



Regionaltangente West
PFA Nord

Anlage 18.2
Hydrologisches Gutachten

Nur zur Information

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Vorbemerkung	5
2	Hydrogeologische Verhältnisse	7
2.1	Geologische Verhältnisse im Untersuchungsraum	7
2.2	Hydrogeologische Verhältnisse im Untersuchungsraum	8
2.3	Grundwasserqualität	10
2.4	Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung	10
3	Oberflächengewässer	12
3.1	Abflüsse	12
3.2	Überschwemmungsgebiete	13
3.3	Wasserstände	13
4	Grundwasserschutzgebiete	14
4.1	Wasserschutzgebiet Wasserwerk Praunheim II	14
4.1.1	Fördermengen und Fließzeiten zu den Trinkwasserbrunnen	14
4.1.2	Wasserschutzgebietsverordnung	15
4.2	Sonstige Wasserschutzgebiete	16
5	Niederschlagswasserableitung	17
5.1	Konzeption der Strecken- und Bauwerksentwässerung im PFA Nord	17
5.2	Qualität des Entwässerungswassers	17
5.3	Minderung der Grundwasserneubildung	21
6	Wechselwirkungen von Bauwerken mit dem Grundwasser	22
6.1	Allgemeines und Vorbemerkungen	22
6.2	Maßnahmen zur Baugrundverbesserung	22
6.3	Bauwerke mit Bohrpfahlgründungen	24
7	Verlust von Retentionsraum in Überschwemmungsgebieten	30
8	Grundwassermonitoring und Beweissicherung	31
8.1	Allgemeines und Vorbemerkungen	31
8.2	Basisaufnahme	32
8.3	Bau- und Betriebsphase	33
8.3.1	Bauphase	33
8.3.2	Betriebsphase	34

9	Wasserrechtliche Antragsgegenstände	35
9.1	Benutzung von Gewässern	35
9.1.1	Erlaubnis zur Einleitung von Niederschlagswasser in Fließgewässer	35
9.1.2	Erlaubnis zum Einbringen von Stoffen in das Grundwasser	35
9.2	Inanspruchnahme von Gewässerrandstreifen / Überschwemmungsgebieten	36

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Stammdaten der Brunnen des WW Praunheim II (GEOHYDROLOGISCHES BÜRO UND INGENIEURBÜRO FÜR WASSERERSCHLIEßUNG, WASSERVERSORGUNG UND UMWELTTECHNIK 1999)	8
Tab. 2	Vorfluter im PFA Nord und PFA Mitte (RP DARMSTADT 2015)	12
Tab. 3	Berechnete Abflussmengen der Vorfluter im PFA Nord und Mitte in Höhe der BAB A66	13
Tab. 4	Streckenabschnitte mit Rüttelstopfsäulen im PFA Nord	23
Tab. 5	Bauwerke mit Tiefgründungen im PFA Nord	24
Tab. 6	Parameterumfang der Grundwasseranalysen	33

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2.1	Lageplan PFA Nord
Anlage 2.2	Detailplan des Verknüpfungsbereichs der RTW mit dem Bestandsnetz der Stadtbahn (Quelle: Schüssler-Plan)
Anlage 3.1	Geologischer Schnitt 1 (km 2,00 – km 5,40)
Anlage 3.2	Geologischer Schnitt 2 (km 5,40 – km 8,50)
Anlage 3.3	Schnitt durch die Brunnengalerie des WW Praunheim II
Anlage 4.1	Grundwassergleichenplan (Juni 1994/ Oktober 2014)
Anlage 4.2	Grundwassergleichenplan (Juni 1994)
Anlage 5	Flurabstandsplan (Juni 1994)
Anlage 6	Übersichtslageplan Überschwemmungsgebiete Westerbach und Sulzbach
Anlage 7	Einzugsgebiet des WW Praunheim II
Anlage 8	Auszüge aus der Muster-Wasserschutzgebietsverordnung (Hes.St.Anz. Nr.13 vom 25.03.1996)
Anlage 9.1	Untersuchungen zur Qualität des Entwässerungswassers an der NBS Köln - Rhein/Main, Probenahme im Herbst 2008 und Sommer 2009
Anlage 9.2	Untersuchungen zur Qualität des Entwässerungswassers im Sickerbecken Sportfeld, Probenahme im Herbst 2008 und Sommer 2009
Anlage 10	Abgedichtete Trassenabschnitte innerhalb des WSG Praunheim II
Anlage 11	Monitoringmessstellen

Anhang

Anhang I	Modelldokumentation Grundwassermodell Frankfurt West
Anhang II	Regionaltangente West - Bodenchemisches Gutachten Frankfurter Stadtwald

1 Veranlassung und Vorbemerkung

Die Regionaltangente West (RTW) ist eine neue tangentielle Schienenverbindung im Orts- und Nachbarschaftsverkehr der Metropolregion Frankfurt RheinMain zur Verbesserung des öffentlichen Schienenpersonennahverkehrs durch die Verbindung der westlichen Stadtteile der Stadt Frankfurt am Main sowie der umliegenden Kreise, Städte und Gemeinden miteinander und untereinander und zur besseren intermodalen Anbindung des Flughafens Frankfurt am Main. Durch diese Funktion der RTW wird die historisch gewachsene Verbindung über den Kopfbahnhof Frankfurt Hauptbahnhof aufgelöst, was mittelbar zu einer Entlastung des Hauptbahnhofs und damit des S-Bahntunnels führt.

Geplant ist die Realisierung zweier Linien, die sich im Kernbereich überlagern. Diese beiden Linien sollen zum einen von Bad Homburg v. d. Höhe und zum anderen von Frankfurt-Praunheim/Gewerbegebiet jeweils über Eschborn, Frankfurt-Höchst, den Flughafen-Regionalbahnhof und Neu-Isenburg Bahnhof nach Neu-Isenburg Birkengewann und zum anderen zum Bahnhof Dreieich-Buchsschlag verlaufen. Es ist vorgesehen, dass die beiden Linien jeweils halbstündlich verkehren und sich im Kernabschnitt zwischen Eschborn und Neu-Isenburg Bahnhof zu einem Viertelstundentakt ergänzen.

Linie 1: Bad Homburg v. d. Höhe – Eschborn – Höchst – Flughafen – Neu-Isenburg Birkengewann

Linie 2: Praunheim – Eschborn – Höchst – Flughafen – Dreieich-Buchsschlag

Die RTW ist in mehrere Planfeststellungsabschnitte (PFA) unterteilt. Antragsgegenstand ist der PFA Nord. Der ca. 16,6 km lange Abschnitt Nord verläuft von Bad Homburg v. d. H. bzw. vom Gewerbegebiet Praunheim über Eschborn und endet nach der Querung über die Autobahn A66 auf der Gemarkung Frankfurt. Betroffen sind insoweit die Städte Bad Homburg v. d. H., Oberursel, Steinbach, Frankfurt am Main, Eschborn, Schwalbach am Taunus und die Gemeinde Sulzbach (Taunus).

Anlage 1 zeigt in einem Übersichtslageplan den geplanten Streckenverlauf. Die Neubaustrecken sind darin in rot, die Bestandsstrecken in grün dargestellt. Die Neubaustrecke im PFA Nord reicht von Baukilometer km 2,1 – km 7,8 (**Anlage 2.1**). Bei km 2,7 erfolgt ein Abzweig nach Süden. Hier wird ein ca. 300 m langes Teilstück gebaut, das die RTW mit dem Bestandsnetz der Stadtbahn in Praunheim verbindet (**Anlage 2.2**). Bei km 3,6 erfolgt der Anschluss nach Norden an die Bestandsstrecke nach Bad Homburg.

Nur die Neubaustrecken sind relevant für wasserwirtschaftliche Fragestellungen.

Im vorliegenden Gutachten werden nach einer Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet die wasserwirtschaftlichen und wasserrechtlichen Aspekte des Vorhabens im PFA Nord untersucht. Dies sind:

- die potenziellen Auswirkungen des Vorhabens auf wasserwirtschaftliche Schutzgebiete,
- die Streckenentwässerung im Hinblick auf Gewässer- und Grundwasserschutz,

- die potenziellen Wechselwirkungen zwischen geplanten Bauwerken und dem Grundwasser bzw. den Oberflächengewässern,
- ein Monitoringkonzept zur Überwachung der potenziellen Auswirkungen der RTW auf Grundwasserstände und Grundwasserqualität sowie
- die Zusammenstellung der wasserrechtlichen Antragsgegenstände.

2 Hydrogeologische Verhältnisse

2.1 Geologische Verhältnisse im Untersuchungsraum

Die geplante RTW-Trasse verläuft von Norden nach Süden kommend zunächst im Niddagraben, überquert zwischen Eschborn und Höchst den Höchst-Sulzbacher Horst und mündet schließlich in Höchst in den Hattersheimer Graben. Der Hattersheimer Graben und der Niddagraben sind die direkte nordwestliche bzw. nordöstliche Fortsetzung des Oberrheingrabens. In Höhe des Mains geht der Hattersheimer Graben in die südlich gelegene Kelsterbacher Tiefscholle und damit in den Oberrheingraben über (HLUG 2009).

Das Untersuchungsgebiet wurde durch tektonische Aktivitäten im Tertiär 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 mächtige limnisch-fluviatile Ablagerungen von Kiesen, Sanden und Schluffen aus den umgebenden höher gelegenen Liefergebieten, die die maritimen Sedimente überlagern.

Zwischen Praunheim und Sossenheim, d.h. im PFA Nord, sind die tertiären Sedimente großräumig von quartärem 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. In den Tälern und Flussniederungen des Westerbachs und des Sulzbachs bilden holozäner Auenlehm und Abschwemmmassen die Deckschicht. Südwestlich von Sossenheim überlagern die kiesig-sandigen Ablagerungen der pleistozänen Nidda- und Mainterrassen die tertiären Sedimente.

Im Rahmen der geotechnischen Erkundung wurden entlang der RTW-Trasse Bohrungen und Rammkernsondierungen bis in eine Tiefe von 30 m unter GOK niedergebracht. Sie schließen überwiegend pleistozänes und pliozänes Lockergestein auf - Sande, Schluffe und Tone in Wechsellagerung - und bestätigen damit die Erwartungen. Ausgewählte Bohrprofile aus der geotechnischen Erkundung von km 2,1 bis km 8,5 sind in den geologischen Schnitten in den **Anlagen 3.1 – 3.2** dargestellt.

Vom Eintritt in das Wasserschutzgebiet (WSG) des WW Praunheim II bei ca. km 2,1 bis zum Westerbach sowie zwischen Westerbach und Sulzbach werden bis in eine Tiefe von ca. 6 - 10 Meter unter GOK bindige Sedimente (Schluffe und Tone) angesprochen. Ebenso wurden bei Rammkernsondierungen mit einer Endtiefe von 5 m entlang der Verknüpfungsstrecke zum Bestandsnetz der Stadtbahn in Praunheim Tone und Schluffe erbohrt (Vorabzug der Erkundungsergebnisse der DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH). In den Tälern von Westerbach und Sulzbach sind die bindigen Schichten geringmächtiger oder gar nicht ausgebildet.

Miozänes Festgestein der Hydrobienschichten in Form von Kalkstein und Mergel wurde bei der geotechnischen Erkundung auf dem Höchst-Sulzbacher Horst zwischen km 6,4 (BK 1-124) und

km 10,0 (BK 1-216, in Anlage 2.2 nicht mehr dargestellt) erbohrt. Nur in der Bohrung BK 1-139 (ca. km 7,6) stand unter einer geringmächtigen Auflage direkt das Festgestein an.

Anlage 3.3 zeigt einen Schnitt durch die Brunnengalerie des Wasserwerks Praunheim II (GEOHYDROLOGISCHES BÜRO UND INGENIEURBÜRO FÜR WASSERERSCHLIEßUNG, WASSERVERSORGUNG UND UMWELTTECHNIK 1999). Entlang der Brunnengalerie lagern unter einer ca. 5 – 10 m mächtigen Lehmschicht bis in eine Tiefe von ca. 50 m unter GOK (ca. 60 – 70 müNN) pliozäne Sande und Tone in Wechsellagerung. Die Bohrprofile der Brunnen fügen sich damit in den beschriebenen schematischen Aufbau des Untergrundes ein.

2.2 Hydrogeologische Verhältnisse im Untersuchungsraum

Entlang der RTW-Trasse bilden im Niddagraben die pliozänen Sande den obersten Grundwasserleiter, in den lokal mehrere Meter mächtige Tonlagen eingelagert sind. Die Mächtigkeit des für die Trinkwasserversorgung genutzten Aquifers beträgt an den Brunnen des WW Praunheim II ca. 50 m. Die in Betrieb befindlichen Brunnen 1 - 8 des Wasserwerks sind bis in eine Tiefe von ca. 15 – 50 m unter GOK ausgebaut. Der westlichste Brunnen 9 war nur 1978 für kurze Zeit im Betrieb. Tab. 1 fasst die Stammdaten der Brunnen zusammen.

Tab. 1 Stammdaten der Brunnen des WW Praunheim II (GEOHYDROLOGISCHES BÜRO UND INGENIEURBÜRO FÜR WASSERERSCHLIEßUNG, WASSERVERSORGUNG UND UMWELTTECHNIK 1999)

Brunnen	GOK [müNN]	Filterstrecke [muGOK]	Ruhewasserspiegel [muGOK]	Brunnentiefe [muGOK]
Br. 1	114,00	17,00 – 22,00 23,50 – 35,00	15,40	36,00
Br. 2	113,67	24,30 – 31,30 33,30 – 34,30	14,67	39,20
Br. 3	112,97	21,00 – 25,00 29,20 – 29,70 31,00 – 34,00 39,50 – 42,00	14,07	43,00
Br. 4	114,25	22,50 – 23,50 25,00 – 35,50 41,50 – 42,50	14,55	44,00
Br. 5	114,65	24,00 – 34,00	15,35	39,00
Br. 6	117,30	26,00 – 28,00 36,00 – 45,00	17,30	47,00
Br. 7	117,30	23,50 – 28,50 33,50 – 39,50	17,90	44,50
Br. 8	119,10	24,00 – 31,50 36,00 – 38,50 48,50 – 51,50	19,50	53,50

Auf dem Höchst-Sulzbacher Horst wird der Porenaquifer bereichsweise durch die relativ undurchlässigen Hydrobienschichten (u.a. Ton, Mergel oder Kalkstein) unterbrochen (s. Anlage 2.2, km 7,5 – 7,8).

Anlage 4.1 zeigt einen Grundwassergleichenplan des Untersuchungsgebietes, der auf dem Gleichenplan vom Juni 1994 beruht (HLUG 2009) und zwischen Eschborn und Praunheim an aktuelle Grundwasserstände angepasst wurde. Entlang der geplanten Trasse wurden im Rahmen der Baugrunduntersuchungen Grundwassermessstellen eingerichtet. Die in diesen Messstellen im Oktober 2014 gemessenen Grundwasserstände sind im Gleichenplan von 1994 eingetragen und fügen sich gut in die großräumige Grundwasserströmung ein. Genaue Angaben zu den Grundwasserstandsmessungen und dem Ausbau der Grundwassermessstellen entlang der RTW-Trasse sind den geotechnischen Fachgutachten zu entnehmen (DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH, 2016 (II)). Der dargestellte Gleichenplan ist repräsentativ für mittlere klimatische Verhältnisse. Die großräumige Grundwasserströmungsrichtung ist parallel zu den Vorflutern Liederbach, Sulzbach und Westerbach von Nordwest nach Südost gerichtet.

Im Umfeld der Brunnen des WW Praunheim wurden 2014 höhere Grundwasserstände gemessen als 1994, was u.a. auf die seit 2009 verringerte Förderung des WW Praunheim II zurückzuführen ist. Die Förderung im WW Praunheim II betrug 1994 knapp 2 Mio. m³/a, in den Jahren 2009 – 2013 dahingegen 1,1 – 1,3 Mio. m³/a (s. Kapitel 4.1.1). **Anlage 4.2** stellt zum Vergleich den unveränderten Gleichenplan vom Juni 1994 dar.

Bei den aktuellen Verhältnissen liegen die Grundwasserstände entlang der RTW-Trasse in etwa bis Streckenkilometer 5,0 bei ca. 100 müNN, ab km 5,0 bis zum Ende des PFA Nord bei ca. 103 – 108 müNN. Im geotechnischen Bericht zu den Überführungsbauwerken EÜ Sulzbach und EÜ BAB A66 wird auf lokal gespannte Grundwasserverhältnisse mit Grundwasserständen \geq 110 müNN im Bereich dieser Bauwerke hingewiesen.

Die bei ca. km 2,7 in Richtung Praunheim abzweigende Verbindungsstrecke der RTW zum Bestandsnetz des Personennahverkehrs in Praunheim führt auf die Brunnengalerie Praunheim zu und liegt innerhalb des Absenkrichters der östlichen Brunnen Praunheim. Die Grundwasserstände betragen hier ca. 97 – 100 müNN.

Anlage 5 zeigt die Flurabstände im Untersuchungsgebiet. Sie betragen entlang der RTW-Strecke im PFA Nord mit Ausnahme der Taleinschnitte von Westerbach und Sulzbach 10 m und mehr. Dies schließt auch die Anbindung an die in Richtung Norden nach Bad Homburg führende Bestandsstrecke 3611 ein (Anlage 2).

Mit dem Grundwassermodell Frankfurt West wurden die Folgen einer Fördereinstellung des WW Praunheim II im Vergleich zu einer Grundwasserförderung von 2 Mio. m³/a abgeschätzt. Der überschlägig berechnete Grundwasseranstieg beträgt im unmittelbaren Nahbereich der Brunnen bis zu 4 m und entlang der RTW Neubaustrecke bis zu 2,5 m. Angesichts der großen Flurabstände \geq 15 m im Umfeld der Brunnengalerie Praunheim II hat ein Grundwasseranstieg dieser Größenordnung keine Auswirkungen auf die Trasse oder die Bauwerke der RTW.

Eine Dokumentation des Grundwassermodells Frankfurt West befindet sich im Anhang I.

2.3 Grundwasserqualität

Das Grundwasser im Untersuchungsgebiet ist als hartes Grundwasser einzuordnen, dessen Härtebildner Calcium und Magnesium aus der quartären Löss- und Lösslehmüberdeckung stammen. Anthropogene Stoffeinträge in das Grundwasser zeigen sich flächig v.a. in Form erhöhter Nitratgehalte sowie lokal im Vorkommen von Herbiziden (HLUG 2009).

Altlastenverdachtsflächen sind innerhalb des PFA Nord im Bereich der RTW-Neubaustrecke nicht bekannt. Berücksichtigt wurden dabei die im Kataster der Deutschen Bahn AG sowie die im Altflächen-Informationssystem Hessen (ALTIS) erfassten Flächen (DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH, 2016 (II)).

2.4 Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Entscheidende Faktoren für die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung sind (HÖLTING ET AL 1995, WILDER & SCHÖBEL 2008):

- die Sickerwassermenge (Grundwasserneubildung),
- die nutzbare Feldkapazität der Böden,
- die biologische Aktivität in der Bodenzone (biol. Abbaupotenzial),
- das bodenchemische Milieu,
- die Gesteinseigenschaften der Grundwasserüberdeckung unterhalb der Bodenzone,
- die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung.

Die hydrogeologischen Standortfaktoren sind im Untersuchungsgebiet bzgl. des Grundwasserschutzes sehr günstig ausgebildet. Nachfolgend werden Richtwerte für die oben genannten Faktoren angegeben:

- Nutzbare Feldkapazität: Außerhalb der Flusstäler finden sich im PFA Nord aus Löss gebildete Parabraunerden, die hohe bis sehr hohe Feldkapazitäten > 300 mm und damit ein hohes Stoffrückhaltepotential aufweisen (HLUG 2007).
- Sickerwassermenge: Nach HLUG 2009 betragen im Taunusvorland und im Niddatal die Grundwasserneubildungsraten ca. 95 - 125 mm/a.
- Gesteinseigenschaften der Grundwasserüberdeckung: Direkt unter der Bodenzone stehen im PFA Nord mehrere Meter mächtige Schluff- und Tonpakete an, die geringe hydraulische Durchlässigkeiten aufweisen ($\leq 10^{-6}$ m/s) und damit zu langen Sickerzeiten in der ungesättigten Zone führen.

Die geringe Durchlässigkeit der ungesättigten Zone wird auch durch die Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen im PFA Nord bestätigt (DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH 2016).

- Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung: Die Flurabstände betragen von Praunheim bis Eschborn mit Ausnahme der Flusstäler 10 m und mehr. Darüber hinaus verläuft die RTW-Trasse im PFA Nord entweder geländegleich oder in Dammlage.

Die hydrogeologischen Standortbedingungen bewirken damit außerhalb der Flusstäler einen hohen Schutz des Grundwasservorkommens. In den Flusstälern ist die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung wegen der geringeren Flurabstände und der z.T. fehlenden Schluff- und Tonschichten geringer.

Auch die Bodeneigenschaften im Untersuchungsgebiet sind bezüglich ihrer Schutzfunktion für das Grundwasser als günstig zu bewerten. Generell ist die Sorptionskapazität und damit das Stoffrückhaltepotenzial von Lößböden sehr hoch.

Im Rahmen der Planungen für die RTW wurde im Frankfurter Stadtwald ein eigenes bodenchemisches Gutachten erstellt (BGS UMWELT 2015). Angesichts des unterschiedlichen Bodenausgangssubstrats – Sandböden im Frankfurter Stadtwald, Lößböden im PFA Nord - sind die Ergebnisse bzgl. der bodenchemischen Eigenschaften nur bedingt auf den PFA Nord übertragbar. Die Untersuchungsergebnisse bzgl. des Stoffaustrags aus dem Bahnverkehr sind in Kapitel 5.2 zusammengefasst.

Das DVGW Arbeitsblatt W 101 bezeichnet die Grundwasserüberdeckung bzgl. ihrer Schutzwirkung als „günstig“, wenn „eine mindestens 8 m mächtige, im Hinblick auf die hydraulische Wirkung ungestörte Grundwasserüberdeckung aus gering durchlässigen Schichten (k_f -Wert $< 10^{-6}$ m/s) mit geschlossener Verbreitung“ vorhanden ist. Auf Grundlage der Aufschlüsse (Anlage 3.1 – 3.2) sind diese Standortbedingungen entlang der RTW-Trasse im PFA Nord über weite Streckenabschnitte gegeben. Auch die Bohrprofile der Brunnen 1, 2 und 6 weisen eine Lehmüberdeckung > 8 m und damit eine günstige Schutzwirkung auf (Anlage 3.3). Bei diesen Brunnen tangiert die RTW-Trasse die Wasserschutzgebietszone II (Brunnen 6) bzw. liegt in deren unmittelbarer Nähe (Brunnen 1 und 2).

3 Oberflächengewässer

3.1 Abflüsse

Die RTW quert im PFA Nord den Westerbach und den Sulzbach. Westerbach und Sulzbach sind bzgl. der Einzugsgebietsgröße und der Abflussspenden miteinander und auch mit dem im PFA Mitte gelegenen Liederbach vergleichbar. Die in Tab. 2 aufgeführten Daten stammen für Sulzbach und Liederbach aus dem Hochwasserrisikomanagementplan (HWRMP) Sulzbach/Liederbach des RP Darmstadt (RP DARMSTADT 2015), für den Westerbach aus dem Retentionskataster Westerbach (HGN 2002).

Tab. 2 Vorfluter im PFA Nord und PFA Mitte (RP DARMSTADT 2015)

	Westerbach	Sulzbach	Liederbach
Größe Einzugsgebiet	31,42 km ²	33,33 km ²	37,51 km ²
MQ an Mündung	260 l/s	243 l/s	308 l/s
Abflussspende Mq	8,27 l/(s·km ²)	7,29 l/(s·km ²)	8,21 l/(s·km ²)

Die in Tab. 2 zitierten Abflussspenden für Westerbach, Sulzbach und Liederbach liegen innerhalb des Spektrums der in den Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbüchern (DGJ) angegebenen Messwerte vergleichbarer Bäche in der Region. Die mittlere Abflussspende Mq kann mit 7 – 8 l/(s·km²) und die mittlere Niedrigwasserabflussspende MNq aus Analogieschlüssen mit ca. 1 – 2 l/(s·km²) festgelegt werden.

Das Einzugsgebiet von Westerbach, Sulzbach und Liederbach liegt größtenteils nördlich der BAB A66. Daher kann in einem konservativen Ansatz in Höhe der Überführungsbauwerken der RTW an Westerbach und Sulzbach (~ Höhe BAB A66) der für die Mündung berechnete Mittelwasserabfluss angesetzt werden und für den mittleren Niedrigwasserabfluss entsprechend ein Wert von ca. 30 - 60 l/s.

Hinsichtlich der Quantifizierung von Hochwässern kann für Westerbach, Sulzbach und Liederbach auf verschiedene Niederschlags-Abfluss(NA)-Modellierungen zurückgegriffen werden. Die Berechnungsergebnisse für ein HQ₁₀₀ wurden in BGS WASSER (2016) zusammengestellt.

Nach den NA-Berechnungen belaufen sich in Höhe der BAB A66 (bzw. der Überführungsbauwerke der RTW) die Abflüsse der genannten Vorfluter bei einem HQ 100 beim Westerbach auf ca. 30 m³/s und beim Sulzbach auf ca. 45 m³/s. Die berechneten Abflüsse für Westerbach und Sulzbach sind in Tab. 3 zusammengefasst.

Tab. 3 Berechnete Abflussmengen der Vorfluter im PFA Nord und Mitte in Höhe der BAB A66

	Westerbach	Sulzbach
Mittlerer Niedrigwasserabfluss ¹⁾	30 - 60 l/s	30 - 60 l/s
Mittlerer Abfluss ¹⁾ in Höhe BAB A66	200 - 280 l/s	200 - 280 l/s
HQ ₁₀₀ ²⁾ (in Höhe BAB A66)	~ 29 m ³ /s	~ 44 m ³ /s

¹⁾ aus Abflussspenden und Größe Einzugsgebiet berechnet

²⁾ mit einer NA-Modellierung berechnet (BGS WASSER 2016)

3.2 Überschwemmungsgebiete

Die RTW durchfährt im PFA Nord die Überschwemmungsgebiete von Westerbach und Sulzbach. Die nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und Hessischem Wassergesetz (HWG) festgesetzten Überschwemmungsgebiete sind in **Anlage 6** dargestellt.

Nach § 78 WHG ist in Überschwemmungsgebieten u.a. die Errichtung baulicher Anlagen und das Erhöhen und Vertiefen der Erdoberfläche grundsätzlich untersagt und bedarf einer Genehmigung der zuständigen Behörde.

Die Überführungsbauwerke der RTW über Westerbach und Sulzbach werden in aufgeständerter Bauweise gebaut. Der Verlust an Retentionsfläche beträgt im Überschwemmungsgebiet des Westerbachs ca. 17 m², im Überschwemmungsgebiet des Sulzbachs ca. 22 m² (s. Kapitel 7).

3.3 Wasserstände

Die Hochwässer an Sulzbach und Liederbach sind v.a. durch sommerliche Starkregenereignisse bedingt. Dies kann wegen der räumlichen Nähe und der vergleichbaren Charakteristik auch auf den Westerbach übertragen werden.

In der Gefahrenkarte des HWRMP Sulzbach/Liederbach werden an der Unterführung des Sulzbaches an der BAB A66 für ein HQ₁₀₀ Wassertiefen ≤ 2 m angegeben. Für den Westerbach liegen entsprechende Daten nicht vor, es sind jedoch vergleichbare Wasserspiegellagen anzunehmen.

Die Minderung des Retentionsraums durch die Eisenbahnüberführungen (EÜ) Westerbach beträgt damit ca. 34 m³ (17 m²·2 m) und durch die Eisenbahnüberführungen (EÜ) Sulzbach ca. 44 m³ (22 m²·2 m s. Kapitel 7).

Wegen des vernachlässigbaren Retentionsraumverlustes ändern sich auch nach Fertigstellung der RTW bzw. der Überführungsbauwerke die Wasserspiegellagen der genannten Gewässer im Hochwasserfall nicht signifikant.

4 Grundwasserschutzgebiete

4.1 Wasserschutzgebiet Wasserwerk Praunheim II

4.1.1 Fördermengen und Fließzeiten zu den Trinkwasserbrunnen

Die RTW durchfährt im PFA Nord von km 2,1 – 5,3 die WSG-Zone III A des WW Praunheim II. Sie verläuft zunächst im Zustrom der Brunnen 1 – 5 und quert bei ca. km 4,0 zwischen Brunnen 6 und 7 die Brunnengalerie (Anlage 2.1). Westlich des Brunnens 6 verläuft die RTW im Unterstrom der Brunnen 7 und 8. Der westlichste Brunnen 9 des WW Praunheim II ist nicht mehr in Betrieb.

Das Wasserwerk Praunheim II besitzt ein unbefristetes Wasserrecht über 8,285 Mio. m³/a. Dieses Wasserrecht wird v.a. aufgrund von Rohwasserbelastungen bei Weitem nicht ausgeschöpft. Die Förderung im WW Praunheim II betrug in den Jahren 2002 – 2008 1,9 - 2,4 Mio. m³/a. Seit 2009 schwankt die Fördermenge zwischen 1,1 – 1,3 Mio. m³/a (s. Abb. 1). Die Förderung erfolgt größtenteils aus den östlichsten Brunnen 1 – 3.

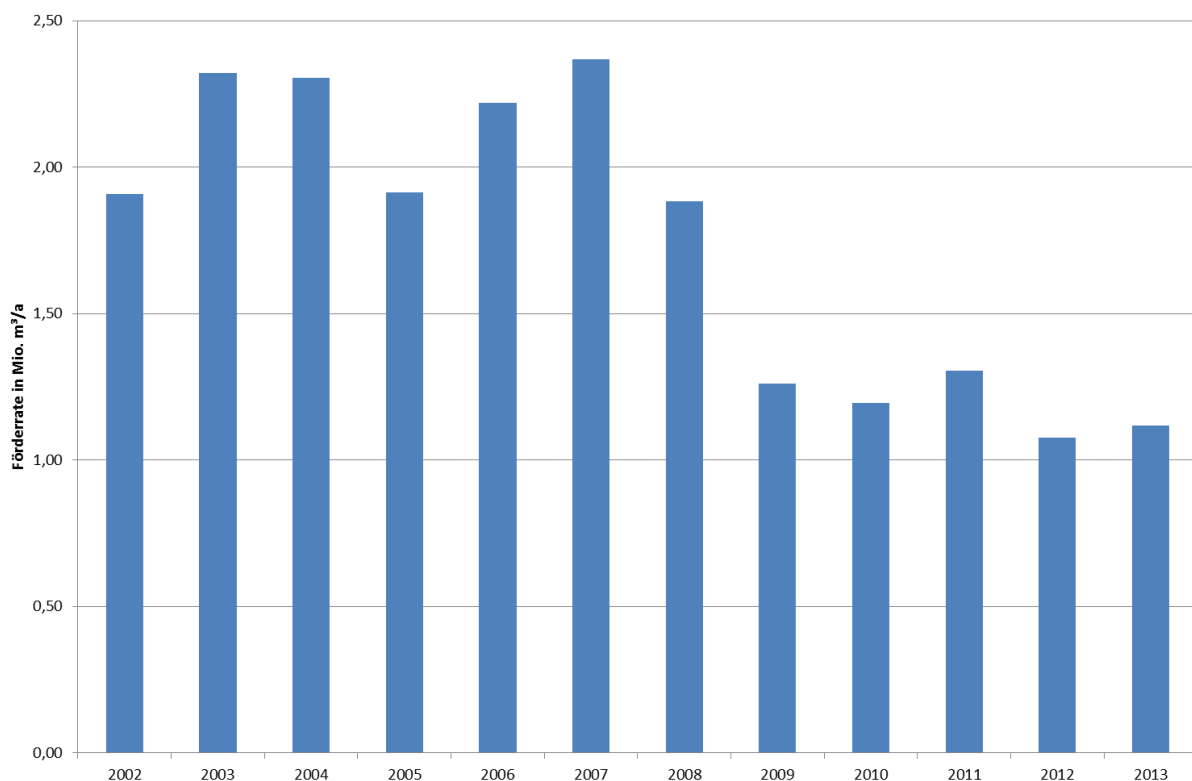


Abb. 1 Grundwasserförderung im WW Praunheim II 2002 – 2013

Mittel- bis langfristig ist wegen der qualitativen Einschränkungen des geförderten Grundwassers eine Stilllegung des WW Praunheim II nicht auszuschließen. Das Wasserwerk Praunheim III wurde 2007 stillgelegt.

Mit dem Grundwassermodell Frankfurt West wurde auf Grundlage einer Grundwasserentnahme von 2 Mio. m³/a im WW Praunheim II eine Strömungsberechnung durchgeführt. Dabei wurden die Fließzeiten im Grundwasser zu den Brunnen des WW Praunheim II berechnet und das Einzugsgebiet des Wasserwerks abgegrenzt. Das Berechnungsergebnis ist in **Anlage 7** dargestellt.

In einer Schlierendarstellung zeigt Anlage 7 die Strömungsverhältnisse im Zustrom zu den Brunnen des Wasserwerks Praunheim II bei einer Förderung von 2 Mio. m³/a. Der Schlierendarstellung überlagert sind die berechneten Bahnlinien zu den Brunnen und die 1-Jahres-Isochrone. Die 1-Jahres-Isochrone kennzeichnet die Entfernung von den Trinkwasserbrunnen, von der aus die Fließzeit im Grundwasser zu den Brunnen ≤ 1 Jahr beträgt. Dieser Bereich wird als Brunnennahbereich verstanden. Außerhalb der 1-Jahres-Isochrone sind die Fließzeiten im Grundwasser zu den Brunnen entsprechend länger als 1 Jahr.

Die Fließzeit im Grundwasser wurde bei der Konzeption der Streckenentwässerung aber auch bei Baumaßnahmen im Grundwasser berücksichtigt. Im Falle eines unerwünschten Stoffeintrags in das Grundwasser ist es bei kurzen Fließzeiten nicht möglich, für die betroffenen Brunnen geeignete Schutz- und Abwehrmaßnahmen umzusetzen. Daher sind im Nahbereich von Trinkwasserbrunnen zusätzliche Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Bei einer Grundwasserentnahme von 2 Mio. m³/a beträgt im Streckenabschnitt von km 2,5 bis km 4,25 die Fließzeit von der Trasse zu den Brunnen des WW Praunheim II weniger als ein Jahr. Das Entwässerungswasser der Trasse aus diesen Streckenabschnitten ist daher auszuleiten.

Eine Modelldokumentation des Grundwassermodells RTW findet sich in Anhang I.

4.1.2 Wasserschutzgebietsverordnung

Das WW Praunheim II besitzt keine eigene Wasserschutzgebietsverordnung. Daher wird die im Hessischen Staatsanzeiger vom 25. März 1996 veröffentlichte Muster-Wasserschutzgebietsverordnung herangezogen. Die Muster-Wasserschutzgebietsverordnung in Auszügen findet sich in **Anlage 8**.

Nach § 6 (2) sind in der WSG-Zone II Baustellen und Baustelleneinrichtungen verboten. Bei km 4,0 tangiert der südliche Fuß des RTW-Bahndamms die nordwestliche Ecke der WSG-Zone II des Brunnen 6. Die mit den Baumaßnahmen verbundene Baustellenfläche wird geringfügig in die WSG-Zone II hineinragen.

§ 6 (3) verbietet in der WSG-Zone II den Neubau und die wesentliche Änderung von Straßen, Bahnlinien und sonstigen Verkehrsanlagen. Explizit ausgenommen von dieser Regelung sind unbefestigte Feld- und Forstwege. Bei ca. km 4,0 wird ein bahnbegleitender Wirtschaftsweg ohne übergeordnete verkehrliche Bedeutung auf einer geringen Länge (≤ 15 m) die nordwestliche Ecke des WSG II des Brunnen 6 queren. Die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung wird bei dieser Baumaßnahme nicht gemindert werden.

Beim südlichen Abzweig der RTW bei ca. km 2,7 zur Anbindung an das Bestandsnetz der Stadtbahn endet die Neubaustrecke an der Grenze zur WSG-Zone II der Brunnen 1 und 2 (Anlage 2.2).

Relevant für das Vorhaben RTW sind weiterhin § 4 (2), § 4 (9) und § 4 (11) der Muster-Wasserschutzgebietsverordnung, die bereits für die WSG-Zone III B gelten.

§ 4 (2) regelt das Versickern von Abwasser, § 4 (11) die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Schädlingsbekämpfungsmitteln innerhalb des WSG.

Im PFA Nord erfolgt die Entwässerung der Trasse nicht durch breitflächige Versickerung, sondern ausschließlich durch Sammlung des Wassers und Einleitung in die Kanalisation bzw. in die Fließgewässer (s. Kapitel 5.1). Auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Wasserschutzgebiet und auf technischen Bauwerken wird im Betrieb der RTW verzichtet. Damit ergeben sich diesbezüglich keine Konflikte mit den Vorgaben der Wasserschutzgebietsverordnung.

§ 4 (11) verbietet die Verwendung von auswaschungsgefährdeten oder auslaugbaren wassergefährdenden Materialien bei Baumaßnahmen im Freien. Bei Bodenaustausch oder dem Einsatz von Rüttelstopfsäulen im WSG ist auf die Verwendung von Z0-Material zu achten.

4.2 Sonstige Wasserschutzgebiete

Die Neubaustrecke der RTW tangiert im Unterstrom der Brunnen die Zone III des WSG der Gemeindewerke Sulzbach (Taunus).

Die Bestandsstrecke durchfährt die Zone III des WSG der Stadt Bad Homburg und tangiert den östlichen Rand der WSG-Zonen IIIA und IIIB der Stadt Oberursel (Taunus).

Das qualitative Heilquellenschutzgebiet Bad Homburg liegt einige 100 Meter von der Bestandsstrecke der RTW entfernt (Anlage 1). Das quantitative Heilquellenschutzgebiet Bad Homburg wird in Zone C und D von der Bestandsstrecke durchfahren. Der Betrieb der RTW hat keine Wirkung auf das quantitative Heilquellenschutzgebiet.

5 Niederschlagswasserableitung

5.1 Konzeption der Strecken- und Bauwerksentwässerung im PFA Nord

Die geotechnischen Untersuchungen entlang der geplanten RTW-Trasse zeigen, dass die Sickerleistung der Böden im PFA Nord nicht ausreicht, um die bei der Streckenentwässerung der RTW anfallenden Wassermengen breitflächig zu versickern (DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH 2016). Daher wird im PFA Nord das Niederschlagswasser grundsätzlich gesammelt und in die Kanalisation bzw. in die Vorfluter Steinbach, Westerbach und Sulzbach eingeleitet.

Als Einleitstellen für das Niederschlagswasser in die Vorfluter sind vorgesehen:

- Steinbach: Gemarkung Frankfurt-Niederursel, Flurnummer 9, Flurstück 127,
- Westerbach: Gemarkung Frankfurt-Sossenheim, Flurnummer 22, Flurstück 119/10,
- Sulzbach: Gemarkung Sulzbach, Flurnummer 16, Flurstück 108.

Das den drei genannten Vorflutern übergeordnete Gewässer ist die Nidda.

Die quantitativen und qualitativen Nachweise werden mit vereinfachten Nachweisverfahren nach dem DWA-Regelwerk DWA-M 153 geführt. Die Oberflächengewässer Westerbach und Sulzbach wurden dazu als Gewässertyp G4 („großer Hügel- und Berglandbach“) kategorisiert, der Steinbach als Gewässertyp G5 („kleiner Hügel- und Berglandbach“). Nähere Informationen zur Streckenentwässerung sind dem Fachbeitrag zur Entwässerungsplanung zu entnehmen.

5.2 Qualität des Entwässerungswassers

Die Qualität des Entwässerungswassers aus dem Bahnbetrieb ist Inhalt mehrerer Gutachten und Untersuchungen (u.a. BUWAL 2002, ARGE WASSER–UMWELT–GEOTECHNIK 2005, EAWAG 2005). Von BGS UMWELT wurden 2009 und 2014 zu dieser Fragestellung eigene Untersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse nachfolgend kurz zusammengefasst werden.

Schnellfahrstrecke (SFS) Köln – Rhein-Main (BGS UMWELT 2009)

Von BGS UMWELT wurde 2009 im Rahmen der Planung der NBS Rhein/Main – Rhein/Neckar ein Gutachten zur Abschätzung der Qualität des Entwässerungswassers aus dem Gleisbereich erstellt. Hierzu wurden an der Neubaustrecke Köln – Rhein/Main unter regulärem Bahnbetrieb an mehreren Probenahmestellen Sedimentproben und Wasserproben aus dem Abfluss des Oberbaus genommen. Die Neubaustrecke Köln – Rhein/Main ist eine Hochgeschwindigkeitsstrecke für den Personenfernverkehr mit Fester Fahrbahn. Ergänzend wurden Sediment- und Wasserproben aus dem Sickerbecken am Knoten Sportfeld (Frankfurter Stadtwald) genommen. In das Sickerbecken Sportfeld entwässern Streckenabschnitte mit einem Schotteroberbau, verschiedene Überführungsbauwerke und der Bahnhof Sportfeld. Die Probenahmen erfolgten im

Herbst 2008 und im Sommer 2009. Die Analyseergebnisse der Wasserproben sind in **Anlage 9.1** und **9.2** zusammengefasst.

Bei den Wasserproben aus dem Abfluss der Festen Fahrbahn waren die organischen Substanzen PAK und PCB unauffällig. Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), gemessen als KW-Index C₁₀-C₄₀, wurden in einzelnen Proben der Festen Fahrbahn in Gehalten bis zu 1,3 mg/l bestimmt. Damit wird der Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS-Wert) der GWS-VwV von 0,1 mg/l deutlich überschritten. Darüberhinaus wurden in einzelnen Proben Glyphosat und dessen Abbauprodukt AMPA in Konzentrationen über dem GFS-Wert von 0,1 µg/l nachgewiesen.

Bei den Schwermetallen waren Kupfer und Zink in fast allen Proben nachweisbar, dabei überwiegend in Konzentrationen über den GFS-Werten. Auffällig waren hierbei einige deutlich erhöhte Kupfermesswerte von 0,1 - 1,2 mg/l (GFS-Wert 14 µg/l). Blei, Chrom und Nickel wurden vereinzelt bestimmt, die Messwerte lagen geringfügig über den GFS-Werten. Nicht nachweisbar waren Arsen, Cadmium und Quecksilber.

Bzgl. der Prüfwerte aus der Bundes-Bodenschutzverordnung ergeben sich Überschreitungen für die Substanzen Kohlenwasserstoffe, Kupfer und Chrom.

Auch in den Wasserproben aus dem Sickerbecken Sportfeld (Abfluss aus Streckenabschnitt mit Schotteroberbau) waren Glyphosat und AMPA bestimmbar, AMPA dabei in Konzentrationen über dem GFS-Wert. Alle übrigen untersuchten organischen Substanzen waren unauffällig.

Bei den Schwermetallen überschritt am Sickerbecken Sportfeld Arsen in beiden Proben mit Messwerten von 100 µg/l deutlich den GFS-Wert von 10 µg/l. Ebenso wurden Blei, Nickel und Kupfer in Konzentrationen über den GFS-Werten festgestellt. Cadmium, Chrom, Quecksilber und Zink waren nicht bestimmbar oder lagen unterhalb der GFS-Werte.

Am Sickerbecken Sportfeld wurde nur für Arsen der Prüfwert der Bundes-Bodenschutzverordnung überschritten.

Der pH-Wert der Wasserproben lag sowohl an der NBS Köln – Rhein/Main als auch am Sickerbecken Sportfeld zwischen 7,5 und 8,3 und damit im leicht basischen Bereich. Bei dieser Bodenreaktion erfolgt keine Mobilisierung von Schwermetallen.

Ergänzend zu den Wasserproben wurden Sedimentproben aus zwei Sickerbecken an der NBS Köln – Rhein/Main und aus dem Sickerbecken Sportfeld untersucht. Die Eluate aller Sedimentproben waren unauffällig. Nach der Bodenpassage werden die Prüfwerte bzw. GFS-Werte der BBodSchV und der GWS-VwV eingehalten.

Bodenchemisches Gutachten Frankfurter Stadtwald (BGS Umweltplanung 2014)

Im Oktober 2014 wurden im Frankfurter Stadtwald entlang der Bahnstrecke am Knoten Sportfeld (Bahnhof Stadion) bodenchemische Untersuchungen durchgeführt. Ziel der Untersuchungen war es festzustellen, ob aus dem bestehenden Bahnbetrieb ein Stoffeintrag in den Boden

erfolgt und eine Mobilisierung und Tiefenverlagerung von Schadstoffen zu befürchten ist. Das Bodenchemische Gutachten ist dem vorliegenden Gutachten als Anhang II beigelegt.

Es wurden hierzu entlang der bestehenden Bahnstrecken auf einer Streckenlänge von ca. 3 km an sieben Bohransatzpunkten Bodenproben bis in eine Tiefe von 2 m unter GOK entnommen. Alle Bodenproben werden mit Ausnahme des Bohransatzpunktes 2 in wenigen Metern Abstand zum Schotterkörper der Bahntrasse genommen. Der Bohransatzpunkt 2 wurde ca. 15 – 20 m von den Gleisen abgerückt und dient als von der Bahn weitgehend unbeeinflusste Referenzprobe. Auf der Grundlage bodenchemischer Untersuchungen wurden die aktuelle Bodenbelastung und Bodenreaktion ermittelt sowie die Versauerungsgefährdung und das damit einhergehende Risiko einer Tiefenverlagerung von Schwermetallen bewertet.

