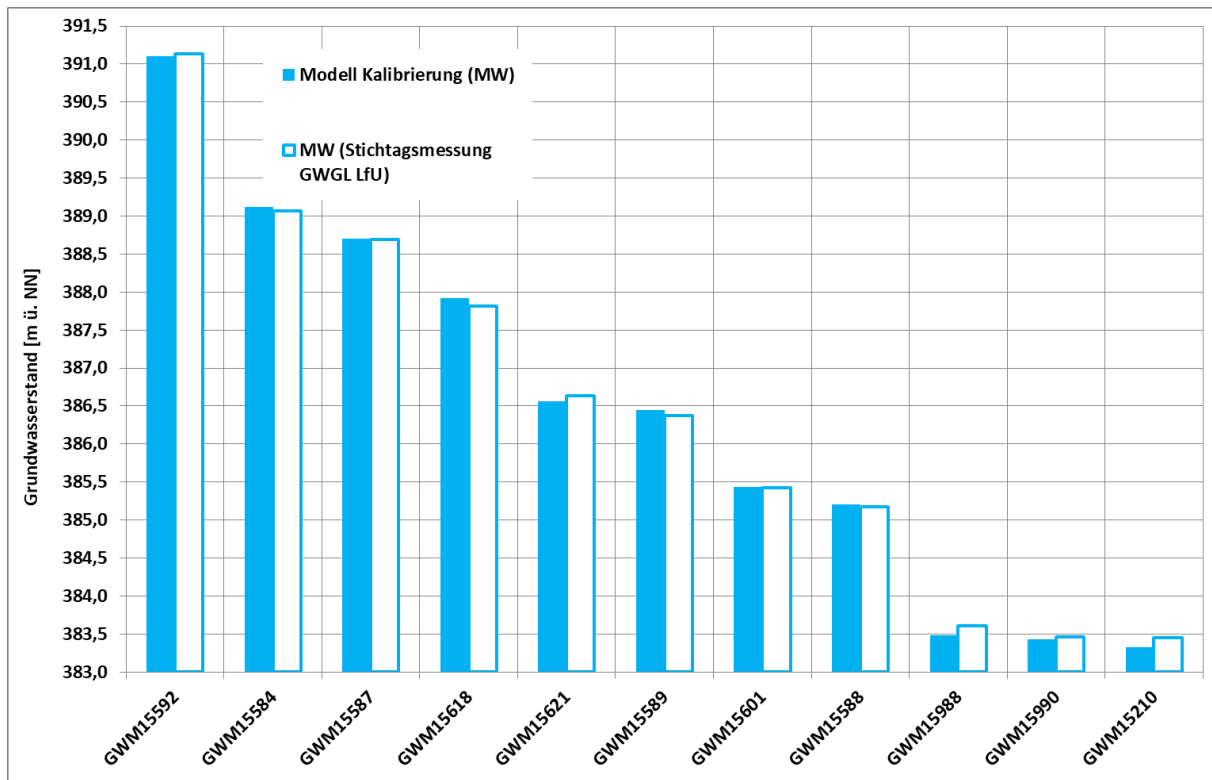


Abbildung 11: Ergebnis der Modellkalibrierung (Modell- und Messwerte an den Messstellen)

6.3.2 Modell Ist-Zustand HHW

Wie oben erläutert, ist das Kalibrierungsmodell als Modell *Ist-Zustand MW* zu verwenden.

Unter Beibehaltung der unveränderlichen Modellparameter wurden mittels iterativer Anpassung der veränderlichen Randbedingungen mit dem Modell der statistische Grundwasserstand HHW erzeugt.

Im Lageplan der Anlage 07 ist das Modellergebnis HHW im Überblick dargestellt. Die folgende Abbildung zeigt die Abweichungen der Modellrechnungen von den statistisch berechneten Kennwerten an den Grundwassermessstellen.

Die Abweichungen der Modellwerte von den statistischen Kennwerten an den Messstellen liegen im Mittel bei 11 cm (HHW) und 6 cm (MW).

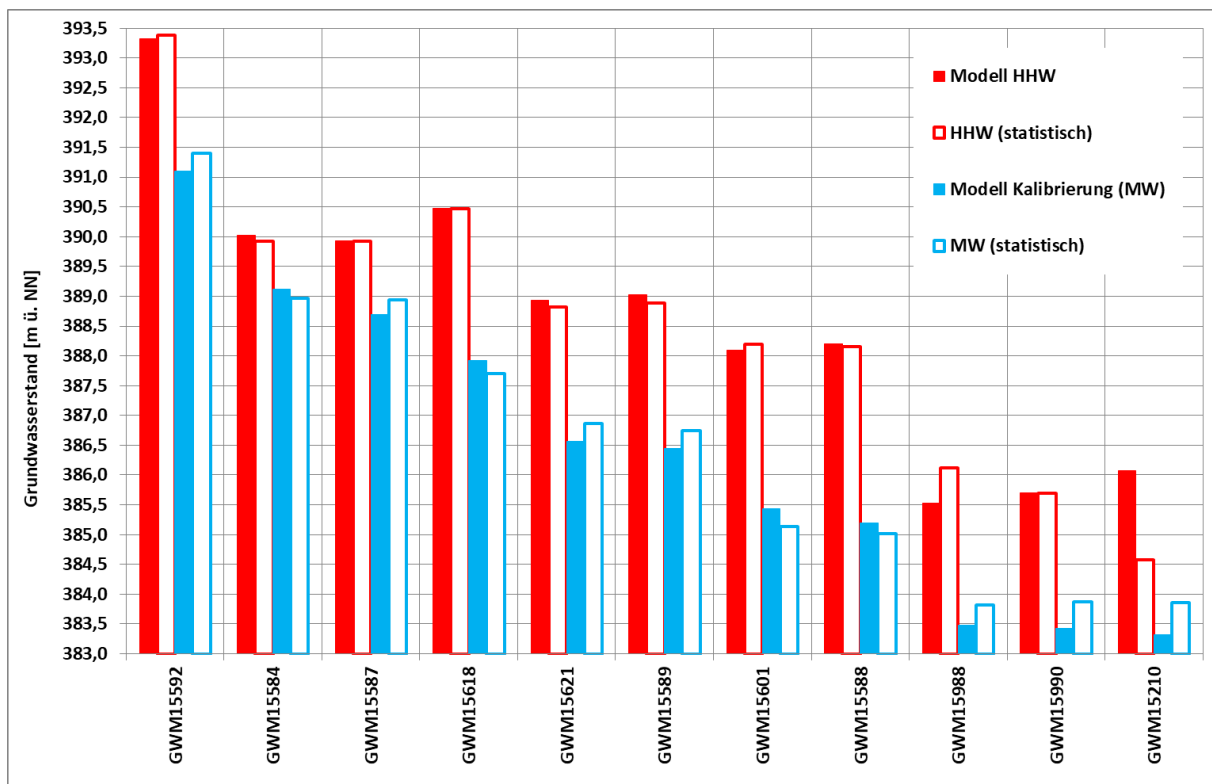


Abbildung 12: Ergebnis der Modelle Ist-Zustand (statistische Grundwasserstände HHW, MW; für GWM1520 mit Messwerterfassung seit 2015 kein belastbarer HHW-Messwert)

6.4 Modellergebnisse Planungszustand

6.4.1 Mittelwasserstand MW

Bei Mittelwasserstand greift die Bauwerkssohle im Vorhabensgebiet um ca. 1,5 – 1,7 m ins Grundwasser ein.

In Abbildung 13 ist der im Modell errechnete Aufstau dargestellt. Der Grundwasserzustrom kommt hier aus Südwest.

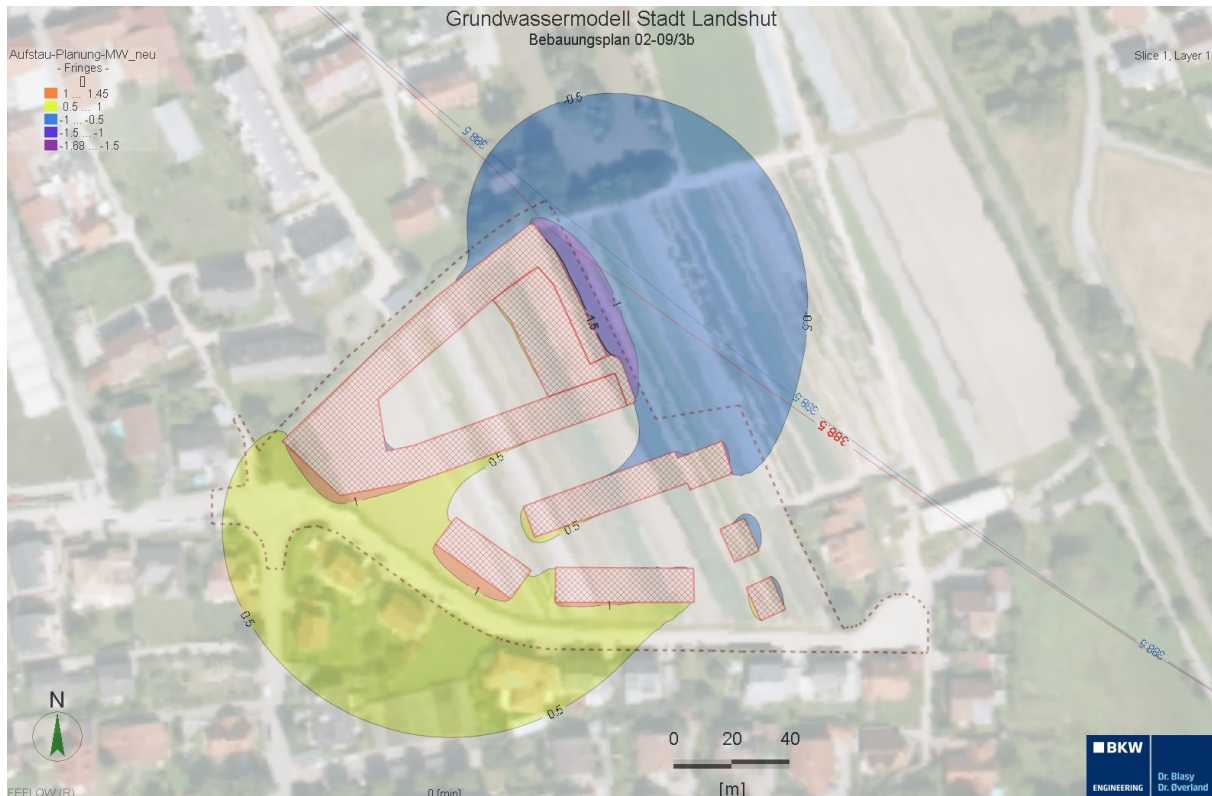


Abbildung 13: Aufstau bei MW [in cm]

Aufgrund der hohen verbliebenen Restmächtigkeit der Grundwasserunterströmung wird nur ein geringer Aufstau von rd. 1 cm erreicht, der zudem nur eine Reichweite von ein paar Metern aufweist.

6.4.2 Höchstwasserstand HHW

Abbildung 14 zeigt den Aufstau bei HHW. Auch hier ist aufgrund der ausgeprägten Grundwasserunterströmung ein nur geringer Aufstau von bis zu 1 cm zu verzeichnen. Aufgrund der im Vergleich zum MW verlagerten Anströmrichtung mehr aus Westen ist hier, trotz höherer Wasserstände, der Gesamtaufstau, bei gleichbleibend niedrigem Niveau, von der Fläche sogar etwas geringer ausgeprägt.

Zur Plausibilitätsprüfung wurde dieses Modellergebnis mit einer analytischen Kontrollrechnung überprüft (siehe Kapitel 7). Die analytische Berechnung ergibt einen oberstromigen Aufstau und eine korrespondierende unterstromige Absenkung von 1 cm.

