

**Struktur- und
Genehmigungsdirektion
Süd**

Altablagerungen Benzenloch

Orientierende Untersuchung



BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
Maria Trost 3 · 56070 Koblenz
Telefon 0261 8851-0 · Telefax 0261 8851-191

Mai 2019
sk/ge/2018075.40

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht		Seite
1	Veranlassung / Aufgabenstellung	1
2	Allgemeine Standort- und Randbedingungen	1
2.1	Altablagerungen	1
2.2	Geologie und Hydrologie	3
2.3	Niederschläge	4
2.4	Speyerbach	5
3	Untersuchungskonzept	7
3.1	Untersuchungsprogramm	7
3.2	Grundwasserprobenahme mittels direct-push-Sondierung	7
3.3	Oberflächenwasserprobe	8
3.4	Chemische Analysen	8
4	Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse	9
4.1	Flurabstände	9
4.2	Analysenbefunde	9
5	Fazit und Empfehlungen	12
5.1	Fazit und Bewertung	12
5.2	Empfehlung	13

Abbildungsverzeichnis		Seite
Abbildung 1:	Lage der Altablagerungen	2
Abbildung 2:	Prinzipieller geologischer West-Ost-Schnitt	4
Abbildung 3:	Entwicklung der kumulierten Niederschlagshöhe im langjährigen Mittel (1951 bis 2017) sowie im Jahr 2018 bis September, Monatlichen Abweichungsfaktoren, Messstation Neustadt a.d. Weinstraße	5
Abbildung 4:	Entwicklung von Abfluss und Pegelstand im Speyerbach im Zeitraum Januar 2017 bis September 2018, Station Neustadt a.d. Weinstraße	6

Tabellenverzeichnis		Seite
Tabelle 1:	Altablagerungen und Inventar	2
Tabelle 2:	Untersuchungsergebnisse (Parameterauswahl) sowie auffällige Analysenbefunde nach oPW im OGWLo bzw. dem Schlittgraben	9

Anlagen

1	Übersichtskarte, Maßstab 1:25.000
2	Lageplan mit Darstellung der Altablagerungen sowie Bohransatzpunkte, Maßstab 1:10.000
3	Grundwassergleichenplan aus [6], Maßstab 1:50.000
4	Fotodokumentation der Feldarbeiten vom 08.08.2018
5	Dokumentation der Feldarbeiten
5.1	Untersuchungsbericht zur Kampfmitteldetektierung (Consulting-Engineers-Göttig)
5.2	Probenahmeprotokolle der direct push Sondierungen sowie der Beprobung des Oberflächengewässers (Wagner Umweltgeologie GmbH)
6	Prüfbericht des Labors Eurofins Umwelt West GmbH vom 11.09.2018
7	Sättigungsindizes ausgewählter Mineralphasen, Hydrochemische Berechnungen mittels PhreeqC Vers. 3

Abkürzungsverzeichnis

ALG	Altablagerung
BCE	Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
BoKat	Bodenschutzkataster
GW	Grundwasser
GWL	Grundwasserleiter
MGWL	Mittlerer Grundwasserleiter
OGWLo	Oberer Grundwasserleiter oben
OGWLu	Oberer Grundwasserleiter unten
OHZ	Oberer Zwischenhorizont
OU	Orientierende Untersuchung
oPW	Orientierender Prüfwert
OW	Oberflächenwasser
PHREEQC	Computerprogramm für hydrogeochemische Berechnungen
SGD Süd	Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
UG	Untersuchungsgebiet
UGWL	Unterer Grundwasserleiter
UZH	Unterer Zwischenhorizont
ZH1	Zwischenschicht (OGWLo und OGWLu)

Verwendete Unterlagen

- [1] Landesamt für Umwelt Rheinland Pfalz (Hrsg.):
Reportausgabe Bodenschutzkataster (BoKat), Report A3: zusätzliche Detaildaten zu Bodenschutzfläche (Karten, Vorgänge, etc.), Registernummern: 316 00 000 – 0209, -211 bis -218, -221, August 2017

- [2] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd:
Kurzinformationen zu den Altablagerungen (Ablagerungsstellen)
Stand Juni 2017

- [3] Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland Pfalz (Hrsg.)
Kataster der Altablagerungen in Rheinland Pfalz (Abfalldeponiekataster), Registernummern: 316 00 000 – 0209, -211 bis -218, -221, Stand 1990

- [4] Stadtwerke Neustadt GmbH (Hrsg.):
Antrag auf Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes Ordenswald
Bemessung und Abgrenzung der Schutzzonen -
Koblenz, Januar 2015
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH

- [5] Gemeindewerke Haßloch GmbH (Hrsg.):
Antrag auf Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes Benzenloch, Gefährdungsabschätzung, Koblenz, Oktober 2017
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH

- [6] Gemeindewerke Haßloch GmbH (Hrsg.):
Brunneneinzugsgebiet Benzenloch, Numerisches Grundwasserströmungsmodell, Anhang 2 zum Antrag auf Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes Benzenloch, Bemessung der Schutzzonen, Koblenz, Oktober 2009
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH

- [7] Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG:
Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 3 Absatz 3 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist

- [8] Bundes - Bodenschutz- und Altlastenverordnung - BBodSchV:
Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist

- [9] Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (Hrsg.):
Orientierungswerte für die abfall- und wasserwirtschaftliche Beurteilung, Merkblatt ALEX 02
Oppenheim, Oktober 2011

- [10] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd:
Wasserschutzgebiet, Benzenloch, Erweiterte Erfassung der Altablagerungen
316 00 00 – 209, -211 bis -218 sowie -221, Gefährdungsabschätzung, Koblenz, Ja-
nuar 2018
Verfasser: BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH

1 Veranlassung / Aufgabenstellung

Im Zuge des Antrags auf Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes Benzenloch sollten die Altablagerungen (ALG) 316 00 000 - 209, - 211 bis - 218 sowie – 221 näher untersucht werden. Nach einer Erstbewertung der möglichen Wirkungspfade gemäß BBodSchG (Boden – Mensch und Boden – Grundwasser), kann es möglicherweise zum Eintrag von Schadstoffen in den Untergrund gekommen sein [10].

