

Regionaltangente West

Planfeststellungsabschnitt Nord

Anlage 18.2.1ab

Hydrologisches Gutachten

2. Planänderungsverfahren, 42. Änderung im Verfahren: Vergrößerung der Stützweite Eisenbahnüberführung BAB 5 (BW-Nr. 401) und Ergänzung der bauzeitlichen Zuwegung des Baufeldes in Praunheim

Datum:

~~22.07.2024~~, 24.02.2025, 03.06.2025

Auftraggeber:



RTW Planungsgesellschaft mbH
Stiftstraße 9-17
60313 Frankfurt am Main

Ersteller:

BGS UMWELT
Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH

Tel (0 61 51) 94 56-0 • Fax (0 61 51) 94 56 80
www.bgsumwelt.de • info@bgsumwelt.de
An der Eschollmühle 28 • D-64297 Darmstadt

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Vorbemerkung	4
2	Hydrogeologische Verhältnisse	5
2.1	Geologische Verhältnisse im Untersuchungsraum	5
2.2	Hydrogeologische Verhältnisse im Untersuchungsraum	6
2.3	Grundwasserqualität	7
2.4	Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung	7
3	Oberflächengewässer	9
4	Wasserschutzgebiet Wasserwerk Praunheim II	9
4.1	Fördermengen Trinkwasserbrunnen	9
4.2	Wasserschutzgebietsverordnung	10
4.3	Arbeiten in Wasserschutzgebieten und baustellenbezogener Grundwasserschutz	11
5	Niederschlagswasserableitung	13
6	Wechselwirkungen der EÜ BAB 5 mit dem Grundwasser	13
7	Grundwassermonitoring und Beweissicherung	15
7.1	Allgemeines und Vorbemerkungen	15
7.2	Basisaufnahme	16
7.3	Bauphase	17
8	Wasserrechtliche Antragsgegenstände	17
8.1	Erlaubnis zum Einbringen von Stoffen in das Grundwasser	17

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Stammdaten der Brunnen des WW Praunheim II (GEOHYDROLOGISCHES BÜRO UND INGENIEURBÜRO FÜR WASSERERSCHLIEßUNG, WASSERVERSORGUNG UND UMWELTTECHNIK 1999)	6
Tab. 2	Parameterumfang der Grundwasseranalysen	16

Anlagenverzeichnis

Folgende Anlagen der planfestgestellten Unterlage werden unverändert zur Information bereitgestellt:

Anlage 18.02.02.01a	Lageplan
Anlage 18.02.03.01a	Geologischer Profilschnitt
Anlage 18.02.03.03a	Schnitt durch die Brunnengalerie des WW Praunheim II
Anlage 18.02.08	Auszüge aus der Muster-Wasserschutzgebietsverordnung (Hes.St.Anz. Nr.13 vom 25.03.1996)
Anlage 18.02.04.01a	Grundwassergleichenplan (Juni 1994/ Oktober 2014)
Anlage 18.02.04.02a	Grundwassergleichenplan (Juni 1994)

Folgende Anlagen werden mit der 2. Planänderung gegenüber der planfestgestellten Unterlage geändert:

Anlage 18.02.11	Monitoringmessstellen
Anlage 18.02.13	Schematischer Profilschnitt durch das Bauwerk EÜ BAB 5 mit Darstellung der Gründung

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 ergänzt, 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-Buchschlag 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-Buchschlag

Die RTW ist in mehrere Planfeststellungsabschnitte (PFA) unterteilt. Der ca. 16 km lange Abschnitt Nord verläuft von Bad Homburg v. d. H. bzw. vom Gewerbegebiet Praunheim über Eschborn und endet nach der Überführung Sossenheimer Straße am Bau-km 7,0. Betroffen sind insoweit die Städte Bad Homburg v. d. H., Oberursel, Steinbach, Frankfurt am Main, Eschborn, Schwalbach am Taunus und die Gemeinde Sulzbach (Taunus).

Antragsgegenstand ist die Änderung der Eisenbahnüberführung der BAB 5 (BW 401).

Anlage 18.02.02.01a (Anlage aus Planfeststellungsbeschluss) zeigt in einem Lageplan den geplanten Streckenverlauf. Die EÜ BAB 5 befindet sich am Streckenkilometer 3,3.

