

Linden

Am Bergwerkswald 2

**- Umwelttechnische Boden- und Bodenluft- und
Grundwasseruntersuchungen -**

Projekt- Nr. 202415518a3

Auftraggeber: Reimund Lich Vermietung und Verpachtung, Linden

Gutachter: Dipl.-Geol. Hans-Herbert Klein

Datum: 26. November 2024

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. AUFTRAG	1
2. UNTERLAGEN	1
3. SITUATION	2
3.1 Geohydrologische Situation	2
3.2 Entstehung der Erze und Bergbau	3
3.3 Bergsenkungen	4
3.4 Verfüllungen	5
3.5 Bisherige Untersuchungen	6
3.6 Aktuelle Nutzung und historischer Abriss	6
5. ERGEBNISSE DER SONDIERBOHRUNGEN	10
5.1 Schichtenbeschreibung	10
6. ERGEBNISSE DER BODENUNTERSUCHUNG	11
6.1 Wirkungspfad Boden – Mensch (Gewerbliche Nutzung)	12
7. BODENLUFTUNTERSUCHUNGEN	13
7.1 Bodenluftpegel	13
7.2 Bodenluft-Feldmessungen	13
8. ERGEBNIS DER BODENLUFTANALYSEN	14
8.1 Deponiegase	14
8.2 Leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe	15
9. ERGEBNIS UND BEWERTUNG DER GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN	16
9.1 Grundwasserprobenahme	16
9.2 Ergebnis der Grundwasseranalysen	16
10. ZUSAMMENFASSUNG	18
11. ANLAGEN	22

1. AUFTRAG

Die Geonorm GmbH wurde am 28.08.2024 durch die Reimund Lich Vermietung und Verpachtung beauftragt, Boden-, Bodenluft- und Grundwasseruntersuchungen auf dem Grundstück Am Bergwerkswald 2 in Linden durchzuführen.

2. UNTERLAGEN

Folgende Unterlagen bzw. Maßnahmen wurden bei den Untersuchungen berücksichtigt:

- [1] Topographische Karte Gießen M 1 : 25.000, Blatt 5418
- [2] Geologische Karte Gießen M 1 : 25.000, Blatt 5418
- [3] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG) vom 17. März 1998 (BGBl. I Nr. 16 vom 24.03.1998)
- [4] Bundes- Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I Nr. 36 vom 16.07.1999), Stand: 27.09.2017
- [5] HLUG-Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 2: Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Schadensfällen; Wiesbaden 2002
- [6] Orientierende Untersuchungen zur Altablagerung Gießen-Oberhof, erstellt von Prof. Dr. K. Knoblich et al., Gießen 1989
- [7] 2. Bericht zur Altablagerung Linden-Oberhof, erstellt von Prof. Dr. K. Knoblich et al., Gießen 1990
- [8] Gutachten zur Bodenluftuntersuchung der Geonorm GmbH vom 17.09.1993, unter Aktenzeichen 811/93
- [9] Gutachten zur Durchführung eines Pumpversuchs und Grundwasseruntersuchung der Geonorm GmbH vom 07.12.2000 unter Projekt-Nummer 2000 3740a2
- [10] Bescheid des RP Gießen, Abt. Staatliches Umweltamt Marburg, zur Altablagerung „ehem. Deponie Oberhof“ vom 26.01.2001 unter AZ.: IV MR 43.1/Rö – 100 i 06.03 Oberhof
- [11] Schreiben des RP Gießen, Abt. Staatliches Umweltamt Marburg, vom 24.04.2001 unter AZ.: IV MR 43.1/Rö – 100 i 06.03 Oberhof
- [12] Gutachten Geonorm GmbH zu umwelttechnischen Boden- und Bodenluftuntersuchungen unter Projekt-Nr. 202314822a3 vom 11.05.2023
- [13] Gutachten Geonorm GmbH zur Dokumentation und Bewertung der vorliegenden Untersuchungen unter Projekt-Nr. 202315188a2 vom 16.02.24
- [14] Untersuchungskonzept Geonorm GmbH zur Untersuchung der Wirkungspfade Boden – Mensch und Boden – Grundwasser vom 29.07.2024

3. SITUATION

Das Untersuchungsgrundstück liegt im Bereich der Altablagerung Oberhof, im südöstlichen Bereich des ehemaligen Manganabbaufeldes im Bergwerkswald zwischen Gießen und Linden (siehe Anlage 1). Es liegt in der Flur 12, Flurstück 14/19 in der Gemarkung Großen-Linden. Das Areal wird von einem Waldstreifen entlang des Leihgesterner Wegs im Osten, einem bebauten Grundstück im Süden sowie der Straße 'Am Bergwerkswald' im Westen begrenzt. Das Gelände fällt leicht nach Norden ein.

