

ICP – Am Tränkwald 27 – 67688 Rodenbach

Deutsche Reihenhaus AG
z.Hd. Herrn A. Schmidt-Saraceni
Straßburger Allee 67

67657 Kaiserslautern



Geschäftsführer

Frank Neumann
Diplom-Geologe
(Ingénieur-Conseil
OAI Luxembourg)

**Amtsgericht
Kaiserslautern**
HRB2687

USt-Id-Nr. DE 152749803
USt-Id-Nr. LU 18399128

Umwelttechnischer Bericht

Projekt-Nr.: B21213-2

Projekt: Deutsche Reihenhaus AG
1444 – Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern
Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim

Betreff: Verdacht auf das Vorliegen von schädlichen Bodenveränderungen gemäß
BBodSchG – Gefährdungsbeurteilung

Bearbeiter: Dipl.-Geographin Christine Gronz /ns

Datum: 06.02.2023

Verteiler: vorab per E-Mail an: Alexander.Schmidt@Reihenhaus.de

ICP, Büro Eifel

Johannes-Kepler-Straße 7
54634 Bitburg
Telefon 06561-18824
E-Mail bitburg@icp-geologen.de

ICP, Zentrale

Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Telefon 06374-80507-0
E-Mail info@icp-geologen.de

ICP, Büro Südpfalz

Lindelbrunnstraße 6
76887 Bad Bergzabern
Telefon 06343-9539022
E-Mail info@suew-geologen.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Vorgang	5
2	Vorhandene Datenlage und Untersuchungsergebnisse	8
2.1	Planungsvorschlag der DRH AG	8
2.2	Hydrogeologie und Grundwasser	10
2.3	Boden und Hintergrundwerte	16
2.4	Auswertung der Ergebnisse der geotechnischen Untersuchung nach BBodSchV	18
3	Gefährdungsbeurteilung	26
3.1	Gesetzliche Grundlagen	26
3.1.1	Grundwasser	26
3.1.2	Boden	27
3.2	Zusammenstellung der Schadstoffsituation	28
3.3	Wirkungspfad Boden – Mensch	30
3.4	Wirkungspfad Boden – Grundwasser	31
4	Schlussbemerkung	34

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 **Pläne**

1.1	DRH-Werkplan Aushub Grünfläche	1 Seite
1.2	DRH-Werkplan Geländeschnitt Bodenaustausch HG-A	1 Seite
1.3	DRH-Werkplan Geländeschnitt Bodenaustausch HG-B	1 Seite
1.4	DRH-Werkplan Geländeschnitt Bodenaustausch HG-C	1 Seite

Anlage 2 **Zusammenfassung Ergebnisse**

2.1	Zusammenfassung Ergebnisse Untersuchungskampagne 1 (Herbst 2020)	5 Seiten
2.2	Lageplan Bohransatzpunkte Untersuchungskampagne 1 (Herbst 2020)	1 Seite
2.3	Zusammenfassung Ergebnisse Untersuchungskampagne 2 (Sommer 2021)	2 Seiten
2.4	Lageplan Bohransatzpunkte Untersuchungskampagne 2 (Sommer 2021)	1 Seite

Anlage 3 **Bohrprofile**

3.1	Bohrprofile RB 1 und RB 2 (2020)	1 Seite
3.2	Bohrprofile RB 3 und RB 4 (2020)	1 Seite

3.3 Bohrprofile RB 5 und RB 6 (2020)	1 Seite
3.4 Bohrprofile RB 1 bis RB 3 (2021)	1 Seite
3.5 Bohrprofile RB 4 bis RB 6 (2021)	1 Seite
3.6 Bohrprofile RB 7 bis RB 9 (2021)	1 Seite

Literaturverzeichnis

- [1] Deutsche Reihenhäuser AG - 1444 Bebauungskonzept Variante IX; Maßstab 1 : 1000; Stand 09.08.2019;
- [2] Geotechnischer Bericht vom 05.11.2020, Az <B20211>, gef. ICP
- [3] Kurzbeurteilung vom 16.11.2020, Az <B20211>, gef. ICP
- [4] Kurzbeurteilung vom 27.11.2020, Az <B20211>, gef. ICP
- [5] Geotechnischer Bericht vom 22.09.2021, Az <B21213>, gef. ICP
- [6] Vermerk vom 30.05.2022, Az <B21213-1>, gef. ICP
- [7] E-Mail-Kontakt DRH (Herr Schmidt-Saraceni) und Regierungspräsidium Darmstadt (Dezernat IV/DA 41.5, Bodenschutz, Frau Schirra) vom 01.06.2022 und 14.06.2022
- [8] DRH-Werkpläne Bodenaustausch, 10.11.2022
- [9] E-Mail-Kontakt DRH (Herr Schmidt-Saraceni und Herr Strack) und Stadt Lampertheim (Fachbereichsleitung, Fachbereich 60 – Bauen und Umwelt, Frau Wicke) vom 23.09.2022 und vom 06.10.2022
- [10] DRH-Auftrag per E-Mail vom 04.11.2022 (Herr Schmidt-Saraceni)
- [11] Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 17. März 1998, zuletzt geändert 27. Juni 2017
- [12] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999, zuletzt geändert 19. Juni 2020
- [13] Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): M20, Bodenmaterial, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln -Stand 2004
- [14] Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Ableitung von Geringfügigkeits-schwellenwerten für das Grundwasser. Stand Januar 2017
- [15] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Handbuch Altlasten, Band 3 Teil 3 – Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden – Grundwasser. Sickerwasserprognose. Wiesbaden 2002
- [16] Vermerk vom 10.11.2022, Az <B21213-1>, gef. ICP
- [17] E-Mail- und telefonischer Kontakt RP Darmstadt (Frau Schirra) und ICP mbH (Frau Gronz) vom 11.11.2022 und 23.11.2022
- [18] E-Mail-Kontakt Stadt Lampertheim (Fachbereichsleitung, Fachbereich 60 – Bauen und Umwelt, Herr Frech) vom 25.11.2022
- [19] E-Mail-Kontakt Stadt Lampertheim (Fachbereichsleitung, Fachbereich 60 – Bauen und Umwelt, Herr Frech) vom 28.11.2022: zur Verfügung gestellte Auszüge aus verschiedenen Gutachten: „Ehemaliges Gaswerk Lampertheim (Stadt Lampertheim / Kreis Bergstraße, ALTIS-Nr.: 431.013.020-001.001)

- [20] HLNUG BodenViewer Hessen: Hintergrundwerte (Substratgruppe Oberboden bzw. Unterboden). Zugriff am 30.11.2022 / 01.12.2022
- [21] HLNUG GeologieViewer Hessen: GÜK300, HÜK200. Zugriff am 30.11.2022 / 01.12.2022
- [22] HLNUG GruSchu Hessen: Fachdaten. Zugriff am 01.12.2022
- [23] Informationsdienst der AG Wasserwerke Hessisches Ried: Grundwasser-Online, Lampertheim EWR-BS-X. Zugriff am 01.12.2022
- [24] HLNUG WRRL-Viewer: WRRL_Bewirtschaftungsplan 2021. Zugriff am 01.12.2022
- [25] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: Hydrologisches Kartenwerk – Hessische Rhein- und Mainebene, Grundwasserhöhengleichen im Oktober 2015
- [26] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: Hydrologisches Kartenwerk – Hessische Oberrheinebene. Grundwasserneubildung aus Niederschlag- Mittelwert der Jahre 1961 bis 1991.
- [27] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: Hydrologisches Kartenwerk – Grundwasserflurabstand, Niedriggrundwasserstand.
- [28] Bgu – Büro für Geotechnik und Umwelt: „Ehemaliges Gaswerk Lampertheim“ (Stadt Lampertheim / kreis Bergstraße) ALTIS-Nr. 431.013.020-001.001. Kurzbericht: Bisherige Untersuchungsmaßnahmen / Defizitanalyse / Handlungsempfehlungen – Anlage 2: Tabelle zu Grundwasseruntersuchungen – Anlage 6.1: Grundwassergleichenplan zur Stichtagmessung am 29.07.2013.
- [29] Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV). Stand 09.11.2010, geändert am 12.10.2022
- [30] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Hintergrundwerte von Spurenstoffen in hessischen Böden. Stand 2011
- [31] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Handbuch Altlasten, Band 3 Teil 3, Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden Grundwasser – Sickerwasserprognose. Stand 2002
- [32] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: Handbuch Altlasten, Band 3 Teil 7, Arbeitshilfe zur Sanierung von Grundwasserverunreinigungen. Stand 2018
- [33] Bernd Hussing: Klima Deutschland, Archiv: <https://www.bernd-hussing.de/Archivdateien/ArchivNEU.htm>. Zugriff am 12.12.2022
- [34] E-Mail-Kontakt Stadt Lampertheim (Fachdienstleitung, Fachbereich 60 – Bauen und Umwelt, Herr Knöchel) vom 26.01.2023
- [35] E-Mail-Kontakt RP Darmstadt (Frau Schirra) vom 26.01.2023
- [36] E-Mail-Kontakt DRH (Herr Schmidt-Saraceni) vom 01.02.2023

1 Einleitung und Vorgang

Die Deutsche Reihenhäuser AG (DRH) plant auf den Grundstücken mit den Flurstücksnummern 187/16 und 187/18 und 187/19 (Gemarkung Lampertheim, Flur 10), in Lampertheim die Errichtung von -3- Hausgruppen mit insgesamt 32 Reihenhäusern [1]. Das Plangebiet grenzt im Westen an die Eugen-Schreiber-Straße und im Osten an die Bahnlinien der Deutschen Bahn.



Foto 1: Baufeld am 23.08.2021 [ICP].



Foto 2: Baufeld am 23.08.2021 [ICP].

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP), Am Tränkwald 27, 67688 Rodenbach wurde von der Deutsche Reihenhäuser AG, Straßburger Allee 67, 67657 Kaiserslautern mit der Baugrunderkundung und der Erstellung geotechnischer Berichte für das obige Bauvorhaben beauftragt. Es wurden -2- Untersuchungskampagnen durchgeführt, Oktober 2020 und Sommer 2021.

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 21.10.2020 und 22.10.2020 im Baufeldbereich der geplanten Neubauten insgesamt -6- Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 6 (DN 80/60) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen zwischen 1,00 m und 2,60 m unter dem Ansatzpunkt (uAP) der bestehenden Geländeoberkante abgeteuft. Die Bohrungen endeten in den dicht gelagerten Sanden. Zur orientierenden abfalltechnischen Einstufung des voraussichtlich anfallenden Erdaushubs wurden -2- Mischproben MP 1 und MP 2 der aufgeschlossenen Auffüllungen bzw. der natürlich anstehenden Böden erstellt und der SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 65232 Taunusstein zur laborchemischen Untersuchung auf den Parameterumfang nach dem Hessischen Baumerkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ (Tabelle 1.1 bis 1.3) und nach VwV Boden, Baden-Württemberg, Tab. 6-1 (Feststoff und Eluat) übergeben [2].

In den Mischproben wurden erhöhte Gehalte an Arsen (Höchstwert Eluat: 0,052 mg/l; Höchstwert Feststoff: 20 mg/kg) und PAK n. EPA (Höchstwert Feststoff: 13,76 mg/kg) analysiert (Z2 gemäß LAGA TR Boden) [2]. Da es sich um Mischproben aus unterschiedlichen Bereichen handelte, es so potenziell zu einem Verdünnungseffekt gekommen sein kann und die Gehalte punktuell höher liegen könnten, wurden die Rückstellproben (je Hausgruppe) aus der Bohrungen RB 1 bis RB 6 bis zu einer Tiefe von ca. 2,50 m u GOK nachanalysiert. Auch in den Einzelproben wurden erhöhte Konzentrationen an Arsen ermittelt. (Höchstwert Eluat: 0,10 mg/l; Höchstwert Feststoff: 87 mg/kg) [3, 4].

Am 23.08.2021 wurden erneut zur Erkundung des Untergrundes im Baufeldbereich insgesamt **-9-** Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 9 (DN 80/60/50) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in einer Tiefe von jeweils 5,00 m unter dem Ansatzpunkt (uAP) der bestehenden Geländeoberkante abgeteuft. Die Bohrungen endeten in den mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden.

Zur orientierenden abfalltechnischen Einstufung des voraussichtlich anfallenden Erdaushubs wurden **-6-** Mischproben MP 1 bis MP 6 der aufgeschlossenen Auffüllungen bzw. der natürlich anstehenden Böden erstellt und der Eurofins Umwelt Südwest GmbH, 67346 Speyer zur laborchemischen Untersuchung auf den Parameterumfang nach dem Hessischen Baumerkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ (Tabelle 1.1 bis 1.3) und nach VwV Boden, Baden-Württemberg, Tab. 6-1 (Feststoff und Eluat) übergeben [5].

Die im Rahmen der **-2-** Untersuchungskampagnen durchgeführten chemischen Analysen von Bodenproben zur abfallrechtlichen Deklaration, zeigten Belastungen an Schadstoffen (Schwermetalle (Arsen) und PAK nach EPA). Es ergaben sich die Einstufungen in die Zuordnungsklassen Z0 bis >Z2.

Aufgrund der Analyseergebnisse kam der Verdacht auf, dass im Plangebiet sanierungspflichtige Bodenveränderungen oder Altlasten gemäß BBodSchG (§4 Abs. 3, 5 und 6 BBodSchG) vorliegen, welche bei der zuständigen Bodenschutzbehörde anzeigepflichtig wären.

Die Analyseergebnisse der **-2-** Untersuchungen wurden im Vermerk [6] zusammengefasst. Dieser wurde dem Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat IV/DA 41.5 - Bodenschutz, vorgelegt und die Sachlage in einer Mail erläutert [7].

Die Flurstücke wurden aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse [6] in der Altflächen-datenbank mit dem Status „Anfangsverdacht“ vermerkt. Die Ergebnisse begründen weitere Untersuchungen zur Eingrenzung der Belastungen und zur Gefährdungsabschätzung der relevanten Schutzgüter [7]. Jedoch ist von der Baubehörde zu beurteilen, ob gesundes Wohnen möglich ist [7].

Die DRH wurde im September 2022 von der Stadt Lampertheim um die Unterbreitung eines Vorschlags gebeten, in dem erläutert wird, wie die DRH im Rahmen des Bauprojektes gesunde Wohnverhältnisse gewährleisten will [9]. Mit der E-Mail vom 23.09.2022 [9] wurde ein entsprechender Vorschlag unterbreitet (Kapitel 2).

Der Sachverhalt und der Vorschlag der DRH wurden am 27.09.2022 im Bauausschuss diskutiert (nicht öffentlicher Teil). Eine fachliche Bewertung fand durch das Gremium nicht statt [9]. Die Fachabteilung (Fachbereich 60) der Stadt Lampertheim bewertet den Vorschlag positiv, wobei die Detailplanung zu prüfen sei und das Vorgehen mit den zuständigen Behörden abzustimmen ist [9].

Zur Abstimmung mit den zuständigen Behörden, wurde im Auftrag der DRH AG durch die ICP mbH ein Konzept [16] als Diskussionsgrundlage erstellt, in dem dargelegt wurde, wie im Rahmen des Bauvorhabens geltendes Umweltrecht berücksichtigt werden soll und die Vorgaben einer gesunden

Wohnnutzung gemäß BBodSchV (Wirkungspfade Boden – Mensch und Boden – Grundwasser) sichergestellt werden.

Dieser Vermerk wurde mit der E-Mail vom 11.11.2022 [17] dem Regierungspräsidium mit der Bitte um Abstimmung übergeben.

Mit der E-Mail vom 23.11.2022 [17] wurde dem vorgestellten Untersuchungskonzept mit den Hinweisen, Daten vorhandener Grundwassermessstellen sowie bekannte Hintergrundbelastungen im Boden zu berücksichtigen, zugestimmt.

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP), Am Tränkwald 27, 67688 Rodenbach wurde von der Deutsche Reihenhaus AG, Straßburger Allee 67, 67657 Kaiserslautern mit der Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung der Wirkungspfade Boden – Mensch und Boden – Grundwasser auf Basis der vorhandenen Datenlage [2, 3, 4, 5, 19, 20] beauftragt.

Die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung sind im folgenden Bericht dargestellt. Anlage 1 enthält das Planungskonzept der DRH AG (Stand 10.11.2022). Die Ergebnisse der -2- Untersuchungskampagnen sind in den Anlagen 2.1 bis 2.4 erneut zusammengefasst. In den Anlagen 3.1 bis 3.6 sind die Bohraufschlüsse beider Untersuchungskampagnen graphisch dargestellt.

2 Vorhandene Datenlage und Untersuchungsergebnisse

2.1 Planungsvorschlag der DRH AG

Die DRH AG plant auf den Grundstücken den Neubau einer Reihenhauswohnanlage aus insgesamt -32- Reihenhäusern, welche in -3- Hausgruppen zusammengefasst werden [1]. Die Häuser werden auf der relativ ebenen Fläche ohne Keller errichtet. Im Außenbereich werden Wege- und Verkehrsflächen in Pflaster-Standartbauweise angelegt. Weiterhin werden Grünflächen zur allgemeinen Wohnparkgestaltung und als Erholungsflächen (reine Wohngärten) der jeweiligen Eigentümer angelegt [7].

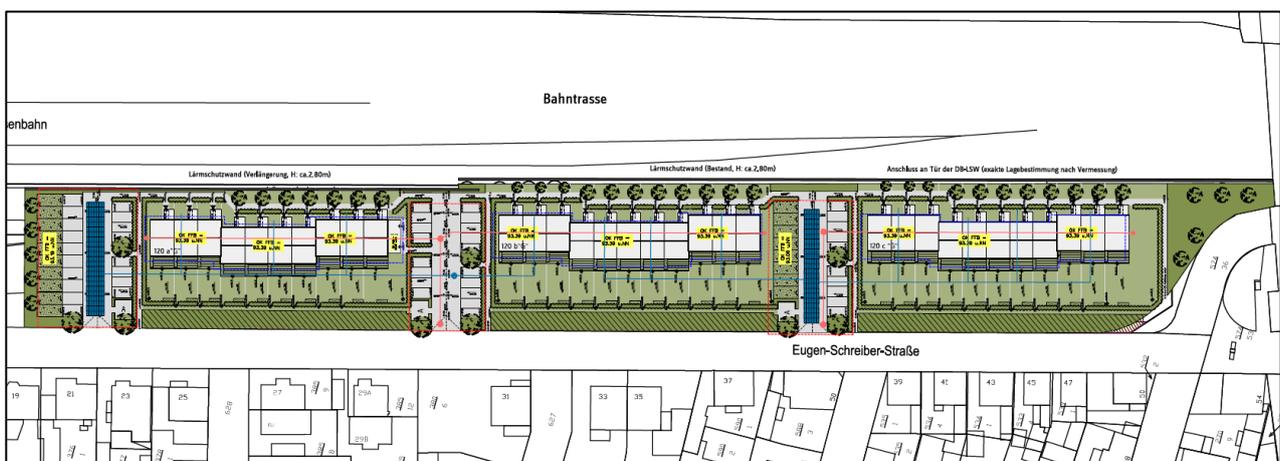


Abbildung 1: Ausschnitt aus dem DRH Bebauungskonzept Variante IX (09.08.2019) [1].

