

Die Autobahn GmbH des Bundes
NL Rheinland, Außenstelle Köln



**Die
Autobahn**

Straße: **A 553**



RHEINSPANGE 553

A 553 AK Köln-Godorf bis AD Köln-Lind
inkl. Rheinquerung

Projis-Nr.: 05170058 10

Voruntersuchung

Unterlage 20

Geotechnische Untersuchung



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

Kocks Consult GmbH
Beratende Ingenieure
Herr Dr.-Ing. Manfred Heß
Wesselstr. 1
53113 Bonn

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
39.6053	P6053B220318_Trassen.docx	Fe/Den	Witten	18.03.2022

Neubau A553 Rheinquerung Köln - Godorf

- Bewertung der Trassenvarianten -

Auftrag vom 04.07.2018

Gesellschaft: HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, <https://www.dr-spang.de>
58453 Witten, Rosi-Wolfstein-Straße 6, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Christian Spang, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christoph Spang

Niederlassungen: 73734 Esslingen/Neckar, Eberhard-Bauer-Str. 32, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Lyoner Straße 12, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Straße 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, hamburg@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlenstegenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
85521 Ottobrunn, Alte Landstraße 27, Tel. (089) 277 80 82-60, Fax 277 80 82-90, muenchen@dr-spang.de
14480 Potsdam, Großbeerenstraße 231, Haus III, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de

Banken: Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDE33HAN33
Stadtsparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN



INHALT	SEITE
1. ALLGEMEINES	4
1.1 Projekt	4
1.2 Auftrag	5
1.3 Unterlagen	6
2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	7
2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung	7
2.2 Baugrund	8
2.3 Hydrogeologie / Grundwasser	8
2.4 Altlasten	11
2.5 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften	11
3. TRINKWASSERGEWINNUNGSANLAGEN IM UNTERSUCHUNGSBEREICH	13
4. TUNNELINTERAKTIONEN	17
4.1 Einfluss auf die Trinkwassergewinnung	17
4.1.1 Varianten V6aT und V7T	17
4.1.2 Variante V9BT	18
4.1.3 Variante V10T	24
4.1.4 Bauzeitliche Einflüsse aus dem Tunnelbau	30
4.2 Einfluss auf Bebauung, Tagesoberfläche, etc.	32
5. BETRACHTUNG DER TRASSENVARIANTEN	32
5.1 Allgemeine Angaben zu Baugrund und Hydrogeologie für alle Varianten	32
5.2 Betrachtung hinsichtlich Geologie, Hydrogeologie, Trinkwasserschutz	34
5.3 Zusammenfassung	38
6. EMPFEHLUNGEN ZU WEITERFÜHRENDEN UNTERSUCHUNGEN	39



INHALT

SEITE

7. ANLAGEN

- Anlage 1: Aufstauberechnungen, Tunnel- und Trogbauwerke ohne Umströmung (1)
- Anlage 2: Aufstauberechnungen, Tunnelabschnitte mit größter Absperrwirkung (1)
- Anlage 3: Aufstauberechnungen, Trogstrecke während der Bauzeit (2)



1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Die Autobahn GmbH, Niederlassung Rheinland, Außenstelle Köln, plant eine weitere Rheinquerung und eine deutliche verbesserte Flughafenbindung für die linksrheinischen Gebiete. Der 4-streifige Neubau der A553 soll die Autobahnen A555 und A59 verbinden. Es ist jeweils eine Anschlussstelle linksrheinisch und eine Anschlussstelle rechtsrheinisch vorgesehen.

Als Grundlage für die Planung werden geotechnische Ingenieurleistungen erforderlich. Gegenstand des Berichtes ist die geotechnische Beurteilung der zu vertiefenden Trassenvarianten.

Gemäß der Darstellung in [U 1] sind nachfolgende Varianten zu betrachten:

Variante	Anschluss Westseite	Anschluss Ostseite	Überführung Rhein
V3B	W1	O2	Brücke W1.1
V4B	W1	O3	Brücke W1.1
V5B	W2	O2	Brücke W2.1
V6aT	W2	O3	Tunnel W2.1
V6aB	W2	O3	Brücke W2.1
V6bB	W2	O4	Brücke W2.1
V7T	W2	O3	Tunnel W2.2
V8B	W2	O3	Brücke W2.3
V9aB	W3	O3	Brücke W3.1
V9bT	W3	O5	Tunnel W3.1
V10T	W4	O5	Tunnel W4.1
V11B	W2	O5	Brücke W2.3

Tabelle 1-1: Linien der zu vertiefenden Varianten nach [U 1]

Die Querung des Rheins ist entweder als Brücke oder als Tunnel vorgesehen.

In der nachfolgenden Abbildung 1-1 ist eine Übersicht der zu vertiefenden Varianten dargestellt.

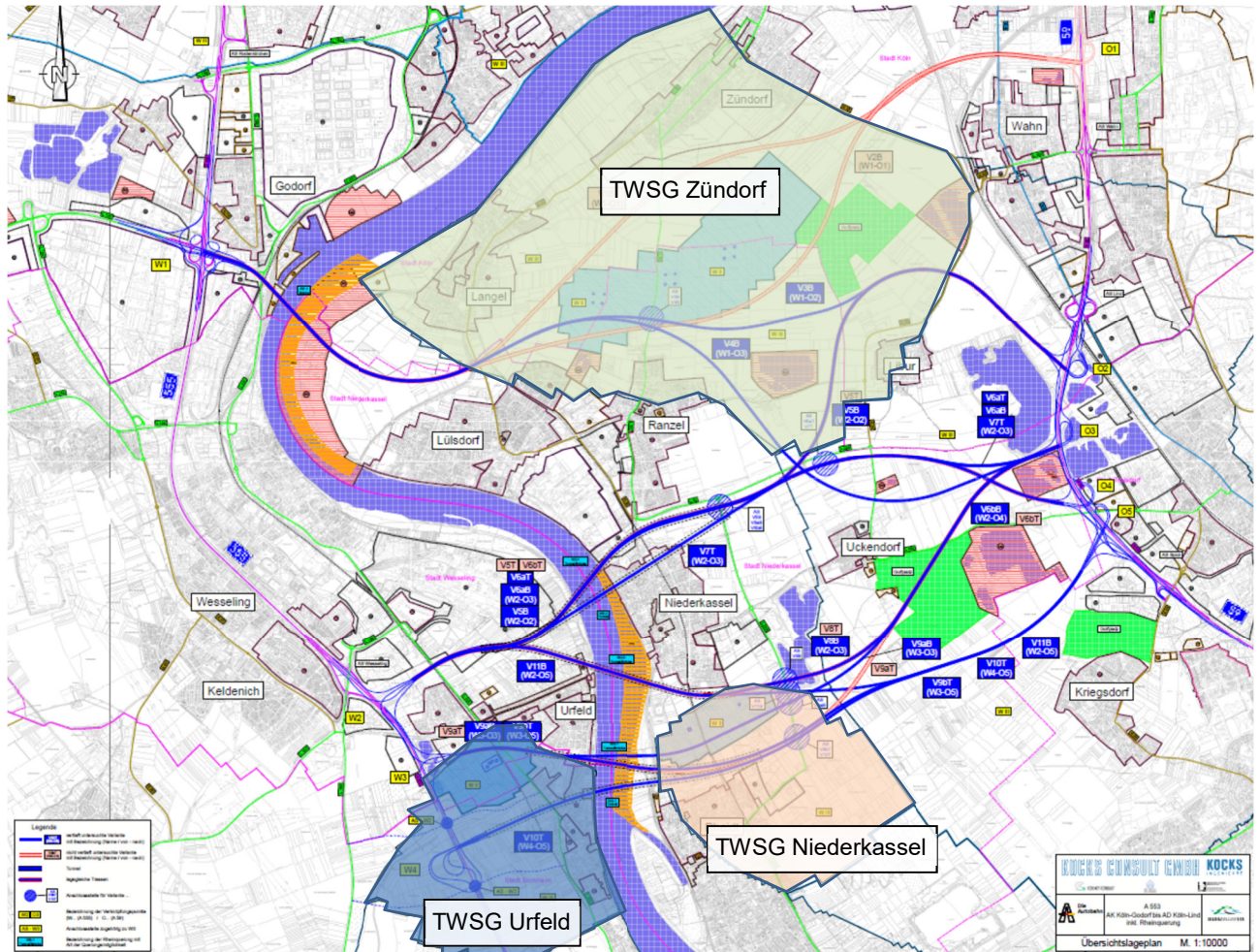


Abbildung 1-1: Darstellung der vertieft zu untersuchenden Varianten, Stand: 16.02.2021 [U 1] mit eingetragenen Trinkwasserschutzgebieten (TWSG)

1.2 Auftrag

Auf Basis unseres Angebots A 39.11486 vom 03.04.2018 wurde von der Kocks Consult GmbH mit Schreiben vom 04.07.2018 der Dr. Spang GmbH der Auftrag erteilt, die entsprechenden Leistungen auszuführen.



1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

- [U 1] **A 553 AK Köln-Godorf bis AD Köln-Lind inkl. Rheinquerung - Übersichtslageplan, M 1:10.000, Stand: 16.02.2021;** Kocks Consult GmbH, Bonn, 2021.

- [U 2] **A 553 AK Köln-Godorf bis AD Köln-Lind inkl. Rheinquerung - Übersichtslageplan und -höhenplan der Varianten V6aT,V7T, V9bT und V10T M 1:10.000 / 1:1.000, Stand: März 2021;** Kocks Consult GmbH, Bonn, März 2021.

- [U 3] **A 553 AK Köln-Godorf bis AD Köln-Lind inkl. Rheinquerung - Übersichtslagepläne zu den einzelnen Varianten, Voruntersuchung, M 1:10.000; Stand: Dezember 2021;** Kocks Consult GmbH, Bonn, Dezember 2021.

- [U 4] **A 553 AK Köln-Godorf bis AD Köln-Lind inkl. Rheinquerung – Übersichtshöhenplan, Ersatz-AS A555 für Verknüpfung W2 und Verknüpfung W3, Arbeitsplan, M 1:5.000 / 1:500; Stand: 22.10.2021;** Kocks Consult GmbH, Bonn, Oktober 2021.

- [U 5] **Grundlagenermittlung - Neubau A553 Rheinquerung Köln-Godorf;** Dr. Spang GmbH, Witten, April 2021.

- [U 6] **Digitale Flurabstandskarte NRW 1988, Neuberechnung 2008;** Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen, 2009.

- [U 7] **Grundwassergleichenkarte sowie Einzugsgebiet WBV Urfeld, diverse Zeiträume, M 1:10.000 bis 1:25.000;** WBV Wesseling-Hersel, per Download-Link von Hr. Spieß zur Verfügung gestellt am 03. und 04. August 2021.

- [U 8] **Grundwasserpegel und Brunnenförderdaten;** WBV Wesseling-Hersel, per Email zur Verfügung gestellt von Hr. Spieß am 29. September 2021.



- [U 9] **Unterlagen zu Brunnen, Grundwasserentnahme, Hydrologie und GW-Messdaten der SW Niederkassel**; Stadtwerke Niederkassel, per Email zur Verfügung gestellt im September 2021.
- [U 10] **Stellungnahme zu möglichen Auswirkungen der im Einzugsgebiet der Wassergewinnung der SW Niederkassel angedachten Trassierung der Rheinspange 553**; DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW); Karlsruhe, 04.05.2021.
- [U 11] **Stellungnahme zu möglichen Auswirkungen der im Einzugsgebiet des WSG Urfeld des Wasserbeschaffungsverband Wesseling-Hersel angedachten Trassierung der Rheinspange 553 auf die Wassergewinnung**; DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW); Karlsruhe, 06.08.2021.
- [U 12] **Bewertung Tunnelvarianten bezogen auf WSG, etc.**; Dr. Spang GmbH, Witten, Email vom 27.01.2021.
- [U 13] **Geoportal NRW**; Geschäftsstelle des IMA GDI Nordrhein-Westfalen, URL: <https://www.geoportal.nrw/>, zuletzt aufgerufen am 15.02.2022.
- [U 14] **Grundwasseraufstau vor Bauwerken bei gleichzeitiger Unter- und Umströmungsmöglichkeit**; G. Schneider, veröffentlicht in Bautechnik, 11/1983.

2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Das Untersuchungsgebiet befindet sich zwischen den Großstädten Köln und Bonn (siehe hierzu auch Abb. 1-1). Begrenzt wird das Gebiet im Norden durch die Ortschaft Elsdorf, südlich reicht das Gebiet bis nach Rheidt. Im Westen grenzt der Untersuchungsraum bis nach Meschenich und im Osten bis nach Lind. Der Rhein verläuft von Norden nach Süden, zwischen den Orten Weiß und Zündorf sowie Widdig und Rheidt. Im gesamten Untersuchungsgebiet sind insbesondere in den vorgenannten Ortschaften / Gemeinden Wohnbebauung und Industrieflächen vorhanden, außerhalb



der bebauten Flächen finden sich vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie mehrere, z.T. noch in Abbau befindliche Kiesgruben, ein Golfplatz und mehrere Seen.

2.2 Baugrund

Die oberflächennahen Schichten des Untersuchungsgebietes, welches in der Niederrheinischen Bucht liegt, werden von Ablagerungen des Eiszeitalters (Quartär) gebildet, welche eine Mächtigkeit von bis zu 35 m erreichen können. Diese Schichten bestehen aus Kiesen und Sanden, die der Rhein aufschüttete. Hauptsächlich werden die Schichten im wesentlichen Teil des Untersuchungsgebietes von pleistozänen bis holozänen Lehmen und Sanden bis etwa 2 m Mächtigkeit überdeckt. Die unterhalb des Quartärs anstehenden tertiären Schichten (Tone und Sande) können nach unten eine Tiefe von bis zu 240 m erreichen, in die Braunkohleflöze eingeschaltet sind. Des Weiteren folgen im tieferen Untergrund Schichten des Devons.

2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Ein bedeutendes Grundwasserreservoir wird durch die mächtige Lockergesteinsfolge aus Quartär- und Tertiär-Zeit in der Niederrheinischen Bucht gebildet. Durch zwischengeschaltete Ton- und Braunkohleschichten ist es in mehrere Grundwasserstockwerke gegliedert. In den Stockwerken, die nicht zu Tage treten, steht das Grundwasser unter hydrostatischen Druck. Dies bedeutet, dass es „gespannt“ ist bzw. unter Druck steht, der über die Oberfläche der zugehörigen grundwasserleitenden Schicht hinausgeht.

Das erste oder oberste ergiebige Grundwasserstockwerk wird durch die quartären Flussablagerungen (Sande und Kiese der Nieder- und Mittelterrasse des Rheins) gebildet, in denen hohe Wasserstände vorhanden sind und welche eine hohe Durchlässigkeit und eine sehr gute Ergiebigkeit aufweisen. Die tiefer gelegenen Grundwasserstockwerke werden von Lockergestein des Tertiärs mit meist guter bis mittlerer Ergiebigkeit gebildet. Sie stehen teilweise untereinander in einer lokalen hydraulischen Verbindung. Das Grundwasser kommt in geringen Mengen noch zusätzlich in den Festgesteinen des Unterdevons vor. Jedoch kann dort das Wasser stärker mineralisiert sein.