3.1 Geohydrologische Situation

Das Untersuchungsgebiet (vgl. Abbildung 1) liegt westlich von einer tiefgreifenden tektonischen NNW-SSE verlaufenden Störung. Der natürliche Untergrund wird von stark reliefierten, mitteldevonischen Massenkalken gebildet. In deren Verkarstungsvertiefungen und darüber haben sich im Tertiär die sogenannten „bunten Tone“ abgelagert. Östlich der Störung sind überwiegend sandige Sedimente ausgebildet. Über den natürlichen Böden liegen unterschiedlich mächtige Auffüllungen aus den 50er bis 70er Jahren.

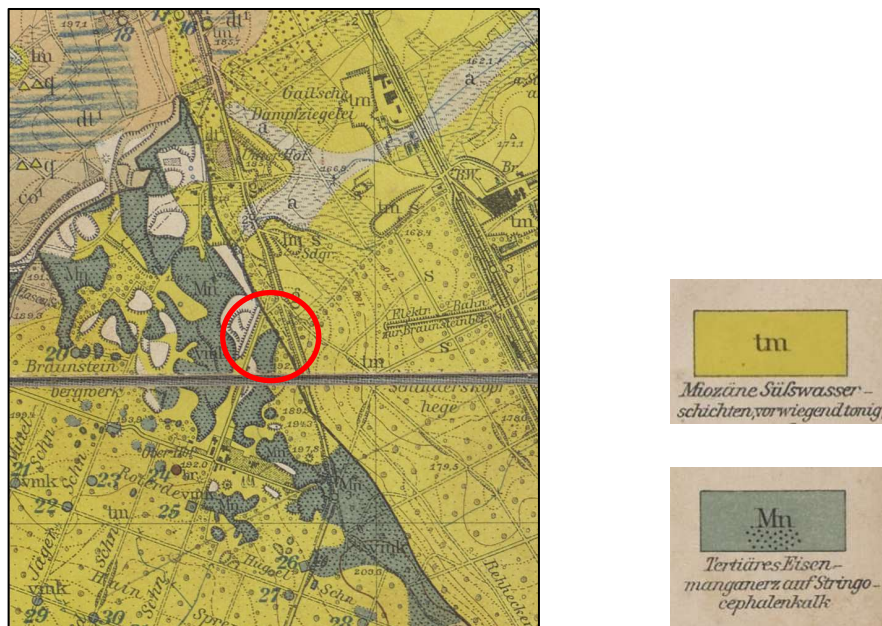


Abbildung 1: Auszug Geologische Karte

Der örtliche Grundwasseraquifer ist als Kluftgrundwasserleiter in den Massenkalken ausgebildet. Der Grundwasserflurabstand lag am 04.10.2000 in der Oberstrommessstelle (O 1) bei 20,71 m u. ROK bzw. 167,85 m HNH, in der Unterstrommessstelle (U 2) bei 20,44 m u. Rok bzw. 167,80 m HNH und in der Unterstrommessstelle (U 3) bei 25,22 m u. Rok bzw. bei 167,78 m HNH. Die GW-Fließrichtung geht am Stichtag (vgl. Abbildung 2) nach Ostsüdosten.

Die Grundwasseroberfläche liegt damit deutlich unterhalb von den tiefsten Ablagerungen, die etwa bis in Tiefen von 175 m HNH reichen.