Die Überbauung der Fläche kann eigentlich ohne tiefgreifende Bodeneingriffe durchgeführt werden. Da die Fläche relativ eben ist und Keller nicht vorgesehen sind, wäre das nicht notwendig [9]. Jedoch wird, um die Bauausführung zu erleichtern und eine Verschleppung der Schadstoffe zu verhindern, im Bereich des gesamten Baufeldes sowie der Wohn- und Vorgärten ein Bodenaustausch mit Z0-Material gemäß LAGA TR Boden (Sand-Kies-Gemisch) von -1- m ab der Geländeoberkante im Bestand vorgenommen [8, 36]. Gemäß LAGA TR Boden ist Material mit der Einstufung Z0 für den „uneingeschränkten Einbau – Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen“ geeignet. Damit werden auch die Anforderungen des vorsorgenden Boden- und Grundwasserschutzes erfüllt [13].

Entsprechend der Standartbauweise der DRH sollen im Bereich der Wohn- und Vorgärten (keine Nutzgärten) mind. 0,30 m unbelasteter Oberboden auf die bestehende Oberkante aufgefüllt werden [8, 9, 36]. Zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht, zu der der humose Oberboden gehört, gilt der § 12 der BBodSchV (Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden) unmittelbar [12].

Durch diese Maßnahmen ist eine Überdeckung mit rund 1,30 m unbelastetem Bodenmaterial gegeben.

Zusätzlich wird als sichtbare Barriere zwischen den in-situ Bodenschichten und dem Austauschmaterial, ein Geovlies als Grabesperre eingebaut [8, 9, 36]. Das Einbringen eines Geotextils (Signalschicht) bietet eine zusätzliche Sicherheit von unbeabsichtigtem Kontakt mit möglicherweise belastetem Boden.

Der detaillierte Verlauf der Leitungstrassen ist noch in Planung. Jedoch werden die Ver- und Entsorgungsleitungen fast ausschließlich im Austauschmaterial liegen. Dort wo einzelne Rohrleitungen und Rückhalterigolen tiefer liegen, wird lokal der Boden tiefer ausgetauscht und ebenfalls mit einer Grabesperre versehen [8, 36].

Die Versickerung von Niederschlagswasser ist nur in nachweislich unbelasteten Bereichen zulässig [34, 35]. Aufgrund der vorliegenden Schadstoffgehalten in den unterliegenden Böden des Plangebietes, ist das Versickern von Niederschlagswasser nicht durchführbar bzw. das Ermöglichen hierfür nicht wirtschaftlich [36]. Daher sieht die Planung der DRH die Sammlung des Niederschlagswassers in folienummantelten Rigolen und die gedrosselte Ableitung ins Kanalnetz vor [36]. Auch in diesem Fall ist die endgültige Planung noch nicht abgeschlossen.

Die Anlagen 1.1 bis 1.4 verdeutlichen die Maßnahmen graphisch.

Die geplanten Baumaßnahmen werden gutachterlich begleitet und dokumentiert. In den Verträgen der späteren Käufer erfolgen entsprechende Hinweise [9].

2.2 Hydrogeologie und Grundwasser

Gemäß GÜK300 [21] gehört der geologische Untergrund von Lampertheim zur Serie des Pleistozäns (Quartär) und zur Formation der Hochflutlehme. Diese setzen sich petrographisch gesehen aus Tonen und Lehmen zusammen.

Der nächstgelegene Vorfluter ist der Lampertheimer Altrhein, welcher westlich in ca. 2,0 km in Entfernung fließt [21].

Laut hydrologischer Karte HÜK 300 gehört das Untersuchungsgebiet zum hydrogeologischen Großraum „Oberrheingraben mit Mainzer Becken und nordhessischem Tertiär“ und dem untergeordneten hydrogeologischen Teilraum „Rheingraben“ [21].

Bei dem Grundwasserleiter handelt es sich um Terrassenkiese und -sande, z.T. schluffig und mit Ton- und Schlufflagen. Demnach ist es ein silikatisch/karbonatischer Porengrundwasserleiter (Lockergestein, Sediment) mit einer mittleren Durchlässigkeit (Klasse 3: $>1E-4$ bis $1E-3$). Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung wird mit 1 (sehr gering) angegeben [22]. Gemäß dem WRRL-Viewer wird der chemische Zustand des Grundwasserkörpers als schlecht klassifiziert [24]. Gemäß [25] ist die Grundwasserfließrichtung nach Nordwesten bis Westen in Richtung Rhein gerichtet. Die Grundwasserneubildung liegt bei $>0 - 50$ mm/a [26].

In ca. 2,1 km nordwestlicher Richtung liegt die Grundwassermessstelle „Lampertheim EWR-BS-X“, welche von der EWR Netz GmbH betrieben wird (Abbildung 2) [23].

Die nachfolgende Graphik (Abbildung 3) zeigt den langjährigen Verlauf des Grundwasserstands dieser Grundwassermessstelle. Am 06.10.2022 wird ein Grundwasserstand von 88,1 m üNN angegeben. Damit weicht der Grundwasserstand deutlich nach unten vom langjährigen Monatsmittelwert ab und es handelt sich um einen vergleichsweise eher sehr niedrigen Grundwasserstand [23]. Vom HLNUG [27] wird für die Untersuchungsfläche ein Grundwasserflurabstand zwischen 5 und 7,5 m angegeben.

Es ist zu beachten, dass der Grundwasserspiegel Schwankungen unterliegt. Innerhalb eines Jahres ist in der Regel ein jahreszeitlicher Wechsel von hohen Grundwasserständen (Maximum meistens im Frühjahr) und niedrigen Grundwasserständen (Minimum meistens im Herbst) gegeben. Ursache ist die Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Winterhalbjahr und die fehlende bzw. nur eine geringe Grundwasserneubildung im Sommerhalbjahr.

In mehreren Trockenjahren hintereinander kommt es in der Regel zu einem insgesamt über mehrere Jahre fallenden Trend, in mehreren Nassjahren hintereinander zu einem insgesamt über mehrere Jahre steigenden Trend der Grundwasserstände. Dabei wird dieser längerzeitige Trend vom jahreszeitlichen Wechsel der Grundwasserstände innerhalb eines Jahres überlagert.

Lokal kann der Grundwasserstand mit den variierenden Rheinwasserständen korrespondieren.

Im Rahmen der durchgeführten geotechnischen Untersuchungen [2 und 5] konnte in den Bohrlöchern kein Wasser aufgeschlossen werden, bzw. es kann wegen Zufallens der Sondierlöcher keine Aussage getroffen werden.

Die Untersuchungsfläche wird von keinem Schutzgebiet (z.B. Landschafts- oder Trinkwasserschutzgebiet) tangiert [22].

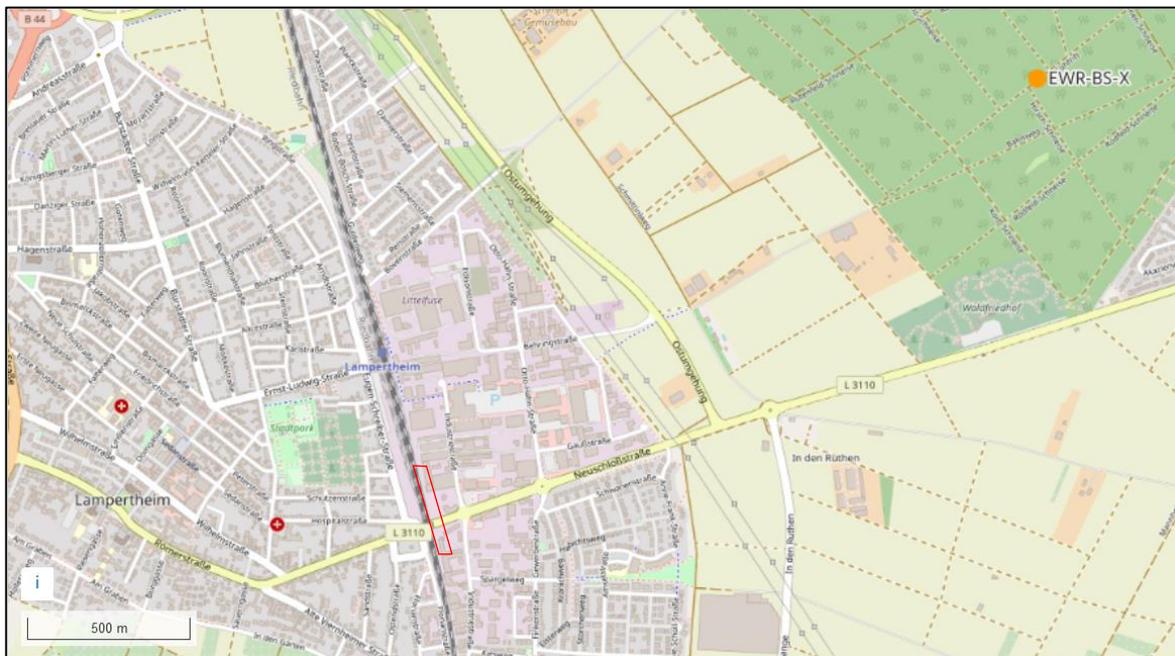


Abbildung 2: Lage der Grundwassermessstelle „Lampertheim EWR-BS-X“; Untersuchungsfläche rot markiert [23].

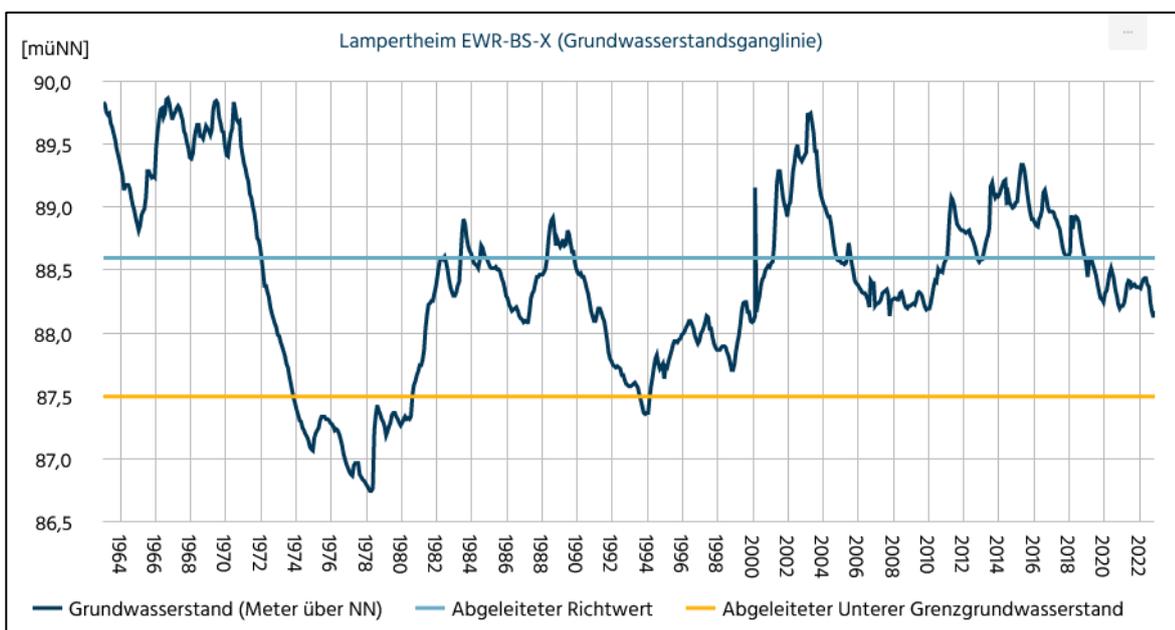


Abbildung 3: Langjähriger Verlauf des Grundwasserstands der Grundwassermessstelle „Lampertheim EWR-BS-X“ [23].

In der Umgebung der Untersuchungsfläche werden vom Regierungspräsidium Darmstadt -3- Grundwassermessstellen betrieben [22]: ID14077, ca. 600 m südlicher Entfernung; ID17740, ca. 1200 m östlicher Entfernung; ID14082, ca. 1000 m nordwestlicher Entfernung (Abbildung 4). Für -2- Messstellen (ID14077 und ID17740) sind Informationen zur Beschaffenheit des Grundwassers freizugänglich [22]. Der PAK-Gehalt wurde in keiner Grundwasserprobe bestimmt. Für die Messstelle mit der ID 14077 liegen jedoch Daten bzgl. dem Parameter Arsen vor (Tabelle 1).

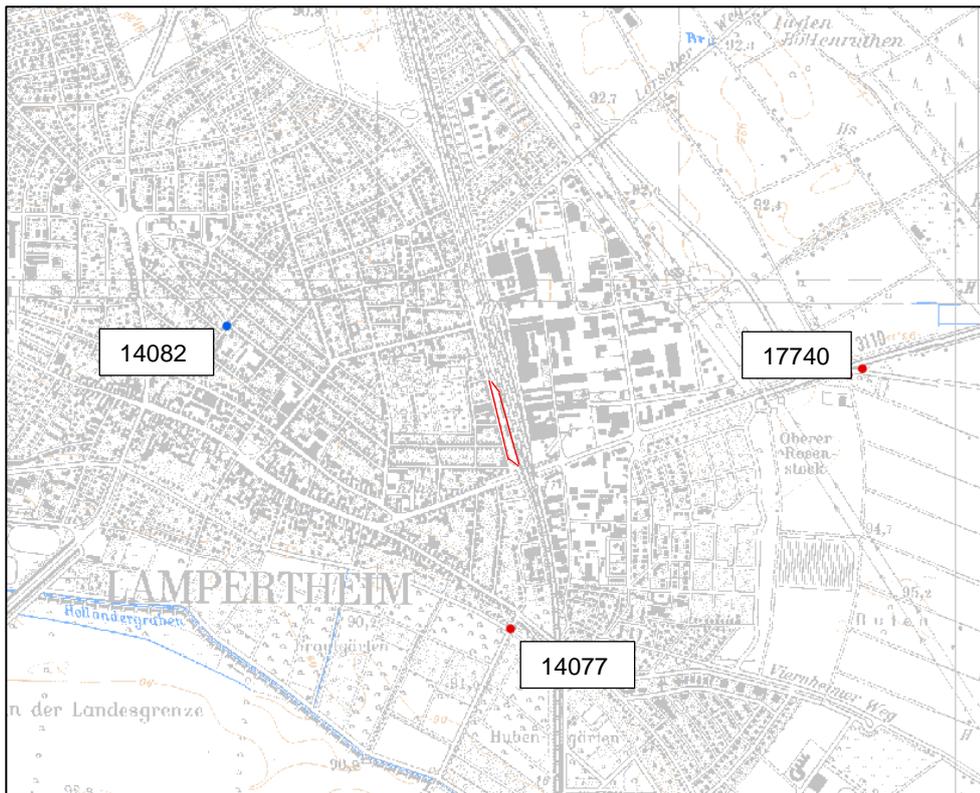


Abbildung 4: Lage der vom RP Darmstadt betriebenen Grundwassermessstellen; blauer Punkt: Informationen zum Grundwasserstand; roter Punkt: Informationen zum Grundwasserstand und zur Beschaffenheit; Untersuchungsfläche rot markiert [22].

Die Grundwassermessstelle mit der ID 14077 liegt schwach im Anstrom der Untersuchungsfläche. Insgesamt liegen -17- Messergebnisse für den Parameter Arsen vor, welche zwischen 1984 und 2017 gewonnen wurden. -4- Messerwerte überschreiten den GFS der LAWA für Arsen. Das bedeutet, dass zu diesen Zeitpunkten eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit vermutet werden kann [14].

Tabelle 1: Zur Verfügung stehende chemische Analysen auf den Parameter Arsen der Grundwassermessstelle ID14077 [22]; Überschreitung des höher liegenden Schwellenwerts farblich markiert.

Datum	Messwert [$\mu\text{g/l}$] Arsen	GFS [$\mu\text{g/l}$] Arsen	GrwV [$\mu\text{g/l}$] Arsen
19.12.1984	2,00		
25.11.1985	3,00		
18.07.1986	1,00		
24.10.1986	2,00		
04.09.1987	4,00		
02.11.1988	3,00		
31.10.1989	3,20		
27.04.1994	8,30		
26.07.1995	5,54	3,20	10,00
14.05.1996	5,61		
13.02.2003	1,39		
25.10.2011	1,72		
12.11.2012	1,40		
23.10.2013	1,30		
13.11.2014	1,80		
17.11.2015	0,76		
25.09.2017	1,90		
> GFS (LAWA)		> GrwV / GFS (gemäß GWS-VwV) [33]	

Ca. 100 m westlich der Untersuchungsfläche liegt der Altstandort „ehemaliges Gaswerk“. Der Stadt Lampertheim liegen aus den Jahren 1990 bis 2020 umwelttechnische Berichte bzgl. diesem Altstandort vor. Darunter sind auch Untersuchungen des Grundwassers zu finden. Auszüge von den Grundwasseruntersuchungen wurden von der Stadt dem Gutachter der ICP mbH zur Verfügung gestellt [19].

Im Bereich des Altstandorts wurden -4- Grundwassermessstellen errichtet, die zwischen 2005 und 2019 in unregelmäßigen Abständen beprobt wurden. Die Messstellen liegen ebenfalls anstromig der aktuellen Untersuchungsfläche. Die Abbildung 4 zeigt den Grundwassergleichenplan zur Stichtagsmessung am 29.07.2013. Eine westlich gerichtete Grundwasserfließrichtung ist erkennbar. Der Grundwasserspiegel lag zu diesem Zeitpunkt bei etwa 88,56 m üNN. Der Abbildung 4 ist auch die Lage der Grundwassermessstellen zu entnehmen [28].

Für die -4- Grundwassermessstellen liegen Ergebnisse für verschiedene Parameter vor, wobei auch in diesem Fall lediglich der Parameter Arsen berücksichtigt wird (GW2 und GW3, Tabelle 2). Werte für die Parameter PAK sind nicht gegeben.

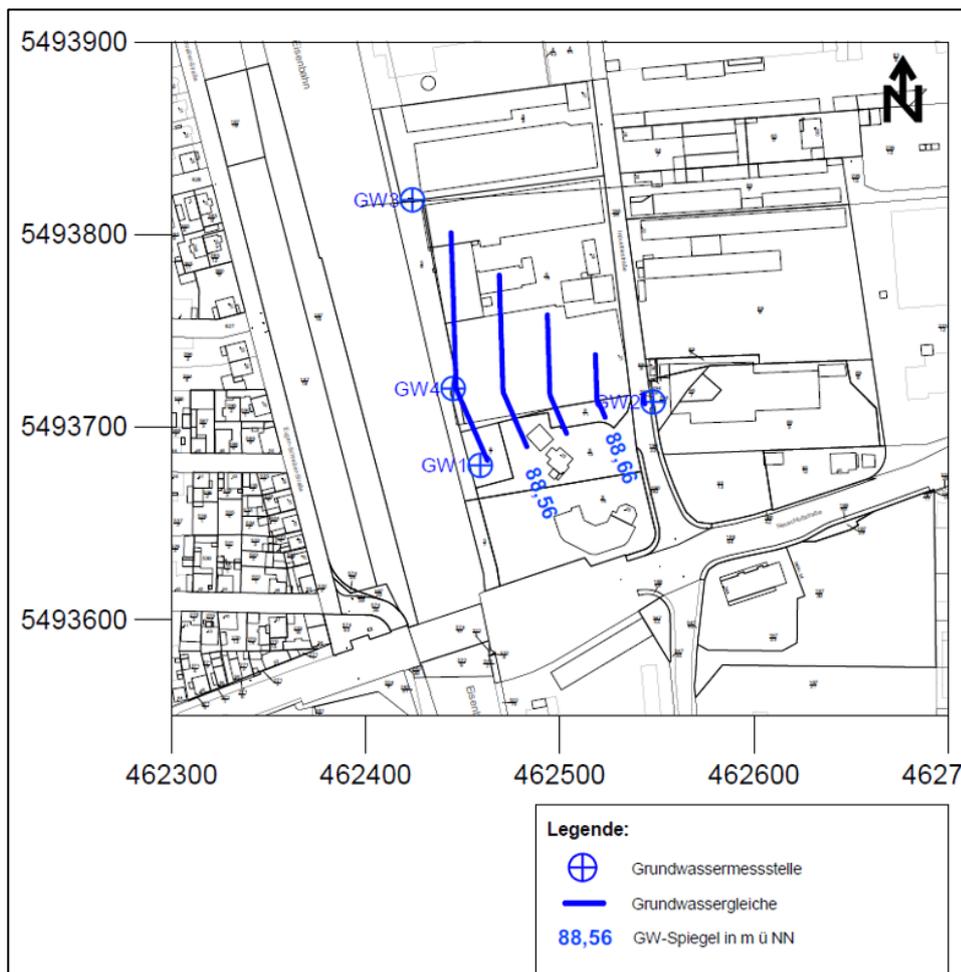


Abbildung 5: Ausschnitt aus dem Grundwassergleichenplan zur Stichtagsmessung am 29.07.2013 sowie Lage der Grundwassermessstellen GW1 bis GW4 [28].