Die verfügbaren Daten zu den drei Grundwasserkörpern im Projektgebiet sind der Anlage 3.3 in [U 5] zu entnehmen. Dabei handelt es sich um die Grundwasserkörper mit den Nummern 27_25, 27_22 und 272_01. Die Grundwasserkörper werden wie folgt beschrieben: 27_25 und 27_22 Niederung des Rheins. Zusätzlich gibt es einen Grundwasserkörper mit der Kennzeichnung 272_01 Niederung der Sieg. Die Mächtigkeiten der einzelnen Grundwasserkörper sind leicht schwankend. Der Einfluss von Spiegelschwankungen des Rheins auf den Grundwasserstand kann je nach Entfernung zum Rhein variieren. In den Gebieten, die anliegend zum Rhein sind, hat die Spiegelschwankung einen höheren Einfluss auf den Grundwasserstand als in den Randbezirken des Untersuchungsgebietes, wo von einem untergeordneten Einfluss auszugehen ist. Das Grundwasser fließt prinzipiell zum Rhein hin, kann jedoch lokal variieren.

In Anlage 1.9 in [U 5] sind die ermittelten und festgesetzten Überschwemmungsgebiete dargestellt. Ebenso enthalten sind die Daten zum geringen, niedrigen und hohen Hochwasserrisiko bzw. der entsprechenden Hochwassergefahr. Die am Rhein liegenden Ortschaften wie Sürth, Lülsdorf, Niederkassel und Widdig liegen bzw. grenzen an die Überschwemmungsgebiete. Entlang des Rheins ist ein erhöhtes Risiko an Hochwasser vorhanden. Zusätzlich besteht bei den südlich im Untersuchungsgebiet liegenden Städten, wie z.B. Rheidt, eine mittlere Hochwassergefahr. Bei den Städten, die im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes liegen, besteht eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit von Hochwasser. Der Rhein wird entweder in Hochlage mittels Brücke über- oder aber in Tief- lage mittels Tunnel unterquert, so dass im Wesentlichen nicht mit entsprechenden Einwirkungen infolge Hochwasser zu rechnen ist. Zu berücksichtigen ist jedoch die Anordnung möglicher Pfeiler- und Widerlagerstandorte eines Brückenbauwerkes innerhalb von Überschwemmungsgebieten.

Im Untersuchungsgebiet liegt eine Vielzahl an aktiven Grundwassermessstellen (GWM) vor, die tlw. seit 1950 bis jetzt in (un)regelmäßigen Abständen erfasst werden. Insbesondere in den festgelegten Überschwemmungsgebieten als auch in den Bereichen der Trinkwasserschutzgebiete sind die Wasserstände von großer Bedeutung. Die Grundwassergleichen [U 6] deuten auf eine grundsätzliche Fließrichtung des Grundwassers in Richtung Norden hin. Linksrheinisch ist im Bereich des Trinkwasserschutzgebietes ein generelles Grundwassergefälle von rd. 1 m auf ca. 600 m vorhanden, rechtsrheinisch liegt das Gefälle bei 1 m auf rd. 900 m.

Seitens der Stadtwerke Niederkassel wurden für das Einzugsgebiet des Trinkwasserschutzgebietes Niederkassel Messdaten der im Gebiet befindlichen Grundwassermessstellen ab dem Jahr 2001 zur Verfügung gestellt [U 9]. Es handelt sich hierbei um insgesamt 73 GWM, wobei bei 54 GWM keinerlei



Messdaten angegeben sind. Bei den übrigen 19 GWM liegen Stichtagsmessungen im Frühjahr / Sommer bzw. Herbst / Winter eines jeden Jahres (meist Mai und Oktober) vor. Der maximale Wasserstand der 19 GWM liegt zwischen 44,84 und 46,25 m NHN und der minimale Wasserstand zwischen 41,59 und 43,30 m NHN. Aufgrund dessen, dass nur Stichtagsmessungen vorliegen, ist die Wahrscheinlichkeit den tatsächlichen minimalen und maximalen Wasserstand angetroffen zu haben als gering zu bewerten. Aus der Grundlagenermittlung [U 5] liegen zu 19 der 73 GWM mehr Messdaten, z.T. mehrere Jahrzehnte, vor. Der minimale Wasserstand wurde demnach im Einzugsgebiet rd. 5 m tiefer als zuvor anhand der Stichtagsmessungen bei 39,91 m NHN festgestellt, der maximale Wasserstand liegt rd. 3 m höher bei 49,20 m NHN. Vergleicht man die einzelnen Daten mit denen der Grundwassergleichen aus [U 6] bestätigt sich unsere bereits zuvor beschriebene Annahme zum Gefälle und der Fließgeschwindigkeit. Nach den Angaben im Bericht [U 9] zum Wasserrechtsantrag liegt der hydraulische Gradient anhand des GW-Gleichenplans basierend auf Messdaten zwischen Nov. 1984 und Okt. 1998 in der gleichen Größenordnung wie durch uns anhand der „eigenen“, lokalen GW-Gleichen aus [U 12] ermittelt und kann somit bestätigt werden. Die Durchlässigkeit der quartären Terrassenkiese wird in [U 9] sowie in [U 10] jedoch mit $k_f = 1 \times 10^{-2}$ bis $2,3 \times 10^{-2}$ m/s angegeben und ist damit rd. eine Zehnerpotenz höher als von uns angenommen. Im weiteren wird von der mit [U 9] mitgeteilten Durchlässigkeit von $k_f = 1 \times 10^{-2}$ bis $2,3 \times 10^{-2}$ m/s ausgegangen.

Vom Wasserbeschaffungsverband Wesseling-Hersel erhielten wir mit [U 8] Pegeldaten von insgesamt 30 Grundwassermessstellen im Bereich des Trinkwasserschutzgebietes Urfeld. Es liegen bei fast allen Messstellen monatliche Stichtagsmessungen zwischen Nov. 2015 und April 2021 vor, wobei die Messdaten im Winterhalbjahr 2017 fehlen. Bei 5 Messstellen liegen nur Stichtagsmessungen im Sommer- bzw. Winterhalbjahr vor. Leider handelt es sich nur um Messwerte bezogen auf GOK oder POK ohne Bezug auf die tatsächliche Tiefenlage in m NHN. Mit den bereits im Zuge der Grundlagenermittlung erhaltenen Informationen zu den Grundwassermessstellen konnte jedoch eine Auswertung der Messdaten in [U 8] bezogen auf die tatsächliche Lage des GW-Spiegels in m NHN vorgenommen werden. Der minimale Wasserstand wurde auf Basis der vorliegenden Messdaten bei 38,79 m NHN festgestellt, der maximale Wasserstand wurde bei 48,66 m NHN ermittelt. Die Grundwassergleichen [U 6] im linksrheinischen Betrachtungsbereich, die sich auf die mittleren Wasserstände beziehen, fügen sich ziemlich gut in die festgestellten minimalen und maximalen Wasserstände ein. Die Durchlässigkeit der quartären Kiese wurde im Wasserrechtsantrag [U 8] gemäß dem Grundwassermodell mit $k_f = 1,0$ bis $1,4 \times 10^{-2}$ m/s angesetzt und wird im Weiteren so verwendet. Die vorbenannte Spannweite ist auch so im Bericht des TZW [U 11] enthalten.



2.4 Altlasten

Gemäß den Auskünften der Stadt Köln, des Rhein-Erft-Kreises und des Rhein-Sieg-Kreises aus [U 5] liegen im Untersuchungsbereich zahlreiche Altlastenflächen vor. Bei einer Vielzahl der Flächen liegt entweder noch keine Verdachtsbewertung vor oder es besteht kein Verdacht / keine Gefahr bei planungsrechtlich zulässiger Nutzung oder der Verdacht wurde bereits ausgeräumt.

Im Hinblick auf die vorliegenden Informationen zu den Altlastenverdachtsflächen ist gemäß den Angaben in der UVS eine Betroffenheit von 1 Altlast (Variante 10T) bis 9 Altlasten (Variante 6aB und 6bB) gegeben. Es ist somit grundsätzlich eine Betroffenheit vorhanden, die zu entsprechenden Maßnahmen bei einem Eingriff in die Altlastenfläche führen.

2.5 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften

Nach RStO 12 liegt der Untersuchungsraum in der Frosteinwirkungszone I.

Zur Klärung der bergbaulichen Verhältnisse wurde am 10. April 2019 eine **Anfrage an die Bezirksregierung Arnsberg**, Abteilung 6 – Bergbau und Energie in Nordrhein-Westfalen gestellt. Gemäß dem Antwortschreiben vom 02.05.2019 ist in dem dargestellten Vorhabenbereich Altbergbau nicht dokumentiert. Am nordöstlichen Randbereich des Untersuchungsraumes ist allerdings im ehemaligen Bergwerksfeld „Wahner Heide“ geringfügiger Bergbau zu vermuten – hier befinden sich aber keine der vertieft zu untersuchenden Varianten. Die genaue Lage, Art und Umfang sind allerdings unbekannt. Für diesen Bereich liegt zur Beurteilung lediglich die s.g. Bensberger Lagerstättenkarte vor.

Nach DIN 4149:2005-04 liegt der Untersuchungsbereich in der Erbebenzone 1 und der Untergrundklasse T (Übergangsbereich zwischen Gebieten der Untergrundklasse R und S sowie Gebiete flachgründiger Sedimentbecken). Dies ist bei der Konzeption der Bauwerke zu berücksichtigen und zu beachten. Der Untersuchungsraum liegt am westlichen Rand z.T. in der Erdbebenzone 2, dies betrifft die Gemeinden Meschenisch, Wesseling und Sechtem, siehe hierzu Abbildung 2-1.

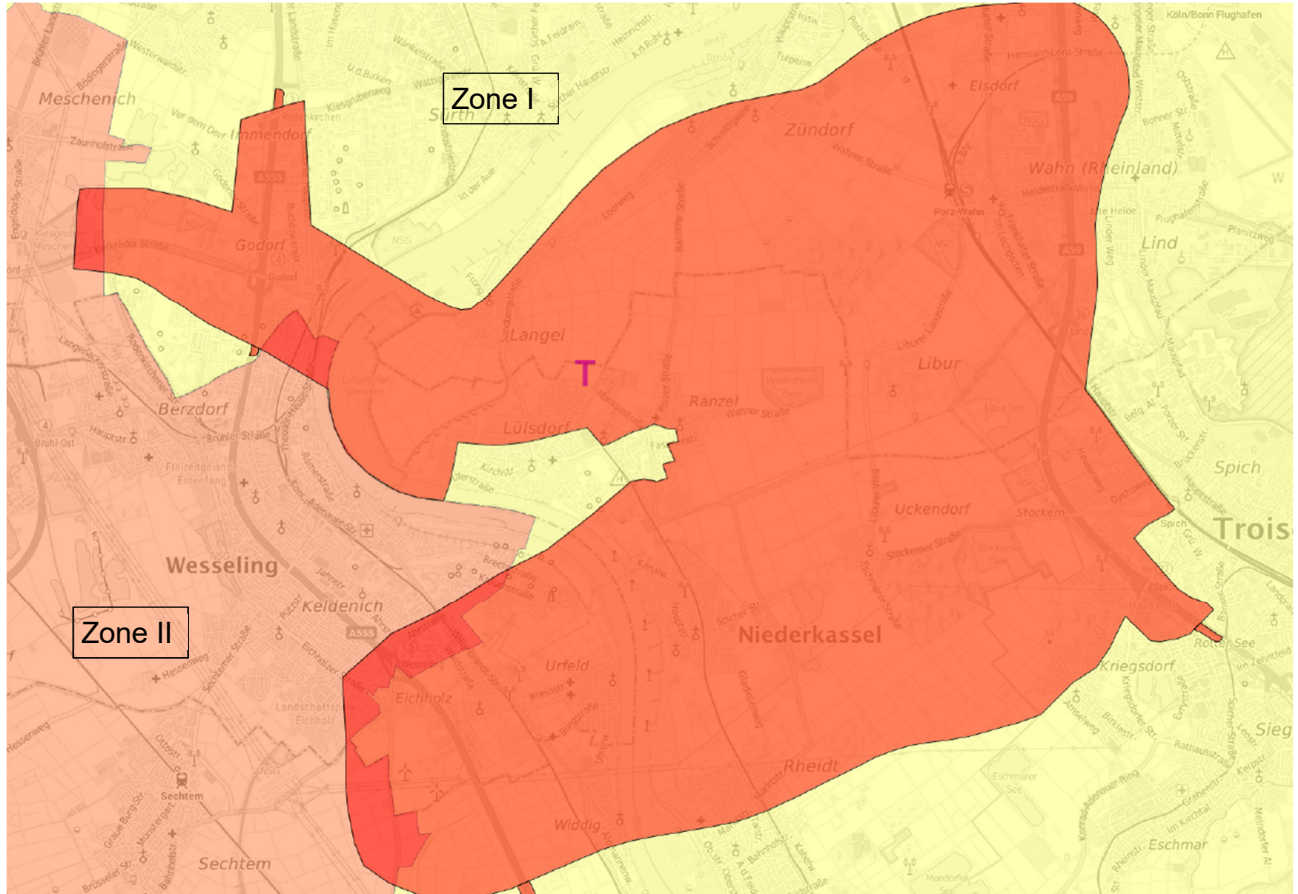


Abbildung 2-1: Darstellung des Untersuchungsraumes (orange) mit den Erdbebenzonen (gelb und rot) aus [U 13]

Eine Anfrage an die Ordnungsämter der im Untersuchungsbereich befindlichen Städte zur Luftbildauswertung zur Ermittlung der Kampfmittelfreiheit erfolgt erst nach Vorliegen einer Vorzugsvariante für den Trassenverlauf der geplanten A553. Aussagen können somit zum jetzigen Zeitpunkt nicht getroffen werden. Generell kann das Vorhandensein von Kampfmitteln im Projektgebiet vorab jedoch nicht ausgeschlossen werden. Vor allem im Bereich von Städten bzw. größeren Ortschaften, aber auch im ländlichen Raum ist erfahrungsgemäß oft mit einer Kampfmittelbelastung zu rechnen, insbesondere im Bereich taktischer Ziele wie z.B. Bahnstrecken. Eine Kampfmittelfreigabe im Bereich geplanter Baumaßnahmen ist daher voraussichtlich generell erforderlich.

Im gesamten Untersuchungsbereich sind einige Kiesgruben (z.B. zwischen Libur und der A59, zwischen Niederkassel und Uckendorf) vorhanden, in denen die Sande und Kiese der Niederterrasse zur Rohstoffgewinnung abgebaut werden. Die Abraummächtigkeit liegt im Wesentlichen zwischen



2 m und 8 m, lokal jedoch auch bis zu 15 m (Höhe Anschlussstelle Lind). Weitere Rohstoffe werden im Untersuchungsraum nach den Informationen im Geoportal NRW nicht abgebaut.

3. TRINKWASSERGEWINNUNGSANLAGEN IM UNTERSUCHUNGSBEREICH

Im Untersuchungsbereich sind insgesamt drei Trinkwasserschutzgebiete (siehe auch Abb. 1-1) vorhanden. Es handelt sich hierbei um die Gebiete Zündorf, Urfeld und Niederkassel.

Das **TWSG (Trinkwasserschutzgebiet) Zündorf** liegt im Süden der Stadt Köln und weist eine Fläche von etwa 49,5 km² auf. Insgesamt verläuft das TWSG über mehrere Ortschaften hinweg, „betroffen“ sind u.a. Zündorf, Wahn, Libur und Spich. Im Süden endet das TWSG südlich der L332 angrenzend zum nächsten TWSG auf Troisdorfer Stadtgebiet auf Höhe der Sieg. Das TWSG weist Abmessungen von max. rd. 12 km in Nord-Süd-Richtung und ca. 4,8 km in West-Ost-Richtung auf, wobei der südliche Zipfel nur etwa 1,2 km breit ist. Die Fließrichtung ist Richtung Nordwesten zum Rhein gerichtet.

