

WIRTSCHAFTLICH DENKEN

U MW E LT G E R E C H T H A N D E L N



WISA Sanierungsgesellschaft mbH, Oberstraße 8, 35423 Lich

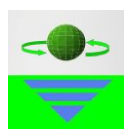
MHI Naturstein GmbH
Herr D. Bauer
Senefelder Str. 14

63456 Hanau

Ingenieurbüro für Umwelt- und Geotechnik
Telefon: 06404/ 65704-0
Telefax: 06404/ 65704-22
em@il: info@wisa-lich.de
www.WISA-Sanierungs-GmbH.de
Bearbeiter: C. Weisner (Dipl.-Geol.)
Durchwahl: - 12

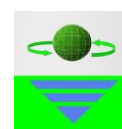
Gutachten

Projekt:	Tieferegehende, umwelttechnische Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich des Bebauungsplanes „Basaltstraße“, der Johannes Nickel GmbH & Co. KG, Gildewaldstraße 9, 63667 Nidda, OT Ober-Widdersheim
Auftraggeber:	MHI Naturstein GmbH Hauptverwaltung Senefelder Str. 14 63456 Hanau
Gutachter:	WISA Sanierungsgesellschaft mbH Oberstraße 8 35423 Lich
Bestellung-Nr.:	21.03.2023 10:45 sowie 4500212160 (Nachtrag)
WISA-Az.:	2812-23
Datum:	29. Juni 2023
Ausfertigungen:	1 Exemplar, 56 Seiten, 17 Tabellen, 9 Fotos, 10 Anlagen, 9 Abbildungen



Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>1. Einleitung</u>	6
1.1 Veranlassung.....	6
1.2 Datenbasis zur vorliegenden Untersuchung.....	8
1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen.....	10
1.3.1 Ergebnisse BAUconsulting Schäfer, Bauwesen – Arbeitssicherheit – Umwelt 21.12.2017.....	10
1.3.2 Ergebnisse Büro Dr. Hug Geoconsult Oberursel, 31.10.2022.....	15
<u>2. Standortbeschreibung</u>	18
2.1 Lage und Beschreibung der Untersuchungsflächen.....	18
2.2 Historie der Untersuchungsfläche.....	19
2.3 Aktuelle und geplante Nutzung der Untersuchungsfläche.....	19
<u>3. Gefährdungspotential der Liegenschaft und geogene Hintergrundbelastung</u>	20
3.1 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe.....	20
3.2 Mineralölkohlenwasserstoffe.....	21
3.3 Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX).....	22
3.4 Schwermetalle.....	23
3.5 Geogene Hintergrundbelastung – Schwermetalle.....	24
<u>4. Geologische und hydrogeologische Standortgegebenheiten</u>	27
4.1 Regionalgeologischer Überblick.....	27
4.2 Untergroundaufbau am Standort.....	27
4.3 Stau-, Schicht- und Grundwasserverhältnisse am Standort.....	27
4.4 Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete.....	28
<u>5. Feldarbeiten – Vorbereitende Tätigkeiten und Planungen</u>	28
5.1 Festlegen der Bohransatzpositionen.....	28
5.2 Kleinrammbohrungen DN 50.....	29
5.3 Probenentnahme Boden.....	30
5.4 Einmessungen.....	31
<u>6. Methodik</u>	32
6.1 Laboruntersuchungen - Qualitätskontrolle.....	32
6.2 Organoleptische Voreinstufung.....	33
6.3 Analytik.....	33
6.3.1 Probenauswahl.....	33
6.3.2 Probenvorbereitung.....	33
6.3.3 Analyseverfahren.....	34
<u>7. Beurteilungsgrundlagen</u>	35
7.1 Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung.....	35
7.2 Beurteilungswerte des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung.....	38
<u>8. Ergebnisse</u>	40
8.1 Analysenergebnisse der Bodenproben auf PAK (EPA) im Feststoff.....	40
8.2 Analysenergebnisse der Bodenproben auf Schwermetalle.....	45
8.3 Analysenergebnisse der Bodenproben auf MKW und BTEX-Aromaten.....	46



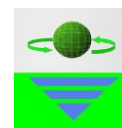
9. Gefährdungsabschätzung – Grundlagen	47
9.1 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	50
9.1.1 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA).....	50
9.1.2 Schwermetalle.....	52
9.1.3 Kohlenwasserstoffe (MKW) und BTEX-Aromaten.....	52
9.2 Sickerwasserprognose - Abschlussbetrachtung.....	53
9.3 Auswirkung der Restbelastungen auf das geplante Bauvorhaben „Basaltstraße“.....	54
10. Schlussbemerkungen	56

Abbildungen

- Abb. 1:** Lage der abgebrochenen Gebäude, Abschlussbericht 21.12.2017 - BAUconsulting Schäfer (Anlage 1)
Abb. 2: Lageskizze der Flächen 1-3
Abb. 3: Probenahmebereiche Teilabschnitt 1-3
Abb. 4: Ehemaliger Baubestand (rot) und Verteilung der Bohrungen BS-1 bis BS-7 im Projektareal
Abb. 5: Akkreditierungsurkunde Fa. AGROLAB Agrar und Umwelt GmbH, Kiel
Abb. 6: Ausbreitungspfad, z.B. über in Phase versickernder Schadstoffe oder durch an Bodenpartikel gebundene oder im Sickerwasser gelöste Schadstoffe innerhalb einer künstlichen Auffüllung in der ungesättigten Bodenzone im Vergleich zum „Ort der Beurteilung“
Abb. 7: Ausbreitungspfad von an Bodenpartikel gebundenen oder im Sickerwasser gelösten Schadstoffen, ausgehend von der ungesättigten Zone in die gesättigte Zone und deren Verfrachtung über das Grundwasser
Abb. 8: PAK-Belastungen im Untergrund der Untersuchungsfläche, westlich der Basaltstraße
Abb. 9: Geplantes Bauvorhaben inkl. Wohnbebauung, beiderseits der „Basaltstraße“, Ober-Widdersheim

Tabellen

- Tabelle 1:** Analysenergebnisse PAK nach EPA aus oberflächennahen Bodenproben und Analytik der MP-1
Tabelle 2: Analysenergebnisse PAK nach EPA der Mischproben MP-1 bis MP-6
Tabelle 3: Chemisch-physikalische Daten ausgewählter polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe
Tabelle 4: Chemisch-physikalische Daten ausgewählter Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)
Tabelle 5: Chemisch-physikalische Daten ausgewählter aromatischer Kohlenwasserstoffe (BTEX)
Tabelle 6: Substrate aus Vulkaniten (KW-Extraktion - Gehalte (mg/kg) – horizontdifferenziert)
Tabelle 7: Lössreiche Substrate mit Vulkaniten (KW-Extraktion - Gehalte (mg/kg) – horizontdifferenziert)
Tabelle 8: Lössarme Substrate aus Vulkaniten (KW-Extraktion - Gehalte (mg/kg) – horizontdifferenziert)
Tabelle 9: Ansatzhöhen und Endteufen der Kleinrammbohrungen, Angaben in m ü. NN bzw. m u. GOK
Tabelle 10: Wirkungspfad Boden - Mensch (direkter Kontakt)
Tabelle 11: Wirkungspfad Boden - Nutzpflanze, Prüf- und Maßnahmenwerte
Tabelle 12: Wirkungspfad Boden - Grundwasser, Prüfwerte org. Stoffe
Tabelle 13: Beurteilungswerte Boden und Bodenluft gemäß Anhang 3, Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3 des HLUg, Wiesbaden 2002
Tabelle 14: PAK- und B(a)P-Analysenergebnisse der Bodenproben im Feststoff, Angaben in mg/kg
Tabelle 15: Schwermetallgehalte der Bodenproben, Angaben in mg/kg
Tabelle 16: MKW- und BTEX-Gehalte der Bodenproben im Feststoff und Eluat (tlw.)
Tabelle 17: PAK- und B(a)P-relevante Bodenbelastungen im Bereich der westlichen Untersuchungsfläche

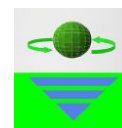


Fotos

- Foto 1:** Luftbild der Untersuchungsflächen (gelb), beiderseits der Basaltstraße, Ober-Widdersheim (schematisch)
Foto 2: Ansicht der ehemaligen Ölhalle und die dahinter befindliche Tankstelle mit Waschplatz
Foto 3: Probenahmebereiche Ölhalle und Tankstelle / Waschplatz und Lage des Abscheiders
Foto 4: Ehem. Asphaltmischanlage, Wand zum Gleiskörper, Sanierungsbereich S-III, Lage ca. KRB-9, -11 und -50
Foto 5: Probenahmebereich Fläche 3 TA 3, entspricht etwa der Lage der KRB-10, -30, -53 und -11
Foto 6: Gelände Blickrichtung Nordwesten
Foto 7: Gelände Blickrichtung Südwesten
Foto 8: Gelände Blickrichtung Nordosten
Foto 9: Basaltstraße in Blickrichtung Norden

Anlagen

- Anlage 1:** Luftbild mit Lage Untersuchungsfläche, ohne Maßstab, 16.06.2023
Anlage 2-1: Lageplan (schematisch) ehemalige Bausubstanz im Bereich der Untersuchungsfläche, Maßstab = 1:1.000, 05.05.2023
Anlage 2-2: Lageplan (schematisch) mit Lage der Probenahmepunkte und der Profilschnitte A-A` und D-D`, Detaillageplan, Maßstab = 1:750, 16.06.2023
Anlage 2-3: Lageplan (schematisch) Bebauungsplan BV „Basaltstraße „63667 Nidda, OT Ober-Widdersheim, Maßstab = 1:1.000, 05.05.2023, bereitgestellt MHI Naturstein GmbH
Anlage 3: Geologische Karte Blatt 5591 Hungen (Auszug), Hessisches Landesamt für Bodenforschung Wiesbaden 1993, Maßstab = 1:25.000 (verkleinert)
Anlage 4: Übersichtslageplan Trink- und Heilquellenschutzgebiete, ohne Maßstab, 16.06.2023
Anlage 5: Zeichenerklärung Bohr- und Schichtenprofile nach DIN 4023
Anlage 6: Profile und Schichtenverzeichnisse KRB-1 bis KRB-54 und KRB-60, nach DIN 4023 und EN ISO 14688, Bohrdatum 14.04.2023 bis 18.04.2024 sowie am 13.06.2023, Höhenmaßstab = 1:35
Anlage 7: Profilschnitte A-A`, B-B, C-C und D-D`, BV „Basaltstraße“, Nidda, Ortsteil Ober-Widdersheim, Maßstab = 1:100/1:100, 16./23.06.2023
Anlage 7-1: Profilschnitt A-A`, Maßstab = 1:100/1:100, 16.06.2023
Anlage 7-2: Profilschnitt B-B`, Maßstab = 1:100/1:100, 16.06.2023
Anlage 7-3: Profilschnitt C-C`, Maßstab = 1:100/1:100, 16.06.2023
Anlage 7-4: Profilschnitt D-D`, Maßstab = 1:100/1:100, 23.06.2023
Anlage 8: Probenahmeprotokolle
Anlage 8-1: Probenahmeprotokoll Grundwasser
Anlage 8-2: Probenahmeprotokoll Boden
Anlage 9: Laborbefunde AGROLAB Labor GmbH, Kiel
Anlage 9-1: Laborbefunde AGROLAB Labor GmbH, Kiel, Analytik PAK (EPA), MKW, BTEX-Aromaten und Schwermetalle, Probenahme vom 13.04.2023 bis 18.04.2023, Kleinrammbohrungen KRB-1 bis KRB-44 sowie KRB-60, Analysenbericht vom 15.05.2023
Anlage 9-2: Laborbefunde AGROLAB Labor GmbH, Kiel, Analytik PAK (EPA), Zusatzanalytik der Probenentnahmen vom 13.04.2023 bis 18.04.2023, Kleinrammbohrungen KRB-1 bis KRB-44 sowie KRB-60, Analysenbericht vom 14.06.2023
Anlage 9-3: Laborbefunde AGROLAB Labor GmbH, Kiel, Analytik PAK (EPA) der Probenentnahmen am 13.06.2023, Kleinrammbohrungen KRB-44 sowie KRB-60, Analysenbericht vom 23.06.2023
Anlage 10: Stellungnahme Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen, Regierungspräsidium Darmstadt, Az.: I 18 KMRD – 6b 06/05 N 1916-2022, vom 31.08.2022



Abkürzungsverzeichnis:

BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutzverordnung
BL	Bodenluft
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EOX	Extrahierbare organische Halogenverbindungen
EPA	Environmental Protection Agency
ges.	gesamt
GOK	Geländeoberkante
GWM	Grundwassermesstelle
GWS-VWV	Grundwassersanierungsverwaltungsvorschrift
HAltBodSchG	Hessisches Altlasten und Bodenschutzgesetz
HLfB	Hessische Landesanstalt für Bodenforschung
HLUG	Hessische Landesanstalt für Umwelt und Geologie
KG	Korngröße
KRB	Kleinrammbohrung
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LHKW	Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
mg/kg TS	Milligramm pro Kilogramm Trockensubstanz
mg/l	Milligramm pro Liter
mg/m ³	Milligramm pro Kubikmeter
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
MP	Mischprobe (Boden)
m/p Xylol	Meta- / Paraxylol
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
m ü. NN	Meter über Normalnull
mV	Millivolt
o-Xylol	Orthoxylol
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PID	Photoionisationsdetektor
POK	Pegeloberkante
PVC	Polyvinylchlorid
RPU	Regierungspräsidium Umweltamt
SM	Schwermetalle
TOC	Total organic carbon (Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff)
TS	Trockensubstanz
TrinkVO	Trinkwasserverordnung
µg/l	Mikrogramm pro Liter
µs/cm	Mikrosiemens pro Zentimeter
VC	Vinylchlorid



1. Einleitung

1.1 Veranlassung

Die Stadt Nidda plant im Bereich der ehemaligen Werksanlagen des Basalttagebaus Ober-Widdersheim, beiderseits der „Basaltstraße“ (vgl. Foto 1), die Neuentwicklung einer Wohnbebauung. Das Gelände inkl. seiner ehemaligen Produktionsanlagen wurde im Jahre 2017 durch Rückbau und Abriss der Gebäude sowie durch einen Bodenaushub saniert (vgl. Kap. 1.3.1). Die Maßnahmen erfolgten nach Vorgaben und Abstimmung mit dem RP Darmstadt, Dez. IV/WI44 Bergaufsicht, Lessingstr. 16-18, 65189 Wiesbaden und dem Dez. IV/F 41.5, Bodenschutz West, Gutleutstr. 114, 60327 Frankfurt am Main. Nach Abschluss der vorgenannten Maßnahmen wurden die Flächen aus dem Bergrecht entlassen.

Im Zuge einer Baugrunduntersuchung durch das Büro Dr. HUG Geoconsult im September 2022, wurden Kleinrammbohrungen auf dem Projektareal abgeteuft und Bodenproben in Form von Einzel- und Mischproben analysiert (vgl. Kap. 1.3.2, Tab. 1). In den hierbei analysierten Bodenproben waren Belastungen durch polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) nachweisbar. Die Bewertung dieser vermeintlichen Bodenbelastungen, erfolgten ausschließlich nach abfallrechtlichen Grundsätzen und nicht auf Grundlage umweltrechtlicher Gesetze und Bestimmungen. Aufgrund der im Bereich des geplanten Bauvorhabens detektierten Bodenkonzentrationen an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK nach EPA), sollte der Sachverhalt durch eine gezielte

„Tieferegehende umwelttechnische Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich des Bebauungsplanes „Basaltstraße“, 63667 Nidda, OT Ober-Widdersheim“ überprüft und fachtechnisch bewertet werden.

Die MHI Naturstein GmbH, Senefelderstr. 14, 63456 Hanau, beauftragte die WISA Sanierungsgesellschaft mbH, Oberstraße 8, 35423 Lich, am 21.03.2023 mit Bestellung Nr. 21.03.2023 10:45 sowie am 05.05.2023 mit Bestellung Nr. 4500212160 (Nachtrag), mit der „Tieferegehenden, umwelttechnischen Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich des BV „Basaltstraße“, 63667 Nidda, Ortsteil Ober-Widdersheim, auf dem Gelände der Johannes Nickel GmbH & Co. KG, Gildenwaldstr. 9, 63667 Nidda (vgl. Anlage 1 sowie Anlage 2-1 bis 2-3 im Anhang).

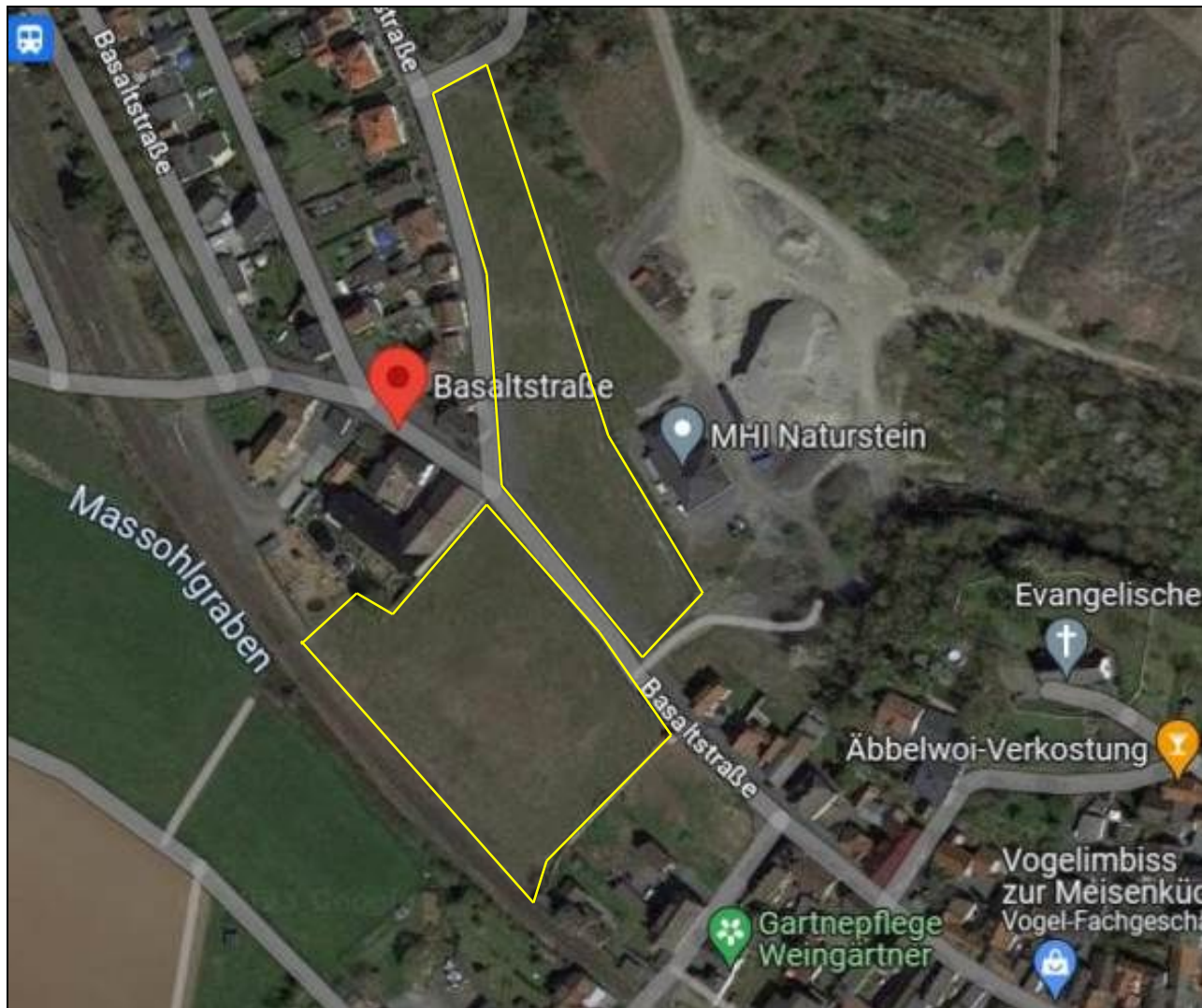
Grundlage der Beauftragung war das Angebot Nr. 23-02-12 zzgl. des Nachtragsangebotes der WISA Sanierungsgesellschaft mbH vom 13.02.2023, zur Erstellung der hier vorgelegten, „Tieferegehenden, umwelttechnischen Untersuchung“ der Untersuchungsfläche, BV „Basaltstraße“, 63667 Nidda, Ortsteil Ober-Widdersheim.

Durch Abteufen von 57 Kleinrammbohrungen (KRB-1 bis -54 bzw. -60) im Bereich der ehemaligen Werksfläche der Fa. Johannes Nickel GmbH & Co. KG (vgl. Foto 1 und Anlage 2-1 im Anhang), verbunden mit der Entnahme von Bodenproben, sollten mögliche Untergrundbeeinträchtigungen, insbesondere durch polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feststoff sowie durch Mineralölkohlenwasserstoffe, BTEX-Aromaten und Schwermetalle im Untergrund der Untersuchungsfläche überprüft, umwelttechnisch erkundet und auf Grundlage der Felddaten, der Analysenergebnisse und der gesetzlichen Bestimmungen (vgl. Kap. 7.1, Tab. und 7.2) bewertet und eine Gefährdungsabschätzung formuliert werden.