Da der Schwellenwert für Arsen gemäß GrWV bei -3- Stichtagsmessungen geringfügig überschritten wurde, besteht das Risiko, dass der chemische Grundwasserzustand als schlecht einzustufen ist [29]. Auch die Überschreitung des GFS für Arsen gemäß LAWA der Stichtagsmessung vom 13.08.2019 deutet auf eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit hin [14].

Tabelle 2: Zur Verfügung stehende chemische Analysen auf den Parameter Arsen der Grundwassermessstellen GW 2 und GW 3 [28]; Überschreitung des höher liegenden Schwellenwerts farblich markiert.

Messtelle	Datum	Messwert [µg/l] Arsen	GFS [µg/l] Arsen	GrwV [µg/l] Arsen
GW2	18.04.2006	n.n	3,2	10,0
GW 3	29.07.2013	10,0		
	01.10.2015	13,0		
	16.08.2017	11,0		
	13.08.2019	6,0		
> GFS			> GrwV / GFS (gemäß GWS-VwV) [32]	

2.3 Boden und Hintergrundwerte

Basierend auf den Aufschlussergebnissen und unter Berücksichtigung der regionalen geologischen Verhältnisse lassen sich hinsichtlich der Baugrundsichtung unterhalb der bereichsweise vorhandenen ca. 0,20 m mächtigen Oberbodendecke im Untersuchungsbereich die nachfolgenden Schichtglieder (SG) ableiten:

SG I: Auffüllungen / Sande

Sande, schwach kiesig bis kiesig, schwach schluffig
 Farbe: grau, braun, orange
 Lagerung: locker bis mitteldicht
 Bodengruppe: [SU] nach DIN 18196

SG II: fluviatile Sedimente / Sande

Fein- bis Mittelsande, teils schwach schluffig, teils schwach bis stark kiesig
 Farbe: braun, grau, braungrau
 Lagerung: locker bis sehr dicht
 Bodengruppen: SW, SE, SU

Die charakteristischen Kenngrößen des anstehenden Schichtgliedes sind in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengestellt. Die Bohrprofile der in den Jahren 2020 und 2021 durchgeführten geotechnischen Untersuchungen sind in den Anlagen 3 enthalten.

Tabelle 3: Kenngrößen und Bodenparameter

	SG I Auffüllungen / Sande	SG II Fluviatile Sedimente / Sande
Bodengruppe (DIN 18196)	[SU]	SW, SE, SU
Boden-/Felsklasse (DIN 18300:2012-09)	3	3
Konsistenz / Lagerungsdichte	-- locker bis mitteldicht	-- locker bis sehr dicht
Plastizität	--	--
Wichte (DIN 1055) [kN/m ³]		
cal γ	18,0 – 22,0	17,0 – 24,0
cal γ'	10,0 – 12,0	9,0 – 14,0
Reibungswinkel cal φ' [Grad] (DIN 1055)	32,5 – 32,5	32,5 – 35,0
Kohäsion (DIN 1055) kN/m ²		
cal c_u	--	--
cal c'	--	--
Steifemodul cal E_s [MN/m ²]	10 – 40	10 – 60
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17	F2 ⁺⁾	SW, SE: F1 SU : F2 ⁺⁾
Durchlässigkeit k_f [m/s] gemäß Literatur	10 ⁻⁴ – 10 ⁻⁷	10 ⁻³ – 10 ⁻⁷
Massenanteil (M.-%)		
Steine	0-30	0-30
Blöcke	0	0
große Blöcke	0	0

⁺⁾ Nur wenn ≥ 5 Gew.-% < 0,063 mm bei $U \geq 15$ oder ≥ 15 Gew.-% < 0,063 mm bei $U \leq 6$, sonst zu F1 gehörend.

Die unterschiedlichen Ausprägungen der bodenbildenden Faktoren Gestein, Klima, Flora, Fauna und Zeit beeinflussen den natürlichen Stoffbestand eines Bodens an einem Ort. Durch bodenbildende Prozesse erfolgt die Umverteilung der Stoffe. Der natürliche Stoffbestand wird durch den bodenbildenden Faktor Mensch (Nutzung) maßgeblich verändert. Es kommt zu ubiquitären anthropogenen, punktuellen und diffusen Stoffeinträgen sowie zur Stoffverteilung [30]. Hintergrundwerte beschreiben den stofflichen Ist-Zustand der diffus-ubiquitär belasteten Böden. Unter Berücksichtigung der Hintergrundgehalte (gemäß BBodSchV § 2 Abs. 9) eines Standorts, ermöglichen sie die klarere Beurteilung der in der BBodSchV festgehaltenen Prüfwerte im Vergleich mit analysierten Schadstoffgehalten.

Tabelle 4: Hintergrundwerte für den Parameter Arsen im Untersuchungsgebiet Lampertheim [20]

Substratgruppe	Median [mg/kg]	P90 [mg/kg]
Oberboden		
Hochflutsubstrate	9	12
Flusssedimente	7	13
Auensedimente	12	16
Flugsande	7	13
Unterboden		
Hochflutsubstrate	8	14
Flusssedimente	5	8
Auensedimente	9	17
Flugsande	4	9
Untergrund		
Hochflutsubstrate	3	7
Flusssedimente	3	7
Auensedimente	3	8
Flugsande	2	4

Das HLNUG gibt für das Untersuchungsgebiet die in Tabelle 3 zusammengefassten Hintergrundwerte für den Parameter Arsen an.

Die Untersuchungsfläche selbst gehört zur Substratgruppe „Heterogene Substrate natürlichen und technischen Ursprungs“ da sie im Verdichtungsraum (Gebietstyp) liegt.

Rund 67 % der Analyseergebnisse, der im Zuge der Untersuchungen ermittelten Arsen-Gehalte liegen ≤ dem 90. Perzentil (Auensedimente) der angegebenen Hintergrundwerte und 16,5 % nur knapp darüber. Weitere 16,5 % überschreiten das 90. Perzentil deutlicher.

2.4 Auswertung der Ergebnisse der geotechnischen Untersuchung nach BBodSchV

Im Zuge der geotechnischen Untersuchungen (2020 und 2021) wurden Einzelproben zu Mischproben vereint und gemäß LAGA TR Boden bzw. dem Hessischen Baumerkblatt (Tab. 1) und der VWW Boden Baden-Württemberg (Tab. 6-1) analysiert und bewertet. Die Analyse bei diesen Parameterumfängen findet an der Gesamtfraktion der Probe statt und nicht wie bei der Probenvorbereitung in der BBodSchV vorgeschrieben in der nach Korngröße fraktionierten Probe. Dennoch spiegeln die Ergebnisse das Schadstoffinventar des Untergrundes im Plangebiet wider und lassen Rückschlüsse auf erhöhte Schadstoffkonzentrationen zu. Demnach können die vorliegenden Analyseergebnisse in Anlehnung an die BBodSchV ausgewertet werden. Die nachfolgenden Tabellen 5 bis 11 stellen die Ergebnisse der Untersuchungen aus den Jahren 2020 und 2021 den Prüfwerten der BBodSchV [12] bzw. den hessischen Beurteilungswerten [32] gegenüber.

Die Auswertung zeigt, dass ungefähr in der Hälfte der analysierten Proben (10 von 18) auffällige Schadstoffkonzentrationen, jedoch nur der Parameter PAK n. EPA sowie Arsen im Eluat, nachweisbar sind.

Die Mischprobe MP 1 aus der Untersuchungskampagne von 2020 (alle Hausgruppen, Auffüllungen: 0,00 – 2,00 m uGOK) weist erhöhte PAK-Konzentrationen auf. Der Messwert überschreitet den Vorsorgewert der BBodSchV. Der hessische Beurteilungswert für PAK bleibt deutlich unterschritten.

In -10- Proben wurden erhöhte Arsengehalte im Eluat analysiert. In diesen Proben wird der Prüfwert für Arsen überschritten:

- MP 1: alle Hausgruppen, Auffüllungen: 0,00 – 2,00 m uGOK, ca. 2-fache Erhöhung
- MP 2: alle Hausgruppen, gewachsener Boden: 0,10 – 2,60 m uGOK, ca. 5-fache Erhöhung
- RB1/P1: Hausgruppe 120_a, Auffüllungen: 0,00 – 0,70 m uGOK, ca. 2-fache Erhöhung
- RB2/P1: Hausgruppe 120_a, Auffüllungen: 0,00 – 1,00 m uGOK, ca. 4-fache Erhöhung
- RB4/P1-P3: Hausgruppe 120_b, Auffüllungen: 0,00 – 1,00 m uGOK, ca. 14-fache Erhöhung
- RB5/P1-P2: Hausgruppe 120_c, Auffüllungen: 0,00 – 1,00 m uGOK, ca. 6-fache Erhöhung
- RB2/P2: Hausgruppe 120_a, Auffüllungen: 1,00 – 2,00 m uGOK, ca. 5-fache Erhöhung
- RB5/P3+P4: Hausgruppe 120_c, gewachsener Boden: 1,00 – 2,50 m uGOK, ca. 10-fache Erhöhung
- MP1: Hausgruppe 120_b und _c, Auffüllungen: 0,00 – 0,40 m uGOK, ca. 2-fache Erhöhung
- MP 1: Hausgruppe 120_a, Auffüllungen: 0,00 – 1,30 m uGOK, ca. 1,6-fache Erhöhung

Die Proben RB 2/P2 und RB4/P1-P3 weisen zusätzlich erhöhte Gehalte an Arsen im Feststoff auf.

Tabelle 5: Chemoanalytische Ergebnisse der Bodenproben MP 1 und MP 2 (2020).

Probenbezeichnung:			MP 1	MP 2	BBodSchV Boden- Mensch Wohnge- biete	Beurtei- lungswert Hessen ¹
Datum			2020			
Tiefe [m uGOK]			0,00 – 2,00	0,10 – 2,60		
Entnahmebereich			Auffüllung	Gew. Boden		
		BG				
Trockensubstanz	Masse-%	0,1	94,1	95,3		
Cyanide ges.	mg/kg TR	0,1	< 0,1	< 0,1	50	--
Arsen	mg/kg TR	2	14	20	50	150
Blei	mg/kg TR	2	19	8	400	500
Cadmium	mg/kg TR	0,2	< 0,2	0,2	20	5
Chrom	mg/kg TR	1	67	19	400	500
Kupfer	mg/kg TR	1	25	14	--	300
Nickel	mg/kg TR	1	18	9	140	250
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	0,2	< 0,1	20	5
Zink	mg/kg TR	1	60	23	--	750
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	10	150	<10	--	2500
LCKW gesamt	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	--	10
BTEX	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	--	25
PAK (nach EPA)	mg/kg TR	--	13,76	n.b.	10 ²	25
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,05	0,66	< 0,05	4	1
PCB 6	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	0,8	5
Eluat					BBodSchV Boden-Grundwasser	
pH-Wert	[-]	--	9,4	8,6	--	
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	1	85	69	--	
Cyanide, ges.	mg/l	0,005	< 0,002	< 0,002	0,05	
Phenol-Index, ges.	mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	
Arsen	mg/l	0,005	0,026	0,052	0,01	
Blei	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	
Cadmium	mg/l	0,001	< 0,001	< 0,001	0,005	
Chrom	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Kupfer	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Nickel	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Quecksilber	mg/l	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,001	
Zink	mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01	0,5	
> BBodSchV Wohnbebauung		> HLUg				
> BBodSchV Grundwasser						

n.b.: nicht berechenbar, da Einzelparameter unterhalb der Bestimmungsgrenze

¹: HLUg – Handbuch Altlasten B 3 T 3 ²: Vorsorgewert gemäß BBodSchV

Tabelle 6: Chemoanalytische Ergebnisse der Bodenproben RB1/P1, RB2/P1 und RB3/P1-P3.

Probenbezeichnung:			RB1/P1	RB2/P1	RB3/P1-P3	BBodSchV Boden- Mensch Wohnge- biete	Beurtei- lungs- wert Hessen ¹
Datum			2020				
Tiefe [m uGOK]			0,00 - 0,70	0,00 – 1,00	0,00 – 1,00		
Entnahmebereich			Auffüllung	Auffüllung	Auffüllung		
		BG					
Trockensubstanz	Masse-%	0,1	93,5	96,5	96,1	--	--
Cyanide ges.	mg/kg TR	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	50	5
Arsen	mg/kg TR	2	13	20	16	50	150
Blei	mg/kg TR	2	23	22	15	400	500
Cadmium	mg/kg TR	0,2	0,3	<0,2	0,3	20	5
Chrom	mg/kg TR	1	14	17	25	400	500
Kupfer	mg/kg TR	1	11	21	60	--	300
Nickel	mg/kg TR	1	10	9	23	140	250
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	< 0,1	0,3	0,4	20	5
Zink	mg/kg TR	1	59	45	97	--	750
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	10	41	50	45	--	2500
LCKW gesamt	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	n.b.	--	10
BTEX	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	n.b.	--	25
PAK (nach EPA)	mg/kg TR	--	2,07	0,90	1,83	10 ²	25
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,05	0,21	0,08	0,10	4	1
PCB 6	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	n.b.	0,8	5
Eluat						BBodSchV Boden-Grundwasser	
pH-Wert	--	--	9,7	9,1	8,9	--	--
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	--	--	115	59	74	--	--
Cyanide, ges.	0,05	0,05	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,05	
Phenol-Index, ges.	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	
Arsen	0,01	0,01	0,020	0,038	0,007	0,01	
Blei	0,025	0,025	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	
Cadmium	0,005	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,005	
Chrom	0,05	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Kupfer	0,05	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Nickel	0,05	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Quecksilber	0,001	0,001	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,001	
Zink	0,5	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,5	
> BBodSchV Wohnbebauung		> HLUg					
> BBodSchV Grundwasser							

n.b.: nicht berechenbar, da Einzelparameter unterhalb der Bestimmungsgrenze

1: HLUg – Handbuch Altlasten B 3 T 3

2: Vorsorgewert gemäß BBodSchV

Tabelle 7: Chemoanalytische Ergebnisse der Bodenproben RB4/P1-P3, RB5/P1-P2 und RB6/P2.

Probenbezeichnung:			RB4 /P1-P3	RB5/P1-P2	RB6/P2	BBodSchV Boden- Mensch Wohnge- biete	Beurtei- lungs- wert Hessen ¹
Datum			2020				
Tiefe [m uGOK]			0,00 – 1,00	0,00 – 1,00	0,00 – 0,70		
Entnahmebereich			Auffüllung	Auffüllung	Auffüllung		
		BG					
Trockensubstanz	Masse-%	0,1	95,4	94,6	92,8	--	--
Cyanide ges.	mg/kg TR	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	50	5
Arsen	mg/kg TR	2	62	27	3	50	150
Blei	mg/kg TR	2	10	20	4	400	500
Cadmium	mg/kg TR	0,2	0,3	< 0,2	< 0,2	20	5
Chrom	mg/kg TR	1	35	23	25	400	500
Kupfer	mg/kg TR	1	23	18	5	--	300
Nickel	mg/kg TR	1	20	53	15	140	250
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	20	5
Zink	mg/kg TR	1	45	27	16	--	750
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	10	< 10	23	< 10	--	2500
LCKW gesamt	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	n.b.	--	10
BTEX	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	n.b.	--	25
PAK (nach EPA)	mg/kg TR	--	n.b.	0,06	n.b.	10 ²	25
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	4	1
PCB 6	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	n.b.	0,8	5
Eluat						BBodSchV Boden-Grundwasser	
pH-Wert	--	--	8,7	8,8	8,4	--	--
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	--	1	59	41	45	--	--
Cyanide, ges.	0,05	0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,05	
Phenol-Index, ges.	0,02	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	
Arsen	0,01	0,005	0,14	0,064	< 0,005	0,01	
Blei	0,025	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	
Cadmium	0,005	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,005	
Chrom	0,05	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Kupfer	0,05	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Nickel	0,05	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Quecksilber	0,001	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,001	
Zink	0,5	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,5	
> BBodSchV Wohnbebauung		> HLUg					
> BBodSchV Grundwasser							

n.b.: nicht berechenbar, da Einzelparameter unterhalb der Bestimmungsgrenze

1: HLUg – Handbuch Altlasten B 3 T 3

2: Vorsorgewert gemäß BBodSchV

Tabelle 8: Chemoanalytische Ergebnisse der Bodenproben RB1/P2 und RB2/P2 (2020).

Probenbezeichnung:			RB1/P2	RB2/P2	BBodSchV Boden- Mensch Wohnge- biete	Beurtei- lungswert Hessen ¹
Datum			2020			
Tiefe [m uGOK]			0,70 – 1,50	1,60 – 2,00		
Entnahmebereich			Gew. Boden	Auffüllung		
		BG				
Trockensubstanz	Masse-%	0,1	95,5	94,3		
Cyanide ges.	mg/kg TR	0,1	< 0,1	< 0,1	50	5
Arsen	mg/kg TR	2	14	87	50	150
Blei	mg/kg TR	2	6	140	400	500
Cadmium	mg/kg TR	0,2	< 0,2	0,7	20	5
Chrom	mg/kg TR	1	26	22	400	500
Kupfer	mg/kg TR	1	12	230	--	300
Nickel	mg/kg TR	1	13	25	140	250
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	< 0,1	1,7	20	5
Zink	mg/kg TR	1	17	150	--	750
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	10	< 10	180	--	2500
LCKW gesamt	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	--	10
BTEX	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	--	25
PAK (nach EPA)	mg/kg TR	--	n.b.	6,25	10 ²	25
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,05	< 0,05	0,42	4	1
PCB 6	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	0,8	5
Eluat					BBodSchV Boden-Grundwasser	
pH-Wert	--	--	8,2	8,4	--	--
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	--	1	35	70	--	--
Cyanide, ges.	0,05	0,005	< 0,002	< 0,002	0,05	
Phenol-Index, ges.	0,02	0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	
Arsen	0,01	0,005	< 0,005	0,058	0,01	
Blei	0,025	0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	
Cadmium	0,005	0,001	< 0,001	< 0,001	0,005	
Chrom	0,05	0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Kupfer	0,05	0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Nickel	0,05	0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Quecksilber	0,001	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,001	
Zink	0,5	0,01	< 0,01	< 0,01	0,5	
> BBodSchV Wohnbebauung		> HLUG				
> BBodSchV Grundwasser						

n.b.: nicht berechenbar, da Einzelparameter unterhalb der Bestimmungsgrenze

¹: HLUG – Handbuch Altlasten B 3 T 3

²: Vorsorgewert gemäß BBodSchV

Tabelle 9: Chemoanalytische Ergebnisse der Bodenproben RB5/P3+P4 und MP1 (2020).

