



Regionaltangente West

PFA Mitte

Anlage 18.1

Anhang V

Modelldokumentation

Grundwassermodell Frankfurt West

Planaufsteller	-	Phase	-	Gewerk	-	Planart	-	PSP-Code	-	lfd. Nr.	-	Index	Format
BGS		4		HY		HG		02_03_00_000		40		-	-

29427883 **Inhaltsverzeichnis**

1	Veranlassung	4
2	Geologische und hydrogeologische Bestandsaufnahme	5
2.1	Bearbeitungsgrundlagen	5
2.2	Geologie / Hydrogeologie	5
2.3	Grundwasserfließverhältnisse	6
3	Modellaufbau	9
3.1	Verwendete Software	9
3.2	Abgrenzung und Diskretisierung des Modellraumes	9
3.3	Grundwasserentnahmen	11
3.4	Oberflächengewässer	11
3.5	Ermittlung der mittleren Grundwasserneubildung	12
4	Modellkalibrierung	15
4.1	Variation der Modellparameter	15
4.2	Wassermengenbilanz	16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Grundwasserstandsganglinie Eschborn (Quelle: LGD)	7
Abbildung 2:	Grundwasserstandsganglinien 18637 und 18643 (Quelle: Hessenwasser)	7
Abbildung 3:	Grundwasserstandsganglinien im Bereich des WW Praunheim II (Quelle: Hessenwasser)	8
Abbildung 4:	Fördermengen WW Praunheim II	8
Abbildung 5:	Monatssummen des Niederschlags (Klimastation Ffm-Westend)	12
Abbildung 6:	Monatssummen der Verdunstung (Klimastation Ffm-Westend)	13
Abbildung 7:	Jahressummen des Niederschlags und der Verdunstung (Klimastation Ffm-Westend)	13

29427883 **Anlagenverzeichnis**

Anlage I-1.1	Übersichtslageplan
Anlage I-1.2	Übersichtslageplan Bohrungen
Anlage I-1.3	Metatabelle Bohrungen
Anlage I-1.4	Geologischer Schnitt 1 (km 2,00 - km 5,40)
Anlage I-1.5	Geologischer Schnitt 1 (km 5,40 - km 8,50)
Anlage I-1.6	Schnitt durch die Brunnengalerie Praunheim II
Anlage I-2.1	Finite-Elemente-Netz
Anlage I-2.2	Vertikalschnitte
Anlage I-3.1	Geländehöhen
Anlage I-3.2	Modellbasis
Anlage I-4.1	Nutzbare Feldkapazität im Wurzelraum
Anlage I-4.2	Grundwasserneubildung
Anlage I-5	Hydraulische Durchlässigkeiten des Grundwasserleiters
Anlage I-6.1	Kalibrierter Grundwassergleichenplan
Anlage I-6.2	Grundwassergleichenplan im Bezugszustand

29427883 1 **Veranlassung**

Die RTW Planungsgesellschaft GmbH plant die Regionaltangente West (RTW).

Die RTW ist in mehrere Planfeststellungsabschnitte (PFA) unterteilt. Antragsgegenstand ist der in PFA Nord zwischen Frankfurt Höchst und Frankfurt Praunheim.

Für die Bearbeitung wasserwirtschaftlicher Fragestellungen wurde ein stationäres Grundwasserströmungsmodell für den Untersuchungsraum nördlich des Mains erstellt.

Das Grundwassermodell wurde entsprechend DVGW W 107 (A) als Planungsmodell zur hydrodynamischen Beschreibung des Grundwassers im Modellgebiet konzipiert. Im Rahmen der Planungen zur RTW wird das Grundwassermodell für Fragestellungen u.a. bzgl. Auswirkungen auf Schutzgebiete, Streckenentwässerung, Wechselwirkungen zwischen Bauwerken und Grundwasser, Monitoringkonzepte eingesetzt.

Bewirtschaftungsfragen sind mit dem Grundwassermodell nicht zu beantworten.

Nachfolgend ist die Erstellung dieses Modells dokumentiert.

2 Geologische und hydrogeologische Bestandsaufnahme

2.1 Bearbeitungsgrundlagen

Die Rekonstruktion der geologischen Verhältnisse im Modellgebiet (Aquiferbasis, Verbreitung und Mächtigkeit von grundwasserhydraulisch relevanten Trennschichten) erfolgte anhand der geologischen Karten und Unterlagen über Brunnen- und Messstellenbohrungen der Wasserversorgungsunternehmen.

Zur Vervollständigung erfolgte eine Auswertung der Bohrdaten aus den Erläuterungen zu den geologischen Karten. Im Bereich des Vorhabens wurden darüber hinaus die Baugrunderkundungen berücksichtigt.

Zusätzlich konnte aus bereits abgeschlossenen Projekten zum Umbau der Nidda-Wehre Praunheim, Hausen und Sossenheim auf bereits bestehende Erkenntnisse zur Hydrogeologie im Modellgebiet zurückgegriffen werden (BGS 2008, 2009, 2012, 2013, 2016).

2.2 Geologie / Hydrogeologie

Die Topographie im Modellgebiet bewegt sich zwischen 88 müNN und 156 müNN, wobei die Geländehöhe von Nordwesten in südwestliche/südliche Richtung abnimmt. Im Bereich der bis zu rund 2 km breiten Niddaaue liegt sie zwischen 100 müNN und 97 müNN. Die Nidda verläuft an der Westseite der Aue, wo sie eine steile Abbruchkante an dem Lösshang bei Praunheim geschaffen hat. In der Aue befinden sich teilweise verlandete Altläufe der Nidda.

Die Struktur des Niddagrabens wurde vorwiegend im Tertiär angelegt. Sie wurde durch tektonische Aktivitäten gegenüber dem Frankfurter und Höchst/Sulzbacher Horst um mehrere zehner Meter abgesenkt und während des Oligozäns und Miozäns teilweise von Meer überflutet. In diesen Zeitintervallen wurden fossilreiche Kalk- und Mergelschichten abgelagert, u.a. die im Untersuchungsgebiet anzutreffenden Hydrobienschichten.

Eine weitere Absenkung des Oberrhein- und des Niddagrabens im späteren Tertiär (Pliozän) sorgte für eine Akkumulation mächtiger limnisch-fluviatiler Erosionsmaterialien. So überlagern pliozäne und pleistozäne Kiese, Sande und Schluffe aus den umgebenden, höher gelegenen Liefergebieten die maritimen tertiären Sedimente.

Die pliozänen Sedimente sind sandig ausgebildet. Oft sind Ton- und Schluff-, vereinzelt auch Kieslagen eingelagert, deren Mächtigkeit kleinräumig stark variiert. Den pliozänen Sedimenten lagern pleistozäne, sandig-kiesige Terrassensedimente auf.

Zwischen Praunheim und Sossenheim, sowie in den Tälern und Niederungen des Westerbachs und des Sulzbachs sind die tertiären Sedimente großräumig von holozänem Löss und Lösslehm überdeckt. Nur auf einem kleineren Abschnitt zwischen Sulzbach und Höchst - auf dem Höchst-Sulzbacher Horst - stehen die Hydrobienschichten an der Oberfläche an.

29427883 Die pliozänen und pleistozänen Sande sowie kavernöse Algenkalksteine in den Hydrobienschichten bilden den obersten Grundwasserleiter im Modellgebiet. In ihnen sind lokal mehrere Meter mächtige Tonlagen eingelagert. Die Mächtigkeit des Aquifers beträgt bis zu 50 m Meter im Bereich des WW Praunheim II.

Die Gesamtmächtigkeit des Quartärs erreicht im Nidda-Graben maximal 11 m. In den Bohrprofilen des Wasserwerks Praunheim III beträgt sie in der Regel nur 6 m, wovon etwa 1-3 m auf den Auenlehm entfallen. Die Serien des Pleistozäns sowie bedingt des Pliozäns stellen hier einen gut durchlässigen Porengrundwasserleiter dar. Der Grundwasserleiter in der Niddaaue zeichnet sich durch eine auch kleinräumig relativ starke Inhomogenität aus.

Die Grundwasserflurabstände bewegen sich etwa zwischen 0,5 m und 2,5 m innerhalb der Niddaaue. Nördlich und westlich der Nidda erreichen die Flurabstände aufgrund der ansteigenden Topographie schnell Werte größer 10 m bis hin zu 45 m.

2.3 Grundwasserfließverhältnisse

Die großräumige Grundwasserströmungsrichtung ist nördlich der Nidda parallel zu den Vorflutern Liederbach, Sulzbach, Westerbach, Steinbach und Urselbach von Nordwest nach Südost zur Nidda gerichtet. Südlich der Nidda verläuft die großräumige Grundwasserfließrichtung entlang der Niddaaue südwestliche Richtung zum Main.

Die Wasserspiegellage der Nidda im Untersuchungsgebiet wird durch mehrere Stauwehre festgelegt. Maßgeblich sind dies die Wehre Praunheim, Hausen, Rödelheim und das etwas weiter entfernt gelegene Wehr Sossenheim.

Je nach dem Maß der Veränderung in den Abflussbedingungen der Nidda ergeben sich andere Grundwasserstände in der Niddaaue. Diese Wechselwirkung des Grundwasserleiters zur Nidda ist hochgradig instationär geprägt. Je nach Dauer und Ausprägung von Hochwasserereignissen, während derer die Wehre abgesenkt sind, wirken sich diese in die Niddaaue hinein aus, während der mittlere Grundwasserstand vom mittleren Niedrigwasserniveau der Nidda und der Stauregelung bestimmt wird.

Da die Grundwasserneubildung im Untersuchungsgebiet das ältere Grundwasser überschichtet, nehmen Alter und mittlere Verweilzeit des Grundwassers mit zunehmender Tiefe und mit zunehmendem Abstand zum Taunusvorland zu. Das Grundwasser des pliozänen/pleistozänen Grundwasserleiter wird im Modellgebiet relativ rasch ergänzt. Das belegen anthropogene Belastungen im WW Praunheim II (HLUG, 2009).

Isotopenchemische Grundwasseruntersuchungen in größeren Tiefen ergaben in Abhängigkeit der Tiefenlage ein Alter bis zu >12.000 Jahren (Br. Coca-Cola, Liederbach) und >46.000 Jahren (Br. Sulzbach, außerhalb des Modellgebietes) (HLUG, 2009).

Innerhalb des Modellgebietes dokumentiert der Landgrundwasserdienst (LGD) des HLNUG langjährige Grundwasserstandsmessungen der Grundwassermessstelle 507028 (Abbildung 1). Die Amplitude der jährlichen Grundwasserstandsschwankungen beträgt hier bis zu 1 m.

29427883

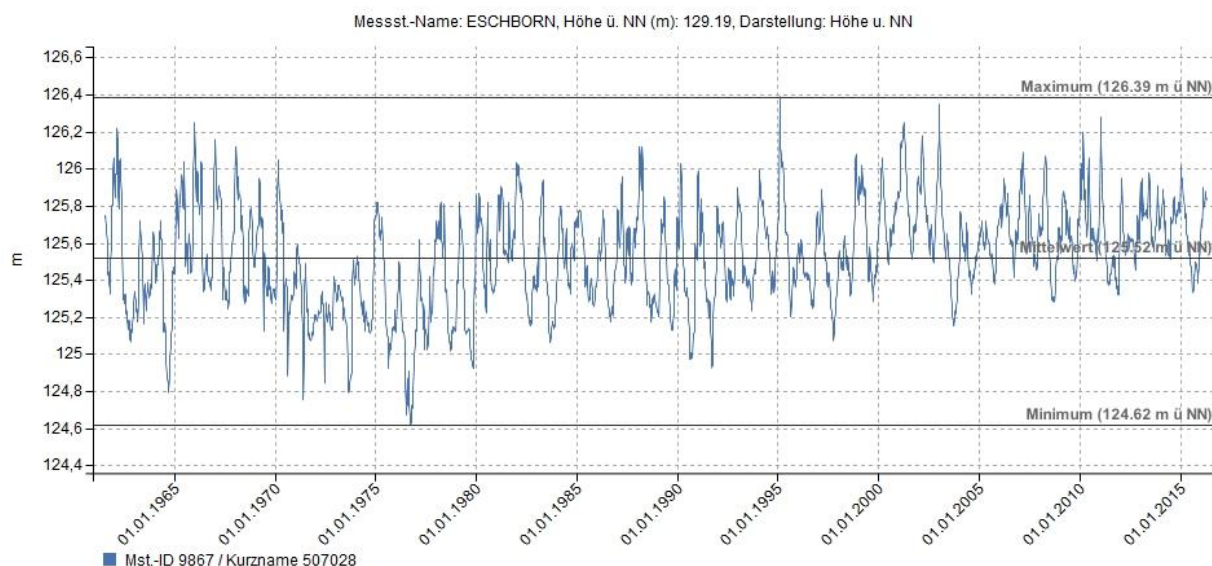


Abbildung 1: Grundwasserstandsganglinie Eschborn (Quelle: LGD)

Innerhalb der Niddaaue liegen Grundwasserstandsmessungen im Zeitraum zwischen 1992 und 2008 für die Messstellen 18637 (Mühlwiesenstraße, Hausen) und 18643 (An der Praunheimer Mühle) vor (Abbildung 2). Die Amplitude der jährlichen Grundwasserstandsschwankungen beträgt hier regelmäßig unterhalb 1 m.

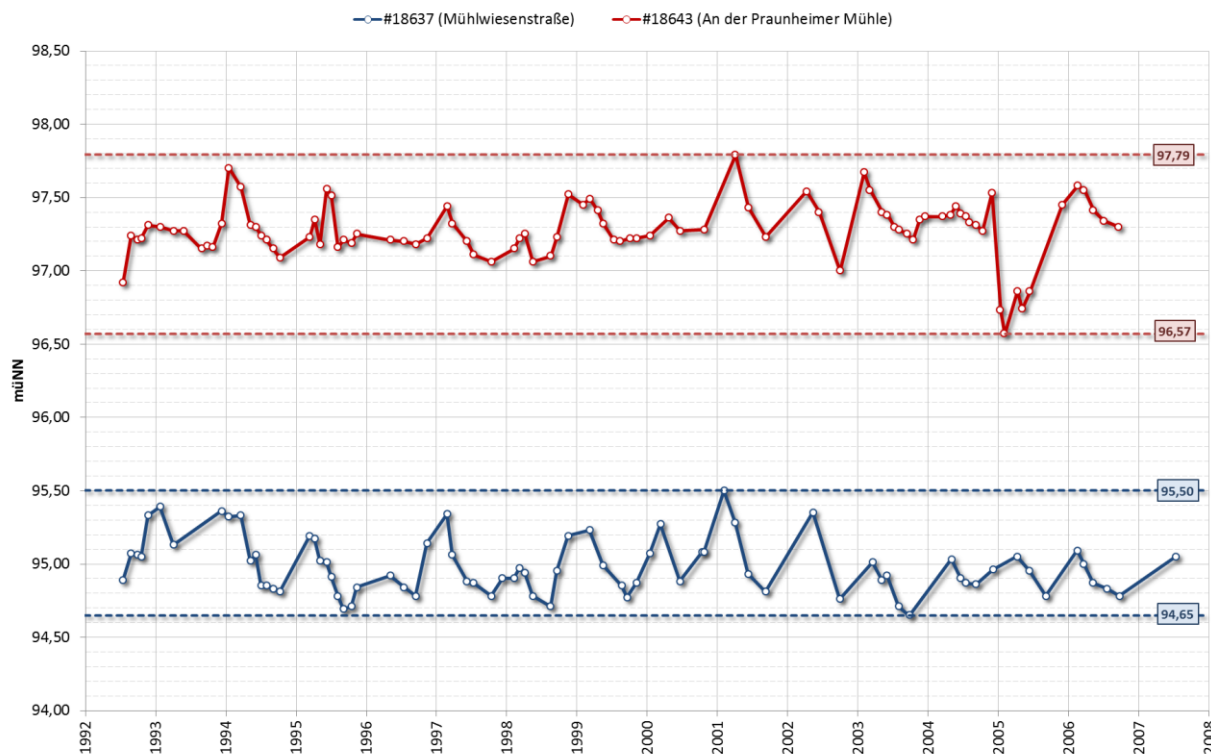


Abbildung 2: Grundwasserstandsganglinien 18637 und 18643 (Quelle: Hessenwasser)

29427883 Im Bereich des WW Praunheim II liegen Ganglinien zwischen 1983 und 2017 vor (Abbildung 3). Hier zeigt sich eine signifikante Beeinflussung der Grundwasserstände durch die Fördermengen des Wasserwerks (Abbildung 4).