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

- die potenziellen Auswirkungen des Vorhabens auf wasserwirtschaftliche Schutzgebiete,
- die Streckenentwässerung im Hinblick auf Gewässer- und Grundwasserschutz,
- die potenziellen Wechselwirkungen zwischen dem geplanten Bauwerk und dem Grundwasser bzw. den Oberflächengewässern,
- ein Monitoringkonzept zur Überwachung der potenziellen Auswirkungen des Bauwerkes auf Grundwasserstände und Grundwasserqualität sowie

- die Zusammenstellung der wasserrechtlichen Antragsgegenstände.

2 Hydrogeologische Verhältnisse

2.1 Geologische Verhältnisse im Untersuchungsraum

Die geplante RTW-Trasse verläuft im PFA Nord 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 weiteren 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 sind die tertiären Sedimente großräumig von quartärem Löss und Lösslehm überdeckt.

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 3,0 bis km 4,0 sind im Profilschnitt in der **Anlage 18.02.03.01a** (Anlage aus Planfeststellungsbeschluss) dargestellt. Im Bereich der EÜ BAB 5 wurden bis in eine Tiefe von 14 Meter unter GOK bindige Sedimente (Schluffe und Tone) angesprochen (DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH).

Anlage 18.02.03.03 (Anlage aus Planfeststellungsbeschluss) 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 UMWELTECHNIK 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

Anlage 18.02.04.01a (Anlage aus Planfeststellungsbeschluss) 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, 2016a). 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). In 2019 sind die Fördermengen wiederum auf 2,7 Mio. m³/a angestiegen, für Trockenjahre wird das WW Praunheim II aktuell mit 3,6 Mio. m³/a bilanziert. **Anlage 18.02.04.02a** (Anlage aus Planfeststellungsbeschluss) stellt zum Vergleich den unveränderten Gleichenplan vom Juni 1994 dar.

Bei den aktuellen Verhältnissen liegen die mittleren Grundwasserstände am Bauwerk ca. bei 100 müNN. Der bauzeitliche Bemessungsgrundwasserstand wurde durch den Baugrundgutachter auf 101,5 müNN festgelegt, der Grundwasserstand für den Endzustand liegt bei 102,2 müNN (DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH, 2016a). Zusammen mit der Geländeoberkante von ca. 120 müNN liegen die Grundwasserflurabstände bei ca. 20 muGOK.

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 EÜ BAB 5 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, 2016a).

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 günstig ausgebildet. Nachfolgend werden Richtwerte für die oben genannten Faktoren angegeben:

- Nutzbare Feldkapazität: Im Bereich der EÜ BAB 5 finden sich 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 Bereich der EÜ BAB A5 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 2016a).
- Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung: Die Flurabstände betragen im Bereich der EÜ BAB 5 ca. 20 m.

Die hydrogeologischen Standortbedingungen bewirken damit einen hohen Schutz des Grundwasservorkommens.

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.

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.

Die verschiedenen Faktoren, welche die Schutzfunktion der Grundwasserneubildung beeinflussen, wurden oben dargelegt. Ebenfalls wurde eine qualitative Bewertung des Standortes in Bezug auf diese Faktoren vorgenommen. Dazu gehört die Bewertung in Bezug auf nutzbare Feldkapazität, Sickerwassermenge, Gesteinseigenschaften und Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung. Zur Einstufung der Schutzfunktion im Untersuchungsbereich wird insbesondere das DVGW Arbeitsblatt W 101 herangezogen, da dieses eine technische Regel und damit eine anerkannte Methode zur Bewertung von technischen Anlagen darstellt. Eine günstige Schutzfunktion besteht bei einer Mächtigkeit von wenigstens 8 m bei einer hydraulischen Leitfähigkeit von 10^{-6} m/s, bzw. einer Mächtigkeit von wenigstens 5 m bei einer hydraulischen Leitfähigkeit von 10^{-8} m/s.

In der BK 1-23, der BK 1-24 und der BK 1-25 wurden Schluffe und Tone aufgeschlossen, welche eine Mächtigkeit von > 14 m aufweisen. Diese Eigenschaften erfüllen ebenfalls die Anforderungen für eine günstige Schutzfunktion. Im näheren Umfeld der EÜ BAB 5 ist daher von einer günstigen

Schutzfunktion auszugehen. Durch das Vorhaben findet weiterhin dauerhaft keine wesentliche Minderung der Grundwasserüberdeckung statt.