Probenbezeichnung:			RB5/P3+P4	MP1	BBodSchV Boden- Mensch Wohnge- biete	Beurtei- lungswert Hessen ¹
Datum			2020			
Tiefe [m uGOK]			1,00 – 2,50	0,00 – 0,40		
Entnahmebereich			Gew. Boden	Auffüllung		
		BG				
Trockensubstanz	Masse-%	0,1	95,6	97,9		
Cyanide ges.	mg/kg TR	0,1	< 0,1	< 0,1	50	5
Arsen	mg/kg TR	2	17	14	50	150
Blei	mg/kg TR	2	6	12	400	500
Cadmium	mg/kg TR	0,2	< 0,2	< 0,2	20	5
Chrom	mg/kg TR	1	11	43	400	500
Kupfer	mg/kg TR	1	7	60	--	300
Nickel	mg/kg TR	1	9	46	140	250
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	< 0,1	0,1	20	5
Zink	mg/kg TR	1	19	120	--	750
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	10	< 10	74	--	2500
LCKW gesamt	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	--	10
BTEX	mg/kg TR	--	n.b.	0,07	--	25
PAK (nach EPA)	mg/kg TR	--	n.b.	1,54	10 ²	25
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,05	< 0,05	0,08	4	1
PCB 6	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	0,8	5
Eluat					BBodSchV Boden-Grundwasser	
pH-Wert	[-]	--	8,5	9,4	--	
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	1	42	55	--	
Cyanide, ges.	mg/l	0,005	< 0,002	< 0,002	0,05	
Phenol-Index, ges.	mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	
Arsen	mg/l	0,005	0,10	0,019	0,01	
Blei	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	
Cadmium	mg/l	0,001	< 0,001	< 0,001	0,005	
Chrom	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Kupfer	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Nickel	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Quecksilber	mg/l	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,001	
Zink	mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01	0,5	
> BBodSchV Wohnbebauung		> HLUG				
> BBodSchV Grundwasser						

n.b.: nicht berechenbar, da Einzelparameter unterhalb der Bestimmungsgrenze

¹: HLUG – Handbuch Altlasten B 3 T 3

²: Vorsorgewert gemäß BBodSchV

Tabelle 10: Chemoanalytische Ergebnisse der Bodenproben MP1, MP2 und MP3 (2021).

Probenbezeichnung:			MP1	MP2	MP3		
Datum			2021				
Tiefe [m uGOK]			0,00 – 1,30	1,00 – 3,90	0,20 – 1,80	BBodSch hV Boden- Mensch Wohnge- biete	Beurteil- lungs- wert Hessen ¹
Entnahmebereich			Auffüllung	Gew. Boden	Auffüllung		
		BG					
Trockensubstanz	Masse-%	0,1	95,3	95,0	96,0	--	--
Cyanide ges.	mg/kg TR	0,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	50	5
Arsen	mg/kg TR	2	11,4	4,7	8,4	50	150
Blei	mg/kg TR	2	19	4	7	400	500
Cadmium	mg/kg TR	0,2	0,2	< 0,2	< 0,2	20	5
Chrom	mg/kg TR	1	21	8	12	400	500
Kupfer	mg/kg TR	1	12	4	7	--	300
Nickel	mg/kg TR	1	16	8	12	140	250
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	< 0,07	< 0,07	< 0,07	20	5
Zink	mg/kg TR	1	64	13	22	--	750
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	10	< 40	< 40	< 40	--	2500
LCKW gesamt	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	n.b.	--	10
BTEX	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	n.b.	--	25
PAK (nach EPA)	mg/kg TR	--	8,60	0,06	0,11	10 ²	25
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,05	0,80	< 0,05	< 0,05	4	1
PCB 6	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	n.b.	0,8	5
Eluat						BBodSchV Boden- Grundwasser	
pH-Wert	[-]	--	9,4	9,3	8,8	--	--
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	1	105	54	54	--	--
Cyanide, ges.	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Phenol-Index, ges.	mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	
Arsen	mg/l	0,005	0,016	0,004	0,003	0,01	
Blei	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	
Cadmium	mg/l	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,005	
Chrom	mg/l	0,005	0,002	< 0,005	< 0,005	0,05	
Kupfer	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Nickel	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Quecksilber	mg/l	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,001	
Zink	mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,5	
> BBodSchV Wohnbebauung		> HLUg					
> BBodSchV Grundwasser							

n.b.: nicht berechenbar, da Einzelparameter unterhalb der Bestimmungsgrenze

1: HLUg – Handbuch Altlasten B 3 T 3

2: Vorsorgewert gemäß BBodSchV

Tabelle 11: Chemoanalytische Ergebnisse der Bodenproben MP4, MP5 und MP6 (2021).

Probenbezeichnung:			MP4	MP5	MP6	BBodSchV Boden- Mensch Wohnge- biete	Beurteil- ungs- wert Hessen ¹
Datum			2021				
Tiefe [m uGOK]			1,10 – 3,30	0,20 – 1,80	0,90 – 3,40		
Entnahmebereich			Gew. Boden	Auffüllung	Gew. Boden		
		BG					
Trockensubstanz	Masse-%	0,1	97,0	94,9	96,8	--	--
Cyanide ges.	mg/kg TR	0,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	50	5
Arsen	mg/kg TR	2	3,3	20,3	< 0,8	50	150
Blei	mg/kg TR	2	4	13	< 2	400	500
Cadmium	mg/kg TR	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	20	5
Chrom	mg/kg TR	1	8	14	< 1	400	500
Kupfer	mg/kg TR	1	4	11	< 1	--	300
Nickel	mg/kg TR	1	8	14	< 1	140	250
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	< 0,07	0,10	< 0,07	20	5
Zink	mg/kg TR	1	15	38	< 1	--	750
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	10	< 40	< 40	< 40	--	2500
LCKW gesamt	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	n.b.	--	10
BTEX	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	n.b.	--	25
PAK (nach EPA)	mg/kg TR	--	n.b.	1,07	n.b.	10 ²	25
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,05	< 0,05	0,13	< 0,05	4	1
PCB 6	mg/kg TR	--	n.b.	n.b.	n.b.	0,8	5
Eluat						BBodSchV Boden-Grundwasser	
pH-Wert	[-]	--	9,3	8,9	9,3	--	--
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	1	42	46	35	--	--
Cyanide, ges.	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Phenol-Index, ges.	mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	
Arsen	mg/l	0,005	0,004	0,006	0,002	0,01	
Blei	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	
Cadmium	mg/l	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,005	
Chrom	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Kupfer	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Nickel	mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	
Quecksilber	mg/l	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,001	
Zink	mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,5	
> BBodSchV Wohnbebauung		> HLUg					
> BBodSchV Grundwasser							

n.b.: nicht berechenbar, da Einzelparameter unterhalb der Bestimmungsgrenze

¹: HLUg – Handbuch Altlasten B 3 T 3

²: Vorsorgewert gemäß BBodSchV

3 Gefährdungsbeurteilung

3.1 Gesetzliche Grundlagen

3.1.1 Grundwasser

Die Beurteilung der Ergebnisse von Wasseruntersuchungen erfolgt gemäß Anhang 2 Nr. 3.2 Buchst. e) der BBodSchV [12] anhand der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS-Werte) aus dem Wasserrecht [14].

GFS-Werte dienen dem Schutz des Grundwassers im Bereich der Vor- und Nachsorge. Anwendungsbereiche sind punktuelle Schadstoffeinträge bzw. Grundwasserbelastungen aus Punktquellen. Im nachsorgenden Bodenschutz sind die GFS-Werte Basis für die Fortschreibung der Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser und die Vorgaben zu deren Anwendung in der BBodSchV [12, 14].

Werden die GFS-Werte erreicht oder überschritten liegt eine beeinträchtigte Grundwasserbeschaffenheit vor. Bleiben die GFS-Werte unterschritten ist eine Grundwassergefährdung nicht zu besorgen.

Da die Überschreitung der GFS-Werte nur ein Bewertungsfaktor bei der Beurteilung der Nachteiligkeit einer Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit ist, löst ein festgestelltes Erreichen oder Überschreiten der GFS-Werte im Grundwasser durch eine bereits eingetretene Immission noch kein Präjudiz bei der Beurteilung aus, ob Sanierungsmaßnahmen erforderlich sind. Hierbei verbleibt den Vollzugsbehörden ein Ermessensspielraum bei der Gesamteinschätzung der Situation. Der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz ist zu beachten [14]. Es wird auf das Kapitel 3.3 „Gefahrenbeurteilung und Gefahrenabwehr im Anwendungsbereich des Bodenschutzes – Nachsorge“ der LAWA-Abfassung [14] hingewiesen.

Weiterhin sind als Grundlage für die Bewertung des chemischen Zustands des Grundwassers die in der Grundwasserverordnung (GrwV) festgelegte Schwellenwerte zu berücksichtigen. Gemäß § 1 Nr. 1 sind Schwellenwerte die Konzentration eines Schadstoffes, einer Schadstoffgruppe oder der Wert eines Verschmutzungsindikators im Grundwasser, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt festgelegt werden [29].

Gemäß des hessischen Handbuchs Altlasten – Sickerwasserprognose [31], sind bei der Beurteilung einer Gefährdung des Grundwassers aufgrund von Bodenuntersuchungen die Aspekte Mobilität der Schadstoffe, Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und die ermittelten Schadstoffkonzentrationen zu berücksichtigen. Bei orientierenden Untersuchungen können die aufgeführten Beurteilungswerte als Maßstab dafür verwendet werden, ob auf einer Verdachtsfläche sehr hohe, hohe oder geringe Schadstoffgehalte im Boden vorliegen.

- Beurteilungswert unterschritten: Schadstoffgehalt niedrig
- Analysewert ähnlich Beurteilungswert: Schadstoffgehalt hoch
- Beurteilungswert überschritten: Schadstoffgehalt sehr hoch

ICP, Büro Eifel

Johannes-Kepler-Straße 7
54634 Bitburg
Telefon 06561-18824
E-Mail bitburg@icp-geologen.de

ICP, Zentrale

Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Telefon 06374-80507-0
E-Mail info@icp-geologen.de

ICP, Büro Südpfalz

Lindelbrunnstraße 6
76887 Bad Bergzabern
Telefon 06343-9539022
E-Mail info@suew-geologen.de

3.1.2 Boden

Die Beurteilung der Ergebnisse von Bodenuntersuchungen bei Verdacht auf schädliche Bodenveränderungen erfolgt bundeseinheitlich nach § 4 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung BBodSchV. Die hier zu betrachtenden Wirkungspfade sind:

- Wirkungspfad Boden – Mensch (Direkter Kontakt)
- Wirkungspfad Boden – Mensch (Inhalative Aufnahme)
- Wirkungspfad Boden – Grundwasser
- Wirkungspfad Boden – Pflanze
- Bodenluft

Die Beurteilung erfolgt dabei insbesondere anhand von Prüfwerten, die in der BBodSchV für einige Parameter beziffert. Da in der BBodSchV nicht für jeden in diesen Untersuchungen analysierten Parameter Prüfwerte festgesetzt sind, werden im vorliegenden Fall die Beurteilungswerte für Boden gemäß Anhang 3 des HLOG-Handbuches Altlasten - Band 3, Teil 3 [31] herangezogen.

Bei den Prüfwerten der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden – Mensch (direkter Kontakt) wird zwischen Kinderspielflächen, Wohngebieten, Park- und Freizeitanlagen sowie Industrie- und Gewerbegrundstücken unterschieden. Da es sich bei dem geplanten Bauvorhaben um den Neubau von Wohngebäuden mit reinen Wohngärten handelt, werden die Prüfwerte für Wohngebiete berücksichtigt.

Nach §4 BBodSchV Abs. 2 ist festgesetzt, wenn der Gehalt oder die Konzentration eines Schadstoffes unterhalb des jeweiligen Prüfwertes in Anhang 2 (der BBodSchV) liegt, ist insoweit der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt. Wird ein Prüfwert nach Anhang 2 Nr. 3 (der BBodSchV) am Ort der Probenahmen überschritten, ist im Einzelfall zu ermitteln, ob die Schadstoffkonzentration im Sickerwasser am Ort der Beurteilung den Prüfwert übersteigt. Maßnahmen im Sinne des § 2 Abs. 7 oder 8 des Bundes-Bodenschutzgesetzes können bereits dann erforderlich sein, wenn im Einzelfall alle bei der Ableitung eines Prüfwertes nach Anhang 2 angenommenen ungünstigen Umstände zusammentreffen und der Gehalt oder die Konzentration eines Schadstoffes geringfügig oberhalb des jeweiligen Prüfwertes in Anhang 2 liegt.

Unabhängig von der Nutzung kann sich je nach Ergebnis der Untersuchungen ein Handlungsbedarf ergeben. Sanierungspflichtige (§4 Abs. 3, 5 und 6 BBodSchG) Bodenveränderungen oder Altlasten sind gemäß BBodSchG bei der zuständigen Bodenschutzbehörde anzeigepflichtig [11].

Die Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Nutzpflanze wird im vorliegenden Fall nicht behandelt, da die Planung reine Wohngärten und keine Nutzgärten vorsieht. Sollte dieser Wirkungspfad zukünftig von Bedeutung sein, ist er neu zu untersuchen und zu bewerten.

Auch der Wirkungspfad Bodenluft ist im aktuellen Fall nicht relevant, da nach bisherigem Kenntnisstand keine Anhaltspunkte für eine Gefährdung in diesem Wirkungspfad vorliegen. Die chemischen

Untersuchungen zeigen keine bzw. keine relevanten Konzentrationen an leichtflüchtigen Bestandteilen. Zudem wurden bei den Einzelproben keine olfaktorischen Auffälligkeiten festgestellt.

3.2 Zusammenstellung der Schadstoffsituation

Die geotechnischen Untersuchungen der Jahre 2020 und 2021 haben gezeigt, dass die Auffüllungen in den Tiefen 0,00 bis 2,60 m bereichsweise mit PAK und mit Arsen (im Eluat) belastet sind. Im Bereich der Hausgruppe 120_a wurden in einer Tiefe zwischen 0,00 und 2,00 m u GOK für die Bewertung des Wirkungspfads Boden – Mensch relevante Konzentrationen an PAK n. EPA ermittelt.

In knapp mehr als der Hälfte der analysierten Proben wird der Prüfwert zur Beurteilung des Wirkungspfads Boden – Grundwasser für den Parameter Arsen überschritten. Mit Ausnahme der Proben RB5/P3+P4 (2020) und MP 2 (2021) betreffen diese Belastungen die Auffüllungen (0,00 bis 2,00 m uGOK). Auffällig ist, dass im Gegensatz zu den Eluatkonzentrationen, die Arsengehalte im Feststoff in den meisten Proben in nicht relevanten Konzentrationen vorliegen (Ausnahme: RB2/P2 und RB4/P1-P3) und die Prüfwerte bzw. Beurteilungswerte deutlich unterschritten bleiben. Daher besteht der Verdacht, dass das vorhandene Arsen leicht mobilisierbar ist. Rückschlüsse auf die Mobilität eines Stoffes im Boden können aus dem Verhältnis des eluierbaren Anteils zum Gesamtgehalt gezogen werden.

Tabelle 12: Berechnung des eluierbaren Anteils von Arsen. Zusammenfassung der statistischen Auswertung von -18- Bodenproben sowie der eluierbare Anteil der Proben mit Prüfwertüberschreitung von Arsen im Feststoff.

	Maximal	Mittelwert	Median	RB2/P2	RB2/P1-P3
Eluierbare Anteil von Arsen [%]	5,88	1,53	1,38	0,66	2,26

Aus den vorliegenden Werten (Tabelle 12) geht jedoch klar hervor, dass das vorhandene Arsen nicht sehr mobil ist. Selbst in den Proben, in denen prüfwertüberschreitende Konzentrationen von Arsen im Feststoff analysiert wurden, ist der eluierbare Anteil mit 0,66 % und 2,26 % sehr niedrig. Der höchste eluierbare Anteil von 5,88 % wurde in der Probe RB5/P3+P4 errechnet, welche jedoch ebenfalls auf einem niedrigen Niveau liegt.

Sowohl der Median als auch das 90. Perzentil der Messwerte liegen deutlich über denen der Hintergrundwerte (Tabelle 13). Bei dem Vergleich und der Bewertung sind jedoch die folgenden Anmerkungen zu beachten. Die beiden höchsten Messwerte 62 und 87 mg/kg, sind unter üblichen Regeln (z. B. 2-Sigma-Regel oder anhand Interquartilsabstand im Boxplot) als Ausreißer zu werten, die das 90. Perzentil in Kombination mit der stark rechtsschiefen Verteilung nach oben verzerren. Weiterhin unterliegen Auensedimente den anthropogenen Stofffrachten der Flusssysteme (im vorliegenden Fall dem Rhein), was je nach genauer Lage und je variabler Verfügbarkeit, zu einer inhomogenen Verteilung innerhalb der Substratgruppe Auensediment selbst führt. In der Substratgruppe Auensedimente treten zudem verstärkt belastete Standorte, wie Ballungsräume im Bereich von Flussauen (Stadt Lampertheim) auf, die stark anthropogen beeinflusst sind und daher als Ausreißer in der Betrachtung gelten [30].

Tabelle 13: Vergleich der für das Plangebiet angegebenen Hintergrundwerte [20] für Arsen mit den im Rahmen der durchgeführten Untersuchungskampagnen ermittelten Arsen-Messwerten (18 Werte).

	Median [mg/kg]	P90 [mg/kg]
Hintergrundwert Auensedimente (Unterboden) [20]	9	17
Messwerte Untersuchungskampagnen (2020 und 2021)	14	37,5

Grundwasseruntersuchungen wurden im Plangebiet bisher nicht durchgeführt. Die Ergebnisse der vorliegenden Grundwasseruntersuchungen vom anstromig liegenden Grundstück zeigen jedoch, dass die Grundwasserbeschaffenheit bereits vor der Durchströmung des Untersuchungsgebietes nachteilige Veränderungen durch den Parameter Arsen aufzeigt (Tabelle 2). Dieser Verdacht wird durch die Messergebnisse der vom RP Darmstadt betriebenen Grundwassermessstellen unterstützt (Tabelle 1). Die beiden höchsten Werte an Arsen im Feststoff wurden in den Bodenproben der Sondierungen RB 2 und RB 4 (2020) ermittelt, welche genau im Bereich des anströmenden Grundwassers liegen. Daher ist davon auszugehen, dass durch das anströmende, schadstoffbelastete Grundwasser, auch nach einer Sanierung des Untergrunds, weiterhin bzw. erneut Arsen im Untergrund angereichert wird.