Vier Bohransatzpunkte lagen auf Auffüllungen, drei Standorte waren weitgehend natürlich und befinden sich auf Sandböden. Die Bodenproben wurden auf organische Schadstoffe (PAK und Kohlenwasserstoffe) und Schwermetalle am Feststoff und im Eluat, Herbizide im Eluat sowie weitere kennzeichnende bodenchemische Eigenschaften untersucht.

An der Festschubstanz wurden in mehreren Proben Schwermetalle und PAK in Konzentrationen nachgewiesen, die die Vorsorgewerte der Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV) deutlich überschreiten. Auch Kohlenwasserstoffe waren in erhöhten Konzentrationen nachweisbar.

Es zeigte sich, dass die Auffüllungen deutlich höhere Schadstoffkonzentrationen aufweisen als die natürlichen Standorte und sich bei den Auffüllungen die Belastung über die gesamte Profiltiefe erstreckt. Der wesentliche Schadstoffeintrag in das Untersuchungsgebiet erfolgte mit dem Auffüllungsmaterial.

An den natürlichen Standorten war dahingegen die Schwermetallbelastung (u.a. Kupfer, Nickel, Zink) weitestgehend auf den A_n-Horizont beschränkt (oberer humoser Bodenhorizont mit einer Mächtigkeit von 10 – 20 cm). Die organischen Substanzen Kohlenwasserstoffe und PAK waren an den natürlichen Standorten an der Festschubstanz nur vereinzelt bestimmbar, auch hier vorwiegend im Oberboden.

Die Messwerte des Bodeneluats waren an allen Standorten – natürliche Böden und Auffüllungen – generell unauffällig. Eine Ausnahme bildet ein erhöhter Messwert für Blei an einem anthropogen überprägten Standort sowie der Nachweis des Herbizidmetabolits AMPA (Abbauprodukt von Glyphosat) an einem trassennahen Standort.

Dies zeigt, dass sowohl Schwermetalle als auch organische Schadstoffe fest an die Bodenmatrix gebunden sind. Eine Mobilisierung oder Tiefenverlagerung der Schwermetalle, die einen Eintrag in das Grundwasser befürchten lassen, war aus den Untersuchungsergebnissen nicht abzuleiten.

Zwischen den trassennahen natürlichen Standorten und der abgerückten Referenzprobe bestand mit Ausnahme des Nachweises von AMPA kein Unterschied in der Stoffbelastung. Ein Stoffeintrag durch den Bahnbetrieb war daher nicht nachweisbar. Der pH-Wert war an den tras-

sennahen Standorten gegenüber der Referenzprobe leicht erhöht. Eine Mobilisierung von Schwermetallen aufgrund von Versauerung des Bodens ist dort nicht zu befürchten.

Die an allen natürlichen Standorten, einschließlich der abgerückten Referenzprobe, festgestellten erhöhten Stoffkonzentrationen im A_n-Horizont werden auf atmosphärische Deposition zurückgeführt.

Zusammenfassung

Die Untersuchungen an der SFS Köln – Rhein-Main (BGS UMWELT 2009) zeigen, dass die Belastung des Oberflächenabflusses aus dem Gleisbereich durch erhöhte Konzentrationen des Herbizids Glyphosat und dessen Abbauprodukt AMPA sowie durch erhöhte Konzentrationen an Kohlenwasserstoffen und Schwermetallen (Kupfer, Zink, Blei, Nickel, Chrom) charakterisiert ist.

Überschreitungen der Prüfwerte der Bundesbodenschutzverordnung wurden im Gleisabfluss, d.h. vor der Bodenpassage, für die Substanzen Kohlenwasserstoffe, Kupfer, Chrom und Arsen festgestellt. Nach der Bodenpassage (Beprobung des Feststoffeluats aus den Sickerbecken) wurden sowohl die Prüfwerte der BBodSchV als auch die GFS-Werte der GWS-VwV eingehalten.

Auch in den Bodenproben des Frankfurter Stadtwalds (BGS UMWELT 2014) waren Glyphosat, Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle bestimmbar. Der Eintrag von Glyphosat ist dabei eindeutig dem Bahnbetrieb zuzuordnen. Bei den anderen Substanzen konnte im Frankfurter Stadtwald jedoch kein Eintrag aus dem Bahnbetrieb festgestellt werden, der den Stoffeintrag durch anthropogenes Auffüllungsmaterial oder – nachgeordnet - durch atmosphärische Deposition überprägen würde.

Die Belastung mit Kohlenwasserstoffen und Schwermetallen war stark schwankend. Vereinzelt wurden die GFS-Werte bzw. Prüfwerte der BBodSchV um ein Mehrfaches überschritten. Dahingegen wurden an anderen Probenahmestellen bzw. zu anderen Probenahmezeitpunkten für die gleichen Substanzen die Bestimmungsgrenzen nicht erreicht (s. Anlage 9.1 und 9.2).

Das emittierte Stoffspektrum der untersuchten Bahnstrecken ist auf die RTW-Neubaustrecke übertragbar. Die Emissionen aus dem Bahnbetrieb sind vornehmlich auf den Abrieb von Rad, Schiene, Bremsen und Fahrleitung (Schwermetalle), auf die Vegetationskontrolle (Herbizide) sowie auf Tropfverluste und Schmierstoffe (Kohlenwasserstoffe) zurückzuführen. Die freigesetzten Stoffkonzentrationen schwanken jedoch stark.

Im PFA Nord wird das Entwässerungswasser vollständig in die Kanalisation und in die Vorfluter Westerbach und Sulzbach ausgeleitet. Da das Entwässerungswasser der RTW über längere Streckenabschnitte gesammelt und in Rückhaltebecken bzw. Staukanälen durchmischt wird, werden lokal auftretende Belastungsspitzen ausgeglichen. Im Wasserschutzgebiet und auf technischen Bauwerken wird im Betrieb der RTW auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verzichtet. Die Einleitmenge wird über Staukanäle gedrosselt. Bei unvorhergesehenen

Beeinträchtigungen der Wasserqualität kann die Einleitung auch über Schieber oder Sperrvorrichtungen gestoppt werden.

Vor der Einleitung in die Vorfluter wird das Entwässerungswasser gemäß dem Merkblatt DWA-M-153 behandelt. Vorgesehen ist eine Durchsickerung durch einen 20 - 30 cm mächtigen, qualifizierten Oberboden.

Im Merkblatt DWA-M 153 sind Eigenschaften benannt, die den Stoffrückhalt und –abbau beim Durchgang durch die belebte Bodenzone bestmöglich fördern. Diese sind zu nachfolgenden Vorgaben für die Auswahl eines geeigneten Materials für den Oberbodens zusammengefasst:

- pH-Wert 6-8,
- Humusgehalt 1-3 %,
- Tongehalt < 10 %,
- Substrate wie Feinsand, schluffiger Sand und sandiger Schluff in einem kf-Wertbereich von 10-6 - 10-4 m/s.

Sowohl an der SFS Köln – Rhein-Main als auch im Frankfurter Stadtwald waren die Analysen des Bodeneluats unauffällig. Nach der Bodenpassage konnten die Prüfwerte der BBodSchV bzw. GFS-Werte der GWS-VwV eingehalten werden. Dies zeigt, dass die Bodenpassage einen ausreichenden Stoffrückhalt bewirkte.

Da die RTW-Trasse im PFA Nord nur von strombetriebenen Fahrzeugen und nicht für den Güterverkehr genutzt werden wird, ist das Risiko der Freisetzung größerer Mengen an trinkwassergefährdenden Stoffen bei außergewöhnlichen Betriebsfällen gering.

5.3 Minderung der Grundwasserneubildung

Die Minderung der Grundwasserneubildung wird überschlägig über die Flächenversiegelung abgeschätzt, die durch den Neubau der RTW-Trasse bedingt ist. Im PFA Nord besitzt die Neubaustrecke eine Länge von ca. 7 km (5,7 km von Streckenkilometer 2,1 – 7,8; 1 km Anschluss an die Bestandsstrecke 3611; 300 m Anbindung an das Bestandsnetz der Stadtbahn in Praunheim).

Wird konservativ eine Trassenbreite von 10,5 m (Regelquerschnitt 2-gleisige Strecke auf freier Strecke im Dammbereich) und eine komplette Abdichtung der Neubaustrecke im PFA Nord angenommen, ergibt sich eine versiegelte Fläche von ca. 75.000 m², von der das Niederschlagswasser nicht versickert, sondern in die Kanalisation oder in den Westerbach ausgeleitet wird. Nach HLOG 2009 ist im Taunusvorland und im Niddatal von einer mittleren Grundwasserneubildung von 95 – 126 mm/a auszugehen. Bei einer Grundwasserneubildungsrate von 100 mm/a entspricht dies einer Minderung der Grundwasserneubildung um 7.500 m³, bei einer Grundwasserneubildungsrate von 125 mm einer Minderung der Grundwasserneubildung um ca. 9.500 m³. Diese Minderung der jährlichen Grundwasserneubildung ist in der Gebietswasserbilanz vernachlässigbar.

6 Wechselwirkungen von Bauwerken mit dem Grundwasser

6.1 Allgemeines und Vorbemerkungen

Die RTW-Trasse verläuft im PFA Nord geländegleich oder in Dammlage. Alle kreuzenden Straßen und Eisenbahnstrecken werden überführt.

Außerhalb der Taleinschnitte von Sulzbach und Westerbach betragen die Flurabstände entlang der RTW-Trasse im PFA Nord ≥ 10 m (Anlage 5). Die Flachgründungen der Bauwerke liegen damit im PFA Nord sämtlich oberhalb des Grundwasserspiegels. Die Tiefgründungen reichen bei einzelnen Bauwerken bis in das Grundwasser (s. unten).

Wegen der schlechten Tragfähigkeit des bindigen Bodens erfolgt bei geländegleicher Lage der RTW-Trasse ein Bodenaustausch bis in 1,0 – 1,5 m unter GOK. Die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung wird hierdurch nicht wesentlich gemindert, da die bindigen Substrate oberflächennah in der Regel mit mehreren Metern Mächtigkeit anstehen (Anlage 3.1 und 3.2).

In den Dammlagen wird die Tragfähigkeit des Untergrunds durch Rüttelstopfsäulen erhöht (s. Kapitel 6.2). Innerhalb des Wasserschutzgebietes ist aufgrund der Vorgaben der Muster-Wasserschutzgebietsverordnung nur nicht recyceltes Z0-Material zu verwenden.

Überführungsbauwerke, die hohe Lasten abzutragen haben, werden zusätzlich mit Bohrpfählen gegründet. Folgende Bauwerke im PFA Nord werden mit Bohrpfählen tief gegründet:

- Stützwand Mast 56,
- Eisenbahnüberführung (EÜ) BAB A5,
- Stützwand Mast 1445,
- EÜ Bahnstrecke 3611,
- EÜ Lorscher Straße,
- EÜ Westerbach / EÜ Bahnstrecke 3615 / EÜ Wilhelm-Fay-Str.,
- EÜ Sossenheimer Straße,
- EÜ Sulzbach,
- EÜ Wirtschaftsweg (zwischen EÜ Sulzbach und EÜ BAB A66),
- EÜ BAB A66.

6.2 Maßnahmen zur Baugrundverbesserung

Die RTW verläuft in mehreren Streckenabschnitten in Dammlage. In diesen Abschnitten wird die Tragfähigkeit des Bodens mit Rüttelstopfsäulen verbessert. Die Rüttelstopfsäulen haben einen Durchmesser von jeweils bis zu 0,8 m und werden in einem Raster von bis zu 1,50 m * 1,50 m vom Planum ausgehend bis 8 m tief in den Untergrund eingebracht. Die Streckenab-

schnitte, in denen Rüttelstopfsäulen in den Boden eingebracht werden, sind in Tab. 4 aufgeführt.

Grundsätzlich wird die gesamte Trasse im Nahbereich der Trinkwasserbrunnen des WW Praunheim II, d.h. im Bereich mit einer Fließzeit im Grundwasser zu den Brunnen Praunheim von weniger als einem Jahr, mit Dichtungsbahnen abgedichtet. Dies betrifft den Streckenabschnitt km 2,5 – 4,25 sowie den Abzweig nach Süden bei km 2,7.

Darüberhinaus werden innerhalb der gesamten Wasserschutzgebietszone III A auch die Streckenabschnitte der Neubaustrecke mit Dichtungsbahnen abgedichtet, bei denen eine Baugrundverbesserung durch Rüttelstopfsäulen erfolgt. Die Rüttelstopfsäulen können die bindigen Schichten bereichsweise durchörtern und stellen dann durch die hohe hydraulische Durchlässigkeit der Schotterfüllung eine gut durchlässige Verbindung zum Grundwasser her. Dies betrifft im WSG des WW Praunheim II über den Nahbereich der Trinkwasserbrunnen hinaus noch den Streckenabschnitt 4,75 – 5,20 km (mit Ausnahme des Brückenbauwerks) sowie den Anschluss an die Bestandsstrecke 3611.

Anlage 10 zeigt in einem Übersichtplan die abzudichtenden Streckenabschnitte im WSG Praunheim II.

Tab. 4 Streckenabschnitte mit Rüttelstopfsäulen im PFA Nord

	Anfang	Ende
EÜ BAB A5		
Damm vor Bauwerk	3,0+00	3,2+50
Damm nach Bauwerk	3,3+40	3,5+00
EÜ 3611		
Damm vor Bauwerk	3,5+00	3,6+20
Damm nach Bauwerk	3,6+80	4,2+00
Ausfädelung Bestand	0,2+00	0,4+00
Einfädelung Bestand	0,2+00	0,6+50
EÜ Lorscher Str./Westerbach/Eschborn Süd		
Damm vor Bauwerk	4,7+50	4,8+70
Damm nach Bauwerk	4,9+20	5,2+00
EÜ Camp Phoenix/Düsseldorfer Str.		
Damm vor Bauwerk	6,1+50	6,4+00
Damm nach Bauwerk	6,5+20	6,8+00
EÜ Sulzbach/BAB A66		
Damm vor Bauwerk	7,4+70	7,5+50

6.3 Bauwerke mit Bohrpfahlgründungen

Die nachfolgend aufgeführten Überführungsbauwerke sind auf Bohrpfählen tiefgegründet. Die hydraulisch relevanten Kenngrößen der Tiefgründungen - Tiefe, Durchmesser, Achsabstand - sind nach ihrem aktuellen Planungsstand in Tab. 5 zusammengefasst. Weitere Informationen sind den Bauwerksplänen in Anlage 13 der Antragsunterlagen zu entnehmen.

Aufgrund der im Vergleich zu den Achsabständen geringen Durchmesser der Bohrpfähle, des großen Abstandes zwischen den tiefgegründeten Bauteilen und der großen Flurabstände im PFA Nord führen die Bohrpfähle nur zu einer geringfügigen Fließquerschnittsverminderung des Grundwasserleiters. Aus diesem Grund ist im PFA Nord bei allen Bauwerken die Aufstauwirkung im Grundwasser vernachlässigbar.

Tab. 5 Bauwerke mit Tiefgründungen im PFA Nord

Bauwerk	Bauteil	Bohrpfahl- durchmesser [cm]	Achsabstand längs / quer [m]	Tiefe [m]	GOK [müNN]	GW-Stand (Okt. 2014) [müNN]
Stützwand Mast 56	Stützwand West	90	2,64 / 2,65	20		
	Stützwand Nord	90	2,64 / 2,66	20	~ 118	~ 99,5
	Stützwand Ost	90	2,64 / 2,67	20		
EÜ BAB A5	Widerlager Ost	120	2,50 / 2,37	25		
	Mittelpfeiler	120	2,40 / 2,40	25	~ 120	~ 99,5
	Widerlager West	120	2,50 / 2,37	25		
Stützwand Mast 1445	Stützwand West	90	2,64 / 2,64	20		
	Stützwand Nord	90	2,00 / 1,76	20	~ 120	~ 99,5
	Stützwand Ost	90	2,64 / 2,64	20		
EÜ DB Strecke 3611	Stützwand Nord-West	90	3,60 / 2,70	20		
	Stützwand Nord-Ost	90	3,50 / 3,25	20		
	Widerlager Nord	90	2,75 / 3,20	20	~ 120	~ 99,7
	Widerlager Süd	90	2,65 / 3,05	20		
	Stützwand Süd-West	90	3,60 / 2,70	20		
	Stützwand Süd-Ost	90	3,60 / 2,50	20		
EÜ Lorsche Straße	Widerlager Nord-Ost	90	2,70 / 270	20		
	Mittelpfeiler	90	2,70 / 270	20	~ 115	~ 99,6
	Widerlager Süd-West	90	2,70 / 270	20		
EÜ Westerbach	Pfeilerachsen 260 - 220	120	1,90 / 1,87	25	~ 110	~ 104,2
EÜ HP Eschborn	Pfeilerachsen 210 - 160	120	2,15 / 3,53	25	~ 113	~ 103,7
EÜ Wilhelm Fey Straße	Pfeilerachsen 150 - 20	120	1,90 / 1,87	25	~ 114	
EÜ HP Sossenheim	Pfeilerachsen 20, 30 u. 40	120	2,40 / 3,40	25		
	Widerlager West	120	3,50 / 3,00	25	~ 118	~ 108,3
	Widerlager Ost	120	3,30 / 2,85	25		
EÜ Sulzbach	Pfeilerachsen 50 - 70	120	2,35 / 2,85	25	~ 106	~ 103,2
	Widerlager	120	3,60 / 3,60	25		
EÜ Wirtschaftsweg	Süd	120	3,60 / 3,60	25	~ 110	~ 103,2
	West	120	3,60 / 3,60	25		
EÜ A 66	Pfeilerachse 20	120	2,85 / 3,63	25		
	Widerlager Süd	120	2,40 / 3,00	30	~ 108	~ 103,2
	Widerlager Nord (Rahmen)	120	2,40 / 3,40	30		

Bei der Bohrpfahlherstellung wird ein unten offenes Stahlrohr beim Bohren mitgeführt. Nachfolgend wird das offene Bohrloch (Stahlrohr) mit Beton verfüllt. Entsprechend dem Betonierfort-

schritt wird das Stahlrohr schrittweise herausgezogen. Das in der Bohrung stehende Grundwasser wird durch den schwereren Beton nach oben verdrängt.

Stützwand Mast 56

Der Hochspannungsmast 56 liegt bei Streckenkilometer 3,1 unmittelbar vor dem Überführungsbauwerk EÜ BAB 5 nördlich der RTW-Trasse. Die RTW fährt hier in Dammlage. Im Bereich des Hochspannungsmastes wird die Böschung unterbrochen und der Damm durch Stützwände abgestützt. Die Stützwände werden durch zwei Reihen aus 6 (Stützwand West und Süd) bzw. 4 Bohrpfählen (Stützwand Ost) tiefgegründet. Die Bohrpfähle sind je 20 m tief und haben einen Durchmesser von 90 cm. Die Achsabstände betragen ca. 2,65 m in Längs- und in Querrichtung.

EÜ BAB 5

Die Überführung BAB 5 wird bei Streckenkilometer 3,28 neu errichtet und überführt an dieser Stelle die Autobahn sowie einen Wirtschaftsweg. Sie wird so ausgeführt, dass eine spätere Verbreiterung der Autobahn möglich ist.

Die Überführung wird als zweifeldrige Stahlhohlkastenkonstruktion ausgeführt. Das Widerlager Ost wird auf einem Bohrpfahlraster aus 4 x 5 Bohrpfählen, das Widerlager West auf einer zweireihigen Anordnung von jeweils 12 Bohrpfählen tiefgegründet. Lokal wird am Widerlager West die zweireihige Anordnung um weitere Bohrpfähle ergänzt. Die Achsabstände betragen 2,50 m in Längs- und 2,37 m Querrichtung. Der Mittelpfeiler wird auf zwei Reihen mit jeweils vier Bohrpfählen tiefgegründet. Die Bohrpfähle weisen hier sowohl in Längs- als auch in Querrichtung einen Achsabstand von 2,40 m auf.

Die Bohrpfähle der Widerlager und des Mittelpfeilers besitzen einen Durchmesser von 120 cm. Mit einer Tiefe von 25 m reichen sie ca. 5 m in das Grundwasser hinein. Der Grundwasserspiegel liegt am Standort bei ca. 100 müNN, die Geländeoberkante bei ca. 120 müNN.

Stützwand Mast 1445

Der Hochspannungsmast 1445 liegt bei Streckenkilometer 3,44 westlich der EÜ BAB 5 und südlich der RTW-Trasse. Die RTW fährt hier in Dammlage. Die Böschung wird im Bereich des Hochspannungsmastes unterbrochen und der Damm durch drei Stützwände abgestützt. Die Stützwände werden durch zwei Reihen aus je 4 Bohrpfählen (Stützwand West und Ost) bzw. einem Bohrpfahlraster aus 13 x 3 Bohrpfählen (Stützwand Nord) tiefgegründet. Die Bohrpfähle sind je 20 m tief und haben einen Durchmesser von 90 cm. Die Achsabstände betragen an der Stützwand West und Ost 2,64 m in Längs- und in Querrichtung, an der Stützwand Nord 2 m x 1,76 m.

EÜ Bahnstrecke 3611

Die EÜ Bahnstrecke 3611 liegt bei Streckenkilometer 3,65. Die Widerlager der Überführung werden auf einem Bohrpfahrraster aus 5 x 4 bis 5 x 5 Bohrpfählen mit einem Achsabstand von 2,75 m in Längs- und 3,20 m in Querrichtung (Widerlager Nord) bzw. 2,65 m / 3,05 m (Widerlager Süd) tiefgegründet.

Die Stützwände Nord-West (Achsabstand 3,60 m / 2,70 m), Süd-West (Achsabstand 3,60 m / 2,70 m) und Süd-Ost (Achsabstand 3,60 m / 2,50 m) werden auf jeweils 4 x 2 Bohrpfählen gegründet, die Stützwand Nord-Ost (Achsabstand 3,50 m / 3,25 m) auf 2 x 3 Bohrpfählen.

Die Bohrpfähle besitzen einen Durchmesser von 90 cm. Mit einer Tiefe von 20 m reichen sie geringfügig in das Grundwasser hinein. An der an der EÜ Bahnstrecke 3611 gelegenen Messstelle 1-47.2 wurde im Oktober 2014 ein Grundwasserstand von 99,70 müNN, im Mai 2016 von 99,97 müNN gemessen. Die Geländeoberkante liegt bei ca. 120 m.

EÜ Lorsche Straße

Bei Streckenkilometer 4,90 überquert die RTW die Lorsche Straße (L 3005) sowie einen parallel dazu verlaufenden Wirtschaftsweg. Die zweifeldrige Überführung ist als Stahlhohlkasten geplant und besitzt eine Gesamtlänge von 48,50 m. Die Widerlager (Nord-Ost und Süd-West) werden auf Rastern mit 5 x 4 bzw. 5 x 3 Bohrpfählen, der Mittelpfeiler auf einem Raster aus 5 x 2 Bohrpfählen tiefgegründet. Die Bohrpfähle besitzen einen Durchmesser von 90 cm. Die Achsabstände betragen sowohl für den Mittelpfeiler als auch für die Widerlager 2,70 m in Längs- und Querrichtung.

Die Geländehöhe der Lorsche Straße beträgt ca. 115 m. An der dort gelegenen Messstelle 1-74 wurde im Oktober 2014 ein Grundwasserstand von 99,60 müNN, im Mai 2016 von 100,32 müNN gemessen. Die Bohrpfähle reichen mit einer Länge von 20 m ca. 5 m in das Grundwasser hinein.

EÜ Westerbach / EÜ Bahnstrecke 3615 / EÜ Wilhelm-Fay-Str.

Bei Streckenkilometer 5,3 wird ein größeres, aus drei Durchlaufträgern bestehendes Überquerungsbauwerk errichtet. Die Strecke wird an dieser Stelle über insgesamt 440 m oberhalb des Geländes geführt und überquert dabei den Westerbach, den bestehenden Haltepunkt Eschborn Süd der Linie 3615 und die Wilhelm-Fay-Straße.

Von Praunheim kommend überführt die EÜ Westerbach als Durchlaufträger den Westerbach und das zugehörige Überschwemmungsgebiet. Die EÜ Westerbach hat zwischen den Endauflagern eine Gesamtlänge von 80,25 m und gliedert sich in fünf Felder. Das Endauflager auf der östlichen Seite (Richtung Praunheim) wird flachgegründet. Das Endauflager auf der westlichen Seite (Richtung Höchst) bildet gleichzeitig das östliche Endauflager für den zweiten Teilab-

schnitt. Die zwischen den Endauflagern liegenden Pfeiler sind auf einem Raster von 3 x 4 Bohrpfählen tiefgegründet. Der Bohrpfahldurchmesser beträgt jeweils 1,20 m, der Achsabstand 1,90 m in Längs- und 1,87 m in Querrichtung.

Der zweite Teilabschnitt (EÜ 3615 mit Haltepunkt Eschborn) überführt mit einem 104 m langen Durchlaufträger die Bahnstrecke 3615 und den Haltepunkt Eschborn Süd. Er gliedert sich in drei Felder. Die Stützen der Überquerung sowie das westliche und östliche Widerlager werden aufgrund der größeren Stützweiten auf einem Raster von 4 x 4 Bohrpfählen mit einem Bohrpfahldurchmesser von 120 cm und einem Achsabstand von 2,15 m in Längs- und 3,53 m Querrichtung gegründet.

Der dritte Teilabschnitt, das Überführungsbauwerk Wilhelm-Fay-Straße, schließt nahtlos an die Überführung EÜ 3615 an. Es besteht aus einem 251 m langen, in 15 Felder gegliederten Durchlaufträger und verläuft nach der Überquerung des Haltepunktes Eschborn Süd aufgeständert entlang der Stuttgarter Straße bzw. der Elisabethenstraße. Das Überführungsbauwerk endet bei Streckenkilometer 5,63 in einem flach auf Bodenaustausch gegründeten Fangedamm. Die Stützen der EÜ Wilhelm-Fay-Straße sind auf 3 Reihen mit je 4 Bohrpfählen gegründet. Die Bohrpfähle besitzen einen Durchmesser von 120 cm. Der Achsabstand beträgt 1,90 m in Längs- und 1,87 m in Querrichtung.

Die Bohrpfähle besitzen bei allen drei Überführungsbauwerken einen Durchmesser von 120 cm und eine Länge von 25 m. Die Geländeoberkante liegt im Taleinschnitt des Westerbachs bei 108,7 müNN und steigt auf 112 – 115 müNN unterhalb der EÜ Wilhelm-Fay-Straße. An der östlich des Westerbachs gelegenen Grundwassermessstelle 1-82 wurde im Oktober 2014 ein Grundwasserstand von 104,2 müNN, an der zwischen Westerbach und Bahnstrecke 3615 gelegenen Messstelle 1-94 ein Grundwasserstand von 103,73 müNN gemessen (Mai 2016: 104,23 müNN). Die Bohrpfähle tauchen ca. 15 – 20 m tief in das Grundwasser ein.

EÜ Sossenheimer Straße

Zwischen Bauwerkskilometer 6,28 und 6,40 verläuft die geplante Trasse auf einem Damm, der durch eine flachgegründete Stützwand gesichert wird. Daran schließt sich ein weiteres vierfeldriges Überführungsbauwerk an, die EÜ Sossenheimer Straße (km 6,45). Die EÜ Sossenheimer Straße überquert die Sossenheimer Straße sowie die Auf- und Abfahrt zur BAB 66.

Die derzeitige Planung sieht vor, die Endauflager der Überquerung Sossenheimer Straße auf 4 Reihen mit bis zu 5 (Widerlager Ost, Achsabstand 3,30 x 2,85 m) bzw. 3 Reihen mit bis zu 7 Bohrpfählen (Widerlager West, Achsabstand 3,50 x 3,00 m), die drei inneren Stützen auf 3 Reihen mit je 4 Bohrpfählen tief zu gründen (Achsabstand 2,40 x 3,40 m). Die Bohrpfähle besitzen einen Durchmesser von 120 cm.

Die Geländeoberkante liegt bei ca. 118 müNN. An der an der EÜ Sossenheimer Straße gelegenen Messstelle 1-117 wurde im Oktober 2014 ein Grundwasserstand von 108,26 müNN, im Mai 2016 von 108,14 müNN gemessen. Mit einer Länge von 25 m reichen die Bohrpfähle ca. 15 m in das Grundwasser.

EÜ Sulzbach

Bei Kilometer 7,60 liegt die Überführung über den Sulzbach, die mit einem Rahmenbauwerk an die Überführung über die BAB 66 anschließt. Die EÜ Sulzbach überquert zunächst einen Wirtschaftsweg und dann den Sulzbach. Die EÜ Sulzbach beschreibt eine Kurve in südliche Richtung.

Die Gesamtlänge zwischen den Endauflagern beträgt 123 m. Der Durchlaufträger der Überführung lagert am östlichen Ende auf einem flachgegründeten Widerlager. Die insgesamt vier Innenstützen werden auf Rastern mit 3 x 4 Bohrpfählen tiefgegründet, das westliche Widerlager auf bis zu 5 x 4 Bohrpfählen. Die Bohrpfähle besitzen einen Durchmesser von jeweils 120 cm und eine Länge von 25 m. Der Achsabstand beträgt bei den Innenstützen 2,35 m in Längs- und 2,85 m in Querrichtung, beim westlichen Widerlager 3,60 m sowohl in Längs- als auch in Querrichtung.

Die Geländeoberkante liegt in der Talniederung des Sulzbachs bei ca. 104 müNN und steigt an den Auenrändern auf ca. 110 müNN. An der nördlich der geplanten Trasse, bei ca. km 7,75 zwischen dem Sulzbach und der BAB 66 gelegenen Messstelle 1-147 wurde im Oktober 2014 ein Grundwasserstand von 103,16 müNN, im Mai 2016 von 103,40 müNN gemessen.

Bei einzelnen Bohrungen im Bereich der EÜ Sulzbach wurde in einer Höhe ≥ 108 müNN Grund- oder Schichtenwasser angebohrt. Bei der Festsetzung der Bemessungswasserstände an den Überführungsbauwerken EÜ Sulzbach wurde dies berücksichtigt.

EÜ Wirtschaftsweg

Südwestlich an das Überführungsbauwerk EÜ Sulzbach schließt sich ein Rahmenbauwerk an, das den nördlich, parallel zur BAB 66 verlaufenden Wirtschaftsweg überführt. Das Rahmenbauwerk wird im Süden durch eine Reihe aus 5 Bohrpfählen, im Norden durch ein Raster aus bis zu 6 x 5 Bohrpfählen tiefgegründet. Die Bohrpfähle haben einen Durchmesser von 1,20 m, einen Achsabstand von 3,60 m sowohl in Längs- als auch in Querrichtung und eine Länge von 25 m. Am nördlichen Auflager befindet sich die Grundwassermessstelle 1-147, die Grundwasserstände von ca. 103 – 103,5 müNN anzeigt (s. oben). Die Geländehöhe des Wirtschaftsweges liegt bei ca. 110 müNN. Die Bohrpfähle reichen damit ca. 18 m tief in das Grundwasser hinein. Das Rahmenbauwerk ist durch eine Raumfuge von der sich südlich anschließenden EÜ BAB 66 getrennt.

EÜ BAB 66

Die EÜ BAB 66 bei Streckenkilometer km 7,75 setzt den in Richtung Süden führenden Bogen fort. Die Überführung besteht aus einem 72,5 m langen Durchlaufträger und überspannt beide Richtungsfahrstreifen der BAB 66. Der lichte Abstand zwischen Mittelpfeiler und den beiden Auflagern ist so gewählt, dass eine nachträgliche Verbreiterung der Autobahn möglich ist.

Das Widerlager Nord und der Mittelpfeiler werden jeweils auf einer zweireihigen Anordnung von 5 (Widerlager Nord) bzw. 4 Bohrpfählen (Mittelpfeiler) tiefgegründet, das Widerlager Süd auf 3 Reihen mit bis zu 4 Bohrpfählen. Die Bohrpfahldurchmesser betragen jeweils 120 cm. Die Achsabstände betragen 2,40 x 3,40 m (Widerlager Nord), 2,40 x 3,00 m (Widerlager Süd) und 2,85 x 3,63 m (Mittelpfeiler).

Die Bohrpfähle des Mittelpfeilers besitzen eine Länge von 25 m, die der Widerlager von 30 m. Die Geländeoberkante im Bestand liegt an der EÜ BAB 66 bei ca. 107 – 114 müNN, der Grundwasserstand an der Messstelle 1-147 bei ca. 103 müNN. Bei der Festsetzung der Bemessungswasserstände an der EÜ BAB 66 wurden die dort bei Bohrungen lokal angetroffenen höheren Grundwasserstände berücksichtigt.

7 Verlust von Retentionsraum in Überschwemmungsgebieten

Zur Minimierung des Verlustes von Retentionsraum in den Überschwemmungsgebieten von Westerbach und Sulzbach wurde bei den Überführungsbauwerken auf Dammbauwerke verzichtet und eine aufgeständerte Bauweise gewählt.

Westerbach

Das Überführungsbauwerk über den Westerbach hat eine Gesamtlänge von 80,25 m und ist als fünffeldrige Brücke geplant. Im potenziellen Überschwemmungsgebiet liegen drei Stützen, die auf jeweils zwei Säulen ruhen. Bei den beiden östlichen Stützen haben die Säulen einen Durchmesser von ca. 1,50 m und damit eine Grundfläche von jeweils ca. 1,77 m². Die Säulen der westlichsten Stütze haben einen Durchmesser von 2,5 m und damit eine Grundfläche von jeweils ca. 4,91 m². Damit ergibt sich eine Minderung der Retentionsfläche von ca. 16,9 m² im Hochwasserfall ($4 \cdot 1,77 \text{ m}^2 + 2 \cdot 4,91 \text{ m}^2$). Diese ist als vernachlässigbar zu betrachten.

Die Minderung des Retentionsraums beträgt bei einem Anstieg der Wasserspiegellagen um bis zu 2 m bei einem HQ 100 (s. Kapitel 3) entsprechend ca. 34 m³ ($17 \text{ m}^2 \cdot 2 \text{ m}$).

Sulzbach

Das Überführungsbauwerk über den Sulzbach ist ebenfalls als aufgeständerte fünffeldrige Brücke mit einer Gesamtlänge von 123 m geplant. Im potenziellen Überschwemmungsgebiet zwischen den Deichen liegen vier Stützen. Jede Stütze ruht auf zwei Säulen mit einem Durchmesser von ca. 1,5 m, d.h. einer Grundfläche von jeweils ca. 1,77 m². Außerdem ragt das westliche Auflager mit einer Fläche von ca. 7,5 m² in das Überschwemmungsgebiet. Damit ergibt sich eine Minderung der Retentionsfläche von ca. 21,7 m² im Hochwasserfall ($8 \cdot 1,77 \text{ m}^2 + 7,5 \text{ m}^2$). Diese ist als vernachlässigbar zu betrachten.

Bei einem Anstieg der Wasserspiegellage um bis zu 2 m bei einem HQ 100 (s. Kapitel 3) beläuft sich der Retentionsraumverlust auf ca. 44 m³ ($22 \text{ m}^2 \cdot 2 \text{ m}$).

Durch beide Überführungsbauwerke entsteht damit keine erhebliche nachteilige Veränderung des Abflusses im Hochwasserfall.

8 Grundwassermonitoring und Beweissicherung

8.1 Allgemeines und Vorbemerkungen

Das Grundwassermonitoring im PFA Nord dient zur Überwachung der bauzeitlichen und der betrieblichen Auswirkungen des Vorhabens auf die Grundwasserqualität. Eine Überwachung der Grundwasserstände entfällt, da die Tiefgründungen der Überführungsbauwerke nur eine vernachlässigbare Aufstau- bzw. Absenkungswirkung des Grundwassers hervorrufen (s. Kapitel 6.3). Wegen dieser geringen Wirkung wird ein Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis im Hinblick auf § 9 Abs. 2 Nr. 1 WHG als nicht erforderlich angesehen.

Alle Flachgründungen liegen oberhalb des Grundwassers (s. Kapitel 6).

Das Qualitätsmonitoring umfasst die Aufnahme der Vorortparameter, die Messung der Grundwasserstände und eine Analyse der Proben auf einen festgelegten Parameterumfang. Vor Beginn der Baumaßnahme werden in einer Basisaufnahme alle Untersuchungsparameter erhoben (s. Kapitel 8.2).

Ein bauzeitliches Grundwassermonitoring (inkl. der Basisaufnahme) erfolgt an allen Bauwerken im Wasserschutzgebiet, deren Gründungen in das Grundwasser eintauchen. Dies betrifft im PFA Nord folgende Bauwerke:

- Stützwand Mast 56,
- EÜ BAB A5,
- Stützwand Mast 1445,
- EÜ Bahnstrecke 3611 und
- EÜ Lorsche Straße.

Eine Ausnahme bildet die auf der Grenze des Wasserschutzgebietes und im Abstrom der Brunnen-galerie gelegene EÜ Westerbach / EÜ Bahnstrecke 3615. Hier kann auf ein Grundwasser-monitoring verzichtet werden, da das Bauwerk im aktuellen und auch in dem für die Zukunft zu erwartenden Förderregime deutlich außerhalb des Einzugsgebietes der Brunnen Praunheim liegt. Der nächstgelegene Brunnen 9 des WW Praunheim II ist seit 1978 nicht mehr in Betrieb.

An der EÜ BAB A5 wird im unmittelbaren Grundwasserabstrom des Bauwerks die Monitoring-Messstelle GWM 1 neu eingerichtet. Mit dieser Messstelle können auch die unmittelbar westlich (Mast 1445) bzw. östlich (Mast 56) der EÜ BAB A5 gelegenen tief gegründeten Stützwände der Hochspannungsmasten 56 und 1445 überwacht werden.

Das Monitoring an der EÜ DB Strecke 3611 erfolgt über die bestehende Grundwassermessstelle 1-47.2, das Monitoring an der EÜ Lorsche Straße erfolgt über die bestehende Grundwassermessstelle 1-74.

Die RTW-Trasse im Nahbereich der Trinkwasserbrunnen Praunheim wird sowohl bauzeitlich als auch im Betrieb überwacht. Dazu wird zwischen der nach Süden führenden Anschlussstrecke

an das Bestandsnetz der Stadtbahn und den mit hohen Förderraten beaufschlagten Brunnen 1 und 2 die Monitoring-Messstelle GWM 2 und zwischen der RTW-Trasse und dem Brunnen 6 die Monitoring-Messstelle GWM 3 neu errichtet. Die nahe gelegenen bestehenden Grundwassermessstellen der Hessenwasser sind aufgrund ihrer Verfilterung als Monitoringmessstellen ungeeignet.

Die Lage der fünf genannten Monitoringmessstellen ist im Übersichtsplan in **Anlage 11** dargestellt.

Die genaue Lage der neu zu bauenden Überwachungsmessstellen wird in der Örtlichkeit mit den Betroffenen und den Behörden abgestimmt. Die sachgerechte Einrichtung der Messstellen wird gutachterlich bestätigt.

8.2 Basisaufnahme

An allen Monitoringmessstellen erfolgt bis spätestens 3 Monate vor Baubeginn eine Basisaufnahme der Grundwasserqualität. Dabei wird der gesamte für die Überwachung der Grundwasserqualität vorgesehene Parameterumfang beprobt. Eine Probenahme umfasst immer auch die Messung der Vorort-Parameter Temperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Redoxpotential. Durch die Basisaufnahme sollen auch evtl. bereits vorhandene Grundwasserbelastungen erkannt werden.

Der Analysenumfang des Qualitätsmonitorings wurde aus den Parametern der Grundwasserverordnung (GrwV 2010) sowie zusätzlich aus relevanten Parametern der Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV 2011) zusammengestellt. Da im Betrieb der RTW im Wasserschutzgebiet keine Herbizide eingesetzt werden, wird auf deren Analyse verzichtet. Der gesamte Analysenumfang ist in Tab. 6 aufgelistet.

Ein Bericht zu den Untersuchungsergebnissen der Basisaufnahme wird der Behörde bis spätestens 2 Monate vor Baubeginn zugesandt.

Tab. 6 Parameterumfang der Grundwasseranalysen

Parameter	
Hauptanionen und -kationen	Sonstige Metalle
Ammonium	Aluminium
Natrium	Eisen
Kalium	Mangan
Calcium	Organische Parameter
Magnesium	BTEX
Chlorid	Summe LHKW
Hydrogencarbonat	Summe Tri- und Tetrachlorethen
Sulfat	Vinylchlorid
Nitrat	Summe PAK
Schwermetalle	Summe PCB
Arsen	Kohlenwasserstoffe
Blei	Sonstige Parameter
Cadmium	Abfiltrierbare Stoffe
Chrom	Bor
Kobalt	CSB
Kupfer	Cyanide, leicht freisetzbar
Molybdän	Cyanide, gesamt
Nickel	Fluorid
Quecksilber	Selen
Zink	

8.3 Bau- und Betriebsphase

8.3.1 Bauphase

Das bauzeitliche Grundwassermonitoring zielt darauf ab, mögliche Veränderungen der Grundwasserqualität in Folge der Bautätigkeiten an der RTW zu erkennen. Dazu wird zunächst während der Bauphase wöchentlich an allen vier Grundwassermessstellen im Wasserschutzgebiet der pH-Wert und die Leitfähigkeit überwacht und protokolliert.

Bei den Baumaßnahmen im Nahbereich der Brunnengalerie des WW Praunheim erfolgt aus Vorsorgegründen eine monatliche Beprobung des Grundwassers. Dies betrifft die EÜ BAB A5 sowie die westlich und östlich dieser Überführung gelegenen Stützwände der Hochspannungsmäste 56 und 1445, die EÜ 3611 und die RTW-Trasse zwischen km 2,5 und 4,3, d.h. die Grundwassermessstellen GWM 1 - 3 sowie die Messstelle 1-47.2.

Bei den Probenahmen werden der Grundwasserstand und die Vor-Ort-Parameter gemessen und protokolliert und das in Tab. 6 aufgelistete Parameterspektrum analysiert. Sollten bei den

Bautätigkeiten Betonzusatzmitteln, Injektionsmaterialien oder Verpressmittel zur Verwendung kommen, sind diese der Behörde zu benennen. Der Analyseumfang muss dann ggf. diesbezüglich angepasst werden.

An der im Unterstrom des Brunnens 8 gelegenen Grundwassermessstelle 1-74 erfolgt eine vierteljährliche Beprobung des Grundwassers.

Die Überwachungsergebnisse der Bauphase inkl. einer 2-jährigen Übergangsphase nach Bauende werden in Jahresberichten dokumentiert. Grenzwertüberschreitungen der GWS-VwV werden der Behörde sofort mitgeteilt.

Das bauzeitliche Monitoring endet nach einer Übergangsphase 2 Jahre nach Abschluss der Bauarbeiten.

8.3.2 Betriebsphase

In der Betriebsphase wird an den Grundwassermessstellen GWM 1 und GWM 3 dauerhaft die trassennahe Grundwasserqualität überwacht. Das Analysespektrum umfasst die Parameter aus Tab. 6. Bei Auffälligkeiten in der Grundwasserqualität wird in Abstimmung mit der Behörde das Untersuchungsprogramm stärker differenziert. Ggf. werden weitere Messstellen in die Überwachung mit einbezogen.

Die Probenahme in der Betriebsphase erfolgt zunächst halbjährlich. Bei unauffälligen Befunden kann nach ca. 5 Betriebsjahren der Probenahmeturnus auf eine jährliche Probenahme erweitert werden.

9 Wasserrechtliche Antragsgegenstände

Nachfolgend sind die wasserrechtlichen Antragsgegenstände genannt, die im Zuge der Planfeststellung nach § 18 AEG bei den zuständigen Behörden beantragt werden müssen.

9.1 Benutzung von Gewässern

9.1.1 Erlaubnis zur Einleitung von Niederschlagswasser in Fließgewässer

Es wird nach § 8 WHG in Verbindung mit § 57 WHG die Erlaubnis beantragt, das gesammelte Niederschlagswasser aus dem Streckenbetrieb mit bis zu 2,4 l/s in den Steinbach einzuleiten. Das gesammelte Niederschlagswasser stammt aus dem Streckenabschnitt von km 2,0 – 3,34 sowie dem bei km 2,7 nach Süden abzweigenden Verbindungsstück zu den Bestandsstrecken der Stadtbahn. Das Niederschlagswasser wird vor der Einleitung gemäß DWA-M-153 behandelt. Die vorgesehene Behandlungsmaßnahme ist die Durchsickerung durch einen 20 cm mächtigen, qualifizierten Oberboden. Die Einleitung in den Steinbach erfolgt an der bestehenden Brücke „Steinbacher Hohl“ über den Steinbach (Gemarkung Frankfurt-Niederursel, Flurnummer 9, Flurstück 127).