Die Feldarbeiten und Probenentnahmen erfolgten vom 13.04.2023 bis 18.04.2023 sowie am 13.06.2023 durch die WISA Sanierungsgesellschaft mbH. Die Bohrpunkte wurden am 13.04.2023, d.h. vor Beginn der Feldarbeiten, durch das bergtechnische Vermessungsbüro Herbert Mathes & Söhne, nach Lage und Höhe bezogen auf Meter ü. NN eingemessen und die Bohransatzpositionen im Gelände ausgepflockt, nummeriert und farblich markiert.



Foto 1: Luftbild der Untersuchungsflächen (gelb), beiderseits der Basaltstraße, Ober-Widdersheim (schematisch)



Quelle: google maps, Stand Juni 2023

1.2 Datenbasis zur vorliegenden Untersuchung

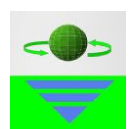
Nachfolgend aufgeführte Bearbeitungsunterlagen (Gutachten, Berichte und Planunterlagen sowie gesetzliche Bestimmungen und Bewertungsgrundlagen) fanden bei der Erstellung des vorliegenden umwelttechnischen Gutachtens Verwendung:

[A] Vorhandene Schriftstücke, Angebots- und Auftragsunterlagen, Gutachten sowie Berichte:

1. Abschlussbericht (BT1711221) - Rückbau stationäre Werksanlagen Ober-Widdersheim, Gildenwaldstr. 9, in 63667 Nidda, Flur 1, Flurstücke 320/3, 27/1, 14/1, 4447/1, 19, Gemarkung Ober-Widdersheim, Dipl.-Ing. St. Schäfer, Bachstraße 6, 34253 Lohfelden, vom 21.12.2017
2. 1. Bericht - Baugrunduntersuchung, geo- und abfalltechnisches Gutachten, Bebauungsplan Nr. OW 12, „Beiderseits der Basaltstraße“, Nidda, Dr. HUG Geoconsult GmbH, In der Au 25, 61440 Oberursel, Projekt Nr. 22124201 vom 31. 10.2022
3. Angebotsanfrage der Mitteldeutschen Hartstein-Industrie AG, Rohstoffsicherung / Genehmigungen, Herr D. Bauer, Senefelderstr. 14, 63456 Hanau, vom 07.02.2023, zur Untergrunderkundung im Zuge des B-Plans „Basaltstraße“ Ober-Widdersheim
4. Angebot der WISA Sanierungsgesellschaft mbH, Oberstraße 8, 35423 Lich, Nr. 23-02-12 vom 13.02.2023 zur „Tiefergehenden, umwelttechnischen Erkundung“ zum B-Plan „Basaltstraße“ in Ober-Widdersheim, MHI GmbH, Senefelder Straße 14, 63456 Hanau
5. Bestellung Nr. 21.03.2023 10:45 der MHI Naturstein GmbH zur „Tiefergehenden, umwelttechnischen Erkundung“ zum B-Plan „Basaltstraße“ im Werk Ober-Widdersheim
6. Kurzdokumentation der bis dato vorliegenden Analysenergebnisse, Weiterleitung an den Auftraggeber am 15.05.2023 und Vorschlag zum Abteufen von 10 zusätzlichen KRB zur Eingrenzung der PAK-Gehalte im westlichen und südwestlichen Randbereich der Flurstücke 14/4 und 447/3 und Analyse der archivierten Rückstellproben
7. Bestellung Nr. 4500212160 vom 05.05.2023 der MHI Naturstein GmbH zur Analyse der eingelagerten Rückstellproben zur Ergänzung der umwelttechnischen Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich des BV „Basaltstraße“, Ober-Widdersheim

[B] Akten, Pläne, Karten:

1. Topographische Karte, Blatt 5519 Hungen, CD-Rom, Version 5, Hess. Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation, Wiesbaden 2008
2. Geologische Karte von Hessen, Blatt 5519 Hungen, Maßstab 1:25.000, Hessisches Landesamt für Bodenforschung (HLfB), faksimilierter Nachdruck der 1. Auflage, Wiesbaden 1993
3. Lageplan der Untersuchungsfläche inkl. Stand der ehemaligen Werksanlagen, bereitgestellt durch die MHI Naturstein GmbH am 07.02.2023
4. Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen (GruSchu), Lage der Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete Hessen, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), Stand Juni 2023
5. Lageplan der Sondierungsbohrungen KRB-1 bis KRB-54 (-60), erstellt durch das Bergtechnische Vermessungsbüro Mathes & Söhne, Im Espchen 12, 35619 Braunsfeld-Tiefenbach, 17.06.2023



[C] Bewertungsgrundlagen:

1. Gesetz zum Schutz des Bodens (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) vom 17.03.1999, zuletzt geändert am 27.09.2017
2. Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 16.07.1999, zuletzt geändert am 27.09.2017
3. Hessisches Gesetz zur Ausführung des BBodSchG und zur Altlastensanierung (HAltBodSchG), Wiesbaden 28.09.2007
4. Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (Grundwasserverwaltungsvorschrift - GWS-VwV, Wiesbaden, 17.10.2016
5. Untersuchung und Bearbeitung des Wirkungspfades Boden - Grundwasser (Sickerwasserprognose), HLUG, Wiesbaden, 2. überarbeitete Auflage 2002, Handbuch Altlasten Band 3
6. Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Schadenfällen, Handbuch Altlasten Band 3, Teil 2, HLUG Wiesbaden
7. Hessisches Wassergesetz (HWG) vom 14.12.2010, zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 22.08.2018 (GVBI S. 548)
8. Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3, Beurteilungswerte Boden und Bodenluft gemäß Anhang 3, des HLUG, Wiesbaden 2002
9. Regierungspräsidium Darmstadt, Gießen und Kassel, Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“, Stand 01.09.2018
10. Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Staatsanzeiger für das Land Hessen, 03. März 2014

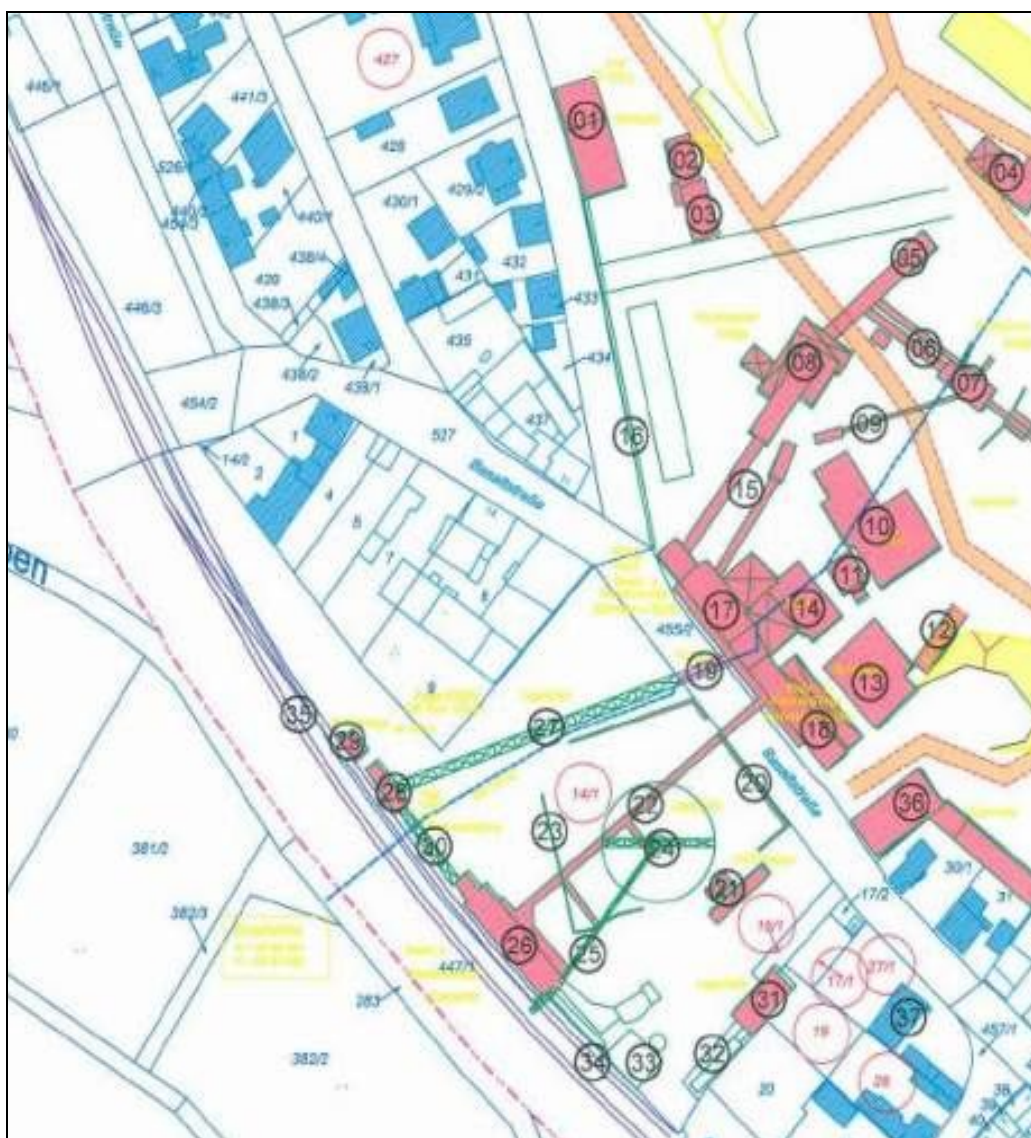


1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen

1.3.1 Ergebnisse der BAUconsulting Schäfer, Bauwesen - Arbeitssicherheit – Umwelt, 21.12.2017

Die Johannes Nickel GmbH & Co. KG, vertreten durch Herrn Hank, Gildenwaldstraße 9, 63667 Nidda, Ortsteil Ober-Widdersheim, beauftragte den Rückbau der Werksgebäude und der sonstigen Werksanlagen in Ober-Widdersheim, in der Basaltstraße und der Gildenwaldstraße (vgl. Abb. 1 und Anlage 1 und 2-1 im Anhang). Die Rückbau- und Entsorgungsmaßnahmen erfolgten im Jahre 2017.

Abb. 1: Lage der abgebrochenen Gebäude, Abschlussbericht 21.12.2017 - BAUconsulting Schäfer (Anlage 1)



Quelle: BAUconsulting Schäfer, Anlage 1, Abschlussbericht vom 21.12.2017

Die mit dem Vorgang betrauten Firmen, Institutionen und Behörden waren gemäß Abschlussbericht der BAUconsulting Schäfer, BT171221 vom 21.12.2017:

1. Betreuungsgesellschaft für Umweltfragen, Dr. Poppe AG, Teichstr. 14-16, 34130 Kassel (Koordination)
2. BAUconsulting Schäfer, Bachstr. 6, 34253 Lohfelden (Bauüberwachung und Sanierungsbegleitung)
3. RP Darmstadt, Dez. IV/WI44 Bergaufsicht, Lessingstr. 16-18, 65189 Wiesbaden
4. RP Darmstadt, Dez. IV/F 41.5, Bodenschutz West, Gutleutstr. 114, 60327 Frankfurt am Main
5. Freimuth Abbruch und Recycling GmbH, Am Kanal 1, 21782 Bülkau (ausführende Firma)
6. SGS Institut Fresenius, Rudolf-Wissel-Str. 28a, 37079 Göttingen, Laborarbeiten

Grundlage der Planung der Rückbau- und Sanierungsmaßnahmen, war die „Orientierende Untersuchung“ der ehemaligen Asphaltmischanlage am Standort Ober-Widdersheim, erstellt durch das Büro der IfG-Baugrundberatungsgesellschaft mbH vom 31.03.2009 (liegt uns nicht vor). Aus der o. g. Voruntersuchung war bekannt, dass am Standort kleinräumig nutzungsbedingte Bodenverunreinigungen vorhanden waren. Auf Basis der Voruntersuchung wurde ein Sanierungsplan (BT160909) durch die BAUconsulting Schäfer erstellt, um eine dauerhafte Gefahrenabwehr für die Schutzgüter Mensch und Grundwasser zu gewährleisten (liegt uns nicht vor). Dieser Sanierungsplan wurde mit Schreiben des RP-Darmstadt, Dez. IV/F 41.5 Bodenschutz West, genehmigt.

Die BAUconsulting Schäfer wurde im Zuge der Rückbaumaßnahme auch mit der Begleitung der Sanierungsmaßnahme betraut. Die Ergebnisse der Rückbau- und Sanierungsmaßnahme können dem Abschlussbericht der BAUconsulting Schäfer vom 21.12.2017 (BT171221) entnommen werden.

Das Gelände wurde in 5 Abbruchabschnitte untergliedert, die gegenüber der ursprünglichen Planung geringfügig angepasst werden mussten. Die auf dem Gelände der Fa. Johannes Nickel GmbH & Co. KG vorhandenen Gebäude, wurden gemäß den Vorgaben der Abbruchgenehmigung Az.: 50553-16-B-0016 NV vom 31.08.2016 sowie den Empfehlungen der Voruntersuchungen und dem Sanierungsplan zurückgebaut und die hierbei anfallenden Abfälle ordnungsgemäß entsorgt (vgl. Abschlussbericht vom 21.12.2017, Anlage 6).

Der uns durch die MHI GmbH übermittelte o. g. Abschlussbericht der BAUconsulting Schäfer, besteht aus 8 Textseiten und 6 Anlagen (Lageplan, Lageskizzen Sanierungsabschnitte I bis III, Laborergebnisse und Abfalldokumentation). Eine messtechnische Aufnahme der angelegten Sanierungsbaugruben (Ausdehnung und Teufe etc.) sowie Analysen der Flankenbereiche, liegen dem uns bereitgestellten Abschlussbericht nicht bei.

Nach Rückbau der Bausubstanz erfolgte die Bodensanierung in den nachfolgend aufgelisteten Sanierungsabschnitten (vgl. Abb. 2).

1. Sanierungsabschnitt I: Keller Gebäude 8, Nachbehandlungsanlage
2. Sanierungsabschnitt II: Tankstelle, Waschplatz, Ölhalle, Heizöltank Baggerwerkstatt (Foto 2)
3. Sanierungsabschnitt III: ehemalige Asphaltmischanlage

Als Sanierungszielwert wurden gemäß des Abschlussberichtes vom 21.12.2017, BAUconsulting Schäfer für die Sanierungsabschnitte I und II eine MKW-Konzentration von <500 mg/kg (Kettenlänge C₁₀-C₄₀) und eine PAK-Summenkonzentration von < 5mg/kg behördlich festgelegt. In den Teilabschnitten des **Sanierungsabschnitts S-I** (Keller Gebäude 8), wurden nach Beendigung der Sanierung MKW-Gehalte zwischen <10 mg/kg bis 91 mg/kg analysiert, so dass der Sanierungszielwert von 500 mg/kg unterschritten vorlag.

Im **Sanierungsabschnitt S-II** (Foto 2+3), wurden in den unterschiedlichen Teilabschnitten MKW-Konzentrationen zwischen <10 mg/kg und 96 mg/kg analysiert, so dass auch hier der Sanierungszielwert von <500 mg/kg MKW unterschritten vorlag. In diesem Teil der aktuellen Untersuchungsfläche, teuften wir die Kleinrammbohrungen KRB-22, -23 und -25 ab (vgl. Kap. 8.3, Tab. 12 sowie Anlage 6 im Anhang).

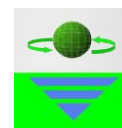


Foto 2: Ansicht der ehemaligen Ölhalle und die dahinter befindliche Tankstelle mit Waschplatz



Foto 3: Probenahmebereiche Ölhalle und Tankstelle / Waschplatz und Lage des Abscheiders



Der **Sanierungsabschnitt S III** umfasste den Standort bzw. das Umfeld der ehemaligen Asphaltmischanlage (vgl. Abb. 2), im Südwesten der Untersuchungsfläche. Als Sanierungszielwert war eine PAK-Konzentration (Summe) von 5 mg/kg behördlicherseits festgelegt worden. **Der Sanierungsabschnitt S III** umfasst die Flächen 1 bis 3 im Umfeld der ehemaligen Asphaltmischanlage (vgl. Abb. 2).

Der Bereich der Fläche 1 (Auffüllung), konnte nach Angaben des sanierungsbegleitenden Gutachters organoleptisch gut getrennt und der Aushub beprobt, ausgebaggert und entsorgt werden. Die Ausdehnung dieses Sanierungsbereiches inkl. der Aushubtiefe, ist dem Abschlussbericht nicht zu entnehmen. Eine Abschlussbeprobung bzw. eine Beweissicherungsanalyse aus den Flanken und der Sohle der Sanierungsbaugrube liegt ebenfalls nicht vor.

Ein weiterer Auffüllungsbereich lag im Bereich der ehemaligen Schleppdächer, namentlich im Bereich der Fläche 2. Die Auffüllung wies laut Abschlussbericht eine Ausdehnung von 30 m x 9,00 m, bei einer Aushubtiefe von maximal 2,50 m, auf. Der anfallende Aushub wurde entsorgt. Weiterhin wurde ein organoleptisch auffälliger Bodenhorizont in einer Teufe von 3,50 m u. GOK erschlossen, der einen starken, teerhaltigen Geruch (24,57 mg/kg PK nach EPA) aufwies. Die Analyseergebnisse dieser Beweissicherungsproben entnommen der Fläche 2, sollen gemäß Kap. 4.4 des Abschlussberichtes vom 21.12.2017, als Anlage 5 beiliegen. In der Anlage 5 des vorgenannten Berichtes sind lediglich die Analyseergebnisse der Sanierungsbereiche I (Keller Gebäude 8) und II (Ölhalle, Tankstelle, Waschplatz) sowie der Fläche 3 (TA 1 bis TA 3, Prüfbericht Nr. 3423550 vom 03.07.2017) enthalten.

Abb. 2: Lageskizze der Flächen 1-3

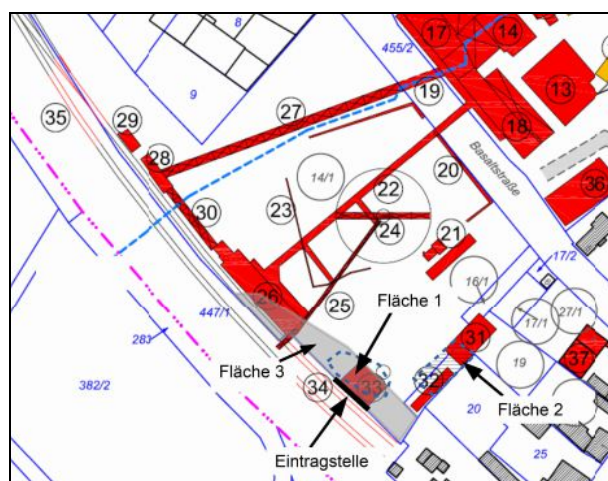
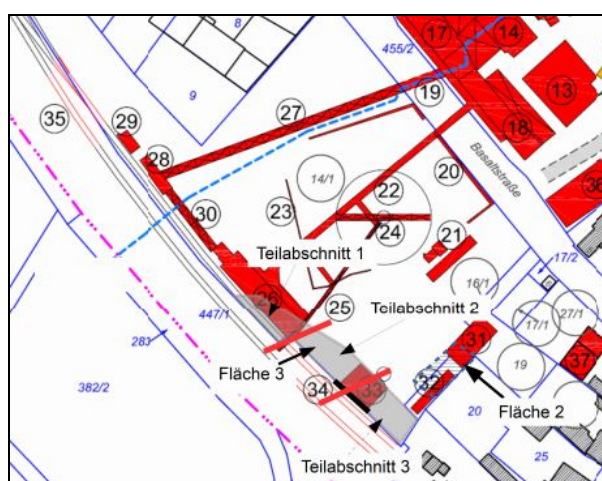


Abb. 3: Probenahmebereiche Teilabschnitt 1-3



Der Sanierungserfolg im **Sanierungsabschnitt S III**, wurde durch die Entnahme von Bodenproben aus der Fläche 3, Teilabschnitte TA 1 bis TA 3 (vgl. Abb. 3) dokumentiert (vgl. Abschlussbericht vom 21.12.2017, Prüfbericht Nr. 3423550 vom 03.07.2017). Hierbei waren PAK-Konzentrationen zwischen 0,17 mg/kg (TA 1) bis 0,66 mg/kg (TA 2) aus der Sohle der Baugrube, Fläche 3, detektiert worden. Da die Fläche 1 (Eintragstelle) innerhalb der vorgenannten Fläche 3 liegt, konnte auf eine Abschlussbeprobung der Fläche 1 verzichtet werden (Abb. 2).

In diesem südlichen bzw. südwestlichen Teil der aktuellen Untersuchungsfläche, d. h. der Fläche 2 und 3, teuften wir die Kleinrammbohrungen KRB-10, -11 und -30 sowie ergänzend die KRB-51, -52, -53 und -54 ab (vgl. Kap. 8.1, Tab. 10 und Foto 5 sowie Anlage 6 im Anhang).