Abbildung 3: Grundwasserstandsganglinien im Bereich des WW Praunheim II (Quelle: Hessenwasser)

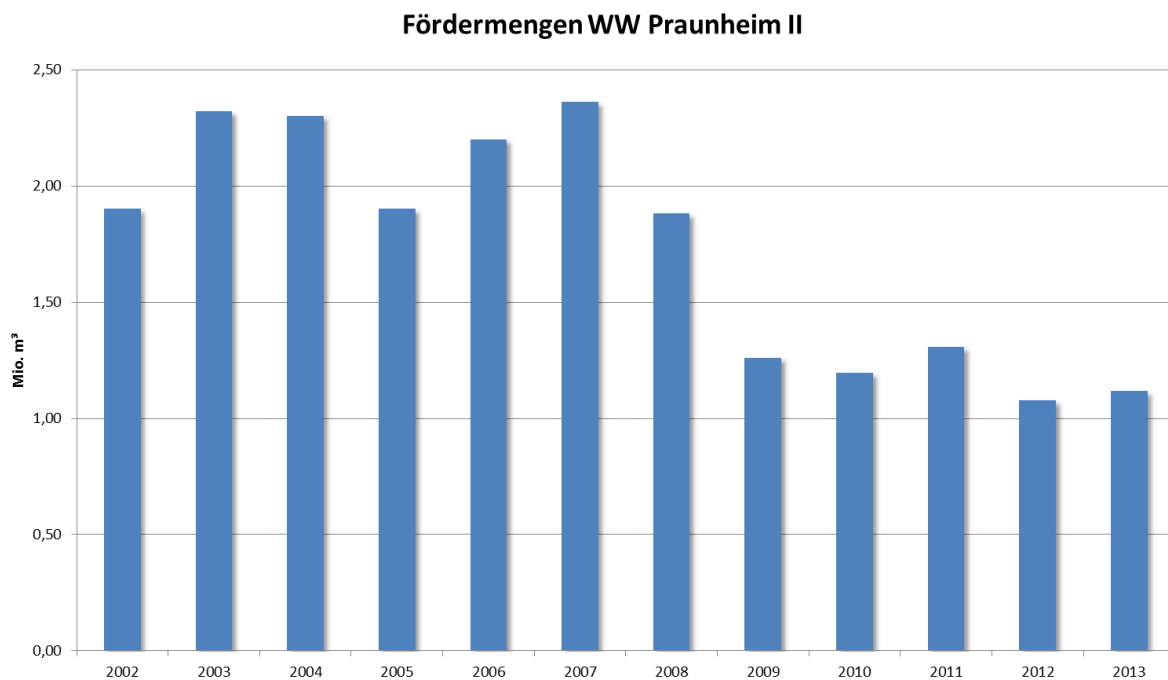


Abbildung 4: Fördermengen WW Praunheim II

3 Modellaufbau

3.1 Verwendete Software

Das Grundwassermodell wurde mit dem Softwarepaket Spring® der Ingenieurgesellschaft delta h GmbH erstellt. Spring® ist ein modular aufgebautes Programmsystem zur Berechnung von Grundwasserströmungs- und Transportvorgängen und beruht auf der Finiten Elemente Methode (FEM). Die FEM erlaubt unter anderem das Modellgebiet in Elemente unterschiedlicher Form und Größe zu unterteilen sowie eine Verfeinerung des Netzes in wichtigen Systembereichen. Das Grundwassermodell ist echt dreidimensional, was eine exakte Beschreibung des hydrogeologischen Systems, der Grundwasserströmung, der Wechselwirkungen zwischen Fließgewässer und dem Grundwasser sowie eine tiefendifferenzierte Modellierung von Entnahmen und Infiltration erlaubt.

3.2 Abgrenzung und Diskretisierung des Modellraumes

Das Modellgebiet deckt in etwa das Areal nördlich des Mains zwischen Unterliederbach/Liederbach, Niederursel und Frankfurt-Griesheim ab. Die Modellstruktur resultiert primär aus der hydrogeologischen Situation und dem Verlauf der Oberflächengewässer.

Bis auf den Main als südlicher Modellrand wurden die äußeren Modellränder auf Basis des Gleichenplanes von Juni 1994 (HLUG 2009) abgegrenzt. Der Gleichenplan entspricht in etwa dem mittleren Grundwasserstand zwischen 1994 und 2007 und wird vom HLNUG als repräsentativ für mittlere klimatische Verhältnisse angesehen (HLUG 2009). Die Jahresmittel des Niederschlages und der Verdunstung zwischen 1992 und 2015 der Klimastation Ffm-Westend entsprechen ebenfalls gut den Jahressummen von 1994 (vgl. Abbildung 7) und unterstützen diese Einschätzung.

Der Urselbach bildet die nordöstliche, der Main die südliche Modellgrenze. Der Verlauf des nordwestlichen Modellrandes entlang der 115 m Grundwassergleiche des konstruierten Grundwassergleichenplanes von Juni 1994 (HLUG 2009) ist aufgrund des hier hohen hydraulischen Gefälles und der großen Flurabstände mit mindestens 530 m hinreichend weit von der geplanten Streckenführung der RTW entfernt gewählt.

Im Osten verläuft der Modellrand längs der Niddaaue entlang der tonig-schluffigen Praunheim-Formation über Hausen bis zum Main in Frankfurt-Griesheim. Der westliche Modellrand wurde als Stromlinie modelliert. Der südliche und der nordwestliche Modellrand sind als Festpotentialränder modelliert, der westliche und der östliche Modellrand als Stromlinien. Die Praunheim-Formation an der Grenze zur Niddaaue und der Main bilden dabei jeweils eine geohydraulische Systemgrenze und sind daher als Modellrand geeignet.

Die Nidda durchfließt das Modellgebiet von Eschersheim bis zu ihrer Mündung in den Main in Frankfurt-Höchst. **Anlage I-1.1** zeigt das Modellgebiet in einem Übersichtslageplan.

29427883 Mangels geeigneter Pegel der Nidda Seitengewässer können die Austauschraten zwischen Fließgewässer und Grundwasser nicht belastbar aus Beobachtungsdaten abgeschätzt werden und stellen daher Kalibriergrößen dar. Auf die Erstellung einer a priori-Wasserbilanz aus Beobachtungsdaten wurde daher verzichtet.

Die Ableitung der Modellbasis und somit die Umsetzung in ein dreidimensionales hydrogeologisches System erfolgte über Korrelation der Aquiferbasis der ausgewerteten Bohrprofile. Es standen, neben den Erkundungsbohrungen der RTW, die in den Erläuterungen der Geologischen Karte (Frankfurt/West) aufgeführten Bohrprofile sowie die Aufschlüsse der Brunnen der Wasserwerke Praunheim II und III zur Verfügung. Im Blattschnitt Frankfurt West der Geologischen Karte sind 180 der 4270 beim HLNUG hinterlegten Bohrungen für eine „möglichst flächendeckende und stratigraphisch vollständige Auswahl“ (HLUG 2009) selektiert und ausgewiesen worden. Sie werden daher für ihre Umgebung als repräsentativ angenommen. **Anlage I-1.2** zeigt die gesichteten Bohrungen in einem Übersichtslageplan, eine Metadatentabelle der Bohrungen ist als **Anlage I-1.3** beigelegt. **Anlage I-1.4** und **Anlage I-1.5** zeigen geologische Schnitte entlang der geplanten Trasse, **Anlage I-1.6** einen Schnitt durch die Brunnengalerie des WW Praunheim II.

Die horizontale Diskretisierung des Modellgebietes erfolgte durch 5.516 Knoten und 10.783 Dreieckselemente. Die Netzgeometrie orientiert sich primär an den Oberflächengewässern, Gräben, am Modellrand, an den im Modellgebiet implementierten Gewinnungsanlagen sowie der Lage der Neubaustrecke. Die Zustrombereiche der Brunnen wurden logarithmisch verfeinert, so können die hier vorhandenen starken Gradienten und somit die großen Geschwindigkeits- und Richtungsänderungen der Grundwasserströmung gut nachgebildet werden. Das Finite-Elemente-Netz ist für eine stationäre Modellkalibrierung hinreichend fein diskretisiert. Für die adäquate Beantwortung späterer Detailfragen lässt sich die Modellstruktur jederzeit der entsprechenden Fragestellung entsprechend anpassen und nach Bedarf beliebig verfeinern. Das FE-Netz ist in **Anlage I-2.1** dargestellt. Das so eingegrenzte Modellgebiet erfasst eine Fläche von ca. 58,4 km². Die Nord-Süd-Ausdehnung beträgt bis zu 9,5 km, die Ost-West-Ausdehnung bis zu 9 km.

Die vertikale Diskretisierung des Modellgebietes erfolgte durch 4 Knotenschichten mit entsprechend 3 eingeschlossenen Elementschichten. **Anlage I-2.2** zeigt zwei Vertikalschnitte durch das Modell.

Die oberste Knotenebene entspricht der Geländeoberfläche. Zur Ermittlung der Geländehöhen wurde das digitale Geländemodell (DGM5) des Hessischen Landesamtes für Bodenmanagement und Geoinformation auf das FE-Netz interpoliert. Die Geländehöhen sind in **Anlage I-3.1** dargestellt. Die Höhenlage der zweiten Knotenebene bildet die Unterkante der Auenlehmüberdeckung im Bereich der Niddaaue ab, die hier mit einer konstanten Mächtigkeit von 3 m modelliert wurde.

Außerhalb der Niddaaue wird der ausschließlich Pleistozäne/Pliozäne Grundwasserleiter gleichermaßen über alle 3 Modellschichten abgebildet, eine darüber hinausgehende vertikale

29427883 Differenzierung des Grundwasserleiters ist nicht erfolgt. Die unterste Knotenebene bildet die Aquiferbasis ab, sie wurde anhand der gesichteten Aufschlüsse an der Unterkante des Pliozäns abgeleitet. In der Aue südlich der Nidda wurde die Basis auf 70 müNN gesetzt. Somit wird der gesamte an der Strömungsdynamik beteiligte Grundwasserleiter abgebildet. Die Aquiferbasis ist in Anlage I-3.2 dargestellt.

3.3 Grundwasserentnahmen

Die relevanten Grundwasserentnahmen im Untersuchungsraum beschränken sich auf die von HESSENWASSER betriebenen Wasserwerke Praunheim II und dem Praunheim III. Die Förderung von Grundwasser aus den Brunnen des Wasserwerkes Praunheim III wurde im Januar 2007 eingestellt.

Die Entnahmebrunnen 1-9 der Fassungsanlage Praunheim II befinden sich nördlich der Nidda auf einer Linie zwischen Eschborn und Praunheim. Sie sind im Pliozän verfiltert und fördern etwa 1-2 Mio. m³/a Grundwasser (Abbildung 4) aus einer Tiefe zwischen 17 muGOK und 50 muGOK.

Die Brunnenreihe A-F des Wasserwerkes Praunheim III liegt innerhalb der Niddaaue und beginnt ungefähr 150 m südlich des Praunheimer Niddaweihres. Verfiltert sind die Brunnen im Pleistozän und im Pliozän in Tiefen von etwa 5 bis 30 muGOK. Die Grundwasserentnahme zum Kalibrierzeitpunkt 1994 betrug 0,88 Mio. m³/a.

3.4 Oberflächengewässer

Im Untersuchungsgebiet liegen die Oberflächengewässer Liederbach, Sulzbach, Westerbach, Steinbach, Urselbach und Nidda. Die Bäche münden mit Ausnahme des Liederbaches in die Nidda; der Liederbach und die Nidda münden ihrerseits in den Main.

Die Wasserspiegellagen der Bäche wurden aus dem vorliegenden DGM5 (vgl. Kap.3.1) abgeleitet. Nidda und Main sind im Modellgebiet staugeregelt, die Wasserspiegellagen sind durch die Stauziele an den Staustufen vorgegeben:

Main:

Staustufe Griesheim	Oberwasser:	92,25 müNN
Staustufe Griesheim	Unterwasser:	87,75 müNN

Nidda:

Niddawehr Praunheim:	Oberwasser	99,20 müNN
Niddawehr Hausen:	Oberwasser	97,24 müNN
Niddawehr Rödelheim:	Oberwasser	95,53 müNN
Niddawehr Sossenheim:	Oberwasser	93,32 müNN
Niddawehr Höchst:	Oberwasser	90,50 müNN

29427883 3.5 Ermittlung der mittleren Grundwasserneubildung

Insbesondere bei großräumigen Modellen ist die dem Grundwasserleiter durch Versickerung von Niederschlag zufließende Wassermenge (Grundwasserneubildung) eine entscheidende Bilanzgröße. Die Grundwasserneubildung wird auf der obersten Modellknotenebene als flächenhafter Randzufluss (Neumann-Randbedingung) vorgegeben.

Für das stationäre Modell war die Ermittlung einer mittleren Grundwasserneubildungsrate erforderlich. Die Daten des Niederschlags und der Verdunstung (Haude) standen von der Klimastation Frankfurt/Main Westend für den Zeitraum von 01.10.1991 bis 30.09.2015 zur Verfügung.

Die mittlere Jahressumme des Niederschlags beträgt für die Zeitspanne von 1992 bis 2014 663 mm, die der mittleren Verdunstung 683 mm.

Die Klassifizierung der Bodennutzung wurde mit Hilfe eines GIS auf Basis von Satellitenaufnahmen (Landsat TM) vorgenommen. Daraus wurden die Nutzungsklassen Acker, Grünland, Wald, Siedlung und Wasser abgeleitet. Die Ermittlung der Bodennutzung mit Hilfe von Satellitenbildern erfolgt durch die Zuweisung bestimmter Spektralbereiche zu den einzelnen Nutzungen.

Die Bodenklassifizierung erfolgte auf Basis der Bodenkarte (1:50.000) des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung (heute HLNUG). Mit Hilfe eines GIS wurden die Bodenklassen und Nutzungsklassen verschnitten und daraus die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFK-We) berechnet.