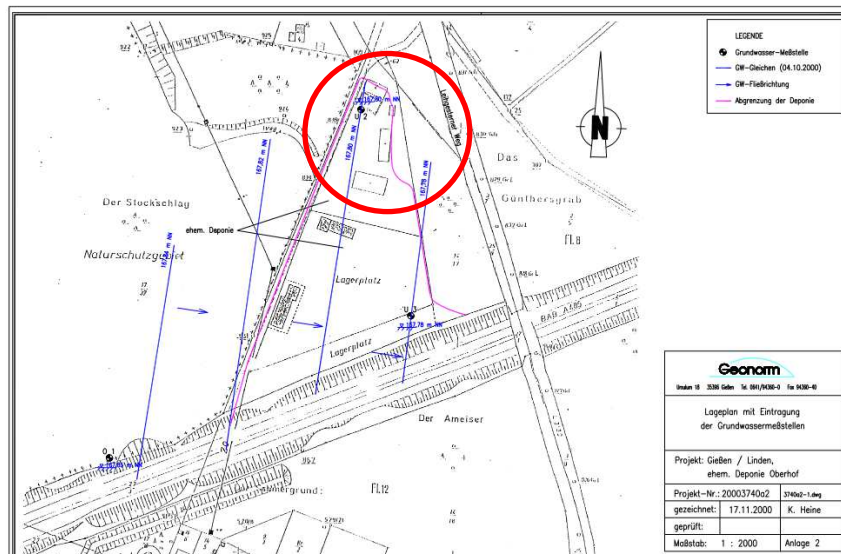


Abbildung 2: Grundwasserpegel U1, U2, U3 und Grundwasserfließrichtung 04.10.2000

Das untersuchte Gelände liegt gemäß Fachinformationssystem Grund- und Trinkwasserschutz Hessen (HLNUG) außerhalb von Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten. Direkt westlich der Untersuchungsfläche schließt sich das Naturschutzgebiet Bergwerkswald an.

3.2 Entstehung der Erze und Bergbau

Die Erze entstanden im Tertiär durch eine intensive Verwitterung der Massenkalk, bei der sich tiefreichende Hohlräume bildeten. In den Hohlräumen kam es durch Oberflächen- und Grundwässer, mit Änderung der Milieubedingungen ins Basische, zur Ausfällung von Eisen- und Mangan-Oxiden und Hydroxiden. Dies führte zur Entstehung der bedeutendsten Manganerzlagstätte Deutschlands.

Der Abbau der Erze erfolgte etwa bis kurz vor der Jahrhundertwende im Tagebau und danach auch im Untertagebau von Stollen aus. Der Tagebau fand dort Anwendung, wo das Deckgebirge eine Mächtigkeit von 10 bis 15 m nicht übersteigt. Er fand auf terrassenförmig angelegten Strossen statt, auf denen das Erz und der Abraum gewonnen, geschieden und verladen wurde.

Im Untertagebau wurden von der Talsohle des Tagebaus aus waagerechten Stollen und davon ausgehenden Querschlägen das Erz abgebaut und zu Tage gefördert.

Die dritte Abbauförmung war der Tiefbau über Schachtanlagen mit Förderturm. Von den tiefen Schachtanlagen verliefen Hauptstrecken bzw. -stollen von denen Querschläge (z.B. Überhaue) abgingen. Die Tiefbauarbeiten gingen bis etwa 1963.

Im Untersuchungsgebiet kamen alle drei AbbaufORMen zur Anwendung. Der Tagebau erreichte in etwa Tiefen zwischen 5 und 10 m (ca. 185 und 180 m HNH) unter Geländeoberkante. Die Sohle des Hauptstollens liegt in einer Höhe von etwa 167,3 m HNH (ca. 20 bis 23 m unter der heutigen Oberfläche (187 bis 190 m HNH) und damit in etwa der Höhe des Grundwasserspiegels. Die Querschläge in Form von Überhauen reichten örtlich bis 178 m HNH unter Gelände.

3.3 Bergsenkungen

Durch das Untersuchungsgebiet /13/ verläuft der sogenannte Hauptstollen. Er kommt von Nordwesten und teilt sich etwa südlich vom Gebäude Am Bergwerkswald 2 in einen südlichen und einen östlichen Strang. Der nicht ausgebaute Stollen liegt in einer Teufe von 167,3 m HNH innerhalb der kompakten Massenkalk. Er weist im Untersuchungsbereich eine Überdeckung von etwa 20 m bis 23 m auf.