Es wird nach § 8 WHG in Verbindung mit § 57 WHG die Erlaubnis beantragt, das gesammelte Niederschlagswasser aus dem Streckenbetrieb mit bis zu 9,6 l/s in den Westerbach einzuleiten. Das gesammelte Niederschlagswasser stammt aus dem Streckenabschnitt von km 3,34 - 5,33 sowie von den neu zu bauenden Anschlussstrecken an die Bestandsstrecke 3611. Das Niederschlagswasser wird vor der Einleitung gemäß DWA-M-153 behandelt. Die vorgesehene Behandlungsmaßnahme ist die Durchsickerung durch einen 30 cm mächtigen, qualifizierten Oberboden. Die Einleitung in den Westerbach erfolgt an der bestehenden EÜ der Bahnstrecke 3615 über den Westerbach (Gemarkung Frankfurt-Sossenheim, Flurnummer 22, Flurstück 119/10).

Es wird nach § 8 WHG in Verbindung mit § 57 WHG die Erlaubnis beantragt, das gesammelte Niederschlagswasser aus dem Streckenbetrieb mit bis zu 19,6 l/s in den Sulzbach einzuleiten. Das gesammelte Niederschlagswasser stammt aus dem Streckenabschnitt von km 6,50 – 7,60. Das Niederschlagswasser wird vor der Einleitung gemäß DWA-M-153 behandelt. Die vorgesehene Behandlungsmaßnahme ist die Durchsickerung durch einen 30 cm mächtigen, qualifizierten Oberboden. Die Einleitung in den Sulzbach erfolgt wenige Meter nördlich des Überführungsbauwerks der RTW über den Sulzbach (Gemarkung Sulzbach, Flurnummer 16, Flurstück 108).

Nähere Angaben sind den Ausführungen zur Entwässerungsplanung in den Antragsunterlagen auf Planfeststellung zu entnehmen.

9.1.2 Erlaubnis zum Einbringen von Stoffen in das Grundwasser

Es wird nach § 8 WHG die Erlaubnis beantragt, Großbohrpfähle zur Gründung folgender Bauwerke in das Grundwasser einzubringen:

- Stützwand Mast 56,
- EÜ BAB A5,
- Stützwand Mast 1445,
- EÜ Bahnstrecke 3611,
- EÜ Lorscher Straße,
- EÜ Westerbach / EÜ Bahnstrecke 3615 / HP Eschborn Süd,
- EÜ Wilhelm-Fay-Str.,
- EÜ Sossenheimer Straße / Hp Carl-Sonnenschein-Siedlung / Düsseldorfer Straße,
- EÜ Sulzbach,
- EÜ Wirtschaftsweg,
- EÜ BAB A66.

Einzelheiten zu den Bauwerken und den Einbindetiefen der Großbohrpfähle sind dem Kapitel 6 zu entnehmen.

Es wird nach § 8 WHG die Erlaubnis beantragt, zur Baugrundverbesserung Rüttelstopfsäulen aus Sand-Kiesgemischen in das Grundwasser einzubringen. An folgenden Bauwerken sind Rüttelstopfsäulen vorgesehen, die aufgrund ihrer Einbindetiefen und der hydrogeologischen Verhältnisse bis in das Grundwasser hineinreichen können:

- EÜ Lorscher Str./Westerbach/Eschborn Süd: Damm vor und nach dem Überführungsbauwerk
- EÜ Camp Phoenix/Düsseldorfer Str.: Damm vor und nach dem Überführungsbauwerk
- EÜ Sulzbach/BAB A66: Damm vor dem Überführungsbauwerk

Einzelheiten zu den Bauwerken und den Einbindetiefen der Rüttelstopfsäulen sind dem Kapitel 6 zu entnehmen.

9.2 Inanspruchnahme von Gewässerrandstreifen / Überschwemmungsgebieten

Es wird nach § 78 WHG die Genehmigung beantragt, in den Überschwemmungsgebieten von Sulzbach und Westerbach Überführungsbauwerke über die genannten Flüsse in aufgeständerter Bauweise zu errichten. Die Minderung der Retentionsflächen beschränkt sich aufgrund der Bauweise der Überführungsbauwerke am Westerbach auf die Grundflächen der Stützen im Hochwasserabflussprofil, am Sulzbach auf die Grundflächen der Stützen sowie einen geringen Flächenanteil des westlichen Widerlagers. Die Minderung der Retentionsflächen beträgt am Westerbach ca. 17 m², am Sulzbach ca. 22 m² und ist daher vernachlässigbar.

Es entsteht hierdurch ein Retentionsraumverlust von ca. 34 m³ am Westerbach und von ca. 44 m³ am Sulzbach bei einem HQ 100 (Anstieg der Wasserspiegellagen um bis zu 2 m). Nähere Angaben sind dem Kapitel 7 sowie dem Erläuterungsbericht Kapitel II 4.2 Ingenieurbawerke zu entnehmen.

Der vorgenannte Verlust an Retentionsraum kann durch entsprechende Geländevertiefungen oder Geländemodellierungen im Eingriffsbereich auf den Flächen unterhalb der vorgenannten Bauwerke, die durch den Vorhabenträger erworben werden sollen, ausgeglichen werden. Die Details werden im Rahmen der Ausführungsplanung mit der Oberen Wasserbehörde abgestimmt.

Brandt·Gerdes·Sitzmann
Umweltplanung GmbH

Darmstadt, den 15.12.2017

gez. Dr.-Ing. Markus Kämpf

gez. Dipl.-Geoökol. Anette Spinola

Literatur

ARGE WASSER – UMWELT – GEOTECHNIK 2005: Ausbau- / Neubaustrecke Stuttgart – Augsburg, Stellungnahme zur Wassergüte des Niederschlagswassers von der Festen Fahrbahn, Westheim/Stuttgart/Ettlingen.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT: Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch 2006, Rheingebiet, Teil II, Main, Augsburg, Oktober 2014.

BGS UMWELT 2009: ICE Neubaustrecke Rhein-Main / Rhein-Neckar, Gutachten zur Entwässerungswasserqualität, Darmstadt, Oktober 2009.

BGS UMWELT 2013: Hydrologisches Gutachten Umbau Knoten Frankfurt (M) – Sportfeld, 2. Ausbaustufe, Darmstadt, Januar 2013.

BGS UMWELT 2015: Regionaltangente West - Bodenchemisches Gutachten Frankfurter Stadtwald, Darmstadt, März 2015.

BGS WASSER 2013: Abkopplung des Wellritz- und Kesselbaches von der Mischwasserkanalisation, Planung eines rückgekoppelten hydraulischen Ableitungssystems, Untersuchung im Auftrag der Landeshauptstadt Wiesbaden – Umweltamt, Darmstadt, 2013.

BGS WASSER 2016: Hochwassergefährdung im Stadtgebiet Frankfurt am Main durch Taunusbäche, Machbarkeitsstudie zur Bewertung der Hochwassercharakteristik und möglicher Warnsysteme, Untersuchung im Auftrag der Stadt Frankfurt am Main – Umweltamt, Darmstadt, 2016.

BUWAL 2002: Entwässerungsverhalten und Schadstoffaustrag von Gleiskörpern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Umwelt-Materialien Nr. 149 Umweltgefährdende Stoffe, Bern.

DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH (2016 (I)): Bodenverwertungs- und Entsorgungskonzept (BoVEK). Regionaltangente West Los 1 – PFA Nord km 2,0+55 – km 7,8+00. Feinkonzept. Frankfurt.

DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH (2016 (II)): Geotechnische Bericht 1.04 – 1.14. Bauvorhaben Regionaltangente West – Los 1. Frankfurt.

DVGW W 101 (2006): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser.

DWA-M 153 (2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser.

EAWAG 2005: Gewässerschutz an Bahnanlagen, Emittierte Stoffe im Normalbetrieb der SBB sowie Grundlagen zu deren Umweltverhalten, Wasserforschungsinstitut ETH Zürich

GEOHYDROLOGISCHES BÜRO UND INGENIEURBÜRO FÜR WASSERERSCHLIEßUNG, WASSERVERSORGUNG UND UMWELTTECHNIK (1999): Geohydraulische Untersuchungen im Grundwassereinzugsgebiet der Wasserwerke Praunheim II und III mittels Grundwassermodelluntersuchung.

HESSISCHER STAATSANZEIGER Nr. 13 vom 25.03.1996: Wasserschutzgebiete – Hessen, S. 985.

HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (HLUG) 2007: Bodenkarte von Hessen 1:50.000, Blatt L 5916 Frankfurt a.M. West, Wiesbaden 2007.

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

HESSISCHER STAATSANZEIGER vom 25.03.1996: Wasserschutzgebiete (S. 985).

HESSISCHER STAATSANZEIGER vom 07.03.2011: Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV).

HGN HYDROGEOLOGIE GMBH NORDHAUSEN (2002): Retentionskataster Westerbach.

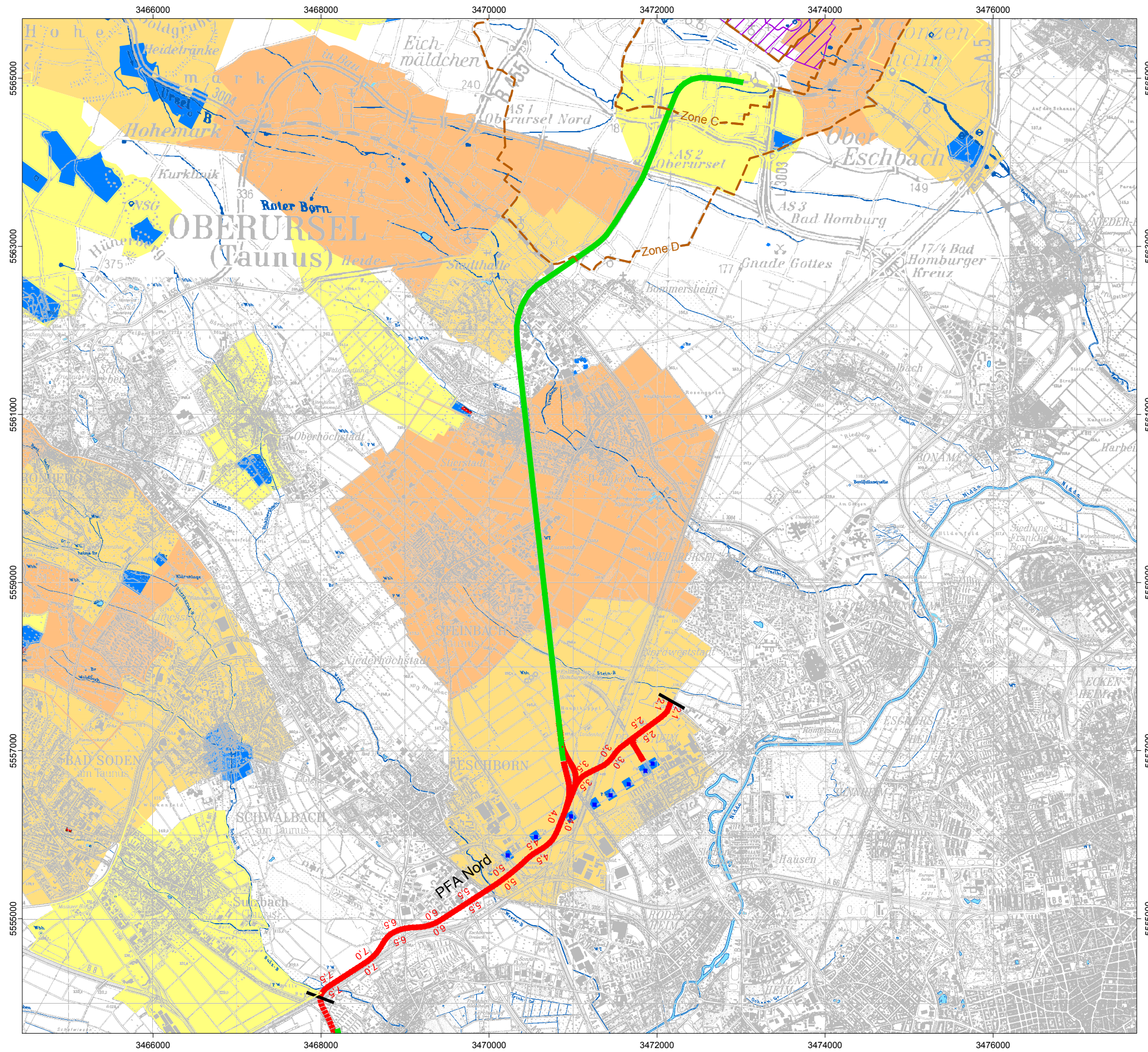
HÖLTING, B., HAERTLE, T. HOHBERGER, K.-H., NACHTIGALL, K.-H., VILLINGER, E., WEINZIERL, W., WROBEL, J.-P. 1995: Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, Geologisches Jahrbuch, Band C 63, S. 5-24, Hannover.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW): Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch 2009, Rheingebiet, Teil I, Karlsruhe Oktober 2011.

RP DARMSTADT, ABTEILUNG ARBEITSSCHUTZ UND UMWELT WIESBADEN, DEZ. 41.2 (2015): Hochwasserrisikomanagementplan für das Einzugsgebiet Sulzbach / Liederbach. Stand Juni 2015.

WILDER, H., SCHÖBEL, T. 2008: Leitfaden zur Schutzfunktionsbewertung der Grundwasserüberdeckung. Geologischer Dienst NRW, Stand 08. Dezember 2008.

[HTTPS://DE.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/WESTERBACH_\(NIDDA\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Westerbach_(Nidda))

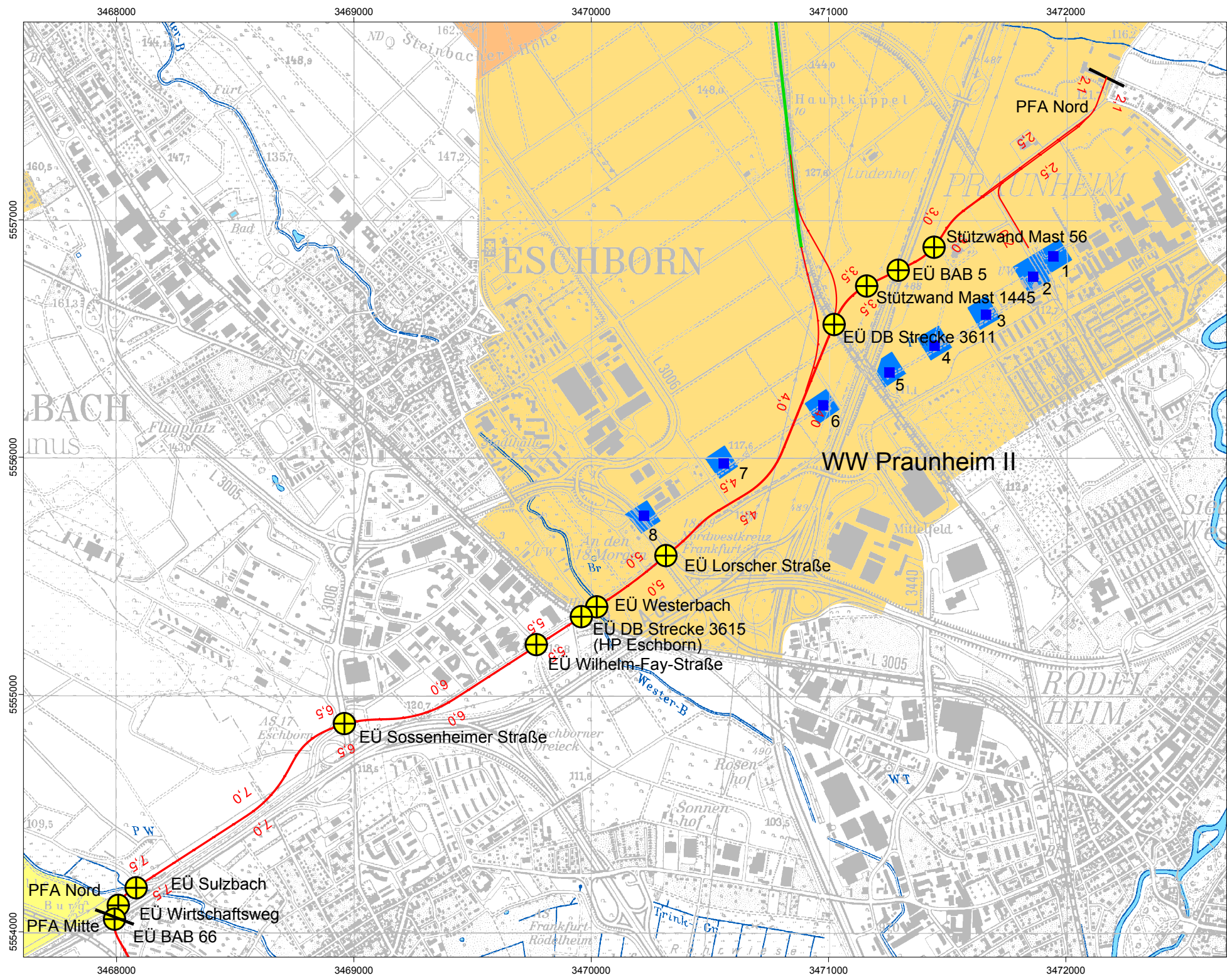


Legende:

- geplante Trasse RTW (Bestand)
- geplante Trasse RTW (Neubau)
- Trinkwasserbrunnen
- WSG Zone II
- WSG Zone III
- WSG Zone IIIA
- WSG Zone IIIB
- Heilquellenschutzgebiet Bad Homburg qual.
- Heilquellenschutzgebiet Bad Homburg quan.

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

Unterlage nur zur Information	
	Anlage: <b style="font-size: 24px;">1
Projekt: <b style="font-size: 18px;">Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord	Maßstab: <b style="font-size: 18px;">1:50.000
Planbezeichnung: <b style="font-size: 18px;">Übersichtslageplan	Datei: 5269-032.dwg Layout: Anlage-01 Bearb.: Spi.
Bearbeitet durch: <b style="font-size: 18px;">BGS UMWELT <small>Brandt Gerdes 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</small>	Gez.: Kes. Datum: Feb. 2017 Projekt- nummer: 5269

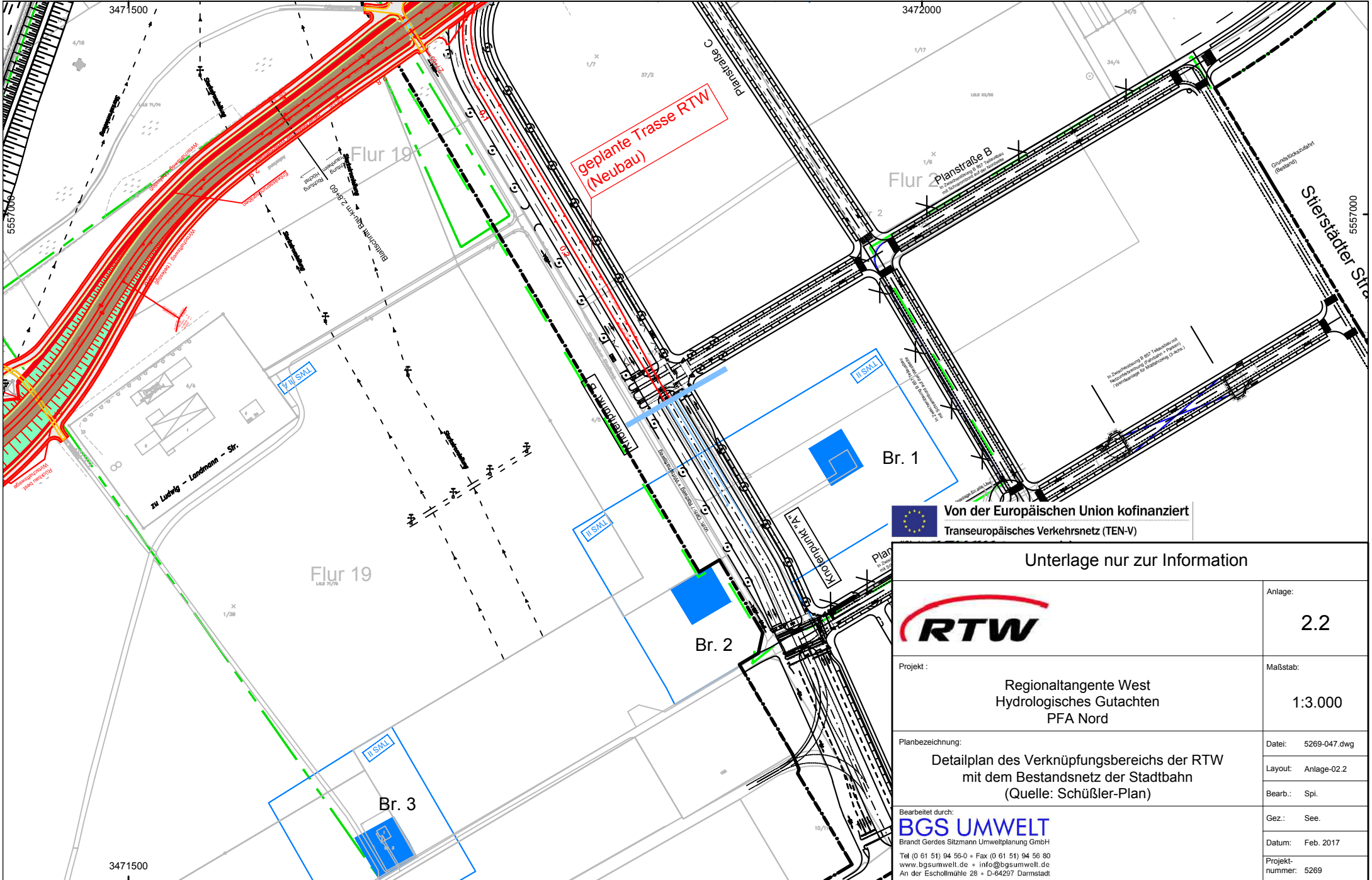


Legende:

- geplante Trasse RTW (Bestand)
- geplante Trasse RTW (Neubau)
- Trinkwasserbrunnen
- ⊕ Bauwerke mit Tiefgründung
- WSG Zone II
- WSG Zone III
- WSG Zone IIIA
- WSG Zone IIIB

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

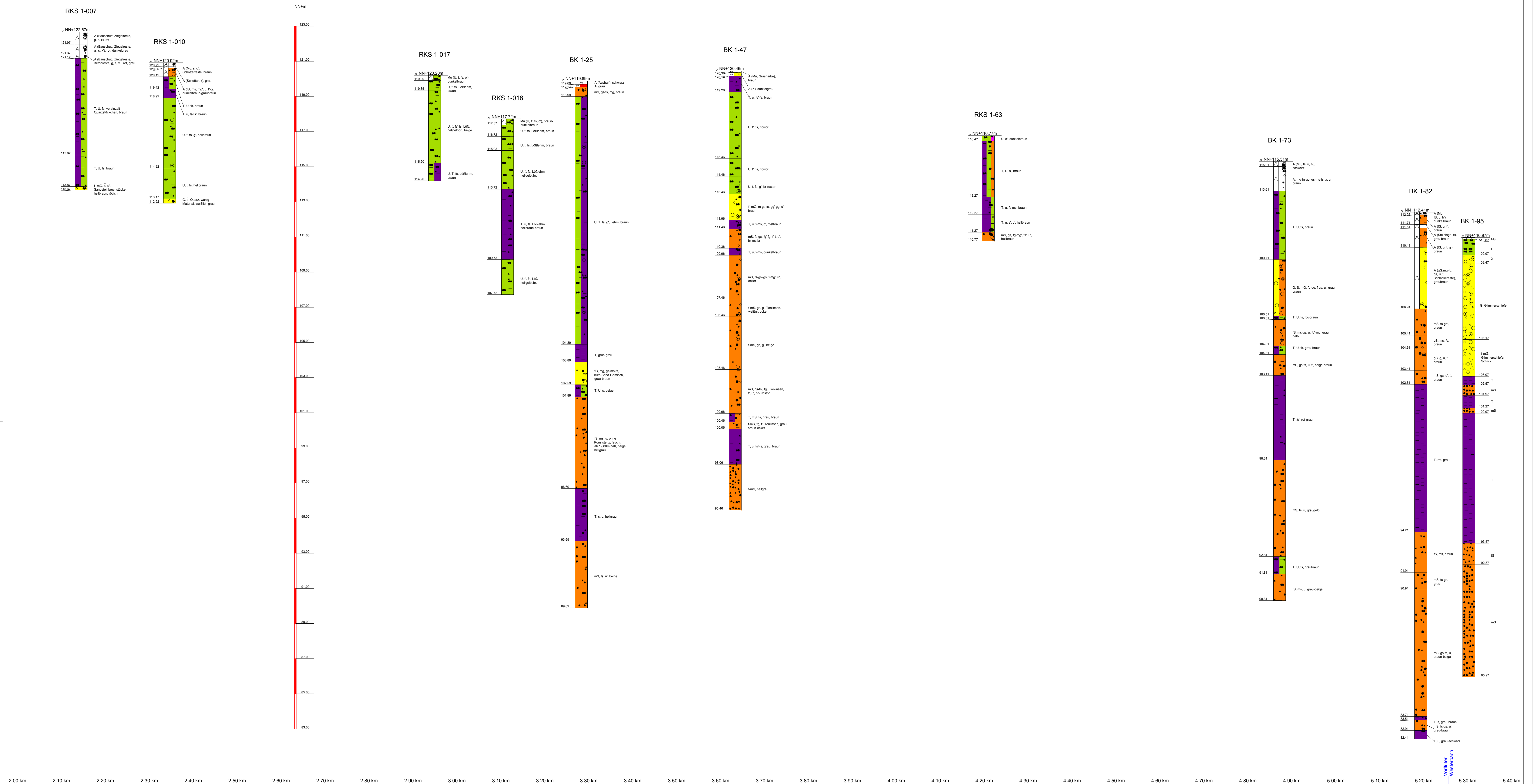
Unterlage nur zur Information	
	Anlage: 2.1
Projekt: Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord	Maßstab: 1:20.000
Planbezeichnung: Lageplan PFA Nord	Datei: 5269-033.dwg Layout: Anlage-02.1 Bearb.: Spi.
Bearbeitet durch: BGS UMWELT <small>Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH Tel (0 61 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</small>	Gez.: Kes. Datum: Feb. 2017 Projekt- nummer: 5269

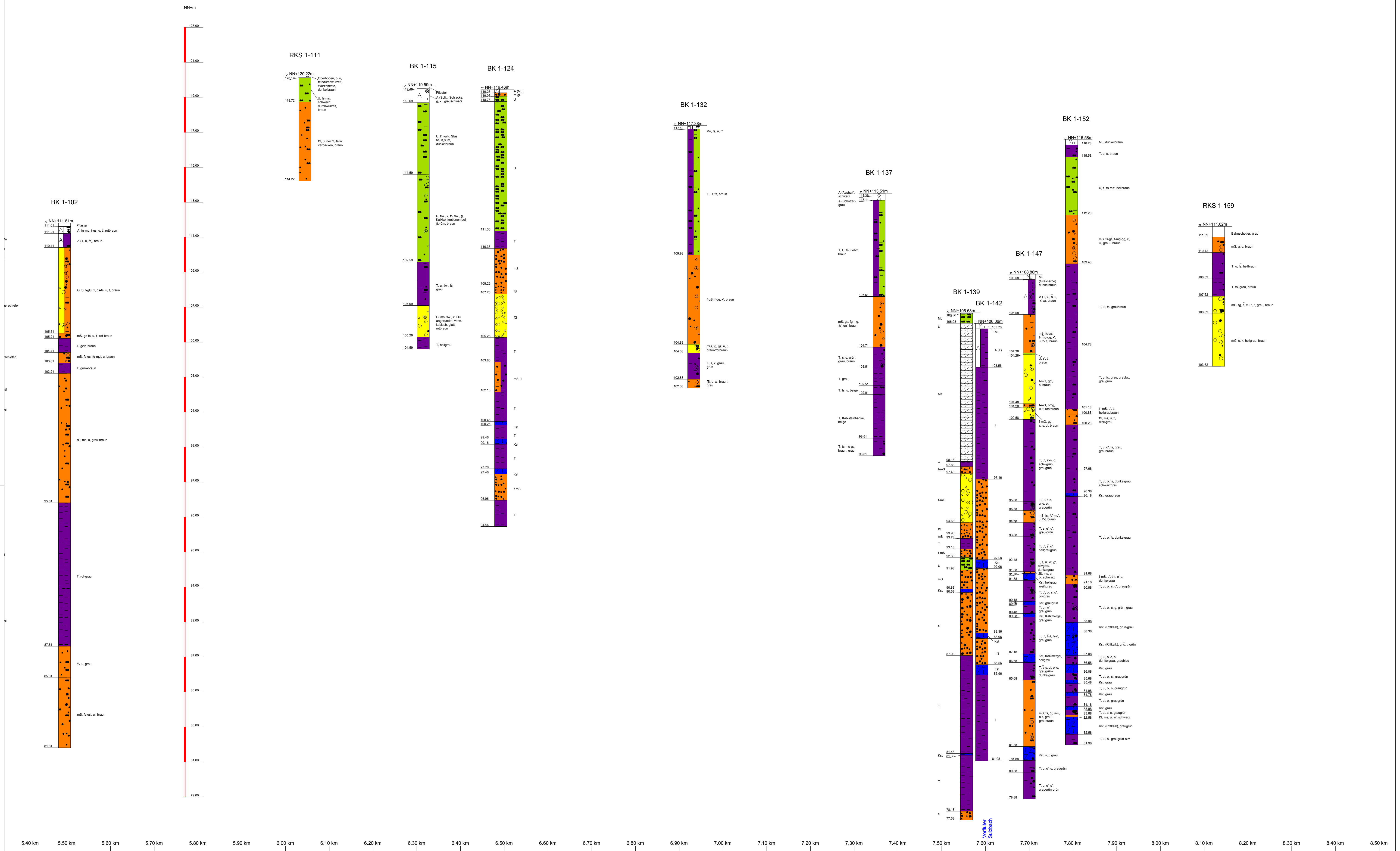


geplante Trasse RTW
(Neubau)


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

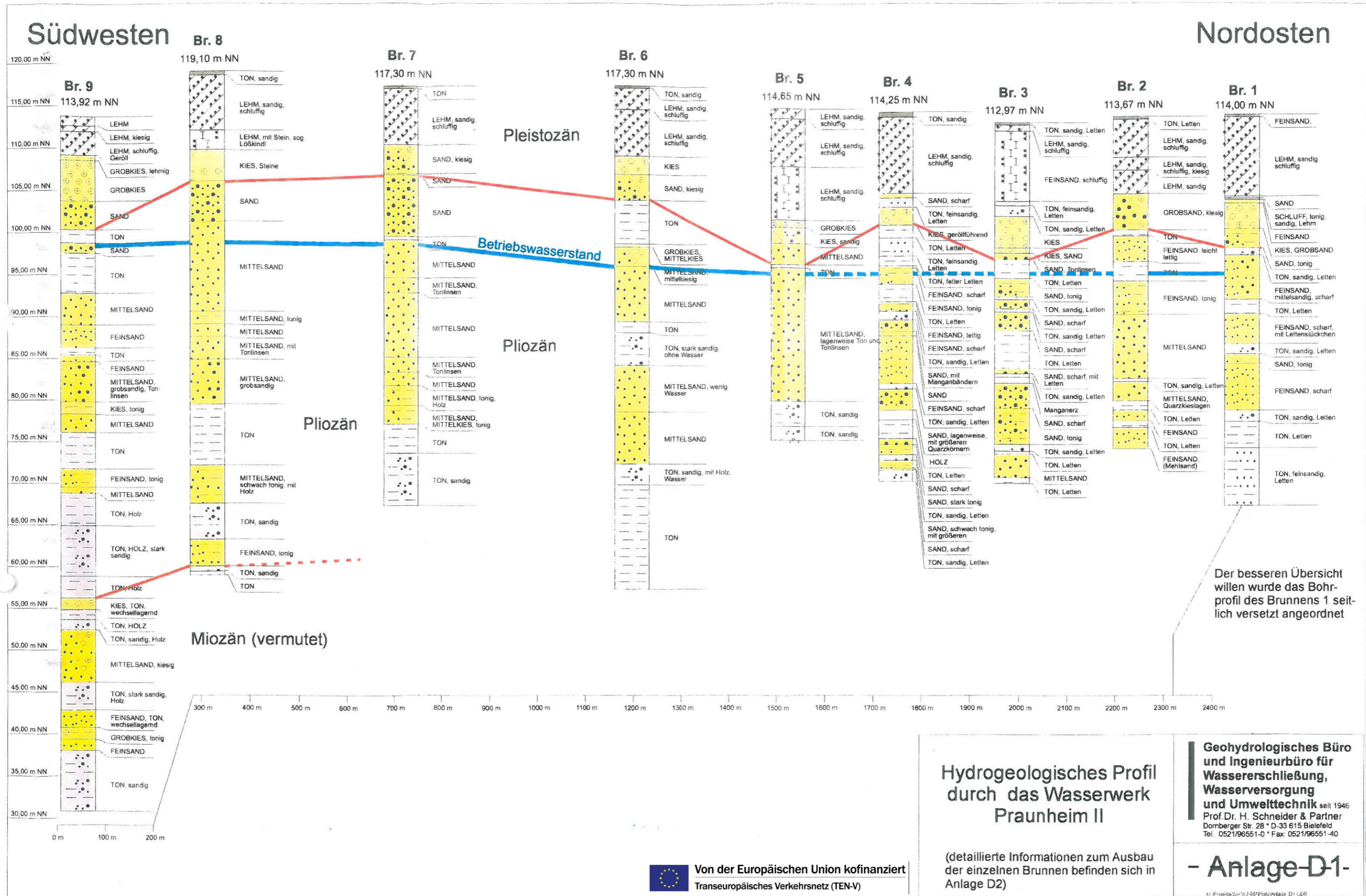
Unterlage nur zur Information	
	Anlage: 2.2
	Maßstab: 1:3.000
Projekt: Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord	Datei: 5269-047.dwg
Planbezeichnung: Detailplan des Verknüpfungsbereichs der RTW mit dem Bestandsnetz der Stadtbahn (Quelle: Schüßler-Plan)	Layout: Anlage-02.2
Bearbeitet durch: BGS UMWELT Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 89 www.bgs-umwelt.de • info@bgs-umwelt.de An der Eschölmühle 28 • D-64297 Darmstadt	Bearb.: Spi.
	Gez.: See.
	Datum: Feb. 2017
	Projekt- nummer: 5269

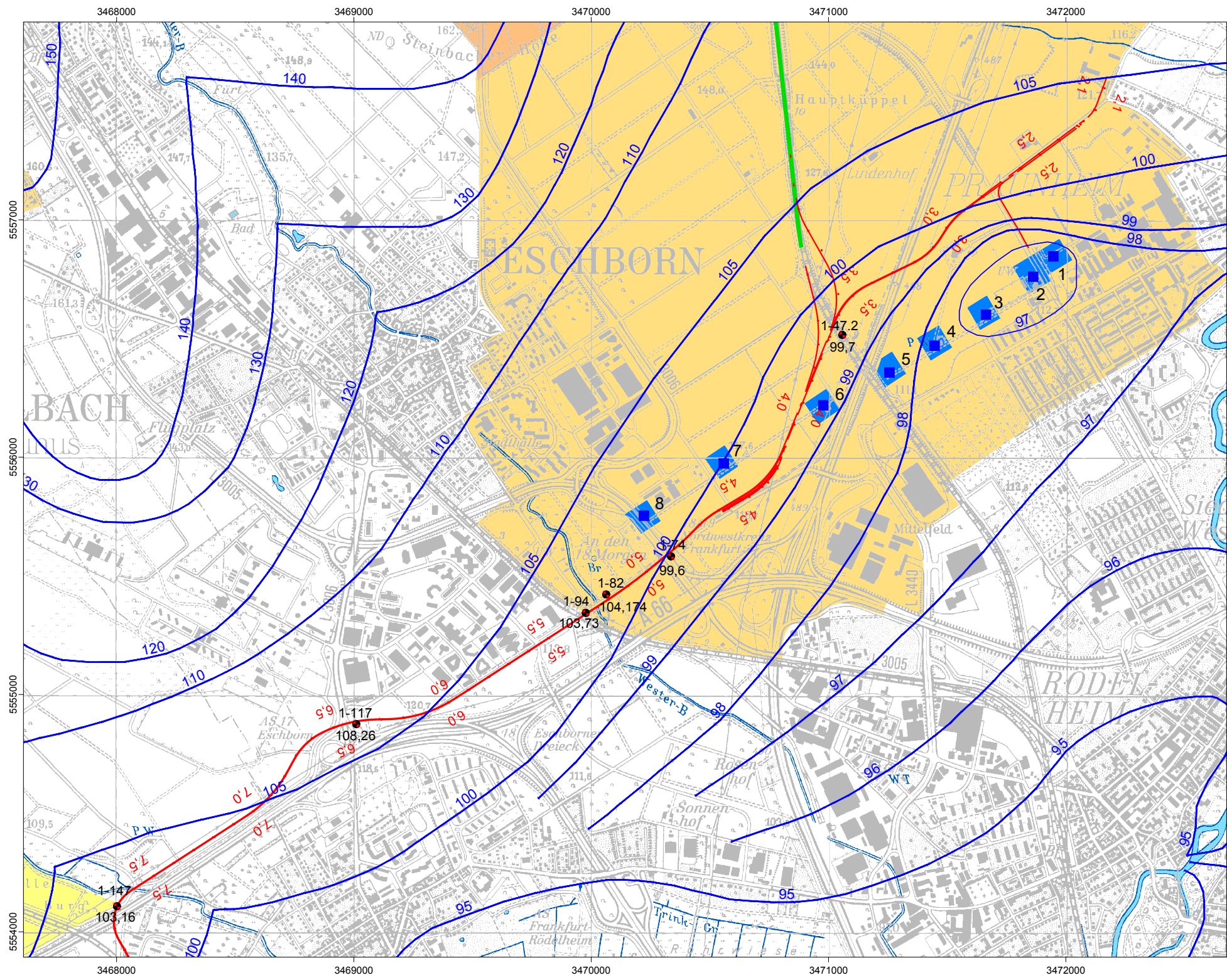




Von der Europäischen Union kofinanziert
Trans-europäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

Unterlage nur zur Information		Anlage:	3.2
		Maststab:	d.H. 1:100 d.L. 1:4.000
Projekt: Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord		Datum:	5.2010.008.003
Planbezeichnung: Geologischer Schnitt 2 (Kilometer 5,40 - 8,50)		Layout:	Anlage 03.2
Blatttitel durch: 		Revisi:	001
1:40.000 04.04.2010 - Rev. 01: 01.04.2010 vom 01.04.2010 bis 31.03.2010 An der Endstation 20 - 20.04.2010		Geogr.:	001
		Dat:	001
		Titel:	001
		Projekt:	001
		Nummer:	001



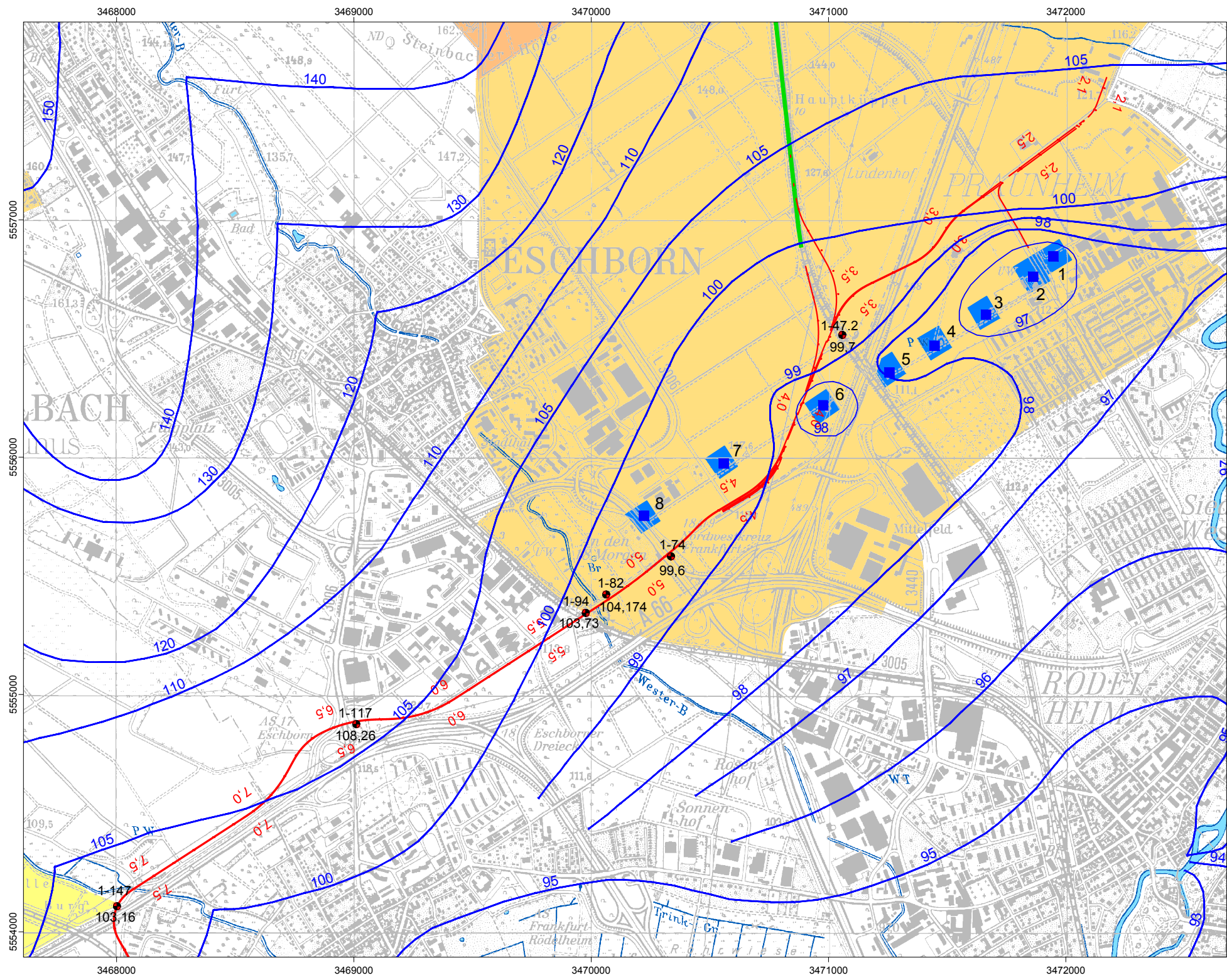


Legende:

- 99— Grundwassergleichen (Juni 1994/Oktober 2014)
- geplante Trasse RTW (Bestand)
- geplante Trasse RTW (Neubau)
- Trinkwasserbrunnen
- Grundwasserstände 2014 Los 1
- WSG Zone II
- WSG Zone III
- WSG Zone IIIA
- WSG Zone IIIB

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

Unterlage nur zur Information	
	Anlage: 4.1
Projekt: Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord	Maßstab: 1:20.000
Planbezeichnung: Grundwassergleichenplan (Juni 1994/Oktober 2014) mit Wasserschutzgebieten	Datei: 5269-034.dwg Layout: Anlage-04.1 Bearb.: Spi.
Bearbeitet durch: BGS UMWELT <small>Brandt Gerdes 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</small>	Gez.: Kes. Datum: Feb. 2017 Projekt- nummer: 5269

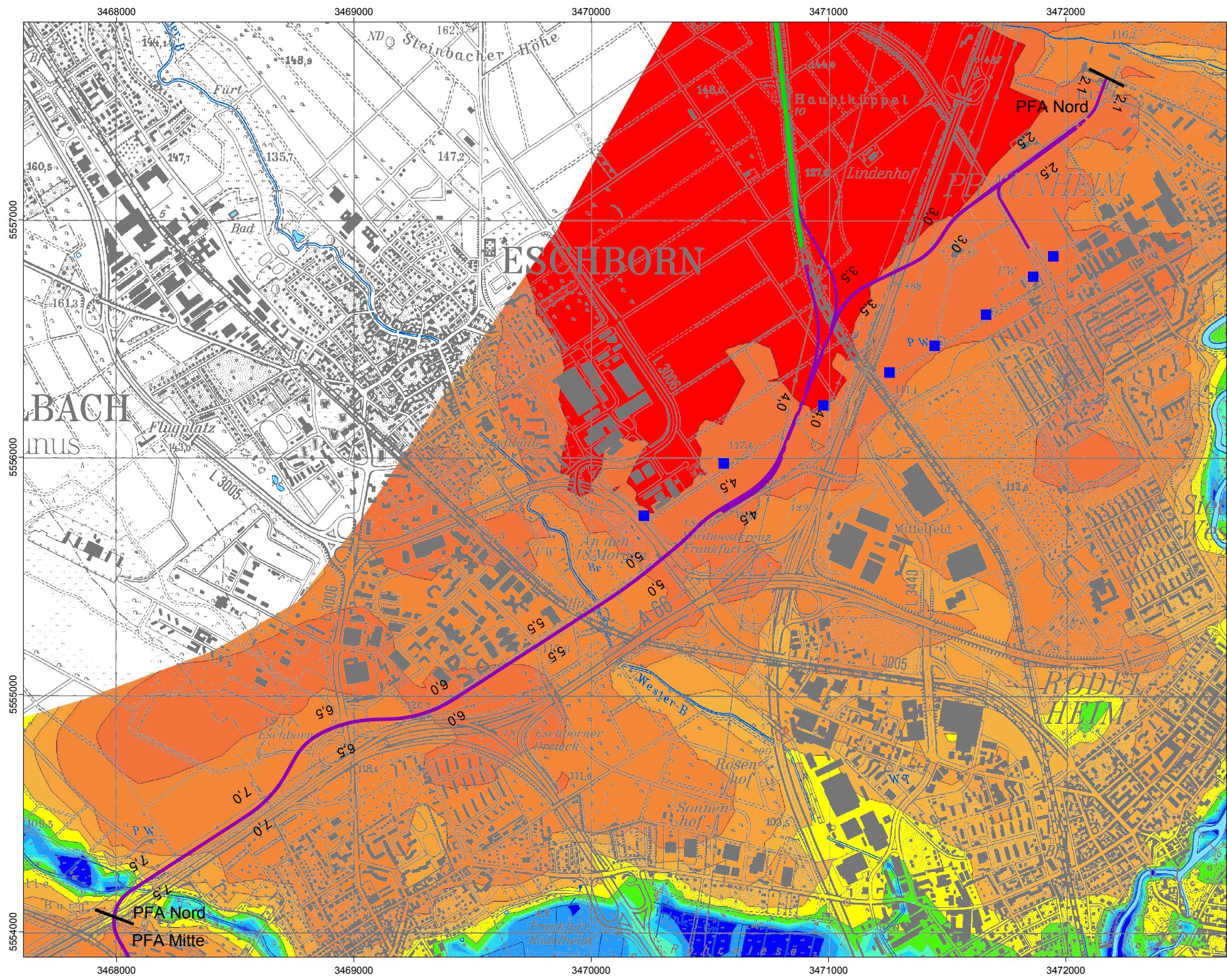


Legende:

- 99— Grundwassergleichen
- geplante Trasse RTW (Bestand)
- geplante Trasse RTW (Neubau)
- Trinkwasserbrunnen
- Grundwasserstände 2014 Los 1
- WSG Zone II
- WSG Zone III
- WSG Zone IIIA
- WSG Zone IIIB

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

Unterlage nur zur Information	
	Anlage: 4.2
Projekt: Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord	Maßstab: 1:20.000
Planbezeichnung: Grundwassergleichenplan (Juni 1994) mit Wasserschutzgebieten	Datei: 5269-035.dwg Layout: Anlage-04.2 Bearb.: Spi.
Bearbeitet durch: BGS UMWELT <small>Brandt Gerdes 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</small>	Gez.: Kes. Datum: Feb. 2017 Projekt- nummer: 5269



Legende:

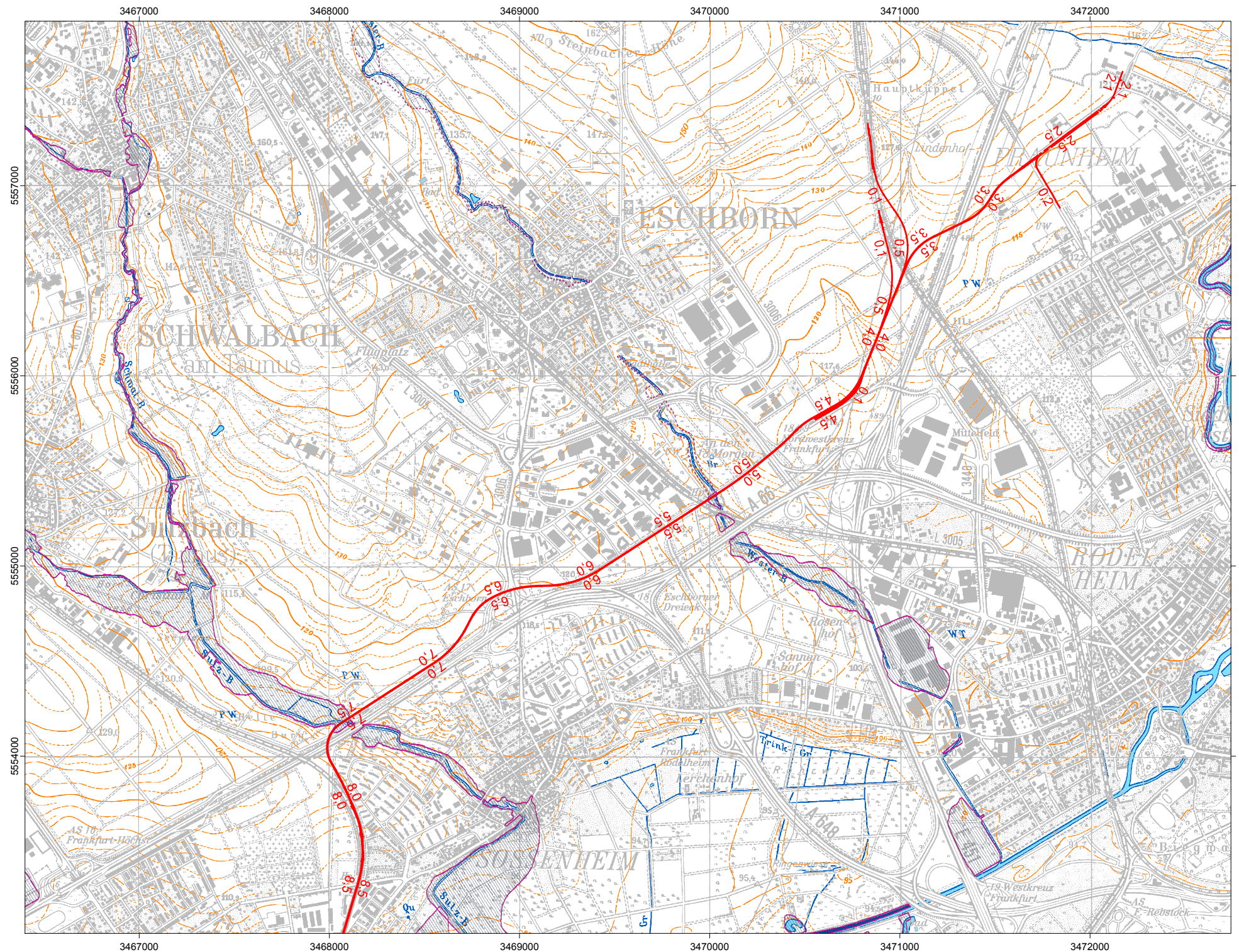
- geplante Trasse RTW (Bestand)
- geplante Trasse RTW (Neubau)
- Trinkwasserbrunnen

Flurabstände: [m]

- 0.00 - 0.50
- 0.50 - 1.00
- 1.00 - 1.50
- 1.50 - 2.00
- 2.00 - 3.00
- 3.00 - 5.00
- 5.00 - 7.50
- 7.50 - 10.00
- 10.00 - 15.00
- 15.00 - 20.00
- 20.00 - 50.00

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

Unterlage nur zur Information	
	Anlage: 5
Projekt: Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord	Maßstab: 1:20.000
Planbezeichnung: Flurabstände Juni 1994	Datei: 5269-036.dwg Layout: Anlage-05 Bearb.: Spi.
Bearbeitet durch: BGS UMWELT <small>Brandt Gerdes 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</small>	Gez.: Kes. Datum: Feb. 2017 Projekt- nummer: 5269

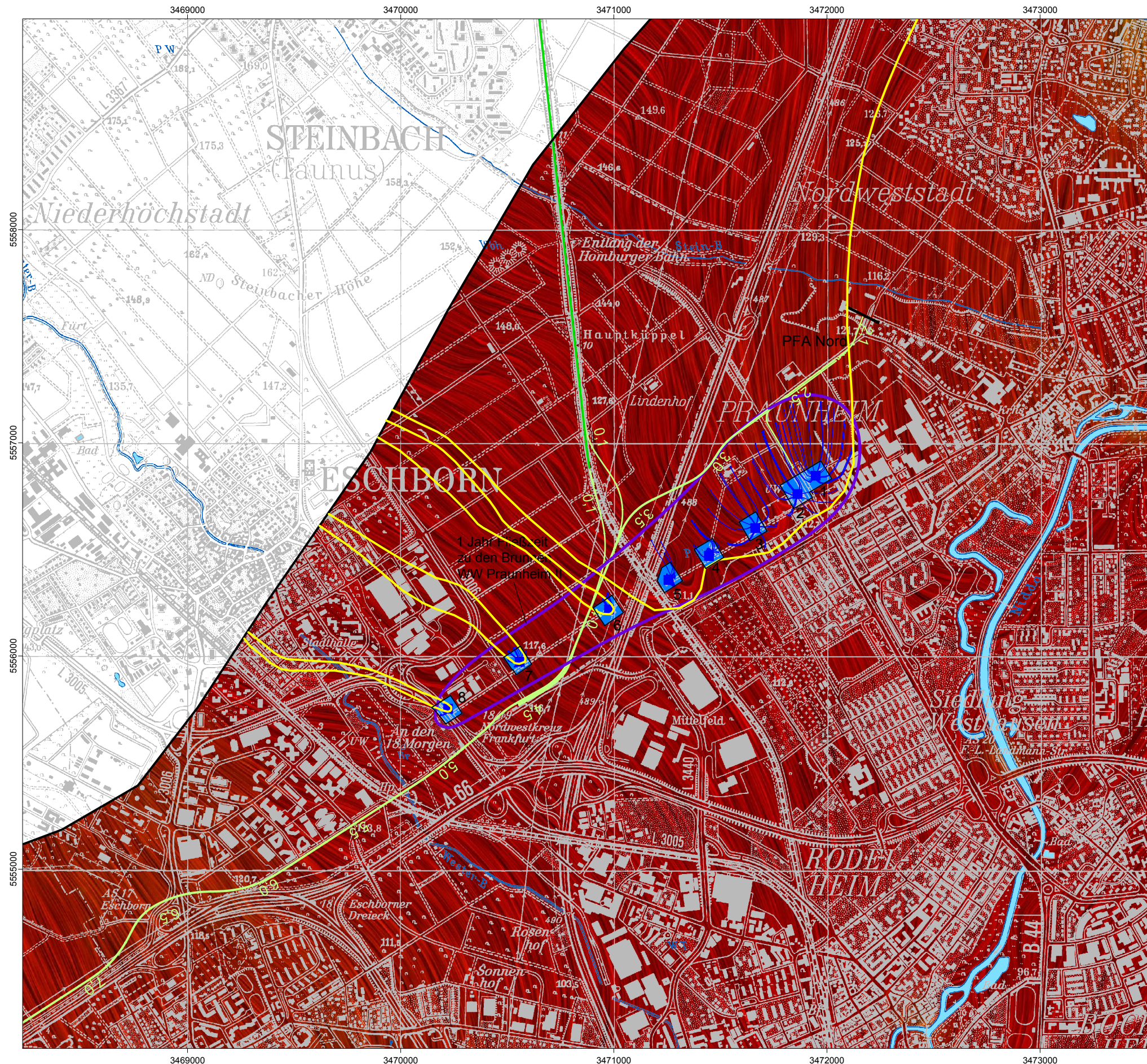


Legende:

- geplante Trasse RTW (Neubau)
- Überschwemmungsgebiete HQ100 nach HWG

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

Unterlage nur zur Information	
	6
Projekt : Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord	Maßstab: 1:25.000
Planbezeichnung: Übersichtslageplan Überschwemmungsgebiete Westerbach und Sulzbach	Datei: 5269-037.dwg Layout: Anlage-06 Bearb.: Spi
Bearbeitet durch: BGS UMWELT <small>Brandt Gerdes 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</small>	Gez.: Kes. Datum: Feb. 2017 Projekt- nummer: 5269



Legende:

- geplante Trasse RTW (Bestand)
- geplante Trasse RTW (Neubau)
- Trinkwasserbrunnen
- Einzugsgebiet WW Praunheim II
- Bahnlinien mit 1 Jahr Fließzeit
- 1 Jahres Isochrone
- Modellrand

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

Unterlage nur zur Information



Anlage:
7

Projekt:
Regionaltangente West
Hydrologisches Gutachten
PFA Nord

Maßstab:
1:20.000

Planbezeichnung:
Einzugsgebiet des WW Praunheim II
(Schlierendarstellung)

Datei: 5269-038.dwg
Layout: Anlage-07
Bearb.: Spi.

Bearbeitet durch:
BGS UMWELT
Brandt Gerdes 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 Eschmühlhöhe 28 • D-64297 Darmstadt

Gez.: Kes.
Datum: Feb. 2017
Projekt-
nummer: 5269

ren. Bei der Standortwahl sollte das Wasserwirtschaftsamt beteiligt werden. Ein Zusatzhinweis, der die betroffene Schutzzone kennzeichnet, ist zulässig. Eine vorläufige Kennzeichnung des im Verfahren befindlichen Wasserschutzgebietes ist anzustreben.

13.3 Anlässlich der Festsetzung der Schutzgebiete bzw. bei der Erteilung von Bewilligungen, Erlaubnissen und Genehmigungen für die öffentliche Wasserversorgung soll die Verwendung der Hinweisschilder im Wege der Auflage zur Pflicht gemacht werden.

14. Übergangsvorschriften

14.1 Sofern keine landwirtschaftlich genutzten Flächen im festzusetzenden Wasserschutzgebiet liegen:

- a) Sind zum Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser Verwaltungsvorschriften die Antragsunterlagen für ein Wasserschutzgebiet bereits offengelegt, so soll das Schutzgebietsverfahren nach den bislang gültigen Verwaltungsvorschriften vom 9. November 1990 (StAnz. S. 2460) weiterbetrieben werden, es sei denn, vorliegende Erkenntnisse lassen andere Verbote notwendig erscheinen. In diesem Fall ist neu offenzulegen und nach den Regelungen dieser Verwaltungsvorschriften weiter zu verfahren.
- b) Sind zum Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser Verwaltungsvorschrift die Antragsunterlagen für ein Wasserschutzgebiet noch nicht offengelegt, soll in der Regel das Verfahren nach diesen Verwaltungsvorschriften durchgeführt werden. Eine einzelfallbezogene Abweichung hiervon ist möglich, wenn hierdurch wesentliche Verzögerungen vermieden werden können.

14.2 Sofern landwirtschaftlich genutzte Flächen im festzusetzenden Wasserschutzgebiet liegen, soll in der Regel das Verfahren nach diesen Verwaltungsvorschriften durchgeführt werden.

14.3 Die Verwaltungsvorschriften für die Festsetzung von Wasserschutzgebieten vom 9. November 1990 (StAnz. S. 2460) werden hiermit unbeschadet der Übergangsregelung aufgehoben.

Anlage 2

MUSTER-WASSERSCHUTZGEBIETSVERORDNUNG

Vorbemerkungen: (nicht in den Verordnungstext zu übernehmen) Die nachstehende Muster-Wasserschutzgebietsverordnung dient als Grundlage für den Verordnungsentwurf eines im Festsetzungsverfahren befindlichen Wasserschutzgebietes. Die hier vorgeschlagenen Bestimmungen sind in jedem Einzelfall auf ihre Notwendigkeit hin zu überprüfen und dementsprechend auszuwählen oder zu ergänzen.

In der Muster-Wasserschutzgebietsverordnung sind diejenigen Handlungen und Sachverhalte erfaßt, die eine Gefährdung für das Grundwasser darstellen können. Anhand der Gegebenheiten des Einzelfalles, insbesondere der hydrogeologischen und bodenkundlichen Situation des Schutzgebietes, ist zu prüfen, ob das Verbot in die Verordnung aufzunehmen ist. Textliche Änderungen sind in begründeten Fällen möglich.

Die Aufzählung der Ver- und Gebote in der Muster-Wasserschutzgebietsverordnung ist nicht erschöpfend. Einzelfallbezogen sind darüber hinaus erforderliche Ver- und Gebote aufzunehmen. Insbesondere ist § 8 Buchstabe d) Nr. 3 der Muster-Wasserschutzgebietsverordnung zu konkretisieren.

Beim Vorhandensein von Ortslagen in der Zone II sollte in einem Sammelverfahren geprüft werden, ob und ggf. unter welchen Auflagen und Bedingungen Ausnahmegenehmigungen für unterschiedliche Verbote des Verbotskatalogs erteilt werden können. Dies gilt auch für die Wirtschaftsgebäude landwirtschaftlicher Betriebe in der Zone II.

Verordnung zur Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlage der/des vom

Auf Grund des § 19 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 1986 (BGBl. I S. 1529), zuletzt geändert durch Gesetz vom (BGBl.), und des § 29 des Hessischen Wassergesetzes (HWG) in der Fassung vom (GVBl.), zuletzt geändert durch Gesetz vom (GVBl.), wird folgendes verordnet:

§ 1

Schutzgebietsfestsetzung

Im Interesse der öffentlichen Wasserversorgung wird zum Schutz des Grundwassers im Einzugsgebiet der Wassergewinnungsanlage zu Gunsten ein Wasserschutzgebiet festgesetzt.

§ 2

Gliederung, Umfang, Grenzen

(1) Das Wasserschutzgebiet gliedert sich in

Zone I (Fassungsbereich),

Zone II

(Engere Schutzzone), Zone III (Weitere Schutzzone);

oder:

Zone III A (Weitere Schutzzone, innerer Bereich),

Zone III B (Weitere Schutzzone, äußerer Bereich).

(2) Das Wasserschutzgebiet und seine Schutzzonen sind in der als Anlage zu dieser Verordnung veröffentlichten Übersichtskarte im Maßstab 1:..... und mit der Aufzählung nach § 3 dargestellt.

(3) Die genaue Abgrenzung des Wasserschutzgebietes und der Schutzzonen ergibt sich aus den Schutzgebietskarten (Karten 1 —) im Maßstab 1:..., in denen die Schutzzonen wie folgt dargestellt sind:

Zone I: Schwarze Umrandung mit innenliegender Rotabsetzung — alternativ schwarze Umrandung mit ganzflächiger grauer Schattierung.

Zone II: Schwarze, gestrichelte Umrandung mit innenliegender Blaubabsetzung — alternativ schwarze, gestrichelte Umrandung mit innenliegender grauer, gestrichelter Schattierung.

Zone III: Schwarze Umrandung mit innenliegender Gelbabsetzung — alternativ schwarze Umrandung mit innenliegender grauer Schattierung.

(oder:

Zone III A: Schwarze Umrandung mit innenliegender Gelbabsetzung — alternativ schwarze Umrandung mit innenliegender breiter, grauer Schattierung.

Zone III B: Schwarze Umrandung mit innenliegender Braunabsetzung — alternativ schwarze Umrandung mit innenliegender schmaler, grauer Schattierung.)

(4)¹

1. Die Nitrataustragsgefährdung der landwirtschaftlich genutzten Böden ist in der als Anlage zu dieser Verordnung veröffentlichten Karten im Maßstab 1 : 5 000 (Karten Nr.) dargestellt,

2. Die genaue Zuordnung der landwirtschaftlich genutzten Grundstücke zu den Stufen der Nitrataustragsgefährdung ergibt sich aus den Karten im Maßstab 1 : (Karten —), in der die Stufen der Nitrataustragsgefährdung wie folgt dargestellt sind:

Grundstücke mit sehr geringer Nitrataustragsgefährdung (Stufe 1) = schwarze Umrandung mit schwarzer Ziffer 1 — alternativ schwarze Umrandung mit innenliegender blauer Farbabsetzung.

Grundstücke mit geringer Nitrataustragsgefährdung (Stufe 2) = schwarze Umrandung mit schwarzer Ziffer 2 — alternativ schwarze Umrandung mit innenliegender grüner Farbabsetzung.

Grundstücke mit mittlerer Nitrataustragsgefährdung (Stufe 3) = schwarze Umrandung mit schwarzer Ziffer 3 — alternativ schwarze Umrandung mit innenliegender gelber Farbabsetzung.

Grundstücke mit hoher Nitrataustragsgefährdung (Stufe 4) = schwarze Umrandung mit schwarzer Ziffer 4 — alternativ schwarze Umrandung mit innenliegender orangener Farbabsetzung.

Grundstücke mit sehr hoher Nitrataustragsgefährdung (Stufe 5) = schwarze Umrandung mit schwarzer Ziffer 5 — alternativ schwarze Umrandung mit innenliegender roter Farbabsetzung.

(5) Die Anlage und die Schutzgebietskarten sind Bestandteile dieser Verordnung.

Die Schutzgebietskarten werden archivmäßig bei dem Regierungspräsidium in — oberer Wasserbehörde — und verwahrt. Die Karten können dort und bei während der Dienststunden von jedermann eingesehen werden.

¹ sofern das Wasserschutzgebiet nach Nr. 1.8 der Verwaltungsvorschriften für die Festsetzung von Wasserschutzgebieten in die Klasse C eingestuft wird.

§ 3

Aufzählung der Flurstücke, Fluren und Gemarkungen

(1) Zoneneinteilung

- Zone I (Flurstücke)
 Zone II (Fluren, ggf. Flurstücke)
 Zone III (Gemarkungen, ggf. Fluren)
 oder:
 Zone III A (Gemarkungen, ggf. Fluren)
 Zone III B (Gemarkungen, ggf. Fluren)

§ 4

Verbote in der Zone III B

In der Zone III B sind verboten:

- das Versenken von Abwasser einschließlich des auf Straßen und sonstigen befestigten Flächen anfallenden Niederschlagswassers;
- das Versickern von Abwasser einschließlich des auf Straßen und sonstigen befestigten Flächen anfallenden gesammelten und ungesammelten Niederschlagswassers mit Ausnahme der breitflächigen Versickerung über die belebte Bodenzone bei günstigen Standortbedingungen. Günstige Standortbedingungen liegen vor, wenn es sich um nicht schädlich verunreinigtes Niederschlagswasser handelt und/oder die Untergrundverhältnisse gewährleisten, daß vor dem Eintritt in das Grundwasser mitgeführte Schadstoffe abgebaut werden oder daß ein Eintritt in das Grundwasser nicht zu erwarten ist. Als nicht schädlich verunreinigtes Niederschlagswasser gilt Niederschlagswasser von Feld- und Forstwegen sowie von Dach-, Terrassen- und Hofflächen von zu Wohnzwecken genutzten Grundstücken. Dieses Verbot gilt nicht, wenn für das Versickern eine Erlaubnis nach § 7 des Wasserhaushaltsgesetzes erteilt ist;
- Maßnahmen, die im Widerspruch zur jeweils gültigen Fassung der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (Anlagenverordnung-VAWs) stehen;
- das Ablagern von radioaktiven oder wassergefährdenden Stoffen sowie deren Einbringen in den Untergrund;
- das Errichten und Betreiben von gewerblichen, industriellen und der Forschung dienenden Betrieben und Anlagen, in denen als Reststoffe radioaktive Stoffe, wassergefährdende Stoffe oder Betriebsabwässer, ausgenommen Kühlwasser, anfallen, wenn diese Stoffe nicht vollständig und sicher aus dem Schutzgebiet hinausgeleitet, hinausgebracht, ausreichend behandelt oder zulässigerweise in eine öffentliche Kanalisation eingeleitet werden;
- das Errichten und Betreiben von Rohrleitungen für wassergefährdende Stoffe außerhalb eines Werksgeländes;
- Anlagen zur Entsorgung von Abfällen und Reststoffen mit Ausnahme von Zwischenlagern für Erdaushub, Bauschutt, Straßenaufbruch soweit sie unbelastet sind sowie mit Ausnahme von Kompostierungsanlagen, sofern keine Verunreinigung des Grundwassers oder keine nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu besorgen ist;
- Umschlaganlagen für Hausmüll, Anlagen zur örtlichen Bodenbehandlung bei Sanierungsvorhaben, Recyclinghöfe, Schrottplätze, Autowrackplätze und Sortieranlagen für Haus-, Gewerbe- und Sperrmüll;
- die Verwendung von auswaschunggefährdeten oder auslaugbaren wassergefährdenden Materialien bei Baumaßnahmen im Freien;
- der Wiedereinbau von Bodenmaterial aus dem Bereich einer Altlast oder eines Schadensfalles am Ort der Entnahme, sofern eine Verunreinigung des Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu besorgen ist;
- die Anwendung von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln mit W-Auflage und Pflanzenschutzmitteln, die aus einem Wirkstoff bestehen oder einen Wirkstoff enthalten, für den in der jeweils geltenden Fassung der „Verordnung über Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel“ für Wasserschutzgebiete oder allgemein ein Anwendungsverbot besteht;
- das Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln mit Luftfahrzeugen²;
- die Lagerung von organischen Düngern und Silagen, sofern Sickersäfte anfallen und diese nicht schädlos aufgefangen, verwertet oder ordnungsgemäß beseitigt werden;
- das Zwischenlagern von Festmist auf unbefestigten Flächen, wenn das Entstehen von Sickersaft und dessen Eindringen in

² in begründeten Fällen ist zu prüfen, ob das Verbot aufgehoben werden kann.

das Grundwasser zu besorgen ist; der Standort ist jährlich zu wechseln und nach der Räumung gezielt zu begrünen;

- Manöver und Übungen der Streitkräfte oder anderer Organisationen, soweit sie nicht den zwischen dem Bundesministerium der Verteidigung und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) abgestimmten Vorgaben für die Schutzzone III B entsprechen;
- Militärische Anlagen, sofern eine Verunreinigung des Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu besorgen ist.

§ 5

Verbote in der Zone III bzw. III A

In der Zone III bzw. III A gelten die Verbote für die Zone III B. Darüber hinaus sind verboten:

- das Errichten und Betreiben von gewerblichen, industriellen und der Forschung dienenden Betrieben und Betriebsteilen in welchen mit radioaktiven oder wassergefährdenden Stoffen im Sinne von § 19 g WHG zum unmittelbaren Betriebszweck umgegangen wird;
- das Betreiben von unterirdischen Anlagen zum Sammeln, Befördern, Lagern und Abfüllen von organischen Düngern und Silagesickersäften mit Ausnahme von solchen Anlagen, bei welchen der bestmögliche Schutz des Grundwassers vor Verunreinigung oder sonstiger nachteiliger Veränderung seiner Eigenschaften erreicht wird; dies ist in der Regel der Fall, wenn der Nachweis der Dichtigkeit durch ein Leckerkennungsdrän mit Kontrollmöglichkeit (bei Neuanlagen) oder durch Dichtigkeitsprüfungen (bei Altanlagen) gewährleistet ist; Die Dichtigkeitsprüfung hat unmittelbar nach Inkrafttreten der Verordnung und anschließend im Abstand von x³ Jahren durch Eigenkontrolle zu erfolgen und ist zu dokumentieren;
- das Versenken und Versickern von Kühlwasser;
- Wohnsiedlungen, Krankenhäuser, Heilstätten und Betriebe, wenn das Abwasser nicht vollständig und sicher aus dem Schutzgebiet hinausgeleitet wird (§ 4 Nr. 2 bleibt unberührt);
- sämtlicher Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sowie deren Beförderung in Rohrleitungen innerhalb eines Werksgeländes, es sei denn, eine Verunreinigung oder eine sonstige nachteilige Veränderung der Eigenschaften des Grundwassers ist nicht zu besorgen. Unterfällt der Umgang den Regeln der Anlagenverordnung (VAWS), besteht eine Besorgnis nicht, wenn die jeweils geltenden Vorschriften der Anlagenverordnung für Wasserschutzgebiete eingehalten werden;
- das Lagern, Abfüllen und Umschlagen radioaktiver Stoffe;
- das Errichten von Kläranlagen (mit Ausnahme zugelassener Kleinkläranlagen) und das Errichten und Betreiben von Abwassergruben;
- das Lagern und Ablagern von Abfall und von zur Wiederverwertung vorgesehenen wassergefährdenden Materialien;
- Start-, Lande- und Sicherheitsflächen des Luftverkehrs;
- Manöver und Übungen der Streitkräfte oder anderer Organisationen, soweit sie nicht den zwischen dem Bundesministerium der Verteidigung und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) abgestimmten Vorgaben für die Schutzzone III/III A entsprechen;
- Bohrungen, Erdaufschlüsse und sonstige Bodeneingriffe mit wesentlicher Minderung der Grundwasserüberdeckung, sofern nicht fachbehördlich festgestellt worden ist, daß eine Verunreinigung des Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften nicht zu besorgen ist;
- das Neuanlegen und Erweitern von Friedhöfen;
- Grundwasser- und Erdreichwärmepumpen;
- Flächen für Motorsport;
- das Neuanlegen von Kleingartenanlagen;
- das Anlegen oder Erweitern von Dränungen und Vorflutgräben.

§ 6

Verbote in der Zone II

In der Zone II gelten die Verbote für die Zone III/III A. Darüber hinaus sind verboten:

- das Errichten und die wesentliche Änderung von Gebäuden und sonstigen baulichen Anlagen;
- Lager für Baustoffe und Baumaschinen sowie Baustellen und Baustelleneinrichtungen;

³ Der Kontrollzeitraum ist anlagen- und standortbezogen für das jeweilige Wasserschutzgebiet vom Wasserwirtschaftsamt vorzuschlagen.

3. der Neubau und die wesentliche Änderung von Straßen, Bahnlinien und sonstigen Verkehrsanlagen, ausgenommen unbefestigte Feld- und Forstwege;
4. das Zelten, Lagern, Baden und das Abstellen von Wohnwagen;
5. Parkplätze und Sportanlagen;
6. Abstellen von Kraftfahrzeugen auf wasserdurchlässigem Untergrund mit Ausnahme des Abstellens im Rahmen von landwirtschaftlichen Tätigkeiten;
7. das Waschen, Reparieren und Warten von Kraftfahrzeugen;
8. jegliche über die ordnungsgemäße land- und forstwirtschaftliche Bearbeitung hinausgehenden Bodeneingriffe, durch die die belebte Bodenzone verletzt oder die Grundwasserüberdeckung vermindert wird;
9. Bergbau, wenn er zum Zerreißen der Grundwasserüberdeckung, zu Einmündungen oder offenen Wasseransammlungen führen kann;
10. Sprengungen;
11. das Vergraben von Tierkörpern;
12. das Herstellen oder wesentliche Umgestalten von oberirdischen Gewässern;
13. Manöver und Übungen von Streitkräften oder anderen Organisationen, soweit sie nicht den zwischen dem Bundesministerium für Verteidigung und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) abgestimmten Vorgaben für die Zone II entsprechen;
14. sämtlicher Umgang mit und das Befördern von radioaktiven und wassergefährdenden Stoffen, mit Ausnahme des Ausbringens und Beförderns von Silagesickersäften, Düngemitteln und Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln in Transportbehältern sowie mit Ausnahme der Verwendung von Betriebsstoffen in land- und forstwirtschaftlichen Maschinen;
15. das Durchleiten und Hinausleiten von Abwasser;
16. Kompostierungsanlagen;
17. die Bewässerung mit hygienisch bedenklichem Wasser;
18. Kleingärten;
19. das breitflächige Versickern von auf Straßen und sonstigen befestigten Flächen anfallendem gesammeltem und ungesammeltem Niederschlagswasser über die belebte Bodenzone, auch bei günstigen Standortbedingungen, mit Ausnahme der breitflächigen Versickerung von gesammeltem und ungesammeltem Niederschlagswasser von Feld- und Forstwegen.

§ 7

Verbote in der Zone I

In der Zone I gelten die Verbote für die Zone II. Darüber hinaus sind verboten:

1. Fahr- und Fußgängerverkehr sowie Reiten;
2. landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche, gartenbauliche und weinbauliche Nutzung;
3. die Anwendung von Düngern, Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln;
4. das Verletzen der belebten Bodenzone.

§ 8

Ver- und Gebote für die landwirtschaftliche Grundstücksnutzung in den Zonen III/III A und III B

Vorbehaltlich der Sonderregelungen in den §§ 10 und 12 und zusätzlich zu den in den §§ 4 und 5 genannten Verboten gelten für die landwirtschaftliche Grundstücksnutzung in den Zonen III/III A und III B folgende Ver- und Gebote:

a) Allgemeine Ver- und Gebote:

1. Die Düngung, die Bodenbearbeitung, der Anbau und die Bodennutzung, die Bewässerung, der Pflanzenschutz sowie die Dokumentation der Bewirtschaftung haben nach den Vorgaben der ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung zu erfolgen.
2. Grünland darf nicht in Ackerland umgewandelt werden. Die Grünlanderneuerung darf nur durch Direktsaat erfolgen.
3. Festmist darf auf Ackerland im Zeitraum nach der Ernte bis zum 1. November nicht ausgebracht werden, soweit in diesem Zeitraum keine Kultur angesät wird. Auf schweren Böden (Bodenartengruppe III - tL, sT, lT, T) gilt das Verbot bis zum 1. Oktober.
4. Für die Lagerung und Zwischenlagerung von organischen Düngern und Silagen gelten die Vorschriften des § 4 Ziffern 13 und 14.

5. Verboten ist eine Beweidung, bei welcher die Grasnarbe großflächig zerstört wird.
6. Die Erstaufforstung von landwirtschaftlich genutzten Flächen ist erlaubt, soweit die Grundwasserneubildung nicht wesentlich beeinträchtigt wird und kein über das übliche Maß hinausgehender Stickstoffeintrag in das Grundwasser zu besorgen ist. Hierzu ist vor Beginn der Erstaufforstung der Stickstoffgehalt des Bodens durch Bodenuntersuchungen zu ermitteln. Es ist mindestens eine Bodenprobe je Hektar durchzuführen.
7. Bewirtschafter landwirtschaftlich genutzter Flächen müssen schlagspezifische Aufzeichnungen über Art, Menge und Zeitpunkt der eingesetzten Düngemittel und Pflanzenschutzmittel sowie über die angebauten Kulturen, durchgeführte Bodenbearbeitungsmaßnahmen und erzielten Erträge führen. Hierzu können vorhandene Aufzeichnungen herangezogen werden. Die Aufzeichnungen sind fünf Jahre aufzubewahren und auf Verlangen der zuständigen Wasserbehörde vorzuweisen. Zur fachlichen Bewertung ist das Amt für Regionalentwicklung, Landschaftspflege und Landwirtschaft hinzuzuziehen.

b) Ver- und Gebote für Wasserschutzgebiete der Klasse A:

1. Gülle, Jauche, Klärschlamm und N-haltiger Mineraldünger dürfen auf Ackerland nach der letzten Ernte bis zum 15. Oktober nur auf begrünten Flächen ausgebracht werden.
2. Gülle, Jauche und N-haltiger Mineraldünger dürfen auf Grünland und Ackerland vom 15. Oktober bis zum 1. Februar nicht ausgebracht werden. Klärschlamm darf auf Ackerland vom 15. Oktober bis zum 1. Februar nicht ausgebracht werden.

c) Ver- und Gebote für Wasserschutzgebiete der Klasse B:

1. Vor Vegetationsbeginn ist der Stickstoffgehalt des Bodens durch Bodenuntersuchungen zu ermitteln und bei der Düngung zu berücksichtigen. Es ist mindestens eine Bodenprobe je Flächeneinheit (Schlag) im Wasserschutzgebiet, mindestens jedoch eine Bodenprobe je Hektar durchzuführen. Bei gleicher Fruchtfolge und vergleichbaren Standortverhältnissen ist eine repräsentative Beprobung möglich. Diese Verpflichtung entfällt für Grünland und Dauerbrachen sowie für Rotationsbrachen, sofern dort keine Düngung erfolgt.
2. Gülle, Jauche, Klärschlamm und N-haltiger Mineraldünger dürfen auf Ackerland nach der Ernte bis zum 1. Oktober nur auf begrünten Flächen ausgebracht werden.
3. Gülle, Jauche und N-haltiger Mineraldünger dürfen auf Grünland und Ackerland vom 1. Oktober bis zum 1. Februar nicht ausgebracht werden. Klärschlamm darf auf Ackerland vom 1. Oktober bis zum 1. Februar nicht ausgebracht werden.
4. Mit Gülle, Jauche und Klärschlamm dürfen auf Ackerland im Zeitraum nach der Ernte bis zum 1. Oktober nicht mehr als 60 kg Gesamt-N/ha ausgebracht werden.
5. Vor dem Anbau von Sommerungen ist ein Zwischenfruchtanbau durchzuführen, soweit die Vorfrucht bis spätestens 15. September geerntet ist.
6. Soweit eine Sommerung folgt, darf der Zwischenfruchtumbruch nicht vor dem 1. November erfolgen.
7. Zwischenfrüchte zur Futternutzung dürfen mit nicht mehr als 60 kg Gesamt-N/ha gedüngt werden.
8. Zwischenfrüchte zur Gründüngung dürfen mit nicht mehr als 30 kg Gesamt-N/ha gedüngt werden.
9. Zwischenfruchtansaaten, in denen Leguminosen enthalten sind, dürfen keine N-Düngung erhalten.
10. Im Zwischenfruchtanbau darf kein Reinanbau von Leguminosen erfolgen.
11. Im Hauptfruchtanbau ist der Reinanbau von Leguminosen ohne gezielte Maßnahmen zur N-Konservierung während des Anbaus bzw. nach der Ernte nicht gestattet. Ebenfalls nicht gestattet ist der Umbruch von Rotations- und Dauerbrachen ohne gezielte Maßnahmen zur N-Konservierung nach dem Umbruch der Flächen. Gezielte Maßnahmen sind:
 - Anbau von Untersaaten;
 - Getreidebestellung bis zum 1. Oktober nach flacher Bearbeitung;
 - Nachbau von N-Zehrern wie z.B. Kreuzblütler, Gräser, Phacelia;
 - Umbruch im Frühjahr mit unmittelbarem Anbau einer Sommerung.

Anlage 9.1

Unterlage nur zur Information

Untersuchungen zur Qualität des Entwässerungswassers an der NBS Köln - Rhein/Main Probenahme im Herbst 2008 und Sommer 2009

	Herbst 2008	Sommer 2009	GFS-Wert GWS-VwV [$\mu\text{g/l}$]	Prüfwert BBodSchV [$\mu\text{g/l}$]	Einleitrichtwerte für Grundwasser in Gewässer, SEF [mg/l]
Entnahmestelle	km 121; km 121,6; km 127,6; km 154,84; km 154,92	km 121; km 121,6; km 127,6; km 154,84			
Anzahl Proben	5	4			
Herbizide					
Glyphosat	< BG	0,06-0,74 $\mu\text{g/l}$ (max. km 127,6), < BG km 154,84	0,1	-	0,1 $\mu\text{g/l}$
AMPA	< BG	0,25 $\mu\text{g/l}$ (km 127,6), sonst < BG	0,1	-	0,1 $\mu\text{g/l}$
Diuron	< BG	< BG	0,1	-	0,1 $\mu\text{g/l}$
Atrazin	< BG	< BG	0,1	-	0,1 $\mu\text{g/l}$
Simazin	< BG	< BG	0,1	-	0,1 $\mu\text{g/l}$
Dimefuron	< BG	< BG	0,1	-	0,1 $\mu\text{g/l}$
Flumioxazin	< BG	0,1 $\mu\text{g/l}$ (km 121 und 127,6), sonst < BG	0,1	-	0,1 $\mu\text{g/l}$
PAK	< BG	0,03 $\mu\text{g/l}$ Naphtalin (km 121), sonst < BG	0,2	0,2	0,001*
PCB	< BG	< BG	0,01	0,05	-
KW-Index	max. 1,3 mg/l	1,2 mg/l (km 121), sonst < BG	100	200	0,5
AOX	0,01-0,03 mg/l	0,01 mg/l (km 127,6), sonst < BG	-	-	0,05
Sulfat	2-20 mg/l (max. km 127,6)	1-25 mg/l (max. km154,84)	-	-	400
Metalle					
Aluminium	0,2-0,7 mg/l (max. km 127,6)	0,1-2,4 mg/l (max. km 121)	-	-	-
Eisen	0,58-6,6 mg/l (max. km 121,6)	0,19-14 mg/l (max. km 121)	-	-	-
Chrom	0,02 mg/l (km 121 und 121,6), sonst < BG	0,06 mg/l km 121, sonst < BG	7 (50)	50	0,2
Nickel	< BG	0,02 mg/l km 121, sonst < BG	14	50	0,07
Kupfer	0,01-0,48 mg/l (max. km 121,6)	0,02-1,2 mg/l (max. km 121)	14	50	0,07
Mangan	max. 0,11 mg/l (km 121,6)	0,01-0,33 mg/l (max. km 121)	-	-	-
Zink	max. 0,09 mg/l (km 121,6)	0,06-0,17 mg/l (max. km 121)	58	500	0,29
Arsen	< BG	< BG	10	10	0,05
Blei	< BG	0,01 mg/l (km 121), sonst < BG	7	25	0,035
Cadmium	< BG	< BG	0,5	5	0,08 $\mu\text{g/l}$
Quecksilber	< BG	< BG	0,2	1	0,05
pH	7,5-8,3	7,0-8,1	-	-	6,5 - 9
CSB	23-25 mg/l km 121 und km 121,6, sonst < BG	32-460 mg/l (max. km 121), sonst < BG	-	-	-
DOC	2,7-3,5 mg/l	2,3-6,7 mg/l	-	-	-

* Summe ohne Naphthalin

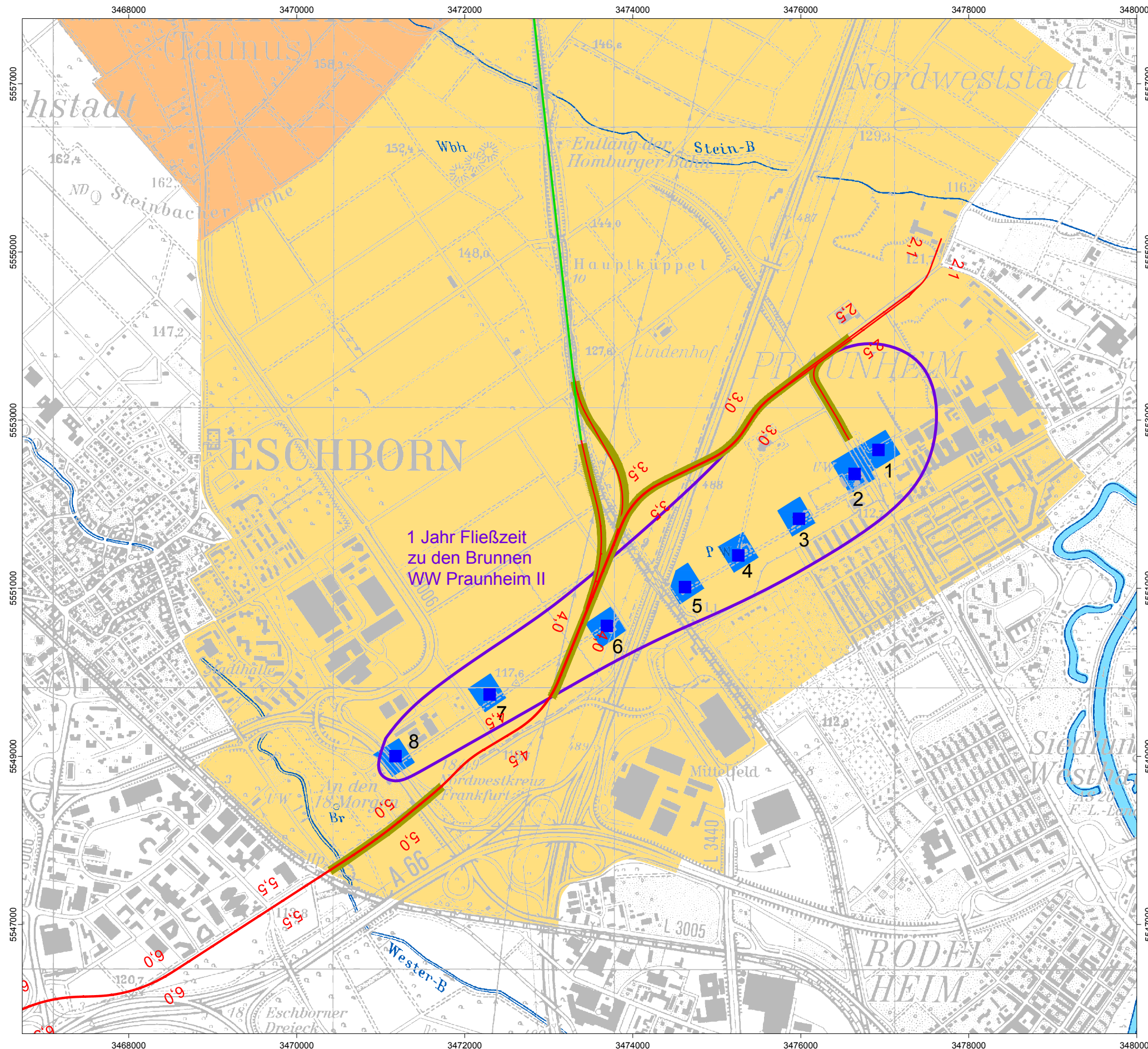
Anlage 9.2

Unterlage nur zur Information

Untersuchungen zur Qualität des Entwässerungswassers im Sickerbecken Sportfeld Probenahme im Herbst 2008 und Sommer 2009