Bei einem solchen Eintrag sind die natürlichen Funktionen von Boden und Grundwasser im Sinne von § 1, Abs. 2, Pkt. 3 BBodSchG möglicherweise eingeschränkt. Daher sind weitere Untersuchungen zu einer möglicherweise schädliche Bodenveränderungen (§ 1, Abs. 2, Pkt. 3 BBodSchG) erforderlich.

Ziel ist es somit im Rahmen einer orientierenden Untersuchung (OU) den Sachverhalt hinsichtlich einer möglichen Verfrachtung von Schadstoffen in den Untergrund bzw. eines möglichen Eintrags in den oberflächennächsten Grundwasserleiter (hier: Oberer Grundwasserleiter, oben, OGWLo) zu prüfen.

Mit dem Schreiben vom 09.05.2018 wurde die BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH (BCE) von der Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd (SGD Süd) mit der Durchführung von direct-push-Sondierungen, der Untersuchung des oberflächennächsten Grundwasserleiters sowie der Identifikation und Bewertung maßgeblicher Gefährdungspotentiale für das Trinkwassergewinnungsgebiet Benzenloch beauftragt.

2 Allgemeine Standort- und Randbedingungen

2.1 Altablagerungen

Die zu betrachtenden Altablagerungen (ALG) befinden sich östlich des Ortsteils Laachenspeyerdorf der Stadt Neustadt an der Weinstraße (Anlage 1). Die Altablagerungen sind mit folgenden Nummern im Bodenschutzkataster (BoKat) des Landesamtes für Umwelt Rheinland Pfalz registriert: 3016 00 000-209, -211 bis -218 und -221. Die Flächen liegen brach, unterliegen der Sukzession ohne geplante Nutzung. Im Umfeld der ALGs befinden sich überwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie Wiesen und Waldstücke. Die genauere Lage der ALGs geht aus der nachfolgenden Abbildung 1 sowie der Anlage 2 hervor.

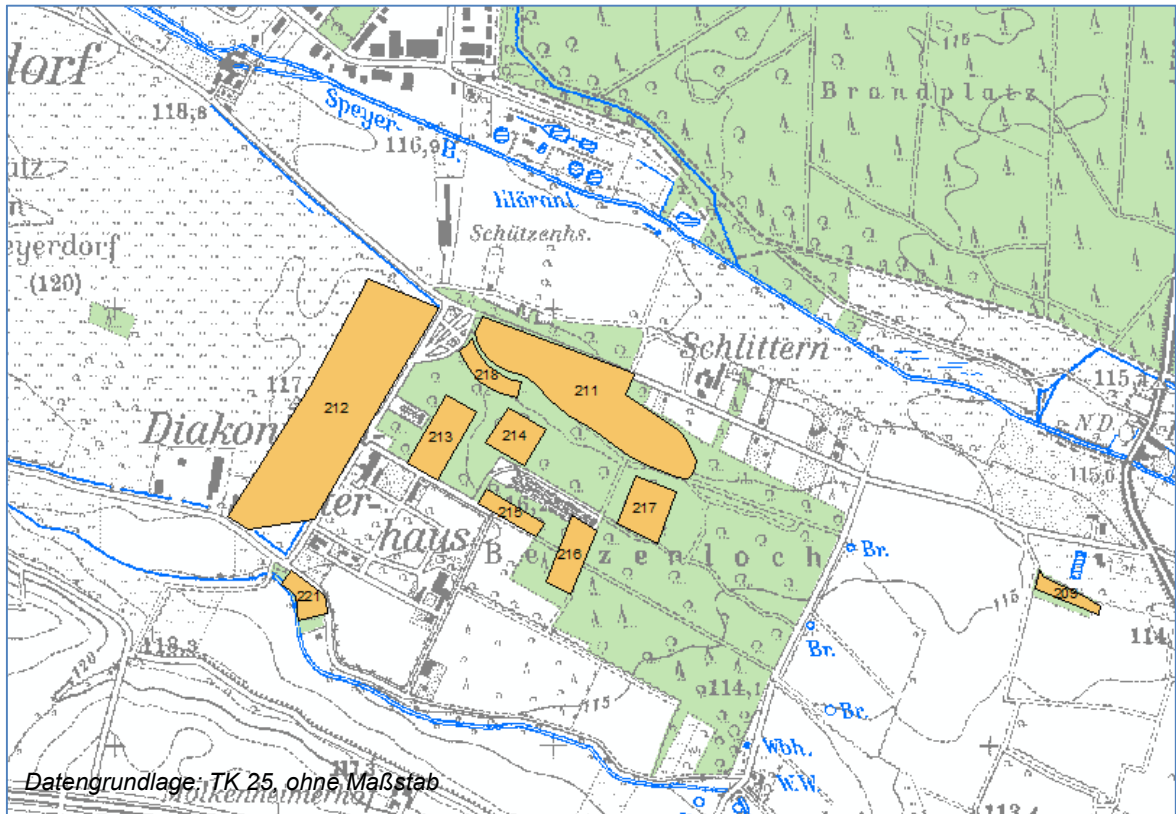


Abbildung 1: Lage der Altablagerungen

Alle ALGs liegen innerhalb des Trinkwassereinzugsgebietes Benzenloch (derzeit laufendes Verfahren zur Neuausweisung des Wasserschutzgebietes). Landschafts- und Naturschutzgebiete werden von den Altablagerungen 209, 211, 213 bis 218 sowie 221 nicht berührt. Lediglich ALG 212 befindet sich innerhalb eines Naturschutzgebietes. Weitere Angaben zur Lage von Schutzgebieten und sensiblen Nutzungen im Untersuchungsgebiet sind [10] zu entnehmen.