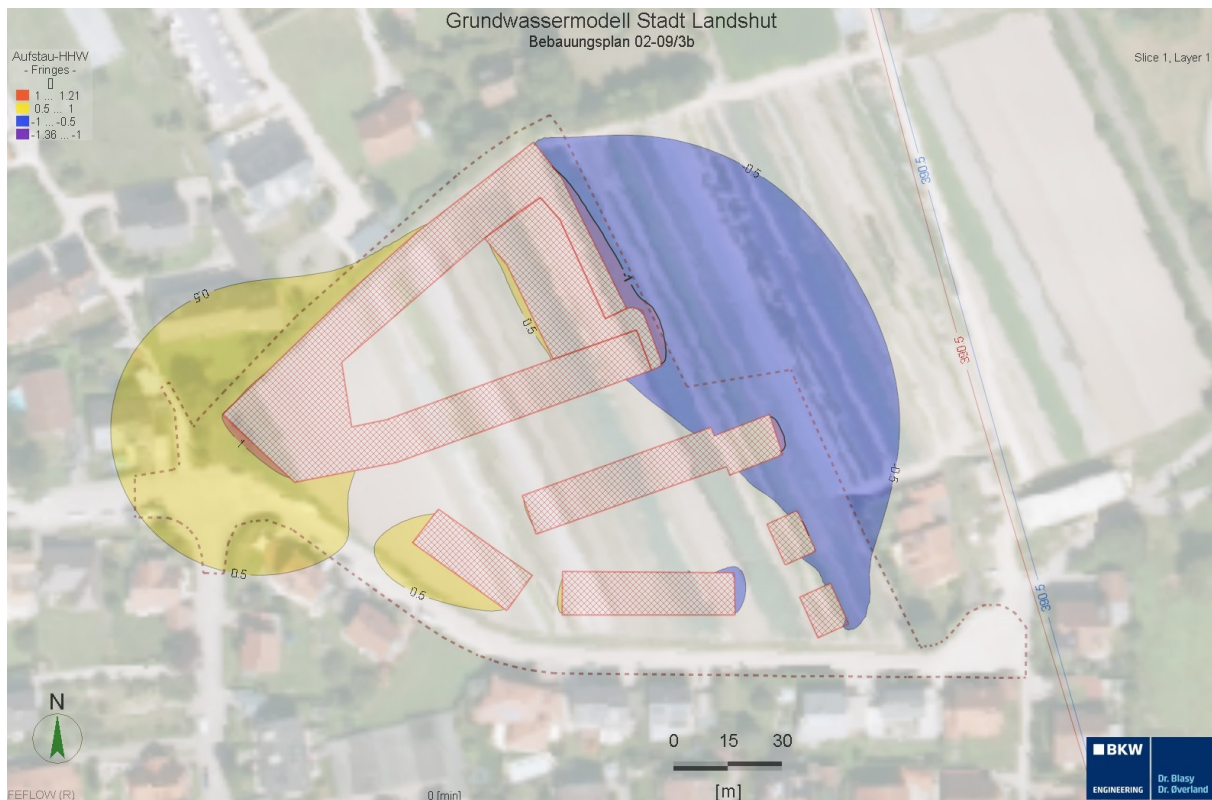


Abbildung 14: Aufstau bei HHW [in cm]

7. Analytische Kontrollrechnung

Zur Überprüfung der Plausibilität der Ergebnisse der numerischen Modellrechnungen wurden analytische Kontrollrechnungen durchgeführt.

Die hier durchgeführten Berechnungen basieren auf den von BRANDL (1979) erläuterten Berechnungsmöglichkeiten von Grundwasser-Aufstauhöhen vor Gebäuden. Es werden darin Lösungsansätze für die unterschiedlichen Fälle der Unterströmung, Umströmung und Unter- und Umströmung von Objekten im Grundwasserstrom gegeben.

Die Berechnung der Aufstauhöhe erfolgt über folgende Formeln:

$$\Delta h = 0,5 \times I (1-a) \times B \quad \text{Gleichung 1}$$

$$\text{mit: } a = \frac{B + L}{H (fp + fu) + B} \quad \text{Gleichung 2}$$

$$fp = \frac{L}{H - T} \quad \text{Gleichung 3}$$

$$fu = -\frac{4}{\pi} \ln \left(\sin \left(\frac{\pi}{2} \times \frac{H - T}{H} \right) \right) \quad \text{Gleichung 4}$$

mit:

Δh = Aufstauhöhe

I = Grundwassergefälle (16‰)

- B = Breite des Objektes im Grundwasserstrom (23 m)
- L = Länge des Objektes im Grundwasserstrom (116 m)
- H = Grundwassermächtigkeit M_{HHW} (17,3)
- T = Eintauchtiefe des Objektes (3,8 m)
- a = prozentualer Anteil der Unterströmung
- f_p und f_u = Formparameter

Mit den o.g. Parametern ergibt sich für den Fall einer verbleibenden Unterströmung mit einer Restmächtigkeit des Grundwasserleiters von rd. 13,5 m rechnerisch ein oberstromiger Aufstau und eine korrespondierende Absenkung **von 1 cm**.

Bei einer Vergleichsrechnung ohne Unterströmungsmöglichkeit, d.h. einer angenommenen vollständigen Absperrung des Grundwasserstroms bis zum Stauer erhöht sich der Aufstau / die Absenkung auf 5 cm. Bei einer Tiefenlage des Stauers von über 17 m u. GOK ist diese Berechnung jedoch nur theoretischer Natur.

Bei beiden Berechnungen wird eine Grundwasserströmungsrichtung senkrecht zur maximalen Längserstreckung des Bauwerks angenommen.

8. Abhilfemaßnahmen

Die berechneten Auswirkungen liegen für alle drei untersuchten Bebauungsvarianten auch unter *worst-case*-Annahmen in jedem Fall bei wenigen Zentimetern ($\pm 0,05$ m). Aus wasserwirtschaftlicher Sicht sind in diesem Falle i.d.R. keine Abhilfemaßnahmen zur weiteren Verminderung der Auswirkungen erforderlich.

9. Zusammenfassung und Fazit

Die Stadt Landshut beabsichtigt im Bereich östlich der Mozartstraße und nördlich der Haydnstraße die Aufstellung eines Bebauungsplans durchzuführen. Der Geltungsbereich liegt westlich des Stadtzentrums von Landshut und umfasst rd. 18.300 m². Die geplanten Wohngebäude sollen mit einer Gesamtgröße von rd. 6.050 m² unterkellert werden. Hierdurch erfolgt ein Eingriff in den Grundwasserstrom, welcher abhängig von den hydrogeologischen Verhältnissen einen oberstromigen Aufstau und eine unterstromige Grundwasserabsenkung zur Folge hat. Bei Überschreitung eines wasserrechtlich genehmigungsfähigen Maßes von i.d.R. $\pm 0,1$ m sind ggfs. Abhilfemaßnahmen in Form von Grundwasserüberleitungen erforderlich.

Unter Verwendung eines numerischen Grundwasserströmungsmodells wurden die Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse für die Grundwasserstandssituationen Mittelwasser (MW) und höchstes Hochwasser (HHW) berechnet.

Das numerische Modell kommt übereinstimmend mit den entsprechenden analytischen Kontrollrechnungen zu dem Ergebnis, dass in allen Fällen der Eingriff in das Grundwasser bei Grundwasserständen über Mittelwasser aufgrund der hohen verbleibenden Restmächtigkeit der Grundwasserunterströmung keine messbaren Auswirkungen (rd. 1 cm) zur Folge hat.

In der Regel sind für diese geringen Auswirkungen aus wasserwirtschaftlicher Sicht keine Abhilfemaßnahmen erforderlich.

Da die Eingriffstiefe des Bauvorhabens jedoch auch bei MW in den Grundwasserhorizont eingreift, ist während der Bauausführung mit der Notwendigkeit einer Bauwasserhaltung zu rechnen.

Weitere Modellverwendung

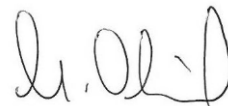
Das Grundwassermodell steht in seinem beschriebenen Umgriff der Stadt Landshut ggfs. für weitere Modellrechnungen anderer zur Verfügung. Unter Umständen ist in diesem Fall eine Nachkalibrierung innerhalb des zu untersuchenden Bereichs auf einer erweiterten Datengrundlage hinsichtlich des Untergrundaufbaus und der Grundwasserstände erforderlich.

Eching am Ammersee, den 12.02.2025

Dr. Blasy – Dr. Øverland
Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG



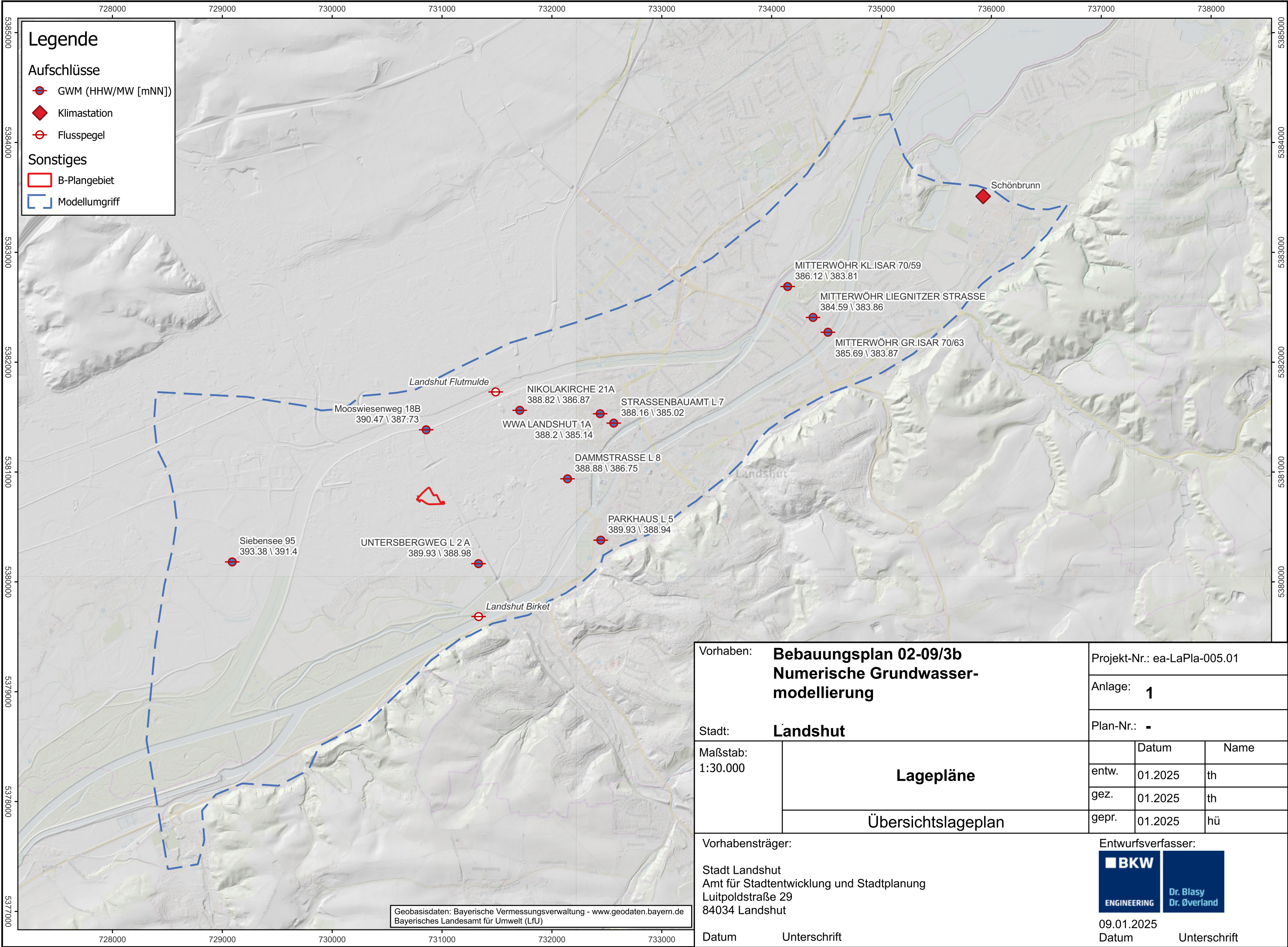
i.V. Dr. Stefan Hülmeyer
Dipl.-Geol.



i.A. Dr. Markus Thiel
Dipl.-Geogr.