Abbildung 5 und Abbildung 6 stellen die Monatssummen des Niederschlags und der Verdunstung an der Klimamessstelle Ffm-Westend dar, Abbildung 7 die korrespondierenden Jahressummen sowie die Mittelwerte von 1992 bis 2015.

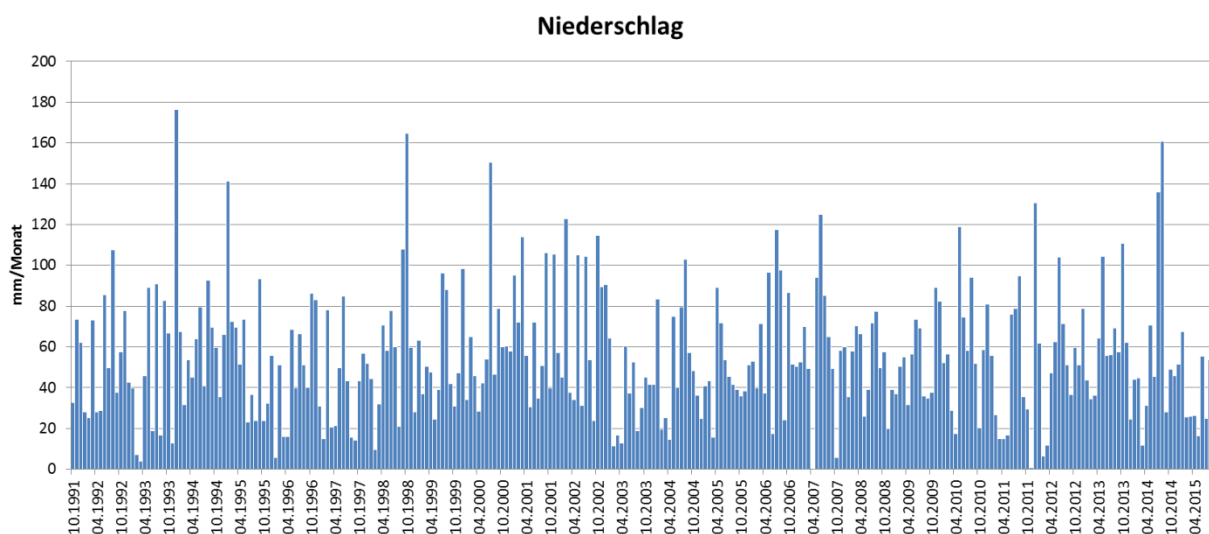


Abbildung 5: Monatssummen des Niederschlags (Klimastation Ffm-Westend)

29427883

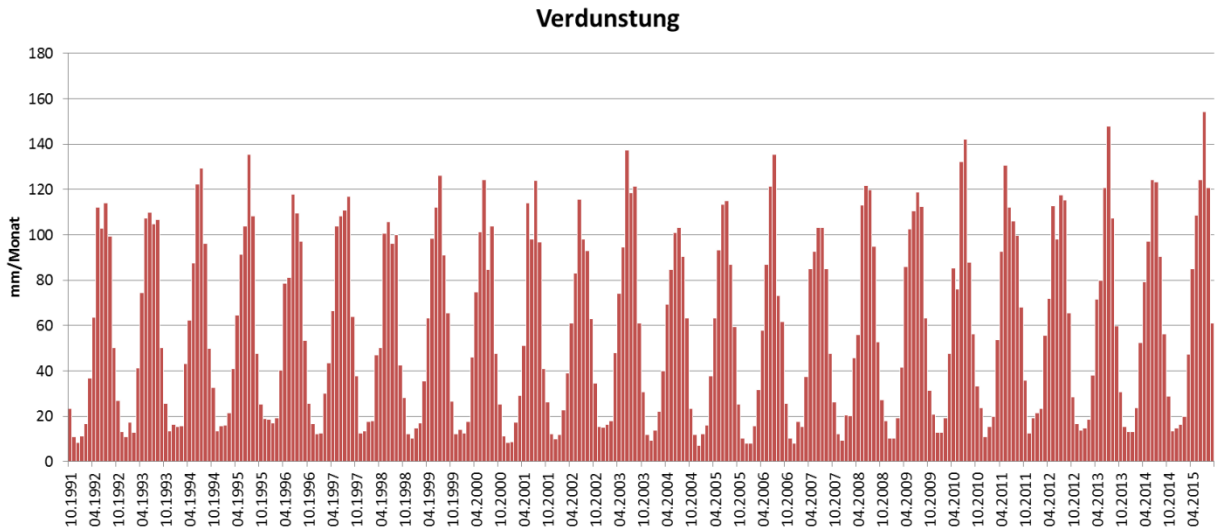


Abbildung 6: Monatssummen der Verdunstung (Klimastation Ffm-Westend)

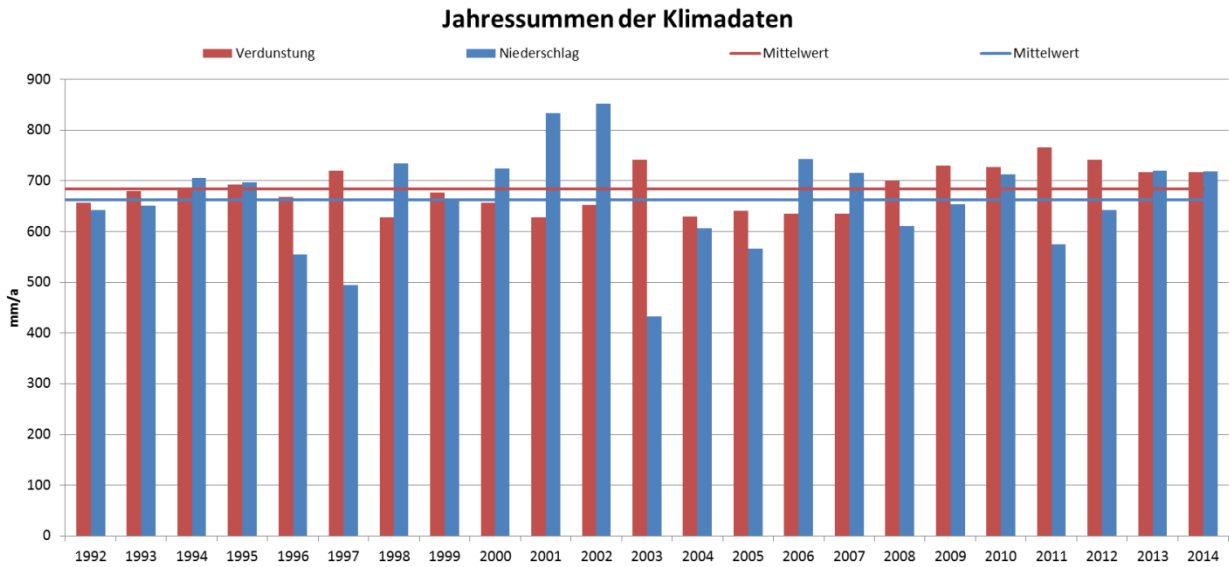


Abbildung 7: Jahressummen des Niederschlags und der Verdunstung (Klimastation Ffm-Westend)

29427883 Mit diesen Ausgangsdaten konnten die Grundwasserneubildungsraten nach WESSOLEK berechnet werden. Die verwendeten Regressionskoeffizienten wurden im Rahmen einer Untersuchung für den Umlandverband Frankfurt speziell an die klimatischen Bedingungen im Großraum Frankfurt (dem der Modellraum zugehört) angepasst (Wessolek 1992). Folgende Gleichungen wurden verwendet:

<u>Ackernutzung</u>	$G_{\text{neu}} = (1,030 \times N_W + 0,860 \times N_S - 128,2 \times \log n_{\text{FK-We}} - 0,050 \text{ ETP} - 92,90)$
<u>Grünland</u>	$G_{\text{neu}} = (1,024 \times N_W + 0,914 \times N_S - 118,3 \times \log n_{\text{FK-We}} - 0,151 \text{ ETP} - 122,75)$
<u>Wald</u>	$G_{\text{neu}} = (0,907 \times N_W + 0,925 \times N_S - 129,8 \times \log n_{\text{FK-We}} - 0,130 \text{ ETP} - 118,92)$
<u>Siedlung</u>	$G_{\text{neu}} = 1/3 \text{ „Grünland“}$
<u>Offene Wasserflächen</u>	$G_{\text{neu}} = N_W + N_S - 1,5 \text{ ETP}$

G_{neu} :	mittlere Grundwasserneubildungsrate [mm/m ² /a]
N_W :	mittlerer Winterniederschlag [mm]
N_S :	mittlerer Sommerniederschlag [mm]
$n_{\text{FK-We}}$:	nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum[mm]
ETP:	potentielle Jahresverdunstung nach Haude [mm]

Anlage I-4.1 zeigt in einem Lageplan die flächenhafte Verteilung der $n_{\text{FK-We}}$.

Insgesamt werden auf der rund 58,40 km² großen Fläche durch Niederschlagsversickerung knapp 5,68 Mio. m³/a Grundwasser neugebildet. Dies entspricht einer mittleren Grundwasserneubildung im Untersuchungsgebiet von etwa 97 mm/a. Die unter diesen Annahmen berechneten mittleren Grundwasserneubildungsraten im Modellgebiet sind **Anlage I-4.2** dargestellt.

4 Modellkalibrierung

Die Kalibrierung des stationären Modells muss auf Basis eines Strömungszustandes erfolgen, der die mittlere hydrologische Verhältnisse repräsentiert, da nur dann die Zuflüsse, Entnahmen, Wasserstände des Grundwassers und der Oberflächengewässer im gesamten Modellgebiet stabile mittlere Werte aufweisen und im Gleichgewicht zueinander stehen. Neben den natürlichen Randbedingungen ist dies auch eine Frage der Stationarität bezüglich der Entnahmen. Zur Modellkalibrierung wurden die Grundwassergleichen von Juni 1994 herangezogen, wie sie in der Geologischen Karte von Hessen 5817 Frankfurt a.M. West dokumentiert sind.

Zum Kalibrierzeitpunkt betrugen die Entnahmemengen etwa 2 Mio. m³/a für das Wasserwerk Praunheim II und 876.000 m³/a für Praunheim III.

Aufgrund der im Januar 2007 erfolgten Fördereinstellung des Wasserwerkes Praunheim III wurde für die spätere Abbildung des aktuellen Bezugszustandes die Entnahme des WW Praunheim III im kalibrierten Modell ausgesetzt.

4.1 Variation der Modellparameter

Im Rahmen der Kalibrierung erfolgte eine Variation der Modellparameter, bis eine hinreichende Übereinstimmung der gemessenen mit den errechneten Grundwasserständen erreicht wurde.

Die zugrunde gelegte Aquifergeometrie und die flächenhaften Grundwasserneubildungsraten wurden als gesichert betrachtet und im Rahmen der Kalibrierung nicht variiert. Kalibriergrößen sind bei stationärer Rechnung Leakage-Koeffizienten, maximale In- und Exfiltrationsraten, k_f -Werte und der Zustrom über die Modellränder (Neumann-Randbedingung).

Die Auenlehmüberdeckung des Grundwasserleiters wurde südlich der Nidda flächenhaft mit einer Mächtigkeit von 3 m angenommen. Sie wurde einheitlich mit einem k_f -Wert von $1 \cdot 10^{-7}$ m/s belegt.

Die Oberflächengewässer wurden über Leakage-Randbedingungen abgebildet. Die Austauschvorgänge zwischen Vorfluter und Grundwasser werden dabei proportional zur Potentialdifferenz zwischen Oberflächengewässer und Grundwasseroberfläche mit einem Leakage-Koeffizienten als Proportionalitätsfaktor errechnet. Die Infiltrationsrate kann dabei auf einen Maximalwert begrenzt werden. Ebenso ist eine Beschränkung der durch das Gewässer abgeführten Grundwassermenge möglich.

Sowohl der Leakage-Koeffizient als auch die maximale In- und Exfiltrationsleistung der Gewässer sind Parameter, deren Wert im Zuge der Kalibrierung des Modells so abgeschätzt werden müssen, dass sich plausible In- und Exfiltrationsmengen ergeben.

Die Leakage-Randbedingungen und die k_f -Werte wurden im Zuge der Modellkalibrierung solange im Bereich plausibler Grenzen variiert, bis eine gute Übereinstimmung gerechneter und gemessener Grundwasserstände erreicht war.

Die hierbei ermittelten hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte sind in **Anlage I-5** dargestellt und gelten mit Ausnahme der Deckschichten innerhalb der Niddaaue für alle Modellschichten.

Die resultierenden kalibrierten Grundwasserstände im Vergleich zur Messung im Juni 1994 zeigt der Grundwassergleichenplan in **Anlage I-6.1**.

Für den Bezugzustand ergeben sich infolge der 2007 erfolgten Fördereinstellung des WW Praunheim III in den Bereichen nördlich der Nidda und somit im Verlauf der geplanten Trassenführung keine signifikanten Unterschiede zum Kalibrierzeitpunkt. Der sich für den Bezugzustand ergebende Grundwassergleichenplan ist in **Anlage I-6.2** dargestellt.

4.2 Wassermengenbilanz

Im kalibrierten Modell liegt der Zustrom über den nördlichen Modellrand bei etwa **14,23 Mio. m³/a**. Der Abstrom über den südlichen Modellrand beträgt etwa **8,95 Mio. m³/a**. Die flächenhafte Grundwasserneubildung beträgt für das gesamte Modellgebiet knapp 5,68 Mio. m³/a. Die Grundwasserentnahmen der Wasserwerke Praunheim II und Praunheim III betragen zusammen 2,86 Mio. m³/a.

In die Gewässerstrukturen (Vorfluter, Grabensystem zwischen Westerbach und Sulzbach) innerhalb des Modellgebietes exfiltrieren insgesamt **8,11 Mio. m³/a**. Infolge der Stauhaltung wechseln sich in der Nidda infiltrierende und exfiltrierende Abschnitte ab. Netto exfiltrieren in die Nidda **7,6 Mio. m³/a** Grundwasser.

Die Wechselwirkungen der Gewässer im Modellgebiet betragen:

Nidda:	-7,6 Mio. m³/a
Liederbach:	+ 2,2 Mio. m³/a
Sulzbach:	- 3,0 Mio. m³/a
Westerbach:	+ 1,7 Mio. m³/a
Steinbach:	+ 1,2 Mio. m³/a
Grabensystem:	- 2,6 Mio. m³/a

Tabelle 1 dokumentiert die Bilanzgrößen am kalibrierten Modell.

29427883 Tabelle 1: Bilanzgrößen am kalibrierten Modell

Bilanzgröße	Mio. m ³ /a	
Zufluss über Modellrand	+14,23	
Abluss über Modellrand		-8,95
Grundwasserneubildung	+5,68	
Grundwasserentnahmen		-2,86
Gewässerexfiltration		-8,11
Summe	+19,91	-19,91

Darmstadt, März 2018



(Dr.-Ing. M. Kämpf)



(Dipl.-Ing. M. Ergh)

29427883 **Literatur**

BGS UMWELT 2008: Naturnaher Umbau der Nidda im Bereich des Wehres Praunheim, Darmstadt 2008.