Südlich des TWSG Zündorf liegt angrenzend zur Zone IIIB das **TWSG Niederkassel** mit einer Fläche von rd. 7,6 km² - siehe auch Abbildung 1-1 bzw. [U 1]. Dieses TWSG verläuft von Niederkassel über Rheidt bis nach Bergheim und endet etwa 0,5 km nördlich der Sieg. Es weist maximale Abmessungen von rd. 1,5 km in Richtung West-Ost und rd. 5,8 km Nord-Süd auf. Das Wasserwerk betreibt nach [U 9] insgesamt drei Brunnen mit einer derzeitigen durchschnittlichen Förderleistung von 1,9 Mio. m³/a bzw. 216,67 m³/h. Das Wasserrecht erlaubt eine Entnahme von bis zu 3 Mio. m³/a bzw. ca. 342 m³/h und wird somit aktuell nicht ausgeschöpft. Gemäß den von den Stadtwerken Niederkassel zur Verfügung gestellten Unterlagen [U 9] nutzt das Wasserwerk den Porengrundwasserleiter in den quartären Terrassenkiesen mit einer Mächtigkeit von etwa 15 bis 21 m. Je nach Wasserstand des Rheins exfiltriert bei Niedrigwasser Grundwasser in den Fluss bzw. bei Hochwasser gelangt Rheinwasser als Uferfiltrat in das Grundwasser. Die Fließrichtung des Grundwassers im Anströmbereich des Wasserwerkes variiert hierdurch stark. In Rheinnähe ist im Mittel die Strömung nach Nord-Nordwesten und mit zunehmendem Abstand zum Rhein nach Nordwesten gerichtet. Die nachfolgende Abbildung 3-1 enthält die Darstellung des Wasserschutzgebietes sowie des potentiellen Einzugsgebietes des Wasserwerkes Niederkassel. Wie man erkennen kann, ist das Einzugsge-



biet (grau) deutlich größer als die tatsächliche Fläche des Wasserschutzgebietes und reicht im Westen bis an den Rhein heran. In Abbildung 3-2 ist die Abschätzung des effektiven Einzugsgebietes anhand von Berechnungen dargestellt und deckt sich mit der Darstellung in Abbildung 3-1. Alle vorbenannten Angaben finden sich auch im Bericht des TZW [U 10] wieder.

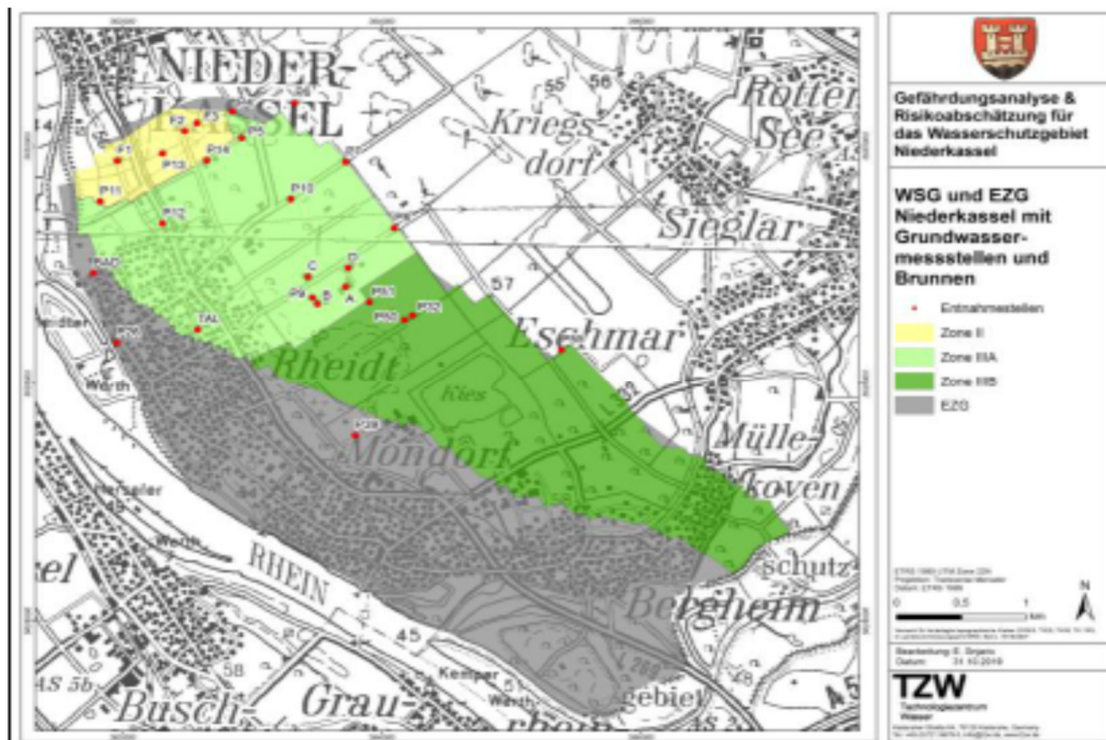


Abbildung 3-1: Lage des Wasserschutzgebietes und des potentiellen Einzugsgebietes aus [U 10]

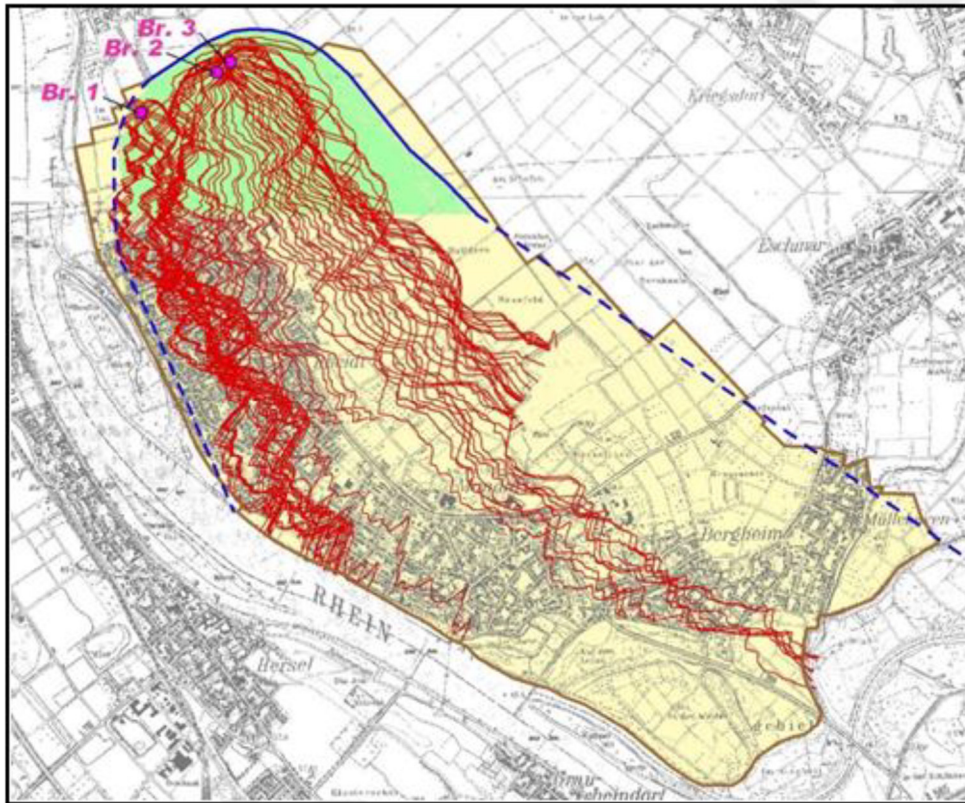


Abbildung 3-2: Abschätzung des effektiven Einzugsgebiets des Wasserwerks Niederkassel auf der Basis rückwärts berechneter instationärer Bahnlinien aus [U 10]

Linksrheinisch in etwa auf gleicher Höhe zum TWSG Niederkassel befindet sich letztlich das **TWSG Urfeld**, welches eine Fläche von rd. 22,5 km² aufweist. Die Grenzen des TWSG Niederkassel verlaufen von Urfeld im Norden bis nach Alfter und Tannenbusch im Süden und breiten sich im Westen bis nach Bornheim aus. In der Länge ist das TWSG etwa 7,7 km und in der Breite bis zu ca. 3,8 km groß. Wie zuvor schon für das TWSG Niederkassel beschrieben, wird auch hier der quartäre Porengrundwasserleiter zur Trinkwassergewinnung genutzt. Die Mächtigkeit des Aquifers ist in [U 8] mit 18 bis 20 m angegeben, wobei die Mächtigkeit nach Süden hin abnimmt. Nach [U 8] betragen die Förderleistungen der insgesamt 6 im TWSG vorhandenen Brunnen 150 bis 500 m³/h bei Absenkbeiträgen von 0,2 bis max. 1,87 m und einer maximal erlaubten Gesamtfördermenge von 4,8 Mio. m³/a bzw. 750 m³/h. Die tatsächlichen Brunnenfördermengen der Jahre 2011 bis 2020 liegen zwischen 3,08 Mio. m³/a und 4,9 Mio. m³/a für das gesamte Wasserwerk bzw. für den Einzelbrunnen zwischen ca. 35 bis hin zu 190 m³/h. Bei hohen Rheinwasserständen werden alle 6 Brunnen mit Uferfiltrat und somit aus südöstlicher bis östlicher Richtung angeströmt, bei niedrigen Rheinwasserständen hinge-



gen fließt überwiegend Grundwasser aus südlicher Richtung dem Wasserwerk zu. Das Einzugsgebiet wird im Süden durch den Vorgebirgsrand begrenzt. In keiner der beiden Fälle wird die gesamte Fläche des Trinkwasserschutzgebietes als Einzugsgebiet in Anspruch genommen (siehe Abb. 3-3 und 3-4). Die vorbenannten Angaben decken sich mit den Informationen im Bericht des TZW [U 11]. Südlich der Schutzzone II befinden sich vier Infiltrationsbrunnen, über die im Bedarfsfall bei zu hohen Nitratkonzentrationen Uferfiltrat des Rheins versickert wird. Die Versickerungsbrunnen, die im Bedarfsfall zur Verbesserung der Rohwasserqualität zum Einsatz kommen, liegen einige Meter südlich der Grenze der Schutzzone II. Sie weisen eine Tiefe von ca. 19 m auf. Darüber hinaus befindet sich am westlichen Ufer des Rheins ein Uferfiltratbrunnen. Gemäß den Angaben des Wasserbeschaffungsverbandes Urfeld (WBV) weist der Uferfiltratbrunnen eine Tiefe von ca. 16 bis 17 m auf und liegt auf dem Gelände der Kläranlage Urfeld ca. 75 m vom Rhein entfernt.

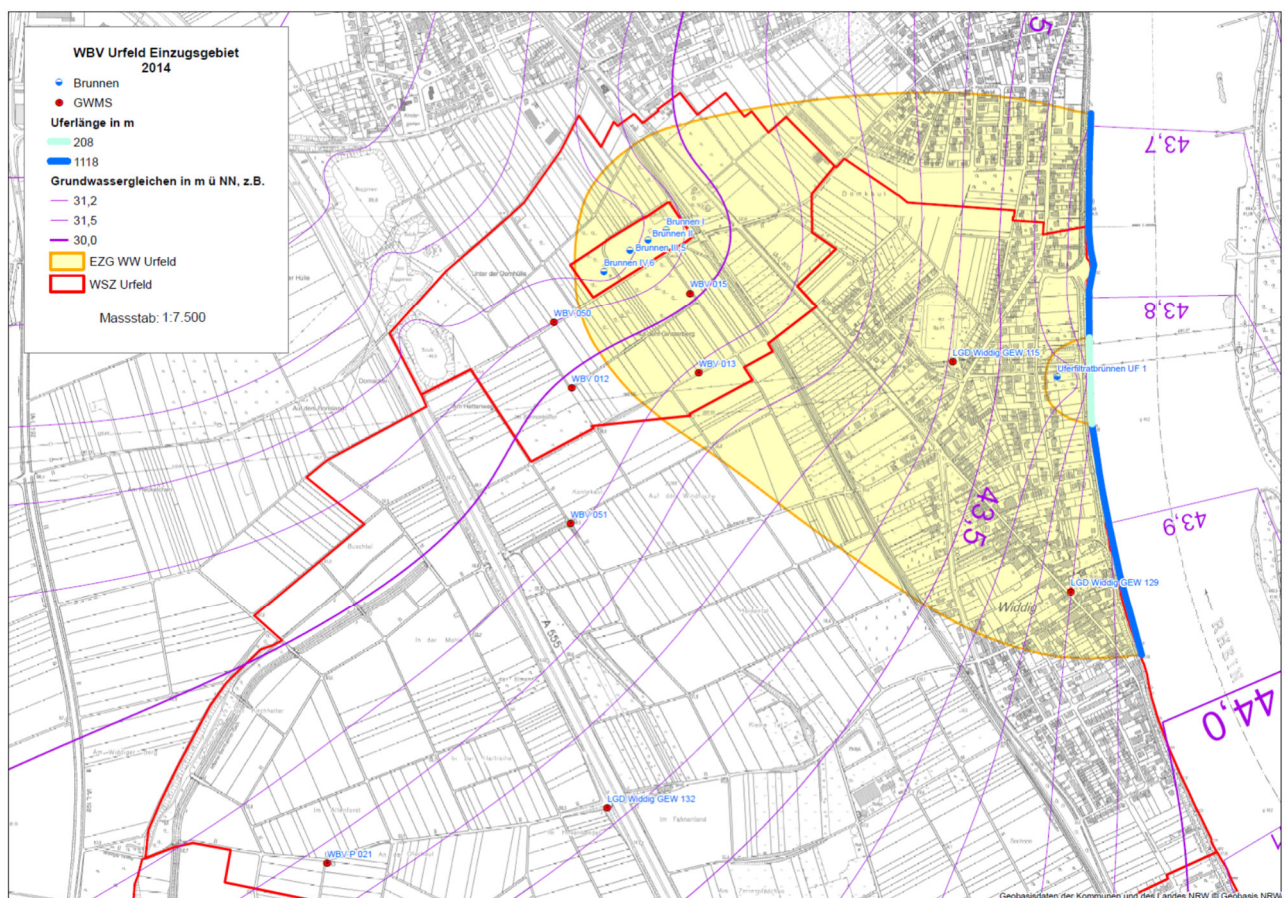


Abbildung 3-3: Einzugsgebiet bei hohen Rheinwasserständen nach [U 8]