Anlage 01

Übersichtslageplan
Maßstab 1:30.000



Anlage 02

Lageplan Geologie
Maßstab 1:30.000 und 1:5.000

Legende

Aufschlüsse

Bohrungen

Profilschnitte

Profillinie

Umgriff

Modellumgriff

Projektionslinie

Geologische Haupteinheit

Künstliche Ablagerung

Jüngste Auenablagerung (Jüngere Postglazialterrasse 3)

Jüngere Auenablagerung (Jüngere Postglazialterrasse 2°2)

Jüngere Auenablagerung (Jüngere Postglazialterrasse 2°1)

Ältere Auenablagerung (Jüngere Postglazialterrasse 1)

Flussschotter, alt- bis mittelholozän (Ältere bis mittlere Postglazialterrasse)

Flussschotter, mittelholozän (Mittlere Postglazialterrasse 2)

Flussschotter, mittelholozän (Mittlere Postglazialterrasse 1)

Flussschotter, altholozän (Ältere Postglazialterrasse)

Bach- oder Flussablagerung, pleistozän bis holozän

Talfüllung, polygenetisch, pleistozän bis holozän

Lehm, umgelagert, pleistozän bis holozän

Rutschmasse, pleistozän bis holozän

Löß, pleistozän

Lößlehm, pleistozän

Flussschotter, periglazial, würmzeitlich (Niederterrasse)

Schmelzwasserschotter, spätwürmzeitlich (Spätglazialterrasse 2)

Schmelzwasserschotter, rißzeitlich (Hochterrasse)

Moldanubische Serie (OSM), Kiessand

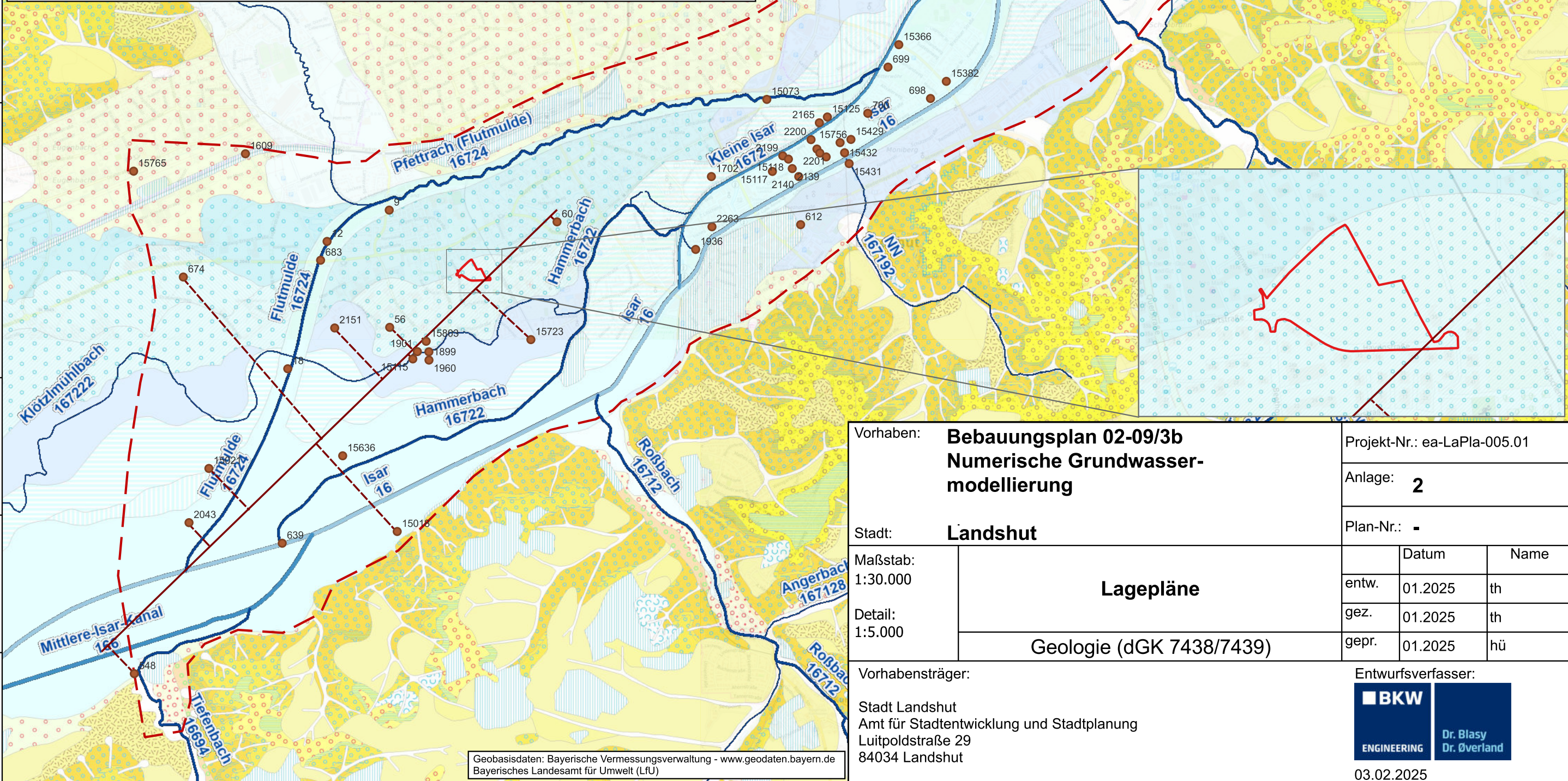
Hangendserie (OSM), Feinsediment

Nördliche Vollschotter-Abfolge (oberer Teil), Ton

Nördliche Vollschotter-Abfolge (oberer Teil), Schotter

Nördliche Vollschotter-Abfolge (unterer Teil), Feinsediment

Nördliche Vollschotter-Abfolge (unterer Teil), Schotter



Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung - www.geodaten.bayern.de
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Vorhaben:

Bebauungsplan 02-09/3b
Numerische Grundwasser-
modellierung

Stadt:

Landshut

Maßstab:

1:30.000

Detail:

1:5.000

Vorhabensträger:

Stadt Landshut
Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung
Luitpoldstraße 29
84034 Landshut

Datum

Unterschrift

Projekt-Nr.: ea-LaPla-005.01

Anlage: **2**

Plan-Nr.: -

	Datum	Name
entw.	01.2025	th
gez.	01.2025	th
gepr.	01.2025	hü

Vorhabensträger:

Stadt Landshut
Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung
Luitpoldstraße 29
84034 Landshut

Datum

Unterschrift

BKW

ENGINEERING

Dr. Blasy

Dr. Overland

03.02.2025

Datum

Entwurfsverfasser:

BKW

ENGINEERING

Dr. Blasy

Dr. Overland

03.02.2025

Datum

BKW

ENGINEERING

Dr. Blasy

Dr. Overland

03.02.2025

Datum

Entwurfsverfasser:

BKW

ENGINEERING

Dr. Blasy

Dr. Overland

03.02.2025

Datum

Lagepläne

Geologie (dGK 7438/7439)

Anlage 03

Lageplan Grundwassergleichen
Maßstab 1:30.000

Legende

MW (gem. HHK100 PIReg13, LfU)

HHW (statistisch)

MW (statistisch)

Aufschlüsse

GWM (HHW/MW [mNN])