BGS UMWELT 2008: Naturnaher Umbau der Nidda im Bereich des Wehres Hausen, Darmstadt 2008.

BGS UMWELT 2009: Naturnaher Umbau der Nidda im Bereich des Wehres Hausen, Darmstadt 2009.

BGS UMWELT 2012: Grundwassermodellierung zum Umbau des Nidda-Wehres Sossenheim, Darmstadt 2012.

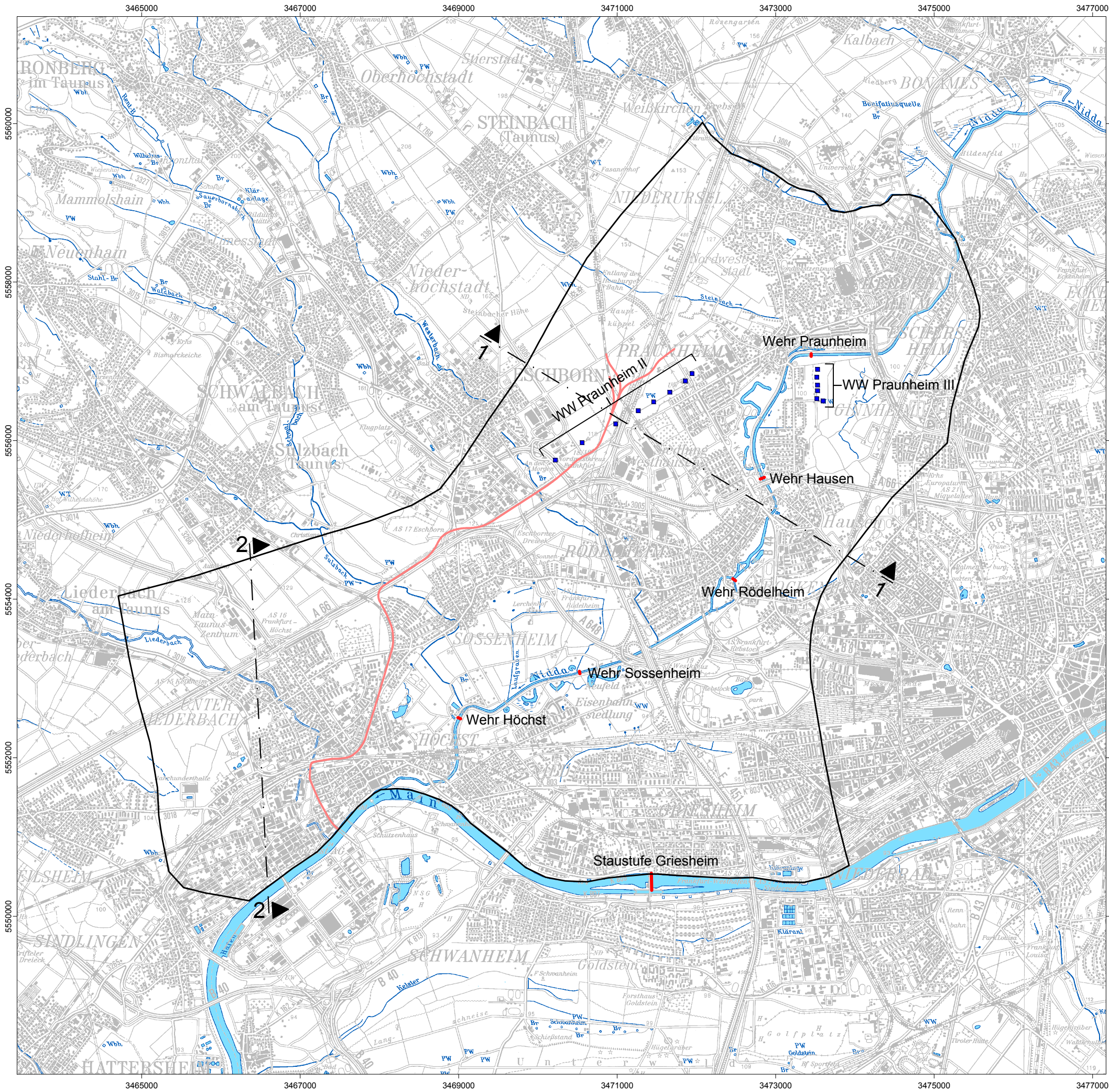
BGS UMWELT 2013: Grundwassermodellierung zum Umbau des Nidda-Wehres Sossenheim, Darmstadt 2013.

BGS UMWELT 2016: Grundwassermodellierung zum Umbau des Nidda-Wehres Sossenheim, Darmstadt 2016.

BGS UMWELT 2016: Regionaltangente West - PFA Nord - Hydrologisches Gutachten. Darmstadt, 2016.

HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (HLUG) 2009 Bodenkarte von Hessen 1:25.000, Blatt L 5817 Frankfurt a.M. West, Wiesbaden 2009.

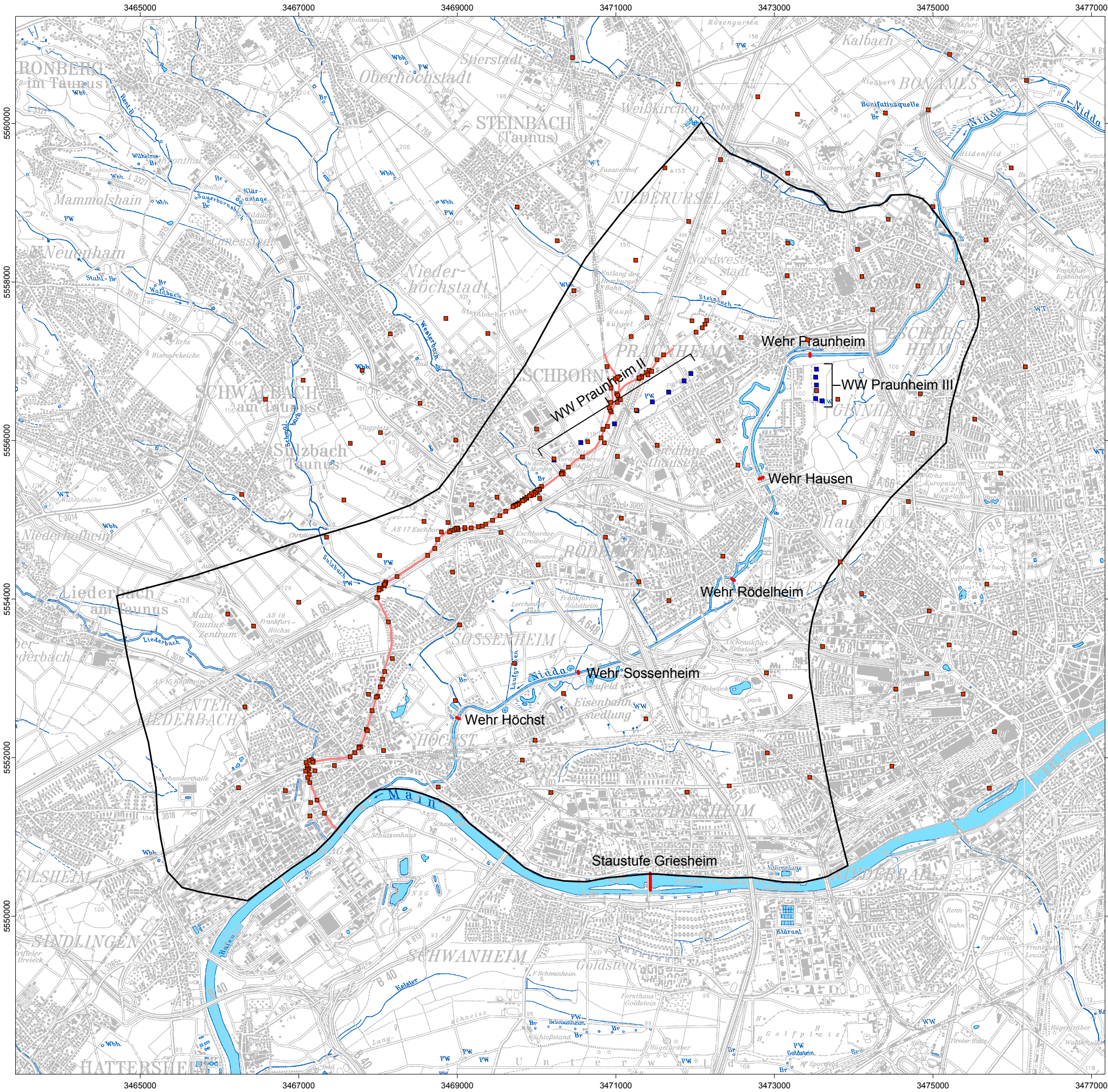
HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (HLUG) 2009 Geologische Karte von Hessen 1:25.000, Blatt L 5817 Frankfurt a.M. West, Wiesbaden 2009.



- Legende:
- Stauwehre
 - Brunnen
 - Modellrand
 - geplante Trasse RTW (Neubau)
 - Modellschnitt

Von der Europäischen Union kofinanziert
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

		Anlage:	I-1.1
Projekt : Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell		Maßstab:	1:50.000
Planbezeichnung: Übersichtslageplan		Datei:	5269-061.dwg
		Layout:	Anlage-I-01.1
		Bearb.:	Erg.
Bereitet durch: BGS UMWELT Brandt Gerdas Sitzmann Umweltplanung GmbH Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80 www.bgs Umwelt.de • info@bgs Umwelt.de An der Eschollmühle 28 • D-64297 Darmstadt		Gez.:	Kes.
		Datum:	März 2018
		Projekt- nummer:	5269



- Legende:
- Stauwehre
 - Brunnen
 - Bohrungen
 - Modellrand
 - geplante Trasse RTW (Neubau)

<div><div><div></div><div>Von der Europäischen Union kofinanziert</div><div>Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)</div></div></div>	
<div><div><div><div></div><div>RTW</div></div></div></div>	Anlage: I-1.2
<div>Projekt : Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell</div>	Maßstab: 1:50.000
<div>Planbezeichnung: Übersichtslageplan Bohrungen</div>	Datei: 5269-058.dwg Layout: Anlage-I-1.2
<div>Bearbeitet durch: BGS UMWELT Brandt Gerdas Sitzmann Umweltplanung GmbH Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80 www.bgs Umwelt.de • info@bgs Umwelt.de An der Eschollmühle 28 • D-64297 Darmstadt</div>	Bearb.: Erg. Gez.: See. Datum: März 2018 Projekt- nummer: 5269

29427883

Brg. Nr.	Rechtswert	Hochwert	Teufe
28	3470453	5560829	7,00
29	3471787	5560495	8,00
30	3472790	5560335	8,00
31	3473290	5560115	10,00
32	3474400	5560130	23,50
33	3474940	5560170	20,00
34	3475210	5560870	10,00
35	3476179	5560542	15,00
46	3470794	5579795	49,00
47	3471619	5559439	21,00
48	3472320	5559543	30,00
49	3473168	5559371	24,50
50	3474307	5559355	45,00
51	3475987	5559439	21,30
57	3469755	5558945	5,00
58	3470260	5558520	47,00
59	3471249	5558274	61,00
60	3471919	5558764	27,50
61	3472360	5558630	56,10
62	3473170	5558490	58,00
63	3473160	5558080	68,10
64	3474050	5558410	26,20
65	3474105	5558069	25,00
66	3474436	5558790	33,25
67	3475000	5558950	2,50
68	3475670	5558530	12,00
74	3468155	5557345	8,00
75	3468855	5557540	2,00
76	3469385	5557350	7,00
77	3470470	5557890	6,75
78	3471194	5557312	31,50
79	3471390	5557550	47,00
80	3471960	5557510	26,00
81	3472362	5557865	40,00
82	3472580	5557300	70,00
83	3473420	5557270	42,39
84	3474240	5557650	30,00
85	3474810	5557950	25,80
86	3475370	5557990	20,00
87	3475635	5557785	96,00
91	3466580	5556520	13,00
92	3467055	5556761	126,50
93	3467800	5556885	176,00
94	3468030	5556100	17,20
95	3468530	5556470	50,00
96	3468980	5556005	19,50
97	3470000	5556145	32,00
98	3471255	5556385	54,20
99	3472540	5555690	34,00
100	3473530	5556630	32,40
101	3473800	5556520	35,00
102	3474741	5556090	22,50
103	3474840	5556590	43,70
104	3475527	5556268	38,70
105	3476165	5556930	32,00
108	3466280	5555320	5,00
109	3467570	5555250	15,30
110	3467650	5555965	50,00
111	3468065	5555720	20,10
112	3468580	5554980	22,50

Brg. Nr.	Rechtswert	Hochwert	Teufe
113	3469180	5555190	45,00
114	3469500	5555285	50,60
115	3470220	5555770	60,00
116	3470645	5555985	49,20
117	3471020	5555800	62,25
118	3471070	5555020	25,50
119	3471520	5555940	25,00
120	3472290	5555995	30,00
121	3473880	5555220	12,70
122	3474690	5555230	30,00
123	3475853	5555590	45,00
126	3467350	5554780	26,00
127	3468020	5554550	160,00
128	3468080	5554170	21,00
129	3468940	5554340	30,00
130	3469550	5554840	7,60
131	3470020	5554430	25,00
132	3470870	5554780	190,00
133	3471290	5554220	17,30
134	3472350	5554540	51,50
135	3473830	5554470	35,70
136	3474100	5554070	46,50
137	3475680	5554190	40,00
141	3466104	5553810	30,00
142	3466430	5553660	20,00
143	3467000	5553960	165,80
144	3468180	5553250	58,00
145	3469030	5553675	47,60
146	3469720	5553190	13,50
147	3471385	5518170	11,00
148	3471670	5553980	8,50
149	3472900	5553070	29,00
150	3473608	5553401	40,20
151	3474920	5553060	132,00
152	3474953	5553850	20,55
153	3475204	5553423	30,00
154	3476030	5553573	30,00
157	3466320	5552640	50,00
158	3467880	5552800	44,50
159	3468070	5552090	65,00
160	3468975	5552720	6,90
161	3469980	5552220	35,00
162	3470340	5552810	32,55
163	3471380	5552490	45,60
164	3472910	5552060	49,50
165	3473200	5552770	35,00
166	3474532	5552865	50,00
167	3475381	5552801	50,00
168	3475776	5552328	100,00
170	3466240	5551620	9,40
171	3466831	5551585	25,00
172	3467450	5551900	40,00
173	3468760	5551630	28,00
174	3469820	5551970	16,00
175	3470180	5551560	30,50
176	3471899	5551565	11,20
177	3472431	5551644	30,00
178	3473445	5551752	30,00
179	3474482	5551892	30,50
180	3475711	5551614	24,98