Das Stoffinventar der einzelnen Altablagerungen ist in der Tabelle 1 dokumentiert.

Tabelle 1: Altablagerungen und Inventar

Altablagerung	Inventar
289	Bauschutt, Erdaushub, Siedlungsabfälle, Schlacken
290	Bauschutt, Erdaushub, Altöl
211, 213 bis 218	Bauschutt und Erdaushub, Autowracks, Ölfässer
209	Sperrmüll, Haus- und Gewerbemüll
212	Bauschutt und Erdaushub, Autowracks
221	Bauschutt und Erdaushub, Autowracks, Autobatterien, Altöl
222	Bauschutt und Erdaushub, Gemeindeabfälle

Es handelt sich dabei hauptsächlich um Bauschutt und Erdaushub. Zum Teil wurden jedoch auch Altöle, Haus- und Gewerbemüll sowie schwermetallhaltige Autobatterien abgelagert.

2.2 Geologie und Hydrologie

Die ALG liegen am südwestlichen Randbereich des Speyerbachschwemmfächers. Die Ablagerungen des Speyerbachs verzahnen sich hier mit den umliegenden Urrheinsedimenten. Der Untergrund baut sich somit aus Wechsellagerungen von kiesigen Sanden sowie Lehmen auf, die in ihrer Ausprägung kleinräumig wechseln können. Gemäß der übergeordneten Schichtenabfolge werden von oben nach unten bis zu vier Grundwasserleiter unterschieden:

- Oberer Grundwasserleiter oben (OGWLo)
- Oberer Grundwasserleiter unten (OGWLu)
- Mittlerer Grundwasserleiter (MGWL)
- Unterer Grundwasserleiter (UGWL)

Somit gliedert sich der OGWL bereichsweise in einen oberen (OGWLo) und einen unteren (OGWLu) Grundwasserleiter, getrennt von einer bindige Zwischenschicht (Grundwasserhemmer), ZH1 (Abbildung 2). OGWLo und OGWLu sind insgesamt rd. 15-20 m mächtig. Rd. 5 m mächtige Schluffe und Tone bilden den Oberen Zwischenhorizontes (OZH) an der Basis des OGWLu und überdecken den rd. 25-30 m mächtigen MGWL. Der UGWL wird wiederum durch ein rd. 5 m mächtiges toniges Schichtpaket (UZH) gegen den MGWL getrennt. Zwischenschichten sind grundsätzlich in weiten Bereichen vorhanden, können lokal jedoch fehlen oder nur schwach ausgeprägt sein.

Vornehmlich relevant für die Untersuchungen an den ALGs ist der OGWLo und ggf. der OGWLu.

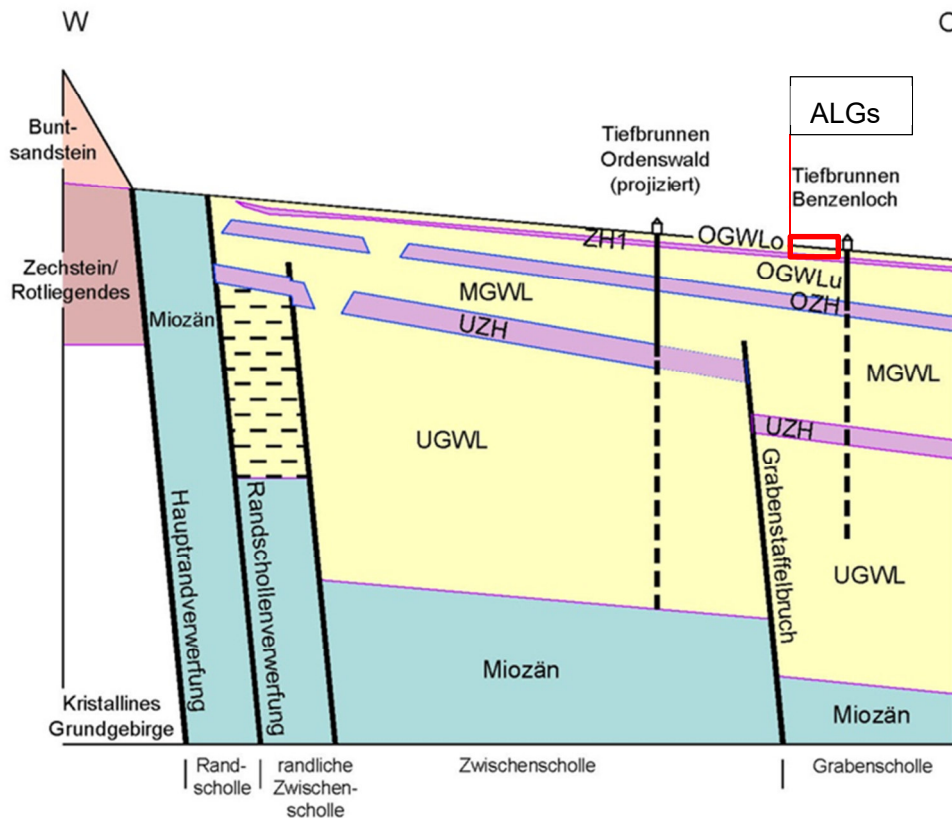


Abbildung 2: Prinzipieller geologischer West-Ost-Schnitt

In Anlage 3 ist ein Grundwassergleichenplan des OGWL_o zu hydrologisch mittleren Verhältnissen im Jahr 2009 enthalten [6]. Die Grundwasserfließrichtung ist demnach nach Ost bis Süd-Ost gerichtet. Für den Bereich des Untersuchungsgebiets (UG) sind Flurabstände von ca. 2 Meter festzustellen.