3 Oberflächengewässer

Es werden durch das Vorhaben keine Oberflächengewässer berührt, ebenfalls befindet sich das Vorhaben nicht im Überschwemmungsgebiet.

4 Wasserschutzgebiet Wasserwerk Praunheim II

4.1 Fördermengen Trinkwasserbrunnen

Die RTW durchfährt im PFA Nord von km 2,4 – 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 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. Die EÜ BAB 5 befindet sich im Zustrom der Brunnen 4 und 5.

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 bis 2017 schwankte die Fördermenge zwischen 1,1 – 1,3 Mio. m³/a (s. Abb. 1). In 2019 sind die Fördermengen wiederum auf 2,7 Mio. m³/a angestiegen, für Trockenjahre wird das WW Praunheim II aktuell mit 3,6 Mio. m³/a bilanziert. Die Förderung erfolgt größtenteils aus den östlichsten Brunnen 1 – 3.

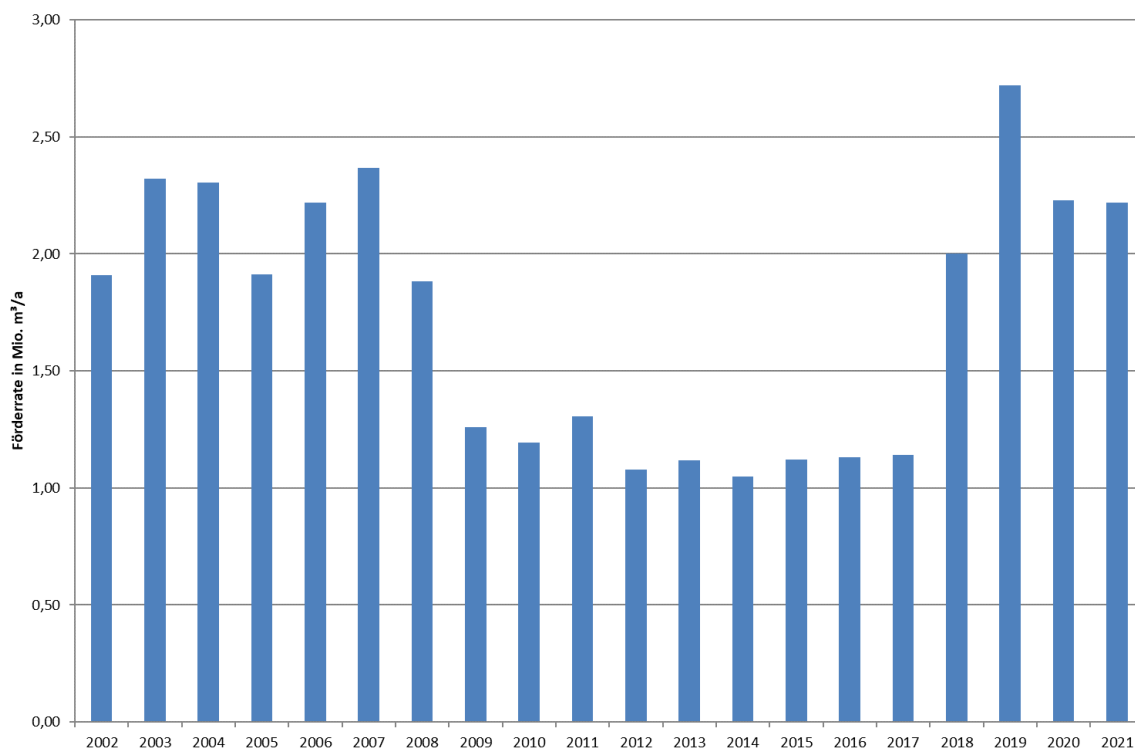


Abb. 1 Grundwasserförderung im WW Praunheim II 2002 – 2021

Die vormals bestehenden Überlegungen, das WW Praunheim II aufgrund der Standortbedingungen zu schließen, wurde aufgrund der Dynamik des Bevölkerungswachstums und den klimatischen Entwicklungen insbesondere zur Stärkung der ortsnahe Wassergewinnung mit Fortschreibung des 6. Regionalen Wasserbedarfsnachweises der Hessenwasser verworfen. Eventuell besteht für Hessenwasser zusätzlich die Möglichkeit, nach einer Neubestimmung des nutzbaren Grundwasserdargebots, in Verbindung mit einer Erweiterung der Aufbereitungsanlage dauerhaft größere Wassermengen als bisher zu fördern. Das Wasserwerk Praunheim III wurde 2007 stillgelegt.