29427883

Brg. Nr.	Rechtswert	Hochwert	Teufe
RKS 1-007	3472144,93	5557513,63	9,00
RKS 1-008	3472124,21	5557467,34	3,00
RKS 1-009	3472089,84	5557420,86	3,00
RKS 1-010	3472011,89	5557366,15	8,00
RKS 1-016	3471601,23	5557081,10	3,00
RKS 1-017	3471518,82	5557019,93	6,00
RKS 1-018	3471416,87	5556885,10	10,00
RKS 1-019	3471453,14	5556872,18	10,00
RKS 1-020	3471384,25	5556856,95	10,00
RKS 1-021	3471404,68	5556827,16	10,00
BK 1-25	3471289,43	5556780,71	30,00
RKS 1-51	3471018,96	5556480,96	6,50
RKS 1-53	3470934,97	5556480,70	8,30
RKS 1-54	3470942,15	5556359,29	6,90
RKS 1-55	3470927,84	5556380,66	7,00
RKS 1-56	3470915,50	5556413,15	7,80
RKS 1-62	3470837,42	5556140,86	2,20
RKS 1-63	3470813,00	5556033,35	6,00
BK 1-100	3469926,93	5555304,75	22,00
BK/CPT 1-101	3469877,36	5555271,54	20,00
BK 1-101.2	3469878,03	5555285,32	3,80
BK 1-101.2a	3469878,03	5555285,32	27,50
BK 1-102	3469820,39	5555240,88	30,00
BK 1-102.1	3469846,51	5555265,16	25,30
BK 1-102.2	3469847,18	5555253,03	30,00
BK 1-102.3	3469815,59	5555245,59	25,30
BK 1-102.4	3469825,65	5555239,03	30,00
BK 1-103.1	3496788,34	5555225,00	25,30
BK 1-103.2	3469779,07	5555213,31	30,00
BK 1-105	3469759,32	5555201,62	25,00
BK/CPT 1-106	3469763,07	5555193,13	12,00
RKS 1-107	3469713,75	5555177,31	10,00
BK 1-107.2	3469731,09	5555187,93	25,00
BK 1-107.3	3469733,64	5555181,81	25,00
BK 1-107.4	3469701,76	5555168,89	25,00
BK 1-107.5	3469704,62	5555162,98	25,00
RKS 1-108	3469610,78	5555107,01	3,00
RKS 1-109	3469537,44	5555051,63	6,00
RKS 1-110	3469444,72	5554994,39	3,00
RKS 1-111	3469357,18	5554944,75	6,00
Sch 1-112	3469314,55	5554922,45	1,00
RKS 1-113	3469266,11	5554913,50	6,00
RKS 1-114	3469175,60	5554898,10	8,00
BK 1-115	3469093,64	5554886,25	15,00
BK 1-116	3469094,60	5554902,12	15,00
BK 1-117	3469009,82	5554875,24	25,00
BK 1-118	3469005,25	5554897,45	25,00
BK 1-119	3468992,81	5554894,77	25,20
BK 1-120	3468972,27	5554872,86	25,00
BK 1-121	3468967,69	5554885,59	25,00
BK 1-122	3468944,33	5554866,39	14,00
BK 1-124	3468919,85	5554863,85	25,00
BK 1-125	3468901,77	5554846,55	25,00
RKS 1-128	3468799,69	5554845,10	10,00
RKS 1-129	3468882,80	5554965,69	9,40
RKS 1-130	3468750,30	5554751,39	6,00
RKS 1-131	3468715,64	5554638,12	6,00
BK 1-132	3468626,06	5554550,85	15,00
BK 1-137	3468239,86	5554283,95	15,00
BK 1-139	3468099,30	5554217,57	29,00

Brg. Nr.	Rechtswert	Hochwert	Teufe
BK 1-140	3468083,21	5554185,87	27,00
RKS 1-141	3468093,49	5554201,27	8,00
BK 1-142	3468083,21	5554185,87	25,00
BK 1-143	34068074,25	5554167,57	20,00
BK 1-144	3468038,97	5554128,78	29,10
BK 1-145	3468016,49	5554137,80	20,00
RKS 1-146	3468013,58	5554114,64	30,00
BK 1-147	3468083,21	5554185,87	30,00
BK 1-151	3467994,75	5554022,64	35,10
BK 1-152	3467982,84	5554015,45	34,60
RKS 1-159	3468131,13	5553712,92	8,00
RKS 1-160			3,00
RKS 1-171	3468084,86	5553086,01	7,50
RKS 1-172	3468056,55	5552989,95	8,00
RKS 1-173	3468027,91	5552893,59	8,00
BK 1-174	3467996,61	5552775,67	20,00
BK 1-177	3467978,25	5552763,23	20,00
BK 1-178			1,00
BK 1-180			1,00
DPH 1-184a	3467924,97	5552592,69	3,40
BK 1-191	3467851,18	5552356,37	35,00
BK 1-195	3467865,54	5552341,04	30,00
BK 1-196			8,50
BK 1-197			3,20
BK 1-198			1,00
BK 1-199			4,00
BK 1-204	3467778,62	5552139,06	20,00
BK 1-205	3467758,38	5552136,57	20,00
RKS 1-206	3467759,48	5552120,94	8,00
BK 1-208			2,00
BK 1-209			3,00
BK 1-210			2,00
KB 1-211 A			1,60
KB 1-211			0,70
RKS 1-212 A	3467706,75	5552062,85	8,00
BK 1-216	3467648,58	5552010,92	30,00
BK 1-22	3471327,32	5556812,17	30,00
BK 1-220			3,10
BK 1-221			4,20
BK 1-222			3,30
BK 1-223			4,17
BK/CPT 1-23	3471323,56	5556794,59	30,00
BK 1-24	3471293,66	5556792,08	30,00
BK 1-247	3467182,82	5551960,47	25,00
BK/CPT 1-248	3467160,47	5551973,50	25,00
RKS 1- 250	3467177,32	5551941,00	11,00
RKS 1-252	3467129,30	5551962,57	7,00
RKS 1-253	3467092,41	5551937,43	3,00
BK 1-255	3467104,94	5551895,24	25,00
BK 1-256	3467126,79	5551861,25	25,00
BK 1-257	3467109,68	5551858,19	25,00
BK 1-258	3467107,31	5551844,85	25,00
BK 1-258a	3467204,25	5551834,78	25,00
BK 1-259	3467086,24	5551829,81	25,00
BK 1-260	3467132,77	5551787,88	20,00
RKS 1-261	3467112,59	5551748,72	5,10
RKS/DPH 1-263	3467138,97	5551686,55	6,00
RKS/DPH 1-276	3467230,56	5551464,28	5,30
RKS 1-277	3467149,65	5551434,48	3,90
RKS/DPH 1-278	3467140,63	5551265,70	6,00

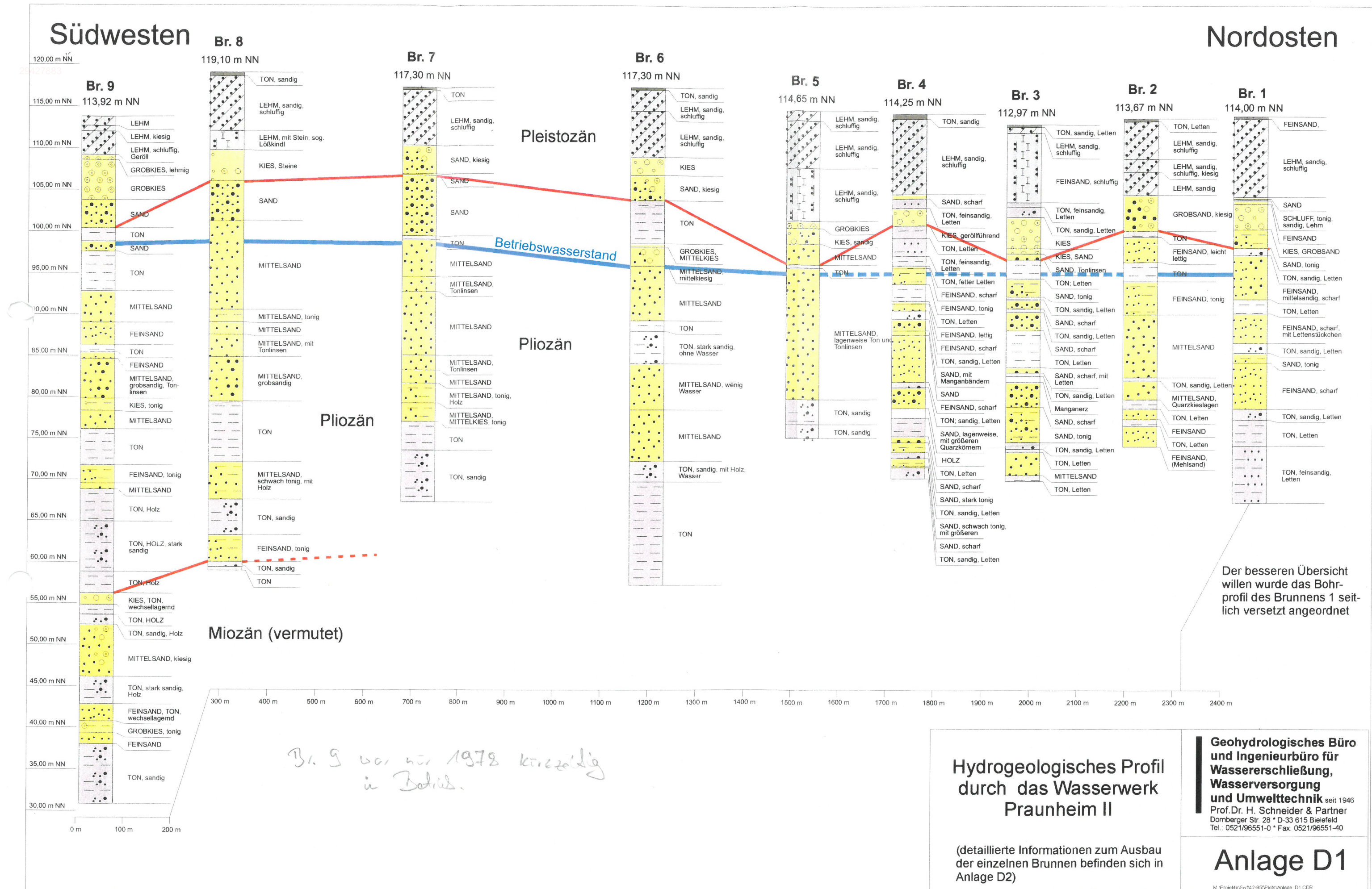
29427883

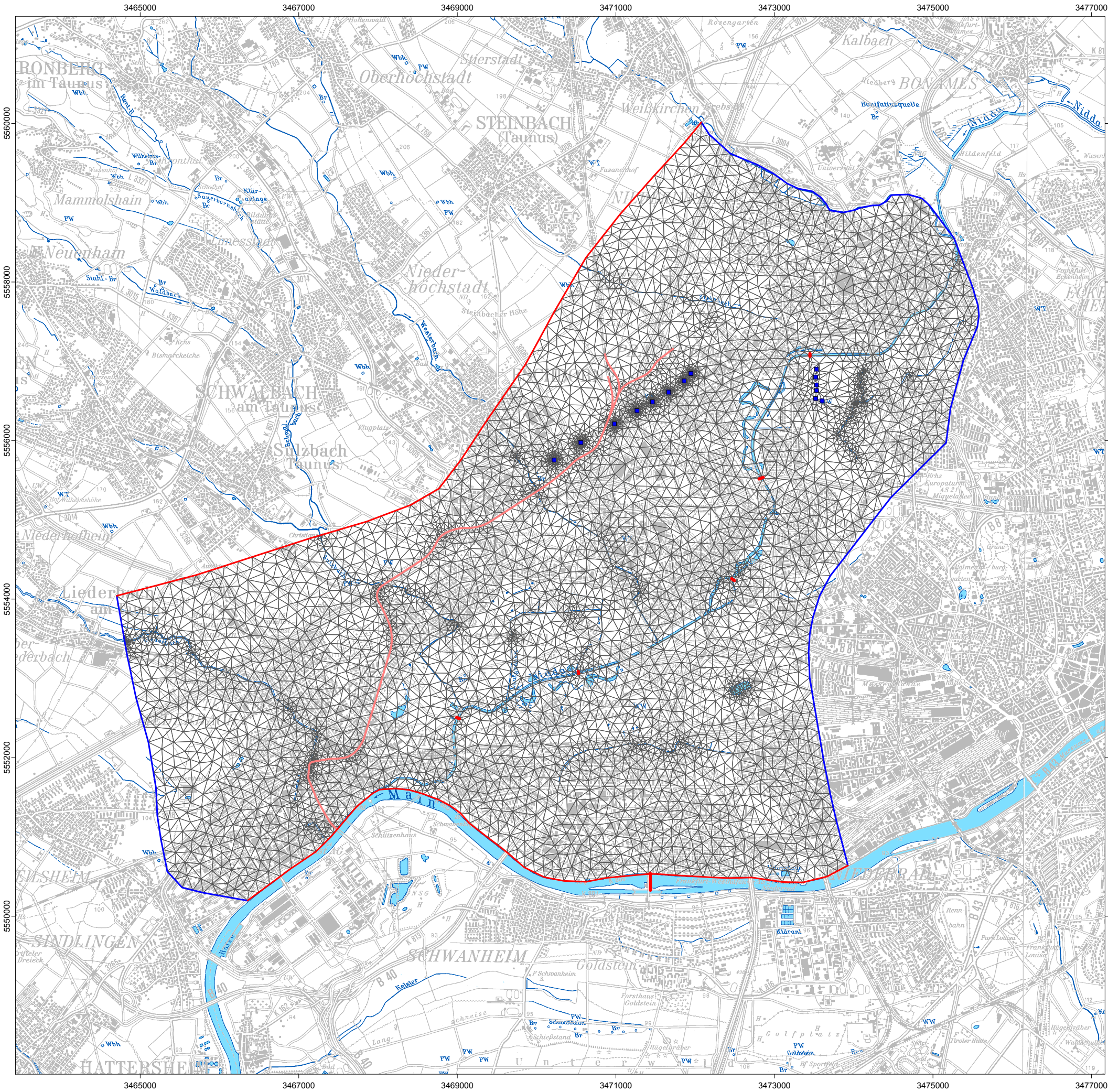
29427883

Brg. Nr.	Rechtswert	Hochwert	Teufe
RKS/DPH 1-279	3467324,00	5551298,89	4,10
RKS 1-281	3467700,42	5550892,99	6,60
RKS 1-282	3467754,11	5550858,40	8,00
RKS 1-285	3468120,09	5550537,86	6,00
RKS 1-286	3468103,81	5550398,60	5,00
BK 1-288	3468045,47	5550094,70	15,00
RKS 1-289	3468106,12	5550041,91	8,00
RKS 1-290	3468128,11	5549955,33	4,10
RKS 1-290a	3468128,11	5549955,33	7,80
RKS 1-291	3468122,27	5549811,21	6,00
RKS 1-292	3468129,30	5549734,75	8,20
BK 1-293	3468132,73	5549742,16	15,00
SCH 1-294	3468167,08	5549622,71	1,20
RKS 1-295	3468172,71	5549564,90	5,00
RKS 1-296	3468092,72	5549437,86	5,00
RKS 1-297	3467996,66	5549355,65	4,20
RKS 1-297a	3467996,65	5549355,65	5,00
BK 1-298a			15,00
BK 1-299	3467837,20	5549269,23	20,00
BK 1-300	3467837,95	5549258,02	20,00
BK 1-301	3467818,83	5549259,62	20,00
BK 1-302	3467822,47	5549245,21	20,00
BK 1-304a			15,00
RKS 1-305	3467628,00	5549143,42	15,00
BK/CPT 1-306	3467526,38	5549081,04	25,00
BK/CPT/GWM 1-307	3467516,79	5549080,16	25,00
BK 1-308	3467514,62	5549053,52	20,00
BK 1-309	3467498,22	5549069,79	25,00
BK 1-310	3467497,60	5549026,75	25,00
BK 1-311	3467490,92	5549035,77	20,00
BK 1-312	3467482,44	5548989,81	25,00
BK 1-313	3467446,92	5548918,24	20,30
BK 1-314	3467452,75	5548949,61	25,00
BK 1-315	3467424,96	5548864,86	20,60
BK 1-316	3467400,20	5548856,02	25,00
BK 1-317	3467386,07	5548733,88	20,60
BK 1-318	3467370,40	5548777,29	25,60
BK 1-319	3467374,08	5548691,21	25,60
BK 1-320	3467368,91	5548649,03	25,00
BK 1-321	3467347,23	5548670,10	25,60
BK 1-322	3467347,66	5548617,62	25,60
RKS 1-325	3467382,94	5548417,39	4,00
RKS 1-327	3467437,08	5548369,92	4,00
BK/CPT 1-329	3467521,17	5548277,64	25,00
RKS 1-33	3470999,27	5556781,06	8,00
BK 1-330	3467511,80	5548267,53	25,00
BK/CPT 1-331	3467558,92	5548240,29	25,00
BK 1-333	3467593,04	5548260,65	25,00
BK/CPT 1-334	3467591,72	5548205,91	25,00
BK 1-335	3467605,29	5548224,45	25,00
BK 1-336	3467630,61	5548199,74	25,00
BK 1-337	3467648,64	5548206,13	30,00
BK 1-338	3467688,22	5548162,15	25,60
RKS/DPH 1-33b	3470996,03	5556776,62	7,00
RKS 1-34	3471023,22	5556799,89	8,10
BK 1-343	3467867,35	5547849,82	20,00
BK 1-348	3467904,93	5547743,34	20,00
BK 1-349	3467887,35	5547742,69	20,00
RKS 1-35.2	3470889,15	5556932,57	6,00
BK 1-360	3467898,98	5547359,98	20,60