2.3 Niederschläge

Das Untersuchungsgebiet ist im langjährigen Mittel durch einen Jahresniederschlag in Höhe von ca. 620 mm geprägt. Die jahreszeitliche Niederschlagsverteilung variiert dabei im Zeitraum Januar bis Dezember zwischen ca. 40 mm/Monat und ca. 65 mm/Monat. Die höchsten mittleren Monatsniederschlagssummen werden dabei in der Sommerperiode von Juni bis August erwartet.

Die Entwicklung der kumulierten Niederschlagssummen im Untersuchungsgebiet ist für die mittleren Verhältnisse sowie für den Zeitraum Januar bis September 2018 in der Abbildung 3 dargestellt. Zudem ist die Entwicklung der monatlichen Abweichungsfaktoren der aktuellen monatlichen Niederschlagssummen im Jahr 2018 vom langjährigen Mittel (im Vergleichszeitraum 1951 bis 2017) dokumentiert.

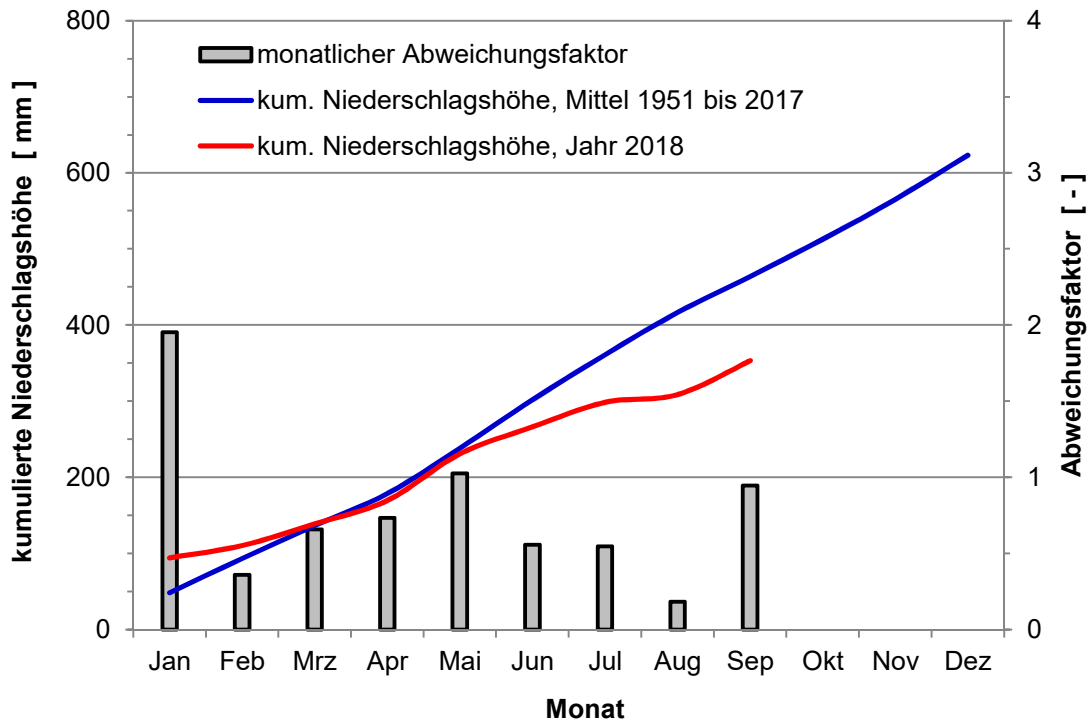


Abbildung 3: Entwicklung der kumulierten Niederschlagshöhe im langjährigen Mittel (1951 bis 2017) sowie im Jahr 2018 bis September, Monatlichen Abweichungsfaktoren, Messstation Neustadt a.d. Weinstraße

Die Auswertung zeigt für das Jahr 2018 folgende hydrologische Charakteristiken:

- Zu Jahresbeginn lag im Monat Januar temporär eine kurze Periode mit einem überdurchschnittlichen Monatsniederschlag vor.
- In den Folgemonaten Februar, März, April, Juni, Juli und August lag eine länger anhaltende Trockenperiode mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen vor.
- Bis zum Ende des Monats Juli ist ein Niederschlagsdefizit in Höhe von ca. 60 mm festzustellen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass diese längere Trockenperiode mit unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen in 2018 (Februar bis August) eine verringerte Grundwasserneubildungsrate und damit niedrigere Grundwasserstände am Standort bedingt.

2.4 Speyerbach

Der Speyerbach fließt nördlich in ca. 300 bis 400 Meter Abstand am Untersuchungsraum vorbei. Im Umfeld des Speyerbachs befinden sich Retentionsräume und Polderanlagen zum Hochwasserschutz sowie die Kläranlage Neustadt.

Die Kläranlage Neustadt leitet gereinigtes Klarwasser sowie temporär ungeklärtes Mischwasser in den Speyerbach ein. Die Schmutzwassereinleitmenge liegt bei ca. $0,46 \text{ m}^3/\text{s}$. Bei Starkregenereignissen werden bis ca. $11,6 \text{ m}^3/\text{s}$ im Hauptsammler aufgenommen und über ein Regenüberlaufbecken in den nahe gelegenen Retentionspolder eingeleitet. Der Retentionspolder wurde auf einer Fläche von ca. 7 ha angelegt und verfügt über ein Speichervolumen von ca. 67.000 m^3 . Der Polder gibt das gespeicherte Mischwasser gedrosselt und zeitverzögert an den Vorfluter ab. Inwieweit hier infolge von Versickerungsprozessen eine Grundwasserinfiltration in den oberen Grundwasserleiter erfolgt kann derzeit nicht eingeschätzt werden.