4.2 Wasserschutzgebietsverordnung

Die EÜ BAB 5 befindet sich im WSG Zone IIIA des WW Praunheim II. Die WSG Zonen II der Brunnen 4 und 5 befinden sich etwa 300 m bzw. 350 m abstromig. 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 18.02.08** (Anlage aus Planfeststellungsbeschluss).

Relevant für das in der WSG-Zone IIIA gelegene Vorhaben sind § 4 (2), § 4 (9) und § 4 (11) der Muster-Wasserschutzgebietsverordnung.

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

Die Entwässerung der EÜ BAB 5 erfolgt durch Sammlung des Wassers und Einleitung in die Kanalisation bzw. in Fließgewässer. Auf den Einsatz von Herbiziden zur Gleisentkrautung auf ~~den Bestands- und Neubaustrecken der Strecke der RTW~~ sowie den technischen Bauwerken der RTW wird im gesamten Wasserschutzgebiet Praunheim II 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 der Herstellung des Bauwerkes ist auf die Verwendung von Z0-Material oder entsprechend zur Verwendung im WSG zugelassener zugelassener Stoffe zu achten.

§ 5 (11) verbietet 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.

Durch die in das Grundwasser einbindenden Pfahlgründungen kann während ihrer Herstellung eine wesentliche Minderung der Grundwasserüberdeckung nicht vollständig ausgeschlossen werden, sofern das Bohrloch vor der Verfüllung kurzzeitig offenstehen sollte. Dieser Zeitraum wird durch die zeitnahe Betonierung nach Herstellung des Bohrloches wirksam eingeschränkt. Während der Herstellung wird darauf geachtet, dass die Verrohrung in längeren Ruhepausen nach oben verschlossen wird. Weiterhin werden die für Untergrundeingriffe und Pfahlbohrungen relevanten Nebenbestimmungen und Zusagen des Planfeststellungsbeschlusses eingehalten sowie die unter Kap. 4.3 dargelegten Sicherungsmaßnahmen befolgt.

4.3 Arbeiten in Wasserschutzgebieten und baustellenbezogener Grundwasserschutz

Neben den Auflagen zu Arbeiten in Wasserschutzgebieten, welche sich aus der Wasserschutzgebietsverordnung erschließen, wurde für die Schutzgebiete der Gewinnungsbrunnen der Hessenwasser GmbH eine Handlungsanforderung erstellt (Hessenwasser 20462023), welche neben den Auflagen der Wasserschutzgebietsverordnung auch Handlungsanforderungen zur Dokumentation der ausgeführten Arbeiten beinhaltet und u.a. die Überwachung durch die Hessenwasser GmbH ermöglicht. Hieraus ergeben sich Anforderungen an die Bauausführung, welche im Folgenden beschrieben werden.

Zur Baustellenüberwachung wird ein Konzept erstellt und mit der Unteren Wasserbehörde abgestimmt. In dem Konzept werden auch Dokumentation und Beweispflicht gegenüber der Unteren Wasserbehörde genannt, Nichteinhaltungen sowie Havarien oder Unfälle mit Freisetzung wassergefährdender Stoffe werden der Behörde unverzüglich mitgeteilt. Als Ansprechpartner für Fragen des Grundwasserschutzes wird zudem ein Gewässerschutzbeauftragter benannt und vor Baubeginn den Wasserbehörden mitgeteilt.

Baubeginn und -dauer werden der Unteren Wasserbehörde im Voraus angezeigt. Baustelleneinrichtungsflächen werden anhand eines Lageplanes mitgeteilt. Die Fertigstellung des

Entwässerungssystem wird der Unteren Wasserbehörde mit Abschluss der Bauarbeiten angezeigt, zur Abnahme wird die Untere Wasserbehörde informiert.

Für die Bohr- bzw. Gründungsarbeiten werden nur Unternehmen beauftragt, bei denen die erforderliche Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit nachweislich vorhanden ist. Die Unternehmen werden für die ordnungsgemäße Ausführung der ihnen übertragenen Arbeiten und für die Einhaltung der Unfallverhütungsvorschriften bei der Ausführung sorgen. Für die baubeteiligten Unternehmen und etwaige Subunternehmen werden durch die beauftragte Bauüberwachung Geländeeinweisungen mit Hinweisen auf die Lage in den Trinkwasserschutzgebietszonen und Belehrungen über die jeweils einzuhaltenden Schutzmaßnahmen sowie die bei Unfällen umzusetzenden Maßnahmen durchgeführt.