Brg. Nr.	Rechtswert	Hochwert	Teufe
RKS 1-44	3470938,01	5556659,96	6,00
RKS/DPH 1-45a	3471009,44	5556590,63	5,00
RKS/DPH 1-46b	3471029,54	5556558,42	5,00
BK 1-47	3471021,78	5556570,69	25,00
BK 1-47-2	3471057,91	5556514,90	30,00
Sch 1-60	3470893,34	5556178,11	1,20
RKS 1-63.2	3470855,17	5555971,07	6,00
RKS/DPH 1-68	3470578,10	5555792,48	6,00
RKS/DPH 1-72	3470401,96	5555663,95	6,00
RKS/DPH 1-72a			8,10
BK 1-73	3470324,37	5555605,33	25,00
BK 1-74	3470336,28	5555581,88	25,00
BK 1-75	3470311,20	5555584,92	20,00
BK 1-76	3470317,15	5555576,26	20,00
BK 1-82	3470063,10	5555421,26	30,00
BK 1-85	3470039,71	5555387,54	25,00
BK 1-87 B	3470031,12	5555378,84	30,00
BK 1-89	3469988,33	5555358,38	25,00
RKS 1-91	3470000,80	5555351,04	5,00
BK 1-92	3470004,85	5555373,15	3,00
BK 1-94	3469972,57	5555348,03	25,00
BK 1-95	3469985,16	5555340,60	25,00
RKS 1-96 A			2,00
BK 1-96	3470039,23	5555268,92	10,00
BK/CPT 1-97	3469963,07	5555314,56	25,00
BK 1-98	3469935,68	5555329,50	25,00
BK 1-99	3469909,66	5555302,34	20,00
RKS 1- HG 16	3472396,30	5564999,30	8,00
RKS 1- HG 17	3472485,12	5565007,84	3,00
RKS 1- HG 18	3472588,90	5565008,12	3,00
RKS 1- HG 22	3472671,25	5565005,39	3,00
RKS 1- HG 23	3472691,09	5564999,43	3,00
RKS 1- HG 27	3472840,03	5564998,93	3,00
RKS 1- HG 28	3472905,76	5564989,38	3,10
RKS 1- HG 30	3472965,25	5564977,74	6,00
RKS 1- HG 9	3472190,31	5564768,63	4,10







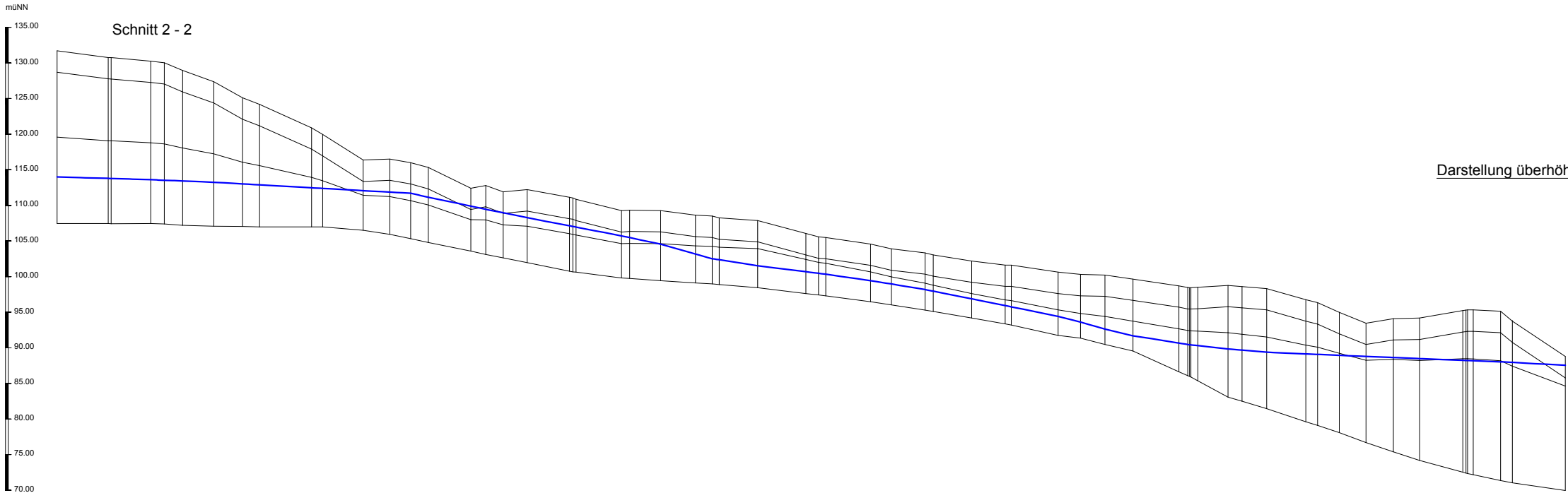
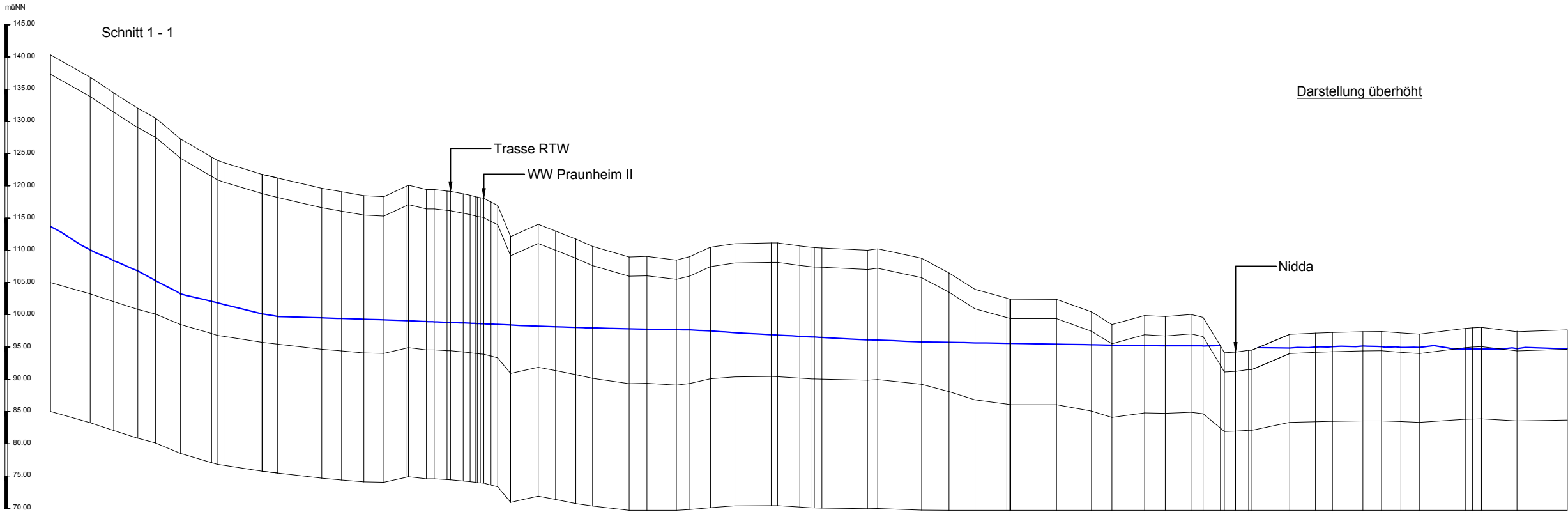
Legende:

- Stauwehre
- Brunnen
- Stromlinie
- Potentialrand
- geplante Trasse RTW (Neubau)
- FE-Netz



Von der Europäischen Union kofinanziert
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

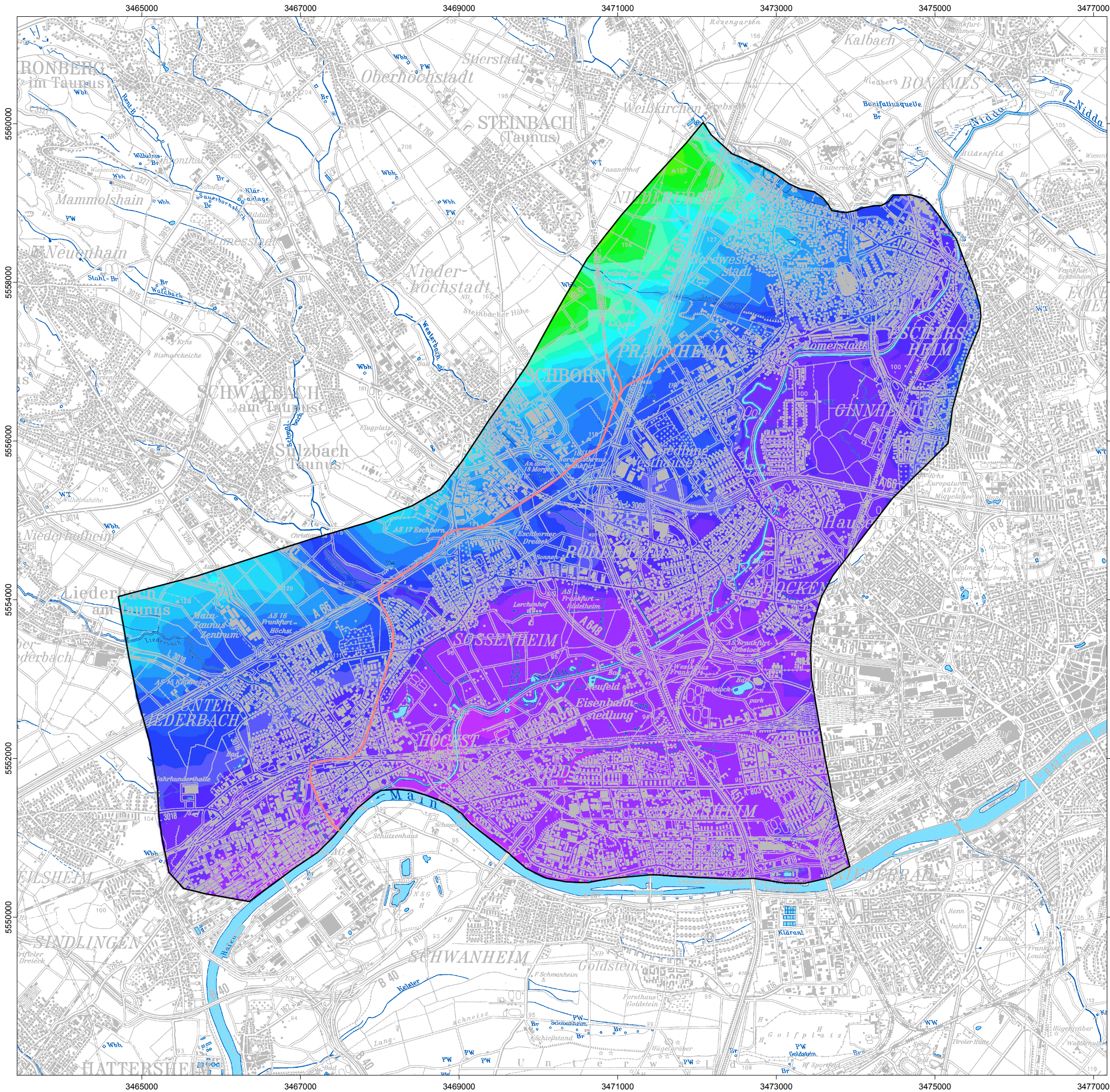
	Anlage: I-2.1
Projekt : Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell	Maßstab: 1:50.000
Planbezeichnung: Finite-Elemente-Netz	Datei: 5269-027.dwg Layout: Anlage-I-02.1
Bearbeitet durch: BGS UMWELT Brandt Gerdas Sitzmann Umweltplanung GmbH Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80 www.bgs Umwelt.de • info@bgs Umwelt.de An der Eschollmühle 28 • D-64297 Darmstadt	Bearb.: Erg. Gez.: Kes. Datum: März 2018 Projekt- nummer: 5269





Von der Europäischen Union kofinanziert
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

	Anlage:
	I-2.2
Projekt : Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell	Maßstab:
	o.M.
Planbezeichnung: Vertikalschnitte	Datei: 5269-062.dwg
	Layout: Anlage-I.02.2
Bearbeitet durch: BGS UMWELT Brandt Gerdas Sitzmann Umweltplanung GmbH Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80 www.bgs Umwelt.de • info@bgs Umwelt.de An der Escholinmühle 28 • D-64297 Darmstadt	Bearb.: Erg.
	Gez.: Kes.
	Datum: März 2018
Projekt- nummer: 5269	



Legende:

- Modellrand
- geplante Trasse RTW (Neubau)

Z-Koordinaten

- 80.00 - 84.00
- 84.00 - 88.00
- 88.00 - 92.00
- 92.00 - 96.00
- 96.00 - 100.00
- 100.00 - 104.00
- 104.00 - 108.00
- 108.00 - 112.00
- 112.00 - 116.00
- 116.00 - 120.00
- 120.00 - 124.00
- 124.00 - 128.00
- 128.00 - 132.00
- 132.00 - 136.00
- 136.00 - 140.00
- 140.00 - 144.00
- 144.00 - 148.00
- 148.00 - 152.00
- 152.00 - 156.00
- 156.00 - 160.00