Foto 4: Ehem. Asphaltmischanlage, Wand Gleiskörper, Sanierungsbereich S-III, Lage ca. KRB-9, -11 und -50



Foto 5: Probenahmebereich Fläche 3 TA 3, entspricht etwa der Lage der KRB-10, -30, -53 und -11



1.3.2 Ergebnisse Dr. Hug Geoconsult GmbH, Oberursel, 31.10.2022

Die Dr. HUG Geoconsult GmbH wurde durch die Stadt Nidda im Juni 2022, mit der Durchführung einer Baugrunderkundung und der Erstellung eines geo- und abfalltechnischen Gutachtens beauftragt. Im Zuge der Feldarbeiten zur Baugrunduntersuchung wurden am 09.09.2022 insgesamt 7 Bohrsondierungen im Durchmesser 50-60 mm bis maximal 5,00 m u. GOK abgeteuft. Die angestrebte Bohrendtiefe von 5,00 m u. GOK, wurde aufgrund von Bohrhindernissen bzw. anstehendem Basalt im Untergrund nicht immer erreicht (vgl. BS-2, -3, -6 und -7).

Abb. 4: Ehemaliger Baubestand (rot) und Verteilung der Bohrungen BS-1 bis BS-7 im Projektareal



Quelle: 1. Bericht – Baugrunduntersuchung, geo- und abfalltechnisches Gutachten vom 31.10.2022, Dr. Hug GmbH

Die vorgenannten Bohrungen wurden verteilt über das Projektareal, insbesondere im Bereich der ehem. Werkstatt / Tankstelle / Öllager, des Gebäudes Nr. 8 und im Bereich der ehemaligen Asphaltmischanlage abgeteuft (vgl. Abb. 4). Aus allen Kleinrammbohrungen wurden Bodenproben zunächst als Einzelproben entnommen und aus den oberflächennahen Einzelproben Analysen auf PAK nach EPA durchgeführt (vgl. Tab. 1 und Bericht vom 31.10.2022, Tab. 5).

Die Teufenangaben der Einzelproben (vgl. Tab. 1-1), weisen Abweichungen zu den Teufenangaben bei der Zusammenstellung der Bodenmischprobe MP-1 (d. h. MP oberflächennahe Auffüllung in Tabelle 5 des Berichtes vom 31.10.2022) auf.

Tabelle 1: Analysenergebnisse PAK nach EPA aus oberflächennahen Bodenproben und Analytik der MP-1

Bohrung	Teufe*1 [m u. GOK]	PAK (EPA) [mg/kg]	B(a)P [mg/kg]	Beurteilungswerte Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3 [mg/kg]		BBodSchV Prüfwerte Wirkungspfad Boden-Mensch Benzo(a)pyren (B(a)P) [mg/kg]	
				PAK	B(a)P	Kinderspielflächen	Wohngebiete
2/22	0,00-0,15	1,21	0,16	25	1	2	4
3/22	0,00-0,20	106	7,90	25	1	2	4
4/22	0,05-0,80	6,22	0,69	25	1	2	4
5/22	0,00-0,15	<NWG	<0,02	25	1	2	4
6/22	0,00-0,30	0,28	0,04	25	1	2	4
MP-2 bis-6	----	34,4	3,37	25	1	2	4

*1: Die Teufenangabe der Einzelproben in den Analysebefunden stimmen tlw. nicht mit der Angabe in Tabelle 5 des o.g. Berichtes überein

Tabelle 1 zeigt, dass ausschließlich die oberflächennah entnommene Bodenprobe der BS-3/22, Teufe 0,00-0,20 m u. GOK, mit PAK nach EPA und dem Einzelparameter B(a)P mit 106 mg/kg bzw. 7,90 mg/kg beaufschlagt war, so dass der Beurteilungswert des Handbuches Altlasten und der Prüfwert der BBodSchV überschritten vorlag. Alle übrigen PAK-Gehalte unterschritten die vorgenannten Beurteilungs- und Prüfwerte signifikant (vgl. Tab. 1).

Insbesondere der hier angelegte Prüfwert der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, bewertet nach der **sensibelsten Nutzung als Kinderspielfläche** (Prüfwert 1,0 mg/kg B(a)P), liegt ausschließlich in der Bodenprobe BS-3/22 überschritten vor, während alle übrigen Analysenergebnisse diesen Prüfwert unterschreiten. Die Bohrung BS-3/22 liegt im Bereich der ehemaligen LKW-Waage (vgl. Abb. 4).

Aus allen vorgenannten in Tabelle 1 vorgestellten Einzelproben, wurde eine Bodenmischprobe MP-1 erstellt und auf PAK nach EPA inkl. des Einzelparameters Benzo(a)pyren (B(a)P) analysiert. In der Bodenmischprobe MP-1, war aufgrund der erhöht vorliegenden Einzel-PAK-Konzentration der Probe BS-3/22 von 106 mg/kg, ein PAK-Gehalt in der MP-1 von 34,4 mg/kg analysiert worden. Ohne Berücksichtigung des Analysenergebnisses der Einzelprobe der BS-3/22, liegt die PAK-Konzentration der MP-1 bei berechneten 1,92 mg/kg PAK nach EPA.

Die in der MP-1 vorgestellten PAK- und Benzo(a)pyren-Konzentrationen, sind somit **keinesfalls** auf die Gesamtfläche des Untersuchungsareals übertragbar, sondern können auf Grundlage der Analysenergebnisse der Einzelproben (vgl. Tab.1) lediglich für das unmittelbare Umfeld der BS 3/22 abgeleitet werden. Hierzu verweisen wir ergänzend auf Kap. 8.1, Tab. 11, Analysenergebnisse der Bodenproben der KRB-31, -32, -33, -35 und -36.



Weiterhin wurden weitere Einzelproben aus den unterschiedlichen Bohrteufen zur abfallrechtlichen Einstufung zu Bodenmischproben zusammengefasst. Der Analysenumfang, der aus der Gesamtfläche des Untersuchungsareals hergestellten Bodenmischproben, orientierte sich hierbei am Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“, Stand 01.09.2018, unter Berücksichtigung der jeweiligen Bodenart, so dass eine Unterscheidung bzw. abfallrechtliche Einstufung zwischen den unterschiedlichen Kubaturen

- MP-1 oberflächennahe Auffüllungen (vgl. Tab. 1)
- MP-2 Auelehme
- MP-3 bindige Auffüllungen
- MP-4 kiesige Auffüllungen
- MP-5 kiesige Auffüllungen und
- MP-6 Gehängelehm

erfolgen konnte (vgl. Bericht vom 31.10.2022, Tab. 5). Eine umwelttechnische Bewertung, z. B. auf Grundlage der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch oder der Beurteilungswerte des Handbuches Altlasten Band 3, Teil 3, zur Abschätzung eines umwelttechnischen Gefährdungspotentials, erfolgte im Zuge der vorgenannten Untersuchung des Büros Dr. HUG Geoconsult GmbH nicht.

Die Analysenergebnisse der Bodenmischproben MP-1 bis MP-6 zeigen (vgl. Tab. 2), dass lediglich die Mischprobe MP-1 den Beurteilungswert des Handbuches Altlasten Band 3, Teil 3 von 25 mg/kg PAK nach EPA und die MP-1 und -3 den Einzelparameter B(a)P von 1,0 mg/kg überschreiten. Der Prüfwert der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Mensch, bewertet nach Kinderspielflächen, wird lediglich in der MP-1 überschritten.

Tabelle 2: Analysenergebnisse PAK nach EPA der Mischproben MP-1 bis MP-6

Mischprobe	Teufe [m u. GOK]	PAK (EPA) [mg/kg]	B(a)P [mg/kg]	Beurteilungswerte Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3 [mg/kg]		BBodSchV Prüfwerte Wirkungspfad Boden-Mensch Benzo(a)pyren (B(a)P [mg/kg]	
				PAK	B(a)P	Kinderspielflächen	Wohngebiete
MP-1	0,00-0,30	34,3	3,37	25	1	2	4
MP-2	0,10-3,50	0,52	0,06	25	1	2	4
MP-3	0,15-3,50	11,9	1,13	25	1	2	4
MP-4	0,05-4,30	7,17	0,63	25	1	2	4
MP-5	0,30-3,00	3,63	0,31	25	1	2	4
MP-6	0,10-3,00	0,01	<0,02	25	1	2	4

Aufgrund der Analysenergebnisse der vorgenannten Bodenmischproben, wurde der Untergrund der MP-1, MP-3, MP-4 und MP-5 durch das Büro Dr. HUG Geoconsult GmbH in die Zuordnungsklasse Z 2 und die MP-2 in die Zuordnungsklasse Z 1.1 des Hess. Baumerkblattes eingestuft (vgl. Bericht vom 31.10.2022, Tab. 6). Bei der vorgenannten Einstufung wurde nicht berücksichtigt, das Bodenmaterial mit PAK-Konzentrationen zwischen < 3,0 mg/kg und ≤ 9 mg/kg in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden kann.

Auch hier verweisen wir auf die Analysenergebnisse Kap. 8.1, Tabelle 10, des vorliegenden Gutachtens.



2. Standortbeschreibung

2.1 Lage und Beschreibung der Untersuchungsfläche

Die Untersuchungsfläche liegt in der Basaltstraße, 63667 Nidda, im nördlichen Ortsrand des Ortsteil Ober-Widdersheim (vgl. Anlage 1 im Anhang). Die Untersuchungsfläche wird durch die Basaltstraße in einen nordöstlichen und einen südwestlichen Untersuchungsbereich getrennt (vgl. Anlage 2-1 im Anhang).

Die Flächen im Norden (Foto 6) und Süden (Foto 7) bestehen aus einer Wohnbebauung, im Westen schließt sich der Gleiskörper der DB AG an. Östlich des Untersuchungsgebietes liegt der Basalttagebau der Johannes Nickel GmbH & Co. KG.

Die Geländehöhen der Untersuchungsfläche liegen zwischen 154,60 m ü. NN im Nordosten (KRB-44) und 146,30 m ü. NN (KRB-5) im Westen bzw. 146,47 m ü. NN (KRB-10) im Südwesten. Das Gelände weist einen Höhenunterschied von ca. 8,00 m auf.

Foto 6: Gelände Blickrichtung Nordwesten



Foto 7: Gelände Blickrichtung Südwesten



Foto 8: Gelände Blickrichtung Nordosten



Foto 9: Basaltstraße in Blickrichtung Norden



2.2 Historie der Untersuchungsfläche

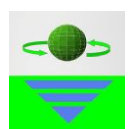
Das Gelände wurde ehemals durch die Fa. Johannes Nickel GmbH & Co. KG, Gildenwaldstr. 9, 63667 Nidda, als Werksgelände zur Verarbeitung von Basaltsteinen und als Asphaltmischanlage genutzt. Die ehemaligen Bausubstanz und die Nutzung der Freiflächen kann der Anlage 2-1 im Gutachtenanhang entnommen werden. Im Wesentlichen umfassten die Anlagen- und Gebäudeteile im Nordwesten der Untersuchungsfläche, die Vor- und Nachbrecheranlage, die Brech- und Klassieranlage für Schotter und Splitt, die Nachbrecheranlage, die Frostschutzanlage sowie die Werkstatt, das Öllager, den Waschplatz und die Tankstelle im Norden der Untersuchungsfläche (vgl. Anlage 2-1 im Anhang).

Westlich der Basaltstraße war das Gelände mit der LKW-Waage, der Brech- und Klassieranlage, der Mischanlage, den Bitumentanks, der Asphaltmischanlage und der Bahnverladung bebaut. Die nördlichen Bereiche des Flurstücks 14/4 wurden als Lagerflächen genutzt.

2.3 Aktuelle und geplante Nutzung der Untersuchungsfläche

Aktuell, d. h. im Zeitraum unserer Feldarbeiten vom 13.04.2023 bis 13.06.2023, handelt es sich bei den durch die Basaltstraße getrennten beiden Untersuchungsflächen (vgl. Kap. 1.1, Foto 1 und Anlage 2-2 im Anhang), um unbebaute Grünflächen.

Nach dem Abriss und der ordnungsgemäßen Entsorgung der ehemaligen Bausubstanz (Asphaltmischanlage, Werkstatt / Tankstelle, Waschplatz sowie Brecher und Förderanlagen etc.) durch die Fa. Freimuth Abbruch und Recycling GmbH im Auftrag der Fa. Johannes Nickel GmbH & Co. KG sowie unter fachtechnischer Begleitung der Fa. BAUconsulting Schäfer, erfolgte die Sanierung des Untergrundes. Die Dokumentation der Bodensanierungs- und Entsorgungsmaßnahmen, kann dem Abschlussbericht der Fa. BAUconsulting Schäfer vom 21.12.2017 entnommen werden.



3. Gefährdungspotential der Liegenschaft und geogene Hintergrundbelastung

Die Auswahl der Untersuchungsparameter zur tiefergehenden, umwelttechnischen Untersuchung der Liegenschaft „Basaltstraße“, orientierte sich zunächst an der ehemaligen Nutzung der Untersuchungsfläche als ehemalige Asphaltmischanlage inkl. der angeschlossenen Werksflächen (vgl. Anlage 2-1 im Anhang). Demzufolge umfasste der Analysenumfang insbesondere die Parameter polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA) im Feststoff. Weiterhin wurden die Parameter MKW, Schwermetalle und BTEX-Aromaten analysiert.

3.1 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sind zunächst ein natürlicher Bestandteil von Kohle und Erdöl. Der bei der Verkokung von Steinkohle anfallende Teer enthält hohe Anteile an PAK. Daher ist die Verwendung im Straßenbau und z. B. als Dachpappen, seit 1984 verboten. Der überwiegende Anteil der PAK stammt heute aus anthropogenen Prozessen. Nachfolgend werden die chemisch-physikalischen Eigenschaften ausgewählter polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) in Tabelle 3 näher beschrieben.

Tabelle 3: Chemisch-physikalische Daten ausgewählter polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe

Chem.-physikalische Daten	Naphthalin 2er-Ring	Anthracen 3er-Ring	Pyren 4er-Ring	Benzo(a)pyren 5er-Ring
Wasserlöslichkeit [mg/l]	32	0,07	0,14	0,001
Siedepunkt [°C]	218	314	393	496
Oktanol-Wasser- Verteilungskoeffizient	2.300	35.000	130.000	3.000.000
Dichte bei 20 °C [g/cm ³]	1,15	1,24	1,27	1,3
dyn. Viskosität [mPa*s]	bei Raum- temperatur fest	bei Raum- temperatur fest	bei Raum- temperatur fest	bei Raum- temperatur fest
Adsorbierbarkeit an C _{org} (K _{OC})	1.300	26.000	44.000	4.500.000
Wassergefährdungsklasse	2	-	-	3

Quelle: Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 3, Anhang 1, HLUg Wiesbaden, 2. überarbeitete Auflage 2002

Verhalten im Untergrund: Naphthalin nimmt unter den PAK eine Sonderstellung ein, da es wesentlich wasserlöslicher als andere PAK ist. Die Mobilität von Naphthalin ist jedoch wesentlich geringer als die von aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) und entspricht etwa der von Heizöl. PAK weisen lipophile bzw. hydrophobe Eigenschaften auf. Sie adsorbieren leicht an Bodenpartikeln. Die Wasserlöslichkeit und Flüchtigkeit der PAK ist gering. Die Mobilität der PAK nimmt mit steigender Ringzahl ab (vgl. Tab. 3). PAK können in das Grundwasser gelangen, wenn sie -adsorbiert an Kolloiden- mit dem Sickerwasser verfrachtet werden oder wenn Tenside bzw. Lösungsvermittler im Boden vorliegen. Dann können auch 4er- und 5er-Ringe im Grundwasser nachgewiesen werden. Die Grundwassergefährdung ist jedoch i.d.R. gering.

Abbaubarkeit: Naphthalin ist unter aeroben Bedingungen mäßig abbaubar. 3er- und 4er-Ringe sind nur sehr eingeschränkt abbaubar. Die Abbaubarkeit der höher kondensierten Ringe kann i.d.R. vernachlässigt werden. Der PAK-Abbau erfolgt über eine Transformation zu Phenolen bzw. Brenzkatechin, dann Ringöffnung, dann Mineralisierung.

Bewertung der Mobilität: mittlere Mobilität: Naphthalin (2er-Ring), Acenaphthen, Acenaphthylen
 Anthracen, Fluoren, Phenanthren (3er-Ringe)
 geringe Mobilität: sonstige PAK



3.2 Mineralölkohlenwasserstoffe

Die Stoffgruppe der Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), stellt aufgrund der teilweisen Nutzung von Bereichen der Liegenschaft als Werkstatt und Öllager / Tankstelle, ein potentiell Kontaminationsrisiko in Bezug auf die untersuchte Teilliegenschaft dar. Die nachfolgende Tabelle 4 gibt die chemisch-physikalischen Eigenschaften der hier relevanten MKW wieder.

Tabelle 4: Chemisch-physikalische Daten ausgewählter Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)

Chem.-physikalische Daten	Ottokraftstoff C ₅ -C ₁₀	Kerosin C ₈ -C ₁₇	Diesel, Heizöl EL C ₉ -C ₂₄	Schmieröl C ₁₇ -C ₃₉
Wasserlöslichkeit [mg/l]	ca.100	ca. 5-100	ca. 5-20	sehr gering
Siedepunkt [°C]	ca. 36-175	ca. 150-280	ca. 160-390	ca. 300-525
Dichte bei 20 °C [g/cm ³]	ca. 0,7	ca. 0,8	ca. 0,8	ca. 0,9
dyn. Viskosität [mPa.s]	ca. 0,6	ca. 1	ca. 3	zähflüssig
Wassergefährdungsklasse	3	2	2	1-2

Quelle: Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 3, Anhang 1

Verhalten im Untergrund: Die Mobilität der MKW hängt stark von der Kettenlänge der Komponenten ab. Mit zunehmender Kettenlänge nimmt die Wasserlöslichkeit und Flüchtigkeit ab, die Viskosität zu.

Ottokraftstoffe sind Gemische aus kurzkettigen MKW (C₅-C₁₀) und aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX). Beide Stoffgruppen weisen ähnliche Stoffeigenschaften auf und sind sehr mobil. Diesel, Kerosin und Heizöl HEL sind relativ viskos und wenig flüchtig. Die Wasserlöslichkeit ist sehr gering, so dass der MKW-Austrag über das Sickerwasser ebenfalls als gering zu beurteilen ist. Insgesamt ist die Mobilität im Untergrund nur mäßig. Die Ausbreitung der MKW erfolgt i.d.R. als Ölphase. Ist der Druck groß genug, können MKW in den Grundwasserkörper eindringen. Wegen ihrer geringen Dichte reichern sich diese MKW i.d.R. im Kapillarsaum als „aufschwimmende Phase“ an. Schmieröle und Heilöl sind bei Raumtemperatur zähflüssig bis fest. Die Mobilität im Untergrund ist gering.

Abbaubarkeit: Alkane, Isoalkane, und Alkene sind aerob gut bis mäßig abbaubar. Am besten abbaubar sind n-Alkane C₁₀-C₁₇ dann C₄-C₉. Bereits deutlich weniger abbaubar sind Isoalkane und Cycloalkene. Unter aeroben Bedingungen werden Alkane über Alkohole und Aldehyde bzw. Ketone zu gut abbaubaren Fettsäuren oxidiert.

Die Länge von Schadstofffahnen im Grundwasser ist bei Diesel- und Heizölschäden i.d.R. kleiner als 100 m, da sich rasch ein Gleichgewicht zwischen Nachlieferung und biologischem Abbau durch Mikroorganismen einstellt.

Bewertung der Mobilität:

hohe Mobilität:	Ottokraftstoffe
mittlere Mobilität:	Diesel, Heizöl EL
geringe Mobilität:	Schmieröl, Heizöl S



3.3 Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Neben den MKW stellen auch BTEX-Aromaten ein zu beachtendes Gefährdungspotential im Bereich der Werkstattfläche dar (vgl. Tabelle 5). Diese sind insbesondere als Benzinzuschlagsstoffe in Vergaserkraftstoffen oder Waschbenzinen enthalten. Eine Übersicht der chemisch-physikalischen Daten, kann der nachfolgenden Tabelle 3 entnommen werden

Tabelle 5: Chemisch-physikalische Daten ausgewählter aromatischer Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Chem.-physikalische Daten	Benzol	Toluol	Xylole	Ethylbenzole	Styrol
Wasserlöslichkeit [mg/l]	ca. 1700	ca. 550	ca. 175-198	ca. 866	ca. 250
Siedepunkt [°C]	80	111	38-144	136	145
Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient	ca. 135	ca. 490	ca. 1600	ca. 1600	ca.1.000
Dichte bei 20 °C [g/cm ³]	0,88	0,87	0,86-0,88	0,87	0,91
dyn. Viskosität [mPa.s]	0,7	0,6	0,6-0,8	0,6	0,8
Adsorbierbarkeit an C _{org} (K _{oc})	ca. 80	ca. 100	ca. 210	ca. 200	ca. 400
Wassergefährdungsklasse	3	2	2	1	2

Quelle: Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 3, Anhang 1

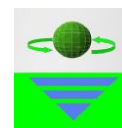
Verhalten im Untergrund: Die Mobilität von BTEX im Untergrund ist hoch. Aufgrund des hohen Dampfdrucks, können sie sich über die Bodenluft weiträumig verteilen. Liegen BTEX in Phase vor, begünstigt die geringe Viskosität die Versickerung. Aufgrund der relativ guten Wasserlöslichkeit, können BTEX mit dem Sicker- und Grundwasser transportiert werden.