Wie in Kapitel 2.1 dargelegt wurde, plant die DRH in den Wohn- und Vorgärten den Bodenaustausch von ca. 1,00 m (vom Bestand aus). Da die Untersuchungsergebnisse jedoch eine Belastung bis in eine Maximaltiefe von 2,50 m u GOK nachweisen (2020, MP2: 0,052 mg/l Arsen im Eluat), verbleiben bereichsweise auch nach der Sanierung Restbelastungen im Untergrund. In Tabelle 13 werden die potenziell verbleibenden Restbelastungen je Hausgruppe zusammengefasst.

Tabelle 14: Potenziell verbleibende Restbelastung nach Bodenaushub.

	Datum	Hausgruppe 120_a	Hausgruppe 120_b	Hausgruppe 120_c
Max. Mächtigkeit Belastung [m]	2020	2,50	2,50	2,50
	2021	1,30	k.B.	k.B.
Max. Mächtigkeit Restbelastung [m]	2020	1,50	1,50	1,50
	2021	0,30	k.B.	k.B.
Max. Höhe gemessener Arsengehalt [mg/l]	2020	0,058	0,14	0,10
	2021	0,016	k.B.	k.B.

k.B.: keine Belastung ermittelt

Bei der Auswertung wird deutlich, dass die Ergebnisse der Untersuchungskampagne aus 2021 different zu den Ergebnissen der Kampagne aus 2020 sind. Unter Berücksichtigung der Messergebnisse aus 2020, würden im Plangebiet in einer Tiefe von ca. 1,00 m (ca. 91,72 m üNN) bis ca. 2,50 (90,22 m üNN) Restbelastungen in Höhe zwischen 0,058 und 0,14 mg/l verbleiben. Dabei ist zu beachten, dass auf die aktuelle Bestandshöhe (92,72 m üNN) noch ein Auftrag von rund 0,30 m unbelastetem Bodenmaterial erfolgt.

Werden die Ergebnisse aus 2021 betrachtet, verbleiben lediglich bei Hausgruppe 120_a in einer Tiefe zwischen 1,00 m und 1,30 m Restbelastungen in Höhe von rund 0,016 mg/l. In den Proben aus den Bereichen der Hausgruppe 120_b und 120_c wurden im Rahmen der Kampagne 2021 keine relevanten Schadstoffkonzentrationen analysiert.

Die Ursachen für die Differenz zwischen den Ergebnissen der Untersuchungskampagnen liegen vermutlich in einer heterogenen Schadstoffverteilung im Untergrund des Plangebietes sowie den unterschiedlichen Bodenfeuchten und Grundwasserdynamiken, welche zum Zeitpunkt der jeweiligen Probenahme herrschten. Im Jahr 2020 wurden im Deutschlandmittel rund 76 mm Niederschlag gemessen, wobei die Monate März bis September normal bis trocken anzusprechen sind. Im Jahr 2021 dagegen wurden im Deutschlandmittel rund 101 mm Niederschlag erfasst und die Monate Mai bis Juli gelten als nass [33].

3.3 Wirkungspfad Boden – Mensch

Gemäß BBodSchV [12] ist die beurteilungsrelevante Beprobungstiefe für den Wirkungspfad Boden – Mensch 0 – 35 cm (Kinderspielflächen: 0 – 10 cm; Wohngebiete: 10 – 35 cm, orale und dermale Schadstoffaufnahme; inhalative Aufnahme: 0 – 2 cm). Das entspricht der durchschnittlichen Mächtigkeit aufgebracht Bodenschichten sowie der von Kindern maximal erreichbaren Tiefe.

Nach §4 BBodSchV Abs. 2 [12] ist festgesetzt, wenn der Gehalt oder die Konzentration eines Schadstoffes unterhalb des jeweiligen Prüfwertes in Anhang 2 (der BBodSchV) liegt, ist insoweit der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt. Werden also in den Bodenschichten zwischen 0 und 35 cm die Prüfwerte der BBodSchV eingehalten, ist keine Gefährdung im Wirkungspfad Boden – Mensch (Wohngebiet) zu besorgen und gesunde Wohnverhältnisse nachgewiesen.

Aufgrund der von der DRH vorgeschlagenen Maßnahmen, Bodenaustausch und Auftrag von Oberboden mit unbelastetem Liefermaterial, wird die Einhaltung der Prüfwerte der BBodSchV bis in eine Tiefe von ca. 1,30 m u GOK (geplante Geländehöhe) nachgewiesen. Was weit über der eigentlich geforderten beurteilungsrelevanten Tiefe liegt. Das Einbringen eines Geovlies als Grabesperre bietet eine zusätzliche, schützende Barriere und unterbindet unbeabsichtigten und unbeabsichtigten menschlichen Kontakt zu potenziell belasteten Bodenschichten.

Eine Gefährdung im Wirkungspfad Boden – Mensch (direkter menschlicher Kontakt, bzw. inhalative Aufnahme) ist unter diesen Voraussetzungen ausgeschlossen.

3.4 Wirkungspfad Boden – Grundwasser

Wirkungspfad Boden – Grundwasser

Im Rahmen der geotechnischen Untersuchungen wurden in den Bodenproben erhöhte Konzentrationen an Schwermetallen (Arsen) und PAK n. EPA ermittelt. Diese können potenziell aus der ungesättigten Zone mit dem Sickerwasser ins Grundwasser verlagert werden.

Im Zuge von orientierenden Altlastenerkundungen erfolgt die Bewertung des Wirkungspfades Boden – Grundwasser auf Basis von Bodenuntersuchungen und einer sogenannten Sickerwasserprognose. Dabei werden Aspekte wie Eigenschaften und Mobilität der Schadstoffe, Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und die ermittelten Schadstoffkonzentrationen berücksichtigt [12, 15].

Nach den erfolgten Baumaßnahmen (Bodenaustausch, Versiegelung und Bewuchs) ist gemäß der Sickerwasserprognose eine Gefährdung im Wirkungspfad Boden – Grundwasser für die Parameter PAK nicht zu erwarten (Tabelle 15).

Nach den erfolgten Baumaßnahmen (Bodenaustausch, Versiegelung und Bewuchs) ist gemäß der Sickerwasserprognose eine Gefährdung im Wirkungspfad Boden – Grundwasser für den Parameter Arsen ebenfalls nicht zu erwarten (Tabelle 16). Zudem ist zu berücksichtigen, dass bereits das anströmende Grundwasser eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit durch Arsen aufweist und das vorliegende Arsen geogenen Ursprungs sein kann bzw. die Messwerte im Rahmen der bekannten Hintergrundwerten liegen.

Selbst unter den aktuellen Bedingungen, fehlender geschlossener Bewuchs bzw. fehlende Versiegelung, und aufgrund dessen die Klassifizierung der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone als „gering“, ist angesichts der geringen Mobilität und der geringen Schadstoffgehalte der Parameter PAK und Arsen eine Grundwassergefährdung nicht zu erwarten.

Tabelle 15: Abschätzungen der Grundwassergefährdung für die Schadstoffe PAK nach EPA aufgrund von Bodenuntersuchungen (nach [31]).

Schadstoffgehalte im Boden	Mobilität der Schadstoffe	Rückhalte- und Abbauvermögen der ungesättigte Bodenzone		
Schadstoff: PAK nach EPA Höchster Messwert: MP1 (2020): 13,76 mg/kg Weitere Messwerte: Zwischen n.b. und 8,60 mg/kg Entspricht: <input type="checkbox"/> sehr hoch <input type="checkbox"/> hoch <input checked="" type="checkbox"/> niedrig Beurteilungswert n. HLUK für PAK: 25 mg/kg.	Schadstoff: PAK nach EPA Eluationsverfahren: -- Entspricht: <input type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> gering	Mächtigkeit der unbelasteten Gw-Überdeckung: Entspricht: <input type="checkbox"/> gering (< 2m) <input checked="" type="checkbox"/> mittel (2 bis 10 m) <input type="checkbox"/> groß (> 10 m)	Versiegelung Art der Versiegelung/ Geländeoberfläche: Entspricht: <input type="checkbox"/> unversiegelt <input checked="" type="checkbox"/> Pflaster/Bewuchs <input checked="" type="checkbox"/> dauerhafte Versiegelung	Biologische Abbaubarkeit Schadstoff: PAK nach EPA Entspricht: <input type="checkbox"/> gut <input checked="" type="checkbox"/> gering
Anmerkung zur Untersuchung: --	Anmerkung: Bewertung auf Grundlage „sonstige PAK“	Anmerkung: Jahreszeitl. Schwankungen sind nicht ausgeschlossen.	Anmerkung: Gemäß Planung	Anmerkung: --
Bewertung Schadstoffgehalte: niedrig	Bewertung Mobilität: gering	Bewertung Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone: Mittel bis hoch		
Grundwassergefährdung: Ist für die Parameter PAK nach EPA ist nicht zu erwarten.				

Tabelle 16: Abschätzungen der Grundwassergefährdung für den Schadstoff Arsen aufgrund von Bodenuntersuchungen (nach [31]).

Schadstoffgehalte im Boden	Mobilität der Schadstoffe	Rückhalte- und Abbauvermögen der ungesättigte Bodenzone		
Schadstoff: Arsen Höchster Messwert: MP1 (2020): 87 mg/kg Weitere Messwerte: Zwischen n.b. und 62 mg/kg Entspricht: <input type="checkbox"/> sehr hoch <input type="checkbox"/> hoch <input checked="" type="checkbox"/> niedrig Beurteilungswert n. HLUK für Arsen: 150 mg/kg.	Schadstoff: Arsen Eluationsverfahren: -- Entspricht: <input type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> gering	Mächtigkeit der unbelasteten Gw-Überdeckung: Entspricht: <input type="checkbox"/> gering (< 2m) <input checked="" type="checkbox"/> mittel (2 bis 10 m) <input type="checkbox"/> groß (> 10 m)	Versiegelung Art der Versiegelung/ Geländeoberfläche: Entspricht: <input type="checkbox"/> unversiegelt <input checked="" type="checkbox"/> Pflaster/Bewuchs <input checked="" type="checkbox"/> dauerhafte Versiegelung	Biologische Abbaubarkeit Schadstoff: Arsen Entspricht: <input type="checkbox"/> gut <input checked="" type="checkbox"/> gering
Anmerkung zur Untersuchung: --	Anmerkung: Berechnung eluierbarer Anteil	Anmerkung: Jahreszeitl. Schwankungen sind nicht ausgeschlossen.	Anmerkung: Gemäß Planung	Anmerkung: Kann geogenen Ursprungs sein
Bewertung Schadstoffgehalte: niedrig	Bewertung Mobilität: gering	Bewertung Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone: Mittel bis hoch		
Grundwassergefährdung: Ist für den Parameter PAK Arsen ist nicht zu erwarten.				

4 Schlussbemerkung

Durch die von der DRH AG vorgeschlagenen Maßnahmen ist eine Gefährdung im Wirkungspfad Boden – Mensch ausgeschlossen und gesunde Wohnverhältnisse gemäß BBodSchV nachgewiesen. Nach dem geplanten Bodenaustausch verbleiben lediglich geringmächtige Bodenschichten mit relativ geringen Arsengehalten im Untergrund des Untersuchungsgebietes.

Der Vergleich der Messwerte mit den vorliegenden Hintergrundwerten zeigt, dass die gemessenen Arsengehalte im Bereich für das Untersuchungsgebiet zu erwartenden Hintergrundbelastung liegen. Zudem ist das vorhandene Arsen nicht sehr mobil.

Die Sickerwasserprognosen für die Parameter PAK und Arsen zeigen ebenfalls deutlich, dass weder unter den aktuellen Bedingungen noch nach den Baumaßnahmen eine Gefährdung für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser zu erwarten ist. Die Auswertung der zur Verfügung stehenden Grundwasseruntersuchungen beweisen eine bereits im Anstrom vorliegende negative Beeinträchtigung des Grundwassers.

Es ist anzumerken, dass durch das von der DRH AG geplante Bauprojekte und die damit verbundenen Maßnahmen (Bodenaustausch, Bodenauftrag und Versiegelung) zukünftig eine eindeutige Verbesserung der Untergrundsituation erreicht wird.

Eine ausführliche Darlegung der geotechnischen Untersuchungen und Ergebnisse sind den entsprechenden geotechnischen Berichten [2, 5] sowie den Kurzbeurteilungen zu entnehmen [3, 4].

Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabstände zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, so dass Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit, Ausbildung sowie Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der aufgeschlossenen Bodenschichten zwischen den Aufschlusspunkten nicht generell ausgeschlossen werden können. Insbesondere sind jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Grund- und Schichtwasserzuflüsse nicht auszuschließen.

Für die geotechnischen Untersuchungen wurden bereits eine Reihe von Sondierungen im Plangebiet und chemische Analysen von Bodenproben aus unterschiedlichen Tiefen durchgeführt, so dass bereits umfangreiche Ergebnisse zur Schadstoffsituation im Untergrund des Plangebietes vorliegen. Anhaltspunkte für die Erfordernis der Errichtung von Grundwassermessstellen liegen auch nach der Gefährdungsbeurteilung gemäß BBodSchV nicht vor. Die Abteufung weitere Rammkernbohrungen bzw. die Analyse weiterer Bodenproben würde aus Sicht des Gutachters keinen relevanten Erkenntnisgewinn liefern.

Der vorliegende Bericht ist den zuständigen Behörden zur Bewertung vorzulegen.

Bei Unsicherheiten/Unklarheiten oder der Gefahr der Fehlauslegung ist der Gutachter heranzuziehen.

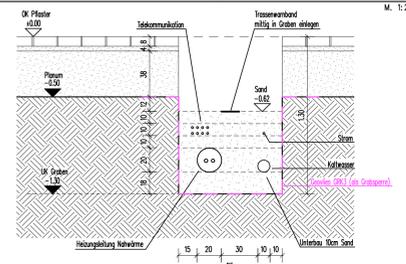
ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH



Frank Neumann
(Dipl.-Geologe/Berat. Geowissenschaftler)

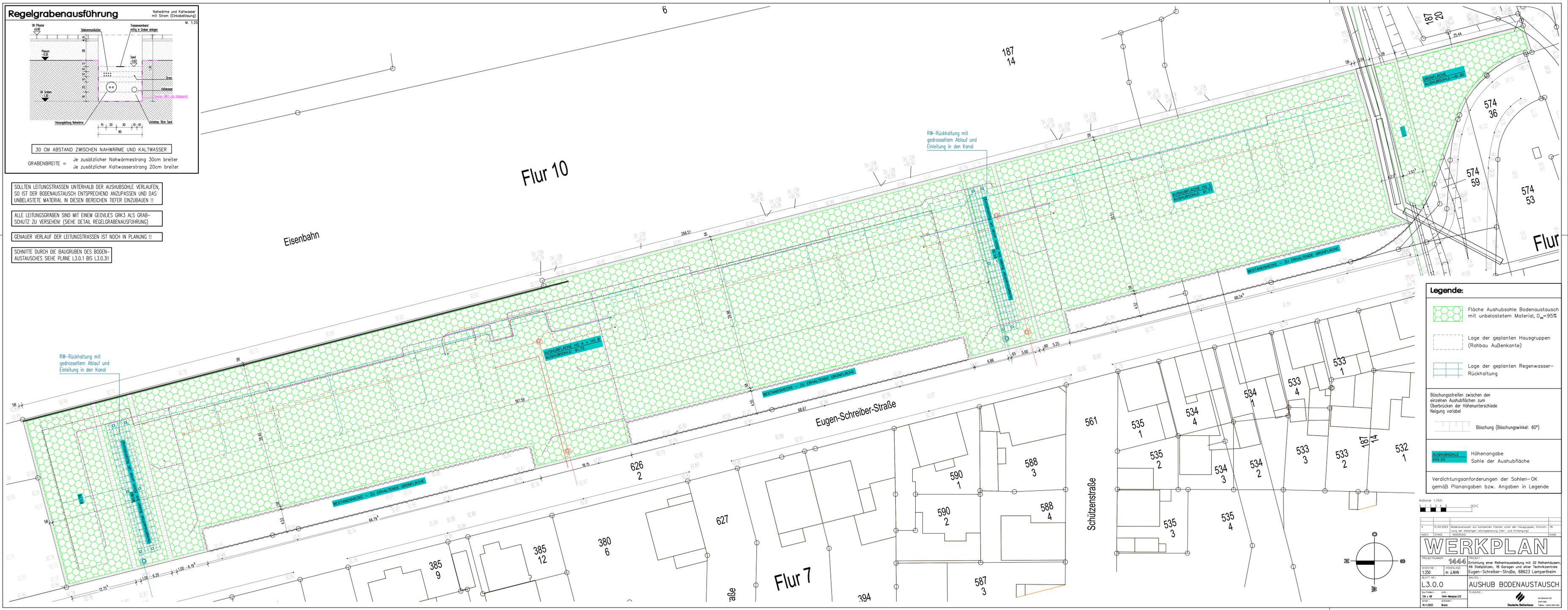
gez.
Christine Gronz (Dipl.- Geographin)

Regelgrabenausführung



30 CM ABSTAND ZWISCHEN NAHWÄRME UND KALTWASSER
 GRABENBREITE = Je zusätzlicher Nahwärmestrang 30cm breiter
 Je zusätzlicher Kaltwasserstrang 20cm breiter

- SOLLTEN LEITUNGSTRASSEN UNTERHALB DER AUSHUBSOHLE VERLAUFEN, SO IST DER BODENAUSTAUSCH ENTSPRECHEND ANZUPASSEN UND DAS UNBELASTETE MATERIAL IN DIESEN BEREICHEN TIEFER EINZUBAUEN !!
- ALLE LEITUNGSRÄBEN SIND MIT EINEM GEOVLIES GRK3 ALS GRABENSCHUTZ ZU VERSEHEN (SIEHE DETAIL REGELGRABENAUSFÜHRUNG)
- GENAUER VERLAUF DER LEITUNGSTRASSEN IST NOCH IN PLANUNG !!
- SCHNITTE DURCH DIE BAUGRUBEN DES BODENAUSTAUSCHES SIEHE PLANE L3.0.1 BIS L3.0.3!!!