Im südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes (vgl. Abbildung 3) gehen vom Hauptstollen eine große Zahl von Querschlägen aus. Es ist nicht bekannt, ob die Querschläge verfüllt worden sind. Speziell in diesem Bereich können Bergsenkungen Einwirkungen auf die Tagesoberfläche haben. Nicht auszuschließen ist der Einsturz nicht verfüllter Stollen oder Schächte (Tagesbruch). Der Einsturz kann einen nach oben um mehrere Meter verbreiterten Einsturztrichter zur Folge haben.



Abbildung 3: Haupt- und Nebestollen

3.4 Verfüllungen

Nach Auswertung der vorliegenden Luftbilder aus 1953, 1958, 1966, 1971 und 1982 wurde etwa ab dem Jahre 1952 der Tagebau von Nordwesten (Am Bergwerkswald 2) nach Südosten bzw. Süden über den Gießener Ring hinaus verfüllt. Die Hauptverfüllung war wahrscheinlich bis 1966 abgeschlossen. Eventuell kam es danach bzw. beim Bau des Gießener Rings im Jahre 1971 noch zu weiteren oberflächlichen Auffüllungen.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen generell eine Zunahme der Auffüllmächtigkeiten von Norden nach Süden. Sie liegen im Untersuchungsbereich bei etwa 2 m im Norden und steigen bis zur südlichen bzw. westlichen Grenze auf über 7 m an.

Die zeitliche Entwicklung der Verfüllungen ist in der nachfolgenden Abbildung 4 dargestellt.



Abbildung 4: Zeitliche Entwicklung der Verfüllungen

3.5 Bisherige Untersuchungen

In den orientierenden Untersuchungen aus den Jahren 1989 und 1990 /6/ und /7/ wurden im Untersuchungsareal, bis auf die äußerste südöstliche Ecke, keine Befrachtungen der Bodenuft mit Methan und Kohlendioxid nachgewiesen.

Die im Rahmen der Grundwasseruntersuchung /9/ ermittelten Daten ergaben eine GW-Fließrichtung mit einem sehr geringen Gefälle von 0,25 ‰ nach Ostsüdost. Demzufolge führen schon GW-Spiegelschwankungen im Zentimeter-Bereich zu merklichen Veränderungen der Abstromrichtung (Nordost - Südost).

Die Beeinträchtigung des Grundwassers im Abstrom der Altablagerung wurde auf den Austrag von schwerflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen zurückgeführt. Die hierfür repräsentativen AOX-Konzentrationen lagen zu Beginn des Pumpversuchs kurzzeitig über dem Prüfwert der Grundwasser-VwV. Mit Fortdauer des Pumpversuchs lag die AOX-Belastung annähernd im Bereich des Prüfwertes der Grundwasser-VwV. Da laut der Gutachten /6/ und /7/ ein Teil der chlorierten Kohlenwasserstoffe schon im Anstrom nachgewiesen werden konnten, wurde das Gefährdungspotential in Bezug auf einen deponiebürtigen Eintrag von AOX in das Grundwasser als gering eingestuft.

Eine Untersuchung des Grundwassers auf leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) zeigte geringe Gehalte an Tri- und Tetrachlorethen (Per), die jedoch den Prüfwert der BBodSchV einhielten.

Mit dem Bescheid des RP Gießen /10/ zum Vollzug des Hessischen Altlastengesetzes wurde die getroffene Altlastenfeststellung bzgl. der Flurstücke 14/16, 14/17, **14/19**, 14/20 und 17/37 der Altablagerung Oberhof aufgehoben. Gleichzeitig wird in dem Schreiben darauf hingewiesen, dass das gesamte Gelände der ehemalige Deponie Oberhof weiterhin als Altablagerung im Sinne des §2 Abs. 5 Ziffer 1 des BBodSchG anzusehen ist. Bei einer geplanten Nutzungsänderung zu einem späteren Zeitpunkt muss eine Neubewertung auf Basis nutzungsbezogener Untersuchungen durchgeführt werden.

3.6 Aktuelle Nutzung und historischer Abriss

Im Untersuchungsareal besteht im nördlichen Bereich ein gewerblich genutztes Gebäude, welches im Jahre 1966 erbaut wurde. Des Weiteren besteht eine alte Halle mit Kriechkeller die früher als Lager genutzt und danach zu Bürozwecken umgebaut wurde.