	Herbst 2008 [mg/l]	Sommer 2009 [mg/l]	GFS-Wert [µg/l]	Prüfwert BBodSchV [µg/l]	Einleitrichtwerte für Grundwasser in Gewässer, SEF [mg/l]
Entnahmestelle	Sportfeld	Sportfeld			
Anzahl Proben	1	1			
Herbizide					
Glyphosat	< BG	0,05 µg/l	0,1	-	0,1 µg/l
AMPA	< BG	0,34 µg/l	0,1	-	0,1 µg/l
Diuron	< BG	< BG	0,1	-	0,1 µg/l
Atrazin	< BG	< BG	0,1	-	0,1 µg/l
Simazin	< BG	< BG	0,1	-	0,1 µg/l
Dimefuron	< BG	< BG	0,1	-	0,1 µg/l
Flumioxazin	< BG	< BG	0,1	-	0,1 µg/l
PAK	< BG	< BG	0,2	0,2	0,001*
PCB	< BG	< BG	0,01	0,05	-
KW-Index	< BG	< BG	100	200	0,5
AOX	0,06	< BG	-	-	0,05
Sulfat	17	14	-	-	400
Metalle					
Aluminium	8,7	13	-	-	-
Eisen	9,1	7,6	-	-	-
Chrom	0,02	0,01	7 (50)	50	0,2
Nickel	0,02	< BG	14	50	0,07
Kupfer	0,02	< BG	14	50	0,07
Mangan	0,21	0,32	-	-	-
Zink	0,13	0,04	58	500	0,29
Arsen	0,1	0,1	10	10	0,05
Blei	0,02	< BG	7	25	0,035
Cadmium	< BG	< BG	0,5	5	0,08
Quecksilber	< BG	< BG	0,2	1	0,05
pH	8,1	7,5			6,5 - 9
CSB	28	20			-
DOC	5	5,2			-

* Summe ohne Naphthalin

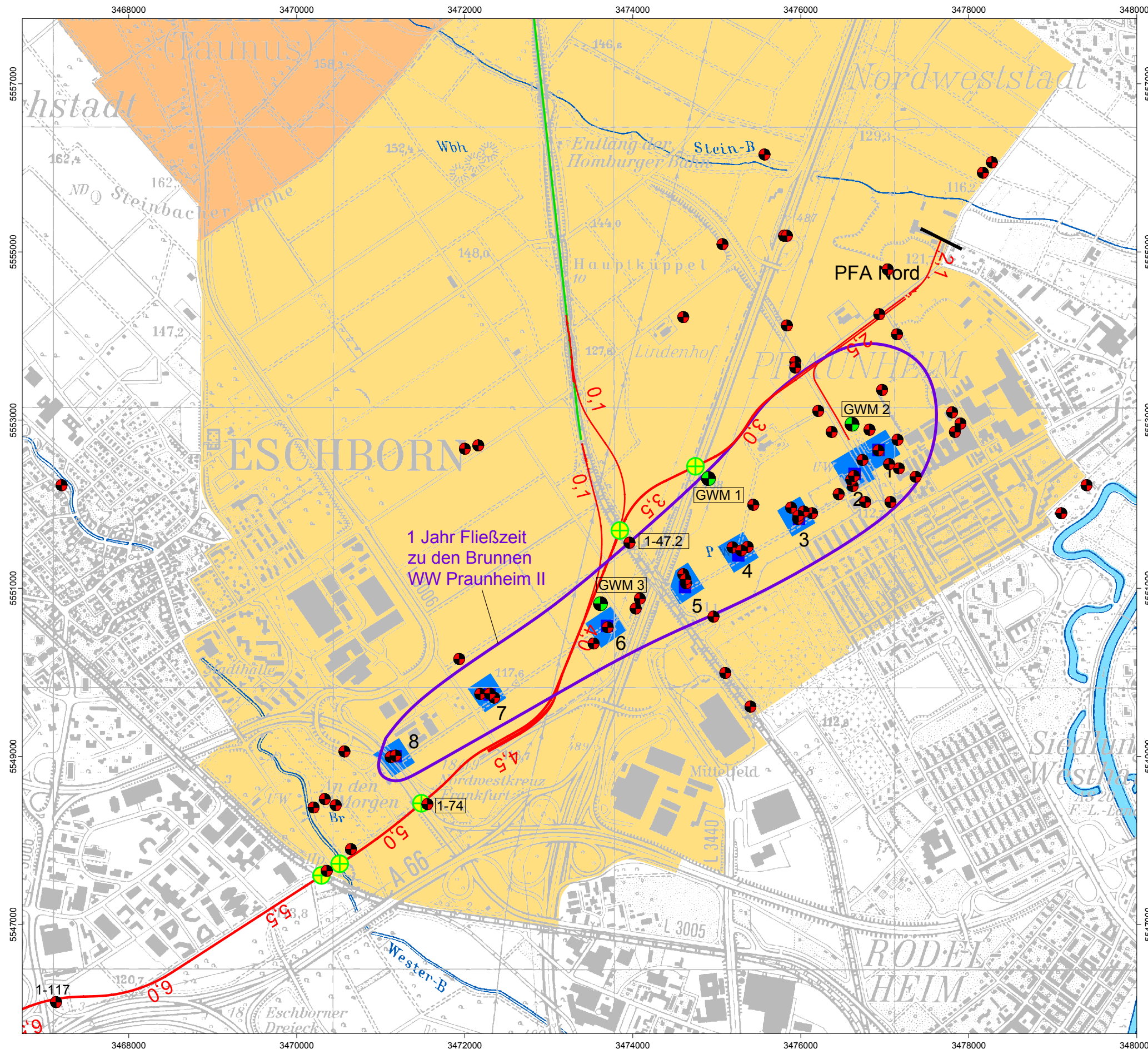


Legende:

- geplante Trasse RTW (Bestand)
- geplante Trasse RTW (Neubau)
- Trinkwasserbrunnen
- 1 Jahres Isochrone
- Streckenabschnitt mit Abdichtung
- WSG Zone II
- WSG Zone IIIA
- WSG Zone IIIB

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

Unterlage nur zur Information	
	Anlage: 10
Projekt: Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord	Maßstab: 1:15.000
Planbezeichnung: Abgedichtete Trassenabschnitte innerhalb des WSG Praunheim II	Datei: 5269-039.dwg Layout: Anlage-10 Bearb.: Spi.
Bearbeitet durch: BGS UMWELT <small>Brandt Gerdes 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</small>	Gez.: Kes. Datum: Feb. 2017 Projekt- nummer: 5269



Legende:

- geplante Trasse RTW (Bestand)
- geplante Trasse RTW (Neubau)
- Trinkwasserbrunnen
- ⊕ Eisenbahnüberführungen mit Tiefgründung
- Grundwassermessstelle
- geplante Grundwassermessstelle
- 1-74 Monitoringmessstelle
- 1 Jahres Isochrone
- WSG Zone II
- WSG Zone IIIA
- WSG Zone IIIB

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

Unterlage nur zur Information	
	Anlage: 11
Projekt: Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord	Maßstab: 1:15.000
Planbezeichnung: Monitoringmessstellen	Datei: 5269-048.dwg Layout: Anlage-11 Bearb.: Spi.
Bearbeitet durch: BGS UMWELT Brandt Gerdes 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: Juli 2017 Projekt- nummer: 5269



Regionaltangente West
PFA Nord

Anlage 18.2

Anhang I

Modelldokumentation
Grundwassermodell Frankfurt West

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	3
2	Geologische und hydrogeologische Bestandsaufnahme	4
2.1	Bearbeitungsgrundlagen	4
2.2	Geologie / Hydrogeologie	4
2.3	Grundwasserfließverhältnisse	5
3	Modellaufbau	6
3.1	Abgrenzung und Diskretisierung des Modellraumes	6
3.2	Randbedingungen	7
3.3	Grundwasserentnahmen	7
3.4	Oberflächengewässer	7
3.5	Ermittlung der mittleren Grundwasserneubildung	8
4	Modellkalibrierung	9
4.1	Variation der Modellparameter	9
4.2	Wassermengenbilanz	10

Anlagenverzeichnis

Anlage I-1 Übersichtslageplan

Anlage I-2 Finite-Elemente-Netz

Anlage I-3 Geländehöhen

Anlage I-4 Grundwasserneubildung

Anlage I-5 Hydraulische Durchlässigkeiten

Anlage I-6 Kalibrierter Grundwassergleichenplan

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 Beantwortung wasserwirtschaftlicher Fragestellungen im PFA Nord wurde die Erstellung eines stationären Grundwasserströmungsmodells des Untersuchungsraumes beauftragt. 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-fluvialer 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 Flussniederungen 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.

Die pliozänen und pleistozänen Sande sowie kavernöse Algenkalksteine in den Hydrobienschichten bilden den 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 Anlagen 3.1 und 3.2 des hydrologischen Gutachtens zum PFA Nord zeigen geologische Schnitte entlang der geplanten Neubaustrecke, Anlage 3.3 zeigt einen Schnitt durch die Gewinnungsanlage Praunheim II.

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.

3 Modellaufbau

3.1 Abgrenzung und Diskretisierung des Modellraumes

Das Modellgebiet deckt in etwa das Areal nördlich des Mains zwischen Unterliederbach/Liederbach, Niederursel und Frankfurt-Griesheim ab. Der Urselbach bildet dabei die nordöstliche, der Main die südliche Modellgrenze. Der nordwestliche Modellrand verläuft entlang der 115 m Grundwassergleiche des konstruierten Grundwassergleichenplanes von Juni 1994. Im Osten verläuft der Modellrand entlang der Niddaaue, über Hausen bis zum Main in Frankfurt-Griesheim. Die Nidda durchfließt das Modellgebiet von Eschersheim bis zu ihrer Mündung in den Main in Frankfurt-Höchst. **Anlage I-1** zeigt das Modellgebiet in einem Übersichtslageplan.

Die horizontale Diskretisierung des Modellgebietes erfolgte durch 5.516 Knoten und 10.783 Dreieckelemente. 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 in **Anlage I-2** 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. Die im Zuge der hydrogeologischen Systemanalyse rekonstruierten hydraulisch wirksamen Trennschichten wurden in das echt dreidimensionale Finite-Elemente-Modell entsprechend ihrer Verbreitung und Mächtigkeit übernommen.

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 Höhenlage der zweiten Knotenebene bildet die Unterkante der Auenlehmüberdeckung im Bereich der Niddaaue ab. Die unterste Knotenebene bildet die Aquiferbasis ab. Die Geländehöhen sind in **Anlage I-3** dargestellt.

3.2 Randbedingungen

Bis auf den Main als südlicher Modellrand wurden die äußeren Modellränder auf Basis des Gleichenplanes von Juni 1994 (HLUG 2009) abgegrenzt. Der Gleichenplan kann als repräsentativ für mittlere klimatische Verhältnisse angesehen werden. Der südliche und der nordwestliche Modellrand sind dabei als Festpotentialränder modelliert, der westliche und der östliche Modellrand als Stromlinien.

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 aus einer Tiefe zwischen 17 muGOK und 50 muGOK.

Die Brunnenreihe A-F des Wasserwerkes Praunheim III liegt innerhalb der Niddaue und beginnt ungefähr 150 m südlich des Praunheimer Niddaweheres. Verfiltert sind die Brunnen im Pleistozän und im Pliozän in Tiefen von etwa 5 bis 30 muGOK. Die Grundwasserentnahme zum Kalibriezeitpunkt 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 alle in die Nidda; die Nidda mündet ihrerseits in den Main, dessen Wasserstände durch die Richtwasserstände an den Staustufen vorgegeben sind.

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

Die für die Nidda im Modell angesetzten Wasserspiegellagen sind durch die Stauziele der Wehranlagen der Nidda vorgegeben:

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

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 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.

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>	$G_{\text{neu}} = (1,03 \times N_W + 0,86 \times N_S - 128,2 \times \log \text{nFK-We} - 0,05 \text{ ETP} - 92,9)$
<u>Grünland</u>	$G_{\text{neu}} = (1,024 \times N_W + 0,914 \times N_S - 118,3 \times \log \text{nFK-We} - 0,151 \text{ ETP} - 122,75)$
<u>Wald</u>	$G_{\text{neu}} = (0,907 \times N_W + 0,925 \times N_S - 129,8 \times \log \text{nFK-We} - 0,13 \text{ ETP} - 118,92)$
<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]
nFK-We:	nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum[mm]
ETP:	potentielle Jahresverdunstung nach Haude [mm]

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** 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 wurde die Stichtagsablesung vom Juni 1994 herangezogen.

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. Die resultierenden kalibrierten Grundwasserstände im Vergleich zur Messung im Juni 1994 zeigt der Grundwassergleichenplan in **Anlage I-6**.

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, Gräben) 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 Nidda-Seitengewässer im Modellgebiet betragen:

Liederbach: + 2,2 Mio. m³/a
 Sulzbach: - 3,0 Mio. m³/a
 Westerbach + 1.7 Mio. m³/a
 Steinbach + 1.2 Mio. m³/a

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Bilanzgrößen.

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, Dezember 2016



(Dr.-Ing. M. Kämpf)



(Dipl.-Ing. M. Ergh)

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.

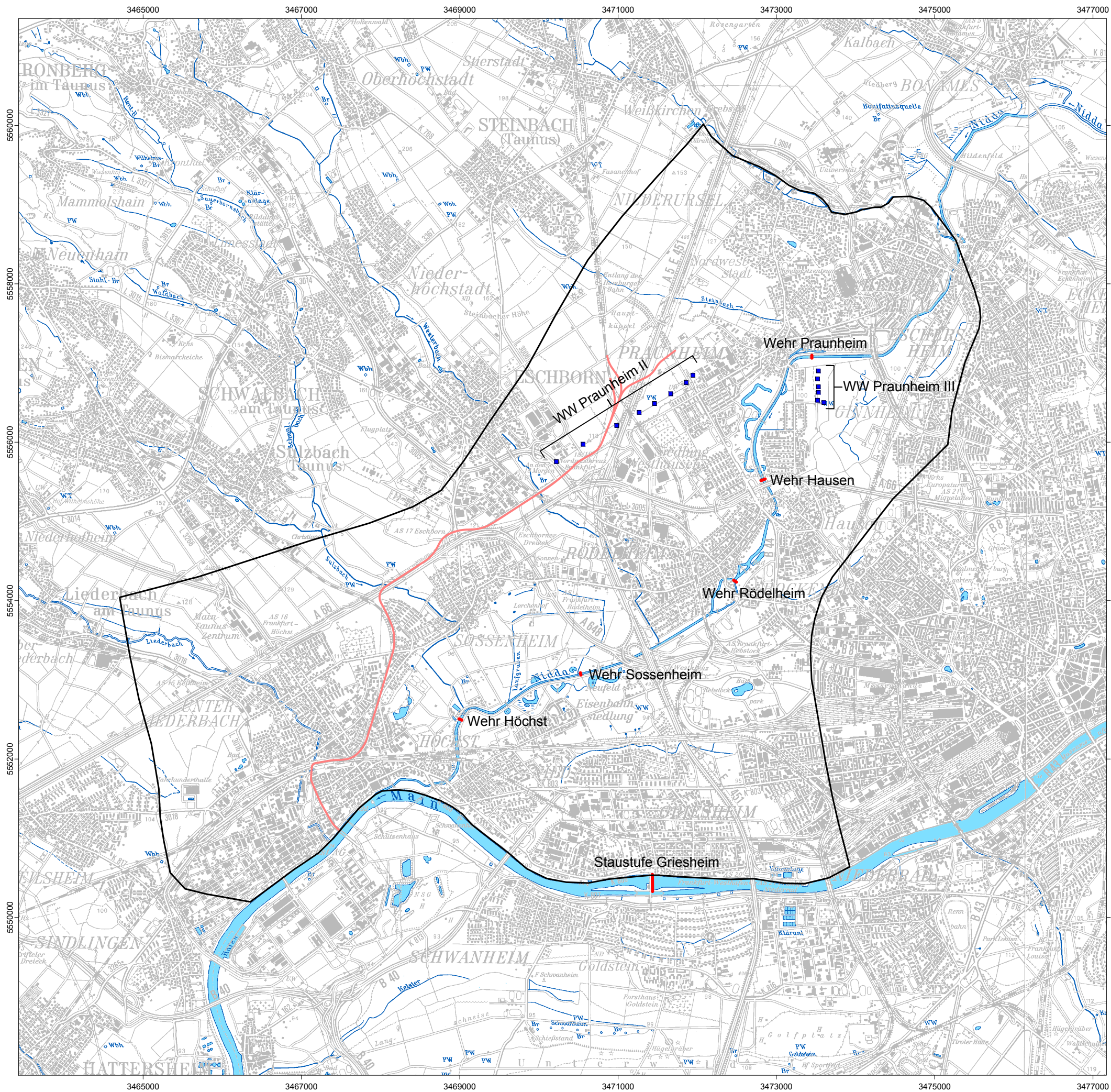
BGS UMWELT 2012: Grundwassermodellierung zum Umbau des Nidda-Wehres Sossenheim, Darmstadt 2012.

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.

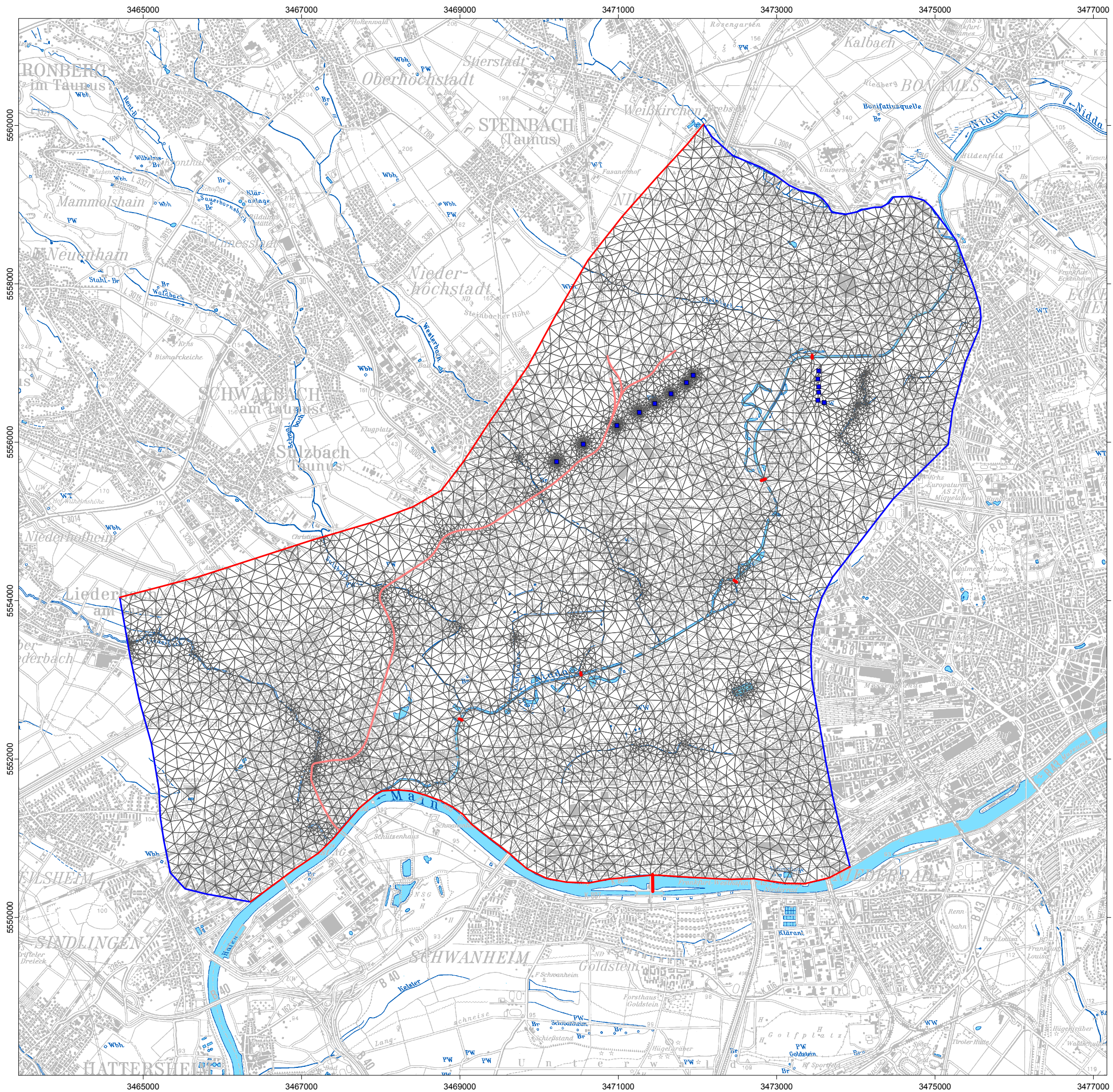


Legende:




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

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

	Anlage: I-1
Projekt: Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell	Maßstab: 1:50.000
Planbezeichnung: Übersichtslageplan	Datei: 5269-027.dwg Layout: Anlage-I-01 Bearb.: Erg.
Bearbeitet durch: BGS UMWELT <small>Brandt Gerdes 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</small>	Gez.: Kes. Datum: Dez. 2016 Projekt- nummer: 5269

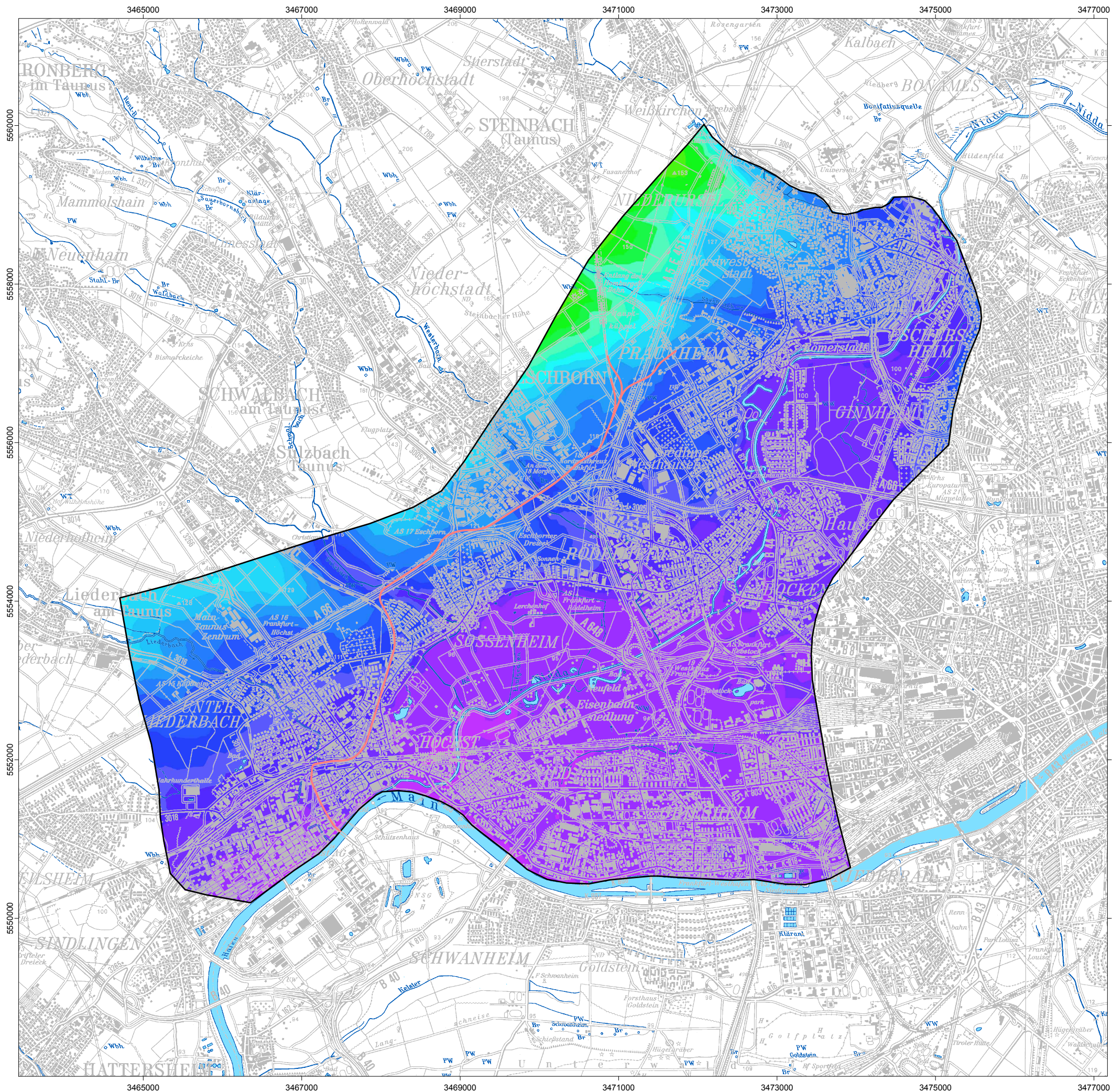


Legende:



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

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





















	Anlage: I-2
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 Bearb.: Erg.
Bearbeitet durch: BGS UMWELT <small>Brandt Gerdes 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</small>	Gez.: Kes. Datum: Dez. 2016 Projekt- nummer: 5269



Legende:

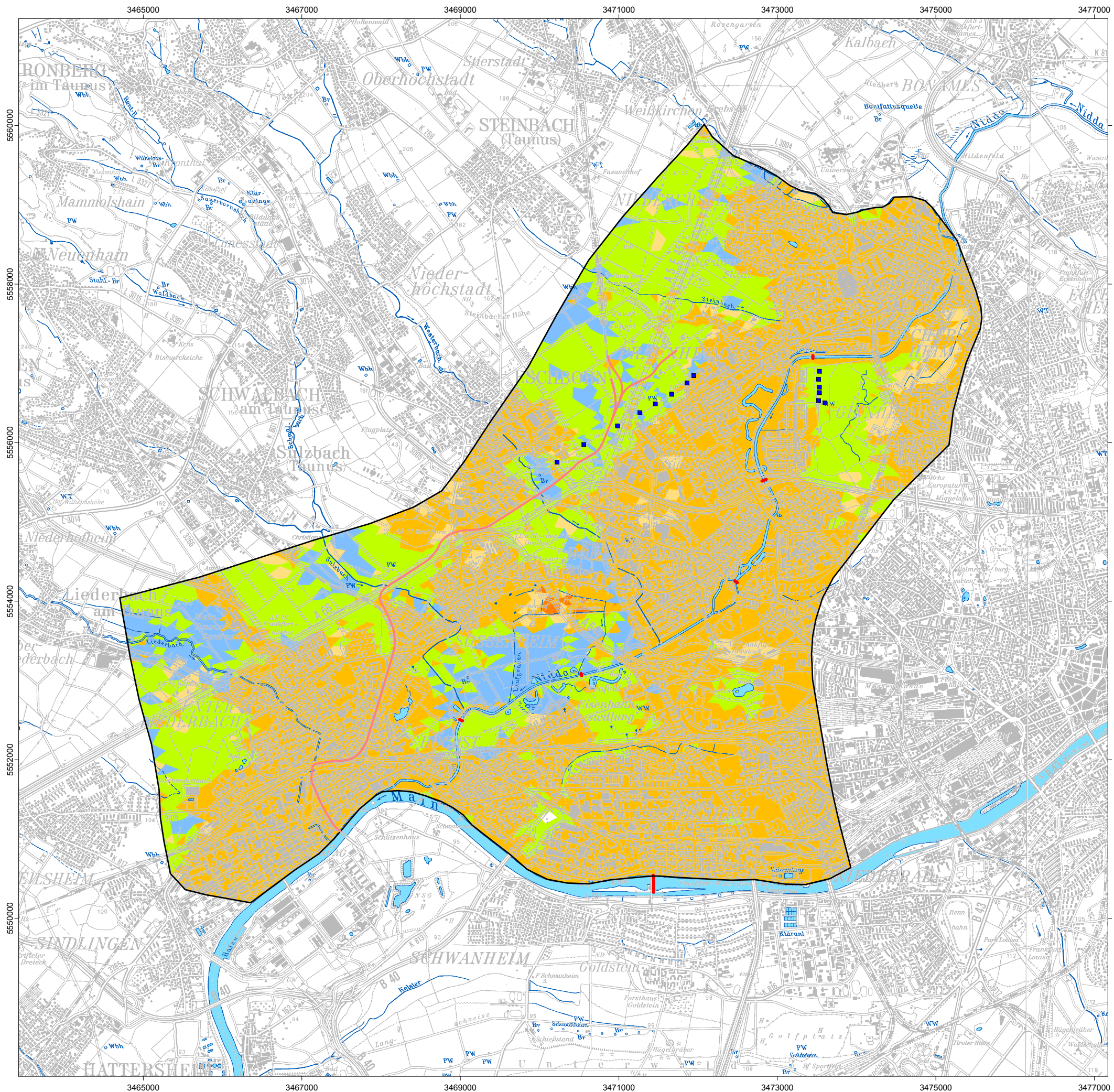
-  Modellrand
-  geplante Trasse RTW (Neubau)

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)






	Anlage: I-3
Projekt: Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell	Maßstab: 1:50.000
Planbezeichnung: Geländehöhen	Datei: 5269-031.dwg Layout: Anlage-I-3 Bearb.: Erg.
Bearbeitet durch: BGS UMWELT Brandt Gerdes 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: Dez. 2016 Projekt- nummer: 5269



Legende:

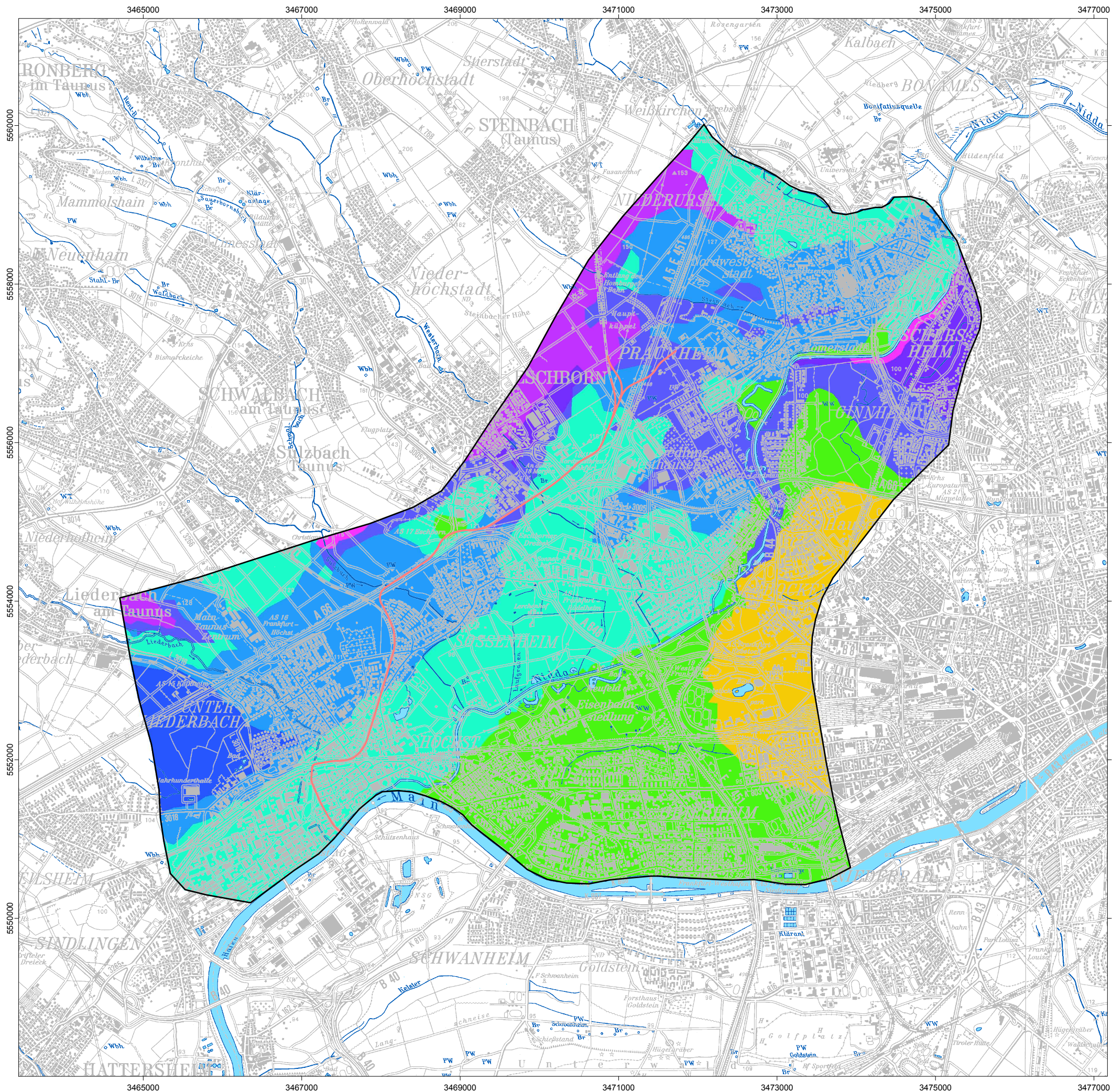
-  Stauwehre
-  Brunnen
-  Modellrand
-  geplante Trasse RTW (Neubau)

Grundwasserneubildung: [mm/a]

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

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

	Anlage: I-4
	Maßstab: 1:50.000
Projekt: Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell	Datei: 5269-030.dwg Layout: Anlage-I-04 Bearb.: Erg.
Planbezeichnung: Grundwasserneubildung	Gez.: Kes. Datum: Dez. 2016 Projekt- nummer: 5269
Bearbeitet durch: BGS UMWELT Brandt Gerdes 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	



Legende:

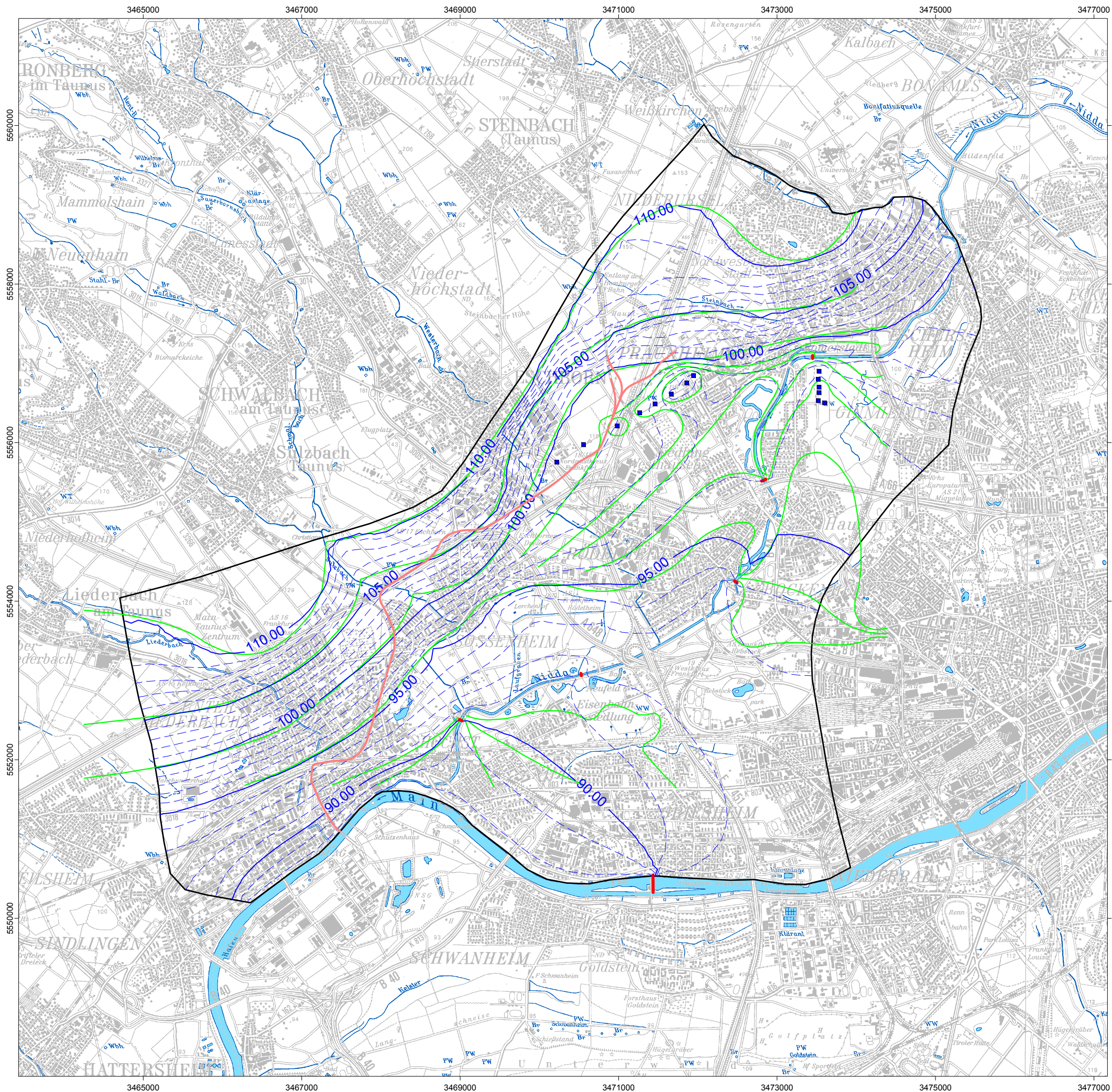
- Modellrand
- geplante Trasse RTW (Neubau)

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)

		Anlage:
Projekt:		I-5
Regionaltangente West Hydrologisches Gutachten PFA Nord Anhang-I Dokumentation Grundwassermodell		Maßstab:
Planbezeichnung:		1:50.000
Hydraulische Durchlässigkeiten		Datei: 5269-028.dwg
Bereitet durch:		Layout: Anlage-I-05
BGS UMWELT Brandt Gerdes 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
-  gemessene Grundwasserstände (Juni 1994)
-  Kalibrierte Grundwassergleichen
-  geplante Trasse RTW (Neubau)

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

	Anlage: I-6
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 Bearb.: Erg.
Bearbeitet durch: BGS UMWELT <small>Brandt Gerdes 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</small>	Gez.: Kes. Datum: Dez. 2016 Projekt- nummer: 5269



Regionaltangente West
PFA Nord

Anlage 18.2
Anhang II

Bodenchemisches Gutachten
Frankfurter Stadtwald

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	5
2	Untersuchungskonzept	6
2.1	Bohransatzpunkte	6
2.2	Entnahmetiefen	6
2.3	Parameterumfang	7
3	Probennahme	9
4	Profilansprache	10
5	Analyseergebnisse	18
5.1	Physikalisch-chemische Eigenschaften	18
5.2	Säureneutralisationskapazität, Kationenaustauschkapazität und Basensättigung	21
5.3	Kohlenwasserstoffe und PAK	24
5.4	Pestizide	25
5.5	Schwermetalle	25
6	Bewertung	29
7	Zusammenfassung und Empfehlungen	32
	Literatur	34

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Entnahme von Bodenmaterial mit dem Lochspaten	9
Abb. 2	Kernkiste Bohransatzpunkt 1 (- 0,2 m A _n , ~ 0,7 m B _v , > 0,7 m C _n)	11
Abb. 3	Kernkiste Bohransatzpunkt 2 (- 0,2 m A _n , ~ 0,7 m B _v , > 0,7 m C _n)	12
Abb. 4	Kernkiste Bohransatzpunkt 3 (Auffüllungen bis 1,8 m Tiefe)	13
Abb. 5	Kernkiste Bohransatzpunkt 4 (Auffüllungen bis 1,8 m Tiefe)	14
Abb. 6	Kernkiste Bohransatzpunkt 5 (- 0,8 m Auffüllungen, > 0,8 m C _n)	15
Abb. 7	Kernkiste Bohransatzpunkt 6 (- 0,1 m A _n , - 0,4 m B _v , > 0,4 m C _n)	16
Abb. 8	Kernkiste Bohransatzpunkt 7 (- 1,5 m Auffüllungen, > 1,5 m C _n)	17
Abb. 9	TOC-Gehalte der Bodenproben	19
Abb. 10	Elektrische Leitfähigkeit der Bodenproben	20
Abb. 11	pH-Werte der Bodenproben, Einstufung der Bodenreaktion nach SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL (2013)	20
Abb. 12	Säureneutralisationskapazität der Bodenproben	22
Abb. 13	Kationenaustauschkapazität der Bodenproben	23

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	KW-Index (C ₁₀ – C ₄₀) im Feststoff [mg/kg TR]	24
Tab. 2	PAK nach EPA im Feststoff [mg/kg TR]	24
Tab. 3	Messwerte von Schwermetallen im Feststoff in Profil 1 und 2 [mg/kg TR]	26
Tab. 4	Messwerte von Schwermetallen im Feststoff in Profil 3 und 4 [mg/kg TR]	27
Tab. 5	Messwerte von Schwermetallen im Feststoff in Profil 5 und 6 [mg/kg TR]	27
Tab. 6	Messwerte von Schwermetallen im Feststoff in Profil 7 [mg/kg TR]	27
Tab. 7	Gemessene maximale Schadstoffkonzentrationen in den natürlichen Böden und in den Auffüllungen	30

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Übersichtslageplan mit Bohransatzpunkten
- Anlage 2 Protokoll der Ortsbegehung am 19.08.14
- Anlage 3 Fotodokumentation der Bohransatzpunkte
- Anlage 4 Geländeformblätter der Profilansprachen
- Anlage 5 Fotodokumentation der Probennahme
- Anlage 6 Analyseergebnisse

1 Veranlassung

Im Scoping zum Vorhaben Regionaltangente West (RTW) wurde von Seiten der Stadt Frankfurt gefordert, ein Fachgutachten zu erstellen, das die Belastung und Gefährdung des Bodens aus dem Betrieb der RTW darstellt. Auf der Grundlage bodenchemischer Untersuchungen sollten die aktuelle Bodenbelastung und Bodenreaktion ermittelt sowie die Versauerungsgefährdung und das damit einhergehende Risiko einer Tiefenverlagerung von Schwermetallen bewertet werden. Die natürlich anstehenden sandigen Böden im Frankfurter Stadtwald weisen auf Grund ihrer Substrateigenschaften eine nur geringe Puffer- und Filterkapazität auf. Ein Gefährdungspotential wird v.a. in dem Eintrag und der Verlagerung von Schwermetallen und Herbiziden gesehen.

Das Untersuchungskonzept wurde von BGS UMWELT aufgestellt und mit der zuständigen Unteren Wasserbehörde der Stadt Frankfurt in einem Beteiligungsverfahren im Frühsommer 2014 abgestimmt. Für die Untersuchungen wurden im Bereich des Knotens Sportfeld entlang der bestehenden Bahntrasse über eine Streckenlänge von ca. 3 km an sieben Standorten Bodenproben aus verschiedenen Tiefen entnommen. Die Entnahme der Bodenproben fand im Oktober 2014 statt.

Die Analyseergebnisse der bodenchemischen Untersuchungen und die sich daraus ableitende Bewertung der Belastung und des Gefährdungspotentials des Bodens werden im nachfolgenden Gutachten vorgestellt.

2 Untersuchungskonzept

2.1 Bohransatzpunkte

Anlage 1 zeigt in einem Übersichtsplan das Untersuchungsgebiet mit den anstehenden Bodenformen sowie den Bohransatzpunkten (Probennahmepunkte). Grundlage der Bodenkarte sind die digitalen Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD 50) des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG). Untersucht wurde ein ca. 3 km langer Abschnitt der geplanten RTW-Strecke im Umfeld des Bahnhofs Sportfeld.

Auf diesem Streckenabschnitt wurden in Absprache mit der Unteren Wasserbehörde der Stadt Frankfurt (UWB) sieben Ansatzpunkte für die Entnahme von Bodenproben festgelegt. Die Probennahmepunkte 3 – 5 liegen im Siedlungs- bzw. Verkehrsbereich und sind anthropogen überprägt. Die Probennahmepunkte 1, 2, 6 und 7 liegen im Wald. Alle Bodenproben werden mit Ausnahme des Bohransatzpunktes 2 in wenigen Metern Abstand zum Schotterkörper der Bahntrasse genommen. Der Bohransatzpunkt 2 wurde auf Vorschlag der UWB ca. 10 m von der Bahntrasse abgerückt und soll als Referenzprobe für vom Bahnverkehr weitgehend unbeeinflusste Verhältnisse dienen.

In dem genannten Streckenabschnitt stehen in Trassennähe auf den nicht anthropogen überprägten Flächen überwiegend Braunerden an. Am Bohransatzpunkt 7 werden nach den Daten der BFD 50 auf einem kurzen Streckenabschnitt podsolige Braunerden mit Bändern, d.h. mit bänderförmigen wenige Zentimeter mächtigen Tonanreicherungshorizonten, angesprochen. Diese Bodenform wurden jedoch nicht erbohrt (s. Kapitel 4). Auf Höhe der Bohransatzpunkte 1 und 2 verlaufen die Gleise einige Meter über Gelände auf einem Damm.

Die Bohransatzpunkte wurden in einer Begehung am 19.08.14 u.a. mit der Hessenwasser, der Unteren Wasserbehörde der Stadt Frankfurt (UWB), dem HLUG, der RTW, der Deutschen Bahn (DBI) und dem StadtForst Frankfurt besichtigt und ihre endgültige Lage mit Bohrpfählen markiert. Das Protokoll zur Begehung vom 19.08.14 wurden dem Gutachten in **Anlage 2** beigelegt. In **Anlage 3** finden sich Fotos der markierten Bohransatzpunkte.

2.2 Entnahmetiefen

Entlang des genannten Streckenabschnittes stehen nach BFD 50 auf den anthropogen nicht überprägten Flächen überwiegend Braunerden aus pleistozänen Flusssanden mit der charakteristischen Horizontabfolge $A_h - B_v - C_n$ an. Die Schichtunterkanten liegen bei ca. 5 cm, 50 cm und 200 cm. Diese Einteilung entspricht auch den erbohrten Bodenprofilen (s. Kapitel 4).