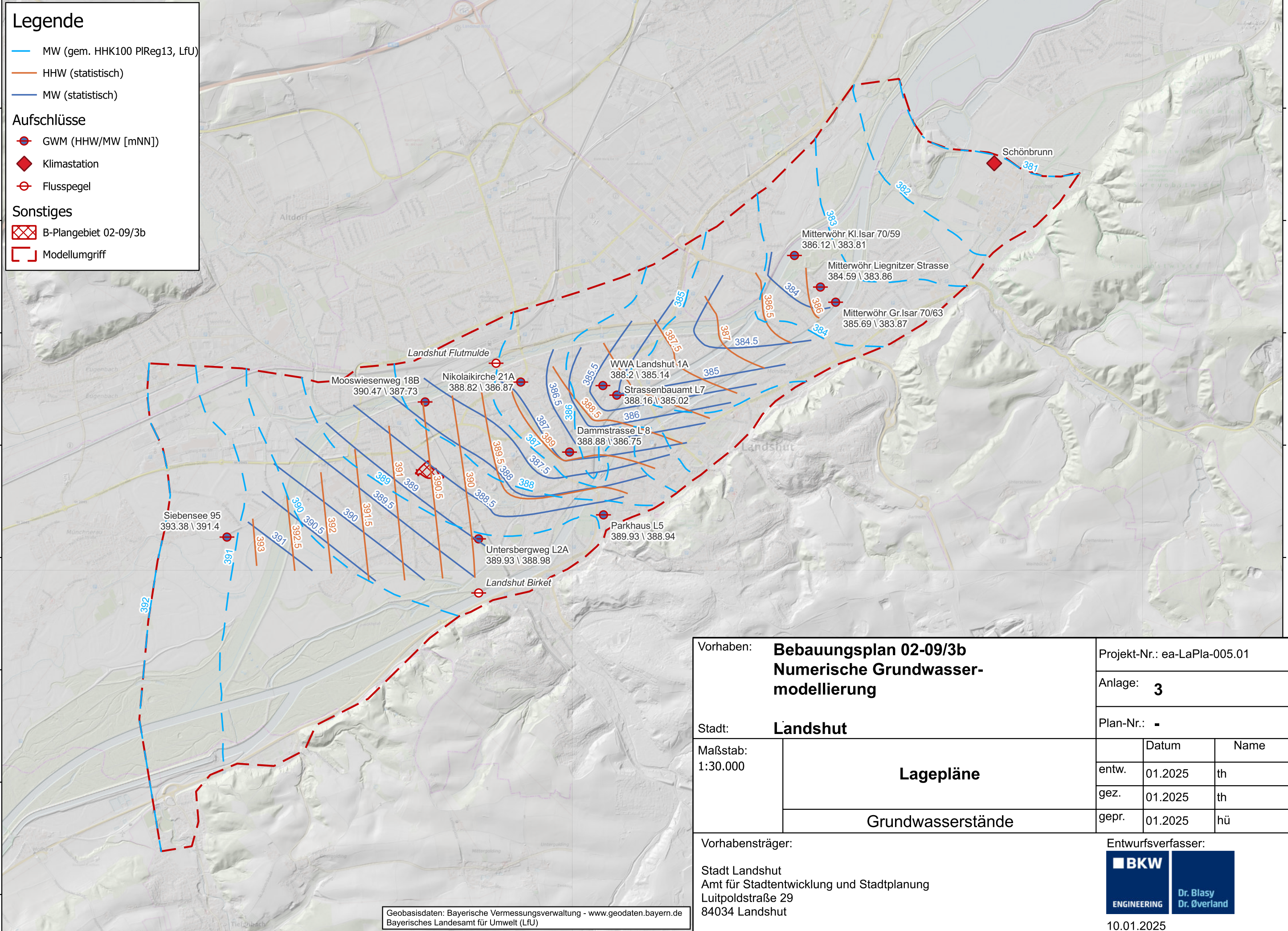
Klimastation

Flusspegel

Sonstiges

B-Plangebiet 02-09/3b

Modellumgriff

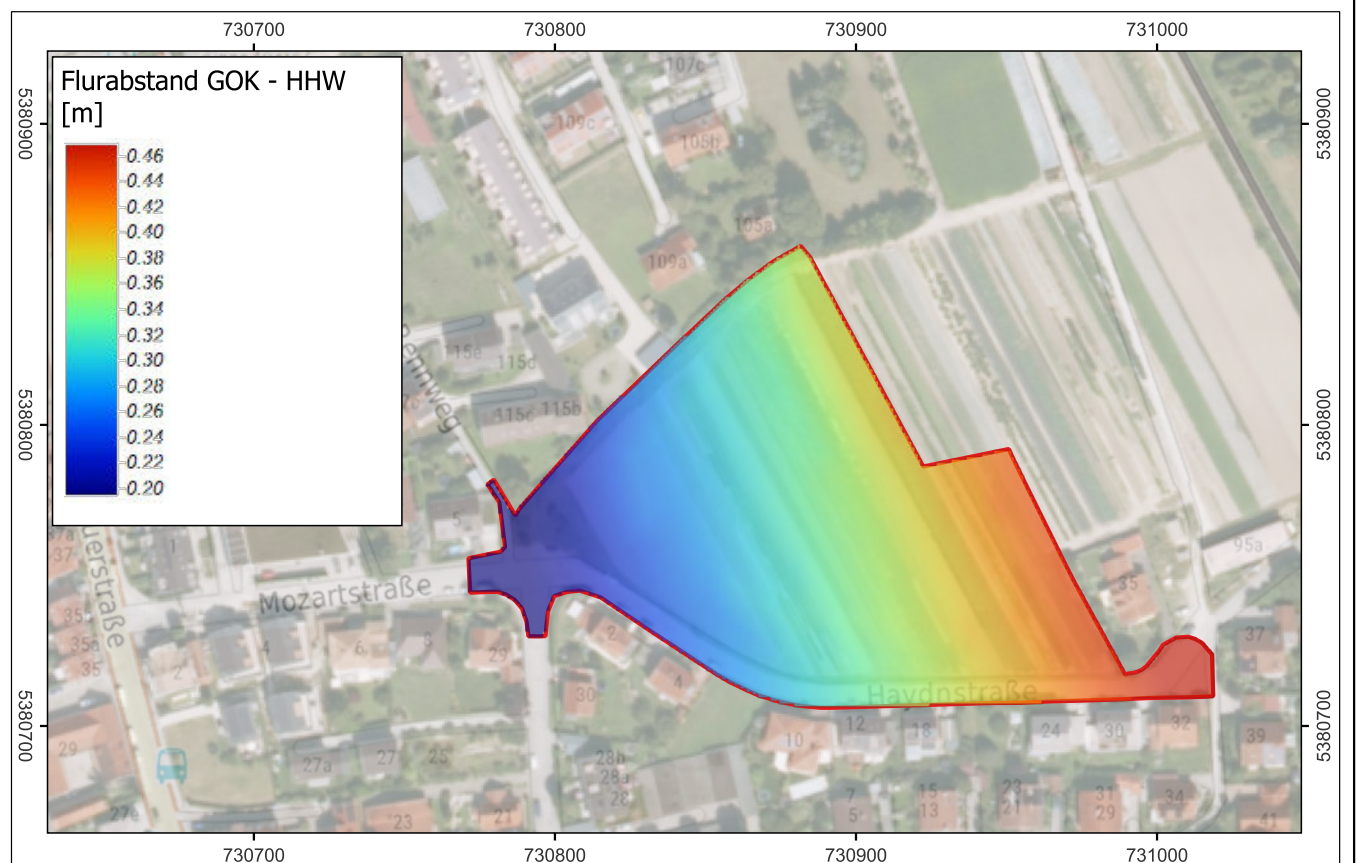
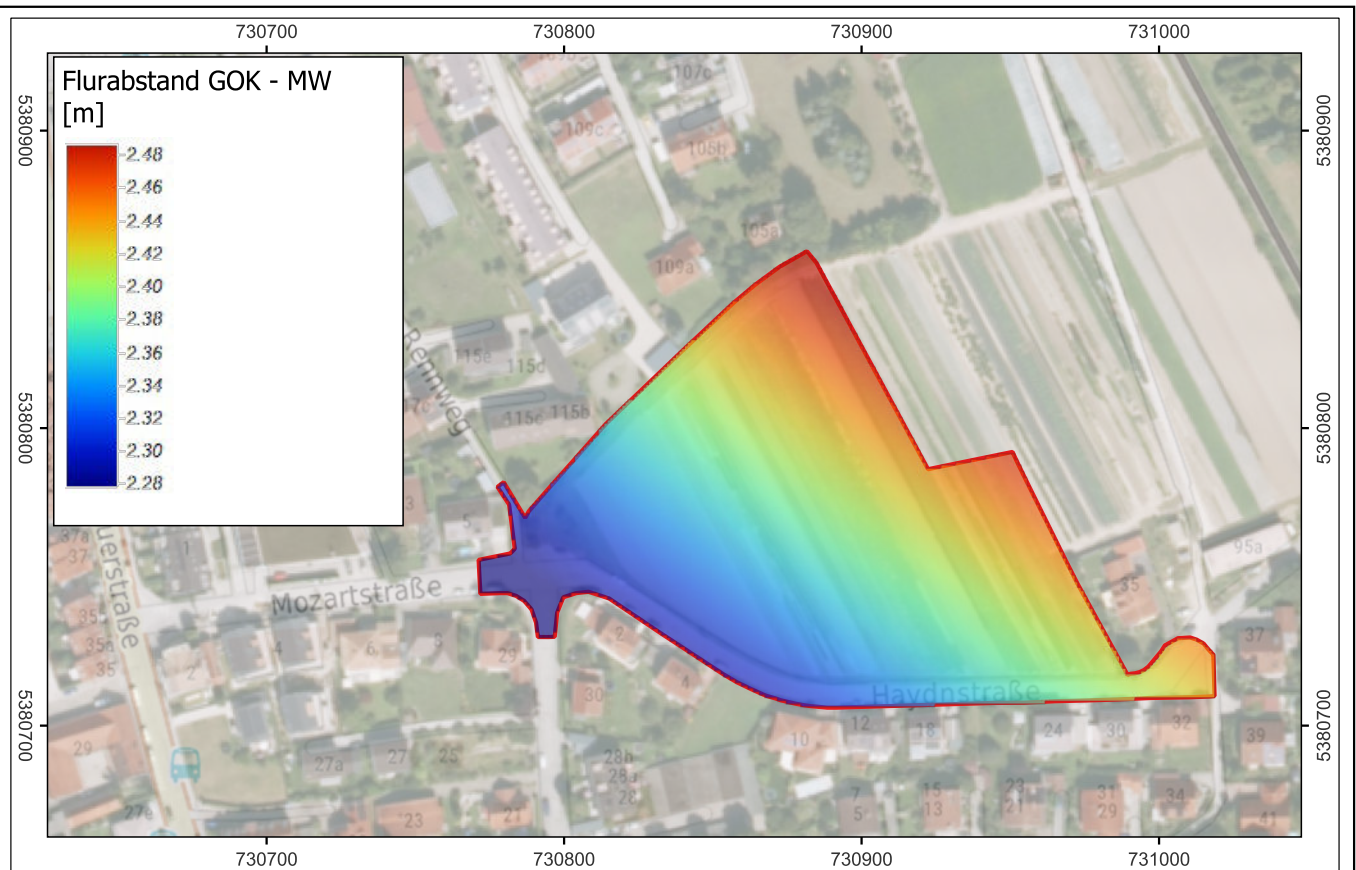


Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung - www.geodaten.bayern.de
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Vorhaben: Bebauungsplan 02-09/3b Numerische Grundwasser- modellierung		Projekt-Nr.: ea-LaPla-005.01		
		Anlage: 3		
		Plan-Nr.: -		
Stadt: Landshut				
Maßstab: 1:30.000	Lagepläne		Datum	Name
		entw.	01.2025	th
	Grundwasserstände	gez.	01.2025	th
		gepr.	01.2025	hü
Vorhabensträger:		Entwurfsverfasser:		
Stadt Landshut Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung Luitpoldstraße 29 84034 Landshut		