- #### Legende:
- Fläche Aushubsole Bodenaustausch mit unbelastetem Material, $D_w=95\%$
 - Lage der geplanten Hausgruppen (Robbau Außenkante)
 - Lage der geplanten Regenwasser-Rückhaltung
 - Böschungstreifen zwischen den einzelnen Aushubflächen zum Überbrücken der Höhenunterschiede (Neigung variabel)
 - Böschung (Böschungswinkel: 60°)
 - AUSHUBSOHLE: Höhenangabe
 - SOHLE: Sohle der Aushubfläche
 - Verdichtungsanforderungen der Sohlen-OK gemäß Planangaben bzw. Angaben in Legende

Modultab: 1:250

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 [m]

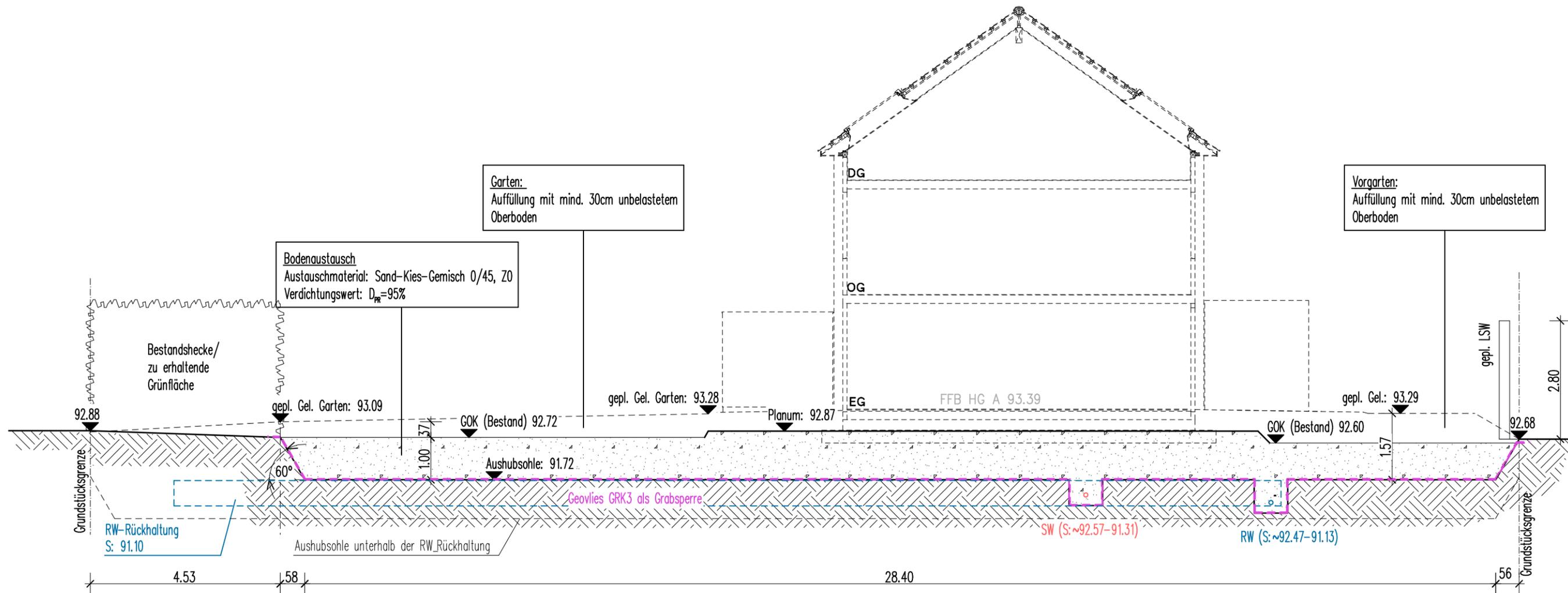
INDEX	STAND	INHALT	VERFÄHR	NAME
A	01.02.2023	Bodenaustausch auf kompakten Flächen unter den Hausgruppen, Errichtung der ständigen Leitungstrassen (Ver- und Entsorgung)		

WERKPLAN

PROJEKTNUMMER: 14040
 HOCHBAU: 48 Stellplätze, 18 Garagen und einer Technikanlage
 EUGEN-SCHREIBER-STRASSE, 68623 LAMPERTHEIM

BLATT NR.: L3.0.0
 BAUTEIL: AUSHUB BODENAUSTAUSCH

PLANKANG:



SOLLTEN LEITUNGSTRASSEN UNTERHALB DER AUSHUBSOHLE VERLAUFEN, SO IST DER BODENAUSTAUSCH ENTSPRECHEND ANZUPASSEN UND DAS UNBELASTETE MATERIAL IN DIESEN BEREICHEN TIEFER EINZUBAUEN !!

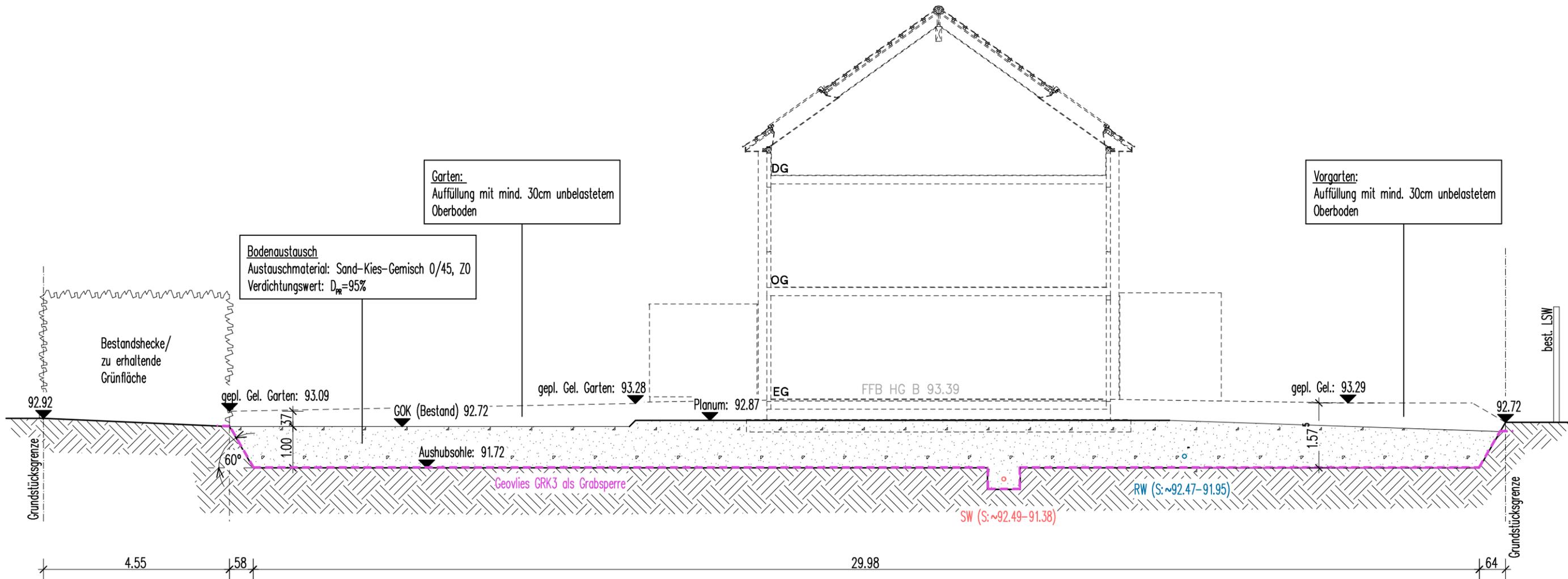
ALLE LEITUNGSTRASSEN SIND MIT EINEM GEOVLIES GRK3 ALS GRAB-SCHUTZ ZU VERSEHEN!

GENAUER VERLAUF DER LEITUNGSTRASSEN IST NOCH IN PLANUNG !!

INDEX	STAND	ANDERUNG	NAME
A	01.02.2023	Bodenaustausch samt Geovlies über komplette Breite, Leitungen ergänzt	TB

WERKPLAN

PROJEKTNUMMER : 1444	PROJEKT : Errichtung einer Reihenhaussiedlung mit 32 Reihenhäusern, 46 Stellplätzen, 18 Garagen und einer Technikzentrale Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim
MASSTAB : 1:100	HOHENLAGE: m ü.NHN
BLATT NR.: L3.0.1	BAUTEIL : Geländeschnitt Bodenaustausch Garten HG A
BLATTFORMAT : A3	DATEI : 1444-Werkplan.S12
DATUM : 10.11.2022	GEZEICHNET : Brand
 Am Bahnhof 130 51147 Köln Telefon 02203 2907 000 Deutsche Reihenhäuser	



Garten:
Auffüllung mit mind. 30cm unbelastetem Oberboden

Bodenaustausch
Austauschmaterial: Sand-Kies-Gemisch 0/45, Z0
Verdichtungswert: $D_{pr}=95\%$

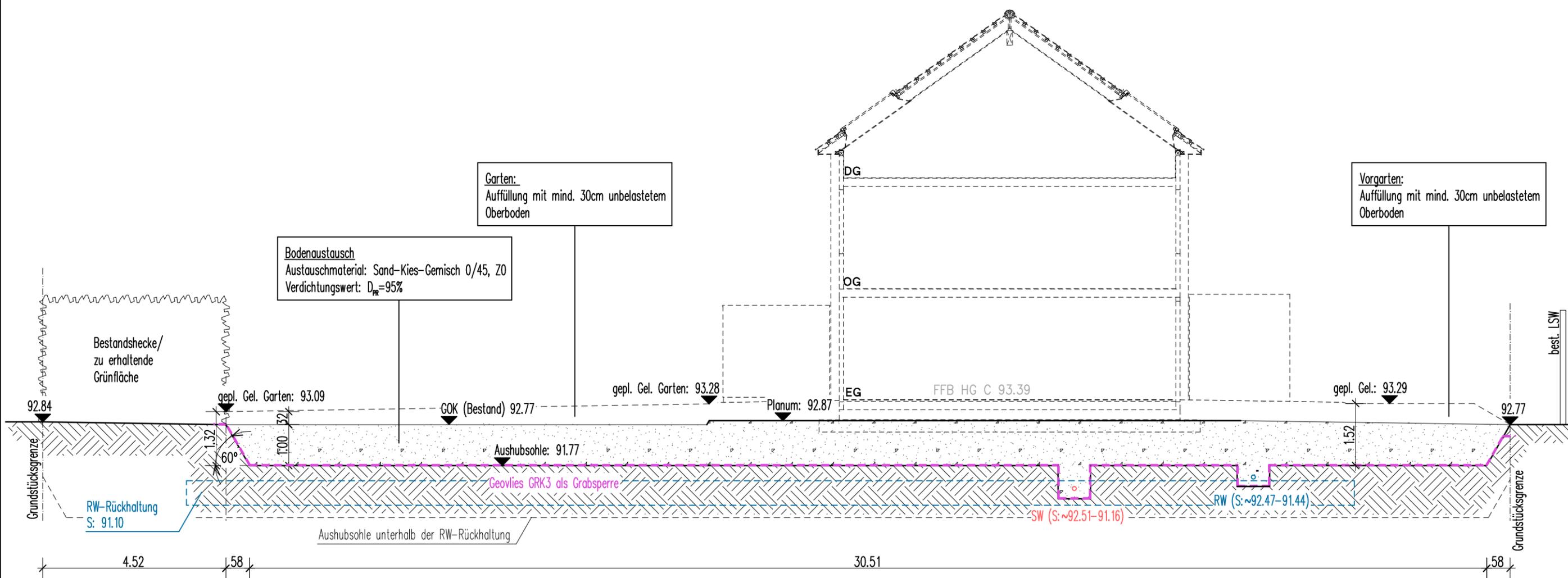
Vorgarten:
Auffüllung mit mind. 30cm unbelastetem Oberboden

SOLLTEN LEITUNGSTRASSEN UNTERHALB DER AUSHUBSOHLE VERLAUFEN, SO IST DER BODENAUSTAUSCH ENTSPRECHEND ANZUPASSEN UND DAS UNBELASTETE MATERIAL IN DIESEN BEREICHEN TIEFER EINZUBAUEN !!

ALLE LEITUNGSRÄBEN SIND MIT EINEM GEOVLIES GRK3 ALS GRAB-SCHUTZ ZU VERSEHEN!

GENAUER VERLAUF DER LEITUNGSTRASSEN IST NOCH IN PLANUNG !!

A		01.02.2023	Bodenaustausch samt Geovlies über komplette Breite, Leitungen ergänzt	TB
INDEX	STAND	ÄNDERUNG		NAME
<h1>WERKPLAN</h1>				
PROJEKTNUMMER :		1444		
PROJEKT :		Errichtung einer Reihenhaussiedlung mit 32 Reihenhäusern, 46 Stellplätzen, 18 Garagen und einer Technikzentrale Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim		
MASSTAB :	HOHENLAGE:			
1:100	m ü.NHN			
BLATT NR.:		L3.0.2		
BAUTEIL :		Geländeschnitt Bodenaustausch Garten HG B		
PLANUNG :				
BLATTFORMAT :	DATEI :			
A3	1444-Werkplan.S12			
DATUM :	GEZEICHNET :			
10.11.2022	Brand			



SOLLTEN LEITUNGSTRASSEN UNTERHALB DER AUSHUBSOHLE VERLAUFEN, SO IST DER BODENAUSTAUSCH ENTSPRECHEND ANZUPASSEN UND DAS UNBELASTETE MATERIAL IN DIESEN BEREICHEN TIEFER EINZUBAUEN !!

ALLE LEITUNGSRÄBEN SIND MIT EINEM GEOVLIES GRK3 ALS GRAB-SCHUTZ ZU VERSEHEN!

GENAUER VERLAUF DER LEITUNGSTRASSEN IST NOCH IN PLANUNG !!

PROJEKTNUMMER : 1444		PROJEKT : Errichtung einer Reihenhaussiedlung mit 32 Reihenhäusern, 46 Stellplätzen, 18 Garagen und einer Technikzentrale Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim	
MASSTAB : 1:100	HOHENLAGE: m ü.NHN	BAUTEIL : Geländeschnitt Bodenaustausch Garten HG C	
BLATT NR.: L3.0.3		PLANUNG :	
BLATTFORMAT : A3	DATEI : 1444-Werkplan.S12	 Am Bahnhof 130 51147 Köln Telefon 02203 2907 000	
DATUM : 10.11.2022	GEZEICHNET : Brand		

Projekt:	Deutsche Reihenhäuser AG 1444 – Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern, Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim	
Projektnummer:	B21213-2	
Datum:	21./22.10.2020	

Beschreibung	MP 1	MP 2
Probenart	Boden, aufgefüllt: \pm schluffige Sande und Kiese, z.T. mit Fremdbestandteilen < 10 Vol.-%	Boden: \pm schluffige Sande
Entnahme durch	Schnell (ICP)	
Entnahmedatum	21./22.10.2020	
Entnahmestelle (Entnahmetiefe [m])	RB 1 / P 1 (0,00 – 0,70) RB 2 / P 1 – P 2 (0,00 – 2,00) RB 3 / P 1 (0,00 – 0,20) RB 4 / P 1 (0,00 – 0,30) RB 5 / P 1 (0,00 – 0,20)	RB 1 / P 2 – P 4 (0,70 – 2,50) RB 2 / P 3 (2,00 – 2,30) RB 3 / P 2 – P 4 (0,20 – 1,70) RB 4 / P 2 – P 3 (0,30 – 1,00) RB 5 / P 2 – P 4 (0,20 – 2,50) RB 6 / P 2 – P 5 (0,10 – 2,60)
Befund	TOC: 0,6 Masse-% TR Arsen: 14 mg/kg TR Chrom: 67 mg/kg TR Kupfer: 25 mg/kg TR Nickel: 18 mg/kg TR Quecksilber: 0,2 mg/kg TR KW-Index (C10-C40): 150 mg/kg TR Benzo(a)pyren: 0,66 mg/kg TR PAK nach EPA: 13,76 mg/kg TR Arsen: 0,026 mg/l	Arsen im Feststoff: 20 mg/kg TR Arsen im Eluat: 0,052 mg/l
Beurteilung		
AVV	17 05 04	17 05 04
Hess. Baumerkblatt	Z2 (PAK nach EPA)	Z2 (Arsen im Eluat)
nach VwV Boden, Baden-Württemberg	Z2 (PAK nach EPA, Arsen im Eluat)	Z2 (Arsen im Eluat)
LAGA TR Boden	Z2 (PAK nach EPA, Arsen im Eluat)	Z2 (Arsen im Eluat)

Projekt: Deutsche Reihenhäuser AG 1444 – Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern, Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim

Projektnummer: B21213-2

Datum: 21./22.10.2020

Beschreibung	RB1/P1	RB2/P1
Probenart	Boden, aufgefüllt: \pm schluffige Sande und Kiese, z.T. mit Fremdbestandteilen < 10 Vol.-% sowie Boden: \pm schluffige Sande	
Entnahme durch	Schnell (ICP)	
Entnahmedatum	21./22.10.2020	
Entnahmebereich	HG 120a	
Entnahmetiefe [m]	0,00 – 0,70	0,00 – 1,00
Befund	Arsen im Feststoff: 13 mg/kg TR Arsen im Eluat: 0,020 mg/l	TOC: 1,0 Masse-% TR Arsen im Feststoff: 20 mg/kg TR Quecksilber: 0,3 mg/kg TR Arsen im Eluat: 0,038 mg/l
Beurteilung		
AVV	17 05 04	17 05 04
Hess. Baumerkblatt	Z1.2	Z1.2
nach VwV Boden, Baden-Württemberg	Z1.2	Z1.2
LAGA TR Boden	Z1.2	Z2

Beschreibung	RB3/P1-P3	RB4/P1-P3
Probenart	Boden, aufgefüllt: \pm schluffige Sande und Kiese, z.T. mit Fremdbestandteilen < 10 Vol.-% sowie Boden: \pm schluffige Sande	
Entnahme durch	Schnell (ICP)	
Entnahmedatum	21./22.10.2020	
Entnahmebereich	HG 120b	
Entnahmetiefe [m]	0,00 – 1,00	0,00 – 1,00
Befund	Arsen: 16 mg/kg TR Kupfer: 60 mg/kg TR Nickel: 23 mg/kg TR Quecksilber: 0,4 mg/kg TR Zink: 97 mg/kg TR	Arsen: 60 mg/kg TR Chrom: 35 mg/kg TR Kupfer: 23 mg/kg TR Thallium: 0,9 mg/kg TR Arsen im Eluat: 0,14 mg/l
Beurteilung		
AVV	17 05 04	17 05 04
Hess. Baumerkblatt	Z1	>Z2
nach VwV Boden, Baden-Württemberg	Z1.1	>Z2
LAGA TR Boden	Z1.1	>Z2

Projekt: Deutsche Reihenhäuser AG 1444 – Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern, Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim

Projektnummer: B21213-2

Datum: 21./22.10.2020

Beschreibung	RB5/P1-P2	RB6/P2
Probenart	Boden, aufgefüllt: \pm schluffige Sande und Kiese, z.T. mit Fremdbestandteilen < 10 Vol.-% sowie Boden: \pm schluffige Sande	
Entnahme durch	Schnell (ICP)	
Entnahmedatum	21./22.10.2020	
Entnahmebereich	HG 120c	
Entnahmetiefe [m]	0,00 – 1,00	0,00 – 0,70
Befund	Arsen: 27 mg/kg TR Nickel: 53 mg/kg TR Arsen im Eluat: 0,064 mg/l	--
Beurteilung		
AVV	17 05 04	17 05 04
Hess. Baumerkblatt	>Z2	Z0
nach VwV Boden, Baden-Württemberg	>Z2	Z0
LAGA TR Boden	>Z2	Z0

Projekt: Deutsche Reihenhaus AG 1444 – Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern, Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim

Projektnummer: B21213-2

Datum: 21./22.10.2020

Beschreibung	RB1/P2	RB2/P2
Probenart	Boden: ± kiesig, schluffige Sande	Boden, aufgefüllt: ± kiesig, schluffige Sande
Entnahme durch	Schnell (ICP)	
Entnahmedatum	21./22.10.2020	
Entnahmebereich	HG 120a	
Entnahmetiefe [m]	0,70 – 1,50	1,60 – 2,00
Befund	Arsen im Feststoff: 14 mg/kg TR	TOC: 6,8 Masse-% TR Arsen im Feststoff: 87 mg/kg TR Blei: 140 mg/kg TR Cadmium: 0,7 mg/kg TR Kupfer: 230 mg/kg TR Nickel: 25 mg/kg TR Quecksilber: 1,7 mg/kg TR Thallium: 0,5 mg/kg TR PAK ₁₋₁₆ : 6,25 Arsen im Eluat: 0,058 mg/l
Beurteilung		
AVV	17 05 04	17 05 04
Hess. Baumerkblatt	Z0*	>Z2
nach VwV Boden, Baden-Württemberg	Z0*	>Z2
LAGA TR Boden	Z0*	>Z2