Die Entwicklung der Wasserstände und der Abflüsse des Speyerbachs wird an der Pegelstation Neustadt laufend überwacht. Die Messstation liegt in ca. 7 km Entfernung oberstromig vom Untersuchungsgebiet Benzenloch. Für den Pegel Neustadt a.d. Weinstraße sind in der Abbildung 4 die Abflussverhältnisse sowie die Pegelstände des Speyerbachs für den Zeitraum Januar 2017 bis September 2018 dargestellt.

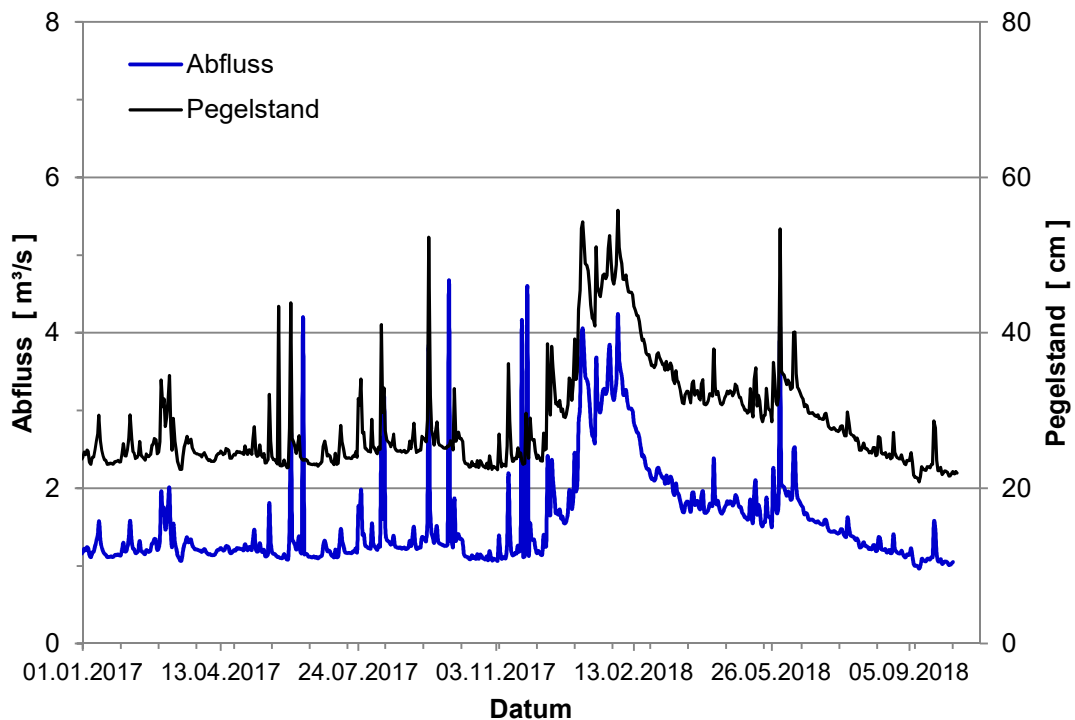


Abbildung 4: Entwicklung von Abfluss und Pegelstand im Speyerbach im Zeitraum Januar 2017 bis September 2018, Station Neustadt a.d. Weinstraße

Die Auswertung dokumentiert für das Jahr 2018 folgende Charakteristik des Abflussgeschehens:

- Überdurchschnittlich hohe Abflussmengen (2 bis $4 \text{ m}^3/\text{s}$) und Pegelstände (30 bis 50 cm) im ersten Quartal des Jahres.
- Vergleichsweise hohe Abflüsse (ca. $2 \text{ m}^3/\text{s}$) im zweiten Quartal des Jahres.

- Abklingverhalten im Verlauf des dritten Quartals des Jahres bis auf ca. 1 m³/s im September 2018

Überlagert wird das Verhalten von singulären Peaks infolge von temporär-dominanten Niederschlagsereignissen im Einzugsgebiet.

3 Untersuchungskonzept

3.1 Untersuchungsprogramm

Zur Vorbereitung der technischen Untersuchungen wurde am 08.08.2018 eine Begehung des Untersuchungsgebiets durchgeführt. Dabei wurden die einzelnen ALGs und deren Umgebung in Augenschein genommen. Insbesondere wurde geschaut, ob es sichtbare Hinweise auf Verunreinigungen gibt und geprüft, ob die Anfahrbarkeit mittels Bohrgerät gegeben ist.

Auf der Grundlage dieser Begehung und der erweiterten Erfassung der Altablagerungen (Gefährdungsabschätzung) [10] wurde zur orientierenden Untersuchung des Grundwassers durch den Gutachter folgendes Untersuchungsprogramm vorgeschlagen und durch den AG bestätigt:

- Durchführung von 5 direct-Push-Sondierungen im Bereich des Abstroms der ALGs zur Untersuchung des obersten Meters der gesättigten Zone (OGWL)
- Entnahme einer Oberflächenwasserprobe aus dem Schlittgraben der entlang der ALG 221 verläuft
- Untersuchung der Wasserproben auf den Parameterumfang des ALEX-Merkblatts 02 [9] sowie Bewertung der Analyseergebnisse anhand der orientierenden Prüfwerte (oPW) gemäß [9]

Die Positionierung der Probenahmepunkte/Sondierungspunkte wurde in Abstimmung mit dem AG festgelegt und so gewählt, dass der Abstrom der ALGs erfasst wird. Der Probenahmepunkt DP 4 musste nach der Begehung mit dem Bohrunternehmen (Wagner Umweltgeologie GmbH) am 08.08.2018 südwestlich an den Straßenrand verlegt (Anlage 2) werden. Der zuvor geplante Bohrpunkt war mittels Bohrgerät nicht anfahrbar. Die Lage der Sondierungspunkte bzw. der Entnahmestelle im Schlittgraben sind in Anlage 2 dargestellt.