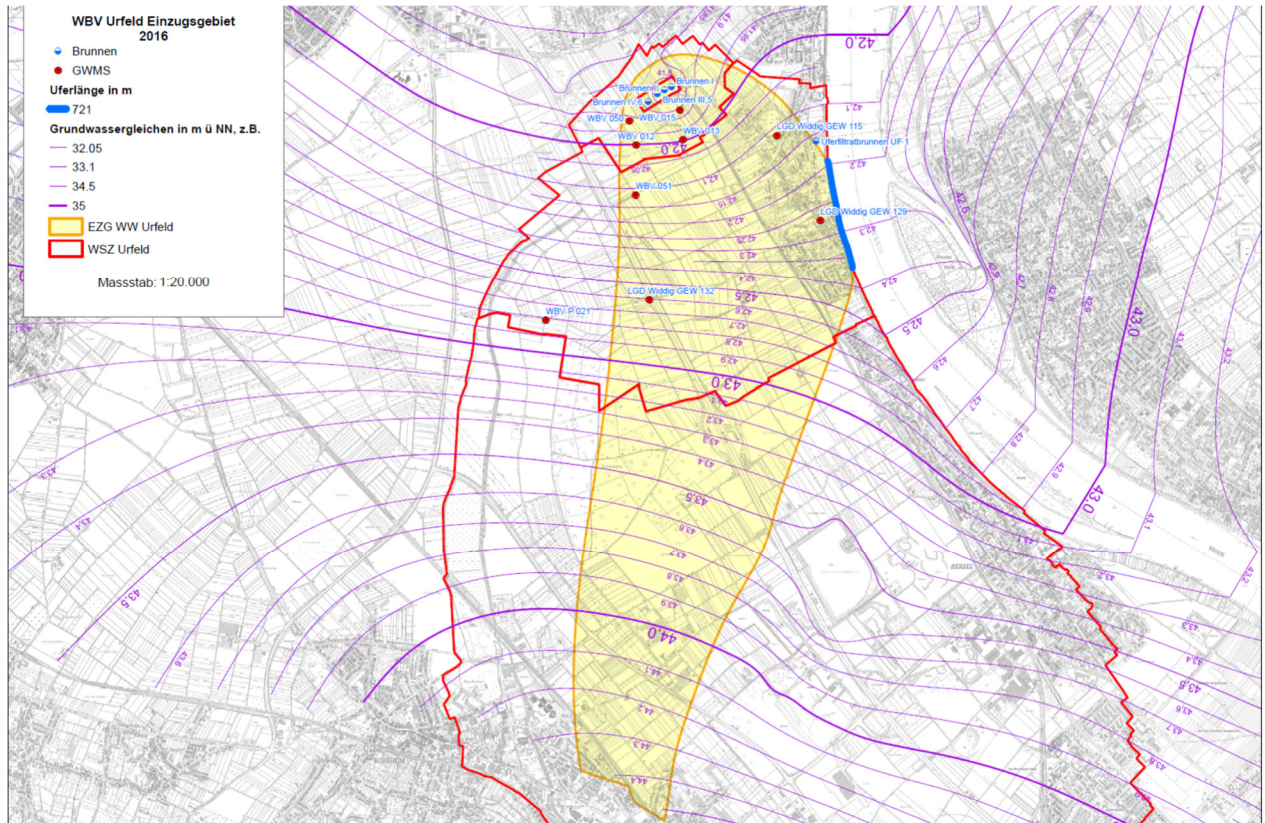


Abbildung 3-4: Einzugsgebiet bei niedrigen Rheinwasserständen nach [U 8]

4. TUNNELINTERAKTIONEN

4.1 Einfluss auf die Trinkwassergewinnung

4.1.1 Varianten V6aT und V7T

Die Trassen der Varianten V6aT und V7T durchlaufen die Zone IIIB des TWSG Zündorf. Außerdem wird für beide Varianten eine Ersatzanschlussstelle an der A555 erforderlich. Die Ersatzanschlussstelle sowie die zugehörigen Anbindungsstraßen liegen in der bzw. durchlaufen die Zone IIIA des TWSG Urfeld. Die 4 Versickerungsbrunnen sind von der Anbindungsstraße nicht direkt betroffen, liegen aber im nahen Umfeld der Anbindungsstraße. Die Tunnelstrecken der Varianten V6aT und V7T selber liegen außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten. Daher kann ein negativer Einfluss der Tunnelröhren auf Trinkwassergewinnungsanlagen ausgeschlossen werden.



4.1.2 Variante V9BT

Die Trasse der Tunnelröhren der Variante V9bT liegt innerhalb der Zone II des TWSG Urfeld (linksrheinisch) und tangiert rechtsrheinisch die Zone II des TWSG Niederkassel, so dass eine Beeinflussung der Tunnellage auf die Trinkwassergewinnung nicht grundsätzlich auszuschließen ist. Außerdem verlaufen die Tunnelröhren durch die Zone IIIA der Trinkwasserschutzgebiete Urfeld (linksrheinisch) und Niederkassel. Die oberirdische Trassenführung dieser Variante verläuft durch die Zone II und IIIA des TWSG Urfeld, der Zone IIIA des TWSG Niederkassel sowie durch die Zone IIIB des TWSG Zündorf (rechtsrheinisch).

Für diese Tunnelvarianten wird eine Ersatz-Anschlussstellen an der A555 erforderlich (siehe [U 3]). Die Ersatz-Anschlussstelle und die Anbindungsstraße verläuft durch die Zone IIIA des TWSG Urfeld.

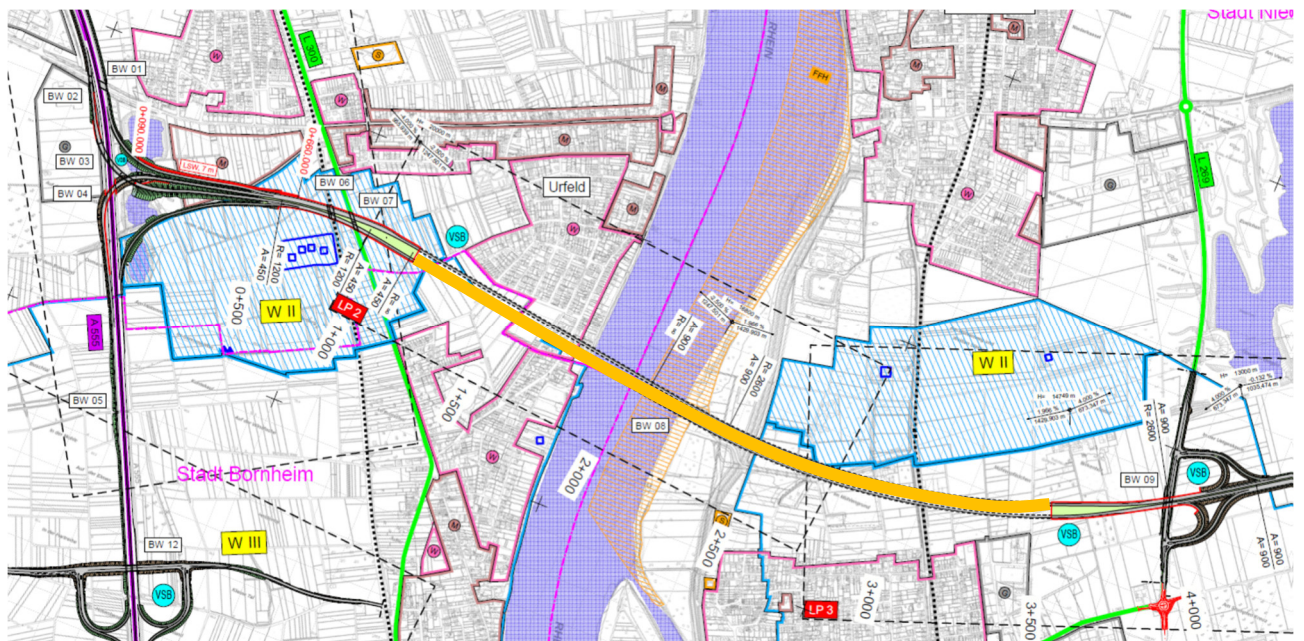


Abbildung 4-1: Variante V9bT durch Wasserschutzgebiet Zone II und Zone III

In den nachfolgenden Abbildungen 4-2 bis 4-5 ist für die Tunnelvarianten V9bT eine schematische Lagedarstellung sowie ein schematischer Systemschnitt ohne endgültige Abmessungen als Detailansicht einmal für den linksrheinischen und einmal für den rechtsrheinischen Bereich abgebildet. Es ist im schematischen Systemschnitt dargestellt, welcher Bereich des Tunnels in den oberen Aquifer eingreift (lila Fläche) und zu einer potentiellen Beeinflussung der Trinkwassergewinnung beiträgt.



Die Trinkwassergewinnung erfolgt aus dem oberen, quartären Aquifer. Darunter stehen die Sande des unteren, tertiären Aquifers an, aus dem kein Trinkwasser gefördert wird. Große Teile der Tunnelröhren verlaufen im unteren Aquifer, so dass in diesen Bereichen keine maßgebliche Beeinflussung der Trinkwassergewinnung zu erwarten ist. Allenfalls im Übergangsbereich kann es durch Aufstau zu einem geringen Aufstieg von tertiären Wässern in den oberen, quartären Aquifer kommen.