Projekt: Deutsche Reihenhaus AG 1444 – Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern, Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim

Projektnummer: B21213-2

Datum: 21./22.10.2020

Beschreibung	RB5/P3+P4	MP 1 (RB3/P1+RB4/P1+RB5/P1)
Probenart	Boden: ±kiesig, schluffige Feinsande und Feinsand	Boden, aufgefüllt: ±sandiger Kies, Fremdbestandteile <10%
Entnahme durch	Schnell (ICP)	
Entnahmedatum	21./22.10.2020	
Entnahmebereich	HG 120c	HG 120b und HG 120c
Entnahmetiefe [m]	1,00 – 2,50	0,00 – 0,40
Befund	Arsen: 12 mg/kg TR Arsen im Eluat: 0,10 mg/l	Arsen: 14 mg/kg TR Chrom: 43 mg/kg TR Kupfer: 60 mg/kg TR Nickel: 46 mg/kg TR Zink: 120 mg/kg TR Arsen im Eluat: 0,019 mg/l
Beurteilung		
AVV	17 05 04	17 05 04
Hess. Baumerkblatt	>Z2	Z1.2
nach VwV Boden, Baden-Württemberg	>Z2	Z1.2
LAGA TR Boden	>Z2	Z1.2



Legende:

-  RB Kleinrammbohrung DN 80/60/50
-  DPH Schwere Rammsondierung



Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und
Partner mbH

ICP
Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden

Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Objekt: Deutsche Reihenhäuser AG 1444 - Neubau Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim	Anlage: 2.2
Baugrunderkundung	zu Bericht Nr.: B20211
Lageplan	Dat.: 21./22.10.2020
Maßstab: 1 : 1000	Bearb.: L. Fail

Projekt: Deutsche Reihenhäuser AG 1444 – Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern, Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim

Projektnummer: B21213-2

Datum: 23.08.2021

Beschreibung	MP 1	MP 2
Probenart	Boden, aufgefüllt: \pm schluffige Sande, z.T. mit Fremdbestandteilen < 10 Vol.-%	Boden: \pm schluffige Sande
Entnahme durch	J. Neumann (ICP)	
Entnahmedatum	23.08.2021	
Entnahmebereich	Gründungsbereich der Hausgruppe 120a	
Entnahmestelle (Entnahmetiefe [m])	RB 1 / P 1 (0,00 – 1,30) RB 2 / P 1 (0,00 – 1,10) RB 3 / P 2 (0,20 – 1,00)	RB 1 / P 2 – P 3 (1,30 – 3,90) RB 2 / P 2 – P 3 (1,10 – 3,80) RB 3 / P 3 – P 4 (1,00 – 3,50)
Befund	Arsen: 11,4 mg/kg TS Nickel: 16 mg/kg TS Zink: 64 mg/kg TS Benzo(a)pyren: 0,35 mg/kg TR PAK nach EPA: 8,60 mg/kg TR pH-Wert: 9,4 Arsen: 0,016 mg/l	pH-Wert: 9,4
Beurteilung		
AVV	17 05 04	17 05 04
Hess. Baumerkblatt	Z2 (PAK nach EPA)	Z1.2 (pH-Wert)
nach VwV Boden, Baden-Württemberg	Z1.2 (PAK nach EPA, Arsen im Eluat)	Z0
LAGA TR Boden	Z1.2 (PAK nach EPA, Arsen im Eluat)	Z0

Projekt:	Deutsche Reihenhäuser AG 1444 – Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern, Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim		
Projektnummer:	B21213-2		
Datum:	23.08.2021		

Beschreibung	MP 3	MP 4
Probenart	Boden, aufgefüllt: \pm schluffige Sande, z.T. mit Fremdbestandteilen < 10 Vol.-%	Boden: \pm schluffige Sande
Entnahme durch	J. Neumann (ICP)	
Entnahmedatum	23.08.2021	
Entnahmebereich	Gründungsbereich der Hausgruppe 120b	
Entnahmestelle (Entnahmetiefe [m])	RB 4 / P 2 (0,20 – 1,10) RB 5 / P 2 – P 3 (0,20 – 1,80) RB 6 / P 2 (0,20 – 1,10)	RB 4 / P 3 – P 4 (1,10 – 3,10) RB 5 / P 4 (1,80 – 3,30) RB 6 / P 3 – P 4 (1,10 – 3,20)
Befund	--	pH-Wert: 9,3
AVV	17 05 04	17 05 04
Hess. Baumerkblatt	Z0	Z1.2 (pH-Wert)
nach VwV Boden, Baden-Württemberg	Z0	Z0
LAGA TR Boden	Z0	Z0

Beschreibung	MP 5	MP 6
Probenart	Boden, aufgefüllt: \pm schluffige Sande, z.T. mit Fremdbestandteilen < 10 Vol.-%	Boden: \pm schluffige Sande
Entnahme durch	J. Neumann (ICP)	
Entnahmedatum	23.08.2021	
Entnahmebereich	Gründungsbereich der Hausgruppe 120c	
Entnahmestelle (Entnahmetiefe [m])	RB 7 / P 2 – P 3 (0,20 – 1,80) RB 8 / P 2 (0,20 – 1,10) RB 9 / P 2 (0,20 – 0,90)	RB 7 / P 4 (1,80 – 3,40) RB 8 / P 3 – P 4 (1,10 – 3,40) RB 9 / P 3 – P 4 (0,90 – 3,00)
Befund	Arsen: 20,3 mg/kg TS	pH-Wert: 9,3
AVV	17 05 04	17 05 04
Hess. Baumerkblatt	Z1.1	Z1.2 (pH-Wert)
nach VwV Boden, Baden-Württemberg	Z1.1	Z0
LAGA TR Boden	Z1.1	Z0



Legende:

- ⊕ RB Kleinrammbohrung DN 80/60/50
- ⊕ DPH Schwere Rammsondierung



Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und
Partner mbH

ICP
Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden

Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Objekt:
Deutsche Reihenhäuser AG
1444 - Neubau Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern
Eugen-Schreiber-Straße, 68623 Lampertheim

Baugrunderkundung

Lageplan

Maßstab: 1 : 1000

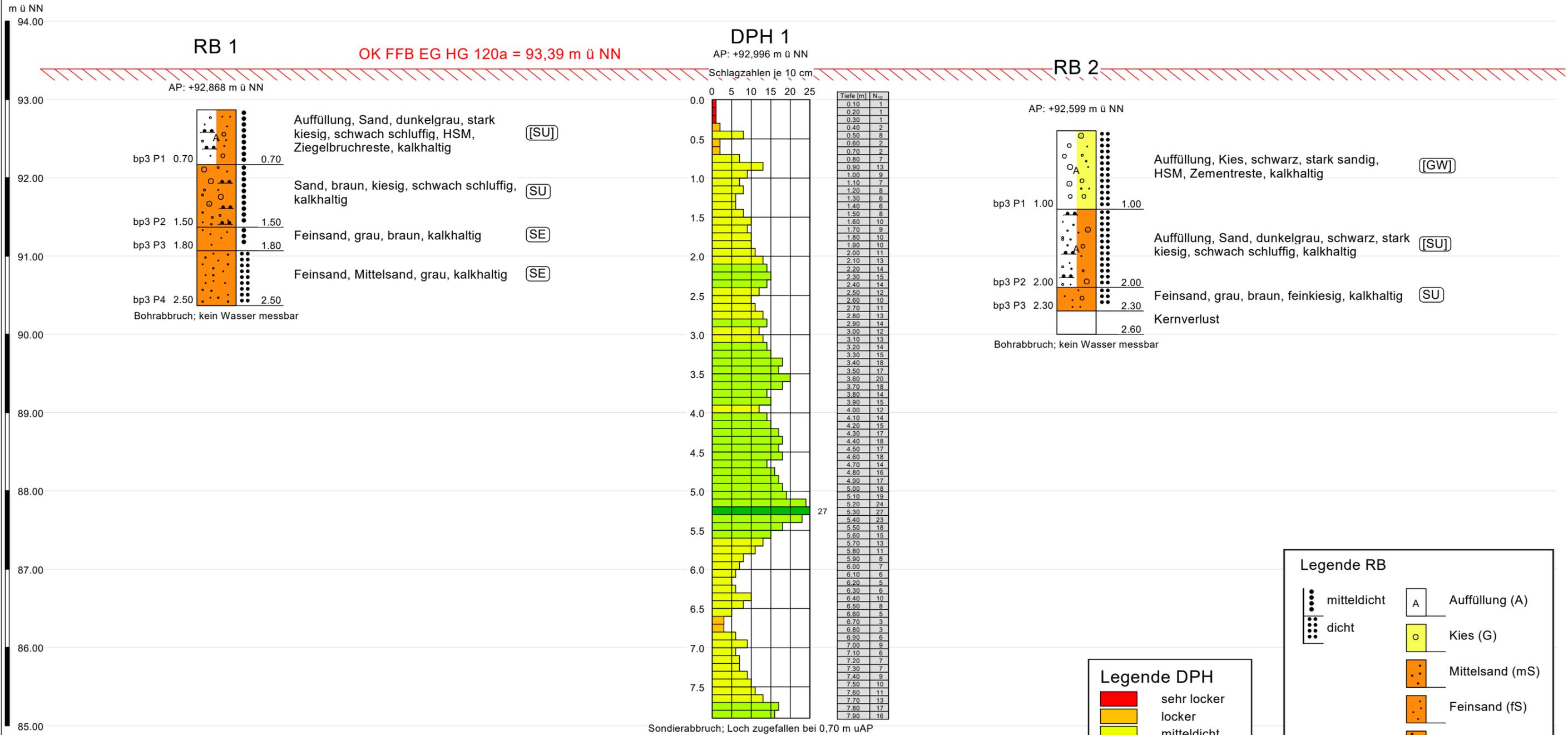
Anlage: 6

zu Bericht Nr.:
B21213

Dat.: 23.08.2021

Bearb.: L. Fail

Hausgruppe 120a



Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt den Feldarbeiten (21./22.10.2020) bei den Bohrungen RB 1 und RB 2 bis zur jeweiligen Endteufe sowie bei der Sondierung DPH 1 bis zu einer Tiefe von 0,70 m uAP nicht nachgewiesen werden. Für DPH 1 kann für größere Tiefe wegen Zufallens des Sondierloches keine Aussage über die Wasserspiegelhöhe getroffen werden.

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

	Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 1444 - Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern Eugen-Schreiber-Str., 68623 Lampertheim Baugrunderkundung: HG 120a	Anlage 3.1 zu Bericht Nr.: B20211
	Am Iränkwald 27 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7	Rammdiagramm / Bohrungen Höhenmaßstab: 1:50

Hausgruppe 120b

OK FFB EG HG 120b = 93,39 m ü NN

m ü NN
94.00
93.00
92.00
91.00
90.00
89.00
88.00
87.00
86.00
85.00

RB 3

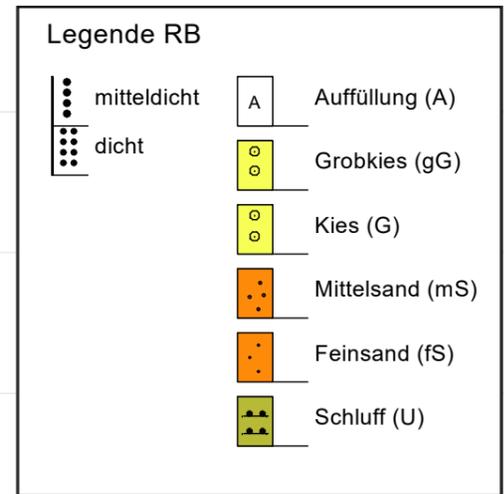
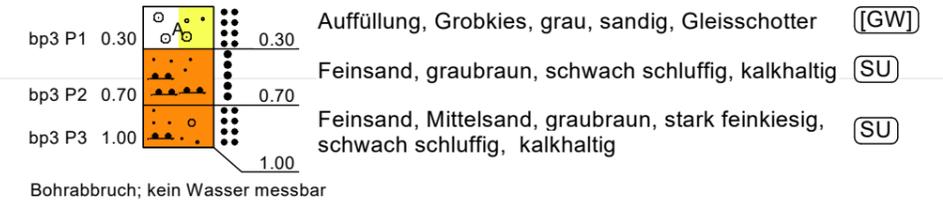
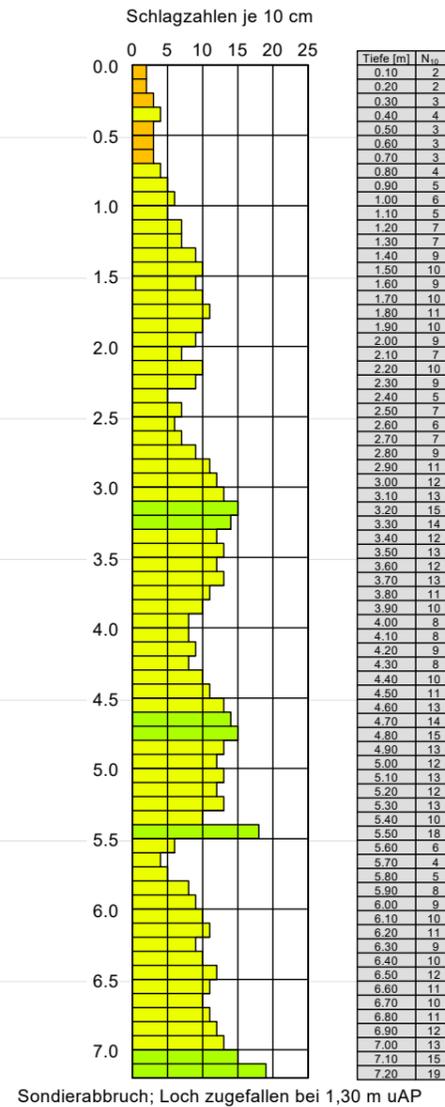
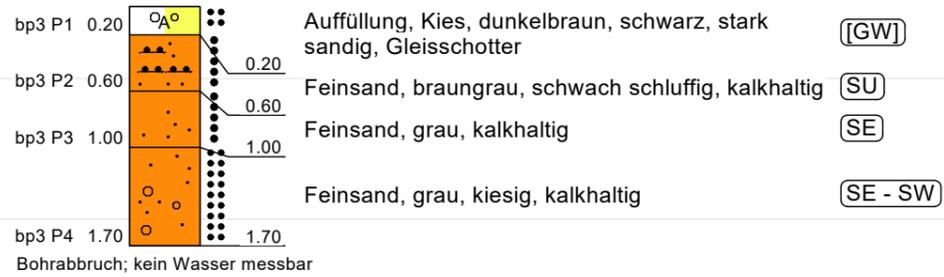
DPH 2

RB 4

AP: +92,510 m ü NN

AP: +92,515 m ü NN

AP: +92,510 m ü NN

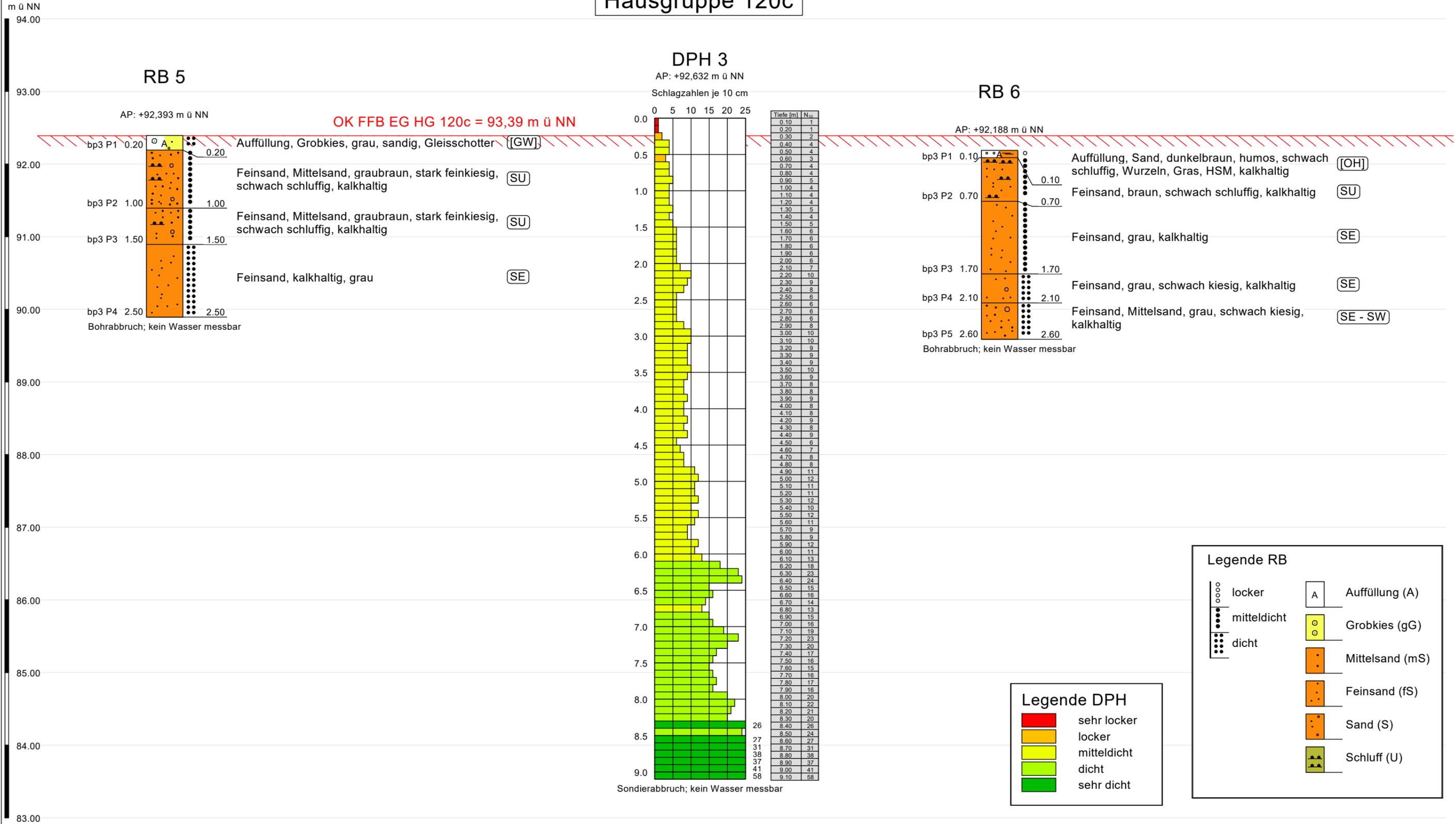


Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt den Feldarbeiten (21./22.10.2020) bei den Bohrungen RB 3 und RB 4 bis zur jeweiligen Endteufe sowie bei der Sondierung DPH 2 bis zu einer Tiefe von 1,30 m uAP nicht nachgewiesen werden. Für DPH 2 kann für größere Tiefe wegen Zufallens des Sondierloches keine Aussage über die Wasserspiegellhöhe getroffen werden.