3.2 Grundwasserprobenahme mittels direct-push-Sondierung

Vor Beginn der Sondierarbeiten wurden am 08.08.2018 die geplanten Bohransatzpunkte durch den Kampfmittelsondierer Consulting-Engineers-Göttig freigemessen. Die Lage der einzelnen Bohransatzpunkte sind der Fotodokumentation (Anlage 4) sowie der Anlage 2 zu entnehmen. Die Sondierungspunkte sind mit DP 1 bis DP 5 bezeichnet und wurden mittels

Hand-GPS eingemessen. Nach Freigabe der Bohransatzpunkte wurden am 10.08.2018 durch die Firma Wagner Umweltgeologie GmbH die direct-push-Sondierungen durchgeführt.

Zur Grundwasserentnahme im direct-push-Verfahren wurde mittels Bohrraupe eine Sonde mit Sondenfilter in den oberflächennahsten Grundwasserleiter gerammt. Je nach Bohransatzpunkt wurde das Grundwasser bei rd. 3 bis 5 m unter GOK angetroffen. Nach Erreichen der Zieltiefe (rd. 1 m unter Grundwasserspiegel) wurde mithilfe einer Unterwasserpumpe das Grundwasser an die Oberfläche gefördert. Während des Abpumpens wurden die Vor-Ort-Parameter pH, Sauerstoff, Leitfähigkeit, Redoxpotential und Temperatur aufgezeichnet. Die entsprechenden Angaben zur den Probenahmen sind dem Probenahmeprotokoll in Anlage 5.2 zu entnehmen.

Für die chemische Analyse wurden Wasserproben entnommen. Diese wurden, in die vom Labor bereitgestellten Probenahmegefäßen abgefüllt, gekühlt gelagert und anschließend nach Speyer in ein Labor der Eurofins Umwelt West GmbH überführt.

3.3 Oberflächenwasserprobe

Zusätzlich zu den direct-push-Sondierungen wurde am 10.08.2018 eine Oberflächenwasserprobe aus dem Schlittgraben entnommen. Die Entnahme erfolgte mittels Schöpfer. Am Tag der Probenahme stand das Wasser auf der Grabensohle. Aufgrund der trockenen Witterung in den letzten Sommermonaten war keine Fließbewegung im Graben zu erkennen.

Die Wasserprobe wurde ebenfalls in die von Eurofins bereitgestellten Probenahmegefäße gefüllt, kühl gelagert und in das entsprechende Labor überführt.

3.4 Chemische Analysen

Die chemischen Untersuchungen der Grundwasserproben wurden im akkreditieren Labor Eurofins Umwelt West GmbH (Standort Speyer) durchgeführt. Die eingesetzten Messverfahren und Bestimmungsgrenzen sind in den Prüfberichten in Anlage 6 dokumentiert.

Das Analysenprogramm umfasste das Parameterspektrum des ALEX-Merkblatt 02 [9] zuzüglich der Eisen und Mangan an den fünf Grundwasserproben und der einen Oberflächenwasserprobe auf.

4 Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

4.1 Flurabstände

Gemäß Probenahmeprotokoll in der Anlage 5 waren zum Zeitpunkt der Probenahme Flurabstände von ca. 2,25 bis 3,80 Meter festzustellen. Gegenüber dem langjährigen Mittel lagen die Flurabstände damit um bis ca. 1,5 Meter tiefer. Das signifikant niedrigere Niveau der Grundwasserstände ist durch die hydrologischen Randbedingungen im späten Frühjahr und Sommer 2018 bedingt. Es ist anzunehmen, dass dadurch die Sohlen der einzelnen ALGs über dem Grundwasserspiegel lagen. Aufgrund der geringen Niederschläge im Untersuchungsraum sowie aufgrund der niedrigen Grundwasserstände hat eine Beeinflussung des Grundwassers durch Sickerwässer bzw. durch Auswaschung durch einen direkten Kontakt zwischen ALG und dem Grundwasser sehr wahrscheinlich nicht kontinuierlich stattgefunden. Der Grundwasserspiegel kann im Sommer 2018 bis unterhalb der Unterkante der ALG gesunken sein. Demgegenüber könnte es bei hohen Grundwasserständen zu Auswaschungen im direkten Kontakt zu den ALG kommen.

4.2 Analysenbefunde

Der Prüfbericht der Fa. Eurofins mit allen Analysenbefunden ist in der Anlage 7 dokumentiert. Ausgewählte Qualitätsparameter sind zudem in Tabelle 2 den oPW (orientierenden Prüfwerten, [9]) gegenübergestellt. Die vergleichsweise geringfügigen und vereinzelt vorkommenden Analysenbefunde, die die oPW überschreiten, wurden in der Tabelle durch fette Schrift gekennzeichnet.