Im WSG Zone IIIA gelten besondere Schutzmaßnahmen: Bei der Ausführung wird darauf geachtet, dass keine wassergefährdenden Stoffe wie Treibstoff, Hydrauliköl oder sich schädlich auswirkende, auslaugbare Stoffe in den Untergrund gelangen. Bohrgeräte werden während der Bohrungen in Wasserschutzgebieten auf unbefestigtem Gelände nur auf flüssigkeitsdichten Dichtbahnen o.ä. aufgestellt, die eine ausreichende Dicke gegenüber einer mechanischen Belastung durch Bereifung, bzw. Ketten der Bohrfahrzeuge besitzt. In den Bohrgeräten werden leicht abbaubare Betriebsöle verwendet. Der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen wird auf das notwendige Maß beschränkt. Nach Möglichkeit werden Betriebsstoffe (z. B. Kraftstoffe, Hydrauliköle) auf pflanzlicher Basis eingesetzt. Für einen eventuellen Schadensfall wird das zur Schadensminimierung notwendige Material und Gerät (Bindemittel, Schaufel, flüssigkeitsdichte Folie etc.) bereit gehalten. Die durchgeführten Maßnahmen zur Schadensminimierung und -behebung werden protokolliert und dokumentiert. Sofern der Einsatz von wassergefährdenden Stoffen im Baubetrieb unumgänglich ist, werden die allgemeinen gesetzlichen Bestimmungen – insbesondere die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Anlagenverordnung – AwSV) - sowie die zutreffenden technischen Regelungen beachtet. Treibstoffe, Öle, Fette etc. werden sicher in überdachten Rückhalteeinrichtungen gelagert.

Eingetretene Schäden mit grundwasserschädigenden Auswirkungen werden umgehend der Unteren Wasserbehörde und Hessenwasser GmbH gemeldet. Die durchgeführten Maßnahmen zur Schadensminimierung und -behebung werden protokolliert und dokumentiert.

Bereiche, in denen eine Freisetzung wassergefährdender Stoffe zu besorgen ist (z. B. Lagerflächen für belasteten Bodenaushub), werden abgedichtet. Abfall inklusive belastetes, nicht wieder einbaufähiges Bodenmaterial wird aus der Zone IIIA schnellstmöglich abtransportiert.

Auf unbefestigtem Gelände werden keine wassergefährdenden Stoffe gelagert oder aufgestellt, insbesondere keine Betriebstankstellen. Weiterhin werden hier keine hydraulisch angetriebene Anbauteile von Baumaschinen ohne Schutzvorrichtungen (Folien, Wannen) abgelegt.

Sofern während der Arbeiten Auffälligkeiten am Bohrgut oder Grundwasser festgestellt werden, wird die Untere Wasserbehörde umgehend verständigt. Durch organisatorische Maßnahmen sichergestellt, dass durch die Arbeiten, vor allem durch Geräte- und Maschineneinsatz, keine Verunreinigung des Bodens und somit des Grundwassers erfolgt. Bei den Arbeiten in

Wasserschutzgebieten werden die Anforderungen der RiSTWag (FGSV 2016) für Baustelleneinrichtungsflächen und Bauausführung eingehalten. Die einschlägigen Richtlinien des DVGW und der DIN-Vorschriften für Bohrungen und die abschließende Dokumentation werden berücksichtigt und angewendet. Nach Abschluss der Arbeiten wird der Unteren Wasserbehörde, dem Hessischen Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie und der Hessenwasser Stammdaten, Lagepläne, Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile und Ausbauzeichnungen zeitnah übergeben.

Sofern bauzeitlich anfallendes Niederschlagswasser versickert werden soll, wird ein ausgearbeitetes Bauwassermanagement erarbeitet und mit der Unteren Wasserbehörde vor Baubeginn abgestimmt. Bei Bauarbeiten werden die Bodeneingriffe auf das notwendige Maß beschränkt, damit die vorhandene Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung weitestgehend erhalten bleibt. Während der Bauzeit wird eine geordnete Entwässerung und Abwasserentsorgung sichergestellt. Niederschlagswasser von der Baustelle wird nicht unkontrolliert innerhalb des Trinkwasserschutzgebietes versickert. Die bauzeitliche Entwässerung berücksichtigt die Vorgaben der Wasserschutzgebietsverordnung.