In jüngerer Zeit wurden im Grundstücksareal Bürocontainer aufgestellt. Die Außenbereiche sind im zentralen Teil mit Beton- und Asphalt und ansonsten mit einer Basaltschotterlage bedeckt.

Umweltrelevante Anlagen bzw. Nutzungen wurden bei der Begehung nicht angetroffen.



Foto 1: Nördlicher Bereich mit Bürogebäude



Foto 2: Zentraler, asphaltierter Bereich mit umgebauter Halle und Betonfläche



Foto 3: zentraler Bereich mit Modelleisenbahn und Containern entlang der östlichen Grenze



Foto 4: Westliche Grundstückszufahrt mit Lage der GW-Messstelle U2

Auf dem Areal bestehen keine Nutzgärten und keine Grünflächen. Im zentralen Bereich befindet sich eine Modelleisenbahnanlage (vgl. Foto 3).

Nach den vorliegenden, unvollständigen Unterlagen, war die Untersuchungsfläche bis etwa 1965 ungenutzt bzw. brachliegend.

Im Jahre 1966 wurde von der Firma Hönig im nördlichen Grundstücksbereich, dass heute noch bestehende Bürogebäude erbaut. Danach erfolgte bis 1969 der Bau von zwei Lagergebäuden an der östlichen und südöstlichen Grundstücksgrenze (vgl. umseitigen Lageplan aus dem Jahre 1968).

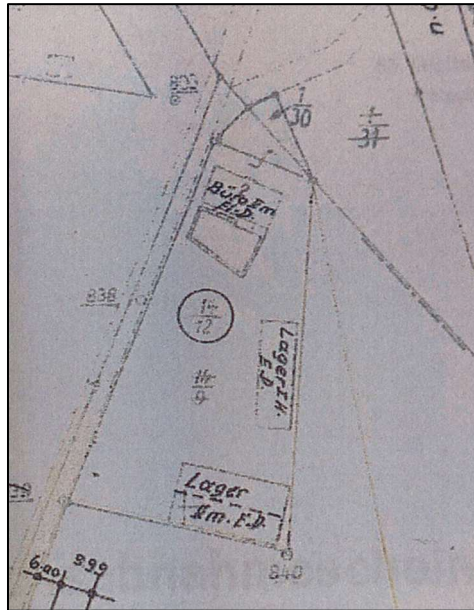


Abbildung 5: Lageplan 1968

Das Lagergebäude an der südöstlichen Grundstücksgrenze besteht nicht mehr. Das Gelände wurde von der Firma Hönig in erster Linie zu Lagerzwecken für Baustoffe genutzt. Umweltrelevante Nutzungen sind aus dieser Zeit und später nicht aktenkundig.

Ziele der Erkundung

Eine Bewertung des Schadstoffpotenzials für die Nutzungskategorie Gewerbe wurde bis dato nicht durchgeführt. In Abstimmung mit dem RP Gießen wurde ein nutzungsbezogenes Untersuchungskonzept (29.07.2024) erstellt.

Insbesondere die Auswirkungen der Altablagerung auf die Schutzgüter menschliche Gesundheit und Grundwasser sollen ermittelt werden. Im Hinblick auf die Bebauung soll durch Bodenluftuntersuchungen überprüft werden, ob noch Methangase im Müllkörper entstehen. Eine mögliche Gefährdung durch eindringendes Deponiegas soll über den Wirkungspfad Boden – Bodenluft – Mensch ausgeschlossen werden.

Durch die Beprobung und Untersuchung von oberflächennahen Bodenproben im Bereich der unversiegelten Flächen soll für den Wirkungspfad Boden – Mensch eine Gefährdungsabschätzung im Hinblick auf die gewerbliche Nutzung ermittelt werden.

Die tieferen Schichten des Auffüllungskörpers werden anhand von Mischproben bezüglich des Wirkungspfades Boden – Grundwasser untersucht.