Tabelle 2: Untersuchungsergebnisse (Parameterauswahl) sowie auffällige Analysenbefunde nach oPW im OGWLo bzw. dem Schlittgraben

Parameter / Entnahmestelle	Einheit	DP 1	DP 2	DP 3	DP 4 alternativ	DP 5	Bach	oPW [9]
Temperatur	°C	14,7	14,9	17,4	14,6	15,6	19,6	15,0
pH-Wert		6,74	6,88	8,23	7,59	7,42	7,55	6,5 bis 9,5
Sauerstoffgehalt	mg/l	0,1	0,9	0,2	1,9	0,3	0,2	2,0
Leitfähigkeit	µS/cm	447	1.181	869	1.156	775	605	2.000
Gesamttrockenrückstand (105°C)	mg/l	350	880	720	880	490	410	1.500
Calcium	mg/l	47,5	179	127	191	130	92,1	100
Magnesium	mg/l	9,2	38,0	17,0	24,1	18,7	16,7	50
Natrium	mg/l	20,5	34,8	19,4	10,5	10,6	7,7	150
Kalium	mg/l	3,82	8,63	4,93	2,57	2,04	10	5
Eisen ges.	mg/l	22,0	0,9	0,7	5,7	3,2	1,0	-
Mangan ges.	mg/l	0,07	0,05	0,05	0,29	0,11	0,36	-
Ammonium	mg/l	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	0,52	0,5

Parameter / Entnahmestelle	Ein- heit	DP 1	DP 2	DP 3	DP 4 alternativ	DP 5	Bach	oPW [9]
Nitrat	mg/l	15	74	110	< 1	< 1	< 1	50
Nitrit	mg/l	0,02	0,87	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,03	0,1
Chlorid	mg/l	20	56	39	92	13	28	100
Bromid	mg/l	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Fluorid	mg/l	< 0,1	< 0,1	0,34	0,13	0,14	0,17	1,5
Sulfat	mg/l	29	150	99	240	43	20	240
Hydrogencarbonat	mg/l	160	470	220	270	440	320	-
DOC	mg/l	6,0	2,8	3,2	2,2	2,5	6,1	4,0
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Summe AKW (ALEX 05)	µg/l	0,7	0,6	0,9	0,3	0,5	2,9	20,0
Summe LHKW	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,2	10,0
Summe Di- bis Hexachlor- benzol	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	5,0
Summe 15 PAK	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,5
Summe PCB (7)	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,2
Summe Organochlorpes- tizide (14)	µg/l	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,3

Erläuterung: n.b. nicht berechenbar, da alle Einzelwerte < Bestimmungsgrenze

Für die **Grundwasseruntersuchungen** sind folgende Merkmale und Besonderheiten festzustellen:

- Die Leitfähigkeitsbefunde sowie die chemischen Analysenbefunde der Hauptbestandteile zeigen ein generell inhomogenes Bild und charakterisieren einen voneinander abweichenden Mineralstoffgehalt der Wässer.
- Alle Analysenbefunde zeigen nur geringe Gelöstsauerstoffgehalte unter 2 mg/l.
- Die Probe DP 1 zeigt darüber hinaus lediglich noch einen auffälligen DOC-Gehalt in Höhe von 6 mg/l.
- Die Proben DP2, DP3, DP 4 (alternativ) und DP 5 zeigen mit Gehalten über 100 mg/l auffällige Calciumkonzentrationen.
- Die Proben DP 2 und DP 3 zeigen zudem partiell auffällige Kalium- und Bromidkonzentrationen sowie auffällige Nitrat- und Nitritgehalte. Dabei ragt der Nitratbefund der Probe DP3 mit 110 mg/l besonders heraus.

Alle weiteren untersuchten Qualitätsparameter, insbesondere folgende summarisch aus Einzelstoffanalysen berechneten organischen Qualitätsparameter, sind unauffällig:

- Kohlenwasserstoffe (C10 bis C40),
- Summe AKW (nach ALEX 05) als aromatische BTEX-Kohlenwasserstoffe
- Summe LHKW,
- Summe der PAK nach EPA,

- Summe der Chlorbenzole,
- Summe PCB (7)
- Summe der Organochlorpestizide

Darüber hinaus sind die Befunde für folgende anorganischen Qualitätsparameter unauffällig:

- Aluminium
- Antimon
- Arsen
- Blei
- Cadmium
- Chrom
- Cobalt
- Cyanide
- Kupfer
- Molybdän
- Nickel
- Quecksilber
- Selen
- Silber
- Thallium
- Zink
- Zinn

Aufgrund der unterschiedlichen Merkmale wurden die einzelnen Stoffsysteme mit dem Programm PhreeqC (Programm für hydrogeochemische Berechnungen) weitergehend analysiert und hydrochemisch charakterisiert, wobei die Sättigungszustände für insgesamt 13 Mineralphasen ermittelt wurden. Die Ergebnisse der Modellrechnungen sind in der Anlage 7 tabellarisch sowie graphisch dokumentiert. Im Ergebnis der hydrochemischen Modellierung ist im Wesentlichen folgendes festzustellen:

- Alle fünf Wässer neigen thermodynamisch zur Ausfällung von Eisenoxidphasen.
- Alle fünf Wässer zeigen Übersättigungen für carbonatische Mineralphasen. Dies betrifft insbesondere die Bildung von Calcit sowie von Dolomit und von Siderit. Es ist anzunehmen, dass es zur Ausfällung dieser Mineralphasen aus dem Wasser kommt. Die Ausprägung der Übersättigungszustände ist dabei unterschiedlich, wobei die Sättigungsindizes zwischen $SI=0,1$ bis $SI=1,4$ variieren.
- Für die Probe DP4 besteht die Tendenz zur Ausfällung einer sulfatischen Mineralphase (Jarosit).