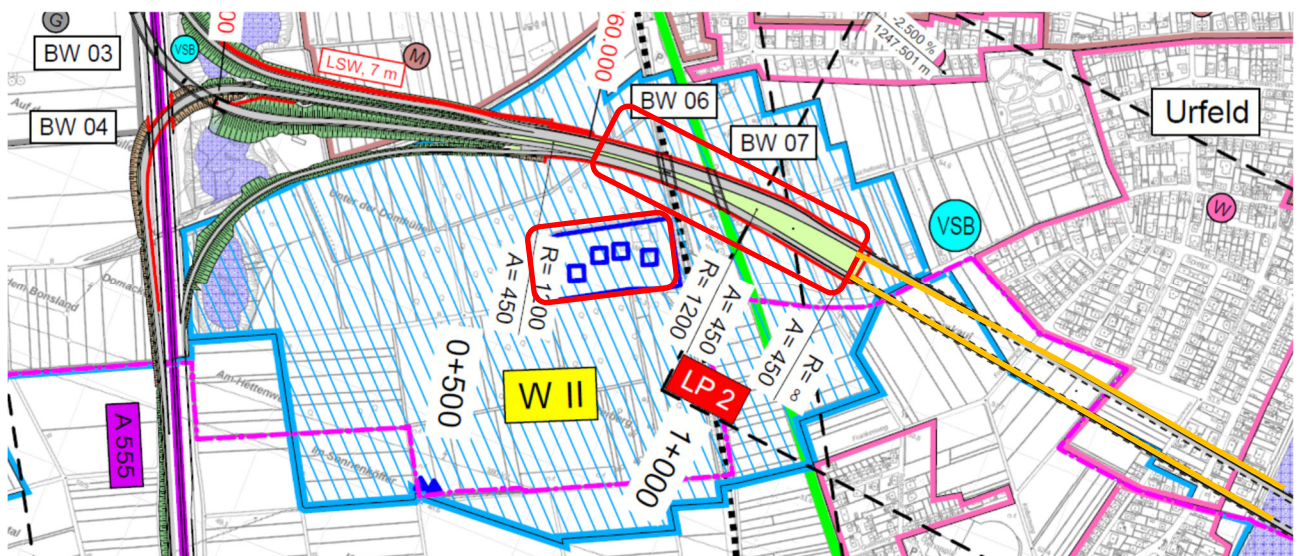


Abbildung 4-2: Detailansicht V9bT, linksrheinisch

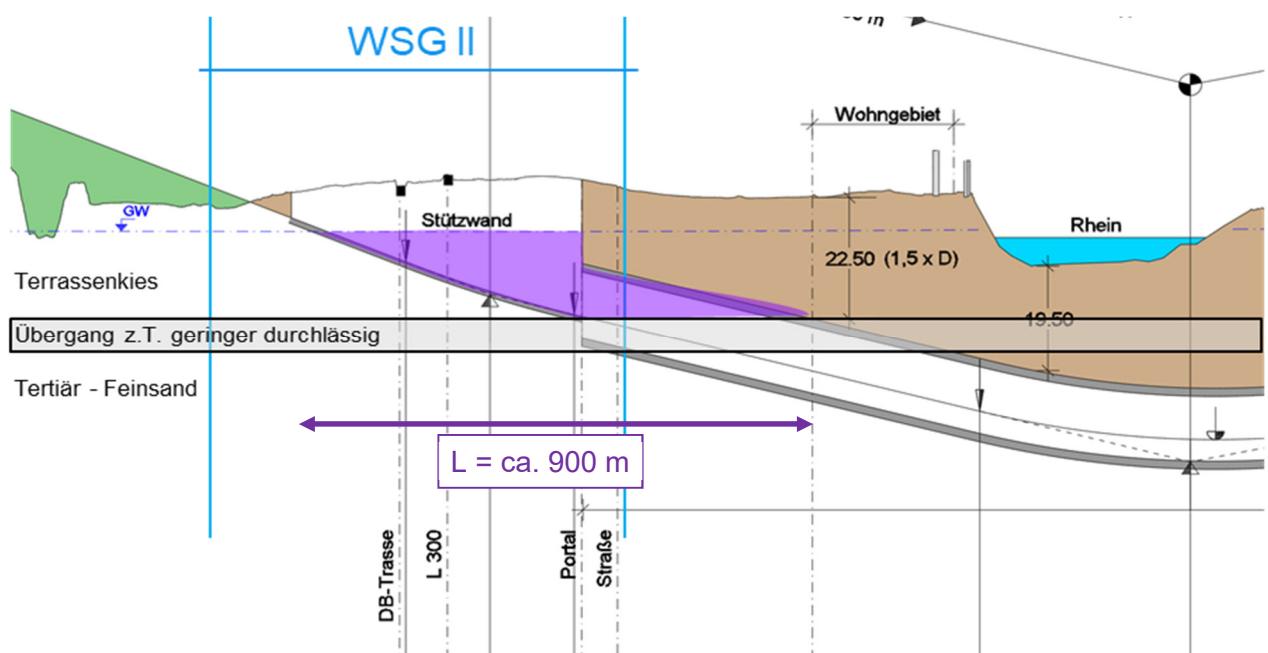


Abbildung 4-3: schematischer Systemschnitt V9bT, linksrheinisch

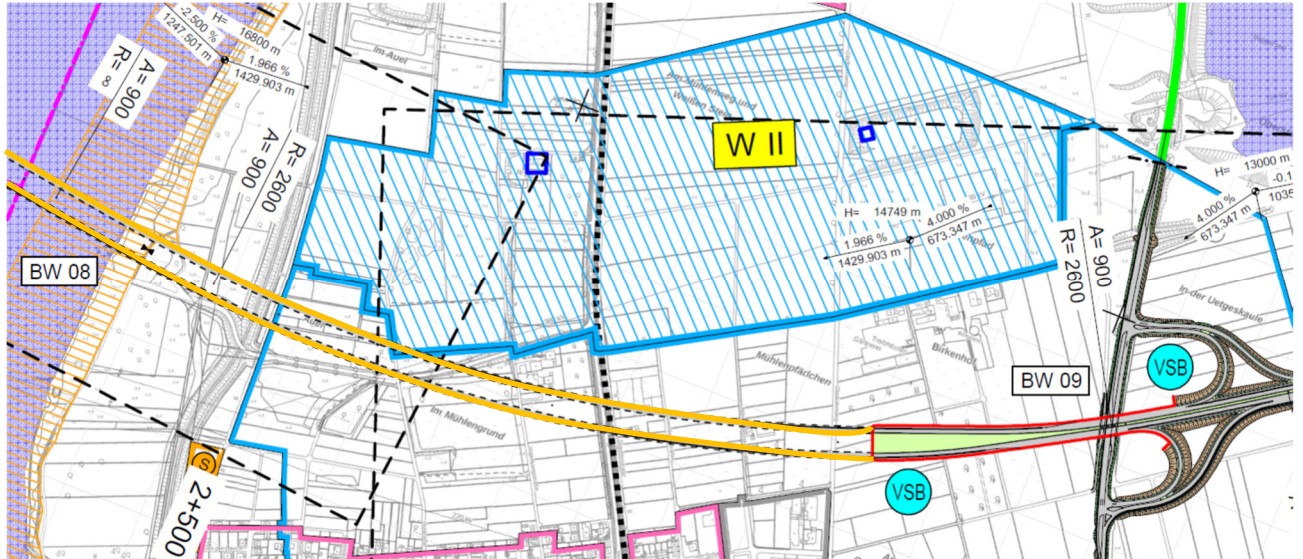


Abbildung 4-4: Detailansicht V9bT, rechtsrheinisch

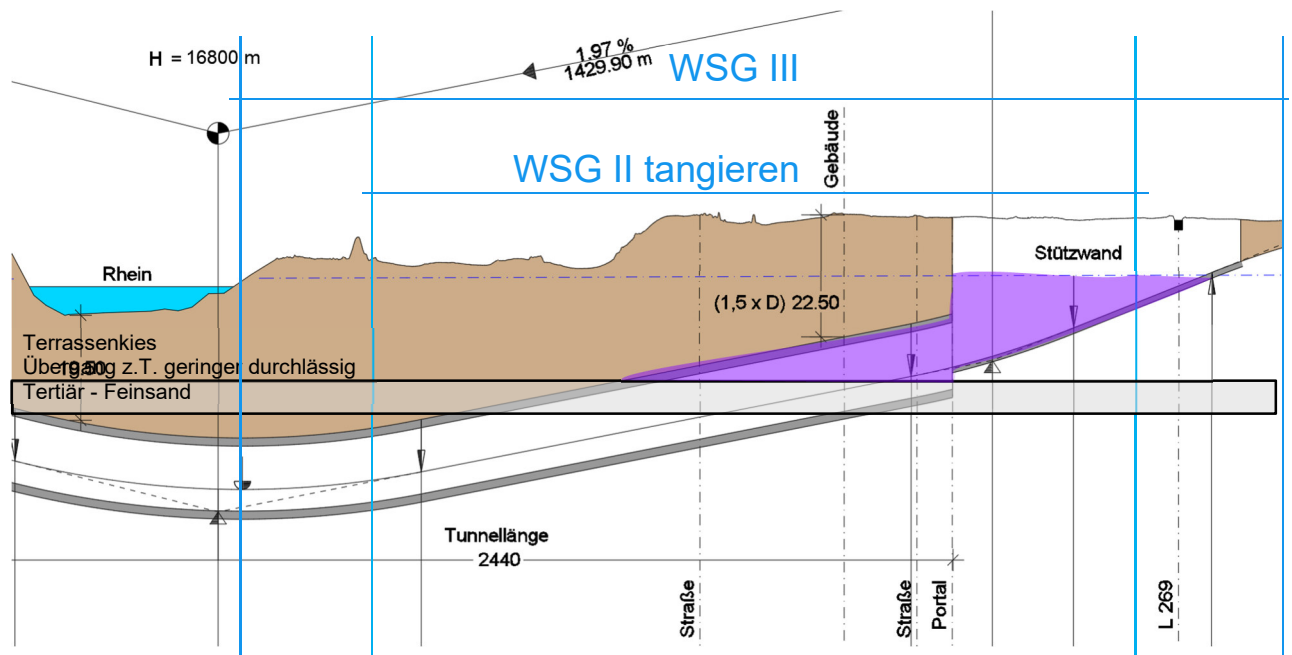


Abbildung 4-5: schematischer Systemschnitt V9bT, rechtsrheinisch

In dem Bereich, in dem eine Tunnelröhre in die Zone II des TWSG eindringt, liegt die Tunnelröhre bereits im unteren, tertiären Aquifer, so dass der zur Trinkwassergewinnung genutzte obere Aquifer hier nicht mehr betroffen ist.



Zur Bewertung des Einflusses des Tunnelbauwerks, inkl. der an die Tunnelröhren anschließenden Trogstrecken, in denen die Trasse an die Geländeoberfläche hoch geführt wird, auf die Trinkwassergewinnung, insbesondere auf die Ergiebigkeit der Brunnen, wurde eine Betrachtung zum Aufstau und Sunk sowie zur Reichweite der Grundwasserspiegeländerung ausgeführt, die durch das Bauwerk ausgelöst werden kann. Hierzu wurde eine Aufstauberechnung nach Schneider [U 14] durchgeführt. Dies ermöglicht eine quantifizierte Abschätzung zum Einfluss (Aufstau / Sunk) eines Tunnels im Aquifer. Diese ist als Anlage 1 beigefügt und basiert auf den bisherigen Informationen zur Hydrologie aus [U 5], den Grundwassergleichenkarten aus [U 6] und den Angaben in [U 7] bis [U 11].

Die Breite des Bauwerks wird ausgehend von einem angenommenen Tunnelaußendurchmesser von $D_a = 15$ m und unter Ansatz von 2 Röhren mit 30 m angesetzt. In der Realität werden die beiden vorgesehenen Tunnelröhren (je 1 pro Fahrtrichtung) zwar einen Abstand von min. $2 \times D_a$ zueinander aufweisen, so dass zwischen den Tunnelröhren grundsätzlich eine Wasserströmung stattfinden kann. Für die Aufstauberechnung wird jedoch der ungünstige Fall betrachtet, dass die beiden Tunnelröhren direkt nebeneinander verlaufen.

Nachfolgend werden die Eingangsparameter zur Abschätzung des Grundwasseraufstaus für die Variante V9bT für die linke Rheinseite innerhalb des TWSG Urfeld erläutert:

Länge des Bauwerks: Der Eingriff in den Aquifer / Grundwasserleiter zur Trinkwassergewinnung beträgt rd. 900 m. (siehe auch Abbildung 4-3)

Breite des Bauwerks: siehe oben, 30 m

Anströmwinkel: Nach der Beschreibung in Kap. 3 fließt das Wasser im Wesentlichen aus südlicher bis östlicher Richtung auf die Brunnen zu. Bezogen auf die Tunnellage liegt der Anströmwinkel zwischen 0 und 90° . Die Berechnung wird für beide Werte durchgeführt.

Aquifermächtigkeit: Gemäß den Angaben in Kap. 3 beträgt die Aquifermächtigkeit linksrheinisch im Wesentlichen 18 bis 20 m. Für die Berechnung wird die geringere Mächtigkeit angesetzt.

UK Bauwerk/OK Wasserstauer: Entsprechend Abbildung 4-4 kann über die maßgebende Länge des Bauwerks im Aquifers davon ausgegangen werden, dass dieser max. zu $2/3$ abgesperrt wird. Die Lage des Tunnels im Tertiär ist nicht von Bedeutung für den Grundwasseraufstau und ist daher nicht zu berücksichtigen. Für die Berechnung wird daher im Mittel ein Wert von 6,1 m für die Höhe des verbleibenden Durchflussquerschnitts angesetzt.

Grundwassergefälle: Nach den Grundwassergleichenkarten [U 6] ergibt sich das Gefälle zu 0,0017 bzw. 0,17 %.



Durchlässigkeitsbeiwert: Die Berechnung erfolgt sowohl mit dem oberen als auch mit dem unteren Wert der Spannweite für die Durchlässigkeit wie in Kap. 2.3 angegeben.

Für einen Anströmwinkel von 0° (also aus Richtung Süden, senkrecht auf die Tunnelachse gerichtet) ergibt sich nach Anlage 1 für diese Tunnelvariante ein Aufstau von etwa 0,06 m, bei 90° (östliche Richtung, parallel zur Tunnelachse) ist nicht mit einem Aufstau zu rechnen (0,00 m).

Aufgrund des Aufstau auf der Anstromseite, kommt es auf der den Brunnen zugewandten Abstromseite zu einem ebenso großen Absunk. Die Reichweite, bis zu der ein Effekt, also der Absunk, zu beobachten ist, kann mit der Brunnenformel nach Sichardt abgeschätzt werden:

$$R = \sqrt{k_f} \times 3000 \times s \text{ [m]}$$

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Übersicht der Ergebnisse der Aufstauberechnungen für die Tunnelvariante V9bT enthalten.

Variante	Rheinseite	Durchlässigkeit [m/s]	Anströmwinkel [°]	Aufstau [m]	Reichweite [m]
V9bT	links	1,0 x 10 ⁻² 1,4 x 10 ⁻²	0	0,06	18 21
V9bT	links	1,0 x 10 ⁻² 1,4 x 10 ⁻²	90	0,00	0 0
V9bT	rechts	1,0 x 10 ⁻² 2,3 x 10 ⁻²	0	0,09	27 41
V9bT	rechts	1,0 x 10 ⁻² 2,3 x 10 ⁻²	90	0,00	0 0

Tabelle 4-1: Berechnungsergebnisse zum Grundwasseraufstau V9bT

Der errechnete maximale Aufstau liegt zwischen ca. 0,06 bis 0,09 m. Bei einem Anströmwinkel aus östlicher bzw. westlicher Richtung, entsprechend also vom / zum Rhein, ist nicht mit einem Grundwasseraufstau oder -absunk zu rechnen.

Der geringste Abstand der Tunnelröhren zu den Brunnen beträgt linksrheinisch bei Variante V9bT etwa 320 m. Rechtsrheinisch ist ein Abstand von etwa 370 m vorhanden. Betrachtet man die ermittelte Reichweite unter Ansatz des berechneten Aufstaus ist sowohl links- als auch rechtsrheinisch



nicht mit einem Effekt auf die Ergiebigkeit zu rechnen. Die Reichweiten sind deutlich kleiner als die Abstände zu den Brunnen. Die Trinkwassergewinnung wird somit infolge der Tunnelbauwerke nur unwesentlich beeinflusst.

Wenn man die Betrachtung auf die Tunnelabschnitte mit der größten Absperrung des Aquifers beschränkt (ca. 80 bis 85 % auf 70 bis 120 m langen Abschnitten), ergeben sich Aufstauwerte bei einer Anströmung aus Süden die etwa 2-mal so hoch sind als mit den in Tabelle 4-1 aufgelisteten Werten und liegen im Bereich von ca. 0,11 m für die Tunnelvariante V9bT linksrheinisch und ca. 0,24 m rechtsrheinisch. Diese Berechnungen sind als Anlage 2 dem Bericht beigefügt. Die Reichweiten vergrößern sich zwar auf 39 bis 109 m, sind aber nach wie vor deutlich kleiner als die Abstände zu den Brunnen – dies ist vor allem auf die hohen Durchlässigkeiten des Untergrundes zurück zu führen. Die Ergiebigkeit der Trinkwassergewinnung wird durch die Tunnelröhren und Trogbauwerke selber also nicht beeinträchtigt. Als worst-case-Betrachtung für den Fall, dass die Verbaulemente nach Herstellung der Trogbauwerke im Baugrund verbleiben, können die nachfolgenden dargestellten Ergebnisse angesehen werden.

Für die Erstellung der Trogbauwerke werden voraussichtlich wasserdruckhaltende Baugruben erforderlich, die z.B. mittels Spundwänden oder Bohrpfahlwänden hergestellt werden. Möglich ist hierbei auch die Anordnung einer aufgelösten Verbauwand, bei der nur jede zweite Bohle bzw. jeder zweite Pfahl nur bis knapp unter die Baugrube eingebracht wird, um einen Restdurchflussquerschnitt zu erhalten und den Aquifer bei einer Einbindung des Verbaus bis in das Tertiär vollständig abzusperren. In Anlage 3 sind Aufstauberechnungen unter Berücksichtigung eines solchen aufgelösten, verbleibenden Verbaus für die Trogbauabschnitte enthalten. Die Trogbauabschnitte bzw. die hierfür erforderlichen Baugruben wurden in 50 bzw. 100 m Abschnitte unterteilt und den Einzelabschnitten eine Absperrwirkung in Prozent zugewiesen und daraus die Restmächtigkeit des Aquifers bestimmt. Je weiter die Baugrube vom Tunnel abrückt, desto geringer wird die Absperrung des Aquifers, da davon auszugehen ist, dass die Verbauwände nicht über die gesamte Troglänge in das Tertiär einbinden müssen. Je nach Länge der Trogstrecke (ca. 250 m bis 600 m) ergeben sich hieraus 5 bis 6 Berechnungsabschnitte und somit Absperrwirkungen zwischen ca. 17 % bis 100 %. Bei einer Absperrung des Aquifers von 100 % (rechnerische Restmächtigkeit: 0,01 m) wird eine große Aufstauhöhe für eine Unterströmung berechnet – bei voller Absperrung des Aquifers kann jedoch keine Unterströmung stattfinden, stattdessen wird das Wasser in den nächst gelegenen Abschnitt mit geringerer Absperrung des Aquifers umgeleitet (Umströmung). Zur Verifizierung der Aufstauhöhe infolge Un-



terströmung und Umströmung wurde daher in diesen Fällen eine ergänzende Berechnung in Verbindung zweier Trogabchnitte und einem Mittelwert der Absperrwirkung ermittelt. Gemäß den Berechnungsergebnissen liegen die Aufstauhöhen bei einer Anströmung aus Süden maximal bei ca. 0,37 m bei der größten Absperrung des Aquifers. Die Aufstauhöhe infolge Umströmung liegt bei maximal ca. 0,17 m. Aus den vorbenannten Werten ergeben sich maximale Reichweiten von 51 bis 168 m und damit immer noch nur etwa halb so groß wie der geringste Abstand zu den Brunnen. Die Brunnenergiebigkeit wird auch bei Herstellung der Trogbauwerke nicht eingeschränkt

Durch die Über-/Unterströmung bzw. Umströmung des Bauwerks kommt es lokal zu einer Änderung der Fließgeschwindigkeit. Dabei wird die Fließgeschwindigkeit im Anstrom etwas gebremst und im Abstrom beschleunigt. Dies kann lokal auch eine Veränderung der Fließzeiten nach sich ziehen. In Summe über An- und Abstrom bleibt die mittlere Fließgeschwindigkeit und die gesamte Fließzeit gleich. Eine gewisse Relevanz kann die lokale Änderung der Fließzeit am Rand der Zone II des TWSG Niederkassel haben. Hier verläuft die Tunneltrasse in der Zone IIIA am Rand zur Zone II. Der Abstrom und damit die potentiell leicht beschleunigte Strömung reicht in die Zone II und verkürzt somit die Fließzeit vom Rand der Zone II bis zu den Trinkwasserbrunnen. Ob sich dadurch jedoch eine Fließzeit zu den Brunnen soweit ändert, dass sie unter 50 Tagen bezogen auf die Zonengrenze liegt (übliches Kriterium zur Festlegung der Zone II), muss in einer späteren Untersuchungsphase durch eine Strömungsberechnung untersucht werden.

4.1.3 Variante V10T

Die Tunnelvariante V10T liegt innerhalb der Zonen IIIA der TWSG Urfeld (linksrheinisch) und Niederkassel (rechtsrheinisch), so dass eine Beeinflussung der Tunnellage auf die Trinkwassergewinnung nicht grundsätzlich auszuschließen ist. Außerdem verläuft die oberirdische Trasse durch die Zone IIIB des TWSG Zündorf (rechtsrheinisch).

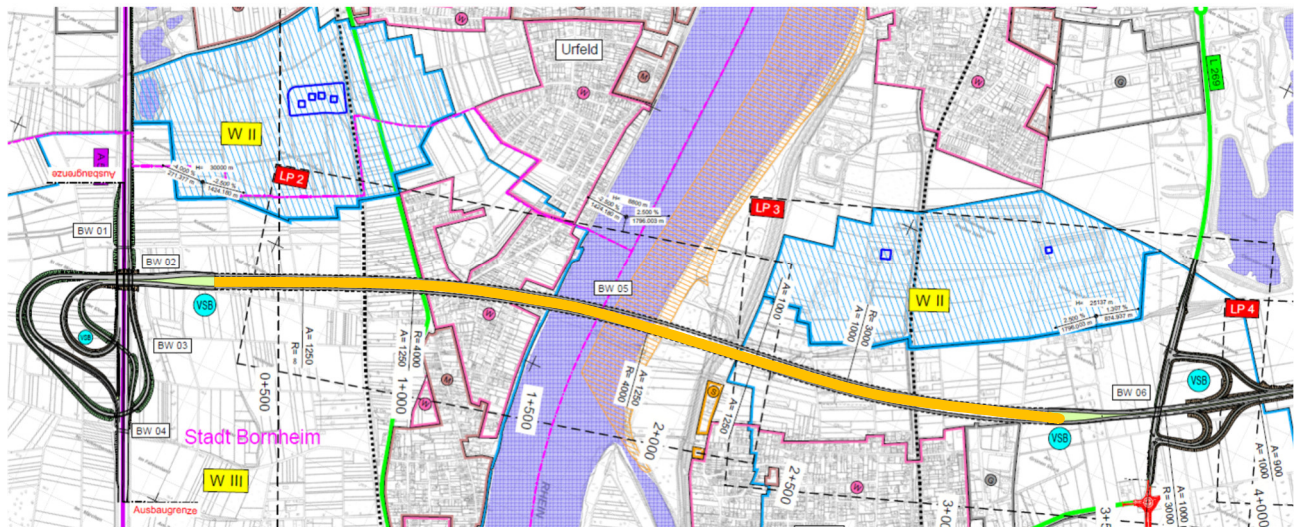


Abbildung 4-6: Variante 10T durch Wasserschutzgebiet Zone III

Bei der Variante V10T ist neben der Lage innerhalb der Zone IIIA des TWSG Urufeld auch die Lage der Trasse über dem in Kap. 3 beschriebenen Uferfiltratbrunnen zu beachten. Die Trasse verläuft in diesem Abschnitt jedoch bereits in Tunnellage und liegt an dieser Stelle vollständig im Tertiär und hat somit keine Auswirkung auf den darüber liegenden, nur im quartär verfilterten Uferfiltratbrunnen. Der ungefähre Abstand zwischen Unterkante des Brunnen und Oberkante des Tunnels kann auf ca. 15 m abgeschätzt werden. Der Abstand der Trasse in Tunnellage zu den Versickerungsbrunnen, die südlich der Zone II liegen, liegt etwa zwischen 135 bis 175 m.