<div><div><div><div><div></div><div>BKW</div></div><div>ENGINEERING</div></div><div><div>Dr. Blasy</div><div>Dr. Overland</div></div></div></div>		
Datum		10.01.2025		
Unterschrift		Datum Unterschrift		

Anlage 04

Lagepläne Flurabstand HHW und MW
Maßstab 1:2.500



Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung – www.geodaten.bayern.de
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Maßstab: 1:2.500

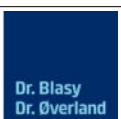
Bebauungsplan 02-09/3b - Numerisches Grundwassermodell

Vorhabensträger:
Stadt Landshut
Luitpoldstraße 29
84034 Landshut

Flurabstand MW/HHW

Anlage: 04

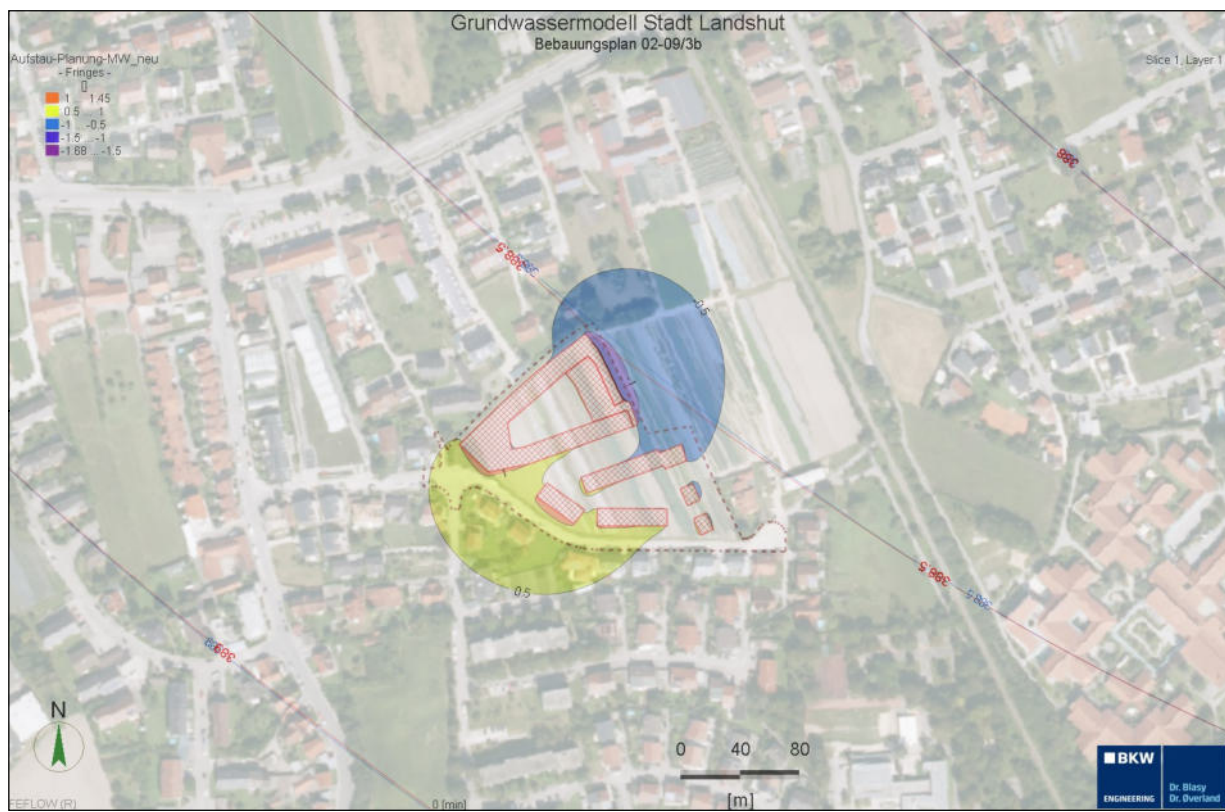
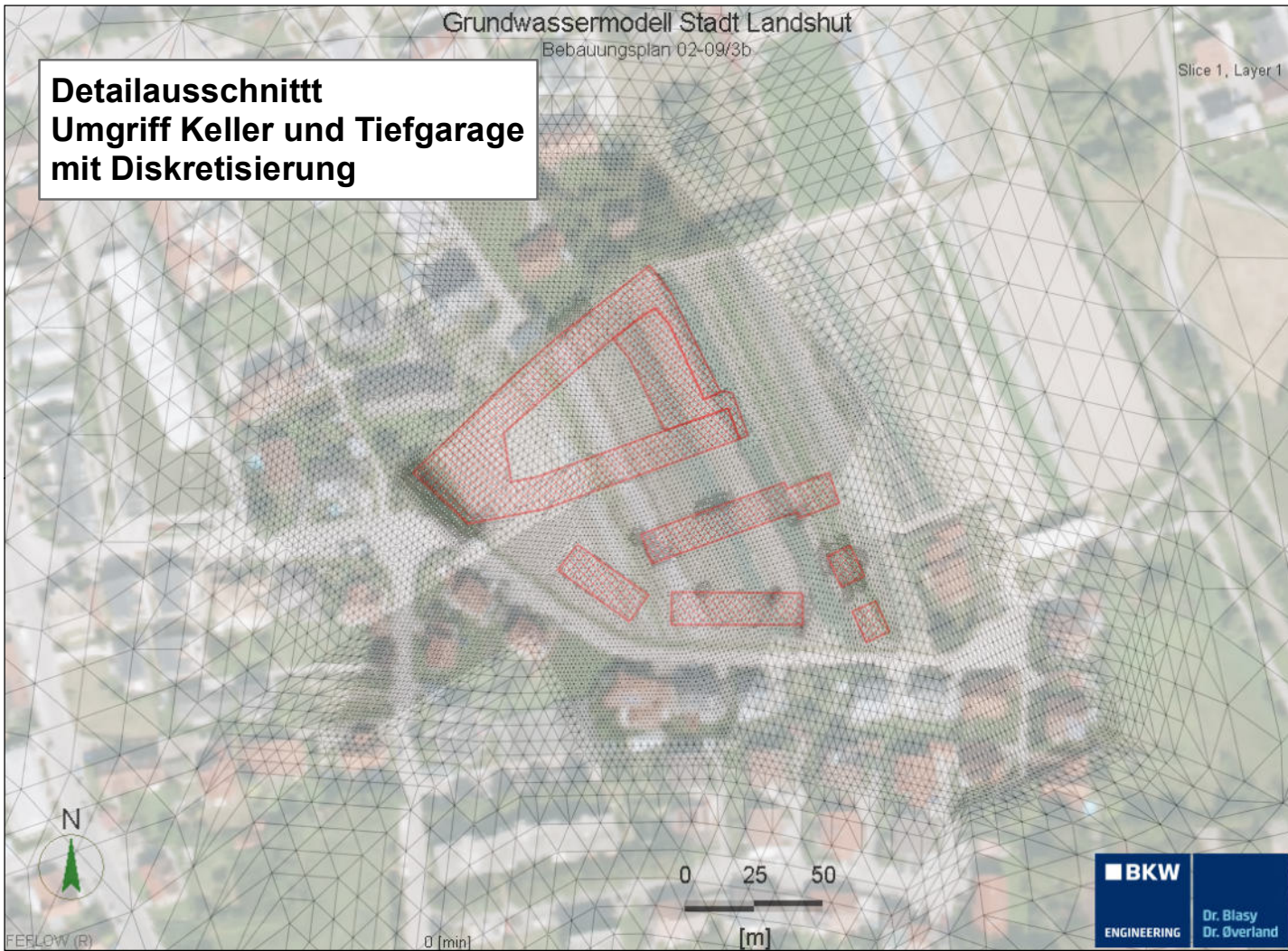
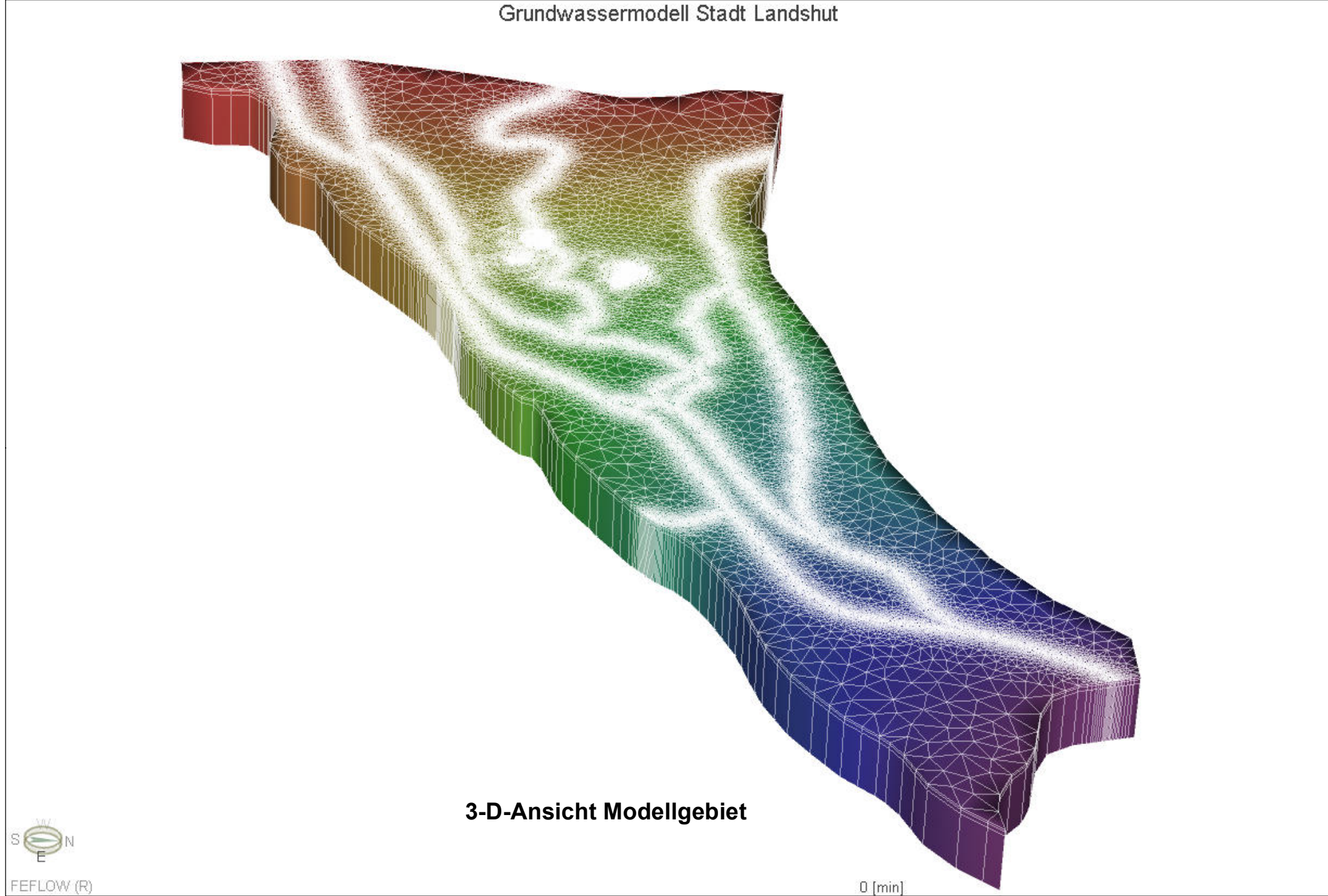
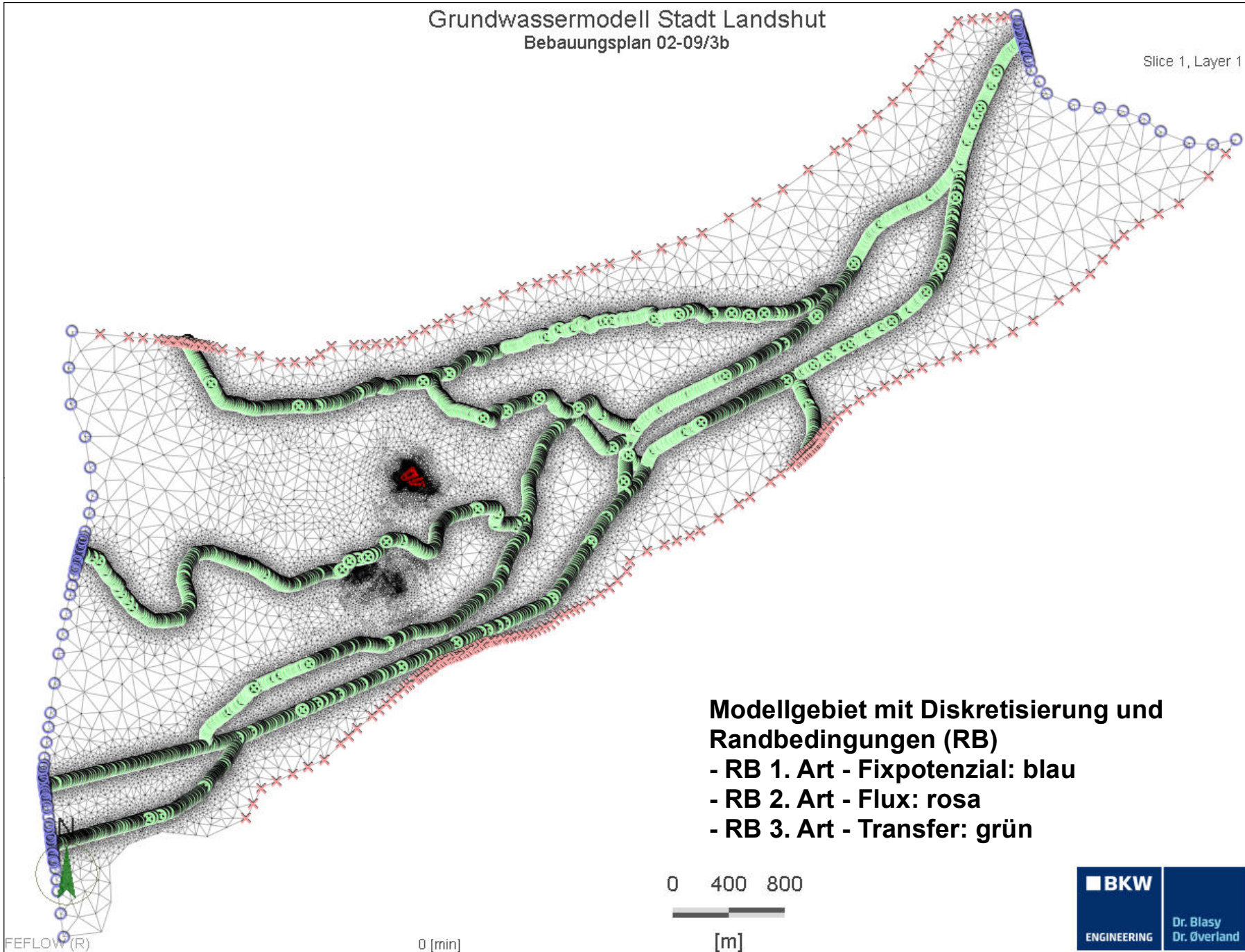
Bearbeiter: Thiel