Die Probennahme an den anthropogen nicht überprägten Standorten erfolgte aus dem A_h , dem B_v -Horizont und aus zwei Tiefen des C-Horizontes. Die Probennahmetiefe im B-Horizont lag wie vorgesehen bei ca. 30 cm, im C-Horizont bei ca. 1 m und 1,5 m.

Die Probenmasse des nur wenige Zentimeter mächtigen A-Horizontes und des oberen B-Horizontes (Entnahmetiefe ca. 30 cm) wurde horizontdifferenziert jeweils als Flächenmischprobe genommen. Die Probenmasse des C-Horizontes wurde mit dem Lochspaten gewonnen.

Auf den anthropogen überprägten Standorten (Bohransatzpunkt 3 – 5) wurde der A-Horizont nicht beprobt. Aus den tieferen Lagen wurden wie bei den natürlichen Standorten Bodenproben aus ca. 30 cm Tiefe als Flächenmischprobe und aus 1 m und 1,5 m Tiefe mit dem Lochspaten genommen.

2.3 Parameterumfang

Der Parameterumfang der Bodenanalysen wurde in Absprache mit der UWB festgelegt. Durch die Untersuchungsergebnisse sollten eine Charakterisierung des aktuellen Belastungszustandes des Bodens und auch eine Prognose der Austragsgefährdung von Schadstoffen in das Grundwasser ermöglicht werden (Wirkungspfad Boden-Grundwasser nach BBodSchV).

Folgende Parameter wurden untersucht:

- Trockenmasse des Bodens
- pH-Wert
- TOC in der Festsubstanz
- Hauptanionen und –kationen sowie Leitfähigkeit im Eluat
- Schwermetalle in der Festsubstanz mit Königswasseraufschluss
- Schwermetalle im Eluat nach DIN 19529 (2:1 Schüttelverfahren)
- Pestizide im Säuleneluat (DIN 19528)
- PAK in Feststoff und Säuleneluat
- Kohlenwasserstoffe in Feststoff und Säuleneluat
- Säureneutralisationskapazität
- Effektive Kationenaustauschkapazität und Basensättigung (DIN 11260)

Die Analyse der Schwermetalle im Eluat und im Königswasseraufschluss erfasst die in der GWS-VwV aufgelisteten Schwermetalle sowie die in der Bundesbodenschutzverordnung zur Beurteilung des Wirkungspfades Boden - Grundwasser genannten Schwermetalle. Dies sind:

Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kobalt, Kupfer, Molybdän, Nickel, Quecksilber, Selen, Thallium, Vanadium, Zink und Zinn.

Die zu analysierende Pestizidliste umfasst die derzeit bei der DB eingesetzten Pestizide Glyphosat, Flumioxazin und Flazasulfuron, Pestizide, die im Rahmen des Grundwassermonitorings der Hessenwasser nachgewiesen wurden (z.T. jedoch unterhalb des GFS-Wertes der GWS-

VwV) und früher im Bahnbetrieb eingesetzte Pestizide. Folgende Pestizide sowie deren Hauptmetabolite wurden analysiert:

Atrazin, Desethylatrazin, Bromacil, Dimefuron, Diuron, DMS, Glyphosat, AMPA, Flumioxazin, Flazasulforon, Hexazinon, Simazin und Propazin

Auf eine Analyse der Hauptanionen und -kationen im Sediment wurde verzichtet, da sie v.a. Aufschluss über die Elementgehalte der bodenbildenden Mineralien geben würde.

Zusätzlich war eine Abschätzung zu treffen, wie groß die Puffer- und Speicherkapazität des Bodens ist bzw. inwieweit eine Versauerung des Bodens und damit einhergehend eine Schwermetallmobilisierung zu befürchten ist. Für diese Fragestellung wurden die Säureneutralisationskapazität, die Kationenaustauschkapazität und die Basensättigung der Bodenproben untersucht. Die Basensättigung entspricht dem Anteil der Kationen Na^+ , K^+ , Mg^{2+} und Ca^{2+} an der Kationenaustauschkapazität.

3 Probennahme

Die Entnahme der Bodenproben erfolgte am 16.10.2014 (Bohransatzpunkte 1 - 5) und am 22.10.2014 (Bohransatzpunkte 6 - 7). Die Probennahme wurde nach BBodSchV, Anhang 1, durchgeführt. Ausführende Bohrfirma war die Fa. Stölben.

Die Proben wurden aus ca. 30 cm Tiefe (B-Horizont) sowie ca. 1,0 und 1,5 m Tiefe (C-Horizont) entnommen. An den Waldstandorten werden in diesen Tiefenlagen der B- (30 cm) und der C-Horizont (1,0 und 1,5 m) angetroffen. An den Bohransatzpunkten 1, 2, 6 und 7 wurden zusätzlich noch die oberen 10 cm (A-Horizont) beprobt.

Die Bodenproben aus dem A und B-Horizont bzw. entsprechender Tiefenlage wurden mit dem Spaten als Flächenmischprobe gewonnen. Dazu wurde Bodenmaterial aus mehreren Ansatzpunkten vermischt. Die Proben aus dem C-Horizont wurden mit dem Lochspaten aus einer einzelnen Grabung entnommen (Abb. 1). Pro Entnahmehorizont wurde eine Entnahmemenge von 4 kg homogenem Probenmaterial benötigt. Größere Steine, Schotter oder Beimengungen wurden bereits vor Ort aussortiert.

Das mit Spaten bzw. Lochspaten entnommene Bodenmaterial wurde zur Ansprache in Kernkisten ausgelegt.



Abb. 1 Entnahme von Bodenmaterial mit dem Lochspaten

4 Profilansprache

Die Bodenansprache erfolgte nach der „Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz“ (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2009). Die für jedes Profil ausgefüllten Geländeformblätter finden sich in **Anlage 4**.

An den Standorten 1, 2 und 6 wurden natürliche Braunerden über Flusssanden angetroffen. Hier zeigte sich generell folgende Horizontabfolge:

- 0 - ca. 0,2 m: A_n-Horizont, dunkelbraun, mittel – stark humos, carbonatfrei, schluffige Fein – Mittelsande, kiesführend,
- ca. 0,2 - 0,7 m: B_v-Horizont, mittelbraun, schwach – mittel humos, carbonatfrei schluffige Feinsande, kiesführend,
- > 0,7 m: C_n-Horizont, hellbraun – sehr hellbraun, humusfrei, carbonatfrei reine Sande, steinig, Flussschotter führend.

Die Standorte 3 und 4 liegen auf anthropogenen Auffüllungen und zeigten daher keine Horizontierung, die durch bodenbildende Prozesse entstanden ist. Natürlich anstehende Sedimente wurden bis zur Endbohrtiefe von 1,8 m nicht erreicht.

Der Standort 5 liegt in Höhe des Stadionbades am Fuße des Bahndammes unter einem Weg. An diesem Standort war bis ca. 30 cm eine humose und stark durchwurzelte Auflage zu erkennen. Ab ca. 80 cm wurden die natürlich anstehenden Flusssande erbohrt.

Auch am Standort 7 wurden entgegen den Erwartungen bis in ca. 1,6 m Tiefe Auffüllungen erbohrt. Die obersten 40 cm waren stark mit Steinen, Schottern und Ziegeln angereichert.

Im Folgenden werden die einzelnen Bohrprofile besprochen. Ergänzende Fotos der Probenahme finden sich in **Anlage 5**.

Profil 1

Der Bohransatzpunkt 1 befindet sich direkt am Böschungsfuß des an dieser Stelle ca. 4 – 5 m hohen Bahndammes (s. Anlage 3). Der Standort ist mit Brombeeren bewachsen und von Scheinakazien umsäumt.

Abb. 2 zeigt das in Kernkisten ausgelegte Bohrprofil. Bei ca. 20 – 25 cm Tiefe erfolgt der Übergang vom gut durchwurzelten A_h - zum B-Horizont. Bei ca. 40 cm unter GOK zeichnet sich eine Differenzierung des B-Horizontes in einen oberen etwas dunkleren Abschnitt (ca. 0,2 – 0,4 m, vermutlich durch Humusanreicherung bedingt) und einen unteren rötlich-mittelbraunen Abschnitt ab. Ab ca. 0,7 m unter GOK wurden humusfreie, hellbraune Sanden angetroffen, denen Flussschotter beigemischt sind. Ab ca. 1,4 m unter GOK ist eine violett-rötliche Marmorierung zu erkennen. Das gesamte Profil war carbonatfrei.



Abb. 2 Kernkiste Bohransatzpunkt 1 (- 0,2 m A_h , ~ 0,7 m B_v , > 0,7 m C_n)

Profil 2

Der Bohransatzpunkt 2 ist ca. 15 – 20 m vom Bahndamm abgerückt. Er soll als Referenzprobe für einen vom Bahnverkehr weitgehend unbeeinflussten Standort dienen. Der Standort ist von jüngeren Buchen bestanden und fast frei von Unterholz.

Am Bohransatzpunkt 2 wurde auf den oberen 20 cm ein stark durchwurzelter dunkelbrauner A_h -Horizont angetroffen. Diesem ist ein schwach durchwurzelter ca. 30 cm mächtiger B-Horizont unterlagert. In ca. 50 - 70 cm Tiefe folgt der Übergang zum C-Horizont. Dieser Übergangsbereich zeigt bereits Verbraunungsmerkmale, ist aber deutlich heller als der überlagernde B-Horizont.

In den oberen Lagen des C-Horizontes (ca. 0,7 – 0,9 m Tiefe) wurden Schotter > 15 cm erbohrt. Darunter finden sich wie am Standort 1 schotter- und kiesführende Sandlagen. Das gesamte Profil war carbonatfrei.



Abb. 3 Kernkiste Bohransatzpunkt 2 (- 0,2 m A_h , ~ 0,7 m B_v , > 0,7 m C_n)

Profil 3

Der Bohransatzpunkt 3 liegt auf einer mit Brombeeren und Gras bewachsenen Freifläche und ist ca. 3 m vom Schotterkörper der Bahngleise entfernt. Hier wurden bis in eine Endtiefe von 1,8 m unter GOK Auffüllungen erbohrt. In den oberen Dezimetern war der Aushub dunkelbraun und stark mit Bahnschottern durchsetzt. Ab ca. 40 cm bis in 90 cm Tiefe wurde eine schwarzbraune Lage mit Kohle- bzw. Aschebestandteilen angetroffen, die wiederum stark mit Schottern und kantigen Steinen durchsetzt war. Hierauf folgte bis in ca. 1,4 m Tiefe eine hellbraune fein – mittelsandige Lage und ab ca. 1,4 m Tiefe eine mittelbraune fein – mittelsandige Lage mit anthropogenen Beimengungen wie Schottern, Beton und Ziegeln. Das Profil war in allen Horizonten carbonatarm, d.h. zeigte eine schwache Reaktion auf die Zugabe von Salzsäure.



Abb. 4 Kernkiste Bohransatzpunkt 3 (Auffüllungen bis 1,8 m Tiefe)

Profil 4

Der Bohransatzpunkt 4 liegt ebenfalls ca. 3 m vom Schotterkörper der Bahngleise entfernt. Bis in 1,8 m Tiefe wurden nur anthropogene Auffüllungen erbohrt. Auf den ersten 70 cm war das Bodensubstrat dunkelbraun und mit pflanzlichem Material (Holzstückchen, Ästchen) und kleineren Schuttbestandteilen durchmischt. Ab 0,7 m nahm der Anteil anthropogener Beimengungen zu. Es wurden u.a. Ziegel, Glasscherben, Kohlestückchen, Fliesen, ein Nagel, Betonbruchstücke und eine Suppenkelle erbohrt (s. Anlage 5). In einer Tiefe von ca. 1,0 – 1,4 m befanden sich größere Schuttbrocken und Ziegel.

Das Profil war über die gesamte Tiefe carbonathaltig.



Abb. 5 Kernkiste Bohransatzpunkt 4 (Auffüllungen bis 1,8 m Tiefe)

Profil 5

Profil 5 liegt im Süden des Gleisdreiecks. Der bei der Begehung vom 19.08.14 markierte Bohr-ansatzpunkt befindet sich direkt am Fuße der Böschung zum Bahndamm, am Rande des Ver- bindungsweges zwischen der Mörfelder Landstraße und der Commerzbank Arena. Hier wurden jedoch bei der Probennahme in ca. 1 m Tiefe Kabelstränge entdeckt, die vermutlich längs des Weges verlaufen. Der Bohransatzpunkt wurde daher um ca. 2 m in die Mitte des Weges ver- setzt (s. Anlage 5). Der oberste Meter beider Bohrungen war vom Substrat her sehr ähnlich.

Die obersten 35 cm der Bohrung bestehen jeweils aus einer stark humosen und gut durchwur- zelten mittelbraune Bodenlage. Darunter befindet sich bis in ca. 80 cm Tiefe eine Bodenlage, die eine ähnliche Substratgröße zeigt, jedoch etwas heller und humusärer ist. Es wird vermu- tet, dass bis in diese Tiefe das Bodenmaterial aufgefüllt bzw. durch den Wegbau und das Ver- legen von Kabeln umgelagert wurde.



Abb. 6 Kernkiste Bohransatzpunkt 5 (- 0,8 m Auffüllungen, > 0,8 m C_n)

Ab 80 cm Tiefe wurden reine Sande erbohrt, von Steinen und ab ca. 1,5 m Tiefe von größeren Flussschottern durchsetzt waren. Die Sande waren von 0,8 – ca. 1,3 m rötlich marmoriert.

Das Bodensubstrat war bis in 80 cm Tiefe carbonatarm. Die Sande (> 80 cm) waren carbonatfrei.

Profil 6

Der Bohransatzpunkt 6 liegt auf einer Höhenlage mit dem Gleisbett am Waldrand, ca. 3 m vom Schotterkörper entfernt. Er ist mit einer dichten Grasnarbe bewachsen. Das Bohrprofil zeigt auf den obersten 5 – 10 cm einen geringmächtigen, gut durchwurzelten A_h -Horizont und darunter einen ca. 20 – 30 cm mächtigen B_v -Horizont. Das Substrat der oberen Dezimeter wies viel Feinsubstanz auf und wird als schluffiger – stark schluffiger Feinsand angesprochen. Ab 40 – 50 cm Tiefe wurde der C-Horizont erbohrt, der mit kleinen gerundeten Steinen und ab 1,3 m Tiefe mit größeren Flusschottern durchsetzt war (Anlage 5). Das gesamte Bohrprofil war carbonatfrei.



Abb. 7 Kernkiste Bohransatzpunkt 6 (- 0,1 m A_h , - 0,4 m B_v , > 0,4 m C_n)

Profil 7

Im Bohrprofil 7 wurden entgegen den Erwartungen bis in ca. 1,5 m Tiefe Auffüllungen erbohrt. Der Standort ist mit Gras bewachsen. Er liegt wie der Bohransatzpunkt 6 in einer Höhe mit dem Gleisbett auf einer kleinen Schneise am Waldrand. Diese dient bzw. diente jedoch vermutlich als Zuweg zu den Gleisen. Vor allem der oberste halbe Meter des Bohrprofils 7 war stark mit Bahnschottern und Steinen durchsetzt. Es wurde u.a. auch ein größeres Ziegelstück erbohrt (s Anlage 5 und Abb. 8). Bis in ca. 1,5 m Tiefe wurden weiterhin Auffüllungen angetroffen, die überwiegend kleinere Beimengungen (Kiese und Steine < 10 cm) enthielten. Ab 1,5 m Tiefe wurden hellbraune Sande erbohrt, die als natürlicher C-Horizont angesehen werden.

Die Bodenprobe aus 0,4 m Tiefe zeigte eine schwache Reaktion auf Salzsäure. Die übrigen Proben des Bohrprofils waren carbonatfrei.



Abb. 8 Kernkiste Bohransatzpunkt 7 (- 1,5 m Auffüllungen, > 1,5 m C_n)

5 Analyseergebnisse

Alle Analyseergebnisse finden sich in **Anlage 6**. Die Bodenproben wurden aus ca. 30 cm (B_v), 1 m (C_{oben}) und 1,5 m (C_{unten}) Tiefe entnommen, an den Bohransatzpunkten 1, 2, 6 und 7 zusätzlich auch aus den obersten 10 cm (A_h). Nachfolgend werden diese Proben einheitlich immer mit den Kürzeln A_h , B, C_{oben} und C_{unten} bezeichnet, auch wenn diese Ansprache für die Auffüllungen nicht korrekt ist. In den Prüfberichten der Anlage 6 werden die Proben folgendermaßen bezeichnet A_h , B_{oben} (30 cm Entnahmetiefe), B_{mitte} (1 m Entnahmetiefe) und B_{unten} (1,5 m Entnahmetiefe).

5.1 Physikalisch-chemische Eigenschaften

Es wurden die Parameter Trockenmasse, gesamter organischer Kohlenstoff (TOC), pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit untersucht.

Der Anteil der Trockenmasse der untersuchten Bodenproben liegt generell zwischen 83 und 98 %. Nur in der Probe Profil 2 - A_h wird ein deutlich niedrigerer Wert von 60,5 % gemessen, der auf den beschatteten feuchten Standort und auf einen hohen Anteil humoser organischer Substanz zurückzuführen ist. Die Bodenprobe war stark durchwurzelt, vermutlich wurde darüberhinaus bei der Probennahme auch ein gewisser Anteil des Auflagehorizontes mit erfasst. Der TOC-Wert dieser Probe liegt bei 16,5 %.

In den übrigen Proben liegt der TOC deutlich niedriger mit Werten zwischen $< 0,1$ % (v.a. in den tiefen humusfreien Horizonten) und 3,4 % (Abb. 9). Eine Ausnahme bildet neben der Probe Profil 2 - A_h der anthropogen überprägten Standort 3. Hier wird im Horizont B_{oben} ein erhöhter TOC-Gehalt von 7 % festgestellt.

Abb. 10 zeigt die elektrische Leitfähigkeit der Bodenproben. Hier zeigt sich deutlich ein qualitativer Unterschied zwischen den Auffüllungen (Profil 3 und 4) und den übrigen Entnahmeorten. Die elektr. Leitfähigkeit nimmt bei Profil 3 Werte von 36 – 71 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bei Profil 4 Werte von 85 – 133 $\mu\text{S}/\text{cm}$ an. An den übrigen Standorten ist mit Ausnahme der Probe Profil 2 - A_h die Leitfähigkeit < 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die relativ hohe Leitfähigkeit der Probe Profil 2 - A_h ist wiederum im Zusammenhang mit dem hohen Gehalt an organischer Substanz und damit auch an Huminsäuren zu sehen. Die Gehalte der Hauptanionen und -kationen dieser Probe bewegen sich in der gleichen Größenordnung wie sie auch an den anderen Waldstandorten gemessenen wurden. An den anthropogen überprägten Standorten fallen v.a. hohe Gehalte an Calcium, Kalium und Sulfat auf (Anlage 6).

Auch an der Bodenreaktion ist der Unterschied zwischen den unbeeinflussten Standorten unter Wald und den anthropogen überprägten Standorten gut zu erkennen. Die Bodenproben der Waldstandorte haben pH-Werte von 4,5 - 6 und sind damit als stark – mäßig sauer zu bezeichnen. In diesem pH-Bereich ist zum einen die Silikatverwitterung als Puffersysteme wirksam, was sich auch in der Verlehmung und Verbraunung des B-Horizontes zeigt. Zum anderen wirken die negativ geladenen Austauscheroberflächen von Tonmineralien, organischer Substanz, Oxiden

und Hydroxiden als Puffer für eine Protonenzufuhr (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005). Die generell noch hohe Basensättigung am Standort deutet daraufhin, dass dieses Puffersystem noch nicht erschöpft ist (s. Kapitel 5.2).

Die anthropogen überprägten Standorte 3, 4, 5 und 7 haben mit Ausnahme des B-Horizontes im Profil 5 pH-Werte > 6, am Standort 4 sogar > 8. In diesem pH-Bereich ist das Carbonatpuffersystem wirksam. Entsprechend finden sich in den Eluatzen dieser Standorte hohe Ca^{2+} -Konzentrationen > 10 mg/l mit einem Maximalwert von 64 mg/l im Profil 4 (Anlage 6).

Nach den digitalen Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD 50) ist die Absenkung des pH-Wertes auf eine Tiefe bis ca. 0,5 m unter GOK beschränkt. Bei der gegebenen vertikalen Auflösung der Beprobung ist keine Versauerungsfront in den untersuchten Bodenprofilen zu erkennen.

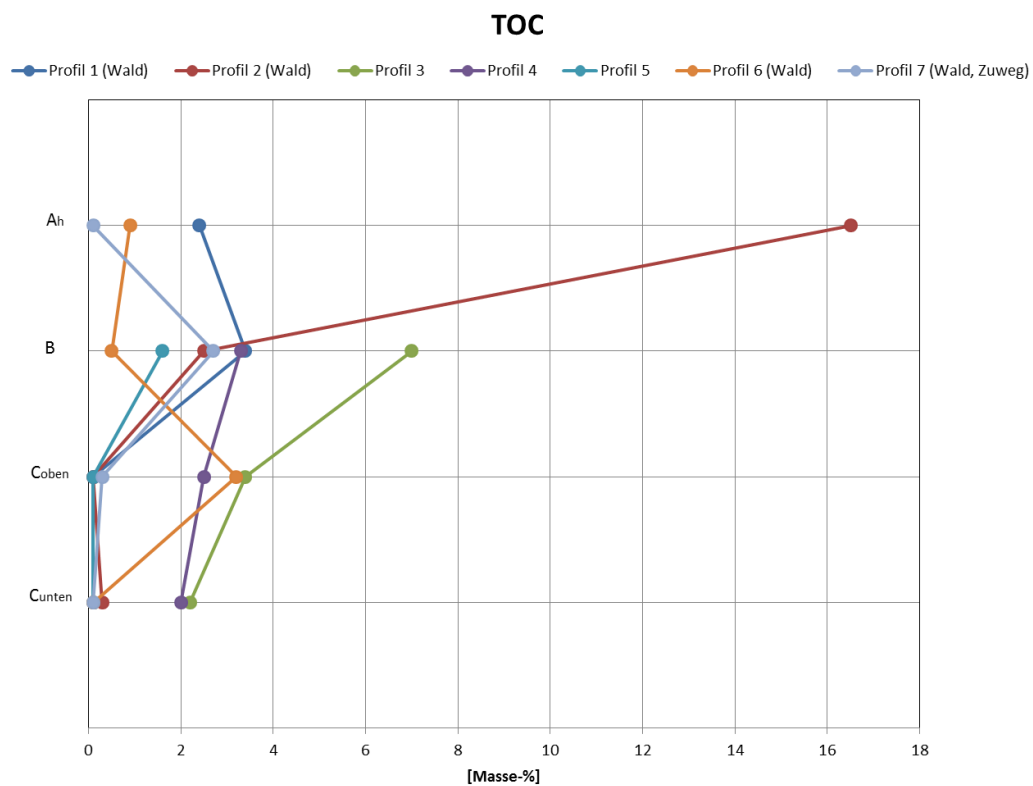


Abb. 9 TOC-Gehalte der Bodenproben

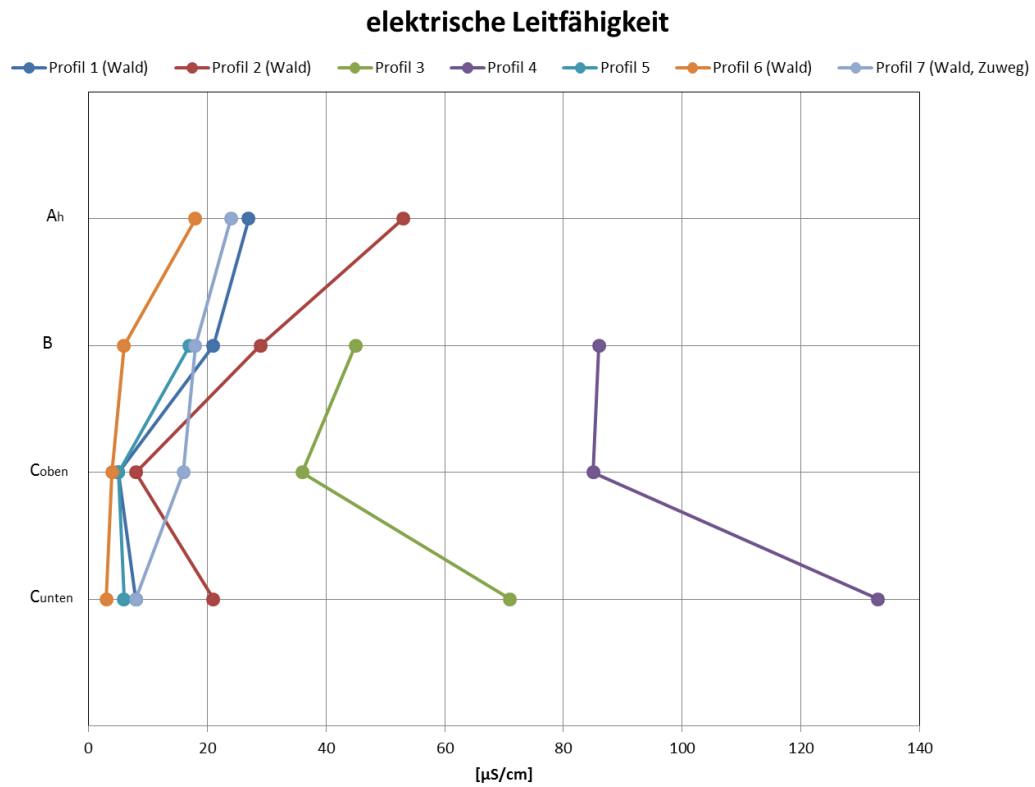


Abb. 10 Elektrische Leitfähigkeit der Bodenproben

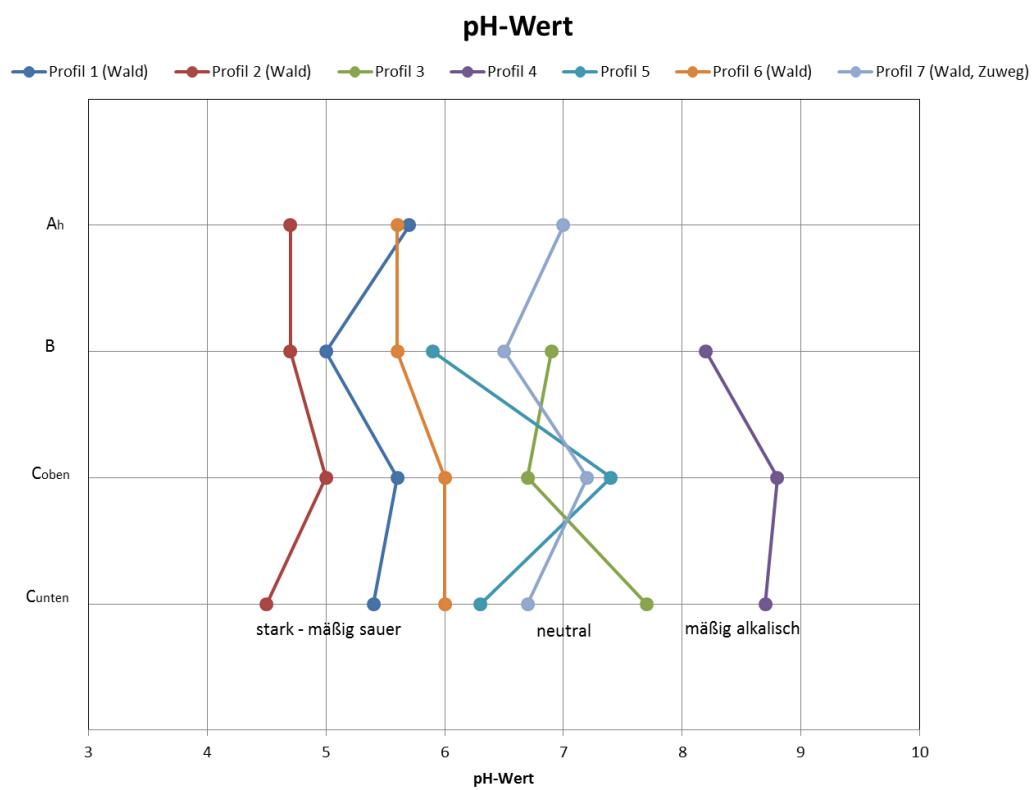


Abb. 11 pH-Werte der Bodenproben, Einstufung der Bodenreaktion nach SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL (2013)

5.2 Säureneutralisationskapazität, Kationenaustauschkapazität und Basensättigung

Die Säureneutralisationskapazität (SNK) bezeichnet die Fähigkeit eines Bodens, einen Säureeintrag abzupuffern. Das bedeutet, dass trotz eines Säureeintrags der pH-Wert der Bodenlösung konstant bleibt oder sich in geringerem Maße verändert als es dem Säureeintrag entspricht. Im Boden sind verschiedene Puffersystem wirksam, u.a. die Pufferung durch Carbonate, die Pufferung durch negativ geladene Oberflächen (z.B. an Tonmineralen, Oxiden und Hydroxiden und Huminstoffen) und die Pufferung durch Silikatverwitterung. Allen Puffersystem gemeinsam ist ihre Fähigkeit freie Protonen zu binden (SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL, 2013).

Die Bodenversauerung ist in humiden Klimaten ein natürlicher Prozess der Bodenbildung. Der Säureeintrag in den Boden erfolgt zum einen über den Niederschlag. Auch ohne anthropogene Säureeinträge ist natürliches Regenwasser wegen des gelösten Kohlendioxids bereits leicht sauer. Durch die Emission von Stickoxiden und Schwefeldioxyden wird in industriellen Regionen der pH-Wert jedoch noch weiter abgesenkt. In Frankfurt hat das Regenwasser derzeit einen pH-Wert von ca. 5,2, in den frühen 1980er Jahren lag der pH bei 4,3 (Quelle: Internetseiten des DWD). Wegen der ständigen Zufuhr von Protonen durch den Niederschlag nimmt in humiden Klimabereichen die SNK der Böden daher natürlicherweise kontinuierlich ab.

Bei den ermittelten Werten der SNK zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Auffüllungen und den Waldstandorten. Erwartungsgemäß sticht das Bodenprofil 4 mit sehr hohen Messwerten heraus (1930 mmol/kg im Horizont C_{oben} und 4760 mmol/kg im Horizont C_{unten}). Dies entspricht der alkalischen Reaktion der Bodenlösung (pH > 8). Im Diagramm in Abb. 12 sind diese beiden Messwerte nicht dargestellt. Die übrigen dargestellten Messwerte zeigen, dass an den Waldstandorten (Profil 1, 2, 6 und 7) die SNK im A_n-Horizont wegen der Pufferwirkung der organischen Substanz (Huminstoffe) deutlich höher ist als in den tieferen Horizonten. Sie liegt an den Standorten 1, 5 und 6 über 500 mmol/kg (Abb. 12).

In den tieferen Horizonten der Waldstandorte ist die SNK geringer mit Werten, die generell ≤ 250 mmol/ kg und punktuell ≤ 25 mmol/ kg sind.

Am Standort 2 wird mit 150 mmol/kg im A_n-Horizont ein deutlich geringerer Wert der SNK ermittelt als in den anderen Proben. Dies wird jedoch v.a. auf den niedrigeren Anteil an Festsubstanz in der Bodenprobe zurückgeführt. Die SNK wird am feldfeuchten und nicht am getrockneten Boden bestimmt. Die Probe Profil 2 - A_n besitzt nur einen Trockensubstanzanteil von 60,5 Masse-%, alle anderen Bodenproben dahingegen einen Trockensubstanzanteil > 80 Masse-% (Anlage 6).

Im Folgenden wird überschlägig berechnet, über welchen Zeitraum die ermittelte Pufferkapazität der Waldstandorte ausreicht, um den atmosphärischen Säureeintrag abzupuffern. Der A_n-Horizont wird hierfür mit einer Mächtigkeit von 0,1 m angesetzt.

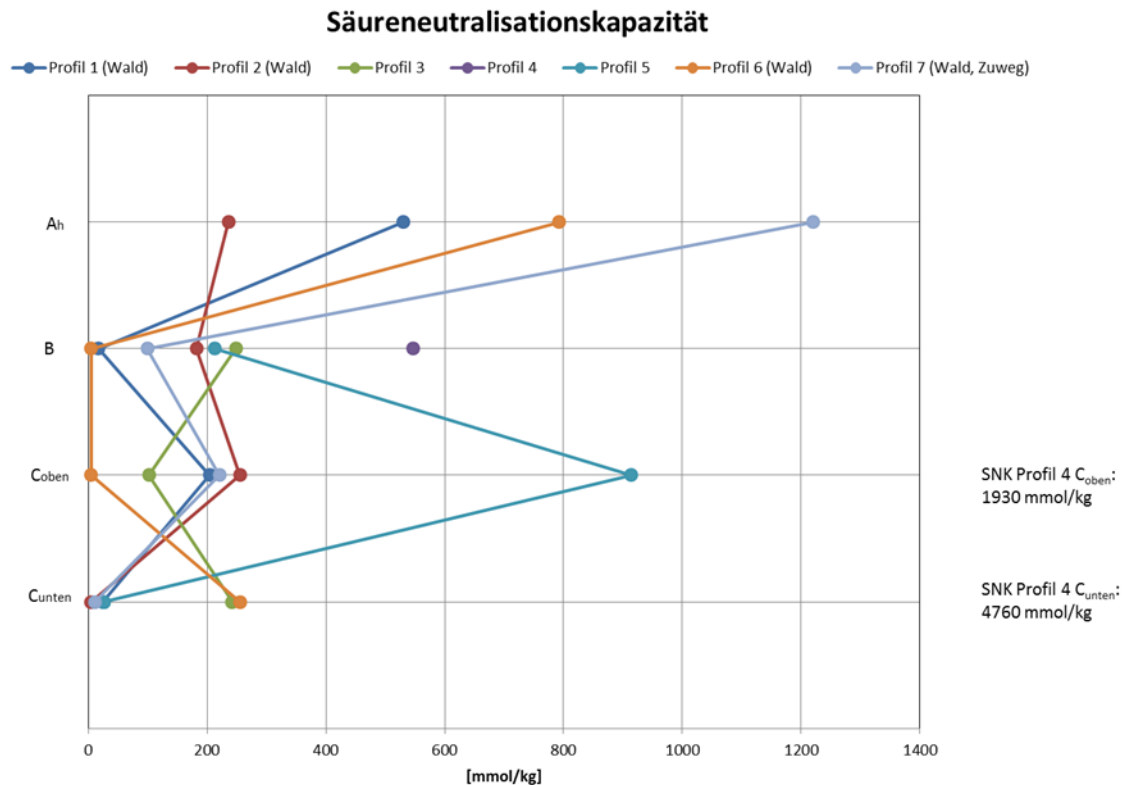


Abb. 12 Säureneutralisationskapazität der Bodenproben

Bei einer Lagerungsdichte von $1,4 \text{ g/cm}^3$ bzw. 1400 kg/m^3 besitzt eine Fläche von einem Hektar ein Bodenvolumen von 1000 m^3 und eine Bodenmasse von $1,4 \cdot 10^6 \text{ kg}$. Bei einer SNK von 250 mmol/kg stellt diese Bodenmasse eine gesamte Säureneutralisationskapazität von $3,5 \cdot 10^5 \text{ mol}$ bzw. 350 kmol bereit. Nach SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL (2013) beträgt die gesamte jährliche H^+ -Zufuhr (unter Berücksichtigung von NH_4^+ , HNO_3 und H_2SO_4) durch Niederschläge in Deutschland zwischen <1 und 5 kmol/ha . Dies bedeutet, dass die derzeitige SNK im oberen humosen Horizont ausreicht, den atmosphärischen Säureeintrag über die nächsten Jahrzehnte hinweg abzupuffern. In den tieferen, rein sandigen Horizonten würde dahingegen ein entsprechender Säureeintrag in wenigen Jahren zu einer Versauerung des Bodens führen.

Da sich die Säurebildner im Regenwasser teilweise gegenseitig neutralisieren (Stickoxide, Schwefeldioxid und Ammonium) bzw. durch andere Inhaltsstoffe des Regenwassers neutralisiert werden, ist die Gesamtsäuredeposition deutlich größer als der aus dem pH-Wert des Regenwassers, also den freien Protonen, berechnete H^+ -Eintrag (APPELO, C.A.J., POSTMA, D., 2010).

Während der Versauerung eines Bodens verändert sich die Belegung der negativ geladenen Austauscheroberflächen eines Bodens. Die Summe aller negativ geladenen Oberflächen eines Bodens, d.h. die Summe aller Kationen, die dieser Boden adsorbieren könnte, wird als Kationenaustauschkapazität bezeichnet. Diese Oberflächen, z.B. von Tonmineralien, Oxiden und Hydroxiden sind zunächst v.a. mit Ca^{2+} und in geringerem Maße mit Mg^{2+} , K^+ und Na^+ belegt.

Bei abnehmendem pH-Wert werden diese als Basen-Kationen bezeichneten Kationen von den Austauscheroberflächen verdrängt und durch H^+ und bei pH-Werten $\leq 4,5$ auch durch Al^{3+} ersetzt. Der prozentuale Anteil der Basen-Kationen an der Kationenaustauschkapazität wird als Basensättigung bezeichnet und ist ein Anzeichen dafür, wie weit die Versauerung des Bodens schon fortgeschritten ist, aber auch darüber, wie gut ein weiterer Säureeintrag abgepuffert werden kann.

Nach den Untersuchungen vom Fresenius-Institut war die Basensättigung generell hoch und mit Ausnahme des Standortes 2 $> 80\%$. Im Profil 2 mit den niedrigsten pH-Werten nahm die Basensättigung Werte zwischen 20% im B-Horizont und $60 - 70\%$ im C-Horizont an (Anlage 6).

Abb. 13 zeigt die effektive Kationenaustauschkapazität der Bodenproben, d.h. die beim vorliegenden pH-Wert tatsächlich vorhandene Austauschkapazität. Sie ist erwartungsgemäß an den Auffüllungen (Profil 3 und 4 sowie Profil 5 und Profil 7 obere Horizonte) deutlich höher als an den natürlichen Standorten.

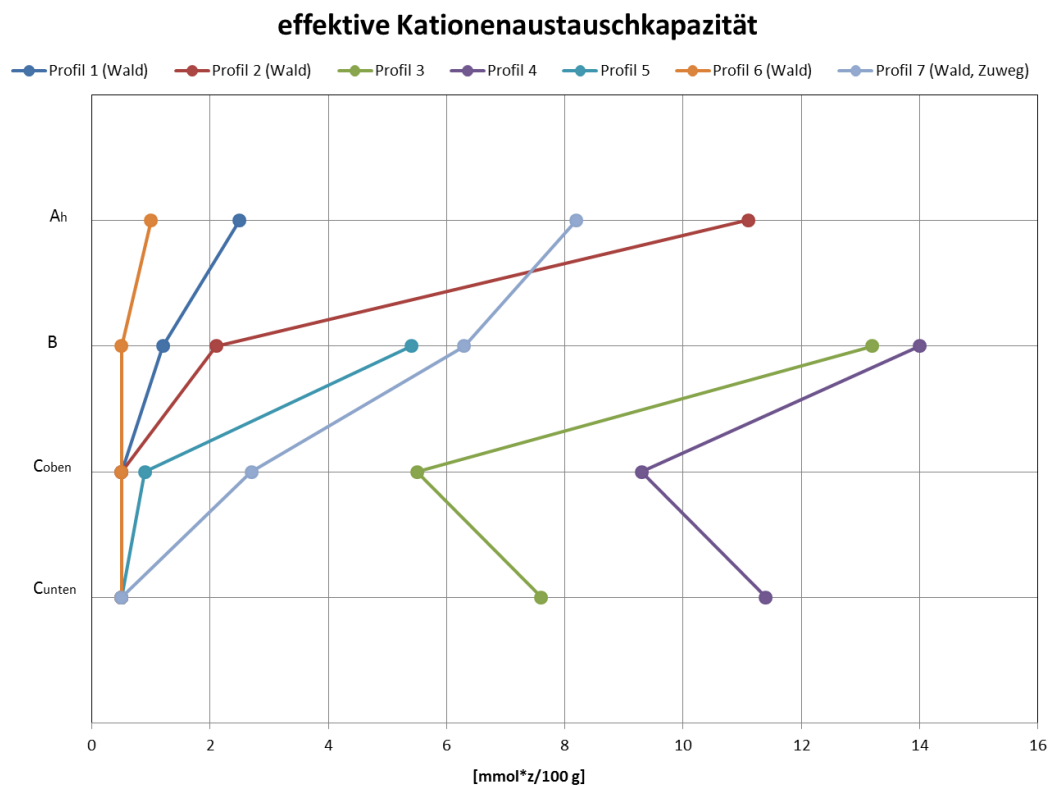


Abb. 13 Kationenaustauschkapazität der Bodenproben

An den Waldstandorten ist die KAK_{eff} im A_h -Horizont wegen des hohen Austauschvermögens von Humus wiederum deutlich höher als in den tieferen Horizonten. Daher rührt auch der sehr hohe Messwert des A_h -Horizontes im Profil 2. Im B- und C-Horizont der natürlichen Böden wurden dem sandigen Substrat entsprechend geringe Werte für $KAK_{eff} \leq 2 \text{ mmol}/100\text{g}$ bzw. $\leq 2 \text{ cmol}/\text{kg}$ ermittelt.

5.3 Kohlenwasserstoffe und PAK

Feststoffuntersuchung

Tab. 1 fasst die Analyseergebnisse der Untersuchungen von Kohlenwasserstoffen (KW) im Feststoff zusammen, Tab. 2 die der Untersuchungen auf PAK im Feststoff.

Der Vorsorgewert für PAK bei Böden mit einem Humusgehalt $\leq 8\%$ liegt nach BBodSchV bei 3 mg/kg. Für die Gruppe der Kohlenwasserstoffe (KW) ist in der BBodSchV kein Vorsorgewert vorgegeben. In Tab. 2 sind alle Werte gelb hinterlegt, die den Vorsorgewert der BBodSchV für PAK überschreiten.

Tab. 1 KW-Index ($C_{10} - C_{40}$) im Feststoff [mg/kg TR]

	A _h	B	C _{oben}	C _{unten}
Profil 1 (Wald)	95	93	< 10	< 10
Profil 2 (Wald)	680	140	< 10	< 10
Profil 3	/	150	180	790
Profil 4	/	250	110	270
Profil 5	/	78	< 10	< 10
Profil 6 (Wald)	26	11	200	< 10
Profil 7 (Wald, Zuweg)	< 10	190	< 10	< 10

Tab. 2 PAK nach EPA im Feststoff [mg/kg TR]

	A _h	B	C _{oben}	C _{unten}
Profil 1 (Wald)	n.b	n.b	n.b	0,64
Profil 2 (Wald)	0,51	n.b	n.b	n.b
Profil 3	/	1,81	2,42	16,70
Profil 4	/	8,63	10,74	37,08
Profil 5	/	1,78	n.b	0,16
Profil 6 (Wald)	n.b	n.b	3,93	n.b
Profil 7 (Wald, Zuweg)	n.b	3,25	n.b	n.b

n.b nicht bestimmbar

Deutliche Überschreitungen der Vorsorgewerte für die PAK und hohe KW-Konzentrationen wurden in den Auffüllungen (Profil 3 und Profil 4) festgestellt. Sie sind auch darauf zurückzuführen, dass Verbrennungsrückstände mitverfüllt wurden. Bei der Bodenansprache wurden explizit Holzkohlestückchen und Aschebestandteile erwähnt.

Geringere Überschreitungen des Vorsorgewertes für PAK wurden an den Waldstandorten Profil 6 und 7 festgestellt.

Auffällig ist der hohe Messwert für KW von 680 mg/kg TR in der Probe Profil 2 - A_n. Dieser entspricht vermutlich nicht einer besonders hohen Belastung, sondern ist durch den sehr hohen TOC-Gehalt dieser Probe und die bevorzugte Adsorption von Kohlenwasserstoffen an die organische Substanz bedingt.

Die Profile 1 und 5 sind bzgl. der Belastung mit PAK und KW unauffällig.

Eluatuntersuchung

Eine Verlagerung von der Festsubstanz in die Bodenlösung konnte für die PAK nicht festgestellt werden. In keiner Bodenprobe waren PAK im Eluat bestimmbar.

Kohlenwasserstoffe (KW) wurden nur am Standort 3 im obersten Horizont („B“, 30 cm Tiefe) in einer Konzentration von 0,2 mg/l bestimmt, was dem Prüfwert zur Beurteilung des Wirkungspfadens Boden – Grundwasser nach BBodSchV entspricht. Der Prüfwert der BBodSchV gilt jedoch nicht für die gesamte Bodenzone, sondern für den Übergangsbereich zwischen ungesättigter und gesättigter Zone (Ort der Beurteilung). Wegen der hohen Flurabstände im Untersuchungsgebiet liegt dieser Ort der Beurteilung ca. 8 - 10 m unter den beprobten Horizonten.

5.4 Pestizide

Bei der Bestimmung der Pestizide aus einem Säuleneluat (DIN 19528) wurden nur im Profil 6 nachweisbare Konzentrationen eines Wirkstoffs bzw. Metabolits festgestellt. Es handelte sich dabei um die Substanz AMPA, das Hauptabbauprodukt des Wirkstoffs Glyphosat.

AMPA wurde in Profil 6 im A_n-Horizont in einer Konzentration von 0,37 µg/l und im B-Horizont mit einer Konzentration von 0,08 µg/l bestimmt. Der GFS-Wert im Grundwasser für einen Einzelstoff aus der Gruppe der Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte beträgt 0,1 µg/l.