Deckschichten werden zügig wieder hergestellt, damit sich eine durchwurzelte und belebte Bodenzone baldmöglichst wieder ausbildet. Eingriffe in die belebte Bodenzone werden so gering wie möglich gehalten.

5 Niederschlagswasserableitung

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 2016a). Daher wird im PFA Nord das Niederschlagswasser grundsätzlich gesammelt und in die Kanalisation bzw. in den Westerbach eingeleitet.

Die Entwässerung der EÜ BAB 5 erfolgt zusammen mit der Streckenentwässerung östlich in Richtung Praunheim wo eine Einleitung in einen Kanal der SEF geplant ist. Die Einleitungen wurde bereits im Zuge des Verfahrens zum PFA Nord vorgesehen, ebenfalls findet durch die Umplanung des Bauwerkes keine Änderung der Einleitmengen oder der Entwässerungswasserqualität statt.

6 Wechselwirkungen der EÜ BAB 5 mit dem Grundwasser

Das Bauwerk EÜ BAB 5 ist als Netzbogenbrücke geplant. Auf Grund des geplanten Ausbaus der BAB 5 wird eine Distanz von etwa 120 m überwunden, es sind keine Mittelpfeiler vorgesehen. Sowohl das östliche, als auch das westliche Widerlager werden auf Bohrpfehlen gegründet, welche bis in das Grundwasser reichen. Auf Grund der hohen Grundwasserflurabstände wird keine Grundwasserhaltung notwendig, die Baugruben werden voraussichtlich frei geböscht ausgeführt. Es greifen somit, außer den Bohrpfehlen selbst, keine Bauwerksteile oder Verbauten in das Grundwasser ein.

Aufgrund der im Vergleich zu den Achsabständen geringen Durchmesser der Bohrpfähle, des großen Abstandes zwischen den tiefgegründeten Bauteilen und der großen Flurabstände führen die Bohrpfähle nur zu einer geringfügigen Fließquerschnittsverminderung des Grundwasserleiters. Der Rasterabstand von 4,5 m bei einem Pfahldurchmesser von 1,5 m führt zu einer lokalen Verringerung des Fließquerschnittes im jeweils 19,5 m breiten Gründungsbereich der Widerlager um 38 %. Die vorgesehene Verlängerung der Pfahllänge von 25 m in der planfestgestellten Variante auf 55 m in der aktuellen Planung hat dabei keinen Einfluss auf die Berechnungen. Der 120 m breite Bereich zwischen den beiden Brücken-Widerlagern wird durch die Planänderung, im Vergleich zur planfestgestellten Planung, aufgeweitet. Eine Darstellung des Bohrrasters in der Aufsicht kann dem Bauwerksplan Anlage 13.2 (Anlage aus den Planfeststellungsunterlagen) entnommen werden. Eine Darstellung der Verminderung der durchflusswirksamen Flächen findet sich in der **Anlage 18.02.13** (im Rahmen der 2. Planänderung angepasste Anlage).

Die Aufstauwirkung im Grundwasser ist wie bei der am 22.06.2023 planfestgestellten Variante vernachlässigbar. Aus diesem Grund ergeben sich durch die angepasste Gründung keine Änderungen in der Aufstauwirkung.

Innerhalb des Wasserschutzgebietes ist aufgrund der Vorgaben der Muster-Wasserschutzgebietsverordnung nur nicht grundwassergefährdendes (Z0-Material) zu verwenden. Diese Vorgabe wird auch bei der Herstellung von Mischungen oder Verwendung als Zuschlagsstoff eingehalten. Lediglich in zu begründenden Einzelfällen kann in Abstimmung mit den zuständigen Fachbehörden ein Einbau von Z 1.1 oder Z 1.2-Material auch in Zone IIIA zulässig sein. Für den Wiedereinbau vorgesehene Materialien werden baubegleitend beprobt und alle nicht wieder einbaufähigen Materialien werden ordnungsgemäß entsorgt. In den Untergrund eingebrachte Materialien dürfen keine signifikanten, länger anhaltenden Veränderungen des pH-Wertes und keine sonstigen schädlichen Grundwasserbeeinflussungen zur Folge haben. Den Einsatz von zementgebundenen Baustoffen in Wasserschutzgebieten regelt das Arbeitsblatt DVGW-W 347.