In den nachfolgenden Abbildungen 4-7 bis 4-10 sind für diese Tunnelvarianten V10T eine schematische Lagedarstellung sowie ein schematischer Systemschnitt ohne endgültige Abmessungen als Detailansicht einmal für den linksrheinischen und einmal für den rechtsrheinischen Bereich abgebildet. Es ist im schematischen Systemschnitt dargestellt, welcher Bereich des Tunnels in den oberen Aquifer eingreift (lila Fläche) und zu einer potentiellen Beeinflussung der Trinkwassergewinnung beiträgt. Die Trinkwassergewinnung erfolgt aus dem oberen, quartären Aquifer. Darunter stehen die Sande des unteren, tertiären Aquifers an, aus dem kein Trinkwasser gefördert wird. Große Teile der Tunnelröhren verlaufen im unteren Aquifer, so dass in diesen Bereichen keine maßgebliche Beeinflussung der Trinkwassergewinnung zu erwarten ist. Allenfalls im Übergangsbereich kann es durch Aufstau zu einem geringen Aufstieg von tertiären Wässern in den oberen, quartären Aquifer kommen.

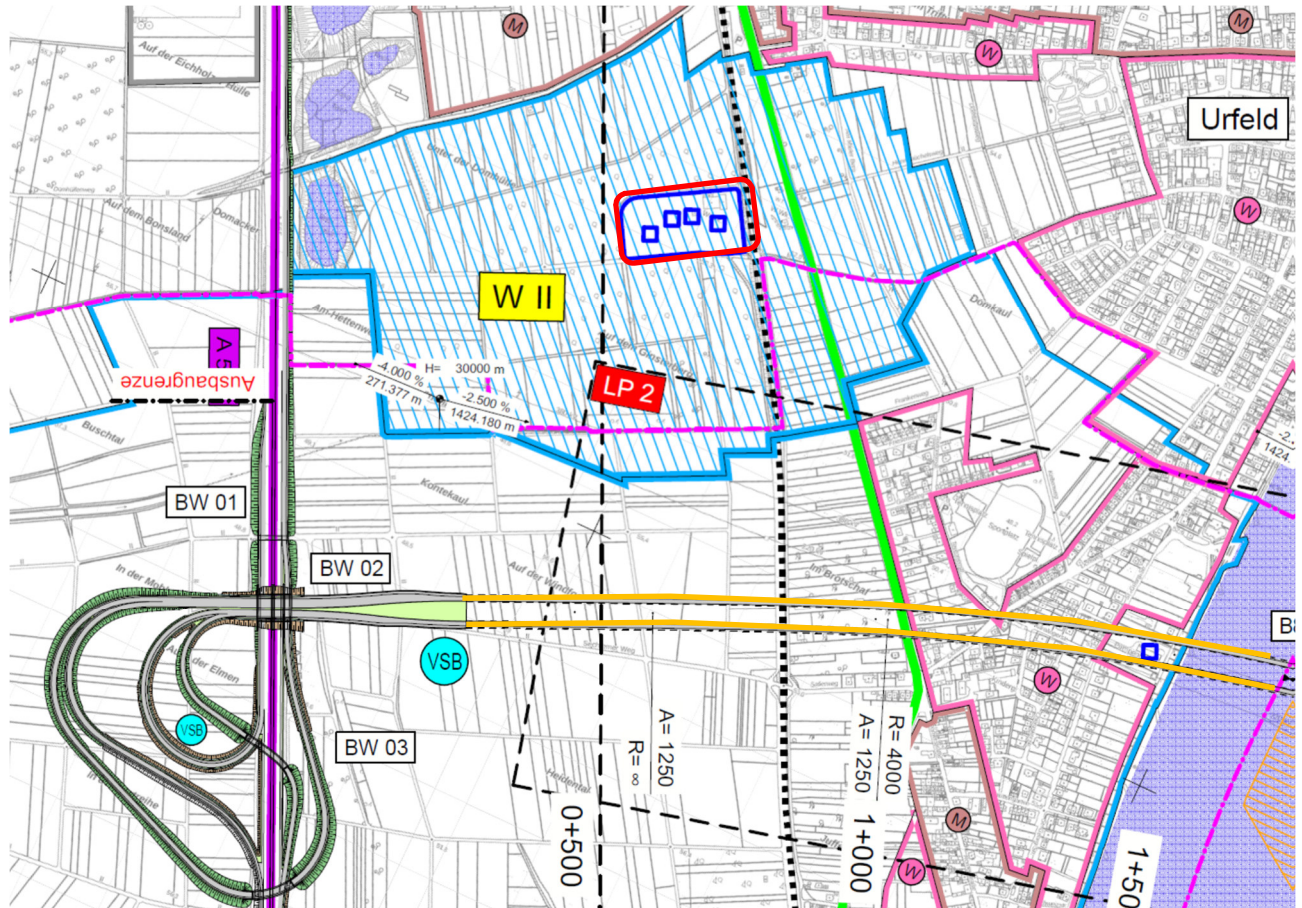


Abbildung 4-7: Detailansicht V10T, linksrheinisch

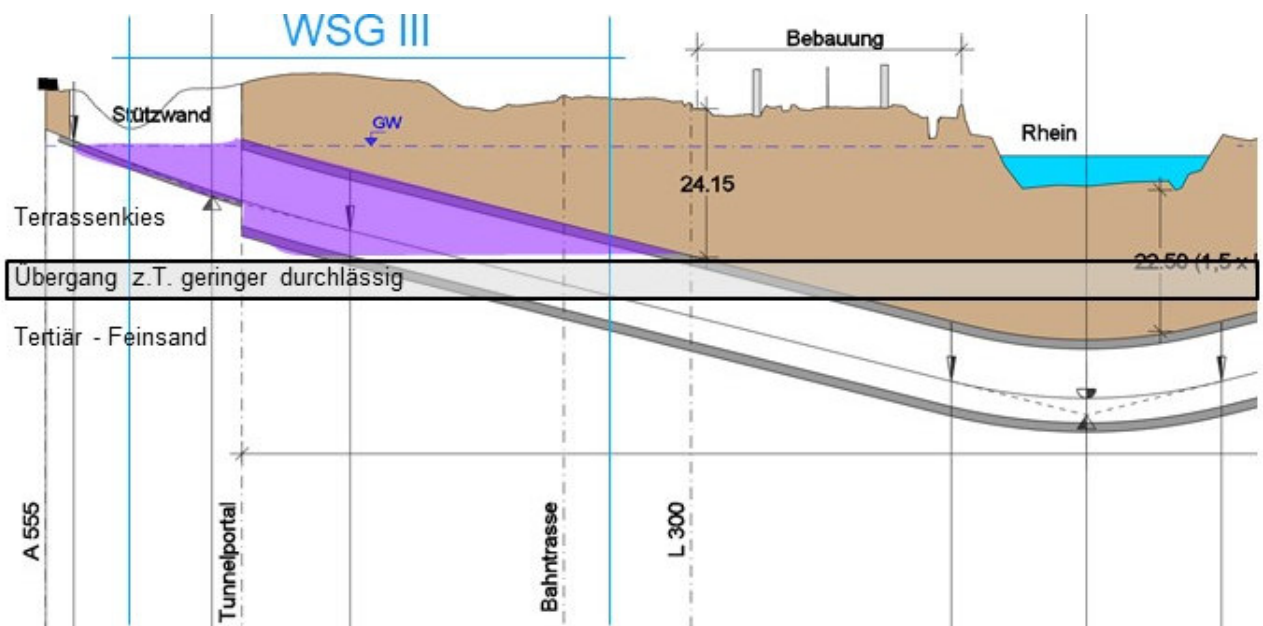


Abbildung 4-8: schematischer Systemschnitt V10T, linksrheinisch

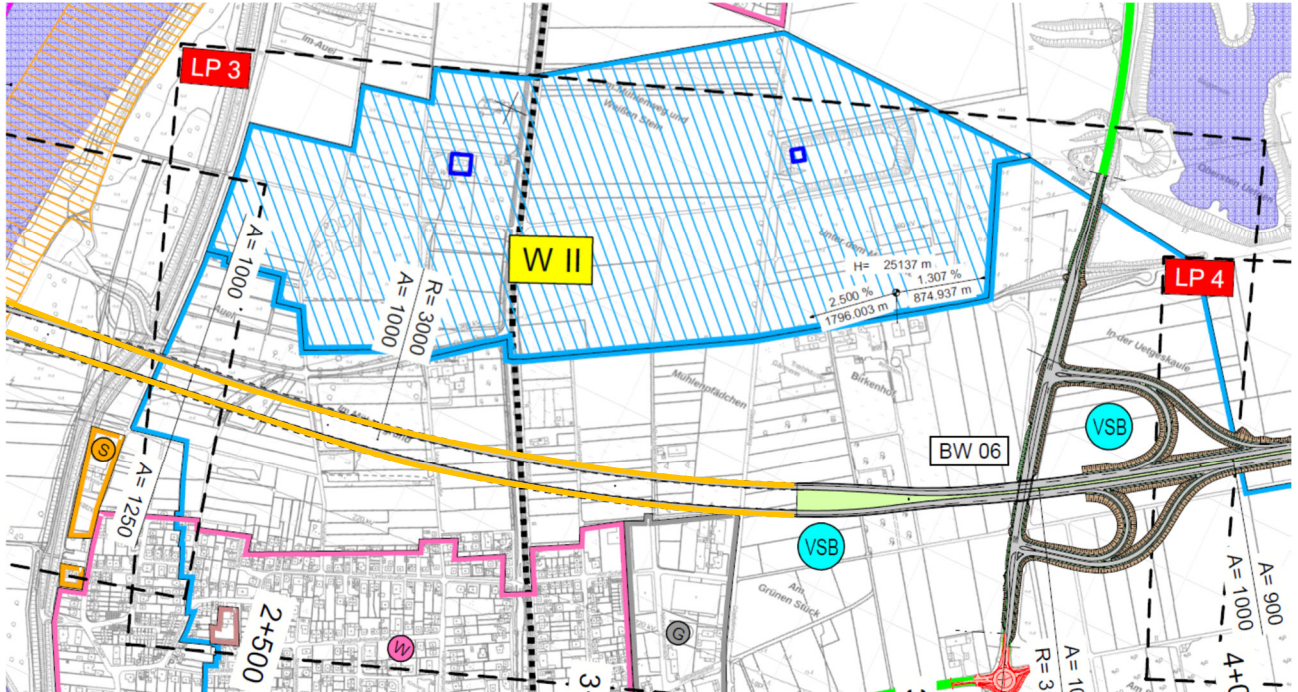


Abbildung 4-9: Detailansicht V10T, rechtsrheinisch

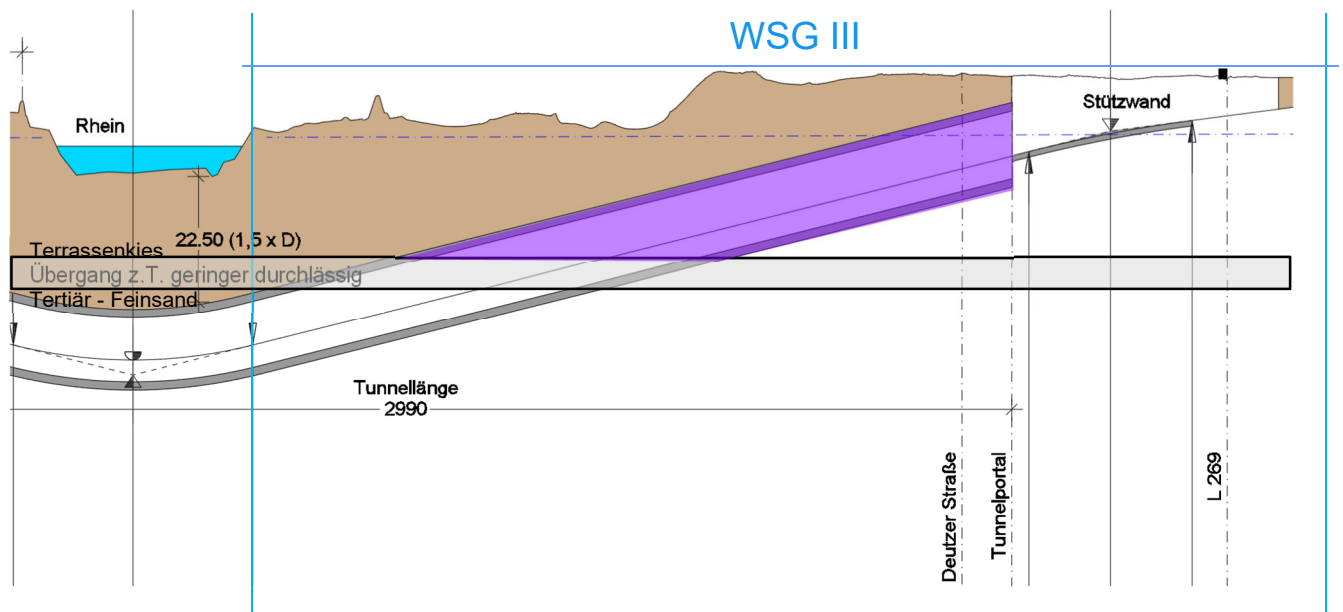


Abbildung 4-10: schematischer Systemschnitt V10T, rechtsrheinisch



Zur Bewertung des Einflusses des Tunnelbauwerks, inkl. der an die Tunnelröhren anschließenden Trogstrecken, in denen die Trasse an die Geländeoberfläche hoch geführt wird, auf die Trinkwassergewinnung, insbesondere auf die Ergiebigkeit der Brunnen, wurde eine Betrachtung zum Aufstau und Sunk sowie zur Reichweite der Grundwasserspiegeländerung ausgeführt, die durch das Bauwerk ausgelöst werden kann. Das Vorgehen wurde im Kapitel 4.1.2 beschrieben und analog für die Variante V10T durchgeführt. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Übersicht der Ergebnisse der Aufstauberechnungen für die Tunnelvarianten V10T enthalten.

Variante	Rheinseite	Durchlässigkeit [m/s]	Anströmwinkel [°]	Aufstau [m]	Reichweite [m]
V10T	links	$1,0 \times 10^{-2}$ $1,4 \times 10^{-2}$	0	0,06	18 21
V10T	links	$1,0 \times 10^{-2}$ $1,4 \times 10^{-2}$	90	0,00	0 0
V10T	rechts	$1,0 \times 10^{-2}$ $2,3 \times 10^{-2}$	0	0,13	39 59
V10T	rechts	$1,0 \times 10^{-2}$ $2,3 \times 10^{-2}$	90	0,00	0 0

Tabelle 4-2: Berechnungsergebnisse zum Grundwasseraufstau V10T

Der errechnete maximale Aufstau liegt zwischen ca. 0,06 bis 0,13 m. Bei einem Anströmwinkel aus östlicher bzw. westlicher Richtung, entsprechend also vom / zum Rhein, ist nicht mit einem Grundwasseraufstau oder -absenk zu rechnen.