In den anderen Bodenproben konnte keine der untersuchten Substanzen nachgewiesen werden (s. Pestizidliste in Kapitel 2.3).

5.5 Schwermetalle

Feststoffuntersuchung

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Schwermetallen im Feststoff wurden zunächst bzgl. der Vorsorgewerte der BBodSchV ausgewertet. Folgende Metalle sind mit Vorsorgewerten belegt: Cd, Pb, Cr, Cu, Hg, Ni und Zn. Die entsprechenden Messwerte finden sich nach Profilen geordnet in Tab. 3 - Tab. 6.

Tab. 3 zeigt die Messwerte der Waldstandorte Profil 1 und 2. Überschreitungen der Vorsorgewerte treten für Pb, Cu, Ni und Zn überwiegend im A_n-Horizont, am Standort 1 nur für Zn auch im B-Horizont auf.

Tab. 4 zeigt die Messergebnisse der Standorte 3 und 4, die auf anthropogenen Auffüllungen liegen. An beiden Standorten werden über die gesamte Profiltiefe die Vorsorgewerte der BBodSchV deutlich überschritten. Hiervon sind alle aufgeführten Schwermetalle betroffen. Die auffälligsten Überschreitungen der Vorsorgewerte um den Faktor 10 – 20 ergeben sich für Blei. Bei Kupfer und Zink werden die Vorsorgewerte um bis zum Achtfachen überschritten.

An den Standorten 5 und 6 werden Überschreitungen der Vorsorgewerte nur im A_h-Horizont festgestellt. Diese Überschreitungen betreffen alle aufgeführten Schwermetalle mit Ausnahme von Cadmium. Die Messwerte liegen generell deutlich niedriger als in den Profilen 3 und 4.

Profil 7 liegt unter einem Zuweg. Hier finden sich mit Ausnahme von Cd für alle Schwermetalle Überschreitungen der Vorsorgewerte in den beiden oberen Horizonten A_h und B. Deutliche Überschreitungen der Vorsorgewerte um einen Faktor 5 - 10 resultieren für Quecksilber und Nickel.

Die höchsten Arsenkonzentrationen werden im Profil 2- A_h-Horizont (12 mg/kg TR) sowie im Profil 4 in 1 – 1,5 m Tiefe (11 – 13 mg /kg TR) gemessen. Die Thalliumkonzentrationen im Feststoff betragen bei allen Bodenproben ≤ 0,2 mg/kg TR.

Tab. 3 Messwerte von Schwermetallen im Feststoff in Profil 1 und 2 [mg/kg TR]

Vorsorgewerte nach BBodSchV		Profil 1				Profil 2			
		A _h	B	C _{oben}	C _{unten}	A _h	B	C _{oben}	C _{unten}
Blei	40	14	25	3	4	110	15	3	6
Cadmium	0,4	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom	30	11	14	4	4	19	15	6	9
Kupfer	20	31	12	3	6	49	9	5	8
Nickel	15	10	14	4	4	17	14	6	11
Quecksilber	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	60	230	68	10	11	67	40	13	22

Tab. 4 Messwerte von Schwermetallen im Feststoff in Profil 3 und 4 [mg/kg TR]

Vorsorgewerte nach BBodSchV		Profil 3			Profil 4		
		B	C _{oben}	C _{unten}	B	C _{oben}	C _{unten}
Blei	40	70	49	430	83	620	830
Cadmium	0,4	0,4	0,2	0,5	0,3	0,5	0,6
Chrom	30	110	16	14	46	20	22
Kupfer	20	170	64	170	57	36	41
Nickel	15	47	20	13	40	22	23
Quecksilber	0,1	0,3	0,4	0,9	0,4	0,3	0,1
Zink	60	220	93	400	190	500	510

Tab. 5 Messwerte von Schwermetallen im Feststoff in Profil 5 und 6 [mg/kg TR]

Vorsorgewerte nach BBodSchV		Profil 5			Profil 6			
		B	C _{oben}	C _{unten}	A _h	B	C _{oben}	C _{unten}
Blei	40	57	5	6	17	13	3	3
Cadmium	0,4	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom	30	24	8	7	52	10	3	7
Kupfer	20	41	10	6	33	14	3	4
Nickel	15	26	9	7	59	12	3	5
Quecksilber	0,1	0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	60	63	15	13	36	28	6	7

Tab. 6 Messwerte von Schwermetallen im Feststoff in Profil 7 [mg/kg TR]

Vorsorgewerte nach BBodSchV		Profil 7			
		A _h	B	C _{oben}	C _{unten}
Blei	40	110	67	9	5
Cadmium	0,4	0,4	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom	30	96	27	14	6
Kupfer	20	87	52	7	4
Nickel	15	150	34	13	5
Quecksilber	0,1	0,5	1,1	< 0,1	< 0,1
Zink	60	110	70	20	7

Eluatuntersuchung

In der BBodSchV werden für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser für mehr Schwermetalle Prüfwerte im Eluat vorgegeben als mit Vorsorgewerten bzgl. des Gehaltes im Feststoff belegt sind (s. oben). Die folgenden Schwermetalle sind mit einem Prüfwert belegt:

Sb, As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Mb, Ni, Hg, Se, Zn und Sn.

Eine Überschreitung eines Prüfwertes für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser nach BBodSchV wurde nur in einer einzigen Probe festgestellt. Dies ist im Profil 5 in 30 cm Tiefe der Blei-Messwert von 27 µg/l. Der Prüfwert für Blei beträgt 25 µg/l.

Darüberhinaus wurde im Profil 5 ebenfalls in 30 cm Tiefe der Prüfwert für Antimon (10 µg/l) erreicht, im Profil 3 in 30 cm Tiefe der Prüfwert für Kupfer (70 µg/l). In allen anderen Proben sowie in den gesamten Profilen 1, 2, 6 und 7 lagen alle Messwerte der in der BBodSchV aufgeführten Schwermetalle unterhalb der Prüfwerte.

Thallium und Bor waren in keiner Probe im Eluat bestimmbar. Vanadium wurde in den Profilen 5 – 7 in Konzentrationen von 6 – 21 µg/l bestimmt. Für Vanadium existiert kein Prüfwert in der BBodSchV, der Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS-Wert) im Grundwasser nach der Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen liegt bei 4 µg/l (GWS-VwV, HESSISCHER STAATSANZEIGER vom 07.03.2011).

6 Bewertung

Die bodenchemischen Untersuchungen an sieben Bodenprofilen belegen einen klaren Unterschied zwischen den natürlichen Standorten (Profile 1, 2 und 6) und den Auffüllungen (Profil 3 und 4 sowie Profil 5 und Profil 7, obere Horizonte). Dieser Unterschied zeigt sich bereits in den physikalisch-chemischen Eigenschaften (elektr. Leitfähigkeit und pH-Wert, Abb. 10 - Abb. 11). Er ist aber ebenso deutlich in der stofflichen Belastung des Feststoffs der Bodenproben zu erkennen (Tab. 1- Tab. 6).

In den Profilen 3 und 4 werden im Feststoff über die gesamte Profiltiefe, in Profil 5 und 7 in den aufgefüllten Horizonten die Vorsorgewerte der BBodSchV für Pb, Cu, Ni, Hg und Zn - zum Teil um ein Vielfaches - überschritten. Ebenso ergeben sich an den genannten Profilen in einzelnen Horizonten Überschreitungen der Vorsorgewerte für Cd und Cr.

Die PAK-Konzentrationen im Feststoff liegen in Profil 4 über die gesamte Profiltiefe über dem Vorsorgewert der BBodSchV, in Profil 3 im untersten Horizont (C_{unten}) und im Profil 7 in ca. 30 cm Tiefe („B-Horizont“). Kohlenwasserstoffe (C_{10} - C_{40}) sind in der BBodSchV nicht mit einem Vorsorgewert belegt.

Da der Schadstoffeintrag mit dem Einbau von belastetem Material erfolgte, ist weder bei den organischen Schadstoffen noch bei den Schwermetallen in der Schadstoffverteilung ein einheitliches Verteilungsmuster zu erkennen.

Bei den natürlichen Böden in Profil 1, 2 und 6 zeigt sich ein völlig anderes Belastungsbild. Stoffliche Belastungen im Feststoff über den Vorsorgewerten sind hier fast ausschließlich im A_h -Horizont festzustellen, was auf einen atmosphärischen Eintrag zurückzuführen ist.

In den C-Horizonten der genannten Profile, ebenso wie in den C-Horizonten von Profil 5 und 7, werden die Vorsorgewerte der BBodSchV für Schwermetalle im Feststoff in keiner Probe erreicht. Im B-Horizont ergibt sich nur in einer Probe (Profil 1) eine geringfügige Überschreitung des Vorsorgewertes für Zink (Vorsorgewerte 60 mg/kg TR, Messwert 68 mg/kg TR).

Eine Hintergrundbelastung von Schwermetallen und PAK wird im Untersuchungsgebiet durch atmosphärische Deposition hervorgerufen. Potentielle Emittenten sind neben Industrieanlagen und Straßenverkehr auch der Flugbetrieb (DEUTSCHER BUNDESTAG, 2012). In SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL (2013) werden für Schwermetalle und PAK sowohl Werte für atmosphärische Einträge als auch für den Bereich der Hintergrundkonzentrationen angegeben.

In den A_h -Horizonten der Profile 1, 2 und 6 werden im Feststoff mit Ausnahme von Cd für alle Schwermetalle Überschreitungen der Vorsorgewerte gemessen.

Bei den untersuchten organischen Schadstoffen im Feststoff wird im Profil 6 in der Probe C_{oben} der Vorsorgewert für PAK in relativ geringem Maße überschritten. Die Profile 1, 2 und 5 sind bzgl. PAK unauffällig. Bei den Kohlenwasserstoffen fällt der sehr hohe Messwert von 680 mg/kg TR im A_h -Horizonten des Profils 2 auf. Dies entspricht jedoch vermutlich nicht einer besonders hohen Belastung, sondern ist durch den sehr hohen TOC-Gehalt dieser Probe und die bevorzugte Adsorption von Kohlenwasserstoffen an die organische Substanz bedingt.

In Tab. 7 sind zum Vergleich die gemessenen maximalen Schadstoffkonzentrationen im Feststoff in den natürlichen Böden einerseits und in den Auffüllungen andererseits gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass durch die Auffüllungen ein wesentlicher Schadstoffeintrag in den Boden erfolgte, der den potentiellen Eintrag durch Emissionen vom Bahnbetrieb oder allgemeine atmosphärische Depositionen deutlich überwiegt.

Tab. 7 Gemessene maximale Schadstoffkonzentrationen in den natürlichen Böden und in den Auffüllungen

	Max. Messwert natürliche Böden [mg/kg TR]	Max. Messwert] Auffüllungen [mg/kg TR]
Blei	110	830
Cadmium	0,2	0,6
Chrom	52	110
Kupfer	49	170
Nickel	59	150
Quecksilber	0,4	0,9
Zink	230	510
PAK	0,64	37
Kohlenwasserstoffe	680	790

Entscheidend für die Einschätzung des Risikos einer Grundwassergefährdung ist die Belastung des Sickerwassers und die Mobilität der Schadstoffe. Eine Überschreitung der Prüfwerte nach BBodSchV für die Schwermetalle im Bodeneluat war nur in einer einzigen Probe in einem geringfügigem Maße feststellbar (Pb in Profil 5 – „B-Horizont“, Messwert = 27 µg/l, Prüfwert = 25 µg/l). In zwei Proben in Profil 3 und 5 wurde, wiederum in ca. 30 cm Tiefe, der Prüfwert für Antimon bzw. für Kupfer im Bodeneluat erreicht, jedoch nicht überschritten. In allen anderen Proben sowie in den gesamten Profilen 1, 2, 6 und 7 lagen alle Messwerte im Eluat unterhalb der Prüfwerte der BBodSchV. In diesem Zusammenhang ist auch zu berücksichtigen, dass die Prüfwerte der BBodSchV nicht für die gesamte ungesättigte Zone gelten, sondern für den Übergangsbereich zwischen ungesättigter und wassergesättigter Zone gelten, der im Untersuchungsgebiet ca. 8 - 10 m unter GOK liegt.

Die absolut gemessenen Konzentrationen der Schwermetalle im Eluat geben in ihrer vertikalen Verteilung keine Hinweise auf eine Verlagerung der Schadstoffe.

Bei den organischen Schadstoffen konnten in keiner Probe PAK im Bodeneluat bestimmt werden. Kohlenwasserstoffe im Eluat wurden in einer Probe in Höhe des Prüfwertes der BBodSchV gemessen (Profil 3 – „B-Horizont“, c = 0,2 mg/l).

Dies bedeutet, dass die Schadstoffe derzeit fest an die Bodenmatrix gebunden sind. Trotz der teilweise sehr hohen Stoffkonzentrationen an der Festsubstanz werden die Prüfwerte für Stoffkonzentrationen im Sickerwasser nach BBodSchV fast durchgängig eingehalten.

Ein Mobilisierung von Schwermetallen durch einen Abfall des pH-Wertes ist an den untersuchten Standorten innerhalb der nächsten Jahrzehnte mit Ausnahme des Profils 2 nicht zu befürchten. Die Standorte 1 sowie 3 - 7 haben derzeit pH-Werte > 5 , die Auffüllungen sogar pH-Werte > 6 bei einer sehr hohen Basensättigung $> 80\%$. Diese Böden sind gegenüber weiteren Säureinträgen noch sehr gut über Silikatverwitterung und Austauscherguppen abgepuffert. Der Standort 4 besitzt eine alkalische Bodenreaktion und liegt damit sogar im pH-Wert-Bereich des Carbonatpuffers (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005).

Wegen der Nähe zur Bahntrasse bzw. zum Bahndamm ist mit Ausnahme des Bohransatzpunktes 2 bei allen Bohrprofilen mit einem Stoffeintrag durch Oberflächenabfluss, Sprühnebel und Windverdriftung auszugehen. Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass der Abfluss von Gleiskörpern generell neutral bis alkalisch ist (BGS UMWELT, 2009, BUWAL, 2002).

Der abgerückte Bohransatzpunkt des Profils 2 kann dahingegen als repräsentativ für einen natürlichen Boden unter Mischwald gelten. Hier zeigt sich ein anderes Bild: Die pH-Werte des Profils 2 liegen bei 4,5 – 5,0 und damit komplett im Austauscher-Pufferbereich (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005). Die SNK liegt in diesem Bodenprofil in den Horizonten A_h , B und C_{oben} noch bei ca. 200 mmol/kg und würde damit ausreichen, den Säureeintrag durch Niederschlag über mehrere Jahrzehnte abzapuffern. Die Basensättigung nimmt in den oberen Horizonten (A_h und B) jedoch mit ca. 20 – 35 % deutlich niedrigere Werte an als an den übrigen Standorten und zeigt, dass es bereits zu einer Auswaschung basischer Kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ und K^+) und damit zu einer Zehrung der Pufferkapazität gekommen ist. Nach SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL (2013) ist ein schnelleres Absinken des pH-Wertes zu befürchten, wenn das Austauscherpuffersystem „weitgehend erschöpft“ ist. Im unteren C-Horizont des Profils 2 ist die SNK nahe Null.

Das derzeitige Belastungsbild zeigt deutlich, dass der wesentliche Schadstoffeintrag in das Untersuchungsgebiet bzgl. Schwermetallen, PAK und Kohlenwasserstoffen mit dem aufgefüllten Bodenmaterial erfolgte (Tab. 7). Dem Bahnbetrieb zuzuordnen ist dahingegen der AMPA-Befund im A- und B-Horizont des Bohransatzpunktes 6.

Bei den natürlichen Böden weisen die Profile der trassennahen Bohransatzpunkte 1 und 6 bzgl. der organischen Schadstoffe (Kohlenwasserstoffe und PAK) und der Schwermetalle das gleiche Belastungsmuster und Belastungsniveau auf wie der als Referenz für einen unbeeinflussten Standort ausgewählte Bohransatzpunkt 2.

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

Im Scoping zum Vorhaben Regionaltangente West (RTW) wurde von Seiten der Behörden gefordert, die Belastung und das Gefährdungspotential für Boden und Grundwasser durch den Betrieb der RTW zu untersuchen. Auf der Grundlage bodenchemischer Untersuchungen sollten die aktuelle Bodenbelastung und Bodenreaktion ermittelt sowie die Versauerungsgefährdung und das damit einhergehende Risiko einer Tiefenverlagerung von Schwermetallen bewertet werden.

Entlang der bestehenden Bahnstrecke im Frankfurter Stadtwald wurden hierzu auf einer Streckenlänge von ca. 3 km an sieben Bohransatzpunkten bis in eine Tiefe von 2 m unter GOK Bodenproben entnommen. Zwei Standorte lagen bis zur Endbohrtiefe auf Auffüllungen, drei Standorte waren weitgehend natürlich, bei zwei Standorten bestanden die oberen Horizonte ($\leq 1,5$ m) aus Auffüllungen. An den natürlichen Standorten wurden der A_h -, der B- und der C-Horizont beprobt. Bei den Auffüllungen wurden drei Bodenproben aus jeweils ca. 30 cm, 1 m und 1,5 m Tiefe entnommen. Die Bodenproben wurden auf organische Schadstoffe und Schwermetalle am Feststoff und im Eluat, Pestizide im Eluat sowie weitere kennzeichnende bodenchemische Eigenschaften untersucht.

Bzgl. der Belastung der Festsubstanz wurden an verschiedenen Proben deutliche Überschreitungen der Vorsorgewerte der BBodSchV für diverse Schwermetalle und PAK festgestellt.

Während sich an den natürlichen Standorten die Schwermetallbelastung jedoch im Wesentlichen auf den A_h -Horizont beschränkte, waren bei den Auffüllungen Überschreitungen der Vorsorgewerte über die gesamte Profiltiefe festzustellen. Die gemessenen Schadstoffkonzentrationen waren bei den Auffüllungen deutlich höher als an den natürlichen Standorten.

Die Messwerte des Bodeneluates waren dahingegen an allen Standorten weitgehend unauffällig. Nur in einer Bodenprobe aus Auffüllungsmaterial kam es zu einer geringfügigen Überschreitung des Prüfwertes der BBodSchV für Blei.

Die Ergebnisse der bodenchemischen Untersuchungen führten zusammenfassend zu folgender Einschätzung bzgl. der Gefährdung von Boden und Grundwasser:

- Der wesentliche Schadstoffeintrag in die Bodenzone des Untersuchungsgebietes erfolgte mit dem Auffüllungsmaterial.
- Schwermetalle und organische Schadstoffe sind fest an die Bodenmatrix gebunden. Eine Mobilisierung oder Tiefenverlagerung der Schadstoffe ist nicht erkennbar.
- Bei den natürlichen Standorten ist zwischen den trassennahen Bohransatzpunkten und der abgerückten Referenzprobe kein Unterschied in der stofflichen Belastung von Schwermetallen, PAK und Kohlenwasserstoffen zu erkennen.
- Die Analysen der Referenzprobe zeigen, dass im Untersuchungsgebiet eine Grundbelastung durch die atmosphärischen Deposition von Schwermetallen vorliegt.
- Dem Bahnbetrieb zuzuordnen ist der Nachweis von AMPA am Standort 6.

- Die Auffüllungen und die trassennahen Standorte haben pH-Werte > 5 . Ihre Pufferkapazitäten sind nicht erschöpft und ein rasches und deutliches Absinken des pH-Wertes ist nicht zu befürchten. Eine nachteilige Beeinflussung der Pufferkapazität durch den Bahnbetrieb ist nicht zu erkennen.
- Der abgerückte Standort (Profil 2) kann als repräsentativ für „natürliche“ Verhältnisse im Untersuchungsgebiet gelten. Hier liegt der pH-Wert bei 4,5 – 5. Die geringe Basensättigung im Oberboden ist ein Hinweis darauf, dass die Pufferkapazitäten bereits teilweise aufgebraucht ist.

Brandt-Gerdes-Sitzmann
Umweltplanung GmbH

Darmstadt, den 12.03.2015



Dr.-Ing. M. Kämpf



Dipl.-Geoökol. A. Spinola

Literatur

AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005: Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover, 2005.

AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2009: Arbeitshilfe für die Bodenansprache im vor- und nachsorgenden Bodenschutz, 1. Auflage, Hannover, 2009.

APPELO, C.A.J., POSTMA, D., 2010: Geochemistry, groundwater and pollution, 2nd edition, CRC Press, Amsterdam, 2010.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2010: Abfall-Merkblatt Nr. 3.4/2 „Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Gleisschotter (Gleisschottermerkblatt)“, Augsburg, August 2010.

BGS UMWELT, 2009: ICE Neubaustrecke Rhein-Main / Rhein-Neckar, Gutachten zur Entwässerungswasserqualität, Darmstadt, Oktober 2009.

BGS UMWELT, 2013: Hydrologisches Gutachten Umbau Knoten Frankfurt (M) – Sportfeld, 2. Ausbaustufe, Darmstadt, Januar 2013.

BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT, BUWAL, 2002: Entwässerungsverhalten und Schadstoffaustrag von Gleiskörpern, Umwelt-Materialien Nr. 149 Umweltgefährdende Stoffe, Bern.

DEUTSCHE BAHN AG, 2003: Richtlinie 880.4010 "Bautechnik; Verwertung von Altschotter", München, Februar 2003.

DEUTSCHER BUNDESTAG, 2012: Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage div. Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE, Gesundheitsgefährdung durch Schadstoffemissionen des Luftverkehrs, Drucksache 17/9815, 26.05.2012

HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE: Bodenflächendaten 1:50.000.

HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE, 2011: Hintergrundwerte von Spurenstoffen in hessischen Böden, Wiesbaden, 2011.

HESSISCHER STAATSANZEIGER vom 07.03.2011: Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV).

IFG DR. ZIRFAS, 2009: Abfalltechnisches Gutachten zum Projekt Rückbau S-Bahn Strecke 3683, Limburg, Dezember 2009.

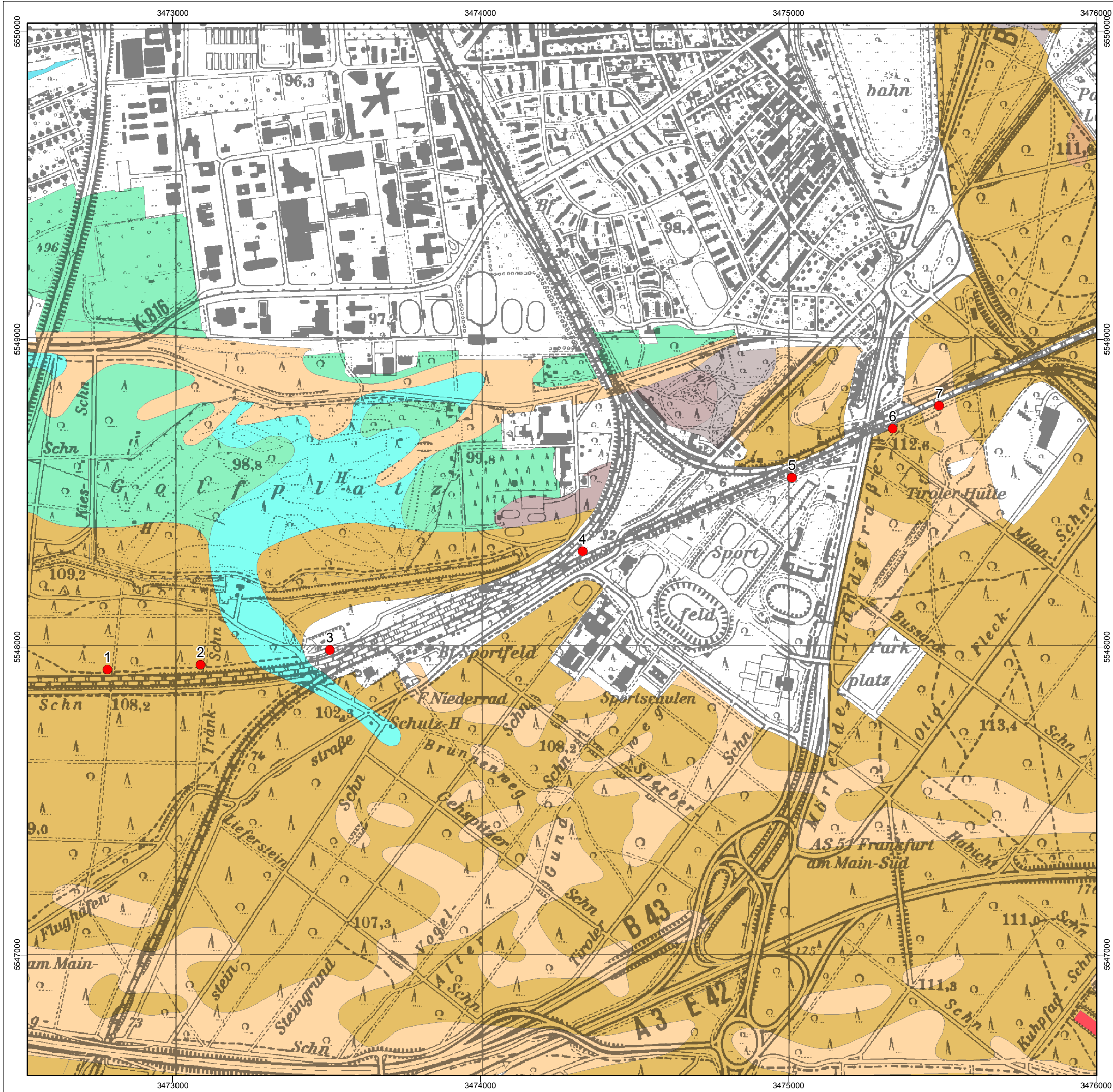
LAGA – LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL, 2004: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), (Stand 05.11.2004).

RP DARMSTADT, RP GIESSEN, RP KASSEL, 2009: Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“, Stand 15.05.2009.

SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL, 2013: Lehrbuch der Bodenkunde, 16. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG, 2008: Handlungshilfe für die Verwertung von Gleisschotter in Baden-Württemberg, Stuttgart, März 2008.

<http://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/schwermetalldepositionen>



Legende

- Bohrersatzpunkte
- 2.1 Böden aus Auensedimenten**
 - Vega
 - Auenpararendzinen
 - Naßgleye
 - Auengleye mit Gley-Vega
 - Auengleye mit Gley-Kolluvisolen und Gley-Vega
 - Vega und Gley-Vega
 - Gley-Pseudogleye mit Pseudogley-Gleyen
 - Anmoor- mit Niedermoorgleyen u. Niedermooren mit abgesenktem GW
 - Pseudogleye
- 2.2 Böden aus Hochflutsedimenten**
 - Parabraunerden mit Bänderparabraunerden und Braunerden
 - Parabraunerden mit Pseudogley-Parabraunerden
 - Parabraunerden
 - Pseudogley-Parabraunerden und Parabraunerden
 - Pseudogleye und Gley-Pseudogleye mit Parabraunerde-Pseudogleyen
- 2.3 Böden aus Terrassensedimenten**
 - Gley-Braunerden mit Pseudogley-Braunerden
 - Braunerden
 - Podsol-Braunerden mit Braunerde-Podsolen
 - Gleye mit Naßgleyen
- 4.1 Böden aus Abschwemm Massen fluvialer Substrate**
 - Kolluvisole mit Pseudogley-Kolluvisolen
- 5.1 Böden aus Flugsand**
 - Braunerden mit Bändern
 - Pseudogley-Braunerden
 - Braunerden mit Bändern
 - Braunerden mit Pseudogley-Braunerden
 - Gley-Braunerden
 - Braunerden mit Bändern
- 6.1 Böden aus flugsandreichen Soliflukationsdecken**
 - Braunerden mit Braunerde-Pararendzinen
- 8.2 Flächen starker anthropogener Überprägung und Gewässer**
 - Steinbrüche, Gruben, Halden und Aufschüttungen
 - Flächen für Siedlung, Industrie und Verkehr
 - Gewässer

	Anlage: 1
Projekt: Regionaltangente West Bodenchemisches Gutachten Frankfurter Stadtwald	Maßstab: 1:12.500
Planbezeichnung: Bodenformen nach BFD50 und geplante Bohrersatzpunkte	Datei: boden\AK_Boden.mxd Layout: -- Bearb.: Eul.
Bearbeitet durch: BGS UMWELT <small>Brandt Gerdes 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 Eschmühlstraße 28 D-64237 Darmstadt</small>	Gez.: Kes. Datum: April 2014 Projekt- nummer: 5269

Protokoll zur Begehung der Bohransatzpunkte am 19.08.2014 - Probennahmepunkte für die bodenchemischen Untersuchungen

Teilnehmer:

Hr. Valussi, RTW

Fr. Schwarz, UWB Stadt Frankfurt

Hr. Thomas, StadtForst Stadt Frankfurt

Hr. Klein, Hr. Emmerich, HLUG

Hr. Sielisch, Hr. Franke, DB International

Hr. Fischer, ARGE BOG

Fr. Dr. Beier, Hr. Höning, Hr. Pohl, Fr. Steinhoff, Hessenwasser

Hr. Dr. Kämpf, Fr. Spinola, BGS UMWELT

Am 19.08.2014 wurden mit den oben genannten Teilnehmern die vorgesehenen Bohransatzpunkte für die Probennahme der bodenchemischen Untersuchungen besichtigt. Die Entnahmestellen wurden mit Bohrpfählen markiert.

Gegenüber den ursprünglich im Untersuchungskonzept vorgesehenen Örtlichkeiten wurden folgende Veränderungen abgestimmt:

- Bohransatzpunkt 2 wird ca. 10 m von der Böschung abgerückt. Er dient als Referenzprobe für weitgehend unbeeinflusste Verhältnisse.
- Der im Gleisdreieck gelegene Bohransatzpunkt 4 wird um ca. 100 m nach Westen verschoben, um die direkte Nähe der Entnahmestelle zum Fußweg zwischen Parkplatz und Waldstadion zu vermeiden.

In der beiliegenden Anlage 1 sind alle Bohransatzpunkte nummeriert eingezeichnet. In Anlage 2 finden sich Fotos der Bohransatzpunkte.

Darmstadt, 16.09.14



Dipl.-Geoökol. Anette Spinola

Anlage 3



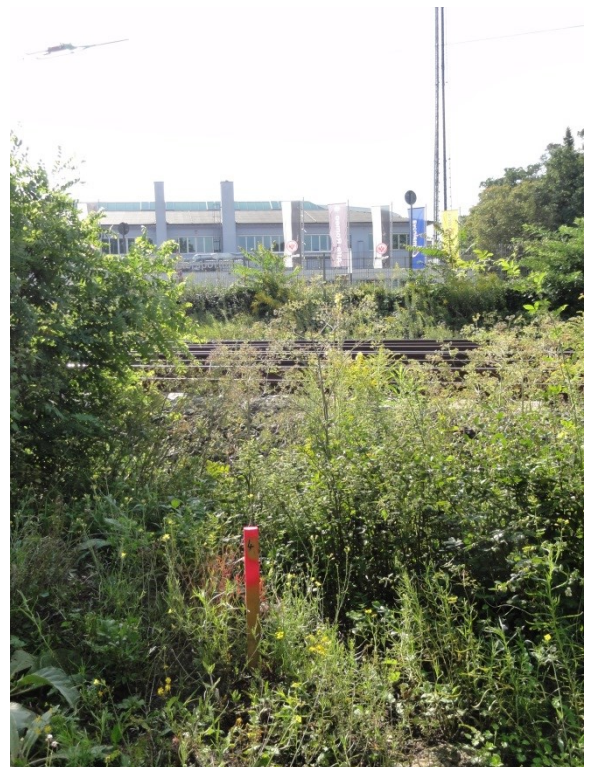
Bohransatzpunkt 1



Bohransatzpunkt 2, „unbeeinflusste Probe“



Bohransatzpunkt 3



Bohransatzpunkt 4

BGS UMWELT



Bohransatzpunkt 5



Bohransatzpunkt 7



Bohransatzpunkt 6

Mindestdaten für Untersuchungen nach § 3 BBodSchV (C) nterierende Untersuchung / Detailuntersuchung

Flächenbezogene Daten

Katastrangaben	Versiegelungsart	Versiegelungsgrad / Anteilskl.	Nutzungsart	Anteilsklasse (KA 5, Tab. 4, S. 53)	Vegetation	Anteilsklasse (KA 5, Tab. 4, S. 53)
			Riederalfläche	100%	Gras, Bräun	
			ca. 3m von Schotterkörper entfernt			

Punktbezogene Daten

Projektbezeichn.	Profil-Nr.	Datum der Aufnahme	Bearbeiter	Rechtswert (in m)	Hochwert (in m)	Höhe ü. NN	Aufschlussart	Wasserstand unter GOF	Bodenschätzung
5769	3	14.10.16	spi				G	≥ 10cm	56

Aufnahmesituation

Neigung	Exposition	Reliefbeschreibung	Bodenabtrag /-auftrag	Nutzungsart	Vegetation	Witterung	anthropogene Veränderungen / bautechnische Maßnahmen
	12	14/17	18	19	20	21	22

Horizontbezogene Daten I und II

Lfd. Nr.	Unter-/Obergrenze	Horizontsymbo	Bodenfarbe / Bodenart	Geruch (Art und Intensität)	Humusgehalt	oxidative und reduktive	Hydromorphie-merkmale	Bodenfeuchte	Konsistenz	Hohlräume	Tr.rhodichte o. Substanzvol. u. eff. Lag.dichte	Zersstufe	Grob-/Feinwurzeln	Substratgenese	Feinboden / Torfart / Muddart	Grobdenfraktionen u. Anteilsklasse	Grobden (%) 44c	Geogener C-Gehalt 45	Carbonatgehalt 46	Bodenausgangsgestein 47a	Belmungen (Substanzelemente)	Proben-Nr.	Enthnahmetiefe	
1	20	A-11-10-2	1. dbm 2. dbm 3. dbm	GO	h3										1. S 2. S 3. S	1. Lgr 2. Lgr 3. Lgr		c2			1. Bohrt 2. Schotter			
2	40	1	1. dbm 2. dbm 3. dbm	GO	h4										1. S 2. S 3. S	1. Lgr 2. Lgr 3. Lgr		c2			1. Schotter 2. Kapill. Saure 3. Saure	07		
3	90	1	1. subm 2. subm 3. subm	GO	h4										1. S 2. S 3. S	1. Lgr 2. Lgr 3. Lgr		c2			1. Schotter 2. Kapill. Saure 3. Kapill. Saure			
4	110	1	1. Lbm 2. Lbm 3. Lbm	GO	h2										1. S 2. S 3. S	1. Lgr 2. Lgr 3. Lgr		c2				15		
5	110	1	1. Lbm 2. Lbm 3. Lbm	GO	h3										1. S 2. S 3. S	1. Lgr 2. Lgr 3. Lgr		c2			1. Schotter 2. Beton, Ziegel 3. Beton, Ziegel	15		
6																								
7																								

Bemerkungen: Bohrtiefe 1,20m

Mindestdaten für Untersuchungen nach § 3 BBodSchV (Contaminierende Untersuchung / Detailuntersuchung)

Flächenbezogene Daten

Katastrangaben	Versiegelungsart	Versiegelungsgrad / Anteilskl. (KA 5, Tab. 4, S. 53)	Nutzungsart	Anteilsklasse (KA 5, Tab. 4, S. 53)	Vegetation	Anteilsklasse (KA 5, Tab. 4, S. 53)
			Bödenauffächer	100%		

Punktbezogene Daten

Projektbezeichn.	Profil-Nr.	Datum der Aufnahme	Bearbeiter	Rechtswert (in m)	Hochwert (in m)	Höhe ü. NN	Aufschlussart	Wasserstand unter GOF	Bodenschätzung
5269	4	16.10.16	spi				G	⇒ 10cm	56

Aufnahmesituation

Neigung	Exposition	Reliefbeschreibung	Bodenabtrag / -auftrag	Nutzungsart	Vegetation	Witterung	anthropogene Veränderungen / bautechnische Maßnahmen
11	12	14/17	18	19	20	21	22

Horizontbezogene Daten I und II

Lfd. Nr.	Horizontsymbo	27	Bodenfarbe / Substratfarbe	28	Geruch (Art und Intensität)	Humusgehalt	29	oxidative und reduktive Hydro-morphe-merkmale	30	31	Bodenfeuchte	32	Konsistenz	33	Hohlräume 37-39	Tr.röhrichte o. Substanzvol. u. eff. Lagdichte / Zers.tufe	40	Grob- / Fein-wurzeln	41	Substratgenese	43	Feinboden / Torfart / Muddart	44a	Grobden-fractionen u. Anteilsklasse	44b	∇ Grobden (%) 44c	Geogener C-Gehalt 45	Carbonatgehalt 46	Bodenaus-gangsgestein 47a	Bodenaus-gangsgestein 47b	Proben-Nr.	Entnahmetiefe						
1	0,7	A-B-Bw	dbn	GO	h4																																	
2	1	u	ubn	GO	h3																																	
3	1,5	v	ubn	GO			große																															
4	1,5	u	ubn	GO	h3																																	
5																																						
6																																						
7																																						

Bemerkungen: Bödenauffächer 1, 2, 3

Mindestdaten für Untersuchungen nach § 3 BBodSchV (C nterierende Untersuchung / Detailuntersuchung)

Flächenbezogene Daten

Katerangaben	Versiegelungsart	Versiegelungsgrad / Anteilskl.	Nutzungsart	Anteilsklasse (KA 5, Tab. 4, S. 53)	Vegetation	Anteilsklasse (KA 5, Tab. 4, S. 53)
			Weg am Bismarckwald / Babulass	100%	Baumbestand (Ahorn, Lärche, Kastanie, Schmalhain)	

Punktbezogene Daten

Projektbezeichn.	Profil-Nr.	Datum der Aufnahme	Bearbeiter	Rechtswert (in m)	Hochwert (in m)	Vegetation	Witterung	anthropogene Veränderungen / bautechnische Maßnahmen	Bodenschätzung
5269	5	14.10.16	spi				≥ 10		56

Aufnahmesituation

Neigung	Exposition	Reliefbeschreibung	Bodenabtrag / -auftrag	Nutzungsart	Vegetation	Witterung	anthropogene Veränderungen / bautechnische Maßnahmen
11	12	14/17	18	19	20	21	22

Horizontbezogene Daten I und II

Lfd. Nr.	Unter-/Obergrenze	Horizontsymbo	Bodenfarbe / Substratfarbe	Geruch (Art und Intensität)	Humusgehalt	oxidative und reduktive Hydrumorphie-merkmale	Bodenfeuchte	Konsistenz	Hohlräume	Tr.röhrichte u. eff. Lag.dichte / Substanzvol. u. Zers.stufe	Grob- / Feinwurzeln	Substratgenese	Fehlboden / Torfart / Muddart	Grobbodenfraktionen u. Anteilsklasse	Z Grob- / Feinboden (%)	Geogehalt	C-Gehalt	Carbonatgehalt	Bodenausgangsgestein	Beimengungen (Substanzteile Substratinhomogenitäten)	Proben-Nr.	Enthaltene
1	35	A=Höll. (A ₁)	1. w.bm 2. r.kalk. 3. w.bm	GO	h4								1. u.s. 2. u.s. 3. fs	h.g. g.g.	f3		c2		1. Steine 2. Holzschwämme 3.		36-40	
2	55	A=Höll. (A ₂)	1. h.bm 2. r.kalk. 3. w.bm	GO	h3								1. w.s. 2. u.s. 3. fs	G.Gr. g.g.	f2				1. Kiesel 2. kleine Wurzel 3. Kiesel			
3	80	A=Höll. (A ₃)	1. h.bm 2. r.kalk. 3. w.bm	GO	h0								1. u.s. 2. u.s. 3. fs	G.Gr. g.g.	f2				1. Steine 2. Wurzel 3.			
4	>80	C	1. h.bm 2. r.kalk. 3. w.bm	GO	h0								1. S 2. S 3.	G.Gr. g.g.	f3		c0		1. Steine 2. Steine 3.		16	
5	1,50	C	1. h.bm 2. r.kalk. 3. w.bm	GO	h0								1. S 2. S 3.	S O	f4		c0		1. g.g. 2. Steine 3.		15	
6													1. 2. 3.						1. 2. 3.			
7													1. 2. 3.						1. 2. 3.			

Bemerkungen: 1. Bohrung bei 1m Tiefe abgebrochen z. Z. notwendig in der Lage versetzt, weil Kabel angegriffen werden

Mindestdaten für Untersuchungen nach § 3 BBodSchV (C nterierende Untersuchung / Detailuntersuchung)

Flächenbezogene Daten

Katastrangaben	Versiegelungsart	Versiegelungsgrad / Anteilskl.	Nutzungsart	Anteilsklasse	Vegetation	Anteilsklasse
		(KA 5, Tab. 4, S. 53)		(KA 5, Tab. 4, S. 53)		(KA 5, Tab. 4, S. 53)
			Waldrand		Hainbuche, Eiche	
					Haselnuss am Waldrand,	
			ca. 3m von Schotterkörper entfernt		dickt am Delpunkt Gras	

Punktbezogene Daten

Projektbezeichn.	Profil-Nr.	Datum der Aufnahme	Bearbeiter	Rechtswert (in m)	Hochwert (in m)	Höhe ü. NN	Aufschlussart	Wasserstand unter GOF	Bodenschätzung
5769	6	14.10.22	spi			8	G	≥10	56

Aufnahmesituation

Neigung	Exposition	Reliefbeschreibung	Bodenabtrag /-auftrag	Nutzungsart	Vegetation	Witterung	anthropogene Veränderungen / bautechnische Maßnahmen
	12	14/17	18	19	20	21	22

Horizontbezogene Daten I und II

Lfd. Nr.	Unter-/Obergrenze	Horizontsymbo	Bodenfarbe / Substratfarbe	Geruch (Art und Intensität)	Humusgehalt	oxidative und reduktive Hydromorphie-merkmale	Bodenfeuchte	Konsistenz	Hohlräume	Tr.röhrichte o. eff. Lag.dichte / Substanzvol. u. Zers.tufe	Grob-/Fein-wurzeln	Substratgenese	Feinboden / Torfart / Muddart	Grobdoden-faktionen u. Anteilsklasse	Grobdoden (%) 44c	C-Gehalt	Geogener C-Gehalt	Carbonatgehalt	Bodenausgangsgestein	Belmigungen (substanzleile Substratino-mogenitäten)	Proben-Nr.	Entnahmetiefe	
1	100	A ₁	1. dbn 2. dbn 3.	GO	h ₄			32				43	1. ufs 2. ufs 3.	hg gg fz				CO	1	1. d. d. röhrichte 2. kl. Stücke 3.		100	
2	40	B _v	1. hbm 2. hbm 3.	GO	h ₂₋₃								1. ufs 2. ufs 3.	hg gg fz				CO	1	1. Wurzeln, id. 2. Holzsch. 3. Steine		30	
3	80	C	1. hbm 2. hbm 3.	GO	h ₀								1. n.s 2. n.s 3.	Kies f ₁				CO	1	1. kl. Gründale 2. Steine 3.		1	
4	130	C	1. hbm 2. hbm 3. r.k.k.	GO	h ₀								1. n.s 2. n.s 3. g.s	hg gg fz				CO	1	1. id. Stichen, 2. Stein 3. Flässheller		140	
5			1. 2. 3.										1. 2. 3.						1				
6			1. 2. 3.										1. 2. 3.						1				
7			1. 2. 3.										1. 2. 3.						1				

Bemerkungen:

Bohrerdiefe: 160cm

Mindestdaten für Untersuchungen nach § 3 BBodSchV (Complementierende Untersuchung / Detailuntersuchung)

Flächenbezogene Daten

Katasterangaben	Versiegelungsart	Versiegelungsgrad / Anteilskl.	Nutzungsart	Anteilsklasse	Anteilsklasse	Vegetation	Anteilsklasse
		(KA 5, Tab. 4, S. 53)		(KA 5, Tab. 4, S. 53)	(KA 5, Tab. 4, S. 53)		(KA 5, Tab. 4, S. 53)
			Waldrand	100%		Strauchwald, Heidebüsche	
			ca. 3h neben Schuttkörper				

Punktbezogene Daten

Projektbezeichn.	Profil-Nr.	Datum der Aufnahme	Bearbeiter	Rechtswert (in m)	Hochwert (in m)	Höhe ü. NN	Aufschlussart	Wasserstand unter GOF	Bodenschätzung
5269	7	14.10.22	spi				G	≥10cm	56

Aufnahmesituation

Neigung	Exposition	Reliefbeschreibung	Bodenabtrag /-auftrag	Nutzungsart	Vegetation	Witterung	anthropogene Veränderungen / bautechnische Maßnahmen
	12	14/17	18	19	20	21	22

Horizontbezogene Daten I und II

Lfd. Nr.	Unter-/Obergrenze	Horizontsymbo	Bodenfarbe / Substratfarbe	Geruch (Art und Intensität)	Humusgehalt	oxidative und reduktive Hydromorphie-merkmale	Bodenfeuchte	Konsistenz	Hohlräume 37-39	Tr.rodichte o. eff. Lag.dichte / Substanzvol. u. Zers.tufe	Grob-/Feinwurzeln	Substratgenese	Feinboden / Torfart / Muddart	Grobboden-fractionen u. Anteilsklasse	Z Grobden (%) 44c	Geogener C-Gehalt 45	Carbonatgehalt 46	Bodenausgangsgestein 47a	Belmungen (Substanzteile (Substratmogenitäten)	47d	Proben-Nr.	Enthnahmetiefe
1	0,1	A ₄	1. dbn 2. dbn 3. nbn	GO	h4								1. ufs 2. ufs 3. ufs	fs		CO		1. Kurb Steing. 2. Jahrschicht 3. d. r. Schicht		0,1		
2	0,4	A ₃	1. dbn 2. dbn 3. nbn	GO	h3								1. ufs 2. ufs 3. ufs	gg fs		ca		1. Skine. 2. Dohrschicht 3. Pögel		0,4		
3	0,6	l	1. nbn 2. nbn 3. ocker	GO	h2								1. ufs 2. ufs 3. ufs	fs				1. Küssgebirg 2. Skine 3. Skine				
4	1	l	1. rötlich 2. braun 3. braun	GO	h2								1. fs 2. fs 3. fs	gg fs		CO		1. Skine 2. Skine 3. Skine		1		
5	1,5	C	1. hbn 2. hbn 3. hbn	GO	h0								1. ms 2. ms 3. ms	gg fs		CO		1. ufs 2. ufs 3. ufs		1,5		
6	1,5	C	1. hbn 2. hbn 3. hbn	GO	h0								1. ms 2. ms 3. ms	g fs		CO		1. Skine 2. Skine 3. Flussschotter				
7													1. hbn 2. hbn 3. hbn									

Behrendt & Z...