Die Übersättigung bezüglich der genannten Mineralphasen zeigt, dass das Grundwasser auf seiner Fließstrecke zum Beprobungspunkt/Sondierpunkt in Kontakt mit Stoffkomponenten aus diesen Mineralphasen gekommen sein muss. Dabei können Eisenverbindungen sowie Karbo-

nate (Calcit sowie von Dolomit und von Siderit) und Sulfate naturbedingt vorkommen. Die vorliegenden Konzentrationen, beispielsweise von Calcium und Sulfat, sowie die Übersättigung hinsichtlich des Minerals Jarosit und der Karbonate lassen den Schluss auf Auswaschungen aus Bauschutt zu. Dies ist ein Hinweis auf eine Beeinflussung des Grundwassers durch die Altablagerungen (Tabelle 1). Zusammen mit den übrigen Befunden ergeben sich Hinweise auf vielfältige Gründe für die Beeinflussung des Grundwassers, z.B. Beeinflussung aus der landwirtschaftlichen Nutzung im Umfeld oder aus Infiltrations- und Exfiltrationsprozessen im Bereich des nördlich gelegenen Polderbeckens und des Speyerbaches. Dafür spricht auch die kleinräumig unterschiedliche Beeinflussung des Grundwassers (siehe z.B. Calcium oder DOC; Tabelle 2).

Die **Oberflächenwasserprobe** (OW-Probe) aus dem Schlittgraben zeigt besonders auffällige Werte für die Parameter Sauerstoff, Temperatur und Ammonium. Grund hierfür ist zum einen die trockenen Witterung (derzeit verdunstungsbeeinflusstes, stehendes Gewässer) und zum anderen die Lage zu der im Umfeld landwirtschaftlich genutzten Fläche.

5 Fazit und Empfehlungen

5.1 Fazit und Bewertung

Im Umfeld der Altablagerungen Benzenloch wurden im Rahmen von selektiven Grundwasser-sondierungen mittels direct-push-Verfahren vereinzelt Überschreitungen des oPW der Alex-Liste [9] im Oberen Grundwasserleiter nachgewiesen. Bei den Überschreitungen handelt es sich jedoch **nicht um typische altlastenspezifische Parameter**.

Die als auffällig identifizierten Stoffgehalte (u.a. Calcium, Nitrat, Nitrit, Kalium, Bromid) lassen sich **teilweise durch das Stoffinventar der Altablagerungen (u.a. Bauschutt)** erklären. Sie können jedoch auch anteilig aus der umliegenden **landwirtschaftlichen Nutzung** sowie aus **diffusen Stoffeinträge** infolge einer Infiltration **von Oberflächenwasser** aus dem Speyerbach oder aus dem temporär genutzten Retentionspolder der Kläranlage Neustadt resultieren.

Die Oberflächenwasserprobe aus dem südlich der Altablagerung gelegenen Schlittgraben zeigt besonders auffällige Werte für die Qualitätsparameter Sauerstoff, Temperatur und Ammonium. Grund hierfür ist zum einen die Trockenwetterperiode (derzeit verdunstungsbeeinflusstes stehendes Gewässer) und zum anderen die Lage zur landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Aufgrund der hydrologisch-hydraulischen Randbedingungen sind Stoffelutionsprozesse (Auswaschungen) aus den diversen Altablagerungskörpern im Bereich Benzenloch nicht völlig auszuschließen. Die in das oberflächennahe Grundwasser (OGWLo) eingetragenen Stoff-

frachten werden dabei wahrscheinlich zeitweilig mobilisiert (beispielsweise bei hohen Grundwasserständen), woraus zeitliche sowie zeitlich-räumliche Schwankungen der Stoffgehalte im Grundwasser resultieren.

Vor dem Hintergrund der geologischen Randbedingungen und der Grundwasserentnahme zur Trinkwasserversorgung aus dem mittleren und dem unteren Grundwasserleiter ist von einer generell schützenden Wirkung der bindigen Zwischenhorizonte auszugehen. Eine **akute Gefährdung der Trinkwassergewinnung** durch Stoffverfrachtungen aus dem oberen in den mittleren und in den unteren Grundwasserleiter ist deshalb **unwahrscheinlich**.

5.2 Empfehlung

In Anlehnung an das ALEX-Merkblatt 02 [9] ist wegen der Überschreitung von Prüfwerten, hier vereinzelte, geringfügige Überschreitungen des oPW, ein weiterer Handlungsbedarf gegeben.

Vornehmlich hinsichtlich des Schutzziels Trinkwassergewinnung Benzenloch sollten die Auswirkungen möglicher Schadstoffverlagerungen in tiefere Grundwasserleiter überprüft werden. Dafür kann **je eine geeignet platzierte Messstelle im OGWL und im MGWL** im Abstrom der Ablagerungen zur **Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit** auf altlastenbürtige Stoffbelastungen im Spurenstoffbereich dienen. Ergänzend empfiehlt es sich, **zwei temporäre Messstellen** einzurichten, um begleitend zu den ersten Analysen die **Grundwasserstände im OGWL** zu beobachten. Diese Messstellen könnten gerammt in DN50 HDPE-Rohr ausgeführt werden. Vorbehaltlich der Einbindung der neuen Messstellen in die **Vorfeldüberwachung** der Trinkwassergewinnung Benzenloch wäre dafür ein entsprechend **angepasstes Untersuchungs- bzw. Mess- und Analyseprogramm** zu erstellen.

Zusammenfassend empfiehlt sich somit eine **weiterführende, vorsorgliche Beobachtung** möglicher Stoffverfrachtungen aus den Ablagerungen in tiefere Grundwasserstockwerke im Vorfeld der Trinkwassergewinnung Benzenloch, ohne eine derzeit erkennbare akute Gefährdung für die Trinkwassergewinnung.

Sachbearbeiter:
M.Sc. Geowiss. B. Gemmeke
Dr.-Ing. T. Ludwig

Koblenz, im Mai 2019
Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
ppa. i.A.


Dipl. Geol. A. Bender


Dr. rer. nat S. Klose