Die Adsorption an organische Bodenbestandteile und an Tonmineralien ist mäßig. Haben BTEX die ungesättigte Bodenzone durchdrungen, können sie sich aufgrund der geringen Dichte im Kapillarraum anreichern („aufschwimmende Phase“).

Unter den BTEX weist Benzol die weitaus größte Mobilität auf, gefolgt von Toluol. Die Mobilität der C₂-Aromaten (Xylole und Ethylbenzole) ist wesentlich geringer.

Abbaubarkeit: BTEX sind unter günstigen Randbedingungen relativ gut mikrobiell abbaubar. Die Abbaubarkeit ist i.d.R. besser als die der Cycloalkane und schlechter als die der Isoalkane. Unter aeroben Bedingungen erfolgt eine Transformation zu Phenolen bzw. Brenzkatechin, dann Ringöffnung, dann Mineralisierung. Toluol und Benzol sind leichter abbaubar, als z.B. Xylol.

Bewertung der Mobilität: hohe Mobilität: bei Vorliegen von Benzol und Toluol
ansonsten geringe Mobilität



3.4 Schwermetalle

Schwermetalle sind definiert als Metalle mit einer Dichte größer etwa $4,5 \text{ g/cm}^3$. Als Halbmetalle werden solche Elemente bezeichnet, die sowohl metallische, als auch nichtmetallische Eigenschaften aufweisen (z.B. Arsen, Antimon und Selen).

Die Mobilität und Verfügbarkeit von Schwer- und Halbmetallen im Boden hängt von zahlreichen Faktoren ab, z.B. die chemische Bindungsform, pH-Wert, Redoxpotential, Gehalt von organischen Kohlenstoffverbindungen und Tonmineralien in Böden, Anwesenheit von Komplexbildnern usw.. Allerdings sind viele dieser Faktoren meist nicht bekannt, oder deren Einfluss ist nicht exakt vorhersehbar. Für die Einschätzung der tatsächlichen Mobilität sind daher i.d.R. Elutions- und Extraktionsuntersuchungen erforderlich.

Spezies, chemische Formeln (Beispiele):

Kationisch gebundene Schwer- und Halbmetalle, Wasserlöslichkeit:

Chloride:	gut wasserlöslich außer Hg_2Cl_2 , CuCl
Nitrate:	gut wasserlöslich
Sulfate:	gut wasserlöslich außer PbSO_4
Sulfide:	wasserunlöslich
Hydroxide:	Wasserlöslichkeit ist stark pH-abhängig
Oxide:	wasserunlöslich außer ZnO
Carbonate:	wasserunlöslich, jedoch durch Säuren zersetzbar
Cyanide:	Wasserlöslichkeit von der Bindungsform abhängig
Silikate:	wasserunlöslich

Anionisch gebundene, amphotere Schwer- und Halbmetalle, Wasserlöslichkeit

Antimonat:	z.T. gut wasserlöslich, hängt vom Kation ab
Arsenat (AsO_4^{-3}):	Wasserlöslichkeit hängt vom Kation ab
Chromat (CrO_4^{-2}):	gut wasserlöslich
Selenat (SeO_4^{-2}):	gut wasserlöslich
Zinkat $[\text{ZN}(\text{OH})_4]^{2-}$	gut wasserlöslich

Metallorganische Verbindungen

Quecksilber-organische Verbindungen (z.B. Methylquecksilber), Cadmium-organische Verbindungen, Blei-organische Verbindungen.

Königswasserextrakt nach DIN ISO 11466

Als Methode zur Bestimmung des Gesamtgehaltes an anorganischen Schadstoffen wird der Königswasserabschluss genannt. Mit dem Königswasserextrakt können allerdings nicht alle Mineralien vollständig in Lösung gebracht werden. Insbesondere Blei- und Chrommineralien werden häufig nur teilweise aufgeschlossen. Elementares und organisch gebundenes Quecksilber kann sich verflüchtigen. Mineralien, die durch die Königswasserextraktion nicht in Lösung gebracht werden können, stellen i.d.R. auch keine Umweltgefährdung dar.



Einfluss des pH-Wertes:

Allgemein besteht bei niedrigen pH-Werten die höchste Löslichkeit (Ausnahme Selen). Amphotere Metalle wie z. B. Chrom und Zink sind bei höherem pH-Wert ebenfalls gut löslich.

Mobilisierbarkeit in Böden:

Cadmium:	kleiner pH 6,5
Zink:	kleiner pH 6
Nickel:	kleiner pH 5,5
Arsen, Chrom, Kupfer:	kleiner pH-4,5
Blei, Quecksilber:	kleiner pH 4

Das pH_{stat} -Verfahren ist ein geeignetes Elutionsverfahren zur Beurteilung des Langzeitverhaltens bei bestimmten pH-Werten, z.B. pH 4.

Einfluss des Redoxpotentials:

Das Redoxpotential im Wasser und Boden wirkt sich auf die Oxidationsstufe von Schwer- und Halbmetallen aus und damit auch auf deren Mobilität und Toxizität (s. Chrom III und Chrom (VI)). Die Mobilität kann sich bei einem Wechsel des Redoxpotentials erhöhen oder auch erniedrigen. Daher können keine pauschalen Aussagen über die Mobilität von Schwer- und Halbmetallen bei einer Änderung des Redoxpotentials getroffen werden.

3.5 Geogene Hintergrundbelastung - Schwermetalle

Substrate aus vulkanischem Ursprungsmaterial, sind in Hessen regional flächig besonders in der tertiären Vulkanlandschaft des Vogelsbergs, des Westerwaldes und der Rhön verbreitet. Großräumig sind in Hessen besonders basische Vulkanite anzutreffen. Die Gesteinspalette reicht hier von den an Kieselsäure untersättigten Nepheliniten über die weit verbreiteten Basanite und Alkalibasalte, bis hin zu den an Kieselsäure gesättigten tholeiitischen Basalten. Die Vulkanite enthalten keinen Quarz, dafür aber einen großen Anteil an verwitterbaren Silikaten wie z.B. Plagioklas, Pyroxen und Olivin. Auffällig sind die **hohen Anteile an Nickel und Chrom**, die stets mit dem Anteil an Olivin und z.T. Pyroxen korrelieren. So können die extrem olivinreichen Meta-Pikrite des Lahn-Dill-Gebiets und des Kellerwaldes Gehalte von 1.000 mg/kg enthalten.

Durch die tertiäre und quartäre Überprägung variieren die Bodensubstrate beträchtlich. Wie bei den Sedimentgesteinen, liegt lokal eine tiefgründige tertiäre Verwitterung bis hin zur Tonbildung umgewandelter Vulkanite vor. Andernorts sind ältere Verwitterungsprodukte infolge Erosion längst abgetragen, so dass die geringmächtigen, grobbodenreichen Substrate aus Vulkaniten oberflächennah anstehen. Unterhalb 300 m ü. NN sind die Deckschichten häufig stark lössgeprägt. Für die Differenzierung von Substratgruppen im Hinblick auf die Hintergrundwerte, ist wie bei den Sedimentgesteinen, besonders der Lössderivatanteil maßgebend. Diese Substrathauptgruppe wird deshalb in drei Substrateinheiten gegliedert. Bei den Vulkaniten wirkt ein steigender Lössderivatanteil eher verdünnend.

Hintergrundwerte für lößreiche und – arme Substrate aus Vulkaniten (vgl. Tab. 7 und 8) sind fast nur für den Unterboden und den Untergrund bestimmbar, so dass eine nutzungs- und gebietstypsdifferenzierte Auswertung nicht durchführbar ist. Standorte mit lößreichen Substraten mit Vulkaniten sind zahlreich beprobt worden, so dass hier nutzungs- und gebietstypsdifferenzierte Hintergrundwerte für Königswasser-Extraktions-Gehalte (KW) errechnet werden können (vgl. Tab. 8). Aufgrund der großen Anzahl untersuchter Waldstandorte kann auch eine Auswertung der Auflagehorizonte erfolgen.



Tabelle 6: Substrate aus Vulkaniten (KW-Extraktion - Gehalte (mg/kg) – horizontdifferenziert)

Untergrund	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Ti	V	Zn
Anzahl [n]	9	17	26	3	10	12	20	25	18	26	26	6	3	26
50. Perzentil	-	1	0,14	-	150	52	0,01	1497	245	19	0,30	-	-	110
90. Perzentil	-	3	0,66	-	209	65	0,04	2037	343	34	1,10	-	-	145

Fettdruck Messwert: Überschreitung des Vorsorgewertes der BBodSchV (1999) unter Beachtung der Hauptbodenarten

Tabelle 7: Lössreiche Substrate mit Vulkaniten (KW-Extraktion - Gehalte (mg/kg) – horizontdifferenziert)

Oberboden	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Ti	V	Zn
Anzahl [n]	58	90	159	37	74	147	138	137	161	165	45	35	24	154
50. Perzentil	32088	6	0,36	24	83	34	0,08	1436	131	40	0,79	0,20	118	119
90. Perzentil	53051	8	0,74	36	192	53	0,16	1853	234	90	1,44	0,29	185	148
Unterboden	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Ti	V	Zn
Anzahl [n]	70	105	177	54	83	166	149	162	173	179	52	43	29	177
50. Perzentil	38101	5	0,15	22	98	34	0,03	1315	142	26	0,51	0,18	103	102
90. Perzentil	60827	10	0,53	32	207	51	0,07	1780	229	41	0,80	0,23	183	143

Fettdruck Messwert: Überschreitung des Vorsorgewertes der BBodSchV (1999) unter Beachtung der Hauptbodenarten

Tabelle 8: Lössarme Substrate aus Vulkaniten (KW-Extraktion - Gehalte (mg/kg) – horizontdifferenziert)

Oberboden	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Ti	V	Zn
Anzahl [n]	14	15	18	9	14	17	17	16	17	18	9	6	8	18
50. Perzentil	33350	5	0,35	41	90	39	0,08	1597	145	33	-	-	-	135
90. Perzentil	52020	7	0,66	56	329	51	0,12	2188	347	74	-	-	-	157
Unterboden	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Ti	V	Zn
Anzahl [n]	27	31	118	11	28	66	115	107	94	118	14	17	11	114
50. Perzentil	46310	4	0,24	38	152	47	0,02	1516	230	25	0,46	0,16	137	119
90. Perzentil	87464	11	0,48	62	399	61	0,05	1885	283	35	1,51	0,23	247	140
Untergrund	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Ti	V	Zn
Anzahl [n]	39	66	249	24	47	116	224	234	191	246	36	29	12	249
50. Perzentil	56154	3	0,15	27	152	50	0,01	1379	231	24	0,04	0,13	126	119
90. Perzentil	96216	9	0,44	65	322	58	0,05	1806	281	33	1,10	0,34	259	144

Fettdruck Messwert: Überschreitung des Vorsorgewertes der BBodSchV (1999) unter Beachtung der Hauptbodenarten

Perzentil: als statistische Maßzahl zur Charakterisierung von Hintergrundwerten werden das 50. Perzentil (Median) und das 90. Perzentil herangezogen. Definiert ist das q-Perzentil als derjenige Wert in einer der Größe nach geordneten Datenreihe, der oberhalb q- % und unterhalb (100-q) % der Variablenwerte liegt. Weiterhin ist gegeben, dass 50 % der Proben im Wertebereich zwischen dem 25. und 75. Perzentil liegen

Die vulkanogenen Substrate über basaltischen Gesteinen sind generell reich an Spurenelementen, so dass hohe Gehalte insbesondere an Chrom, **Nickel**, Vanadium und Zink ermittelt werden können (vgl. Kap. 8.2, Tab. 15). Auch die Co- und Cu-Gehalte weisen überdurchschnittlich hohe Werte auf. Im Allgemeinen ist, wie bereits erwähnt, bei einem zunehmenden Lößanteil, eine Verdünnung der geogenen Gehalte zu beobachten. Für andere Spurenelemente, die anthropogenen Ursprungs sind, sind die Konzentrationen dagegen unabhängig vom Lößanteil oder steigen sogar an (siedlungsbedingte Hintergrundbelastungen, z.B. Cadmium, Blei und Thallium).



Der Vergleich der in Tabelle 6-8 vorgestellten Werte zeigt, dass es bereits geogen bedingt, zu einer deutlichen Überschreitung z. B. der Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, bewertet nach Kinderspielflächen (z.B. Nickel von 70 mg/kg bzw. 140 mg/kg) kommen kann (vgl. Kap. 8.2, Tab. 12).

Bei Betrachtung der 50. Perzentil-Werte für die Parameter Chrom, Kupfer und Nickel so ist zu erkennen, dass diese (auch für Kupfer) bei allen Substratgruppen über den Vorsorgewerten der BBodSchV liegen. Prüft man die 90. Perzentil-Werte, so sind darüber hinaus noch einzelne Überschreitungen an Cadmium und Blei zu erkennen (vgl. Tabelle 6, 7 und 8).

Die Analysenergebnisse der hier vorgestellten Substratanalysen sind bei der umwelttechnischen Bewertung der Bodenproben bzw. der Gefährdungsabschätzung in Bezug auf die Untersuchungsfläche Bauvorhaben „Basaltstraße“ zu berücksichtigen.

4. Geologische und hydrogeologische Standortgegebenheiten

4.1 Regionalgeologischer Überblick

Der geologische Aufbau des Untersuchungsgeländes, wurde der Geologischen Karte Blatt 5519 Hungen, faksimilierter Nachdruck der 1. Auflage, Maßstab 1:25.000, herausgegeben vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung 1993, entnommen (vgl. Anlage 3 im Anhang).

Der Untergrund im Bereich der Untersuchungsfläche besteht aus quartären, oberflächennahen Auelehme sowie quartäre Lößablagerungen. In die Auelehme können örtlich Torfhorizonte eingeschaltet vorliegen. Der tiefere Untergrund ist durch tertiäre Basaltvorkommen bzw. dessen Zersetzprodukte geprägt.

4.2 Untergroundaufbau am Standort

Östlich der Basaltstraße, d. h. im Bereich des Hanggrundstücks (vgl. Anlage 2-2 im Anhang), wurden die Kleinrammbohrungen KRB-13 bis KRB-27 sowie die KRB-43, -44 und -60 abgeteuft. Unter einer bis zu 2,50 m mächtigen Auffüllung aus Kiesen, Sanden und Schluffen, mit Einlagerungen von vereinzelt Ziegel- und Mörtelresten (<5 %), folgen Basaltbruchstücke und Basaltzersatz, der am Beispiel der KRB-16 bis 6,10 m u. GOK erbohrt werden konnte. Teilweise sind die Basalte bereits vollständig zersetzt bzw. entfestigt und liegen als schwach sandige, tonige, braune Schluffe vor. Ab 6,10 m u. GOK, folgt in einigen Bohrungen der anstehende Basalt, so dass kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen war.

Stau-, Schicht- oder Grundwasser konnte bis zur maximal erzielbaren Endteufe der vorgenannten Kleinrammbohrungen nicht dokumentiert werden. Der Schichtenaufbau kann den Profilschnitten der Anlage 7-2 und der Anlage 7-3 (tlw.) im Anhang entnommen werden.

Im Untergrund des westlich der Basaltstraße gelegenen Grundstücks, wurde zunächst eine Auffüllung dokumentiert, die am Beispiel der KRB-30, eine Mächtigkeit von 4,10 m aufwies. In diesem Bereich befand die sich der Sanierungsteilabschnitt „Fläche 2“ der Bodensanierungsmaßnahme aus dem Jahre 2017 (vgl. Kap. 1.3.1, Abb. 2+3). Unterlagert wird die Auffüllung von braunen, schwach feinkiesigen, tonigen Schluffen (UM), die mit zunehmender Teufe zu braunen bis grauen, z.T. organischen, schluffigen, weichen bis steifen, feuchten Tönen überleiten (TM). Innerhalb dieser Auelehme war vereinzelt leichter bis mittelstarker Fäulnisgeruch wahrnehmbar. Gelegentlich sind die Auelehme Sandlinsen eingeschaltet. Bis zur erzielbaren Endteufe werden an der Basis der Auelehme Basaltbruchstücke erbohrt, die den anstehenden Basalten auflagern. Hier war entsprechend kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen (vgl. Profilschnitte, Anlage 7-1, 7-3 und 7-4 im Anhang).

Ein schwebender Schichtwasserhorizont wurde in den Kleinrammbohrungen KRB-5, 6a, -9 und -11 im Randbereich zu den Gleisanlagen der DB AG, d. h. im Südwesten der Untersuchungsfläche, in einer Tiefe von ca. 144,50 m ü. NN dokumentiert (vgl. Anlage 2-2 im Anhang). Der Wasserspiegel in der im Norden errichteten Messstelle (nahe KRB-4), liegt bei ca. 134,50 m ü. NN.

4.3 Stau-, Schicht- und Grundwasserverhältnisse am Standort

Im Zuge der tiefergehenden, umwelttechnischen Untersuchung im Bereich des geplanten Bauvorhabens im April 2023 und Juni 2023, wurden vereinzelt schwebende Schichtwasserleiter bzw. Staunässehorizonte dokumentiert. Das Grundwasser wurde in der Messstelle im Nordwesten des Untersuchungsareals, am 18.04.2023, in einer Tiefe von 11,98 m u. GOK (ca. 134,49 m ü. NN) eingemessen (vgl. Anlage 8-1 im Anhang). Ausbaudaten und die Höhenangabe der Pegeloberkante in Meter ü. NN liegen uns nicht vor. Als Bezugspunkt der Angabe in Meter ü. NN der Messstelle wurde die KRB-4 mit 146,47 m ü. NN angesetzt.



4.4 Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete

Die Lage der Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete im Bereich der Untersuchungsfläche, wurde dem Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen (GruSchu), des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Stand Juni 2023, entnommen (vgl. Anlage 4 im Anhang).

Die Untersuchungsfläche in Bereich der Basaltstraße in Ober-Widdersheim, liegt innerhalb des festgesetzten Heilquellenschutzgebietes Bad Salzhausen, WSG-ID 440-085, innerhalb der qualitativen Schutzzone IV.

5. Feldarbeiten – Vorbereitende Tätigkeiten und Planungen

Am 07.02.2023 übersandte uns die MHI Naturstein GmbH, Herr D. Bauer, Senefelder Str. 14, 63456 Hanau, eine Angebotsanfrage zur tiefergehenden, umwelttechnischen Untersuchung im Bereich des Bauvorhabens „Basaltstraße“, 63667 Nidda, Ortsteil Ober-Widderheim, Flur 1, Flurstücke Nr. 14/1, 16/1, 17/1, 447/3, 19 (tlw.). Der Anfrage waren der Abschlussbericht der BAUconsulting Schäfer vom 21.12.2017 und der 1. Bericht des Büro Dr. Hug Geoconsult GmbH, Baugrunduntersuchung geo- und abfalltechnisches Gutachten vom 31.10.2022 beigefügt.

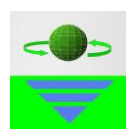
Auf Grundlage der Ergebnisse des vorgenannten Gutachtens und des Abschlussberichtes, erstellten wir ein Untersuchungskonzept zur tiefergehenden, umwelttechnischen Untersuchung im Bereich des geplanten BV „Basaltstraße“, 63667 Nidda, OT Ober-Widdersheim. Dem Angebot Nr. 23-02-12 vom 13.02.2023, lag ein Lageplan mit Kennzeichnung der vorgesehen Kleinrammbohrungen (KRB) sowie der Analysenumfang bei.

Die Feldarbeiten zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich des geplanten Bauvorhabens erfolgten, wie bereits beschrieben, vom 13.04.2023 bis 18.04.2023 und zusätzlich am 13.06.2023, durch Abteufen von insgesamt 57 Kleinrammbohrungen (KRB im Rasterfeld) mit insgesamt 223,40 Bohrmeter und der Entnahme von 336 Bodenproben (vgl. Kap. 5.2, Tab. 5 und Anlage 2-2 sowie Anlage 8 im Anhang). Die Kleinrammbohrungen wurden bis in den gewachsenen Untergrund bzw. bis zur maximal erzielbaren Endteufe niedergebracht (vgl. Anlage 6 im Anhang). Das Probenahmeprotokoll Boden ist dem Untersuchungsbericht als Anlage 8 beigefügt.

5.1 Festlegen der Bohransatzpositionen

Im Lageplan der Anlage 2-2 im Anhang, ist die Position der Kleinrammbohrungen der 1. Bohrkampagne vom 13.04.2023 bis 18.04.2023, KRB-1 bis KRB-44 (zzgl. KRB-60), sowie der 2. Bohrkampagne vom 13.06.2023, KRB-45 bis KRB-54, inkl. des Verlaufes der Profilschnittlinien, dargestellt.