Bei der Bohrpfahlherstellung wird ein unten offenes Stahlrohr beim Bohren mitgeführt. Nachfolgend wird das offene Bohrloch (Stahlrohr) mit Beton verfüllt. Entsprechend dem Betonierfortschritt wird das Stahlrohr schrittweise herausgezogen. Die Gründungs- und Bohrpfähle werden mit vorausseilender Verrohrung und entsprechender Wasserauflast hergestellt. Der Grundwasserstand wird während der Pfahlgründung beobachtet und dokumentiert. Die Bohrpfähle der Überführungsbauwerke werden als verrohrte Bohrungen im Trockenbohrverfahren erstellt. Als Auflast wird Trinkwasser verwendet. Anfallendes Bohrgut wird entsorgt. Das beim Betonieren der Pfähle verdrängte Wasser wird aufgefangen und entsorgt. Das in der Bohrung stehende Grundwasser wird durch den schwereren Beton nach oben verdrängt.

Die Gründungspfähle sind so geplant, dass keine Wasserwegsamkeiten entlang der Bohrpfähle zum Grundwasser vorhanden sind. Innerhalb des Wasserschutzgebietes wird zur Herstellung aufgrund der Vorgaben der Muster-Wasserschutzgebietsverordnung nur nicht recyceltes Z0-Material verwendet. Die entsprechenden Nachweise werden der Unteren Wasserbehörde **auf Anforderung** vor Einbau vorgelegt. Werden Zusatzstoffe, Bindemittel o.ä. verwendet, werden diese der Behörde ebenfalls mitgeteilt.

7 Grundwassermonitoring und Beweissicherung

7.1 Allgemeines und Vorbemerkungen

Das Grundwassermonitoring der EÜ BAB 5 dient zur Überwachung der bauzeitlichen und der betrieblichen Auswirkungen des Vorhabens auf die Grundwasserqualität. Eine Überwachung der Grundwasserstände ist im Zuge der geotechnischen Erkundung vorgesehen, da die Tiefgründung der EÜ BAB 5 eine vernachlässigbare Aufstau- bzw. Absenkungswirkung des Grundwassers hervorruft (s. Kapitel 6). Wegen dieser geringen Wirkung wird ein Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis im Hinblick auf § 9 Abs. 2 Nr. 1 WHG als nicht erforderlich angesehen.

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 7.2).

An der EÜ BAB 5 werden im Grundwasserabstrom die Monitoring-Messstellen GWM 1 und GWM 5 neu eingerichtet. Oberstromig des Bauwerkes wird an der neu zu errichtenden Messstelle GWM 4 die Grundwasserqualität überwacht.

Zusätzlich werden im Zuge der weiteren geotechnischen Erkundung die Bohrungen BK 1-23a und BK 1-26a abgeteuft. Die Bohrungen sollen die Bereiche des Untergrundes erfassen, welche durch die gesteigerte Gründungtiefe der Pfahlgründung neu erschlossen werden. Zur Überwachung der Grundwasserstände in tieferen Bereichen des Grundwasserleiters werden diese zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Die Bohrungen befinden sich im direkten Zustrom zum westlichen Widerlager (BK 1-26a) bzw. im direkten Abstrom des östlichen Widerlagers (BK 1-23a). Eine Einbeziehung der Messstellen in das qualitative Grundwassermonitoring befindet sich derzeit in Abstimmung mit der Behörde.

Die Lage der genannten Monitoringmessstellen ist im Übersichtsplan in **Anlage 18.02.11** (im Rahmen der 2. Planänderung angepasste Anlage) 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.

Die Bohrtermine werden der Unterer Wasserbehörde vor Bohrbeginn mitgeteilt. Dabei wird auch mitgeteilt, welches Bohrunternehmen beauftragt wurde und die ausreichende Qualifikation (DVGW-W 120 oder vergleichbar) nachgewiesen. Die einschlägigen Richtlinien und Normen für Bohrungen und die abschließende Dokumentation werden berücksichtigt und angewendet (insbes. DVGW-W 115 und ggf. DVGW-W 121). Beim Rückbau von GWM wird das Arbeitsblatt DVGW-W 135 beachtet.