04.02.2025 Unterschrift:

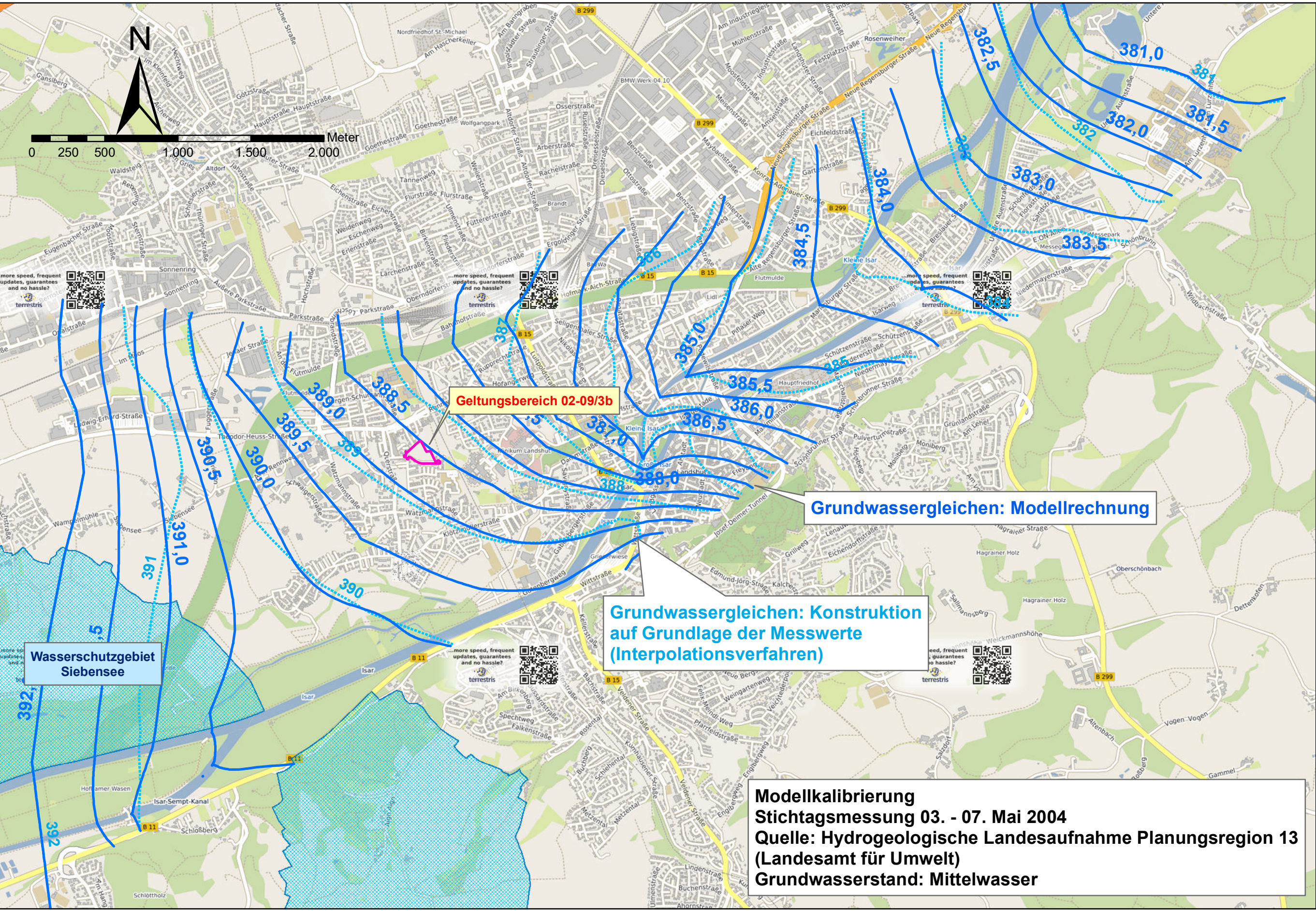
Anlage 05

Grundwassermodell und Modelldaten



Zusammenstellung der Modelldaten

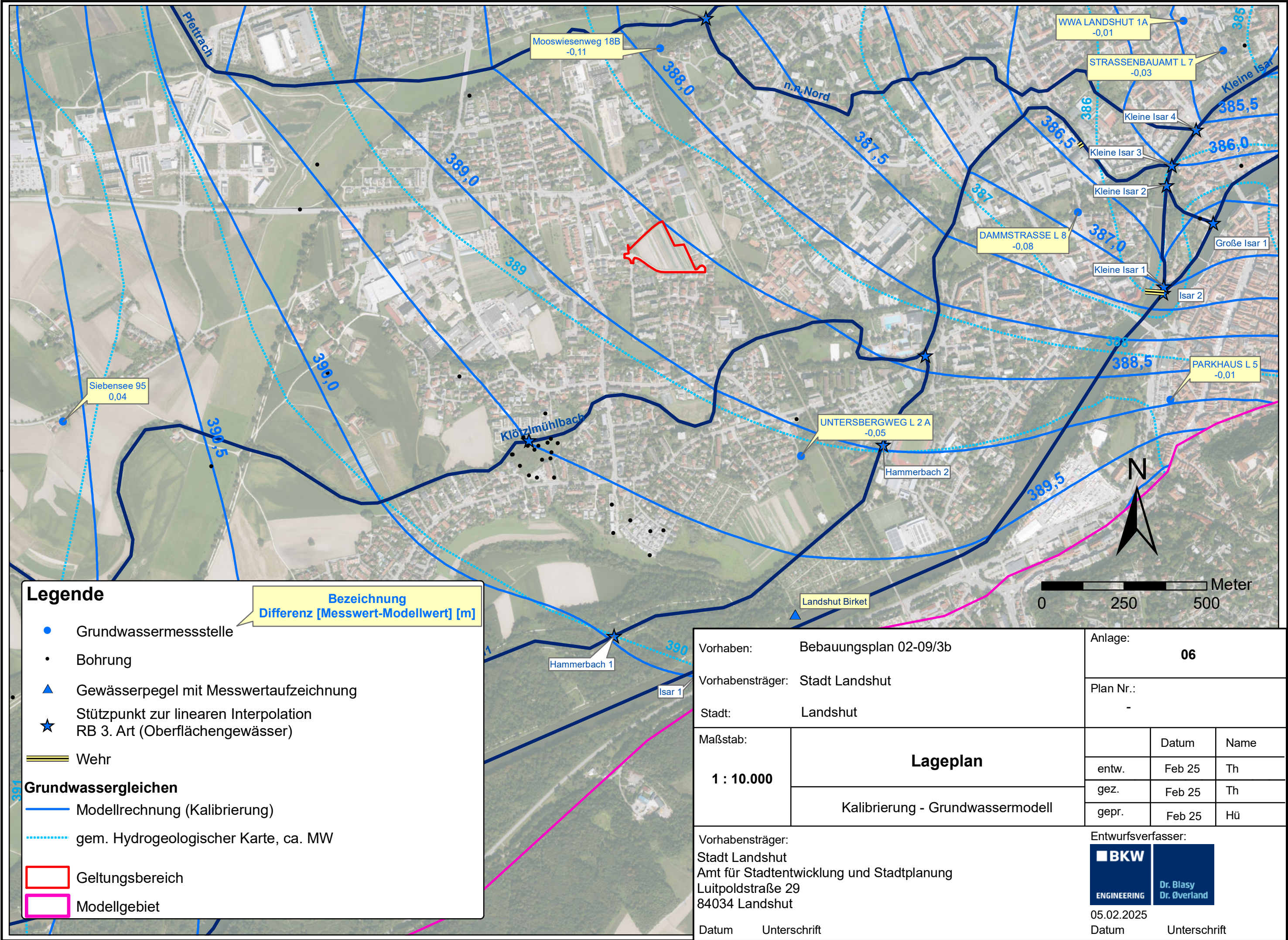
Software	Feflow 8.1 (DHI-Wasy)			
Modelltyp	finite Elemente, 3-dimensional, ungespannt, stationär			
Horizontale Diskretisierung	rd. 340.000 Knoten			
Vertikale Diskretisierung	4 Schichten (<i>Slices</i>)			
Modellfläche	rd. 19,4 km²			
minimale Element-Kantenlänge	rd. 1 m (unmittelbar am Bauwerk)			
Randbedingungen Strömungsmodell	oberstromiger Modellrand	Fixpotential (BC 1) = 392 m ü. NN (MW)	unterschiedliche Höhen je nach Wsp.-Variante	
	unterstromiger Modellrand	Fixpotential (BC 1) = 381 m ü. NN (MW)		
	Isar, Große Isar, Kleine Isar, Flutmulde/Pfietrach, Hammerbach, Klötzlmühlbach	Flussrandbedingung (BC 3) lineare Interpolation zwischen Stützstellen; Berücksichtigung von Wasserstandssprüngen an Wehren	unterschiedliche Höhen je nach Wsp.-Variante	
	seitliche Modelländer / Isartalränder	Zuflussrandbedingungen (BC 2) im Zuge der Kalibrierung ermittelt Mittlerer Zustrom: rd. 50 l/(s x km)		
	Brunnen	Randbedingung Brunnen (BC 4) nicht implementiert		
Materialparameter	hydraulische Durchlässigkeit	Layer 1: Deckschichten Auensedimente $k_f = 5 \times 10^{-04}$ m/s Bauwerk (Tiefgarage) $k_f = 1 \times 10^{-10}$ m/s	Layer 2: Deckschichten Auensedimente $k_f = 5 \times 10^{-04}$ m/s Bauwerk (Tiefgarage) $k_f = 1 \times 10^{-10}$ m/s Layer 3: Quartäre Schotter $k_f = 5 \times 10^{-04}$ bis 5×10^{-03} m/s Bauwerk (Tiefgarage) $k_f = 1 \times 10^{-10}$ m/s	
	Porosität	22 % Poren-GWL		
	Kolmationsparameter entlang der Fließgewässer	Transferrate (bzgl. BC 3) Variation nach Kalibrierungsergebnis	Transfer IN: 1 [1/d] Transfer OUT: 4 [1/d]	
Slice - Höhen (= Grenzflächen zwischen den Modellschichten bzw. Layern)	Höhenangabe im Bereich des Bebauungsplanes 02-62 (Bohrprofile)			
	Slice 1	Modelloberkante = Geländeoberkante Tertiär = rd. 391 m ü. NN		
	Slice 2	Zwischenschicht: GOK - 0,5 m		
	Slice 3	Oberkante Quartäre Schotter = GOK - 1 m		
	Slice 4	Modellunterkante = Staueroberkante Tertiär = 378 - 380 m ü. NN		



Vorhaben: Bebauungsplan 02-09/3b		Anlage: 05		
Vorhabensträger: Stadt Landshut		Plan Nr.: -		
Stadt: Landshut				
Maßstab: 1 : 25.000	Numerisches Grundwassermodell		Datum	Name
		entw.	Feb 25	Th
	Lagepläne und Modelldaten	gez.	Feb 25	Th
		gepr.	Feb 25	Hü
Vorhabensträger: Stadt Landshut Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung Luitpoldstraße 29 84034 Landshut		Entwurfsverfasser: Dr. Blasy - Dr. Øverland Ingenieure GmbH Moosstraße 3 82279 Eching am Ammersee		
Datum Unterschrift		04.02.2025 Datum Unterschrift		

Anlage 06

**Lageplan Kalibrierung
Stichtagsmessung Mai 2004 (MW)
Maßstab 1:10.000**



Legende

- Grundwassermessstelle
- Bohrung
- ▲ Gewässerpegel mit Messwertaufzeichnung
- ★ Stützpunkt zur linearen Interpolation
RB 3. Art (Oberflächengewässer)

== Wehr

Grundwassergleichen

- Modellrechnung (Kalibrierung)
- - - - - gem. Hydrogeologischer Karte, ca. MW

- Geltungsbereich
- Modellgebiet

Bezeichnung
Differenz [Messwert-Modellwert] [m]

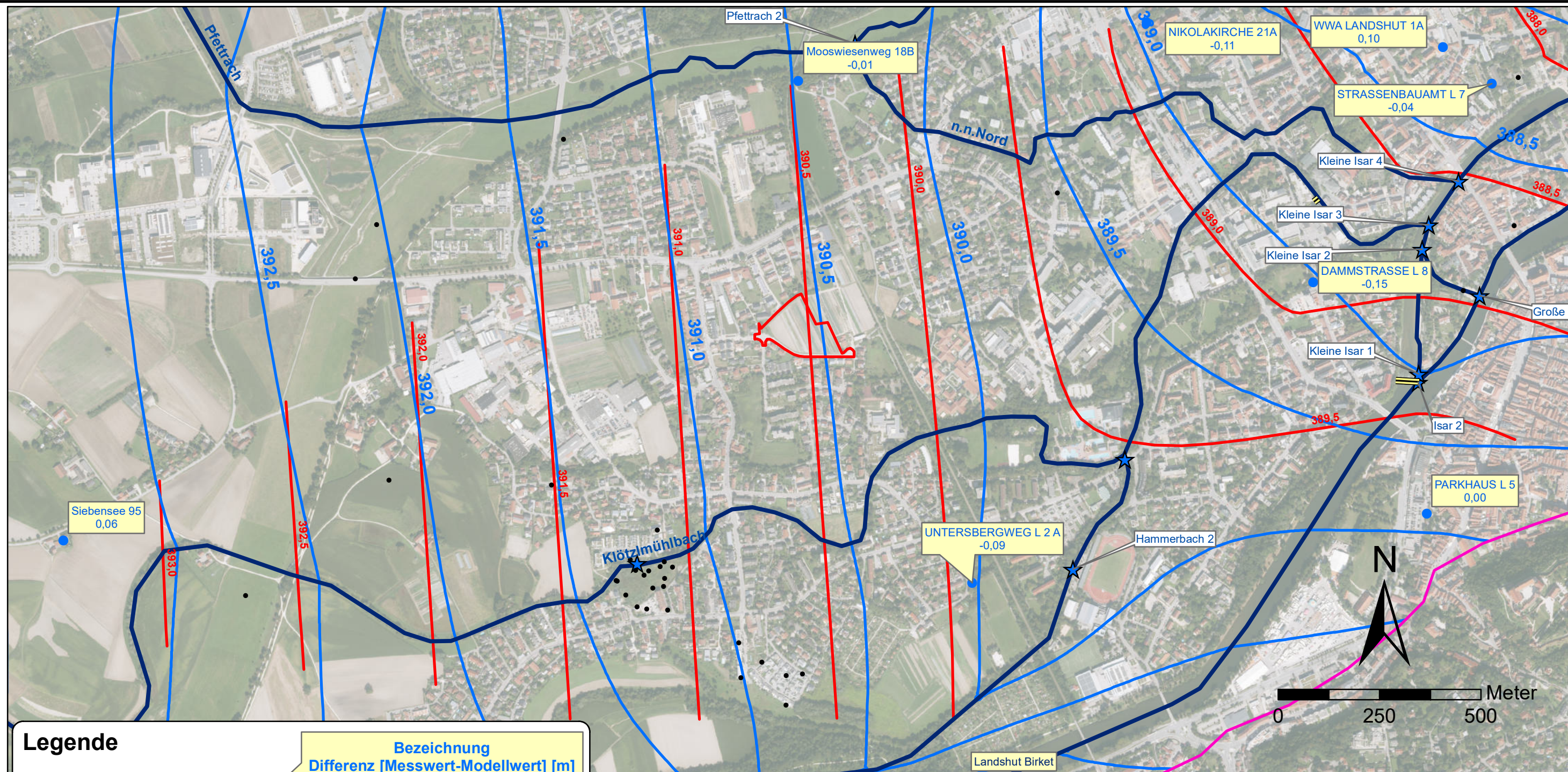
Vorhaben: Bebauungsplan 02-09/3b		Anlage: 06		
Vorhabensträger: Stadt Landshut		Plan Nr.: -		
Stadt: Landshut			Datum	Name
Maßstab: 1 : 10.000	Lageplan		entw.	Feb 25 Th
			gez.	Feb 25 Th
			gepr.	Feb 25 Hü
Kalibrierung - Grundwassermodell		Entwurfsverfasser:		
Vorhabensträger: Stadt Landshut Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung Luitpoldstraße 29 84034 Landshut		<div><div><div>■ BKW</div><div>ENGINEERING</div></div><div><div>Dr. Blasy</div><div>Dr. Øverland</div></div></div>		
Datum Unterschrift		05.02.2025 Datum Unterschrift		

Anlage 07

Lageplan Modellergebnis

Ist-Zustand HHW

Maßstab 1:10.000



Legende

●

Grundwassermessstelle

•

Bohrung

▲

Gewässerpegel mit Messwertaufzeichnung

★

Stützpunkt zur linearen Interpolation
RB 3. Art (Oberflächengewässer)

==

Wehr

Grundwassergleichen

—

Modellrechnung (HHW)

—

HHW gemäß statistischer Auswertung

□

Geltungsbereich

□

Modellgebiet

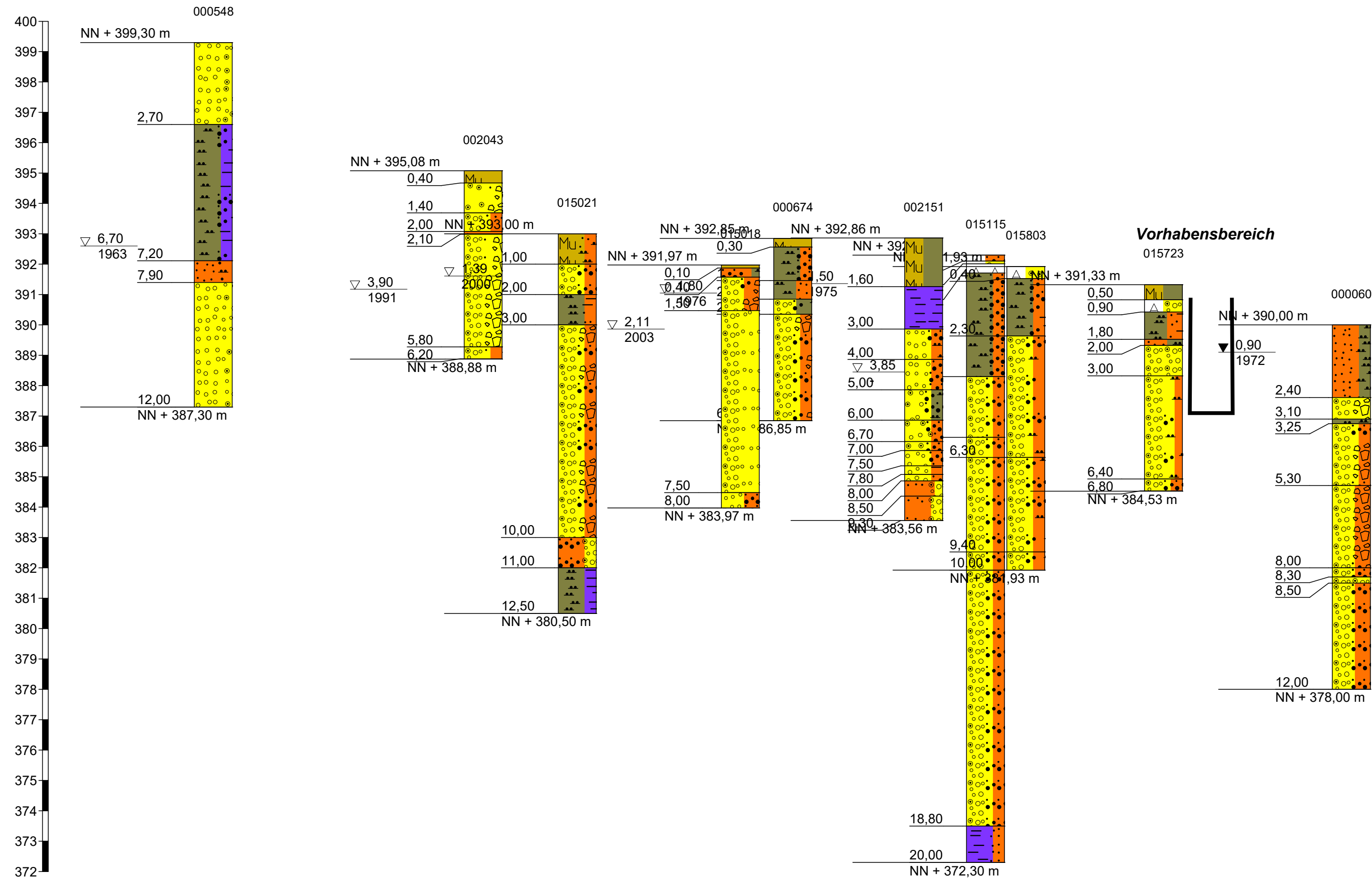
Bezeichnung

Differenz [Messwert-Modellwert] [m]