Die hier gewählten, quadratischen Rasterfeldgrößen, konnten im Bedarfsfall, z.B. bei Bohrhindernissen, angepasst werden und wiesen i. d. R. 25 bis 30 % der Kantenlänge der zu erkundenden Flächen auf. Im Falle der hier notwendigen Detailuntersuchung im westlichen und südwestlichen Bereich der Untersuchungsfläche, konnte dieses angelegte Raster verdichtet und die Fläche somit tiefergehend untersucht (Bohrkampagne am 13.06.2023, KRB-45 bis -KRB-54) werden.



5.2 Kleinrammbohrungen DN 50 mm

Zur Entnahme der Bodenproben und zur geologischen Aufnahme des Bohrprofils nach DIN EN ISO 14688-1 (vgl. auch Anlage 5 und 6 im Anhang), wurden insgesamt 57 Kleinrammbohrungen, Sondenlänge 1,00 m bis 2,00 m, Durchmesser 50 mm, verteilt über die beiden Untersuchungsflächen abgeteuft und aus den 223,40 Bohrmetern insgesamt 336 Bodenproben als Einzelproben entnommen (vgl. Tab. 9).

Tabelle 9: Ansatzhöhen und Endteufen der Kleinrammbohrungen, Angaben in m ü. NN bzw. m u. GOK

KRB	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Teufe KRB [m u. GOK]	Teufe KRB *1 [m ü. NN]	Anzahl Bodenproben
1	148,11	3,00	145,11	5
2	147,04	5,00	142,04	7
3	146,63	3,00	143,63	5
4	146,47	3,00	143,47	4
5	146,30	3,00	143,30	4
6	146,38	0,80 k. B.	145,58	--
6 a	146,38	3,00	143,38	5
7	146,77	5,00	141,77	8
8	146,91	4,80 k. B.	142,11	8
9	146,80	4,00	142,80	6
10	146,47	2,90 k. B.	143,57	6
11	146,87	5,00	141,87	7
13	149,81	2,00 k. B.	147,81	3
13 a	149,81	2,10 k. B.	147,60	3
14	149,60	4,30 k. B.	145,30	5
15	149,24	3,00	146,24	4
16	152,94	6,10 k. B.	146,84	8
17	154,15	2,40 k. B.	151,75	4
18	150,14	3,30 k. B.	146,84	4
19	150,65	3,00	147,65	5
20	151,71	4,40 k. B.	147,31	7
21	151,75	3,00	148,75	5
22	151,92	3,00	148,92	4
23	152,19	4,40	147,79	8
24	153,02	3,00	150,02	4
25	154,33	5,00	149,33	7
26	154,25	1,70 k. B.	152,55	5
27	154,16	3,00	151,16	5
28	149,00	4,00	145,00	5
29	148,67	5,00	143,67	7
30	148,62	6,00	142,62	9
31	148,44	5,00	143,44	7
32	148,74	6,00	142,74	10
33	149,16	2,70 k. B.	146,46	5
33 a	149,16	5,00	144,16	8
34	149,00	3,00	146,00	4
36 Stück	----	132,90 m	----	201 Stück

Legende: k.B = kein Bohrfortschritt, Sonde sitzt auf



(Fortsetzung Tabelle 9:)

KRB	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Teufe KRB [m u. GOK]	Teufe KRB *1 [m ü. NN]	Anzahl Bodenproben
35	148,28	5,00	143,28	6
36	147,83	4,00	143,83	5
37	147,32	5,00	142,32	9
38	147,91	5,00	142,91	8
39	147,14	5,00	142,14	8
40	147,66	4,60	143,06	6
41	148,88	3,00	145,88	5
42	148,44	5,00	143,44	6
43	154,24	2,40 k. B.	151,84	3
44	154,60	3,00	151,60	4
45	146,66	4,00	142,66	5
46	146,79	3,00	143,79	4
47	146,70	4,00	142,70	5
48	146,92	4,00	142,92	9
49	146,57	4,00	142,57	7
50	146,86	3,90 k. B.	142,96	7
51	148,53	5,00	143,53	6
52	146,93	5,00	141,93	8
53	148,07	5,00	143,07	8
54	149,02	5,00	144,02	8
60	152,67	5,60 k. B.	147,07	8
57 Stück	----	223,40 m	----	336 Stück

Legende: k.B = kein Bohrfortschritt, Sonde sitzt auf

Die Bodenprobenahme (Probenmenge je 450 ml) erfolgte meterweise, oder im Falle von Schichtwechseln und / oder organoleptischen Auffälligkeiten innerhalb des erbohrten Profils, auch enger zonierte (vgl. Tabelle 6 und Anlagen 6 und 8 im Anhang).

5.3 Probenentnahme Boden

Nach Ziehen des seitlich offenen Kernrohres wurde zunächst die äußerlich anhaftende Bodenschicht senkrecht zum Kernrohr abgestreift, um Verschleppungen beim Bergen der Sonde bzw. bei der Entnahme der Bodenproben zu vermeiden. Anschließend wurde der Bohrkern mit einem Edelstahlspachtel, ausgehend von der Schlitzöffnung in der Sonde, v-förmig eingeschnitten, um exakt das Zentrum des Bohrkerns innerhalb der Sonde zu erfassen. Das so als Mischprobe oder Einzelprobe verteilt über die Sondenlänge entnommene Probenmaterial wurde organoleptisch (z.B. Farbe, Geruch) und mittels Fingerprobe (z.B. Plastizität, Feuchtigkeit, Korngröße) bewertet und anschließend in die vom Untersuchungslabor bereitgestellten Glasbehältnisse mit PTFE-kaschiertem Schraubdeckel Gläser überführt, luftdicht verschlossen und etikettiert.

Die Kernrohre wurden nach erfolgter Probenentnahme zunächst grob mittels Bürste und anschließend mit Wasser feingereinigt, um Verschleppungen bei der Probenahme durch verunreinigte Sonden zu vermeiden. Die Bodenproben, die vom 13.04.2023 bis 18.04.2023 sowie am 13.06.2023 entnommen worden waren, wurden umgehend per Kurier dem Untersuchungslabor der AGROLAB GmbH übersandt (vgl. Anlagen 8 und 9 im Anhang).



Die Beschreibung des Bodenprofils erfolgt gemäß DIN EN ISO 14688-1, aufgrund geologischer und bodenmechanischer Regeln. Da die Profilsprache einen Messvorgang darstellt, wurden alle im Feld gewonnenen Daten zunächst wertfrei erfasst (z.B. auch lückenhaftes Bodenprofil innerhalb der Bohrsonde aufgrund von Kernverlust oder -verdichtung). Eine Interpretation und Beurteilung der im Feld gewonnenen Daten, erfolgte erst nach Vorliegen der kompletten Untersuchungskampagne und dem Vergleich aller ausgewerteten Bodenprofile.

Lediglich die Unterscheidung zwischen aufgefüllten und natürlich anstehenden Böden erfolgte, ebenso wie eine detaillierte Beschreibung der stellenweise anthropogen eingebrachten Auffüllungen, aufgrund ihrer stofflichen Zusammensetzung und des organoleptischen Befundes (A 0 bis A 3), bereits im Gelände (vgl. Kap. 6.2).

Aus den Kleinrammbohrungen wurden, wie bereits eingangs beschrieben, insgesamt 336 Bodenproben entnommen (vgl. Anlage 8 im Anhang). Ausgewähltes Probenmaterial wurde auf die Parameter PAK (EPA) inkl. des Einzelparameters Benzo(a)pyren im Feststoff sowie auf Schwermetalle, BTEX-Aromaten und Kohlenwasserstoffe (MKW) analysiert (vgl. Kap. 8.1, Tab. 9 und Kap. 8.2, Tab. 10).

Insgesamt 6 ausgewählte Bodenmischproben aus dem Teufenbereich 0,00-0,35 m u. GOK, mit geringen Anteilen an Bauschuttresten (<5%), wurden auf die Parameterliste der LAGA-Boden, ergänzt um die fehlenden Parameter der DEPV, analysiert (vgl. Kap. 8.3, Tab. 11 und 12).

5.4 Einmessungen

Vor Beginn unserer Feldarbeiten am 13.04.2023, erfolgte die Einmessung und Kennzeichnung der ausgewählten Bohransatzpositionen KRB-1 bis KRB-38 auf Grundlage des durch die WISA Sanierungsgesellschaft mbH erstellten Lageplans, mit den darin angegebenen Bohransatzpositionen KRB-1 bis KRB-54 sowie der KRB-60.

Die Einmessungen der Bohransatzpositionen, das Auspflocken und die Nummerierung der Bohransatzpunkte, erfolgte am 13.04.2023 und am 07.06.2023 (Zusatzbohrungen) im Auftrag der Fa. Johannes Nickel GmbH & Co. KG, Gildenwaldstr. 9, 63667 Nidda, durch das bergtechnische Vermessungsbüro Herbert Mathes & Söhne, Im Espchen 32, (vgl. Anlage 2-2 im Anhang).

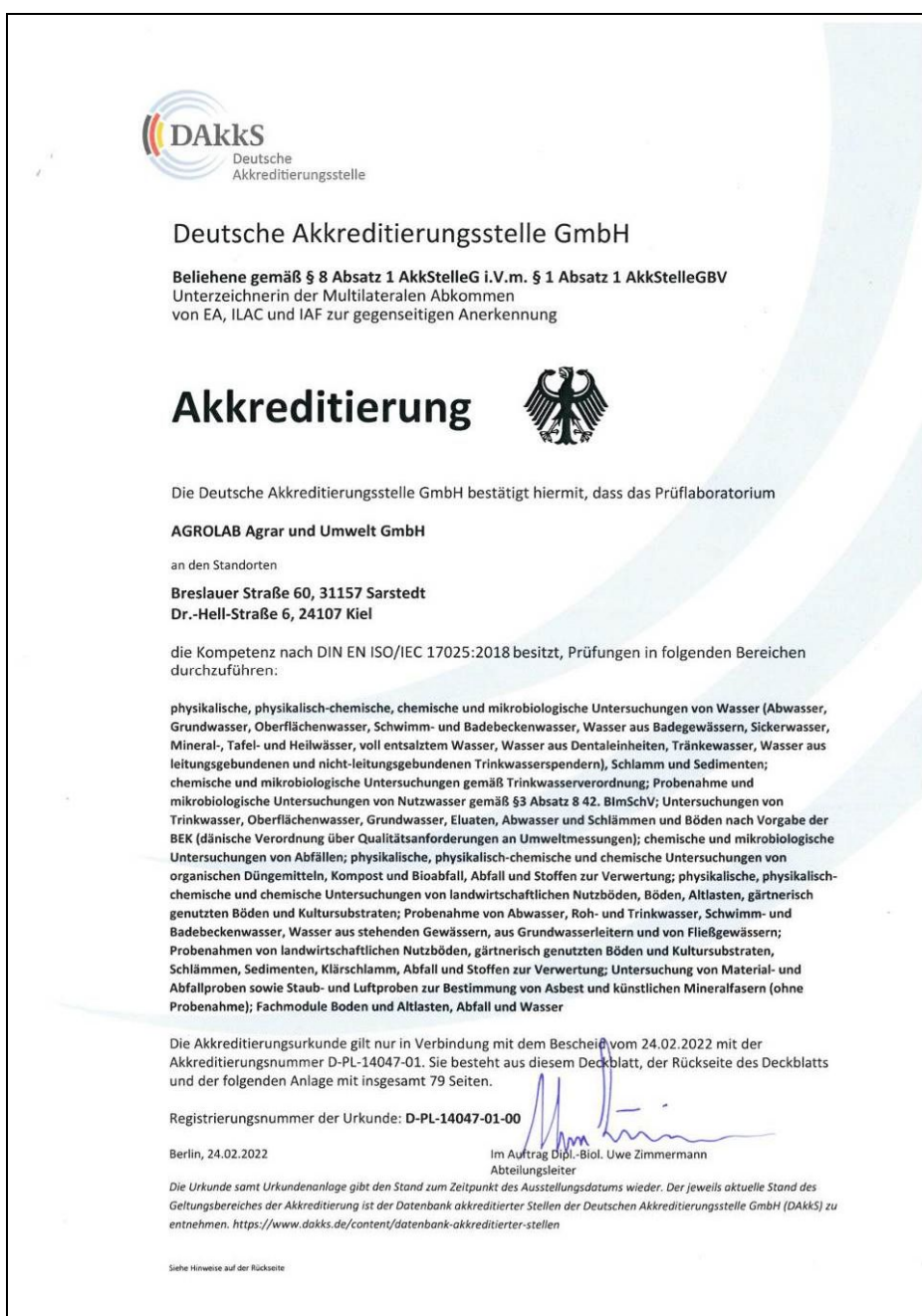


6. Methodik

6.1 Laboruntersuchungen - Qualitätskontrolle

Die Analysen der Bodenproben erfolgten im staatlich anerkannten und durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH gemäß Urkunde vom 24.02.2022 akkreditierten Labor der AGROLAB Agrar und Umwelt GmbH, Kiel, Registrierungsnummer D-PL-14047-01-00.

Abb. 5: Akkreditierungsurkunde Fa. AGROLAB Agrar und Umwelt GmbH, Kiel



6.2 Organoleptische Voreinstufung

Die angetroffenen Bodenschichten wurden an Ort und Stelle durch den Gutachter auf organoleptische Besonderheiten, wie z. B. Auffälligkeiten hinsichtlich Farbe, Geruch, stoffliche Zusammensetzung und dem allgemeinen visuellen Eindruck im Vergleich zum natürlichen Aussehen von nicht verunreinigten Böden, überprüft und beurteilt.

Diese Beurteilung erfolgte nach der folgenden, *nicht normkonkretisierten, firmeninternen Auffälligkeitsskala*, hinsichtlich der Farb- und Geruchsmerkmale des Bodens durch den projektleitenden Gutachter:

- A₀ unauffällige, d.h. natürliche Merkmale des Bodens
- A₁ schwach veränderte Merkmale des Bodens
- A₂ deutlich veränderte Merkmale des Bodens
- A₃ offensichtlich stark veränderte Merkmale des Bodens

Entsprechend der im Untergrund angetroffenen Bodenschichten, ergibt sich folgender organoleptischer Befund (vgl. Anlage 6 im Anhang):

Die erkundeten und relativ inhomogenen Auffüllschichten im Untergrund des geplanten Bauvorhabens „Basaltstraße“, wiesen in den entnommenen Bodenproben der abgeteuften Kleinrammbohrungen KRB-1 bis KRB-54 sowie der KRB-60 unauffällige (A 0) bis schwach veränderte (A 1) sowie untergeordnet auch deutlich bis stark veränderte Merkmale des Bodens auf (z. B. KRB-10, -30 und -50). Hinweise auf organoleptische Auffälligkeiten wie z. B. Teergeruch oder Einlagerungen von Bauschutt- und Asphaltresten, waren in den 336 entnommenen Bodenproben bis maximal ca. 3,70 m u. GOK, sowie in einigen wenigen Bodenproben nachweisbar (vgl. Kap. 8.1, Tab. 10).

6.3 Analytik

6.3.1 Probenauswahl

Die Auswahl der Bodenproben zur Durchführung der Analytik, erfolgte zunächst nach der in Kap. 6.2 beschriebenen organoleptischen Voreinstufung. Unter Berücksichtigung der „historischen Entwicklung“ des Untersuchungsstandortes (vgl. Anlage 2-1 im Anhang), wurden insbesondere die Standorte der Asphaltmischanlage, der Bahnverladung, der Lagerflächen sowie die Werkstatt, das Öllager, der Waschplatz und die ehemalige Tankstelle bei der Positionierung der Kleinrammbohrungen berücksichtigt. Darüber hinaus sollten die ausgewählten Bodenproben eine Art Querschnitt über die stoffliche Zusammensetzung des Auffüllungskörpers liefern, um ggf. vorhandene Belastungen der Auffüllung erfassen zu können. Die Analytik umfasste die Parameter PAK nach EPA, MKW, BTEX-Aromaten und Schwermetalle.

6.3.2 Probenvorbereitung

Die vom 13.04.2019 bis 13.06.2023 aus den Kleinrammbohrungen zur Analyse entnommenen Bodenproben, wurden in Braunglasbehälter (450 ml) gefüllt, verschraubt und etikettiert. Die Lagerung der Bodenproben erfolgte in gekühlten Lagerbehältnissen bzw. im Probenkühlschrank der WISA Sanierungsgesellschaft mbH. Die Proben wurden zeitnah per Kurier zur AGROLAB Labor GmbH transportiert und analysiert.



6.3.3 Analyseverfahren

Die nachfolgenden Analyseverfahren im Feststoff und Eluat fanden bei der Analyse der ausgewählten Bodenproben Anwendung (vgl. Anlage 9-1 im Anhang):

Boden Feststoff:

Trockensubstanz:	DIN EN 14346, 2007-03
Polycyclische, aromatische Kohlenwasserstoffe:	DIN ISO 18287, 2005-05
Kohlenwasserstoffe:	DIN EN 14039: 2005-01 + LAGA KW/04: 2019-09
BTEX-Aromaten:	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Schwermetalle:	DIN EN ISO 12846-2: 2005-02
Quecksilber:	DIN EN ISO 12846: 2012-08

Boden Eluat:

	DIN EN 12457-4: 2016-07
Kohlenwasserstoffe:	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07



7. Beurteilungsgrundlagen

7.1 Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung

In eine Bewertung von im Untergrund nachgewiesenen Schadstoffen hinsichtlich ihres Gefährdungspotentials für die verschiedenen Schutzgüter (menschliche Gesundheit, Boden, Grundwasser etc.), sind Kriterien wie Standortnutzung, mögliche Expositionspfade, Schadstoffcharakteristika, geologische und hydrogeologische Gegebenheiten sowie allgemeine Umfelddaten einzubeziehen. In der Bundesbodenschutz- und Altlastverordnung, werden bei der Untersuchung und Bewertung von Altlasten und Altlast-Verdachtsflächen mit schädlichen Bodenveränderungen die folgenden Wirkungspfade unterschieden:

- [a] Boden - Mensch
- [b] Boden - Nutzpflanze
- [c] Boden - Grundwasser

Die Bewertung von Grundstücken mit Bodenverunreinigungen hinsichtlich des Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) erfolgt vor allem mit den Prüfwerten nach Anhang 2 der BBodSchV, differenziert nach ihrer tatsächlichen und ihrer planungsrechtlich zulässigen Nutzung wie **Kinderspielflächen, Wohngebiete**, Park- und Freizeitanlagen, sowie Industrie- und Gewerbeflächen.

Im vorliegenden Fall handelt es sich um ein Grundstück, das ehemals als Werksgelände der Fa. Johannes Nickel GmbH & Co. KG (vgl. Anlage 2-1 im Anhang) genutzt worden war. Aktuell, d. h. Stand Mai / Juni 2023, handelt es sich um eine ausgedehnte Wiesenfläche, beiderseits der Basaltstraße in Ober-Widdersheim. Aufgrund des geplanten Bauvorhabens und der Errichtung von Einfamilien-Reihenhäusern (vgl. Anlage 2-3 im Anhang), wird neben dem Wirkungspfad Boden – Mensch (hier: Kinderspielflächen und Wohngebiete), auch der Wirkungspfad [c] Boden-Grundwasser bewertet.

Zur Beurteilung des **Wirkungspfad Boden - Grundwasser** erfolgt eine Einstufung ebenfalls nach den Grundsätzen des Bodenrechtes.

Zur Bewertung des Wirkungspfad Boden - Grundwasser gibt die BBodSchV Prüfwerte für die Sickerwasserkonzentration von Schadstoffen an, die für den Übergangsbereich von der ungesättigten in die gesättigte Bodenzone gelten (vgl. Tabelle 12). Bei Unterschreitung der Prüfwerte ist der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt. In den Tabellen 10 bis 12 sind die Prüfwerte der BBodSchV für die vorgenannten drei Wirkungspfade [a] bis [c] der Vollständigkeit halber nochmals zusammengestellt.

Soll eine mögliche Gefährdung des Grundwassers aufgrund von Bodenuntersuchungen beurteilt werden, sind, neben der **Mobilität** der Schadstoffe, auch die **Schadstoffgehalte** der Bodenproben und die **Schutzfunktion** der ungesättigten Bodenzone zu berücksichtigen.



Tabelle 10: Wirkungspfad Boden - Mensch (direkter Kontakt)

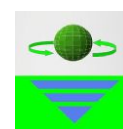
Prüfwerte (mg/kg Trockenmasse) *1				
Stoff	Kinderspiel- flächen	Wohngebiete	Park- und Frei- zeitanlagen	Industrie und Gewerbe
Arsen	25	50	125	140
Blei	200	400	1.000	2.000
Cadmium	10	20	50	60
Cyanide	50	50	50	100
Chrom	200	400	1.000	1.000
Nickel	70	140	350	900
Quecksilber	10	20	50	80
Aldrin	2	4	10	-
Benzo(a)pyren	2	4	10	12
DDT	40	80	200	-
Hexachlorbenzol	4	8	20	200
Hexachlorcyclohexan (HCH-Gemisch oder β -HCH)	5	10	25	400
Pentachlorphenol	50	100	250	250
Polychlorierte Biphenyle PCB*1	0,4	0,8	2	40

*1: soweit PCB-Gesamtgehalte bestimmt werden, sind die ermittelten Messwerte durch den Faktor 5 zu dividieren

*2: in Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereich für Kinder als auch für den Anbau von Nutzpflanzen genutzt werden, ist für Cadmium ein Wert von 2 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden.