Der geringste Abstand der Tunnelröhren zu den Brunnen beträgt linksrheinisch bei Variante V10T etwa 650 m. Rechtsrheinisch ist ein Abstand von etwa 450 m vorhanden. Betrachtet man die ermittelte Reichweite unter Ansatz des berechneten Aufstaus ist für keine der Tunnelvarianten sowohl links- als auch rechtsrheinisch mit einem Effekt zu rechnen. Die Reichweiten sind deutlich kleiner als die Abstände zu den Brunnen. Die Trinkwassergewinnung wird somit infolge der Tunnelbauwerke nur unwesentlich beeinflusst.

Wenn man die Betrachtung auf die Tunnelabschnitte mit der größten Absperrung des Aquifers beschränkt (ca. 82 bis 87 % auf 120 bis 160 m langen Abschnitten), ergeben sich Aufstauwerte bei einer Anströmung aus Süden die etwa 2-mal so hoch sind als mit den in Tabelle 4-2 aufgelisteten Werten und liegen im Bereich von ca. 0,13 m für die Tunnelvariante V10T linksrheinisch und ca.



0,28 m rechtsrheinisch. Diese Berechnungen sind als Anlage 2 dem Bericht beigefügt. Die Reichweiten vergrößern sich zwar auf 46 bis 127 m, sind aber nach wie vor deutlich kleiner als die Abstände zu den Brunnen - dies ist vor allem auf die hohen Durchlässigkeiten des Untergrundes zurück zu führen. Die Ergiebigkeit der Trinkwassergewinnung wird durch die Tunnelröhren und Trogbauwerke selber also nicht beeinträchtigt. Als worst-case-Betrachtung für den Fall, dass die Verbauelemente nach Herstellung der Trogbauwerke im Baugrund verbleiben, können die nachfolgenden dargestellten Ergebnisse angesehen werden.

Für die Erstellung der Trogbauwerke werden voraussichtlich wasserdruckhaltende Baugruben erforderlich, die z.B. mittels Spundwänden oder Bohrpfahlwänden hergestellt werden. Möglich ist hierbei auch die Anordnung einer aufgelösten Verbauwand, bei der nur jede zweite Bohle bzw. jeder zweite Pfahl nur bis knapp unter die Baugrube eingebracht wird, um einen Restdurchflussquerschnitt zu erhalten und den Aquifer bei einer Einbindung des Verbaus bis in das Tertiär vollständig abzusperren. In Anlage 3 sind Aufstauberechnungen unter Berücksichtigung eines solchen aufgelösten, verbleibenden Verbaus für die Trogbauabschnitte enthalten. Die Trogbauabschnitte bzw. die hierfür erforderlichen Baugruben wurden in 50 bzw. 100 m Abschnitte unterteilt und den Einzelabschnitten eine Absperrwirkung in Prozent zugewiesen und daraus die Restmächtigkeit des Aquifers bestimmt. Je weiter die Baugrube vom Tunnel abrückt, desto geringer wird die Absperrung des Aquifers, da davon auszugehen ist, dass die Verbauwände nicht über die gesamte Troglänge in das Tertiär einbinden müssen. Je nach Länge der Trogstrecke (ca. 250 m bis 600 m) ergeben sich hieraus 5 bis 6 Berechnungsabschnitte und somit Absperrwirkungen zwischen ca. 17 % bis 100 %. Bei einer Absperrung des Aquifers von 100 % (rechnerische Restmächtigkeit: 0,01 m) wird eine große Aufstauhöhe für eine Unterströmung berechnet – bei voller Absperrung des Aquifers kann jedoch keine Unterströmung stattfinden, stattdessen wird das Wasser in den nächst gelegenen Abschnitt mit geringerer Absperrung des Aquifers umgeleitet (Umströmung). Zur Verifizierung der Aufstauhöhe infolge Unterströmung und Umströmung wurde daher in diesen Fällen eine ergänzende Berechnung in Verbindung zweier Trogabchnitte und einem Mittelwert der Absperrwirkung ermittelt. Gemäß den Berechnungsergebnissen liegen die Aufstauhöhen bei einer Anströmung aus Süden maximal bei ca. 0,24 m bei der größten Absperrung des Aquifers. Die Aufstauhöhe infolge Umströmung liegt bei maximal ca. 0,06 m. Aus den vorbenannten Werten ergeben sich maximale Reichweiten von 18 bis 109 m und sind damit deutlich geringer als der minimale Abstand zu den Brunnen. Die Brunnenergiebigkeit wird auch bei Herstellung der Trogbauwerke nicht eingeschränkt



Durch die Über-/Unterströmung bzw. Umströmung des Bauwerks kommt es lokal zu einer Änderung der Fließgeschwindigkeit. Dabei wird die Fließgeschwindigkeit im Anstrom etwas gebremst und im Abstrom beschleunigt. Dies kann lokal auch eine Veränderung der Fließzeiten nach sich ziehen. In Summe über An- und Abstrom bleibt die mittlere Fließgeschwindigkeit und die gesamte Fließzeit gleich. Eine gewisse Relevanz könnte die lokale Änderung der Fließzeit am Rand der Zone II des TWSG Niederkassel haben. Die Tunneltrasse verläuft in der Zone IIIA mit einem Abstand von minimal ca. 75 m zur Zone II. Die Reichweite des Einflusses des Tunnels wurde jedoch mit nur max. 59 m ermittelt. Somit sind die Strömungsgeschwindigkeit und die Fließzeit an der Zonengrenze zur Zone II unverändert. Linksrheinisch sind die Abstände noch größer, so dass sich dort ebenfalls keine Auswirkung auf die Fließzeiten in der Zone II ergibt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Ergiebigkeit der Trinkwasserbrunnen infolge der Herstellung eines Tunnels bzw. von Trogbauwerken sowohl im Bau- als auch im Endzustand nicht beeinflusst wird.

4.1.4 Bauzeitliche Einflüsse aus dem Tunnelbau

Bei einem maschinellen Tunnelbau wird Beton nur in Form fertiger, ausgehärteter Tübbinge eingebaut, durch den kein Einfluss auf den pH-Wert des Grundwassers erfolgt. Allerdings wird der Ringspalt (Überschnitt der Tunnelvortriebsmaschine), der i.d.R. eine Mächtigkeit von wenigen Zentimetern aufweist, mit Betonsuspension verpresst. Es handelt sich somit um geringe Mengen, wobei die Suspension jedoch als schwach sauer (pH-Wert) einzustufen ist. Durch Verdünnung ist im Abstand von wenigen 10er-Metern keine Änderung des pH-Wertes mehr feststellbar. Bei der pH-Wert-Änderung handelt es sich um einen temporären Effekt beim Einbringen der Suspension. Nach Aushärten der Suspension kann kein Einfluss mehr stattfinden.

Je nach Maschinentyp können an der Ortsbrust andere Konditionierungsmittel (Bentonit, Polymere, etc.) zum Einsatz kommen. Hier gibt es, wie bei Zusätzen für Bohrspülungen, zugelassene Materialien. Beim maschinellen Tunnelvortrieb ist sowohl die Ortsbrust als auch der umgebende Boden durch die Maschine bzw. die Tübbinge vollständig gegenüber dem inneren der Maschine, der mehr oder weniger frei zugänglich ist, abgeschirmt, so dass biologische Kontaminationen des Baugrunds



bzw. des Grundwassers weitgehend ausgeschlossen werden können. Es ist somit während der Bauzeit nicht von einer wesentlichen Gefahr für einen Schadstoffeintrag infolge des Tunnelvortriebs und somit keine Beeinflussung auf die Trinkwassergewinnung auszugehen.

Die Errichtung der Baustelleneinrichtungsflächen außerhalb des Troges sind gemäß der RiStWag zu konzipieren, u.a. Abdichtung / Versiegelung der Flächen. Hierdurch werden Schadstoffeinträge in den Grundwasserleiter vermieden.

Tunnel und Trogstrecke sind als ein in sich geschlossenes System anzusehen, so dass keine Verbindung zwischen Verkehrsanlage und Grundwasser und Trinkwassergewinnung vorhanden ist. Auch bei einem extremen Havarieszenario im Tunnel, bei dem es zu einer Beschädigung der Tunnelwandung führen könnte, ist eine Beeinträchtigung der Trinkwassergewinnung sehr unwahrscheinlich. Die Schadstoffe im Tunnel fließen zum Tunneltiefpunkt ab, der tiefer liegt als der für die Trinkwassergewinnung genutzte Grundwasserleiter.

Für die Erstellung der Trogbauwerke werden voraussichtlich wasserdruckhaltende Baugruben erforderlich, die z.B. mittels Spundwänden oder Bohrpfahlwänden und einer Unterwasserbetonsohle oder Einbindung in die geringer durchlässigen Tertiärböden hergestellt werden können. Im Zuge der Herstellung von Bohrpfahlwänden erfolgt ein Eintrag von Frischbeton in den Grundwasserleiter, der zu einer kurzzeitigen, leichten pH-Wert-Erhöpfung führen kann, sich jedoch nur im nahen Umfeld von wenigen 10er-Metern auswirkt. Es ist somit nicht mit nennenswerten pH-Wert-Veränderungen oder Strömungsveränderungen zu rechnen. Die Trogwände erhalten aus statischer Sicht eine Rückverankerung. Bei der Herstellung der Verpressanker erfolgt ebenfalls ein Eintrag von Beton in den Grundwasserleiter, der zu einer kurzzeitigen leichten pH-Wert-Erhöpfung führen kann, sich jedoch kaum bis gar nicht auf die Trinkwassergewinnung auswirken wird. Durch Verdünnung ist im Abstand von wenigen 10er-Metern keine Änderung des pH-Wertes mehr feststellbar. Bei der pH-Wert-Änderung handelt es sich um einen temporären Effekt beim Einbringen des Betons. Nach Aushärten des Betons kann kein Einfluss mehr stattfinden.

Durch das Einbringen von Verbauwänden, Verpressanker, etc. kann es lokal und in geringen Umfang auch zu einem Eintrag biologischer Substanzen kommen, die Einfluss auf die Trinkwassergewinnung haben. Ein möglicher Einfluss auf die Trinkwassergewinnung ist von der Entfernung zu den Brunnenanlagen abhängig. Das Risiko einer Gefährdung der Trinkwassergewinnung sinkt mit zunehmendem Abstand zwischen Brunnen und Baustelle.



4.2 Einfluss auf Bebauung, Tagesoberfläche, etc.

Unter Gebäuden ist ein Abstand zwischen Tunneloberkante und Gebäudesohle von min. ca. 20 m vorgesehen, um Schäden an untertunnelten Gebäuden zu vermeiden. Hierdurch kann sich ein Stützgewölbe im Untergrund ausbilden und eine Gebäudeschädigung wird mit hoher Wahrscheinlichkeit vermieden. Um das Risiko einer Schädigung weiter einzuschränken, sind bei einer späteren Fachplanung „Tunnel“ Setzungsberechnungen durchzuführen und - falls erforderlich - bauzeitliche Sicherungsmaßnahmen des Untergrundes festzulegen. Diese Sicherungsmaßnahmen können z.B. Verfestigungen des Baugrundes sein, die durch Injektionen erreicht werden. Um diese Injektionen oder andere setzungsreduzierende Maßnahmen durchzuführen, müssen i.d.R. Baugruben hergestellt werden. Die endgültige Lage ggf. notwendiger Baugruben kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht festgelegt werden.

Durch den Tunnelbau ergeben sich nur geringfügige Setzungen von wenigen Zentimetern in einer breiten Setzungsmulde unmittelbar über dem Tunnel. Je tiefer der Tunnel liegt, desto geringer sind die Setzungen und desto breiter wird die sehr flache Setzungsmulde.

5. BETRACHTUNG DER TRASSENVARIANTEN

5.1 Allgemeine Angaben zu Baugrund und Hydrogeologie für alle Varianten

Für die freien Strecken der einzelnen Trassenvarianten gilt sowohl aus geologischer als hydrogeologischer Sicht aufgrund der geringen Variabilität des Baugrunds und des oberen Aquifers in etwa die gleiche Einschätzung. Bei geländegleicher Streckenführung, die für die freien Strecken der einzelnen Trassenvarianten weitestgehend angenommen werden kann, ist der im Planum anstehende Baugrund im Wesentlichen als bedingt geeignet anzusehen. Oberflächennah ist fast im gesamten Untersuchungsgebiet mit einer bis zu 2 m mächtigen Deckschicht aus Sanden und / oder Lehmen auszugehen. Je nachdem, welcher Boden im Planum ansteht, ist das Planum als tragfähig oder gering tragfähig einzustufen. Rollige bis gemischtkörnige Böden sind zumeist, ggf. mit einer Nachverdichtung, tragfähig und als Planum für den Streckenbau geeignet. Dies gilt ebenso für min. steife, bindige Böden. Weiche, bindige oder gar organische Böden sind im Planum jedoch nicht geeignet



und sind gegen tragfähig, verdichtungsfähige, rollige Böden auszutauschen. Für die Brückenbauwerke zur Überführung über den Rhein wird, in Abhängigkeit der Bauwerkslasten und Spannweiten, sehr wahrscheinlich eine Tiefgründung erforderlich. Die unterhalb der Deckschicht anstehenden Terrassensande und -kiese als auch das im tieferen Untergrund anstehende Tertiär sind grundsätzlich als tragfähig einzustufen und somit als Gründungshorizont bzw. Absetztiefe von Pfählen geeignet. Auf die im Tertiär eingeschalteten Braunkohleflöze wird hingewiesen. Diese sind insbesondere bei einer Tiefgründung zu beachten.

Bei einer Unterquerung des Rheins mittels Tunnel liegt die Vortriebsstrecke sowohl in den quartären Terrassensanden und -kiesen als auch in den tertiären Böden. Die tertiären Sande sind häufig als Feinsande anzusprechen und aufgrund ihrer geringen Ungleichförmigkeitszahl, gerade unter Wasser, fließgefährdet. Dies ist bei Auslegung einer Tunnelbohrmaschine zu beachten, stellt aber bei richtiger Auslegung der Maschine, Fördertechnik, Ortsbruststützung und Konditionierung kein technisches Problem dar. Der maximale Abstand der Tunneloberkante zum Rhein ist gemäß den vorliegenden Planunterlagen mit dem 1,5-fachen Durchmesser der Tunnelröhren vorgesehen und beträgt demnach rd. 22,5 m. Lediglich bei der Variante V9bT reduziert sich aufgrund der Streckenführung der Abstand auf 19,5 m. Die Wahl der Maschinenteknik ist letztlich abhängig von den tatsächlichen geologischen Verhältnissen und kann somit zum jetzigen Zeitpunkt nicht näher definiert werden. In Frage kommt jedoch höchstwahrscheinlich nur ein maschineller Schildvortrieb.

Die hydrogeologischen Verhältnisse werden im Untersuchungsgebiet wesentlich vom Rhein geprägt. Der Rhein selbst als auch die Uferbereiche links- und rechtsrheinisch sind als Überschwemmungsgebiete ausgewiesen, die aber für die Strecke im Wesentlichen keinen nennenswerten Einfluss haben werden, da entweder die Kreuzung des Rheins mittels Brückenbauwerk in Hochlage oder als Tunnel unterhalb des Grundwassers erfolgt.