Bemerkungen:

Anlage 5

Profil 1



Bohransatzpunkt 1



Bohrloch Bohransatzpunkt 1



Übergang A/B-Horizont, Bohransatzpunkt 1



Übergang B/C-Horizont, Bohransatzpunkt 1



C-Horizont, Bohransatzpunkt 1



Aushub Bohransatzpunkt 1

Profil 2, „unbeeinflusste Probe“



Bohransatzpunkt 2



Bohrloch und Aushub Bohrersatzpunkt 2



Bohrloch bei ca. 30 cm Tiefe, Bohrersatzpunkt 2

Profil 3



Bohransatzpunkt 3



Bohrkernkiste Profil 3

Profil 4



Bohransatzpunkt 4



Aushub Bohransatzpunkt 4



Aussortierte Beimengungen am Bohransatzpunkt 4

Profil 5



Vom Wegrand abgerückter Bohransatzpunkt 5



Bohrloch bei ca. 40 cm Tiefe, Bohransatzpunkt 5



Bohrloch bei ca. 1 m Tiefe, Bohransatzpunkt 5

Profil 6



Aushub, Bohrloch und Kernkiste Bohransatzpunkt 6



Schurf am Bohransatzpunkt 6



Bohrloch bei ca. 75 cm Tiefe, Bohransatzpunkt 6



Komplettes Bohrloch, Bohransatzpunkt 6



Aushub Bohransatzpunkt 6



Bodenproben aus vier Horizonten, links unten Schotter aus tiefster Bodenprobe

Profil 7



Bohransatzpunkt 7



Schurf bei ca. 30 cm Tiefe, Bohransatzpunkt 7



Bohrloch bei ca. 40 cm Tiefe, Bohransatzpunkt 7



Bohrloch bei ca. 1 m Tiefe, Bohransatzpunkt 7



Komplettes Bohrloch, Bohransatzpunkt 7



Aushub Bohransatzpunkt 7

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Postfach 1261 D-65220 Taunusstein

BGS
Brandt-Gerdes-Sitzmann
Umweltplanung GmbH
An der Eschollmühle 28
64297 Darmstadt-Eberstadt

Prüfbericht 2359152
Auftrags Nr. 3166140
Kunden Nr. 1165300

Frau Susanne Bürgel
Telefon +49 6128-744-709
Fax +49 6128-744-9499



Zugelassen nach Trinkwasser-
verordnung, EKVO-Untersu-
chungsstelle, Messstelle gemäß
GefStoffV

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Im Maisel 14
D-65232 Taunusstein

Taunusstein, den 19.11.2014

Ihr Auftrag/Projekt: Untersuchung von Bodenproben
Ihr Bestellzeichen: .
Ihr Bestelldatum: 16.10.2014

Prüfzeitraum von 17.10.2014 bis 18.11.2014
erste laufende Probennummer 141127341
Probeneingang am 17.10.2014

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Bestimmung der Eluatparameter erfolgte nach DIN 19529.

SGS INSTITUT FRESENIUS

Susanne Bürgel
Customer Services

Seite 1 von 28

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH | Im Maisel 14 D-65232 Taunusstein t +49 6128 744- 0 f +49 6128 744 - 9890 www.institut-fresenius.de

Geschäftsführer: Vincent Glesue Furnari, Aufsichtsratsvorsitzender: Dirk Heilemans. Sitz der Gesellschaft: Taunusstein
HRB: 21543 Amtsgericht Wiesbaden

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die untersuchten Proben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu
Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung. Alle Dienstleistungen werden auf
Grundlage der anwendbaren Allgemeinen Geschäftsbedingungen der SGS, die auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden, erbracht.
Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

Untersuchung von Bodenproben

 Prüfbericht Nr. 2359152
 Auftrag Nr. 3166140

 Seite 2 von 28
 19.11.2014

Proben durch IF-Kurier abgeholt Matrix: Boden

Probennummer	141127341	141127342	141127343
Bezeichnung	Profil 1 Ah	Profil 1 Boben	Profil 1 Bmitte
Eingangsdatum:	17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014

Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab
Feststoffuntersuchungen :						
Trockensubstanz	Masse-%	84,9	83,1	97,6	0,1	DIN EN 14346 HE
TOC	Masse-% TR	2,4	3,4	< 0,1	0,1	DIN EN 13137 HE
Säureneutralisations- kapazität	mmol / kg	530	17	204	5	LAGA EW98p HE
Metalle im Feststoff :						
Antimon	mg/kg TR	< 2	< 2	< 2	2	DIN EN ISO 11885 HE
Arsen	mg/kg TR	5	6	< 2	2	DIN EN ISO 11885 HE
Blei	mg/kg TR	14	25	3	2	DIN EN ISO 11885 HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885 HE
Chrom	mg/kg TR	11	14	4	1	DIN EN ISO 11885 HE
Kobalt	mg/kg TR	19	14	32	1	DIN EN ISO 11885 HE
Kupfer	mg/kg TR	31	12	3	1	DIN EN ISO 11885 HE
Molybdän	mg/kg TR	< 1	< 1	< 1	1	DIN EN ISO 11885 HE
Nickel	mg/kg TR	10	14	4	1	DIN EN ISO 11885 HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN 1483 HE
Selen	mg/kg TR	< 3	< 3	< 3	3	DIN EN ISO 11885 HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2 HE
Vanadium	mg/kg TR	11	18	3,8	0,5	DIN EN ISO 11885 HE
Zink	mg/kg TR	230	68	10	1	DIN EN ISO 11885 HE
Zinn	mg/kg TR	< 2	< 2	< 2	2	DIN EN ISO 11885 HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	95	93	< 10	10	DIN EN 14039 HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 3 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Probennummer	141127341	141127342	141127343				
Bezeichnung	Profil 1	Profil 1	Profil 1				
	Ah	Boben	Bmitte				
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-	-	-		DIN ISO 18287	HE
Eluatuntersuchungen :							
pH-Wert		5,7	5,0	5,6		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm		27	21	5	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	0,8	< 0,5	< 0,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	2	13	5	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	5,5	3,3	0,9	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE

Untersuchung von Bodenproben

**Prüfbericht Nr. 2359152
Auftrag Nr. 3166140**

Seite 4 von 28
19.11.2014

Probennummer	141127341	141127342	141127343				
Bezeichnung	Profil 1	Profil 1	Profil 1				
	Ah	Boben	Bmitte				
Metalle im Eluat :							
Antimon	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Bor	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	5,1	3,6	1,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,57	0,02	0,05	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	3,1	1,8	1,3	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	0,047	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	0,84	1,1	0,14	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,048	0,16	0,020	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	1	< 1	< 1	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Selen	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Vanadium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	0,27	0,28	0,10	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
PAK im Eluat :							
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	-	-	-	-		HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 5 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141127344	141127345	141127346			
Bezeichnung		Profil 1 Bunten	Profil 2 Ah	Profil 2 Boben			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	94,8	60,5	85,0	0,1	DIN EN 14346	HE
TOC	Masse-% TR	< 0,1	16,5	2,5	0,1	DIN EN 13137	HE
Säureneutralisationskapazität	mmol / kg	25	236	182	5	LAGA EW98p	HE
Metalle im Feststoff :							
Antimon	mg/kg TR	< 2	2	< 2	2	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/kg TR	< 2	12	4	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	4	110	15	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	4	19	15	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/kg TR	9	25	20	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	6	49	9	1	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/kg TR	< 1	3	< 1	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	4	17	14	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	0,4	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Selen	mg/kg TR	< 3	< 3	< 3	3	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Vanadium	mg/kg TR	3,3	24	17	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	11	67	40	1	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/kg TR	< 2	4	< 2	2	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	680	140	10	DIN EN 14039	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152
Auftrag Nr. 3166140

Seite 6 von 28
19.11.2014

Probennummer	141127344	141127345	141127346				
Bezeichnung	Profil 1	Profil 2	Profil 2				
	Bunten	Ah	Boben				
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	0,08	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	0,14	0,19	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	0,11	0,16	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	0,08	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,07	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	0,10	0,16	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,06	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	0,64	0,51	-		DIN ISO 18287	HE
Eluatuntersuchungen :							
pH-Wert		5,4	4,7	4,7		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm		8	53	29	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	< 0,5	1,1	0,8	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	4	5	15	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	0,9	2,2	1,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 7 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Probennummer	141127344	141127345	141127346				
Bezeichnung	Profil 1	Profil 2	Profil 2				
	Bunten	Ah	Boben				
Metalle im Eluat :							
Antimon	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,017	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Bor	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	< 0,001	0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	0,8	8,8	4,0	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,14	0,88	0,06	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	0,7	0,8	0,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	0,046	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	0,26	0,86	0,82	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,041	0,61	0,47	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	< 1	2	< 1	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,008	0,006	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Selen	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Vanadium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	0,22	0,12	0,09	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
PAK im Eluat :							
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	-	-	-	-	-	HE

Untersuchung von Bodenproben

 Prüfbericht Nr. 2359152
 Auftrag Nr. 3166140

 Seite 8 von 28
 19.11.2014

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141127347	141127348	141127349			
Bezeichnung		Profil 2 Bmitte	Profil 2 Bunten	Profil 3 Boben			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode	Lab	-grenze
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	98,3	96,8	84,5	0,1	DIN EN 14346	HE
TOC	Masse-% TR	< 0,1	0,3	7,0	0,1	DIN EN 13137	HE
Säureneutralisationskapazität	mmol / kg	255	< 5	248	5	LAGA EW98p	HE
Metalle im Feststoff :							
Antimon	mg/kg TR	< 2	< 2	< 2	2	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/kg TR	< 2	< 2	9	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	3	6	70	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	0,4	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	6	9	110	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/kg TR	23	32	24	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	5	8	170	1	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/kg TR	< 1	< 1	2	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	6	11	47	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	0,3	0,1	DIN EN 1483	HE
Selen	mg/kg TR	< 3	< 3	< 3	3	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Vanadium	mg/kg TR	5,1	11	35	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	13	22	220	1	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/kg TR	< 2	< 2	5	2	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	< 10	150	10	DIN EN 14039	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 9 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Probennummer	141127347	141127348	141127349				
Bezeichnung	Profil 2	Profil 2	Profil 3				
	Bmitte	Bunten	Boben				
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,09	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,34	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,30	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,19	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,18	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,28	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,10	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,18	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,08	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,07	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-	-	1,81		DIN ISO 18287	HE
Eluatuntersuchungen :							
pH-Wert		5,0	4,5	6,9		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm		8	21	45	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	< 0,5	0,7	0,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	5	12	5	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	6,7	6,4	7,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE

Untersuchung von Bodenproben

 Prüfbericht Nr. 2359152
 Auftrag Nr. 3166140

 Seite 10 von 28
 19.11.2014

Probennummer	141127347	141127348	141127349				
Bezeichnung	Profil 2	Profil 2	Profil 3				
	Bmitte	Bunten	Boben				
Metalle im Eluat :							
Antimon	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Bor	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	< 0,5	0,7	42	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,008	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,06	0,19	0,24	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	< 0,5	< 0,5	3,8	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,070	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	0,09	0,17	4,4	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,029	0,073	0,012	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	< 1	< 1	2	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Selen	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Vanadium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	0,01	0,02	0,05	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	< 0,1	< 0,1	0,2	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
PAK im Eluat :							
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	-	-	-	-		HE

Parameter	Einheit	Matrix: Boden			Bestimmungs Methode -grenze	Lab
Proben durch IF-Kurier abgeholt						
Probennummer		141127350	141128201	141128202		
Bezeichnung		Profil 3 Bmitte	Profil 3 Bunten	Profil 4 Boben		
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014		
Feststoffuntersuchungen :						
Trockensubstanz	Masse-%	92,4	93,9	86,8	0,1	DIN EN 14346 HE
TOC	Masse-% TR	3,4	2,2	3,3	0,1	DIN EN 13137 HE
Säureneutralisations- kapazität	mmol / kg	102	242	547	5	LAGA EW98p HE
Metalle im Feststoff :						
Antimon	mg/kg TR	< 2	< 2	2	2	DIN EN ISO 11885 HE
Arsen	mg/kg TR	8	6	8	2	DIN EN ISO 11885 HE
Blei	mg/kg TR	49	430	83	2	DIN EN ISO 11885 HE
Cadmium	mg/kg TR	0,2	0,5	0,3	0,2	DIN EN ISO 11885 HE
Chrom	mg/kg TR	16	14	46	1	DIN EN ISO 11885 HE
Kobalt	mg/kg TR	20	23	20	1	DIN EN ISO 11885 HE
Kupfer	mg/kg TR	64	170	57	1	DIN EN ISO 11885 HE
Molybdän	mg/kg TR	1	< 1	1	1	DIN EN ISO 11885 HE
Nickel	mg/kg TR	20	13	40	1	DIN EN ISO 11885 HE
Quecksilber	mg/kg TR	0,4	0,9	0,4	0,1	DIN EN 1483 HE
Selen	mg/kg TR	< 3	< 3	< 3	3	DIN EN ISO 11885 HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2 HE
Vanadium	mg/kg TR	22	15	29	0,5	DIN EN ISO 11885 HE
Zink	mg/kg TR	93	400	190	1	DIN EN ISO 11885 HE
Zinn	mg/kg TR	6	16	7	2	DIN EN ISO 11885 HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	180	790	250	10	DIN EN 14039 HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152
Auftrag Nr. 3166140

Seite 12 von 28
19.11.2014

Probennummer	141127350	141128201	141128202				
Bezeichnung	Profil 3	Profil 3	Profil 4				
	Bmitte	Bunten	Boben				
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	0,17	0,07	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,09	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	0,21	1,2	0,61	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	0,06	0,36	0,28	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	0,48	2,7	1,5	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	0,39	3,6	1,2	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	0,24	1,5	0,76	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,22	1,5	0,73	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	0,30	1,7	1,3	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	0,11	0,61	0,47	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,21	1,6	0,75	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,22	0,15	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	0,10	0,84	0,43	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	0,10	0,61	0,38	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	2,42	16,70	8,63		DIN ISO 18287	HE
Eluatuntersuchungen :							
pH-Wert		6,7	7,7	8,2		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm		36	71	86	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	< 0,5	1,0	0,8	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	15	24	8	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	2,2	1,2	4,4	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152
Auftrag Nr. 3166140

Seite 13 von 28
19.11.2014

Probennummer	141127350	141128201	141128202				
Bezeichnung	Profil 3	Profil 3	Profil 4				
	Bmitte	Bunten	Boben				
Metalle im Eluat :							
Antimon	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Bor	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	12	38	43	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,35	0,05	0,15	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	3,3	4,1	9,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	0,015	0,020	0,012	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	3,4	5,2	5,9	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,023	0,007	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	2	3	2	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Selen	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Vanadium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	0,03	0,02	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
PAK im Eluat :							
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	-	-	-	-		HE

Parameter	Einheit	141128203 Profil 4 Bmitte	141128204 Profil 4 Bunten	141128205 Profil 5 Boben		Bestimmungs Methode -grenze	Lab
Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141128203	141128204	141128205			
Bezeichnung		Profil 4 Bmitte	Profil 4 Bunten	Profil 5 Boben			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	89,1	88,8	92,1	0,1	DIN EN 14346	HE
TOC	Masse-% TR	2,5	2,0	1,6	0,1	DIN EN 13137	HE
Säureneutralisations- kapazität	mmol / kg	1930	4760	213	5	LAGA EW98p	HE
Metalle im Feststoff :							
Antimon	mg/kg TR	2	6	2	2	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/kg TR	11	13	7	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	620	830	57	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	0,5	0,6	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	20	22	24	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/kg TR	20	20	26	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	36	41	41	1	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/kg TR	< 1	< 1	< 1	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	22	23	28	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	0,3	0,1	0,3	0,1	DIN EN 1483	HE
Selen	mg/kg TR	< 3	< 3	< 3	3	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Vanadium	mg/kg TR	25	25	22	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	500	510	63	1	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/kg TR	22	17	29	2	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	110	270	78	10	DIN EN 14039	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152
Auftrag Nr. 3166140

Seite 15 von 28
19.11.2014

Probennummer	141128203	141128204	141128205				
Bezeichnung	Profil 4	Profil 4	Profil 5				
	Bmitte	Bunten	Boben				
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,14	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	0,06	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,60	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,88	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	0,80	6,9	0,08	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	0,17	1,5	0,08	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	2,0	7,1	0,30	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	1,7	5,4	0,28	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	1,0	2,6	0,16	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,95	2,3	0,16	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	1,4	3,3	0,33	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	0,52	1,2	0,11	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,99	2,4	0,14	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	0,18	0,40	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	0,55	1,2	0,07	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	0,48	1,1	0,07	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	10,74	37,08	1,78		DIN ISO 18287	HE
Eluatuntersuchungen :							
pH-Wert		8,8	8,7	5,9		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm		85	133	17	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	0,9	1,1	0,8	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	18	88	2	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	3,2	4,8	3,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 16 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Probennummer	141128203	141128204	141128205				
Bezeichnung	Profil 4 Bmitte	Profil 4 Bunten	Profil 5 Boben				
Metalle im Eluat :							
Antimon	mg/l	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	0,007	< 0,005	0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	0,006	< 0,005	0,027	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Bor	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	39	64	3,9	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	0,010	0,037	0,012	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,04	0,02	6,2	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	5,5	6,3	2,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,036	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	2,8	4,8	1,8	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,12	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	3	3	3	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,013	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Selen	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Vanadium	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,012	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	0,01	< 0,01	0,09	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
PAK im Eluat :							
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	-	-	-	-		HE

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141128206	141128207	141128208			
Bezeichnung		Profil 5 Bmitte	Profil 5 Bunten	Profil 6 Ah			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode	Lab	
					-grenze		
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	97,4	96,8	89,8	0,1	DIN EN 14346	HE
TOC	Masse-% TR	< 0,1	< 0,1	0,9	0,1	DIN EN 13137	HE
Säureneutralisationskapazität	mmol / kg	914	26	793	5	LAGA EW98p	HE
Metalle im Feststoff :							
Antimon	mg/kg TR	< 2	< 2	< 2	2	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/kg TR	3	3	3	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	5	6	17	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	8	7	52	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/kg TR	25	32	29	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	10	6	33	1	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/kg TR	< 1	< 1	< 1	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	9	7	59	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Selen	mg/kg TR	< 3	< 3	< 3	3	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Vanadium	mg/kg TR	11	8,3	35	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	15	13	36	1	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/kg TR	< 2	< 2	7	2	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	< 10	26	10	DIN EN 14039	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 18 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Probennummer	141128206	141128207	141128208				
Bezeichnung	Profil 5	Profil 5	Profil 6				
	Bmitte	Bunten	Ah				
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	0,06	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-	0,16	-		DIN ISO 18287	HE
Eluatuntersuchungen :							
pH-Wert		7,4	6,3	5,6		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm		5	6	18	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	< 0,5	< 0,5	0,9	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	1	1	1	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	1,5	1,3	0,9	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 19 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Probennummer	141128206	141128207	141128208				
Bezeichnung	Profil 5 Bmitte	Profil 5 Bunten	Profil 6 Ah				
Metalle im Eluat :							
Antimon	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	0,006	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Bor	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	1,0	1,0	1,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	0,012	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	7,3	1,8	0,96	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	1,6	0,7	1,6	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	0,009	< 0,005	0,012	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	0,97	0,37	0,44	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,038	0,011	0,033	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	1	1	1	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	0,009	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Selen	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Vanadium	mg/l	0,021	0,006	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	0,03	< 0,01	0,02	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
PAK im Eluat :							
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	-	-	-	-		HE

Untersuchung von Bodenproben

 Prüfbericht Nr. 2359152
 Auftrag Nr. 3166140

 Seite 20 von 28
 19.11.2014

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141128209	141128210	141128211			
Bezeichnung		Profil 6 Boben	Profil 6 Bmitte	Profil 6 Bunten			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	94,8	91,3	96,0	0,1	DIN EN 14346	HE
TOC	Masse-% TR	0,5	3,2	< 0,1	0,1	DIN EN 13137	HE
Säureneutralisations- kapazität	mmol / kg	< 5	< 5	255	5	LAGA EW98p	HE
Metalle im Feststoff :							
Antimon	mg/kg TR	< 2	< 2	< 2	2	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/kg TR	3	< 2	2	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	13	3	3	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	10	3	7	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/kg TR	19	20	14	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	14	3	4	1	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/kg TR	< 1	< 1	< 1	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	12	3	5	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Selen	mg/kg TR	< 3	< 3	< 3	3	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Vanadium	mg/kg TR	11	3,4	7,2	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	28	6	7	1	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/kg TR	< 2	< 2	< 2	2	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	11	200	< 10	10	DIN EN 14039	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 21 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Probennummer	141128209	141128210	141128211				
Bezeichnung	Profil 6 Boben	Profil 6 Bmitte	Profil 6 Bunten				
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	0,21	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,08	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,78	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,70	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,32	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	0,35	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,59	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,20	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,30	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,06	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	< 0,05	0,17	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,17	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-	3,93	-		DIN ISO 18287	HE
Eluatuntersuchungen :							
pH-Wert		5,6	6,0	6,0		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm		6	4	3	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	1,6	< 0,5	< 0,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	2	< 1	< 1	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	0,9	0,8	0,7	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 22 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Probennummer	141128209	141128210	141128211				
Bezeichnung	Profil 6 Boben	Profil 6 Bmitte	Profil 6 Bunten				
Metalle im Eluat :							
Antimon	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,010	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Bor	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	1,1	< 0,5	1,2	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,006	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,74	2,4	2,3	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	0,9	1,3	1,2	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	0,009	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	0,27	0,47	0,50	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,024	0,072	0,041	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	2	< 1	2	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Selen	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Vanadium	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,006	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	0,02	0,02	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
PAK im Eluat :							
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	-	-	-	-		HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 23 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141128212	141128213	141128214			
Bezeichnung		Profil 7 Ah	Profil 7 Boben	Profil 7 Bmitte			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	93,1	90,0	90,9	0,1	DIN EN 14346	HE
TOC	Masse-% TR	< 0,1	2,7	0,3	0,1	DIN EN 13137	HE
Säureneutralisations- kapazität	mmol / kg	1220	99	221	5	LAGA EW98p	HE
Metalle im Feststoff :							
Antimon	mg/kg TR	2	< 2	< 2	2	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/kg TR	7	8	3	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	110	67	9	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	0,4	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	96	27	14	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/kg TR	40	22	26	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	87	52	7	1	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/kg TR	1	1	< 1	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	150	34	13	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	0,5	1,1	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Selen	mg/kg TR	< 3	< 3	< 3	3	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Vanadium	mg/kg TR	76	21	15	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	110	70	20	1	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/kg TR	8	29	< 2	2	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	190	< 10	10	DIN EN 14039	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 24 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Probennummer	141128212	141128213	141128214				
Bezeichnung	Profil 7 Ah	Profil 7 Boben	Profil 7 Bmitte				
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	0,20	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,07	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,81	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,71	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,29	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	0,29	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,37	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,13	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,19	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	< 0,05	0,09	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-	3,25	-		DIN ISO 18287	HE
Eluatuntersuchungen :							
pH-Wert		7,0	6,5	7,2		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm		24	18	16	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	2,6	3,3	0,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	5	4	2	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	1,3	1,6	1,0	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE

Probennummer	141128212	141128213	141128214				
Bezeichnung	Profil 7 Ah	Profil 7 Boben	Profil 7 Bmitte				
Metalle im Eluat :							
Antimon	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	0,013	0,011	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Bor	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	17	3,6	6,1	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,008	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	1,9	3,6	0,76	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	6,8	2,7	< 0,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	0,037	0,034	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	3,7	1,2	0,55	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	0,040	0,043	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	7	6	1	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	0,007	0,011	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Selen	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Vanadium	mg/l	< 0,005	0,008	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	0,04	0,04	0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
PAK im Eluat :							
Naphthalin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylen	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	-	-	-	-	-	HE

Untersuchung von Bodenproben

 Prüfbericht Nr. 2359152
 Auftrag Nr. 3166140

 Seite 26 von 28
 19.11.2014

Proben durch IF-Kurier abgeholt Matrix: Boden

 Probennummer 141128215
 Bezeichnung Profil 7
 Bunten

Eingangsdatum: 17.10.2014

Parameter	Einheit		Bestimmungs -grenze	Methode	Lab
Feststoffuntersuchungen :					
Trockensubstanz	Masse-%	97,0	0,1	DIN EN 14346	HE
TOC	Masse-% TR	0,1	0,1	DIN EN 13137	HE
Säureneutralisations- kapazität	mmol / kg	11	5	LAGA EW98p	HE
Metalle im Feststoff :					
Antimon	mg/kg TR	< 2	2	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/kg TR	< 2	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	5	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	6	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/kg TR	24	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	4	1	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/kg TR	< 1	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	5	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Selen	mg/kg TR	< 3	3	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Vanadium	mg/kg TR	6,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/kg TR	7	1	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/kg TR	< 2	2	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 27 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Probennummer	141128215
Bezeichnung	Profil 7 Bunten

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-		DIN ISO 18287	HE

Eluatuntersuchungen :

pH-Wert		6,7		DIN 38404-5	HE
Elektr. Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	8	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	< 0,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	1	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	0,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2359152

Seite 28 von 28

Auftrag Nr. 3166140

19.11.2014

Probennummer	141128215
Bezeichnung	Profil 7 Bunten

Metalle im Eluat :

Antimon	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Bor	mg/l	< 0,05	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Calcium	mg/l	3,3	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Eisen, ges.	mg/l	0,09	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Kalium	mg/l	< 0,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kobalt	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	0,42	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Mangan	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Molybdän	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	< 1	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Selen	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Thallium	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Vanadium	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Zinn	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

KW-Index C10-C40	mg/l	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE
------------------	------	-------	-----	-------------------	----

PAK im Eluat :

Naphthalin	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthylen	µg/l	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17993	HE
Acenaphthen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Phenanthren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Anthracen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Fluoranthren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Chrysen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 17993	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	-			HE

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Postfach 1261 D-65220 Taunusstein

BGS
Brandt-Gerdes-Sitzmann
Umweltplanung GmbH
An der Eschollmühle 28
64297 Darmstadt-Eberstadt

Prüfbericht 2348307
Auftrags Nr. 3166140
Kunden Nr. 1165300

Frau Susanne Bürgel
Telefon +49 6128-744-709
Fax +49 6128-744-9499



Zugelassen nach Trinkwasser-
verordnung, EKVO-Untersu-
chungsstelle, Messstelle gemäß
GelStoffV

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Im Maisel 14
D-65232 Taunusstein

Taunusstein, den 10.11.2014

Ihr Auftrag/Projekt: Untersuchung von Bodenproben
Ihr Bestellzeichen: .
Ihr Bestelldatum: 16.10.2014

Prüfzeitraum von 17.10.2014 bis 04.11.2014
erste laufende Probennummer 141127341
Probeneingang am 17.10.2014

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Bestimmung der Pestizide aus dem Bodeneluat erfolgte nach DIN 19528 (Säuleneluat).
Der Gehalt an DMS nach DIN 19528 (Säuleneluat) wurde bei allen Proben mit $< 0,02 \mu\text{g/l}$ bstimmt.

SGS INSTITUT FRESENIUS

Susanne Bürgel
Customer Services

Seite 1 von 10

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH | Im Maisel 14 D-65232 Taunusstein t +49 6128 744-0 f +49 6128 744 - 9890 www.institut-fresenius.de

Geschäftsführer: Vincent Glesue Furnari, Aufsichtsratsvorsitzender: Dirk Hellemans, Sitz der Gesellschaft: Taunusstein
HRB: 21543 Amtsgericht Wiesbaden

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die untersuchten Proben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu
Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung. Alle Dienstleistungen werden auf
Grundlage der anwendbaren Allgemeinen Geschäftsbedingungen der SGS, die auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden, erbracht.
Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141127341	141127342	141127343			
Bezeichnung		Profil 1 Ah	Profil 1 Boben	Profil 1 Bmitte			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
Pestizide :							
Atrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Bromacil	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Desethylatrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Dimefuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Diuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flazasulfuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flumioxazin	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	SPE/GC-MS (SOP M886)	TS
Hexazinon	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Propazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Simazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Herbizide :							
Ampa	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS
Glyphosat	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS

Untersuchung von Bodenproben

 Prüfbericht Nr. 2348307
 Auftrag Nr. 3166140

 Seite 3 von 10
 10.11.2014

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141127344	141127345	141127346			
Bezeichnung		Profil 1 Bunten	Profil 2 Ah	Profil 2 Boben			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode	Lab	
					-grenze		
Pestizide :							
Atrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Bromacil	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Desethylatrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Dimefuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Diuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flazasulfuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flumioxazin	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	SPE/GC-MS (SOP M886)	TS
Hexazinon	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Propazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Simazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Herbizide :							
Ampa	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS
Glyphosat	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS

Untersuchung von Bodenproben

 Prüfbericht Nr. 2348307
 Auftrag Nr. 3166140

 Seite 4 von 10
 10.11.2014

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141127347	141127348	141127349			
Bezeichnung		Profil 2 Bmitte	Profil 2 Bunten	Profil 3 Boben			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
Pestizide :							
Atrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Bromacil	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Desethylatrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Dimefuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Diuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flazasulfuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flumioxazin	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	SPE/GC-MS (SOP M886)	TS
Hexazinon	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Propazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Simazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Herbizide :							
Ampa	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS
Glyphosat	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141127350	141128201	141128202			
Bezeichnung		Profil 3 Bmitte	Profil 3 Bunten	Profil 4 Boben			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
Pestizide :							
Atrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Bromacil	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Desethylatrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Dimefuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Diuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flazasulfuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flumioxazin	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	SPE/GC-MS (SOP M886)	TS
Hexazinon	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Propazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Simazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Herbizide :							
Ampa	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS
Glyphosat	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS

Untersuchung von Bodenproben

 Prüfbericht Nr. 2348307
 Auftrag Nr. 3166140

 Seite 6 von 10
 10.11.2014

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141128203	141128204	141128205			
Bezeichnung		Profil 4 Bmitte	Profil 4 Bunten	Profil 5 Boben			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
Pestizide :							
Atrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Bromacil	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Desethylatrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Dimefuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Diuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flazasulfuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flumioxazin	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	SPE/GC-MS (SOP M886)	TS
Hexazinon	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Propazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Simazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Herbizide :							
Ampa	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS
Glyphosat	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141128206	141128207	141128208			
Bezeichnung		Profil 5 Bmitte	Profil 5 Bunten	Profil 6 Ah			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
Pestizide :							
Atrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Bromacil	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Desethylatrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Dimefuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Diuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flazasulfuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flumioxazin	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	SPE/GC-MS (SOP M886)	TS
Hexazinon	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Propazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Simazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Herbizide :							
Ampa	µg/l	< 0,05	< 0,05	0,37	0,05	DIN 38407-22	TS
Glyphosat	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141128209	141128210	141128211			
Bezeichnung		Profil 6 Boben	Profil 6 Bmitte	Profil 6 Bunten			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
Pestizide :							
Atrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Bromacil	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Desethylatrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Dimefuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Diuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flazasulfuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flumioxazin	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	SPE/GC-MS (SOP M886)	TS
Hexazinon	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Propazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Simazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Herbizide :							
Ampa	µg/l	0,08	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS
Glyphosat	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS

Untersuchung von Bodenproben

 Prüfbericht Nr. 2348307
 Auftrag Nr. 3166140

 Seite 9 von 10
 10.11.2014

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		141128212	141128213	141128214			
Bezeichnung		Profil 7 Ah	Profil 7 Boben	Profil 7 Bmitte			
Eingangsdatum:		17.10.2014	17.10.2014	17.10.2014			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
Pestizide :							
Atrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Bromacil	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Desethylatrazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Dimefuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Diuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flazasulfuron	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flumioxazin	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	SPE/GC-MS (SOP M886)	TS
Hexazinon	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Propazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Simazin	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Herbizide :							
Ampa	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS
Glyphosat	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS

Untersuchung von Bodenproben

 Prüfbericht Nr. 2348307
 Auftrag Nr. 3166140

 Seite 10 von 10
 10.11.2014

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden			
Probennummer		141128215			
Bezeichnung		Profil 7 Bunten			
Eingangsdatum:		17.10.2014			
Parameter	Einheit		Bestimmungs- grenze	Methode	Lab
Pestizide :					
Atrazin	µg/l	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Bromacil	µg/l	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Desethylatrazin	µg/l	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Dimefuron	µg/l	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Diuron	µg/l	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flazasulfuron	µg/l	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Flumioxazin	µg/l	< 0,1	0,1	SPE/GC-MS (SOP M886)	TS
Hexazinon	µg/l	< 0,02	0,02	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Propazin	µg/l	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Simazin	µg/l	< 0,05	0,05	LC-MSMS (SOP M1230)	TS
Herbizide :					
Ampa	µg/l	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS
Glyphosat	µg/l	< 0,05	0,05	DIN 38407-22	TS

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

Anlage zum Prüfbericht Nr. 2359152 vom 19.11.2014

Bestimmung der Kationenaustauschkapazität (KAK) und der Basensättigung nach DIN ISO 11260

	Pr. Nr.:	Probenbezeichnung		KAK [mmol*z/100g]	Basensättigung %
		Profil	Horizont		
1	141127341	1	A h	2,5	>99
2	141127342	1	B oben	1,2	84
3	141127343	1	B mitte	<0,5	>99
4	141127344	1	B unten	<0,5	>99
5	141127345	2	A h	11,1	35
6	141127346	2	B oben	2,1	20
7	141127347	2	B mitte	<0,5	>70
8	141127348	2	B unten	<0,5	>60
9	141127349	3	B oben	13,2	>99
10	141127350	3	B mitte	5,5	>99
11	141128201	3	B unten	7,6	96
12	141128202	4	B oben	14,0	>99
13	141128203	4	B mitte	9,3	>99
14	141128204	4	B unten	11,4	>99
15	141128205	5	B oben	5,4	87
16	141128206	5	B mitte	0,9	>99
17	141128207	5	B unten	0,5	>99
18	141128208	6	A h	1,0	>99
19	141128209	6	B oben	<0,5	>99
20	141128210	6	B mitte	<0,5	>99
21	141128211	6	B unten	<0,5	>99
22	141128212	7	A h	8,2	>99
23	141128213	7	B oben	6,3	>99
24	141128214	7	B mitte	2,7	>99
25	141128215	7	B unten	<0,5	>99

Ergänzungen zum Bodenchemischen Gutachten Frankfurter Stadtwald

(Pr. 5269, Regionaltangente West)

Bei der Vorstellung des Bodenchemischen Gutachtens - Frankfurter Stadtwald am 09.07.2015 in Frankfurt wurde von Seiten der Hessenwasser und der Unteren Wasserbehörde (UWB) gebeten, zur Einordnung der gemessenen Schwermetallgehalte die in den natürlichen Böden gemessenen Konzentrationen zusammenzustellen und einer ergänzenden Tabelle mit Hintergrundkonzentrationen aus der Literatur gegenüberzustellen. Die hierfür zitierten Literaturwerte entstammen der aktuellen Ausgabe des Standardwerks „Lehrbuch der Bodenkunde“ von Scheffer/Schachtschabel (16. Auflage von 2010). Zusätzlich wurde der potentiellen Eintrag von Schwermetallen durch atmosphärische Deposition diskutiert.

Es werden hierzu folgende Tabellen nachgereicht:

- Tab. 1 Messwerte von Schwermetallen im Feststoff [mg/kg TR] in den natürlichen Böden Profil 1, Profil 2 (Referenzprobe) und Profil 6
- Tab. 2 Hintergrundkonzentrationen von Schwermetallen in Böden nach Scheffer/Schachtschabel (2010), Tab. 10.2-3
- Tab. 3 Atmosphärische Schwermetalleinträge in Böden [g/(ha·a)] nach Scheffer/Schachtschabel (2010), Tab. 10.2-2
- Tab. 4 Gemessene Schadstoffe an Luftmessstationen im Umfeld des Frankfurter Flughafens. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage div. Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE vom 26.05.2012 – Gesundheitsgefährdung durch Schadstoffemissionen des Luftverkehrs – Drucksache 17/9815

Ebenso wird der Messwert für Quecksilber im Bodeneluat nachgereicht. Quecksilber im Eluat wurde zunächst irrtümlich vom Institut Fresenius nicht analysiert. Dieser Fehler wurde erst bei der Übersendung der Analyseergebnisse festgestellt. Da sich hier die Schwermetallgehalte im Eluat bereits als unauffällig erwiesen, wurde darauf verzichtet, die Eluate aller Bodenprobe nachzuuntersuchen. Exemplarisch wurde von der Rückstellprobe des stark belasteten Standortes Profil 3, C_{unten} (im Messprotokoll als B_{unten} bezeichnet), das Eluat auf Quecksilber untersucht. Es konnte kein Quecksilber im Eluat nachgewiesen werden. Das Analyseprotokoll wird als **Anlage 1** beigefügt.

Brandt·Gerdes·Sitzmann
Umweltplanung GmbH

Darmstadt, den 15.07.2015



Dr.-Ing. M. Kämpf



Dipl.-Geoökol. A. Spinola

Tab. 1 Messwerte von Schwermetallen im Feststoff [mg/kg TR] in den natürlichen Böden Profil 1, Profil 2 (Referenzprobe) und Profil 6

Vorsorgewerte nach BBodSchV [mg/kg]		Profil 1				Profil 2				Profil 6			
		A _h	B	C _{oben}	C _{unten}	A _h	B	C _{oben}	C _{unten}	A _h	B	C _{oben}	C _{unten}
Blei	40	14	25	3	4	110	15	3	6	17	13	3	3
Cadmium	0,4	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom	30	11	14	4	4	19	15	6	9	52	10	3	7
Kupfer	20	31	12	3	6	49	9	5	8	33	14	3	4
Nickel	15	10	14	4	4	17	14	6	11	59	12	3	5
Quecksilber	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	60	230	68	10	11	67	40	13	22	36	28	6	7

Tab. 2 Hintergrundkonzentrationen von Schwermetallen in Böden nach Scheffer/Schachtschabel (2010), Tab10.2-3

Vorsorgewerte nach BBodSchV [mg/kg]		Hintergrundwerte in [mg/kg] 90. Perzentil
Blei	40	35 – 130
Cadmium	0,4	0,6 – 1,5
Chrom	30	26 – 1400
Kupfer	20	7 – 140
Nickel	15	9 – 650
Quecksilber	0,1	0,1 – 0,5
Zink	60	33 - 240

Tab. 3 Atmosphärische Schwermetalleinträge in Böden [g/(ha·a)] nach Scheffer/Schachtschabel (2010), Tab10.2-2

	Ländliche Gebiete / Waldstandorte [g/ha·a]	Industrie- / Ballungsgebiete [g/ha·a]
Arsen	3	k.A.
Blei	31 - 310	270 – 14.000
Cadmium	1,5 - 3	≤ 35
Chrom	3	k.A.
Kupfer	11 - 13	1.526
Nickel	5 - 35	k.A.
Quecksilber	0,2 - 0,8	2
Zink	70 - 618	Bis 40.000

Tab. 4 Gemessene Schadstoffe an Luftmessstationen im Umfeld des Frankfurter Flughafens, Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage div. Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE vom 26.05.2012– Gesundheitsgefährdung durch Schadstoffemissionen des Luftverkehrs – Drucksache 17/9815

Flughafen	Messstationscode	Stationsname	Abstand in km	Gemessene Schadstoffe (Stand der Daten: 15.5.2012)
Frankfurt am Main	DEHE005	Frankfurt-Höchst	7.89	Arsen in PM10, Blei in PM10, Cadmium in PM10, Nickel in PM10, Ozon, PM10, PM10, Schwefeldioxid, Stickoxide, Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid
	DEHE008	Frankfurt-Ost	16.21	Arsen in PM10, Blei in PM10, Cadmium in PM10, Nickel in PM10, Ozon, PM10, PM10, PM2.5, Stickoxide, Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid
	DEHE009	Frankfurt-Sindlingen	6.57	Arsen in PM10, Benzol, Blei in PM10, Cadmium in PM10, Methan, Nickel in PM10, NMVOC, PM10, PM10, Schwefeldioxid, Stickoxide, Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid
	DEHE018	Raunheim	8.89	Arsen in PM10, Benzo(a)pyren in PM10, Blei in PM10, Cadmium in PM10, Kohlenmonoxid, Nickel in PM10, Ozon, PM10, PM10, Schwefeldioxid, Stickoxide, Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid
	DEHE036	Frankfurt-Höhenstraße	13.70	Benzo(a)pyren in PM10
	DEHE041	Frankfurt-Friedb. Ldstr.	13.36	Benzol, Kohlenmonoxid, PM10, PM2.5, Stickoxide, Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid
	DEHE053	DHA80 Frankfurt-Griesheim	7.30	Arsen in PM10, Blei in PM10, Cadmium in PM10, Nickel in PM10, PM10
	DEHE056	DHA80 Frankfurt-Mitte (Technisches Rathaus)	11.82	Arsen in PM10, Blei in PM10, Cadmium in PM10, Nickel in PM10, PM10
	DEHE065	Frankfurt-Süd (5228)	10.91	Arsen Deposition, Blei Deposition, Cadmium Deposition, Nickel Deposition
	DEHE066	Frankfurt (5230)	11.56	Arsen Deposition, Blei Deposition, Cadmium Deposition, Nickel Deposition
	DEHE067	Frankfurt (5428)	11.68	Arsen Deposition, Blei Deposition, Cadmium Deposition, Nickel Deposition
	DEHE068	Frankfurt (5430)	12.25	Arsen Deposition, Blei Deposition, Cadmium Deposition, Nickel Deposition
	DEHE069	Frankfurt (3228)	8.27	Arsen Deposition, Blei Deposition, Cadmium Deposition, Nickel Deposition
	DEHE070	Frankfurt (3226)	7.20	Arsen Deposition, Blei Deposition, Cadmium Deposition, Nickel Deposition
	DEHE071	Frankfurt (3426)	6.96	Arsen Deposition, Blei Deposition, Cadmium Deposition, Nickel Deposition
	DEHE072	Frankfurt (3428)	7.96	Arsen Deposition, Blei Deposition, Cadmium Deposition, Nickel Deposition
	DEHE096	Frankfurt Palmengarten	11.96	Benzo(a)pyren in PM10

Anlage 1

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Postfach 1261 D-65220 Taunusstein

BGS
Brandt-Gerdes-Sitzmann
Umweltplanung GmbH
An der Eschollmühle 28
64297 Darmstadt-Eberstadt

Prüfbericht 2423113
Auftrags Nr. 3166140
Kunden Nr. 1165300

Frau Susanne Bürgel
Telefon +49 6128-744-709
Fax +49 6128-744-9499



Zugelassen nach Trinkwasser-
verordnung, EKVO-Untersuchungs-
stelle, Messstelle gemäß
GefStoffV

Environmental Services

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Im Maisel 14
D-65232 Taunusstein

Taunusstein, den 22.01.2015

Ihr Auftrag/Projekt: Untersuchung von Bodenproben
Ihr Bestellzeichen: .
Ihr Bestelldatum: 16.10.2014

Prüfzeitraum von 20.01.2015 bis 22.01.2015
erste laufende Probennummer 141128201
Probeneingang am 17.10.2014

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Bestimmung der Eluatparameter erfolgte nach DIN 19529.

SGS INSTITUT FRESENIUS

Susanne Bürgel
Customer Services

Seite 1 von 2

Untersuchung von Bodenproben

Prüfbericht Nr. 2423113
Auftrag Nr. 3166140

Seite 2 von 2
22.01.2015

Proben durch IF-Kurier abgeholt Matrix: Boden

Probennummer 141128201
Bezeichnung Profil 3
 Bunten

Eingangsdatum: 17.10.2014

Parameter	Einheit		Bestimmungs Methode -grenze	Lab
-----------	---------	--	--------------------------------	-----

Metalle im Eluat :

Quecksilber	mg/l	< 0,0002	0,0002 DIN EN 1483	HE
-------------	------	----------	-----------------------	----

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.