Tabelle 11: Wirkungspfad Boden - Nutzpflanze, Prüf- und Maßnahmenwerte

Ackerbauflächen und Nutzgärten (Pflanzenqualität) Prüf- und Maßnahmenwerte (mg/kg Trockenmasse) *			
Stoff	Methode*1	Prüfwert	Maßnahmenwert
Arsen	KW	200*2	-
Blei	AN	0,1	-
Cadmium	AN	-	0,04/0,1*3
Quecksilber	KW	5	-
Thallium	AN	0,1	-
Benzo(a)pyren	-	1	-
Ackerbauliche Wachstumsbeeinträchtigungen Prüfwerte (mg/kg Trockenmasse)*			
Stoff	Methode*1	Prüfwert	
Arsen	AN	0,4	
Kupfer	AN	1	
Nickel	AN	1,5	
Zink	AN	2	



(Fortsetzung Tabelle 11):

Grünlandflächen (Pflanzenqualität) Maßnahmenwerte (mg/kg Trockenmasse)*		
Stoff	Methode*1	Prüfwert
Arsen	KW	50
Blei	KW	1.200
Cadmium	KW	20
Kupfer	KW	1.300*4
Nickel	KW	1.900
Quecksilber	KW	2
Thallium	KW	15
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	-	0,2

*: Die Prüf- und Maßnahmenschwelwerte gelten für die Beurteilung der Schadstoffe in der Bodentiefe von 0-30 cm bei Ackerbauflächen und Nutzgärten sowie in der Bodentiefe von 0-10 cm bei Grünland. Für die in der BbodSchV Anhang 1 genannten größeren Beprobungstiefen von 30-60 cm für Ackerbau und Nutzgärten bzw. 10-30 cm für Grünland gelten die 1,5-fachen Werte.

*1: Extraktionsverfahren für Arsen und Schwermetalle: AN=Ammoniumnitrat, KW=Königswasser

*2: Bei Böden mit zeitweise reduzierenden Verhältnissen gilt ein Prüfwert von 50 mg/kg TM

*3: Auf Flächen mit Brotweizenanbau oder Anbau stark Cadmium-anreichernder Gemüsearten gilt als Maßnahmewert 0,04 mg/kg TS, ansonsten gilt als Maßnahmewert 0,1 mg/kg TM

*4: Bei Grünlandnutzung durch Schafe gilt als Maßnahmenwert 200 mg/kg TM

Tabelle 12: Wirkungspfad Boden - Grundwasser, Prüfwerte org. Stoffe

Organische Stoffe	Prüfwert (µg/l)
Mineralölkohlenwasserstoffe *1	200
BTEX *2	20
Benzol	1
LHKW *3	10
Aldrin	0,1
DDT	0,1
Phenole	20
PCB ges. *4	0,05
PAK ges. *5	0,2
Naphthalin	2

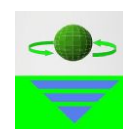
*1: n-Alkane (C10---C39), Isoalkane und aromatische Kohlenwasserstoffe

*2: leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol, Styrol, Cumol)

*3: Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (Summe der halogenierten C-1 und C-2 Kohlenwasserstoffe)

*4: PCB ges.: Summe der polychlorierten Biphenyle; in der Regel Bestimmung über die 6 Kongeneren nach Ballschmiter gemäß Altöl-VO (DIN 51527) multipliziert mit 5; ggf. z.B. bei bekanntem Stoffspektrum einfache Summenbildung aller relevanten Einzelstoffe (DIN 38407-3-2-bzw. -3-3)

*5: PAK ges.: Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe ohne Naphthalin und Methylnaphthaline; in der Regel Bestimmung über die Summe von 15 Einzelsubstanzen gemäß Liste der US-Environmental Protection Agency (EPA) ohne Naphthalin; ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter PAK (z.B. Chinoline)



7.2 Beurteilungswerte des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

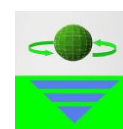
Als Orientierungshilfe für die vorgestellten PAK- und Benzo(a)pyren-, Schwermetall-, BTEX- und MKW-Konzentrationen im Feststoff, werden die in Hessen angewandten Beurteilungswerte gemäß Anhang 3, Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3, - Sickerwasserprognose - des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2002, herangezogen (vgl. Tab. 13).

Tabelle 13: Beurteilungswerte Boden und Bodenluft gemäß Anhang 3, Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3, des HLUG, Wiesbaden 2002

Parameter (Auswahl)	Beurteilungswert Boden ^{a,b} [mg/kg]	Beurteilungswert Bodenluft [mg/m ³]
Arsen	150	
Blei	500	-
Cadmium	5	-
Chrom ^c	500	-
Kupfer	300	-
Nickel	250	-
Quecksilber	5	-
Zink	750	-
Cyanide leicht freisetzbar	5	-
BTEX ^d	25	5
Benzol	2,5	1
PAK ohne Naphthalin	25	-
Benzo[a]pyren	1	-
Naphthalin	5	-
LCKW _{gesamt} ^f	10	5
LCKW _{krebserzeugend} ^g	2,5	-
PCB ^h	5	-
MKW _{nach HLUG}	2.500	-
Phenole _{nach Destillation}	25	-

Legende:

- a: Schadstoffgehalte im Boden, bezogen auf die Trockensubstanz des Bodens
- b: Der Beurteilungswert für leichtflüchtige Stoffe gilt nur für bindige Böden. Bei der Probennahme muss das Ausgasen der Stoffe unterbunden werden
- c: Bei Überschreitung der Werte sollte auch Cr VI untersucht werden
- d: Summe der einkernigen Aromaten, mindestens Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole (o,m,p), Styrol, Cumol
- e: Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe. I.d.R. 15 Einzelsubstanzen nach EPA, ohne Naphthalin
- f: Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe. Zu analysieren sind mindestens Dichlormethan, Trichlormethan, Tetrachlormethan, 1,1-Dichlorethen, cis-1,2-Dichlorethen, Trichlorethen, Tetrachlorethen, 1,1,1-Trichlorethan sowie bei Hinweisen 1,2 Dichlorethan
- g: Humankanzerogene LCKW:Trichlorethen, 1,2-Dichlorethan
- h: Polychlorierte Biphenyle: I.d.R. Summe der 6 Indikatorverbindungen nach DIN 38407-3
- i: Die Messergebnisse können durch natürliche organische Substanzen (z.B. Holzreste und Torf) beeinflusst sein



Für eine abschließende Beurteilung, ob eine schädliche Bodenverunreinigung vorliegt, ist das Gefährdungspotential insbesondere nach

1. Art, Gefährlichkeit, räumlicher Verteilung und Menge der Schadstoffe sowie
2. nach den örtlichen Verhältnissen abzuschätzen

Bei der Gefährlichkeit der Schadstoffe sind neben den Beurteilungswerten weitere Stoffeigenschaften, wie Abbaubarkeit sowie ggf. die Beweglichkeit der Stoffe im Grundwasser zu berücksichtigen (vgl. Kap. 3 ff.).

Bei der räumlichen Verteilung und Menge der Schadstoffe sind neben den örtlichen Verhältnissen, vor allem auch die hydrogeologischen Gegebenheiten, die Schutzbedürftigkeit, eingetretene oder zu erwartende Beeinträchtigungen sowie andere, dort möglicherweise bereits vorhandene Belastungen, zu berücksichtigen.



8. Ergebnisse

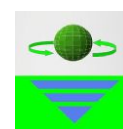
8.1 Analysenergebnisse der Bodenproben auf PAK (EPA) im Feststoff

Aus den Kleinrammbohrungen KRB-1 bis KRB-54 und der KRB-60, ließen wir 137 Bodenproben auf polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA) inkl. des Einzelparameters Benzo(a)pyren (B(a)P) im Feststoff analysieren. Die Analysenergebnisse werden in der nachfolgenden Tabelle 14 vorgestellt und sind dem Untersuchungsbericht in Form der Prüfzertifikate der AGROLAB Labor GmbH, Kiel, als Anlage 9-1 beigelegt. Eine umwelttechnische Bewertung der Analysenergebnisse auf PAK nach EPA, erfolgt auf Grundlage der Beurteilungswerte Boden, Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3, Tabelle 3 (vgl. Kap. 7.2, Tab.10) sowie nach den Prüfwerten der Bundes-Bodenschutzverordnung, Wirkungspfad Boden-Mensch, bezogen auf Kinderspielflächen und Wohngebiete, auf den Einzelparameter Benzo(a)pyren – B(a)P (vgl. Kap. 7.1, Tab. 7).

Tabelle 14: PAK- und B(a)P-Analysenergebnisse der Bodenproben im Feststoff, Angaben in mg/kg

KRB	Teufe [m u. GOK]	PAK (EPA) [mg/kg]	B(a)P [mg/kg]	Beurteilungswerte Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3 [mg/kg]		BBodSchV Prüfwerte Wirkungspfad Boden-Mensch Benzo(a)pyren (B(a)P) [mg/kg]	
				PAK	B(a)P	Kinderspielflächen	Wohngebiete
KRB-1	0,00-0,35	1,89	0,17	25	1	2	4
KRB-1	0,35-0,50	2,75	0,33	25	1	2	4
KRB-1	0,50-1,70	1,58	0,19	25	1	2	4
KRB-1	1,70-2,10	0,056	<0,050	25	1	2	4
KRB-2	0,35-1,70	0,153	<0,050	25	1	2	4
KRB-2	2,00-3,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-3	0,35-0,80	1,79	0,19	25	1	2	4
KRB-3	0,80-1,50	0,193	0,056	25	1	2	4
KRB-4	0,00-0,35	4,81	0,46	25	1	2	4
KRB-4	0,35-1,20	12,8	1,2	25	1	2	4
KRB-4	1,20-2,30	3,25	0,30	25	1	2	4
KRB-5	0,35-1,00	0,056	<0,050	25	1	2	4
KRB-5	1,00-2,30	4,06	0,40	25	1	2	4
KRB-5	2,30-3,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-6a	0,35-0,80	1,66	0,13	25	1	2	4
KRB-6a	0,80-1,50	0,609	0,066	25	1	2	4
KRB-6a	1,50-2,40	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-7	0,00-0,35	13,2	1,1	25	1	2	4
KRB-7	0,35-1,00	3,32	0,31	25	1	2	4
KRB-7	1,00-2,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-7	2,00-3,20	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-8	0,35-1,00	3,65	0,38	25	1	2	4
KRB-8	1,00-2,00	7,71	0,90	25	1	2	4
KRB-8	2,00-3,20	9,22	0,87	25	1	2	4

*1: Summe PAK (EPA) ohne Naphthalin und Methylnaphthalin



(Fortsetzung Tabelle 14:)

KRB	Teufe [m u. GOK]	PAK (EPA) [mg/kg]	B(a)P [mg/kg]	Beurteilungswerte Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3 [mg/kg]		BBodSchV Prüfwerte Wirkungspfad Boden-Mensch Benzo(a)pyren (B(a)P) [mg/kg]	
				PAK	B(a)P	Kinderspielflächen	Wohngebiete
KRB-8	3,20-3,80	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-8	3,80-4,60	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-9	0,00-0,35	5,69	0,61	25	1	2	4
KRB-9	0,35-1,20	10,4	0,88	25	1	2	4
KRB-9	1,20-2,40	7,68	0,93	25	1	2	4
KRB-9	2,40-2,90	2,27	0,24	25	1	2	4
KRB-9	2,90-3,40	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-9	3,40-4,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-10	0,35-1,00	41,00	3,4	25	1	2	4
KRB-10	1,70-2,20	368,00	10,00	25	1	2	4
KRB-10	2,20-2,70	0,877	<0,050	25	1	2	4
KRB-11	0,00-0,35	2,62	0,32	25	1	2	4
KRB-11	0,35-1,20	7,90	0,98	25	1	2	4
KRB-11	1,20-2,20	3,04	0,35	25	1	2	4
KRB-11	2,20-3,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-13a	0,35-1,00	0,531	0,064	25	1	2	4
KRB-13a	1,00-2,10	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-14	0,35-1,20	0,348	<0,050	25	1	2	4
KRB-15	0,35-1,20	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-16	0,35-1,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-16	1,00-2,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-16	3,00-4,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-17	0,35-1,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-18	0,35-0,80	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-19	0,35-1,50	0,096	<0,050	25	1	2	4
KRB-19	1,50-2,30	0,057	<0,050	25	1	2	4
KRB-20	1,30-2,40	0,063	<0,050	25	1	2	4
KRB-21	0,35-1,20	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-22	0,35-1,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-22	1,10-1,80	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-23	0,60-1,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-23	1,00-2,20	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-24	0,35-0,90	n.b.	<0,050	25	1	2	4

*I: Summe PAK (EPA) ohne Naphthalin und Methylnaphthalin



(Fortsetzung Tabelle 14:)

KRB	Teufe [m u. GOK]	PAK (EPA) [mg/kg]	B(a)P [mg/kg]	Beurteilungswerte Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3 [mg/kg]		BBodSchV Prüfwerte Wirkungspfad Boden-Mensch Benzo(a)pyren (B(a)P) [mg/kg]	
				PAK	B(a)P	Kinderspielflächen	Wohngebiete
KRB-28	0,35-1,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-28	1,00-2,00	0,057	<0,050	25	1	2	4
KRB-29	0,35-1,00	1,12	0,11	25	1	2	4
KRB-29	1,00-2,00	0,319	0,59	25	1	2	4
KRB-29	2,00-2,60	1,70	0,18	25	1	2	4
KRB-30	0,35-1,00	10,7	1,2	25	1	2	4
KRB-30	1,00-2,00	58,40	3,8	25	1	2	4
KRB-30	2,00-3,00	2,18	0,37	25	1	2	4
KRB-30	3,00-3,60	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-30	3,60-4,10	0,91	0,064	25	1	2	4
KRB-31	0,35-1,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-31	1,00-2,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-31	2,00-3,00	0,228	<0,050	25	1	2	4
KRB-32	1,00-2,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-32	2,00-3,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-32	4,20-4,50	0,11	<0,050	25	1	2	4
KRB-32	4,50-5,30	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-33a	0,60-1,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-33a	1,00-2,20	0,508	0,058	25	1	2	4
KRB-33a	2,20-3,20	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-34	0,35-0,90	3,65	0,42	25	1	2	4
KRB-34	0,90-2,10	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-34	2,10-3,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-35	0,35-1,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-35	1,00-2,20	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-36	0,35-1,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-37	0,35-1,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-37	1,00-2,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-38	0,35-1,50	0,406	<0,050	25	1	2	4
KRB-39	0,00-0,35	25,6	2,1	25	1	2	4
KRB-39	0,35-1,00	14,5	1,9	25	1	2	4
KRB-39	1,00-2,00	10,0	0,94	25	1	2	4
KRB-39	2,00-2,70	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-39	2,70-3,80	n.b.	<0,050	25	1	2	4

*1: Summe PAK (EPA) ohne Naphthalin und Methylnaphthalin



(Fortsetzung Tabelle 14:)

KRB	Teufe [m u. GOK]	PAK (EPA) [mg/kg]	B(a)P [mg/kg]	Beurteilungswerte Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3 [mg/kg]		BBodSchV Prüfwerte Wirkungspfad Boden-Mensch Benzo(a)pyren (B(a)P) [mg/kg]	
				PAK	B(a)P	Kinderspielflächen	Wohngebiete
KRB-40	0,35-1,20	0,502	0,064	25	1	2	4
KRB-41	0,35-1,00	0,215	0,052	25	1	2	4
KRB-41	1,00-2,30	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-42	0,35-1,20	1,11	0,087	25	1	2	4
KRB-42	1,20-2,50	7,15	0,71	25	1	2	4
KRB-42	2,50-3,50	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-44	0,00-0,35	0,052	<0,050	25	1	2	4
KRB-44	0,35-0,90	0,264	0,054	25	1	2	4
KRB-45	0,35-1,00	0,575	0,061	25	1	2	4
KRB-45	1,00-2,00	1,71	0,15	25	1	2	4
KRB-45	2,00-2,90	n. b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-46	0,35-1,00	1,86	0,19	25	1	2	4
KRB-46	1,00-2,10	15,6	1,4	25	1	2	4
KRB-46	2,10-3,00	n. b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-47	0,35-1,00	2,68	0,25	25	1	2	4
KRB-47	1,00-1,60	5,43	0,57	25	1	2	4
KRB-47	1,60-2,90	2,39	0,22	25	1	2	4
KRB-48	0,36-1,00 MP	6,13	0,60	25	1	2	4
KRB-48	1,00-2,00	5,52	0,75	25	1	2	4
KRB-48	2,00-3,00 MP	5,72	0,58	25	1	2	4
KRB-48	3,00-3,80 MP	0,339	<0,050	25	1	2	4
KRB-49	0,35-1,00	5,64	0,68	25	1	2	4
KRB-49	1,00-2,00	7,71	0,77	25	1	2	4
KRB-49	2,00-3,40 MP	49,7	4,2	25	1	2	4
KRB-50	0,35-1,00	3,23	0,28	25	1	2	4
KRB-50	1,00-2,60	2,37	0,25	25	1	2	4
KRB-50	2,60-3,20	10,2	0,88	25	1	2	4
KRB-50	3,20-3,70 MP	836,0	43,0	25	1	2	4
KRB-51	0,35-1,30	6,52	0,94	25	1	2	4
KRB-51	1,30-2,70	0,524	0,069	25	1	2	4
KRB-51	2,70-3,70	n. b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-52	0,35-1,00	5,06	0,57	25	1	2	4
KRB-52	1,00-2,00	3,27	0,35	25	1	2	4
KRB-52	2,00-3,40	9,20	0,79	25	1	2	4
KRB-52	3,40-3,70	1,98	<0,050	25	1	2	4

*1: Summe PAK (EPA) ohne Naphthalin und Methylnaphthalin



(Fortsetzung Tabelle 14:)

KRB	Teufe [m u. GOK]	PAK (EPA) [mg/kg]	B(a)P [mg/kg]	Beurteilungswerte Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3		BBodSchV Prüfwerte Wirkungspfad Boden-Mensch Benzo(a)pyren (B(a)P) [mg/kg]	
				PAK	B(a)P	Kinderspielflächen	Wohngebiete
KRB-53	0,35-1,00	6,65	0,75	25	1	2	4
KRB-53	1,00-2,40	22,3	1,8	25	1	2	4
KRB-53	2,40-2,70	26,7	2,1	25	1	2	4
KRB-53	2,70-3,20	30,6	1,9	25	1	2	4
KRB-53	3,20-3,80	20,7	1,6	25	1	2	4
KRB-54	0,35-0,75	3,52	0,34	25	1	2	4
KRB-54	0,75-1,20	3,11	0,35	25	1	2	4
KRB-54	1,20-2,20	0,644	0,097	25	1	2	4
KRB-54	2,20-3,30	2,84	0,25	25	1	2	4
KRB-60	0,00-0,35	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-60	0,35-1,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4

*1: Summe PAK (EPA) ohne Naphthalin und Methylnaphthalin

Eine Überschreitung des Beurteilungswertes des Handbuches Altlasten Band 3, Teil 3, in Bezug auf den Summenparameter PAK nach EPA von 25 mg/kg sowie des Einzelparameters Benzo(a)pyren von 1,0 mg/kg, war für die Bodenproben, entnommen den Kleinrammbohrungen KRB-4, -7, -10, -30, -39, -46, -49, -50 und -53, Teufenbereich zwischen ca. 0,35 m und maximal 3,70 m u. GOK (KRB-50), analytisch nachweisbar (vgl. Tab. 14). Aufgrund der vorliegenden Analysenergebnisse auf PAK nach EPA, inkl. des gesondert zu bewertenden Einzelparameters Benzo(a)pyren, bleiben die Bodenbeeinträchtigungen durch PAK nach EPA inkl. des Einzelparameters Benzo(a)pyren, ausnahmslos auf das Grundstück Flur 1, Flurstück 14/4 und 447/3, d. h. westlich der Basaltstraße, beschränkt (vgl. Anlage 2-2 im Anhang).

Die höchsten Bodenbelastungen an PAK nach EPA inkl. des Einzelparameters Benzo(a)pyren, waren in den Bodenproben der KRB-30 (58,40 mg/kg), KRB-10 (368,00 mg/kg), KRB-49 (49,7 mg/kg) und der KRB-50 (836 mg/kg), im Süden bzw. Südwesten des Grundstücks Flur 1, Flurstück 14/4 und 447/3, d. h. im Randbereich der ehemaligen Asphaltmischanlage in Richtung Gleiskörper der DB AG bzw. der im Jahre 2017 angelegten Sanierungsbaugrube, Fläche 2 und 3 (vgl. Kap. 1.3.1, Abb. 2+3 sowie Foto 4+5) nachweisbar sowie in geringeren PAK-Konzentrationen auch entlang der südwestlichen Grundstücksgrenze des Flurstücks 14/4 (KRB-4, -7, -39, -46 und -53).