Von der Europäischen Union kofinanziert
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)



Projekt :
Regionaltangente West
Hydrologisches Gutachten PFA Nord
Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell

Planbezeichnung:
Geländehöhen

Bearbeitet durch:
BGS UMWELT
Brandt Gerdas Sitzmann Umweltplanung GmbH
Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80
www.bgs Umwelt.de • info@bgs Umwelt.de
An der Eschollmühle 28 • D-64297 Darmstadt

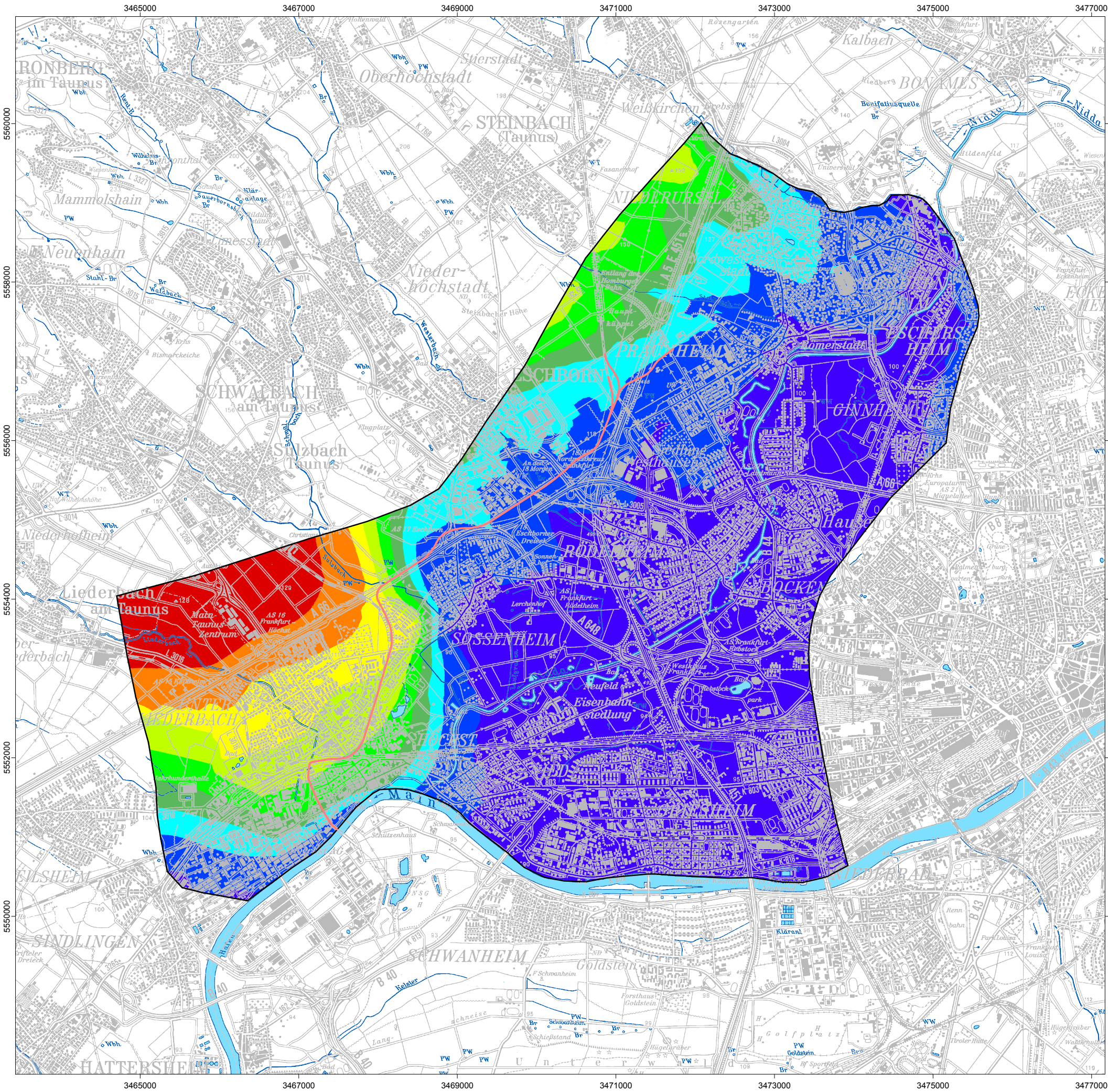
Anlage:
I-3.1

Maßstab:
1:50.000

Datei: 5269-031.dwg
Layout: Anlage-I-3.1

Bearb.: Erg.
Gez.: Kes.

Datum: Dez. 2016
Projekt-
nummer: 5269




Legende:

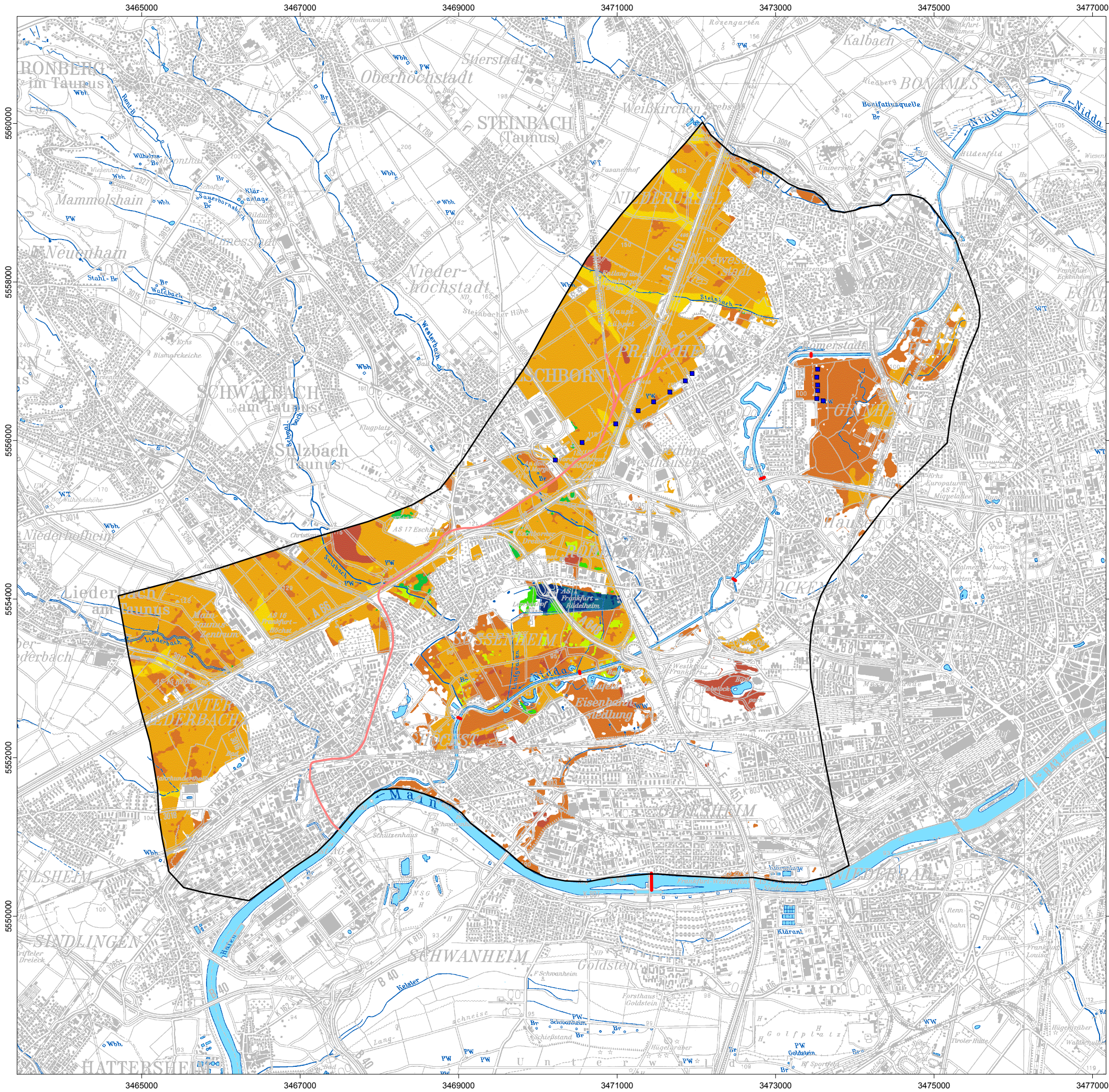
- Modellrand
- geplante Trasse RTW (Neubau)

Z-Koordinaten

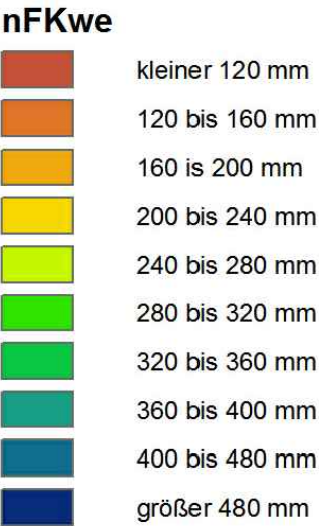
- 65.00 - 70.00
- 70.00 - 75.00
- 75.00 - 80.00
- 80.00 - 85.00
- 85.00 - 90.00
- 90.00 - 95.00
- 95.00 - 100.00
- 100.00 - 105.00
- 105.00 - 110.00
- 110.00 - 115.00

Von der Europäischen Union kofinanziert
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

		Anlage: I-3.2
Projekt : Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell		Maßstab: 1:50.000
Planbezeichnung: Modellbasis		Datei: 5269-031.dwg Layout: Anlage-I-3.2
Bearbeitet durch: BGS UMWELT Brandt Gerdas Sitzmann Umweltplanung GmbH Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80 www.bgs Umwelt.de • info@bgs Umwelt.de An der Eschollmühle 28 • D-64297 Darmstadt		Bearb.: Erg. Gez.: Kes. Datum: Dez. 2016 Projekt- nummer: 5269



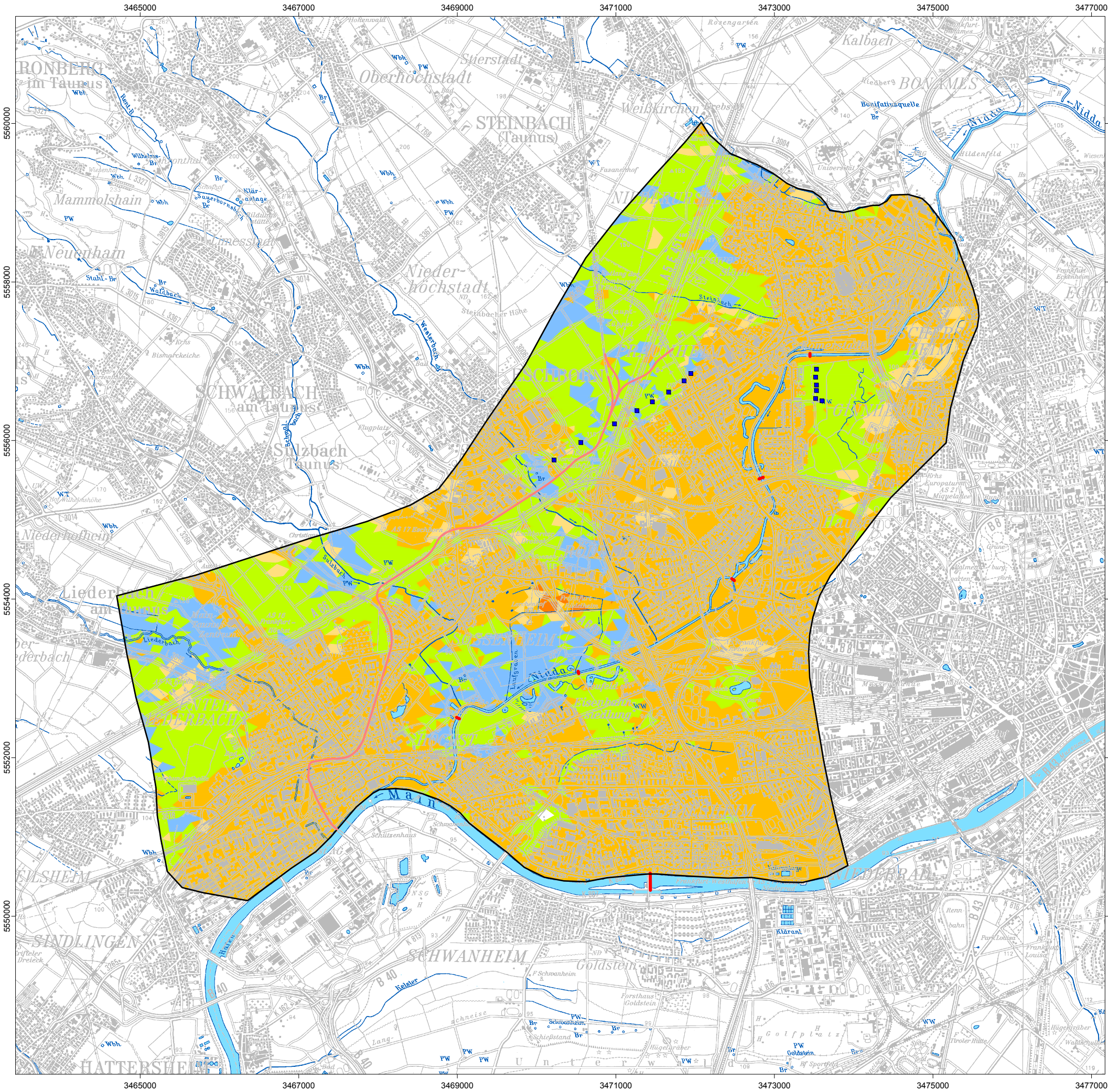
- Legende:
- Stauwehre
 - Brunnen
 - Modellrand
 - geplante Trasse RTW (Neubau)



Quelle: Digitale Bodenflächendaten BFD50,
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Von der Europäischen Union kofinanziert
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

		Anlage: I-4.1
Projekt : Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell		Maßstab: 1:50.000
Planbezeichnung: Nutzbare Feldkapazität im Wurzelraum		Datei: 5269-064.dwg Layout: Anlage-I-04.1
Bereitet durch: BGS UMWELT Brandt Gerdas Sitzmann Umweltplanung GmbH Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80 www.bgs-umwelt.de • info@bgs-umwelt.de An der Eschollmühle 28 • D-64297 Darmstadt		Bearb.: Erg. Gez.: Kes. Datum: März 2018 Projekt- nummer: 5269



Legende:

- Stauwehre
- Brunnen
- Modellrand
- geplante Trasse RTW (Neubau)

Grundwasserneubildung: [mm/a]

- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 150
- 150 - 200
- 200 - 250



Von der Europäischen Union kofinanziert
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)



Projekt :
Regionaltangente West
Hydrologisches Gutachten PFA Nord
Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell

Planbezeichnung:
Grundwasserneubildung

Bearbeitet durch:
BGS UMWELT
Brandt Gerdas Sitzmann Umweltplanung GmbH
Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80
www.bgs Umwelt.de • info@bgs Umwelt.de
An der Eschollmühle 28 • D-64297 Darmstadt