Es ist aber mit geringen Grundwasserflurabständen zu rechnen. Für die Strecke z.T. erforderliche Bodenaustausch- bzw. -verbesserungsmaßnahmen greifen daher schnell ins Grundwasser ein, mit entsprechend hohem Aufwand. Insbesondere in Trinkwasserschutzgebieten nahe von Brunnenfeldern ist dies als ungünstig zu bewerten.

Je nach Gründungshorizont der Brückenbauwerke und Ausführung der Gründung (flach oder tief) können Wasserhaltungsmaßnahmen zur Herstellung erforderlich werden bzw. ist mit einer Einbindung in das Grundwasser zu rechnen.



Innerhalb des Untersuchungsgebietes sind mehrere Trinkwasserschutzgebiete vorhanden. Durchfährt die offene / freie Trasse diese Gebiete sind entsprechende Schutzmaßnahmen nach RiStWag zur Vermeidung eines Schadstoffeintrags in den Untergrund erforderlich. Bei einer geschlossenen Trassenführung im Tunnel ist zu beurteilen, inwiefern eine Beeinflussung der Trinkwassergewinnung durch das Bauwerk erfolgt (siehe Kapitel 4).

5.2 Betrachtung hinsichtlich Geologie, Hydrogeologie, Trinkwasserschutz

Im Rahmen der Grundlagenermittlung [U 5] wurden die für die Variantendiskussion relevanten Einflussgrößen in der Umgebung zum überwiegenden Teil zusammengetragen. Diese bilden die Basis für eine Abwägung der möglichen Trassenführung aus geotechnischer Sicht. Nachfolgend erfolgt eine kurze Erklärung zu den einzelnen Faktoren, die in die Bewertung einfließen.

Geologie: Die anstehenden geologischen Einheiten an der Oberfläche bilden die Basis der geotechnischen Bewertung der möglichen Trassenverläufe. Auf die Hinweise in Kap. 2.2 wird verwiesen. Im Bereich der freien Strecke ist in allen Varianten auf etwa 90 % des Verlaufs von bindigen Deckschichten zwischen 1 und 2 m Mächtigkeit auszugehen, die bei Antreffen in aufgeweichter Form ausgetauscht werden müssen. Dies ist als weitgehend normaler Aufwand beim Bau von Autobahnstrecken anzusehen. In diesem Aspekt unterscheiden sich die Varianten nicht wesentlich, so dass diesbezüglich keine unterschiedliche Bewertung vorgenommen wird.

Für die Gründung von Bauwerken stehen unterhalb der Deckschicht aus Sand und Lehm tragfähige Böden (Sande und Kiese der Niederterrasse sowie tertiärer Feinsand) an, die sowohl für eine Flachgründung (bei geringen bis mittleren Gründungslasten) als auch für eine Tiefgründung (bei hohen Gründungslasten) geeignet sind. Wesentliche Unterschiede weisen die Varianten untereinander diesbezüglich nicht auf.

Die Tunnelröhren kommen alle innerhalb der überwiegend rolligen quartären und tertiären Böden zu liegen, so dass sich hieraus keine Unterschiede in der Bewertung ergeben.



Variante	Mächtigkeit bindige Deckschichten [m]	Anteil bindiger Deckschichten in der freien Strecke [%]
Variante V3B (Brücke)	1 - 2	ca. 90
Variante V4B (Brücke)	1 - 2	ca. 90
Variante V5B (Brücke)	1 – 1,5	ca. 90
Variante V6aB (Brücke)	1 – 1,5	ca. 90
Variante V6aT (Tunnel)	1 – 1,5	ca. 90
Variante V6bB (Brücke)	1 – 1,5	ca. 90
Variante V7T (Tunnel)	1 – 1,5	ca. 80
Variante V8B (Brücke)	1 - 2	ca. 90
Variante V9aB (Brücke)	1 - 2	ca. 90
Variante V9bT (Tunnel)	1 - 2	ca. 80
Variante V10T (Tunnel)	1 - 2	ca. 80
Variante V11B (Brücke)	1 - 2	ca. 90

Tabelle 5-1: Einfluss der Geologie auf die Trassenvarianten

Hydrologie: Die Bewertung der Trassenführung aus hydrogeologischer Sicht basiert auf vorliegenden Grundwasserstandsdaten und allgemeinen hydrogeologischen Unterlagen, wie im Rahmen der Grundlagenermittlung zusammengetragen, sowie auf den seitens der Stadtwerke und dem Wasserbeschaffungsverband zur Verfügung gestellten Unterlagen (vgl. Kap. 2.3).

Die quartären Niederterrassen sind im Allgemeinen (sehr) gut durchlässig, nach Erkenntnissen bestehender Grundwassermessstellen ist mit geringen Grundwasserflurabständen zu rechnen - diese können bei Bodenaustauschmaßnahmen sowie für Baugruben zu umfangreichen Wasserhaltungsmaßnahmen führen. Die hydrogeologische Situation ist für alle Varianten vergleichbar anzusehen, so dass sich aus diesem Aspekt keine unterschiedliche Bewertung ergibt.

Trinkwasserschutzgebiete: Die geotechnische Einschätzung hinsichtlich der ausgewiesenen Wasserschutzgebiete erfolgt im Wesentlichen auf Basis der Angaben, wie in Kap. 4 dargestellt. Es wird neben dem Einfluss auf die Trinkwassergewinnung aus Strömungsbeeinflussung auch die Gefahr eines Schadstoffeintrages berücksichtigt, sowie die Lage / Länge der freien Strecke und einer



Tunnelstrecke innerhalb der Trinkwasserschutzgebiete und -zonen und deren Abstand zu den Trinkwassergewinnungsbrunnen. Die maßgeblichen Daten hierzu sind in der folgenden Tabelle 5-2 zusammengestellt. Die Bewertung erfolgt dabei insbesondere anhand der Länge der Streckenführung im Wasserschutzgebiet und dem Abstand zu den Trinkwasserbrunnen. Dabei wird eine größere Streckenlänge in einer Schutzzone als ungünstiger als eine kurze Streckenlänge bewertet und eine Lage in Schutzzone II als ungünstiger als eine Lage in Schutzzone IIIA, resp. IIIB. Je geringer der Abstand zu den Trinkwasserbrunnen ist, desto ungünstiger fällt diesbezüglich die Bewertung aus, da mit abnehmendem Abstand die Gefahr einer (bauzeitigen) Kontamination der Trinkwassergewinnung steigt. Bei den Trassen, die durch die Schutzzone II führen, wurde ein größerer Abstand der Trasse zum nächstgelegenen Trinkwasserbrunnen als günstiger bewertet, die Trassenlänge innerhalb der Schutzzone wurde dabei als sekundäres, nachrangiges Kriterium bewertet.

Wie im Kapitel 4.1 gezeigt, wird eine Tunnelstrecke die Grundwasserströmung und die Ergiebigkeit der Trinkwassergewinnung nur untergeordnet beeinflussen, dies gilt ebenso für die Herstellung von Bohrpfehlwänden während der Bauzeit zur Herstellung der Trogbaugruben. Da eine Kontamination des Grundwassers bei einem Unfall in einer Tunnelstrecke nahezu ausgeschlossen ist, auf der freien Strecke aber eine höhere Wahrscheinlichkeit einer möglichen Kontamination im Havariefall vorliegt, wird, bei vergleichbarer Trassenführung eine Führung der Strecke im Tunnel in einer Wasserschutzzone als günstiger bewertet als eine freie Strecke.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Varianten mit den maßgeblichen Eigenschaften zusammengestellt. Die angegebene Rangfolge bezeichnet mit 1 die günstigste Variante hinsichtlich dem Aspekt Trinkwasserschutz. Maßgebliche Kriterien (Auf-/Abwertung), die zu der Rangfolge beigetragen haben, sind in der Tabelle fett gedruckt.

Variante	Rangfolge	Länge in Zone II [m]	Länge in Zone IIIA [m]	Länge in Zone IIIB [m]	Geringster Abstand Trassenachse zu Trinkwasserbrunnen [m]
Variante V6aB (Brücke)	1	-	Anschlussstelle + Anbindungsstraße ca. 1.400 ²⁾	ca. 2.900 ¹⁾ + Anschluss an A59	ca. 2.300 ¹⁾ ca. 475 ²⁾ (Anbindungsstraße)



Variante	Rangfolge	Länge in Zone II [m]	Länge in Zone IIIA [m]	Länge in Zone IIIB [m]	Geringster Abstand Trassenachse zu Trinkwasserbrunnen [m]
Variante V6aT (Tunnel)	2	-	Anschlussstelle + Anbindungsstraße ca. 1.400 ²⁾	ca. 2.900 ¹⁾ + Anschlussstelle + Anschluss an A59	ca. 2.300 ¹⁾ ca. 475 ²⁾ (Anbindungsstraße)
Variante V7T (Tunnel)	2	-	Anschlussstelle + Anbindungsstraße ca. 1.400 ²⁾	ca. 2.900 ¹⁾ + Anschlussstelle + Anschluss an A59	ca. 2.300 ¹⁾ ca. 475 ²⁾ (Anbindungsstraße)
Variante V6bB (Brücke)	4	-	Anschlussstelle + Anbindungsstraße ca. 1.400 ²⁾	ca. 3.200 ¹⁾ + Anschluss an A59	ca. 2.300 ¹⁾ ca. 475 ²⁾ (Anbindungsstraße)
Variante V10T (Tunnel)	5	-	ca. 1.500 ²⁾ überwiegend in Trog + Tunnel + Anschluss an A555 + ca. 1.875 ³⁾ davon ca. 1.370 Trog + Tunnel + Anschlussstelle	ca. 3.450 ¹⁾ + Anschluss an A59	ca. 630 ²⁾ ca. 480 ³⁾
Variante V5B (Brücke)	6	-	ca. 2.750 ¹⁾ Anschlussstelle + Anbindungsstraße ca. 1.400 ²⁾	ca. 1.900 ¹⁾ + Anschluss an A59	ca. 1.300 ¹⁾ ca. 475 ²⁾ (Anbindungsstraße)
Variante V4B (Brücke)	7	ca. 960 ¹⁾ + Anschlussstelle	ca. 3.030 ¹⁾ + Anschlussstelle teilweise	ca. 3.100 ¹⁾ + Anschluss an A59	ca. 160 ¹⁾
Variante V3B (Brücke)	8	ca. 1.300 ¹⁾ + Anschlussstelle	ca. 4.000 ¹⁾ + Anschlussstelle, teilweise	ca. 1.575 ¹⁾ + Anschluss an A59	ca. 140 ¹⁾



Variante	Rangfolge	Länge in Zone II [m]	Länge in Zone IIIA [m]	Länge in Zone IIIB [m]	Geringster Abstand Trassenachse zu Trinkwasserbrunnen [m]
Variante V9bT (Tunnel)	9	ca. 740 ²⁾ davon ca. 400 Trog + Tunnel + Anschluss an A555, teilweise + 50 ³⁾ tangierende Tunnelstrecke mit Lage bereits im Tertiär	ca. 1.850 ²⁾ Anbindungsstraße mit Anschlussstelle + ca. 475 tangierende Tunnelstrecke mit Lage im Tertiär + ca. 1.850 ³⁾ davon ca. 1.430 Trog + Tunnel + Anschlussstelle	ca. 3.450 + Anschluss A59 ¹⁾ ca. 200 Anbindungsstraße ²⁾	ca. 135 ²⁾ ca. 400 ³⁾
Variante V8B (Brücke)	10	ca. 415 ³⁾	Anschlussstelle + Anbindungsstraße ca. 1.400 ²⁾ Anschlussstelle, teilweise ³⁾	ca. 3.470 ¹⁾ + Anschluss A59	ca. 475 ²⁾ (Anbindungsstraße) ca. 130 ³⁾
Variante V9aB (Brücke)	11	ca. 700 + Anschlussstelle, teilweise + Anschluss A59 ²⁾ ca. 1.325 + Anschlussstelle, teilweise ³⁾	ca. 225 ²⁾ ca. 350 ³⁾ + Anschlussstelle + ca. 1.850 ²⁾ Anbindungsstraße mit Anschlussstelle	ca. 3.520 ¹⁾ + Anschluss an A59 ca. 200 Anbindungsstraße ²⁾	ca. 125 ²⁾ ca. 190 ³⁾
Variante V11B (Brücke)	12	ca. 550 + Anschlussstelle, teilweise ³⁾	Anschlussstelle + Anbindungsstraße ca. 1.400 ²⁾ ca. 300 ³⁾ + Anschlussstelle, teilweise	ca. 3.450 + Anschluss A59 ¹⁾	ca. 475 ²⁾ (Anbindungsstraße) ca. 100 ³⁾

1) TWSG Zündorf

2) TWSG Urfeld

3) TWSG Niederkassel

Tabelle 5-2: Bewertung der Trassenvarianten hinsichtlich Trinkwasserschutz

5.3 Zusammenfassung

Hinsichtlich Geologie und Hydrogeologie können alle Varianten in etwa gleich gewertet werden. Die maßgebliche Wertung ist hinsichtlich der Lage der freien Strecke bzw. des Tunnels innerhalb von



Trinkwasserschutzgebieten und deren Auswirkungen auf die Trinkwassergewinnung vorzunehmen. Hierbei spielt neben der Betrachtung im Endzustand auch die Betrachtung während der Bauzeit eine wichtige Rolle – siehe hierzu die Erläuterungen und Ergebnisse der Aufstauberechnungen in Kapitel 4. Aus Tabelle 5-2 ergibt sich hinsichtlich Trinkwasserschutz für die Variante V6aB die günstigste Bewertung, wobei die Trassenvarianten V6aT, V7T und V6bB sich nur unwesentlich durch die zusätzliche Lage einer Anschlussstelle in der Zone IIIB bzw. einer etwas größeren Streckenlänge in der Zone IIIB unterscheiden.

6. EMPFEHLUNGEN ZU WEITERFÜHRENDEN UNTERSUCHUNGEN

Bei allen Varianten wird eine geotechnische Baugrunderkundung erforderlich. Diese ermöglichen Probenentnahmen für boden- und ggf. felsmechanische Laboruntersuchungen. Die Untersuchungsergebnisse werden für die Festlegung von boden- und felsmechanischen Kennwerten benötigt, welche für statische Berechnungen und Nachweise erforderlich sind, aber auch für die Festlegung von ggf. erforderlichen Bodenaustauschmächtigkeiten im Bereich der Geländegleichlage der freien Strecke. Insbesondere für die Rheinüber- bzw. -unterquerung sind tiefergehende Baugrunderkundungen im größeren Umfang erforderlich, die ausgehend von der Geländeoberfläche bis unterhalb der geplanten Absetztiefe möglicher Tiefgründungen bzw. Tunnelsohle reichen müssen. Entlang der Strecke sind zudem zur Ermittlung der tatsächlichen Baugrundverhältnisse und Einteilung der nach VOB erforderlichen Homogenbereiche ebenfalls Bohrungen auszuführen.

Sollten geotechnische Fragen auftreten, die im vorliegenden Gutachten nicht bzw. nicht ausreichend behandelt wurden, oder sollten sich Abweichungen bzw. Abänderungen in den Planungen bzw. Annahmen ergeben, die diesem Gutachten zugrunde gelegt wurden, so ist die Dr. Spang GmbH vom Auftraggeber zu informieren und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Zur Beantwortung weiterer Fragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

i.V.


Dr.-Ing. Gerd Festag
(Abteilungsleiter)

i.V.


M. Sc. Sabrina Denne
(stellv. Abteilungsleiterin)



DR. SPANG

Projekt: 39.6053

Seite 40

18.03.2022

- Verteiler:**
- Kocks Consult GmbH, Herr Dr. Heß, Bonn, 2 x, davon 1 x vorab per Mail an <hess@kocks-ing.de>
 - Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x