Vorhaben: Bebauungsplan 02-09/3b		Anlage: 07	
Vorhabensträger: Stadt Landshut		Plan Nr.: -	
Stadt: Landshut			
Maßstab: 1 : 10.000	Lageplan		
	Grundwassermodell Grundwasserstand HHW		
Vorhabensträger: Stadt Landshut Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung Luitpoldstraße 29 84034 Landshut		Entwurfsverfasser: <div><div>BKW ENGINEERING</div><div>Dr. Blasy Dr. Overland</div></div>	
Datum Unterschrift		05.02.2025 Datum Unterschrift	

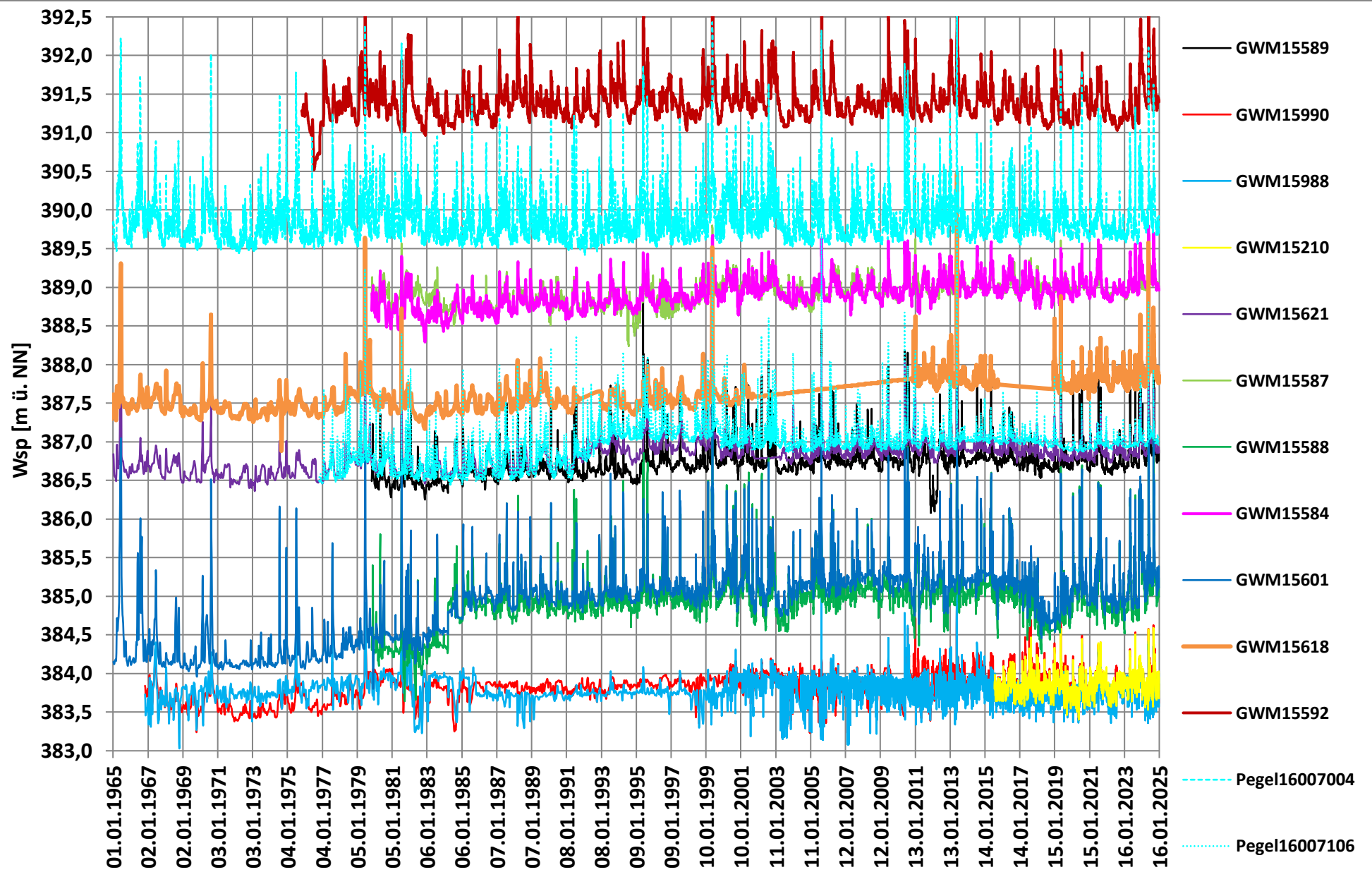
Anlage 08

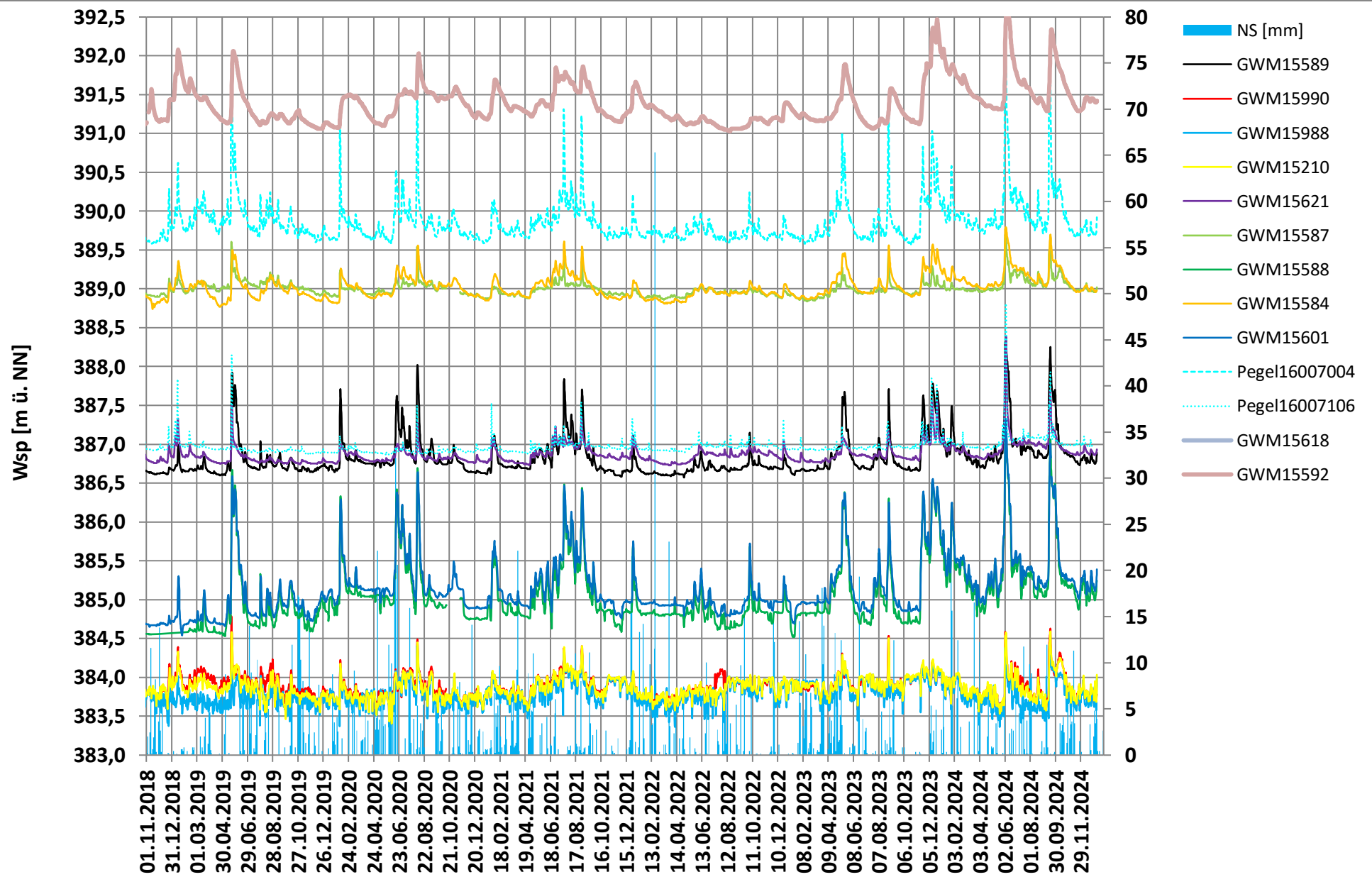
Profilschnitt

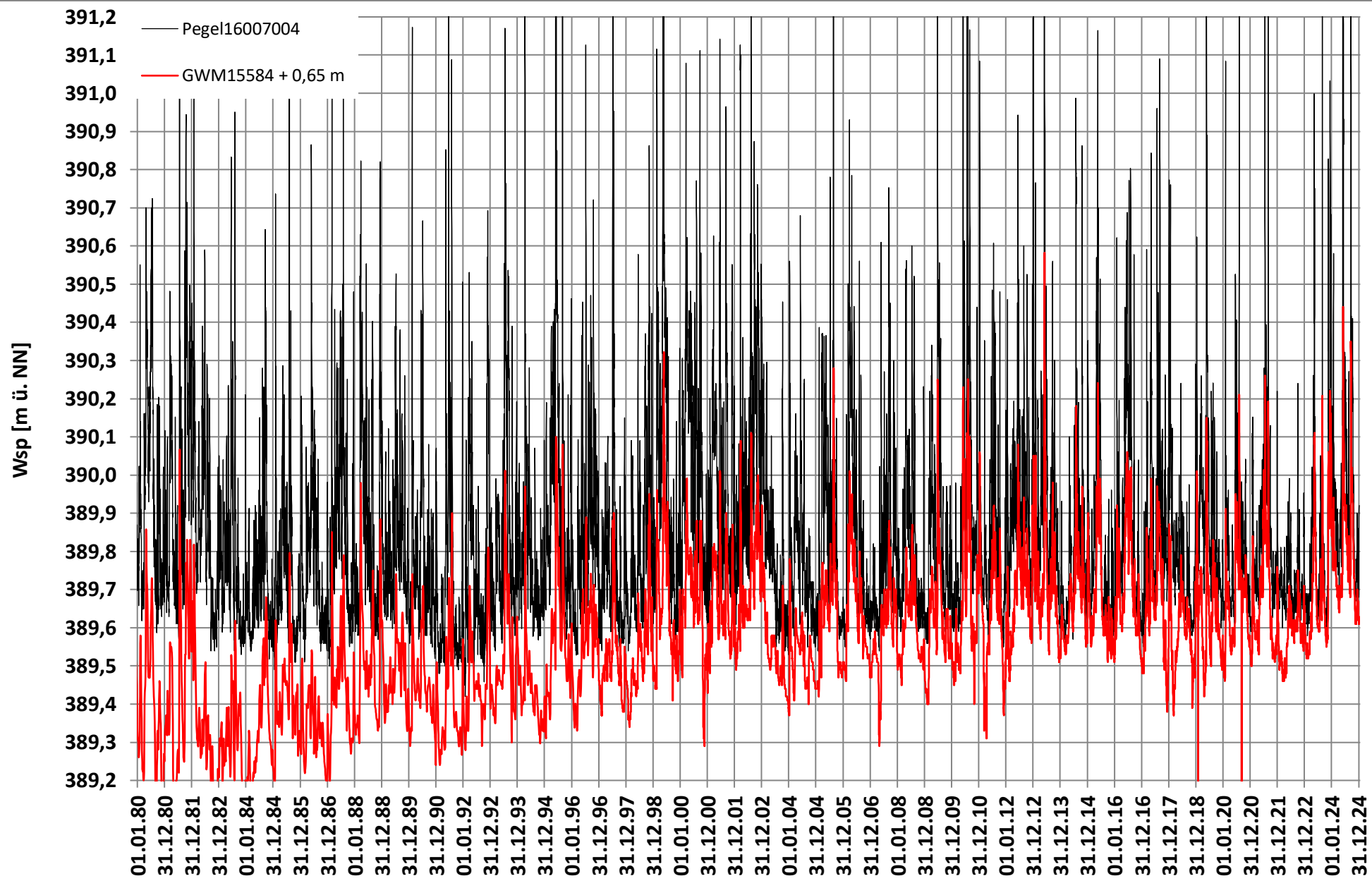


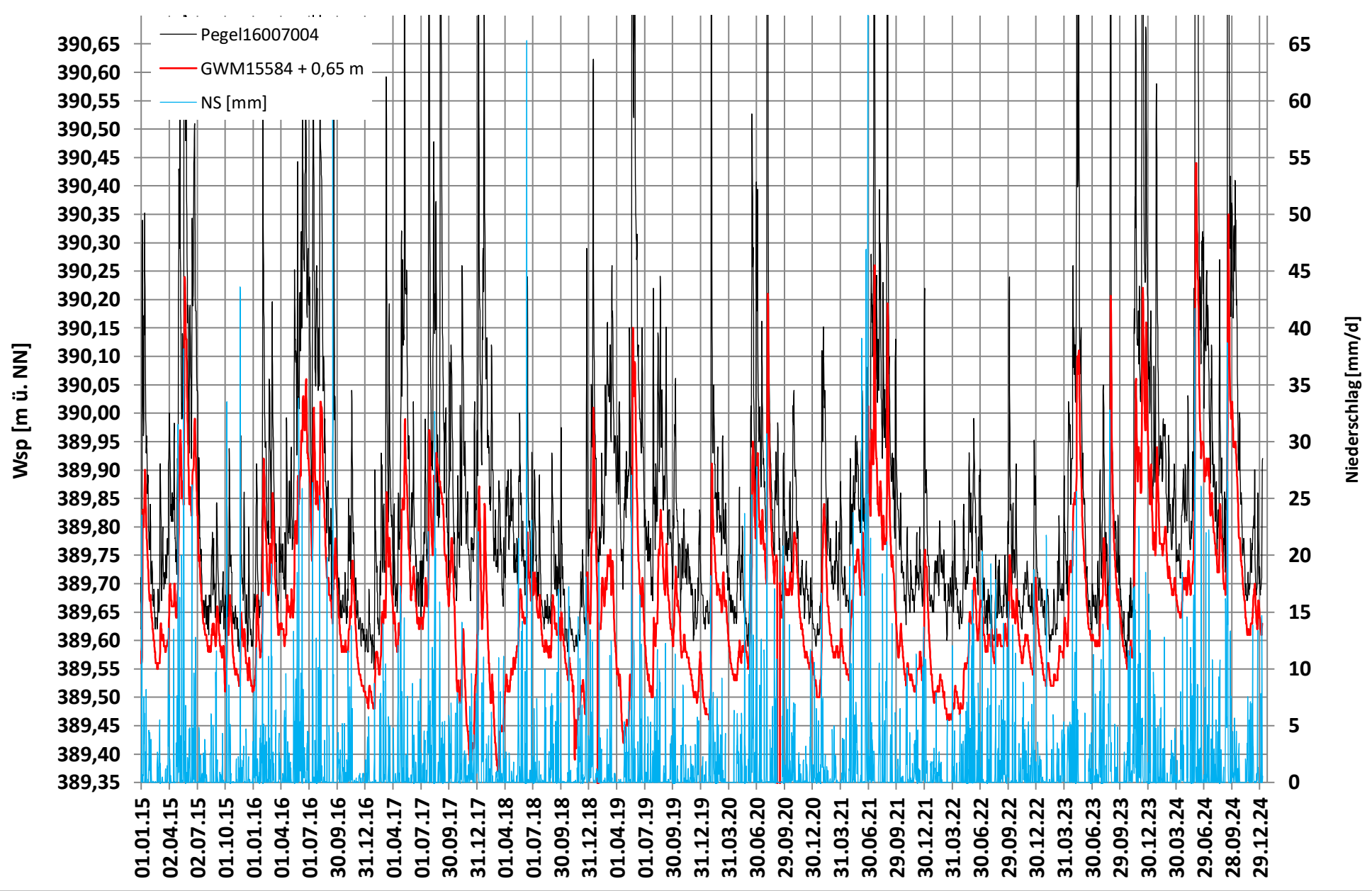
Anlage 09

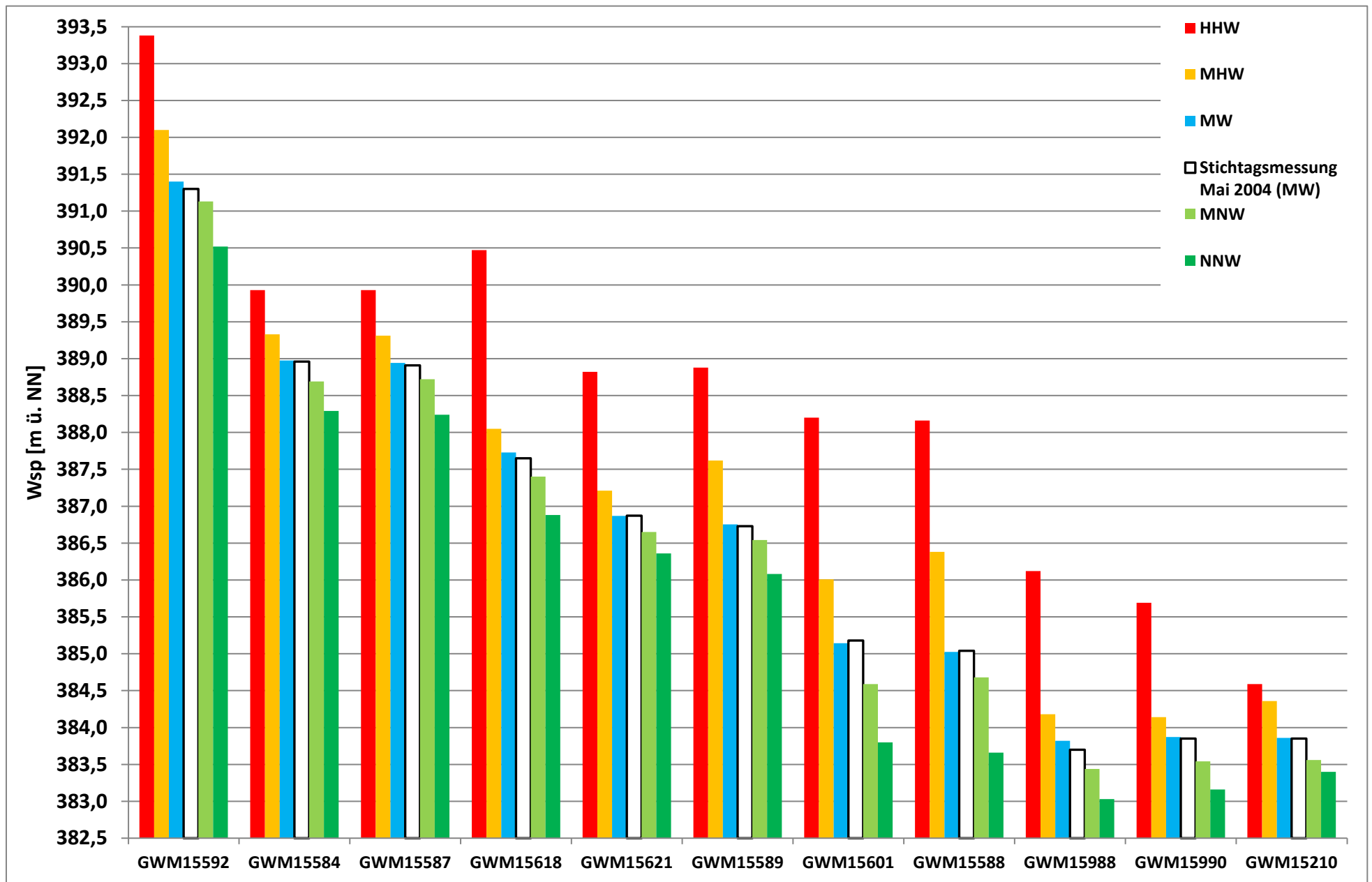
Grundwasserstandsdaten (Diagramme)











Anlage 10

Projektdaten

Name	Nummer	HHW	MHW	MW	MNW	NNW	2004(Messw)	interpoliert	Kalibrierung (MW)	Differenz [Messung - Modell] (MW)	Modellwert HHW	Differenz [Messung - Modell] (HHW)	beobachtet seit	Endteufe	Bohrwasser- spiegel	Profil
[-]	[-]	[m ü. NN]	[m ü. NN]	[m ü. NN]	[m ü. NN]	[m ü. NN]	[m ü. NN]	[m ü. NN]	[m ü. NN]	[m]	[m ü. NN]	[m]	[Jahr]	[m u. GOK]	[m u. GOK]	[-]
Sieensee 95	15592	393,38	392,10	391,40	391,13	390,52	391,30	391,14	391,10	-0,04	393,32	-0,06	1975	9,3	1,46	j
UNTERSBERGWEG L 2 A	15584	389,93	389,33	388,98	388,69	388,29	388,96	389,07	389,12	0,05	390,02	0,09	1979			n
PARKHAUS L 5	15587	389,93	389,31	388,94	388,72	388,24	388,91	388,69	388,70	0,01	389,93		1979			n
Mooswiesenweg 18b	15618	390,47	388,05	387,73	387,40	386,88	387,65	387,81	387,92	0,11	390,48	0,01	1964	8,0		n
NIKOLAKIRCHE 21A	15621	388,82	387,21	386,87	386,65	386,36	386,87	386,64	386,56	-0,08	388,93	0,11	1964			n
DAMMSTRASSE L 8	15589	388,88	387,62	386,75	386,54	386,08	386,73	386,37	386,45	0,08	389,03	0,15	1979			n