Anlage:
I-4.2

Maßstab:
1:50.000

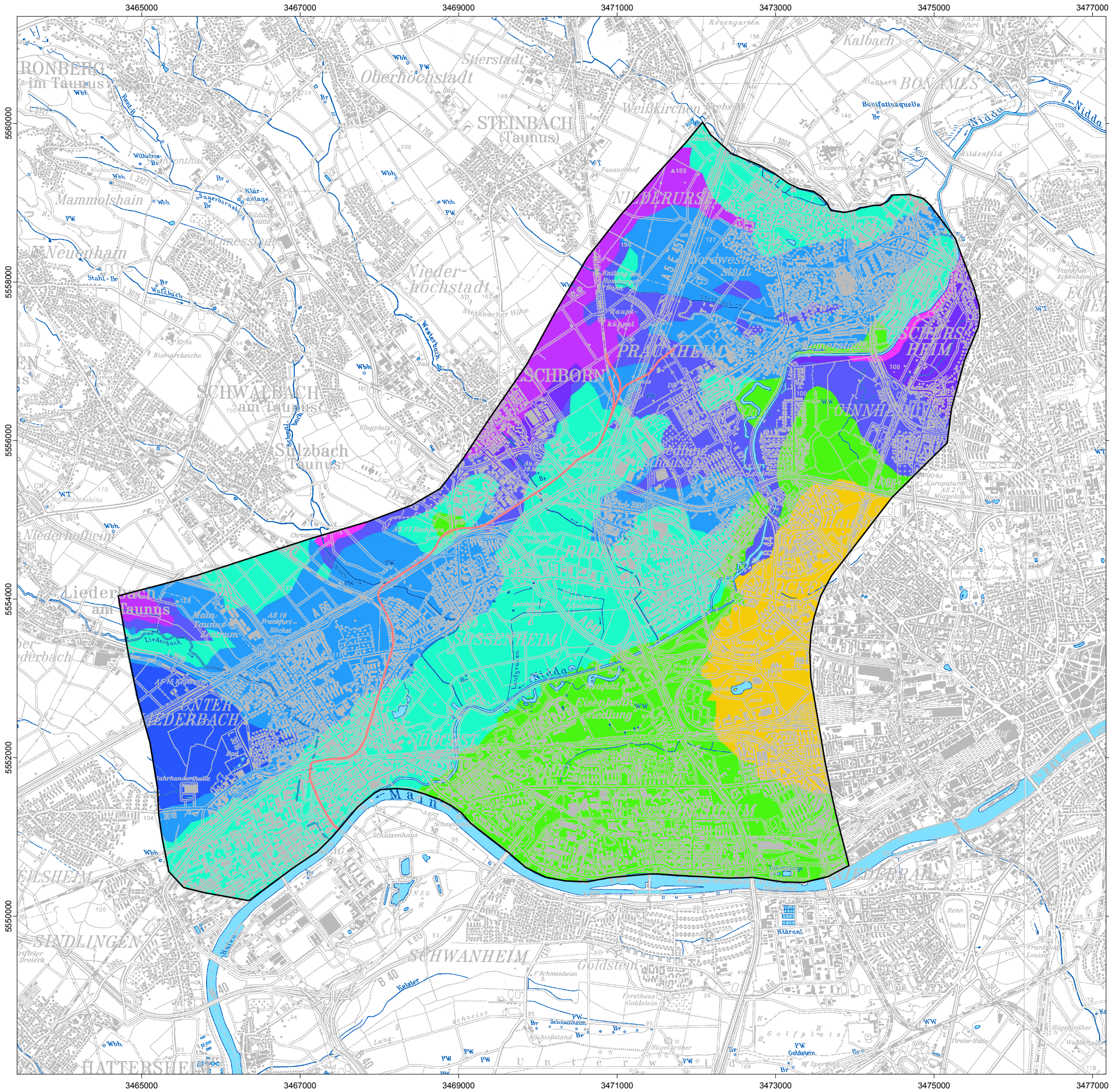
Datei: 5269-030.dwg
Layout: Anlage-I-04.2

Bearb.: Erg.

Gez.: Kes.

Datum: März 2018

Projekt-
nummer: 5269



Legende:

- Modellrand
- geplante Trasse RTW (Neubau)

K-Werte (m/s)

- 5.00 * 10⁻⁶ - 1.00 * 10⁻⁵
- 1.00 * 10⁻⁵ - 5.00 * 10⁻⁵
- 5.00 * 10⁻⁵ - 1.00 * 10⁻⁴
- 1.00 * 10⁻⁴ - 2.00 * 10⁻⁴
- 2.00 * 10⁻⁴ - 3.00 * 10⁻⁴
- 3.00 * 10⁻⁴ - 4.00 * 10⁻⁴
- 4.00 * 10⁻⁴ - 5.00 * 10⁻⁴
- 5.00 * 10⁻⁴ - 6.00 * 10⁻⁴
- 6.00 * 10⁻⁴ - 7.00 * 10⁻⁴
- 7.00 * 10⁻⁴ - 8.00 * 10⁻⁴
- 8.00 * 10⁻⁴ - 9.00 * 10⁻⁴
- 9.00 * 10⁻⁴ - 1.00 * 10⁻³
- 1.00 * 10⁻³ - 2.00 * 10⁻³

Von der Europäischen Union kofinanziert
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)



Projekt :
Regionaltangente West
Hydrologisches Gutachten PFA Nord
Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell

Planbezeichnung:
Hydraulische Durchlässigkeiten

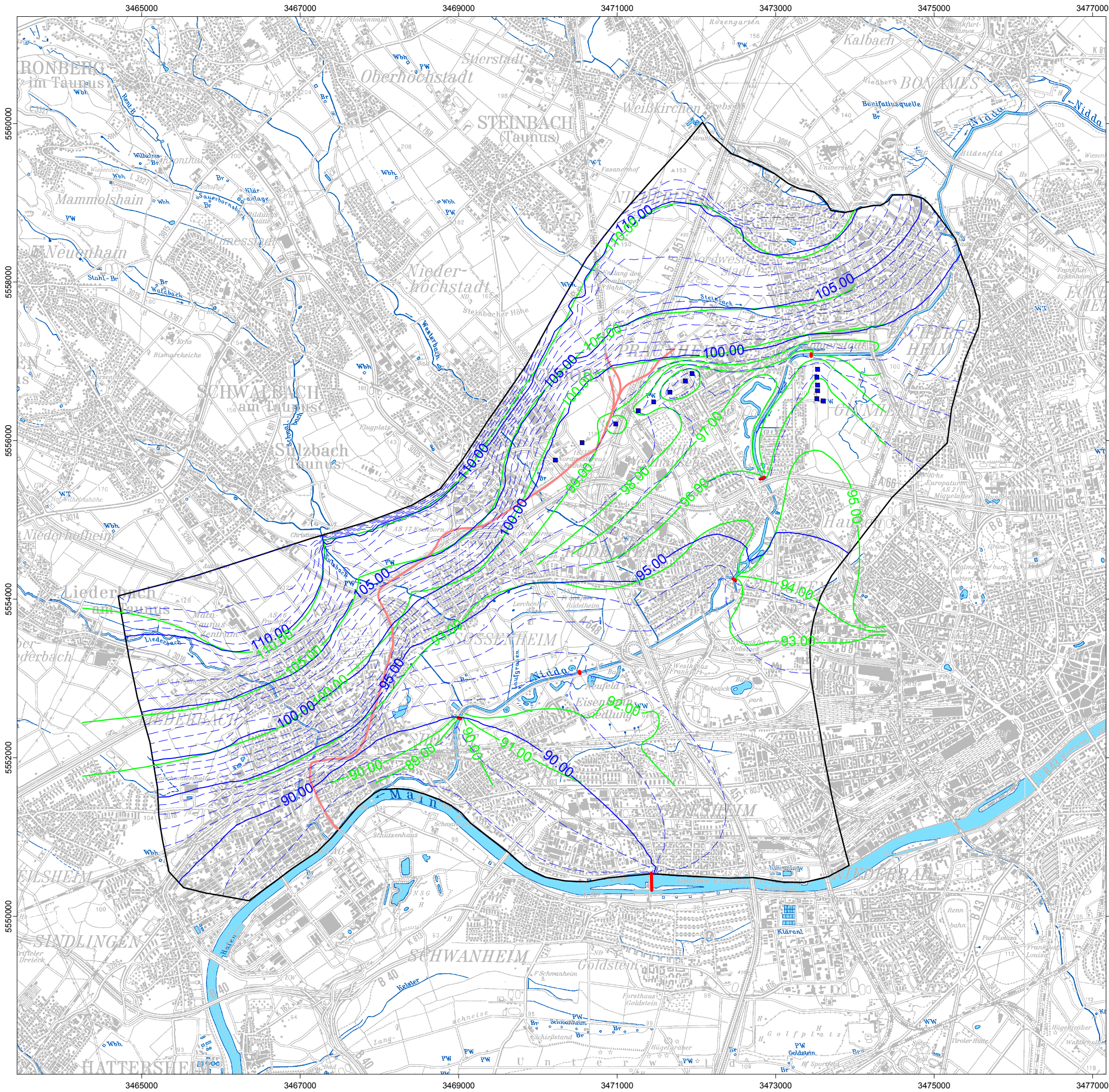
Bearbeitet durch:
BGS UMWELT
Brandt Gerdas Sitzmann Umweltplanung GmbH
Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80
www.bgs-umwelt.de • info@bgs-umwelt.de
An der Eschollmühle 28 • D-64297 Darmstadt

Anlage:
I-5







Maßstab:
1:50.000

Datei: 5269-028.dwg
Layout: Anlage-I-05

Bearb.: Erg.
Gez.: Kes.
Datum: Dez. 2016
Projekt-
nummer: 5269

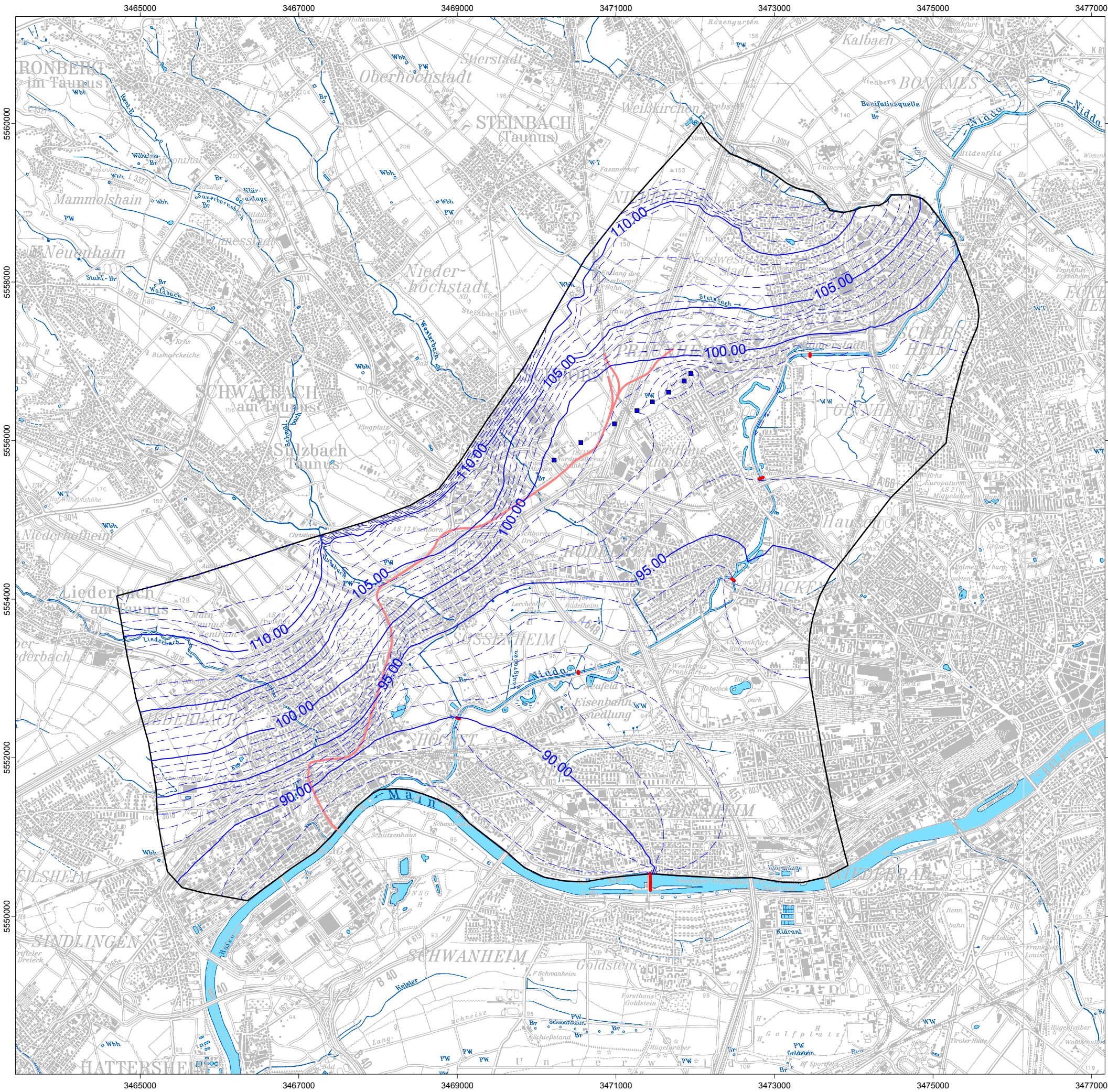


Legende:






-  Stauwehre
-  Brunnen
-  Modellrand
-  gemessene Grundwasserstände (Juni 1994) Quelle HLUG
-  Kalibrierte Grundwassergleichen
-  geplante Trasse RTW (Neubau)


Von der Europäischen Union kofinanziert
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

		Anlage: I-6.1
Projekt : Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell		Maßstab: 1:50.000
Planbezeichnung: Kalibrierter Grundwassergleichenplan		Datei: 5269-029.dwg Layout: Anlage-I-06.1
Bereitet durch: BGS UMWELT Brandt Gerdas Sitzmann Umweltplanung GmbH Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80 www.bgs Umwelt.de • info@bgs Umwelt.de An der Eschollmühle 28 • D-64297 Darmstadt		Bearb.: Erg. Gez.: Kes. Datum: März 2018 Projekt- nummer: 5269



Legende:

-  Stauwehre
-  Brunnen
-  Modellrand
-  Grundwassergleichen
-  geplante Trasse RTW (Neubau)

 Von der Europäischen Union kofinanziert Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)	
	
Anlage:	I-6.2
Projekt :	Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell
Planbezeichnung:	Grundwassergleichenplan im Bezugszustand
Bearbeitet durch:	BGS UMWELT Brandt Gerdas Sitzmann Umweltplanung GmbH Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80 www.bgs Umwelt.de • info@bgs Umwelt.de An der Eschollmühle 28 • D-64297 Darmstadt
Datei:	5269-063.dwg
Layout:	Anlage-I-06.2
Bearb.:	Erg.
Gez.:	Kes.
Datum:	März 2018
Projekt- nummer:	5269