Aufgrund der geplanten Nutzung der Untersuchungsfläche in Form einer Wohnbebauung, wurden zusätzlich die Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, bewertet nach der sensibelsten Nutzung als Kinderspielflächen (2,0 mg/kg B(a)P) und Wohngebiete (4,0 mg/kg B(a)P), zur Beurteilung der vorliegenden Benzo(a)pyren-Konzentrationen herangezogen. Überschreitungen der vorgenannten Prüfwerte waren lediglich in den Bodenproben der KRB-10, -30, -39, -49, -50 und -53 nachweisbar. Das Maximum war in der Bodenprobe der KRB-50 mit 43 mg/kg B(a)P nachweisbar. Alle übrigen B(a)P-Gehalte lagen zwischen 1,1 mg/kg bis 10 mg/kg.

Weitere Überschreitungen der Tabelle 3, des Handbuches Altlasten Band 3, Teil 3, waren in den zur Analyse gelangten 137 Bodenproben nicht nachweisbar. Die dokumentierten Bodenbelastungen durch PAK (EPA) und des Einzelparameters Benzo(a)pyren im Feststoff, sind auf die in Tabelle 14 vorgestellten Bodenproben beschränkt und konnten durch die durchgeführte, ergänzende Bohrkampagne sowie der Zusatzanalytik sowohl vertikal, als auch horizontal zuverlässig eingegrenzt werden.



8.2 Analysenergebnisse der Bodenproben auf Schwermetalle

Die Analysenergebnisse der auf Schwermetalle analysierten Bodenproben, werden in der nachfolgenden Tabelle 15 den Beurteilungskriterien Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 3 (vgl. Kap. 7.2, Tab. 13) sowie den Prüfwerten der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, bewertet nach *Kinderspielflächen* und *Wohngebieten* (vgl. Kap. 7.1, Tab. 10) gegenübergestellt. Die Analysenzertifikate können der Anlage 9-1 im Anhang entnommen werden.

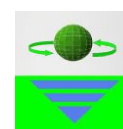
Tabelle 15: Schwermetall-Gehalte der Bodenproben, Angaben in mg/kg

KRB-Nr.	Teufe [m u. GOK]	As [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Zn [mg/kg]
KRB-4	0,35-1,20	3,80	27,7	0,14	46,5	48,0	130	0,071	96,5
KRB-4	1,20-2,30	5,68	20,6	0,24	72,7	41,4	136	1,4	104
KRB-6a	1,50-2,40	3,33	<5,0	0,07	78,2	50,6	161	<0,066	85,2
KRB-9	1,20-2,40	3,37	5,11	0,07	64,2	42,8	129	<0,066	83,3
KRB-9	2,40-2,90	2,79	5,59	0,07	54,0	42,3	124	<0,066	80,7
KRB-22	0,35-1,00	3,25	<5,0	<0,06	80,0	39,9	231	<0,066	82,4
KRB-22	1,10-1,80	3,13	<5,0	0,06	60,1	48,0	147	<0,066	83,2
KRB-23	0,60-1,00	6,07	6,66	0,06	168	43,3	187	<0,066	79,8
KRB-23	1,00-2,20	6,04	7,34	0,06	131	35,3	172	<0,066	73,0
KRB-60	0,35-1,00	4,39	7,82	0,08	103	43,1	141	<0,066	81,3
Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 3		150	500	5	500	300	250	5	750
BBodSchV Wirkungspfad -Boden-Mensch- „Kinderspielflächen“		25	200	10	200	----	70	10	----
BBodSchV Wirkungspfad -Boden-Mensch- „Wohngebiete“		50	400	20	400	----	140	20	----

Die Analysenergebnisse der Bodenproben auf Schwermetalle bzw. die zur Analyse gelangten Einzelparameter im Feststoff, wiesen insgesamt *keinerlei* Überschreitungen der Beurteilungswerte des Handbuches Altlasten, Band 3, Teil auf. Ein weiterer Handlungsbedarf ist demzufolge auf Grundlage der vorliegenden Analysenergebnisse im Bezug auf die o. g. Beurteilungswerte des Handbuches Altlasten Band 3, Teil 3, *nicht* abzuleiten.

In Bezug auf die Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, beurteilt nach der sensibelsten Nutzung als „Kinderspielflächen“ und „Wohngebiete“ (vgl. Kap. 7.1, Tab. 10) zeigt, dass lediglich der Einzelparameter *Nickel* den Prüfwert in Bezug auf „Kinderspielflächen“ *geogen bedingt* überschreitet (vgl. Kap. 3.5). Eine z. T. geringfügige Überschreitung des Prüfwertes der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, in Bezug auf „Wohngebiete“, war für die Bodenproben der KRB-6 a, -22, -23 und -60 für den Parameter Nickel analytisch nachweisbar (Tab. 15).

Alle übrigen Schwermetallkonzentrationen, unterschritten die Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, bewertet nach „Kinderspielflächen“ und „Wohngebieten“, des Wirkungspfades Boden-Mensch.



8.3 Analysenergebnisse der Bodenproben auf MKW und BTEX-Aromaten

Ausgewählte Bodenproben ließen wir auf die Parameter MKW inkl. des mobilen Anteils im Feststoff und im Eluat sowie auf BTEX-Aromaten im Feststoff analysieren (vgl. Tab. 16). Die Auswahl der zur Analyse ausgewählten Bodenproben, orientierte sich mehrheitlich an der ehemaligen Nutzung im Bereich der Untersuchungsfläche, z. B. als Öllager, Tankstelle, Waschplatz, Werkstatt und LKW-Waage, also um Bereich, in denen die vorgenannten Stoffgruppen, gelagert, umgeschlagen oder im Prozess eingesetzt wurden. Die hierbei ermittelte Analysenergebnisse können der nachfolgenden Tabelle 16 sowie der Anlage 9-1 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 16: MKW- und BTEX-Gehalte der Bodenproben im Feststoff und Eluat (tlw.)

KRB	Teufe [m u. GOK]	MKW (C10-C22) [mg/kg]	MKW (C10-C40) [mg/kg]	MKW Eluat [mg/l]	BTEX [mg/kg]	Beurteilungswerte Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3 [mg/kg]	
						MKW nach HLUG	BTEX
KRB-9	1,20-2,40	<50	87	-	-	2.500	25
KRB-9	2,40-2,90	<50	<50	-	-	2.500	25
KRB-11	1,20-2,20	<50	52	-	-	2.500	25
KRB-11	2,20-3,00	<50	70	-	-	2.500	25
KRB-22	0,35-1,00	<50	<50	-	-	2.500	25
KRB-22	1,10-1,80	<50	<50	<0,1	-	2.500	25
KRB-23	0,60-1,00	<50	<50	-	-	2.500	25
KRB-23	1,00-2,20	<50	<50	<0,1	-	2.500	25
KRB-24	0,35-0,90	<50	<50	<0,1	-	2.500	25
KRB-25	0,35-1,00	<50	<50	-	n.b.	2.500	25
KRB-25	1,00-2,00	<50	<50	-	n.b.	2.500	25
KRB-32	1,00-2,00	<50	<50	<0,1	-	2.500	25
KRB-32	2,00-3,00	<50	<50	<0,1	-	2.500	25
KRB-32	4,20-4,50	470	540	<0,1	-	2.500	25

Die Analysenergebnisse der in Tabelle 16 vorgestellten Bodenproben, wiesen MKW-Konzentrationen im Feststoff unterhalb des Sanierungszielwertes von <500 mg/kg (vgl. Abschlussbericht BAUconsulting Schäfer vom 21.12.2017) auf, so dass in Bezug auf die vorliegenden Analysenergebnisse auf MKW und BTEX-Aromaten, kein weiterer Handlungsbedarf abzuleiten ist.

Der zur Gefährdungsabschätzung einer Bodenverunreinigung durch MKW und BTEX-Aromaten angelegte Beurteilungswert von 2.500 mg/kg MKW und 25 mg/kg BTEX-Aromaten (Sickerwasserprognose), lag in den Analysenergebnissen ebenfalls unterschritten vor.

Auf Basis der in Tabelle 15 vorgestellten Analysenergebnisse der nutzungsbezogen ausgewählten Bodenproben im Vergleich zu den angelegten Beurteilungswerten des Handbuchs Altlasten Band 3, Teil 3, besteht u. E. aus umwelttechnischer Sicht kein weiterer Handlungsbedarf.



9. Gefährdungsabschätzung – Grundlagen

Zur Überprüfung des Gefährdungspotentials, ausgehend von der ehemaligen Werksfläche der Fa. Johannes Nickel GmbH & Co. KG, wurden im Zuge der tiefergehenden, umwelttechnischen Erkundung, 57 Kleinrammbohrungen, KRB-1 bis KRB-54 bzw. -KRB-60, verteilt über die Untersuchungsfläche positioniert (vgl. Anlage 6 im Anhang) und 336 Bodenproben entnommen. Insgesamt 137 ausgewählte Bodenproben wurden auf die hier relevanten Parameter polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA) im Feststoff (vgl. Kap. 8.1, Tab. 14) sowie MKW und BTEX-Aromaten (Kap. 8.3, Tab. 16) und Schwermetalle (Kap. 8.2, Tab. 15) analysiert.

Die Analysenergebnisse wurden den Beurteilungswerten des Handbuches Altlasten Band 3, Teil 3 und den Prüfwerten der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, bewertet nach Kinderspielflächen und Wohngebieten gegenübergestellt und bewertet. Die Auswahl der zur Analyse gelangten Bodenproben, sollte einen analytischen Querschnitt über die Zusammensetzung des Untergrundes im Bereich des Projektareals bzw. des geplanten Bauvorhabens „Basaltstraße“ liefern.

Die Auswahl der zur Analytik vorgesehenen Bodenproben erfolgte aufgrund der organoleptischen Voreinstufung während der Feldarbeiten aus den Ergebnissen der Profilbeschreibung der einzelnen Kleinrammbohrungen (vgl. Anlage 6 im Anhang) und den Ergebnissen der bisher erfolgten Voruntersuchungen (2022) und der durchgeführten Sanierungsmaßnahme (2017). Entsprechend des Untersuchungsumfanges und der gewählten Vorgehensweise, wurden z. T. spezielle Bewertungen hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Mensch (Kinderspielflächen und Wohngebiete) durchgeführt, da das Gelände zukünftig als Wohnbebauung genutzt werden soll (vgl. Anlage 2-3 im Anhang). Aufgrund einer fehlenden ackerbaulichen oder sonstigen landwirtschaftlichen Nutzung konnte eine Bewertung des Wirkungspfades Boden-Nutzpflanze der BBodSchV entfallen.

Im Ergebnis der vorliegenden Erkundung wurde zusätzlich eine vergleichende Beurteilung nach bodenschutz- und wasserrechtlichen Grundsätzen für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser (vgl. Kap. 7.1, Tab. 12), unter Berücksichtigung der Beurteilungswerte des Handbuches Altlasten Band 3, Teil 3, Anhang 3 (vgl. Kap. 7.2, Tab. 13), vorgenommen.

Aus dem Bodenschutzrecht ergeben sich in Bezug auf den Wirkungspfad Boden - Grundwasser folgende weitere Schritte:

Zum Schutz des Grundwassers vor Schadstoffeinträgen sind sowohl das Wasser-, als auch das Bodenrecht anwendbar. Dabei erfolgen die Untersuchungen und Bewertungen von Gefahren, die durch schädliche Bodenveränderungen in der ungesättigten Bodenzone ausgehen, nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz. Die materiellen Anforderungen an die Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Gewässern wiederum richten sich nach dem Wasserrecht. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen der Lage der schädlichen Bodenveränderung in der **ungesättigten Zone** und der Lage in der **gesättigten Zone** (vgl. Abb. 6+7).

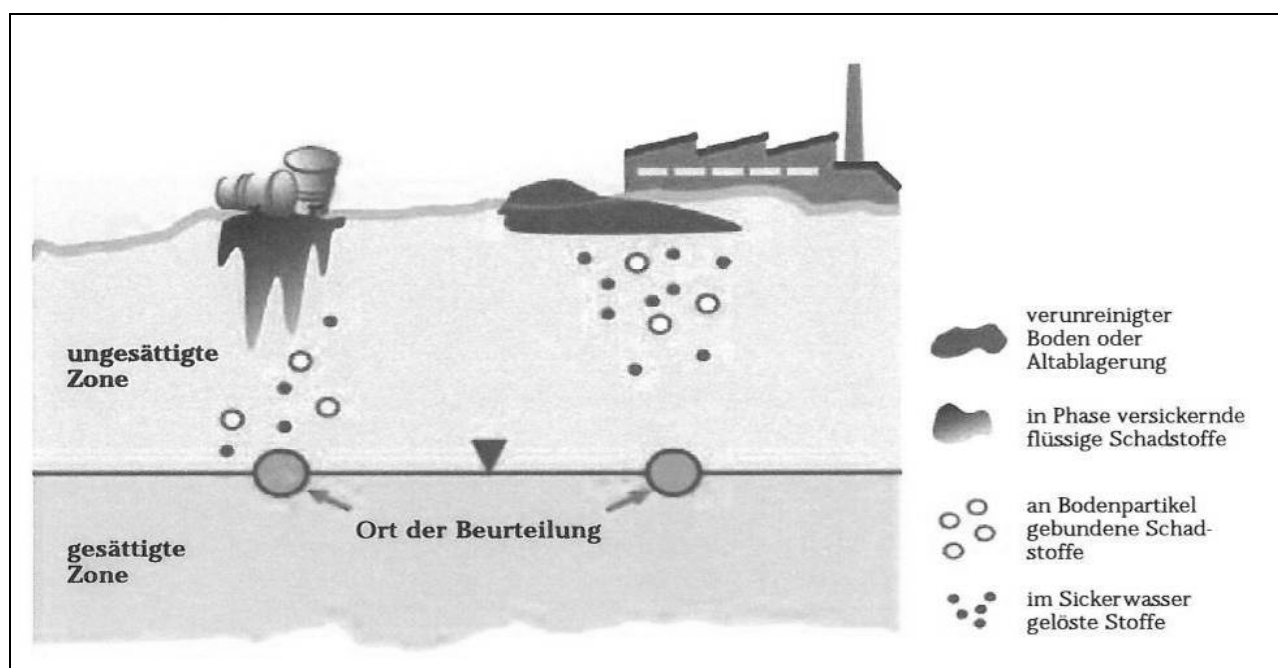


[a] Lage in der ungesättigten Zone

Der ggf. verunreinigte Boden liegt hierbei oberhalb des Grundwasserspiegels (vgl. Abb. 6). Schadstoffe, die z.B. in flüssiger Form vorliegen, haben das Grundwasser noch nicht erreicht. Schadstoffe können durch Niederschläge in Form von Sickerwasser gelöst und mit diesem ausgetragen werden. Bei der Durchströmung des Sickerwassers durch unbelastete Bodenschichten oder gering belastete Bereiche können Schadstoffe z.B. zurückgehalten, mikrobiell abgebaut oder auch aufkonzentriert werden. Durch das freigesetzte, beaufschlagte Sickerwasser kann das Grundwasser verunreinigt sein bzw. es besteht die Gefahr eines zukünftigen Schadstoffeintrags.

Für die Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser fordert die Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung (BBodSchV) in beiden Fällen die Durchführung einer Sickerwasserprognose nach § 4 Abs. 3 BBodSchV.

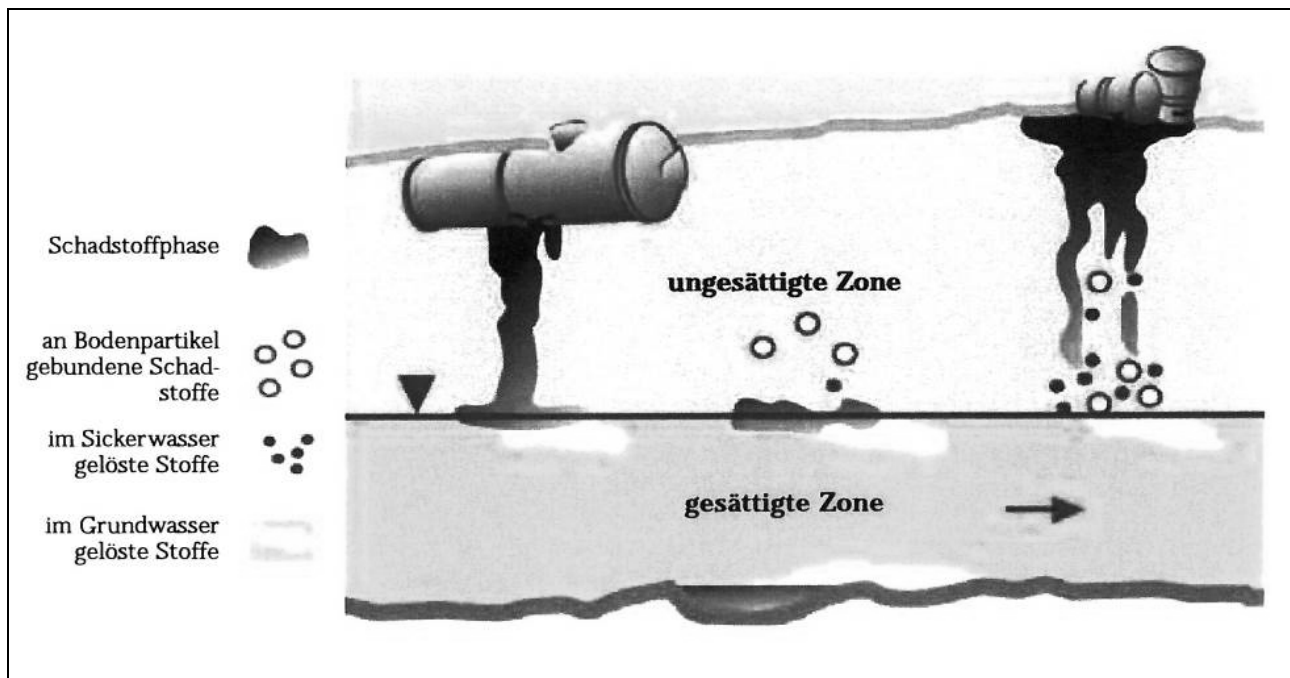
Abb.6: Ausbreitungspfad z.B. über in Phase versickernder Schadstoffe oder durch an Bodenpartikel gebundene oder im Sickerwasser gelöste Schadstoffe innerhalb einer künstlichen Auffüllung in der ungesättigten Bodenzone im Vergleich zum „Ort der Beurteilung“



[b] Lage in der gesättigten Zone

Die schädliche Bodenveränderung liegt entweder vollständig im Grundwasser, d.h. in der gesättigten Zone, oder sie befindet sich nur zum Teil in der ungesättigten, und zum anderen, in der gesättigten Zone (vgl. Abb. 7). Liegt die schädliche Bodenveränderung im Grundwasser, so erfolgt die Bewertung nach wasserrechtlichen Vorschriften. Die Prüfwerte der BBodSchV für den Pfad Boden - Grundwasser, sind bei der Grundwasseruntersuchung nicht anzuwenden. Bei Bodenveränderungen, die zum Teil in der gesättigten und zum Teil in der ungesättigten Bodenzone liegen, kann eine Sickerwasserprognose erforderlich sein, wenn zukünftig mit relevanten Schadstoffeinträgen über das Sickerwasser in das Grundwasser zu rechnen ist.

Abb. 7: Ausbreitungspfad von an Bodenpartikel gebundenen oder im Sickerwasser gelösten Schadstoffen, ausgehend von der ungesättigten Zone in die gesättigte Zone und deren Verfrachtung über das Grundwasser



9.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

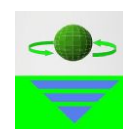
9.1.1 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA)

Eine Beeinträchtigung des Untergrundes durch polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA) sowie des Einzelparameters Benzo(a)pyren, im Sinne der angelegten Prüf- und Beurteilungswerte, war für die in Tabelle 14 zusammengefassten und rot unterlegten Bodenproben nachweisbar (vgl. auch Kap. 8.1, Tab. 14).