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

 <p>Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Am Iränkwald 2/ 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7</p>	<p>Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 1444 - Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern Eugen-Schreiber-Str., 68623 Lampertheim</p>	<p>Anlage 3.2</p>
	<p>Baugrunderkundung: HG 120b</p>	<p>zu Bericht Nr.: B20211</p>
<p>Rammdiagramm / Bohrungen</p>	<p>Dat.: 21./22.10.2020</p>	<p>Bearb.: LF</p>
<p>Höhenmaßstab: 1:50</p>		

Hausgruppe 120c



Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Legende RB

- locker
- mitteldicht
- dicht
- Auffüllung (A)
- Grobkies (gG)
- Mittelsand (mS)
- Feinsand (fS)
- Sand (S)
- Schluff (U)

Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt den Feldarbeiten (21./22.10.2020) bei den Bohrungen RB 5 und RB 6 sowie bei der Sondierung DPH 3 bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachgewiesen werden.

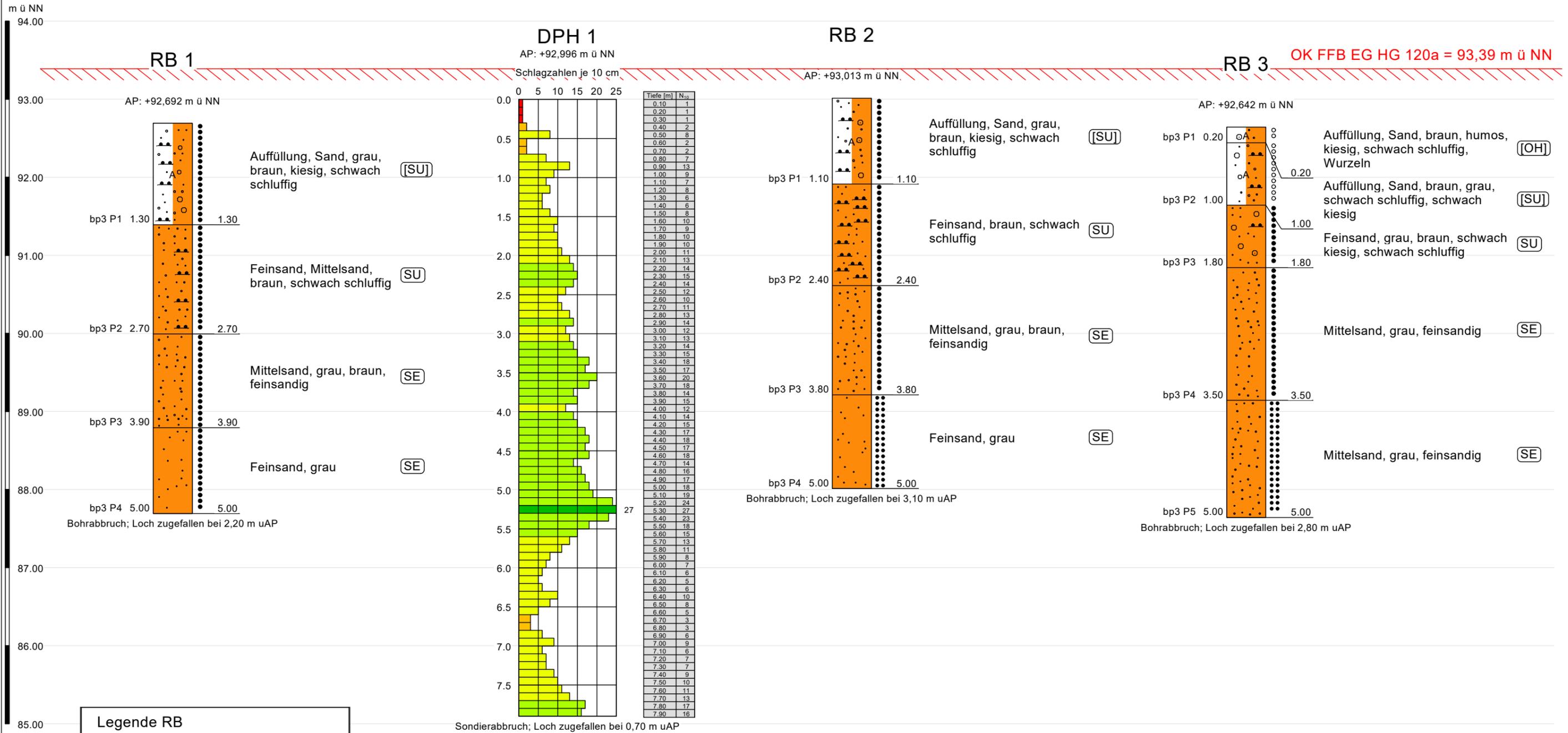
Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH
ICP
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Am Iränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Objekt:
Deutsche Reihenhaus AG
1444 - Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern
Eugen-Schreiber-Str., 68623 Lampertheim
Baugrunderkundung: HG 120c
Rammdigramm / Bohrungen
Höhenmaßstab: 1:50

Anlage 3.3
zu Bericht Nr.: B20211
Dat.: 21./22.10.2020
Bearb.: LF

Hausgruppe 120a



Legende RB

- locker
- mitteldicht
- dicht
- Auffüllung (A)
- Mittelsand (mS)
- Feinsand (fS)
- Sand (S)
- Schluff (U)

Legende DPH

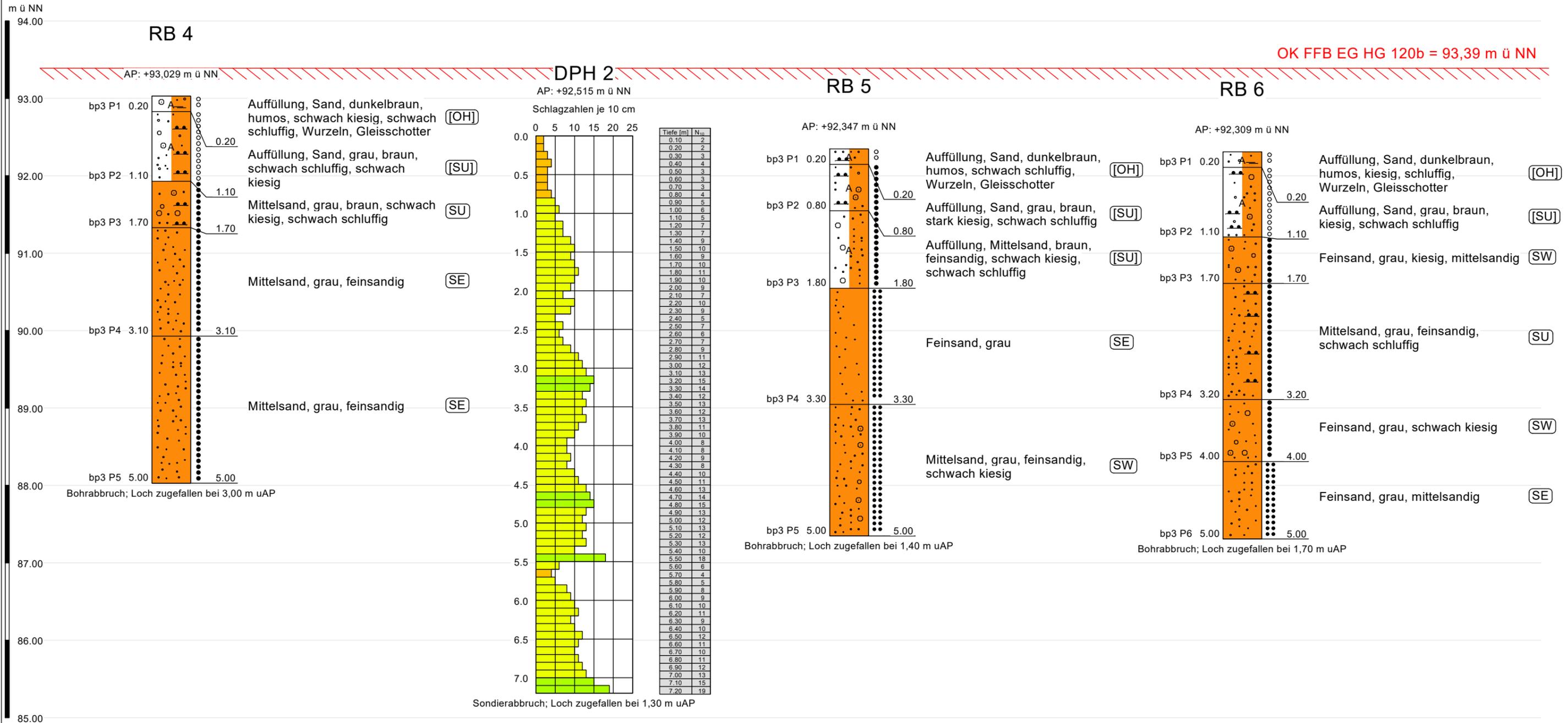
- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt den Feldarbeiten (23.08.2021) bei den Bohrungen RB 1 bis RB 3 sowie bei der Sondierung DPH 1 bis zu Tiefen zwischen 0,70 m und 3,10 m uAP nicht nachgewiesen werden. Für DPH 1, RB 1 bis RB 3 kann für größere Tiefen wegen Zufallens des Sondier-/Bohrloches keine Aussage über die Wasserspiegellhöhe getroffen werden.

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

<p>Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH ICP Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Am Iränkwald 27 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7</p>	Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 1444 - Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern Eugen-Schreiber-Str., 68623 Lampertheim Baugrunderkundung: HG 120a	Anlage 3.4 zu Bericht Nr.: B21213
	Rammdiagramm / Bohrungen Höhenmaßstab: 1:50	Dat.: 23.08.2021 Bearb.: LF

Hausgruppe 120b



Legende RB

- locker
- mitteldicht
- dicht
- Auffüllung (A)
- Mittelsand (mS)
- Feinsand (fS)
- Sand (S)

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt den Feldarbeiten (23.08.2021) bei den Bohrungen RB 4 bis RB 6 sowie bei der Sondierung DPH 2 bis zu Tiefen zwischen 1,30 m und 3,00 m uAP nicht nachgewiesen werden.

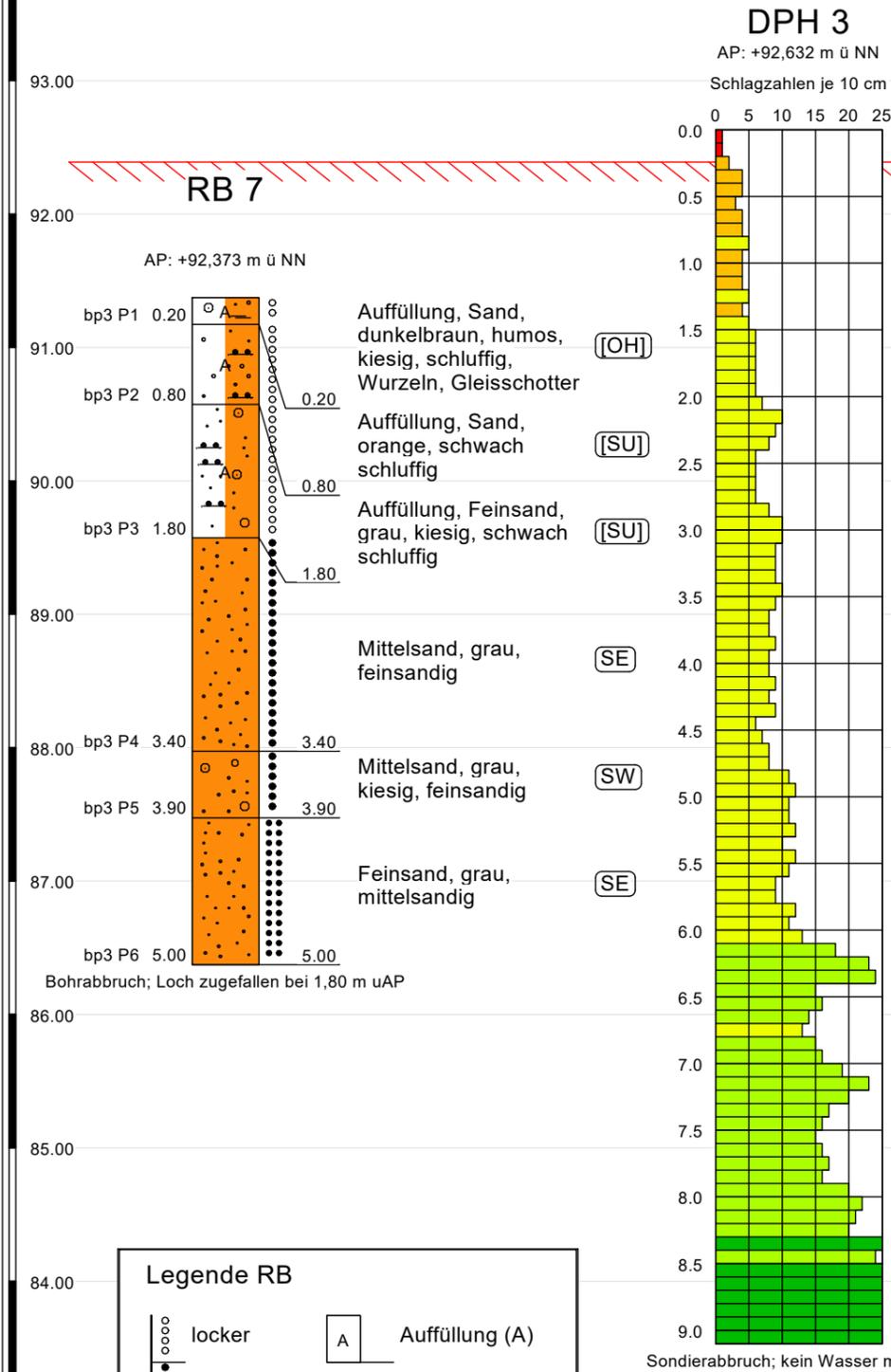
Für DPH 2, RB 4 bis RB 6 kann für größere Tiefe wegen Zufallens des Sondier-/Bohrloches keine Aussage über die Wasserspiegelhöhe getroffen werden.

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

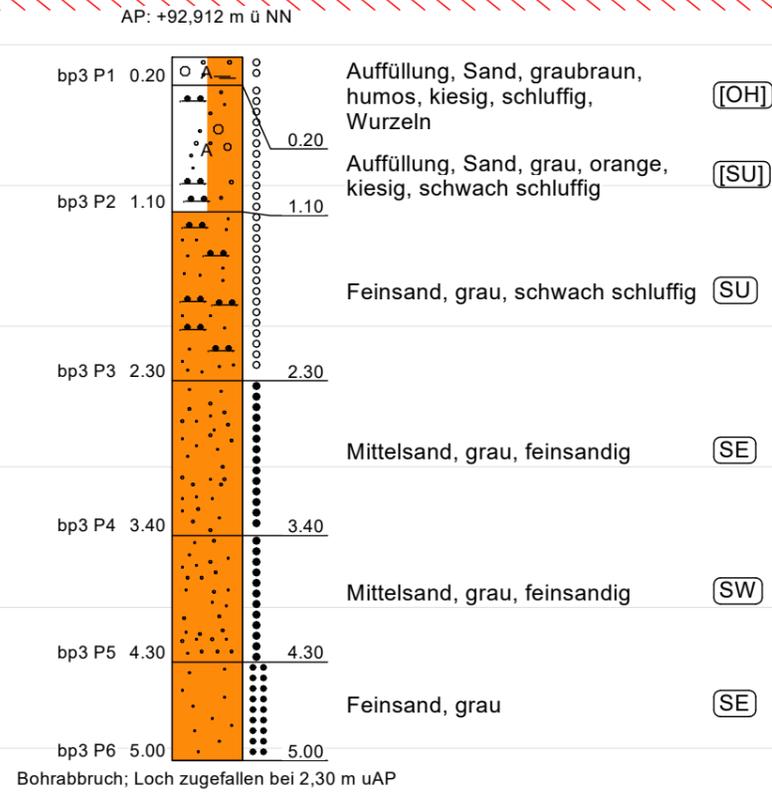
<p>Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH ICP Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Am Iränkwald 27 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7</p>	Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 1444 - Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern Eugen-Schreiber-Str., 68623 Lampertheim Baugrunderkundung: HG 120b	Anlage 3.5 zu Bericht Nr.: B21213
	Rammdiagramm / Bohrungen Höhenmaßstab: 1:50	Dat.: 23.08.2021 Bearb.: LF

Hausgruppe 120c

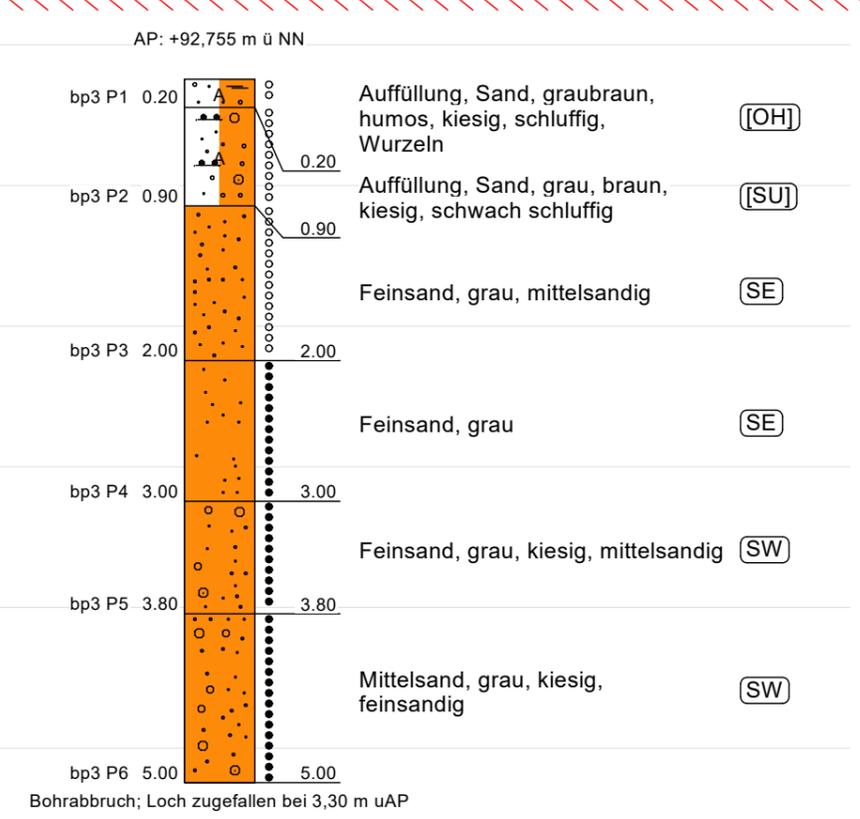
m ü NN



RB 8



RB 9



OK FFB EG HG 120c = 93,39 m ü NN

Legende RB

	locker		Auffüllung (A)
	mitteldicht		Mittelsand (mS)
	dicht		Feinsand (fS)
			Sand (S)
			Schluff (U)

Legende DPH

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt den Feldarbeiten (23.08.2021) bei den Bohrungen RB 7 bis RB 8 bis zu Tiefen zwischen 1,30 m und 3,00 m uAP sowie bei der Sondierung DPH 3 bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachgewiesen werden. Für RB 7 bis RB 8 kann für größere Tiefe wegen Zufallens des Bohrloches keine Aussage über die Wasserspiegellhöhe getroffen werden.

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Am Iränkwald 27 67688 Rodenbach Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7	Objekt: Deutsche Reihenhaus AG 1444 - Neubau einer Wohnanlage mit 32 Reihenhäusern Eugen-Schreiber-Str., 68623 Lampertheim Baugrunderkundung: HG 120c	Anlage 3.6 zu Bericht Nr.: B21213
	Rammdiagramm / Bohrungen Höhenmaßstab: 1:50	Dat.: 23.08.2021 Bearb.: LF