WWA LANDSHUT 1A	15601	388,20	386,01	385,14	384,59	383,80	385,18	385,42	385,43	0,01	388,10	-0,10	1964			n
STRASSENBAUAMT L 7	15588	388,16	386,38	385,02	384,68	383,66	385,04	385,17	385,20	0,03	388,20	0,04	1979			n
MITTERWÖHR GR.ISAR 70/63	15990	385,69	384,14	383,87	383,54	383,16	383,85	383,46	383,43	-0,03	385,52	-0,17	1966			n
MITTERWÖHR LIEGNITZER STRASSE	15210	384,59	384,36	383,86	383,56	383,40	383,85	383,45	383,32	-0,14	385,71	1,12	2015			n
MITTERWÖHR KL.ISAR 70/59	15988	386,12	384,18	383,82	383,44	383,03	383,70	383,61	383,48	-0,14	386,07	-0,05	1966			n
7438BG	9												0	3,2	1,64	j
7438BG	12												0	4,3	1,46	j
7438BG	18												0	4,1	1,37	j
7438BG	56												0		2,10	j
7438BG	60												0	12,0	0,90	j
7438BG	548												0	12,0	6,70	j
7438BG	612												1980	8,0		j
7438BG	639												0	20,0		j
7438BG	674												0	6,0	1,80	j
7438BG	683												0	16,0	1,10	j
7438BG	1609												0	8,0	2,40	j
7438BG	1702												2000	8,0		j
7438BG	1899												0		3,30	j
7438BG	1901												0		2,61	j
7438BG	1936												1983	9,8	5,60	j
7438BG	1960												0		3,50	j
7438BG	2043												0	6,2	3,90	j
7438BG	2139												1980	7,2	4,70	n
7438BG	2140												1980	6,4	4,26	n
7438BG	2141												1980	6,1	4,32	n
7438BG	2142												1980	5,3	2,96	n
7438BG	2151												0	9,3	1,50	j
7438BG	2165												1964	4,6	2,52	n
7438BG	2199												1964	6,0	4,21	n
7438BG	2200												1964	6,5	4,03	n
7438BG	2201												1964	6,5	4,03	n
7438BG	2263												1990	14,0	4,90	j
7438BG	15018												0	8,0	2,11	j
7438BG	15021												0	12,5	1,39	j
7438BG	15073												1900	15,0	1,32	j
7438BG	15115												0		3,85	j
7438BG	15117												1900	9,0	4,29	j
7438BG	15118												1900	9,0	4,31	j