Im näheren Umfeld der Baumaßnahmen können sich GWM befinden, welche durch die Arbeiten beschädigt werden könnten oder versetzt werden müssen. Diese werden geschützt. Im Falle einer Beschädigung wird der Betreiber unverzüglich informiert und die GWM wieder instandgesetzt.

Sofern Gründungsarbeiten geringdurchlässige deckende Schichten durchörtern, wird die Grundwasser schützende Funktion wiederhergestellt. Bei den Arbeiten wird darauf geachtet, dass keine Grundwasserstockwerke miteinander verbunden werden. Es wird darauf geachtet, dass Schadstoffe nicht verschleppt werden.

7.2 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 2017) sowie zusätzlich aus relevanten Parametern der Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV 2021) zusammengestellt. Auf den Einsatz von Herbiziden zur Gleisentkrautung auf **der Strecke der RTW und** den technischen Bauwerken der RTW wird im gesamten Wasserschutzgebiet Praunheim II verzichtet. Daher werden die bahntypischen Herbizide Flumioxazin, Flazasulfuron und Glyphosat zunächst nur zur Charakterisierung des Grundwassers gemessen, eine Entscheidung über die weitere Messung erfolgt in Abhängigkeit der Ergebnisse der Basisaufnahme. Der gesamte Analysenumfang ist in Tab. 2 aufgelistet.

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

Tab. 2 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	Flumioxazin, Flazasulfuron und Glyphosat

7.3 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 Grundwassermessstellen im Wasserschutzgebiet der pH-Wert und die Leitfähigkeit überwacht und protokolliert.

Bei den Baumaßnahmen der EÜ BAB 5 erfolgt aus Vorsorgegründen eine monatliche Beprobung des Grundwassers.

Bei den Probenahmen werden der Grundwasserstand und die Vor-Ort-Parameter gemessen und protokolliert und das in Tab. 2 aufgelistete Parameterspektrum analysiert. Sollten bei den Bautätigkeiten Betonzusatzmittel, Injektionsmaterialien oder Verpressmittel, welche nicht zur Verwendung in Trinkwasserschutzgebieten zugelassen sind, eingesetzt werden, sind diese der Behörde zu benennen. Der Analyseumfang muss dann ggf. diesbezüglich angepasst werden.

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 Wasserrechtliche Antragsgegenstände

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

8.1 Erlaubnis zum Einbringen von Stoffen in das Grundwasser

Es wird nach § 8 WHG die Erlaubnis beantragt, Großbohrpfähle zur Gründung des Bauwerkes EÜ BAB 5 in das Grundwasser einzubringen.

Brandt·Gerdes·Sitzmann
Umweltplanung GmbH

Darmstadt, den ~~22.07.2024~~ ~~24.02.2025~~ 03.06.2025



Dr.-Ing. Markus Kämpf



Dr. Martin Nottebohm

Literatur

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

DB ENGINEERING & CONSULTING GMBH (2016b): Geotechnische Bericht 1.05. Bauvorhaben Regionaltangente West – Los 1. Frankfurt.

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

DVGW-W 115 (2008): Bohrungen zur Erkundung, Beobachtung und Gewinnung von Grundwasser. Bonn.

DVGW-W 120 (2012): Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau, -regenerierung, -sanierung und -rückbau.

DVGW-W 121 (2003): Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen.

DVGW-W 135: 2017-02-Entwurf (2017): Sanierung und Rückbau von Brunnen, Grundwassermessstellen und Bohrungen.

DVGW-W 347 (2006): Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau (FGSV e. V.) (2016): RiStWag 16 - Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten. Köln, FGSV-Verlag, 2016.

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

HESSENWASSER GMBH (2016/2023): Anforderungen zum Gewässerschutz für Arbeiten in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen der Hessenwasser GmbH & Co. KG – 04/16 10/23. Zur Verfügung gestellt durch die Hessenwasser GmbH.

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 18.07.2021: Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV).

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.

Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen vom 18. April 2017 (AwSV) (BGBl. I S. 905).

VERORDNUNG ZUM SCHUTZ DES GRUNDWASSERS (GrwV) 2010v. 09.11. Bundesgesetzblatt 2010, Teil I nr. 56 v. 15.11.2010, S 1513 ff.; Änderung der GrwV am 04.05.2017, Bundesgesetzblatt 2017, Teil I nr. 24 v. 09.05.2017, S 1044 ff

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