Tabelle 14: PAK- und B(a)P-relevante Bodenbelastungen im Bereich der westlichen Untersuchungsfläche

KRB	Teufe [m u. GOK]	PAK (EPA) [mg/kg]	B(a)P [mg/kg]	Beurteilungswerte Handbuch Altlasten Band 3, Teil 3 [mg/kg]		BBodSchV Prüfwerte Wirkungspfad Boden-Mensch Benzo(a)pyren (B(a)P) [mg/kg]	
				PAK	B(a)P	Kinderspielflächen	Wohngebiete
KRB-4	0,35-1,20	12,8	1,2	25	1	2	4
KRB-4	1,20-2,30	3,25	0,30	25	1	2	4
KRB-7	0,00-0,35	13,2	1,1	25	1	2	4
KRB-7	0,35-1,00	3,32	0,31	25	1	2	4
KRB-10	0,35-1,00	41,00	3,4	25	1	2	4
KRB-10	1,70-2,20	368,00	10,00	25	1	2	4
KRB-10	2,20-2,70	0,877	<0,050	25	1	2	4
KRB-30	0,35-1,00	10,7	1,2	25	1	2	4
KRB-30	1,00-2,00	58,40	3,8	25	1	2	4
KRB-30	2,00-3,00	2,18	0,37	25	1	2	4
KRB-30	3,00-3,60	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-39	0,00-0,35	25,60	2,1	25	1	2	4
KRB-39	0,35-1,00	14,5	1,9	25	1	2	4
KRB-39	1,00-2,00	10,0	0,94	25	1	2	4
KRB-39	2,00-2,70	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-46	1,00-2,10	15,6	1,4	25	1	2	4
KRB-46	2,10-3,00	n.b.	<0,050	25	1	2	4
KRB-49	0,35-1,00	5,64	0,68	25	1	2	4
KRB-49	1,00-2,00	7,71	0,77	25	1	2	4
KRB-49	2,00-3,40 MP	49,7	4,2	25	1	2	4
KRB-50	0,35-1,00	3,23	0,28	25	1	2	4
KRB-50	1,00-2,60	2,37	0,25	25	1	2	4
KRB-50	2,60-3,20	10,2	0,88	25	1	2	4
KRB-50 *1	3,20-3,70 MP	836,0	43,0	25	1	2	4
KRB-53	0,35-1,00	6,65	0,75	25	1	2	4
KRB-53	1,00-2,40	22,3	1,8	25	1	2	4
KRB-53	2,40-2,70	26,7	2,1	25	1	2	4
KRB-53	2,70-3,20	30,6	1,9	25	1	2	4
KRB-53	3,20-3,80	20,7	1,6	25	1	2	4

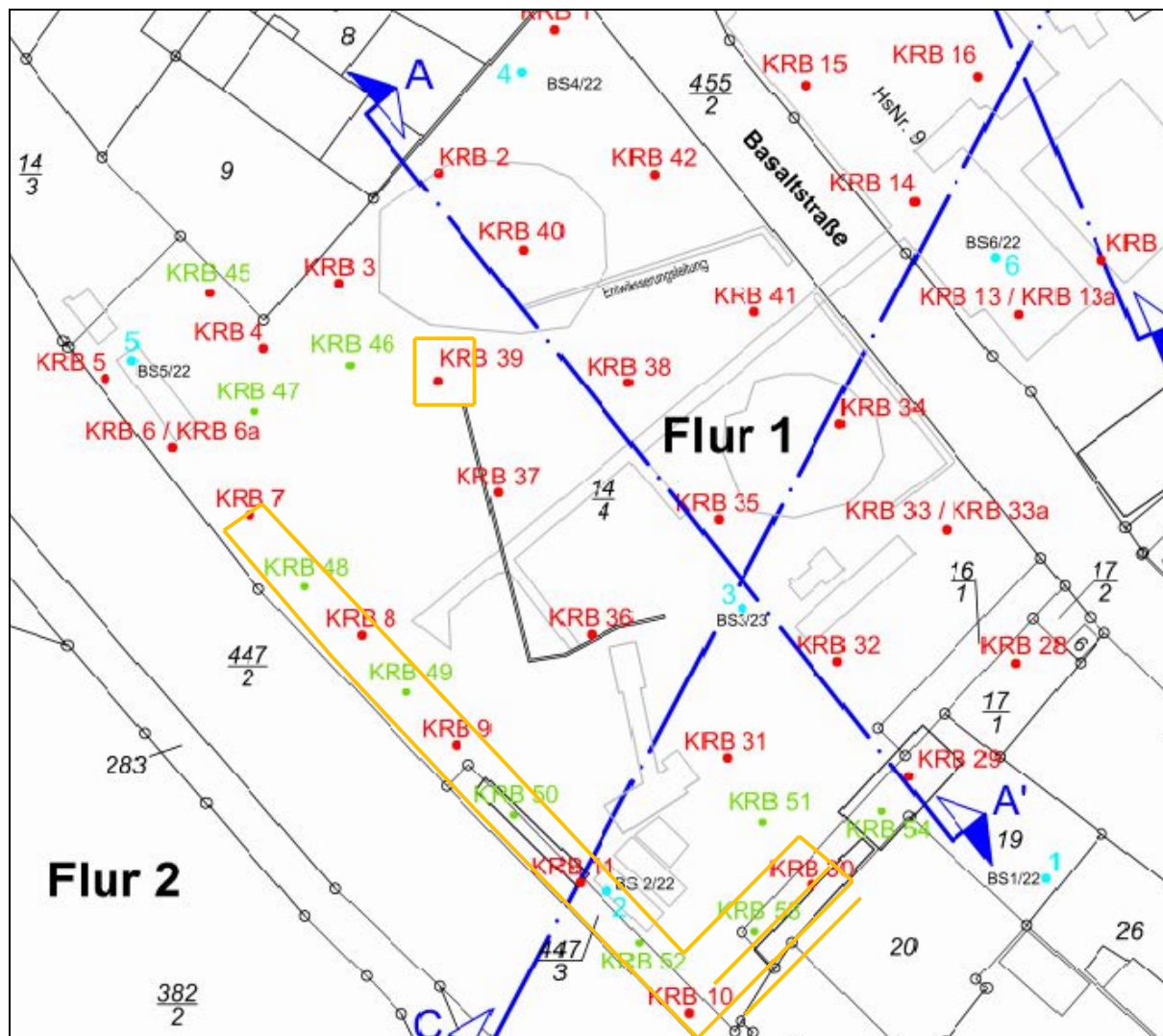
*1: Kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen



Die nach Abschluss der 1. Bohrkampagne vom 13.04.2023 bis 18.04.2023 beauftragten Analysen auf PAK nach EPA (Anlage 9-1 im Anhang), lieferten insbesondere in den Bodenproben der KRB-10, Teufe 1,70 – 2,20 m u. GOK, erhöht vorliegende PAK-Gehalte, so dass im Nachgang zunächst die Analyse der archivierten Rückstellproben erfolgte (Anlage 9-2 im Anhang).

Im Nachgang wurden deshalb die umwelttechnisch relevanten Bereiche im westlichen und südlichen Bereich des westlich der Basaltstraße gelegenen Grundstücks (z. B. Flurstück 14/4), am 13.06.2023 durch Abteufen von 10 zusätzlichen Kleinrammbohrungen tiefergehend untersucht (Verkleinerung des Rasterfeldes), um die im Zuge der 1. Bohrkampagne dokumentierten Bodenbelastungen durch PAK nach EPA sowohl lateral, als auch vertikal eingrenzen zu können (Abb. 8).

Abb. 8: PAK-Belastungen im Untergrund der Untersuchungsfläche, westlich der Basaltstraße



Die Verteilung der höchsten PAK-Konzentrationen im Bereich der westlich der Basaltstraße gelegenen Flurstücke, z. B. 14/4 und 447/3 zeigt, dass diese insbesondere auf den südwestlichen und südlichen Randbereich der Untersuchungsfläche, d. h. die Kleinrammbohrungen KRB-10 (368 mg/kg), -30 (58,40 mg/kg), -49 (49,70 mg/kg), -50 (836,00 mg/kg) und -53 (30,6 mg/kg) und i.w.S auf die im Jahre 2017 angelegten Randbereiche der Sanierungsflächen 2 und 3 beschränkt bleiben (Kap. 1.3.1, Abb. 3 sowie Abb. 8). Die vorgenannten Bohransatzpositionen, liegen, wie bereits beschrieben, etwa im Bereich der im Jahre 2017 durch die Fa. Freimuth Abbruch und Recycling GmbH, unter fachtechnischer Begleitung der BAUconsulting Schäfer, sanierten Flächen 1 bis 3 bzw. der Teilabschnitte TA 1 bis TA 3 der Fläche 3 (vgl. Kap. 1.3.1, Abb. 2 und 3 sowie Kap. 9.1.1, Abb. 8).

Eine exakte Positionierung unserer Bohransatzpositionen, gegenüber den im Jahre 2017 angelegten Sanierungsbaugruben, war aufgrund fehlender Planunterlagen bzw. fehlender Aufmaße der im Jahre 2017 angelegten Aushubbereiche leider nicht möglich. Diese insbesondere im südwestlichen Grundstücksbereich verbliebenen PAK-Restbelastungen, z. B. in den Bodenproben der KRB-50, Teufe 3,20 m bis 3,70 m u. GOK, mussten offensichtlich aus Standsicherheitsgründen im Untergrund verbleiben. Hier befinden sich die Stützmauer zum Nachbargrundstück sowie die Mauer zur Bahnrasse der DB AG (vgl. Kap. 1.3.1, Foto 4+5).

Deutlich geringere PAK-Konzentrationen zwischen 12,80 mg/kg und 25,60 mg/kg und insbesondere Benzo(a)pyren-Gehalte zwischen 1,1 mg/kg und 2,10 mg/kg, waren dagegen in den Bodenproben der KRB-4, -7, -39 und -46 dokumentiert worden. Die zur Bewertung einer Bodenbelastung angelegten Beurteilungs- und Prüfwerte lagen in der KRB-39 geringfügig überschritten vor. Die vorgenannte Kleinrammbohrung KRB-39, liegt im nordwestlichen Bereich des Flurstücks 14/4 (vgl. Kap. 9.1.1, Abb. 8).

Bewertet nach der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, bezogen auf die sensibleste Nutzung als Kinderspielfläche, wurde der Prüfwert für Benzo(a)pyren von 2,0 mg/kg, lediglich in 4 Kleinrammbohrungen überschritten. Die höchste Konzentration war hierbei in den Bodenproben der KRB-10 mit 10 mg/kg B(a)P und in der KRB-50 mit 43 mg/kg B(a)P nachweisbar. Alle übrigen Werte lagen unterhalb 5 mg/kg (B(a)P (vgl. Tab. 14).

9.1.2 Schwermetalle

Die Analyse ausgewählter Schwermetalle, ergab lediglich für den Parameter Nickel mit Konzentrationen zwischen 124 mg/kg bis 231 mg/kg, eine Überschreitung des Prüfwertes der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, bewertet nach der Nutzung als Kinderspielfläche (70 mg/kg) bzw. Wohngebiete (140 mg/kg). Der Beurteilungswert des Handbuchs Altlasten, Band 3, Teil 3 von 250 mg/kg wurde unterschritten.

Wie bereits ausführlich in Kap. 3.5, Tab. 6 bis 8 dargelegt, handelt es sich hierbei um eine sogenannte geogene Hintergrundbelastung im Bereich basaltisch überprägter Böden.

Ein weiterer Handlungsbedarf ist demnach nicht abzuleiten.

9.1.3 Kohlenwasserstoffe (MKW) und BTEX-Aromaten

Eine Beeinträchtigung des Untergrundes durch Mineralölkohlenwasserstoffe und BTEX-Aromaten war in den zur Analyse gelangten Bodenproben nicht nachweisbar. Der im Vorlauf der Sanierungsmaßnahme aus dem Jahre 2017 durch die Fachbehörde vorgegebene Sanierungszielwert von <500 mg/kg MKW, wurde in allen analysierten Bodenproben unterschritten (vgl. Kap. 8.3, Tab. 13). Eine Beeinträchtigung für den ebenfalls zur Analyse gelangten Parameter BTEX-Aromaten, war in den Bodenproben der KRB-25 ebenfalls nicht nachweisbar.



9.2 Sickerwasserprognose - Abschlussbetrachtung

Vereinzelte Bodenbeeinträchtigungen durch polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA), im Sinne einer Überschreitung der Beurteilungswerte des Handbuches Altlasten, Band 3, Teil 3 und der Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, bleiben fast ausnahmslos auf den westlichen bis südwestlichen, z. T. oberflächennahen Bereich der Untersuchungsfläche beschränkt (vgl. Kap. 9.1.1, Tab. 14 und Abb. 8). Hierbei handelt es sich größtenteils um sogenannte Restbelastungen (PAK nach EPA), die aufgrund der vorliegenden örtlichen und baulichen Gegebenheiten (Stützmauer und Gleiskörper der DB AG), d. h. aus Standsicherheitsgründen, in den Randbereichen der im Jahre 2017 angelegten Sanierungsbaugruben der Flächen 2 und 3 verbleiben mussten. Diese Bodenbelastungen, insbesondere der KRB-10, -30, -49, -50 und -53 (Abb. 9, Restbelastung II), bleiben auf den Teufenbereich zwischen ca. 1,70 m u. GOK bis ca. 3,80 m u. GOK im westlichen bzw. südwestlichen Randbereich der Untersuchungsfläche bzw. des geplanten Bauvorhabens beschränkt. Im Bereich der vorgenannten Kleinrammbohrungen, ist auf Grundlage der vorliegenden Bauplanung kein Bodenaushub vorgesehen.

Leicht erhöhte PAK-Beeinträchtigungen bzw. Benzo(a)pyren-Konzentrationen, waren im Bereich der nördlichen Fläche (Restbelastung I) in der KRB-39, mit einmalig 25,6 mg/kg PAK nach EPA und einmalig 2,1 mg/kg B(a)P nachweisbar, so dass der Beurteilungswert des Handbuches Altlasten Band 3, Teil von 25 mg/kg und der Prüfwert der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, bewertet nach Kinderspielflächen von 1 mg/kg B(a)P, überschritten vorlag.

Die Bodenprofile der Anlage 6 zeigen, dass im Untergrund des westlich der Basaltstraße gelegenen Baugrundstücks, unterhalb einer in ihrer Mächtigkeit schwankenden Auffüllung, d. h. zwischen ca. 1,50 m u. GOK bis maximal ca. 3,80 m u. GOK, bis zur jeweils erzielten Endteufe der KRB-48 bis KRB-54 (vgl. Anlage 6 im Anhang), ausnahmslos bindige Böden in Form von Schluffen und Tonen (Auesedimente) erbohrt wurden, die den im tieferen Untergrund folgenden Basalten auflagern.

Ein zusammenhängender Schicht- oder Grundwasserleiter, konnte im Zuge der Feldarbeiten in den 57 Kleinrammbohrungen, abgesehen von einigen wenigen schwebenden Schichtwasserhorizonten (KRB-5, 6a, -9 und -11) in ca. 144,50 m ü. NN, ebenfalls nicht dokumentiert werden (vgl. Anlage 6 im Anhang). Der Grundwasserspiegel am Standort liegt auf Datengrundlage der Messergebnisse aus der vorhandenen Grundwassermessstelle im Nordwesten der Untersuchungsfläche, bei ca. 134,50 m ü. NN. Daraus errechnet sich eine Höhendifferenz von ca. 11,00 m. Die höchsten Bodenbelastungen an PAK nach EPA (836 mg/kg), waren in der KRB-50, im Teufenbereich zwischen 3,20 m bis 3,70 m u. GOK (=Teufe 143,66 bis 143,16 m ü. NN) nachweisbar. Der Abstand der maximalen Bodenbeeinträchtigungen zum aktuellen Grundwasserspiegel der vorgenannten Grundwassermessstelle, beträgt somit ca. 8,50 m und besteht aus Tonen und Schluffen (Auesedimente).

Die Bodenbelastungen liegen somit innerhalb der ungesättigten Bodenzone (vgl. Kap. 9, Abb. 6). Die Wasserlöslichkeit der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) und der Schwermetalle ist i. d. R. gering,

Im Untergrund der Untersuchungsfläche östlich der Basaltstraße (Hanggrundstück), waren weder Bodenbeeinträchtigungen durch Mineralölkohlenwasserstoffe und BTEX-Aromaten, noch durch polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA) nachweisbar.

Ein akutes, umweltrelevantes Gefährdungspotential, ausgehend vom Untergrund des ehemaligen Werksgeländes, ist auf Grundlage der vorliegenden Bodenanalysergebnisse, der allgemeinen Umfelddaten, des Untergrundaufbaus und der Schicht- bzw. Grundwasserverhältnisse u. E. nicht abzuleiten, da



- keine hohen Schadstoffbelastungen durch PAK verteilt über die Untersuchungsfläche vorliegen,
- aufgrund des Schichtenaufbaus eine nur geringe Sickerwasserrate abgeleitet werden kann,
- kein zusammenhängender Schicht- oder Grundwasserleiter im Zuge der Feldarbeiten erbohrt wurde,
- der Grundwasserspiegel in 134,50 m ü. NN und somit deutlich unterhalb der maximal ermittelten Bodenbeeinträchtigung in 143,16 m ü. NN liegt,
- die Durchlässigkeit des schluffigen und tonigen Untergrundes als sehr gering einzustufen ist,
- die Mobilität der vorliegenden, polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe sehr gering ist,
- die Bodenbelastungen im Feststoff vertikal eingegrenzt wurden und
- eine weitere gewerbliche Nutzung nicht mehr erfolgt

Ein weiterer Handlungsbedarf ist demnach, auf Grundlage der hier vorgelegten Analysenergebnisse und der zur Bewertung angelegten Beurteilungs- und Prüfwerte, für den Standort des ehemaligen Werksgeländes der Fa. Johannes Nickel GmbH & Co. KG beiderseits der Basaltstraße, d. h. im Bereich des geplanten Bauvorhabens, u. E. nicht weiter abzuleiten (vgl. Kap. 8.1, Tab. 11 und Kap. 8.3, Tab. 13 und 12). Gemäß der fachtechnischen Stellungnahme des Regierungspräsidiums Darmstadt Dez. IV/WI44 Bergaufsicht, Lessingstr. 16-18, 65189 Wiesbaden und des RP Darmstadt, Dez. IV/F 41.5, Bodenschutz West, Gutleutstr. 114, 60327 Frankfurt am Main zum Abschlussbericht der Fa. BAUconsulting Schäfer vom 21.12.2017, konnte die Fläche aus dem Bergrecht entlassen werden, da die zur Beweissicherung aus den Sanierungsbaugruben entnommenen Bodenproben keinerlei Hinweise auf eine Beeinträchtigung des Untergrundes durch PAK nach EPA mehr aufwiesen.

9.3 Auswirkungen der Restbelastungen auf das geplante Bauvorhaben „Basaltstraße“

Die geplante Bebauung beiderseits der Basaltstraße in Ober-Widdersheim, kann der Abb. 9 entnommen werden (vgl. Anlage 2-3 im Anhang). Auf dem Grundstück westlich der Basaltstraße, ist die Errichtung von 4 Doppelhaushälften inkl. Garten sowie eine Umfahrung / Zufahrt geplant. In Richtung auf den Gleiskörper der DB AG, sollen weitere zusammenhängende Wohneinheiten entstehen (Abb. 9).

In Richtung auf die Bahntrasse der DB AG ist die Anlage eines Lärmschutzwalles vorgesehen, um die entstehenden Lärmbelastigungen passierender Züge, insbesondere in den Abend- und Nachtstunden, für die künftigen Anwohner zu minimieren.

Aus der Bauplanung wird ersichtlich (Abb. 9), dass dieser geplante Lärmschutzwall im Bereich der im Untergrund verbliebenen Restbelastungen an PAK nach EPA im Südwesten der Untersuchungsfläche angelegt werden soll (vgl. Kap. 9.1.1, Abb. 8). Im Bereich der geplanten Wohnbebauung (rot) westlich der Basaltstraße, waren in den Kleinrammbohrungen KRB-1 und -2 sowie der KRB-32, -33a, -34, 35, -38, -40, 41 und -42, keine Bodenbelastungen durch PAK nach EPA nachweisbar (vgl. Kap. 8.1, Tab. 11).

Der im Zuge des Bauvorhabens anfallende Bodenaushub zur Errichtung der Wohnbebauung (Keller), kann u. E. für die Anlage des geplanten Lärmschutzwalles in Richtung des Gleiskörpers der DB AG verwendet werden.

Die Anlage des Lärmschutzwalles aus dem ohnehin anfallenden Bodenaushub im Zuge der geplanten Baumaßnahme, ist aus ökologischer und ökonomischer Sicht anzuraten, um eine Belastung der Umwelt zu minimieren.

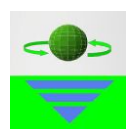


Abb. 9: Geplantes Bauvorhaben inkl. Wohnbebauung, beiderseits der „Basaltstraße“, Ober-Widdersheim



10. Schlussbemerkungen

Wir möchten empfehlen, das vorliegende Gutachten an die zuständigen Fachbehörden mit der Bitte um Stellungnahme weiterzuleiten.

Dieser Untersuchungsbericht ist nur in seiner Gesamtheit gültig. Weitergabe und / oder Veröffentlichung des Berichtes, *insbesondere in Auszügen*, bedürfen der vorherigen schriftlichen Genehmigung der WISA Sanierungsgesellschaft mbH, Oberstraße 8, 35423 Lich.

Die im vorliegenden Bericht diskutierten Geländebefunde und Analysenergebnisse basieren auf einmaligen Stichproben und geben die Situation am jeweiligen Probenahmetag (z.B. Datum der Probenahmen bzw. der Analysenprotokolle) wieder und sind keinesfalls auf einen anderen, als den angegebenen Zeitpunkt übertragbar.

Bei Übergabe bzw. Weiterleitung des vorliegenden Gutachtens an den Auftraggeber auf elektronischem Weg, z.B. in Form einer E-mail oder einer Daten-CD, bitten wir unbedingt zu beachten, dass ausschließlich die, durch den Gutachter der WISA Sanierungsgesellschaft mbH unterschriebenen Originalgutachten, rechtsverbindlichen Charakter besitzen.

Lich, den 29. Juni 2023

.....
Carsten Weisner (Dipl.- Geol.)
Geschäftsführer

WISA Sanierungsgesellschaft mbH