Das Grundwasser wird in der auf dem Grundstück vorhandenen Messstelle U 2, die den seitlichen Anstrom (vgl. Abb. 2) repräsentiert, untersucht. **Nach dem Gutachten /6/ wurde mit der Bohrung vermutlich der Hauptstollen „Grubenholz mit darunter liegendem Hohlraum“ erfasst (vgl. Abbildung 3).**

4. MASSNAHMEN

4.1 Außenarbeiten

Die Geonorm GmbH führte vom 15.10. bis 24.10.2024 folgende Außenarbeiten durch:

- Niederbringen von 7 Sondierungen mit einem Rammkernrohr (50 mm)
- Einmessen der Bohrpunkte nach Lage und Höhe
- Aufnahme und Beschreibung der angetroffenen Bodenschichten
- Einmessen der Bohrpunkte nach Lage und Höhe
- Entnahme von 90 Bodenproben aus definierten Tiefen
- Erstellung von 7 semistationären Bodenluftmessstellen (BL)
- Messung von Deponiegasen (CO₂ und CH₄) mit einem mobilen Messgerät am 24.10.2024
- Entnahme von 7 Bodenluftproben über Gassammelröhren (Gasmäuse) und auf Aktivkohleröhrchen am 24.10.2024
- Beprobung der Grundwassermessstelle mit Messung der Feldparameter

4.2 Laboruntersuchungen

- Analyse von 3 Auffüllungsmischproben auf die Parameter der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung, Tabelle 1.4 zzgl. Cu, Zn, MKW, PAK, Phenol-Index BTEX und LCKW für den Wirkungspfad Boden - Mensch
- Analyse von 3 Auffüllungsmischproben auf die umweltrelevanten Parameter der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung, Anhang 2, Tabelle 3.1 für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser
- Analyse von einer Asphaltprobe auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
- Analyse von 7 Bodenluftproben auf die Deponiegase Sauerstoff, Kohlendioxid und Methan sowie auf leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX), leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) und aliphatische kurzkettige Kohlenwasserstoffe C₅-C₁₀ für den Wirkungspfad Boden – Bodenluft – Mensch
- Analyse von einer Grundwasserprobe auf die Parameter des HLUg Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 2, Tabelle 3

Die Untersuchungsberichte der Dr. Graner & Partner GmbH aus Dreieich sind dem Gutachten als Anlagen 6 bis 8 beigelegt.

5. ERGEBNISSE DER SONDIERBOHRUNGEN

5.1 Schichtenbeschreibung

Die Ansatzpunkte der Rammkernsondierungen sind dem Lageplan in Anlage 2 zu entnehmen. Die Zusammensetzung der angetroffenen Schichten und deren Mächtigkeiten und der Ausbau der Bodenluftpegel sind in den Bohrprofilarstellungen in der Anlage 3 graphisch dargestellt.

Nach den Ergebnissen der Rammkernsondierungen lassen sich im Wesentlichen folgende Auffüllungs- und Bodenhorizonte unterscheiden:

Oberflächenbefestigungen

Eine Befestigung der Oberfläche in Form einer Asphaltdecke wurde in den Sondierungen RKS 2 und RKS 3 angetroffen.

Auffüllung

Unterhalb der Oberflächenbefestigung bzw. direkt ab Geländeoberkante (GOK) ist in allen Sondierungen eine Basaltschotterlage mit einer Mächtigkeit von 0,1 bis 0,2 m ausgebildet. Darunter folgen bindige und rollige Erdaushubmaterialien mit geringen Bauschuttanteilen und punktuellen hausmüllähnlichen Abfällen. Die rolligen Auffüllungen können als Sande und Kiese mit wechselnden bindigen Anteilen beschrieben werden. Die bindigen Auffüllungen setzen sich aus sandigen, kiesigen Schluffen sowie aus schluffigen, sandigen Tonen zusammen.

Als anthropogene Fremdbestandteile sind mineralische Anteile (Ziegel-, Beton-, Basalt- und Grauwackenbruch) sowie punktuell hausmüllähnliche Abfälle (Keramik, Glas, Dachpappe, Holzreste und Gummi) enthalten. Des Weiteren wurden speziell in den Sondierungen RKS 2 und RKS 4 erhöhte Schlackenanteile vorgefunden.

Die Untergrenze der Auffüllung wurde im nördlichen (RKS 6 und 7) und im östlichen (RKS 1 und 5) Areal erbohrt. Im Norden liegt die Mächtigkeit zwischen 1,5 bzw. 2,7 m und im östlichen Bereich zwischen 1,2 und 2,0 m unter Gelände. Im zentralen und westlichen Areal (RKS 2, RKS 3 und RKS 4) wurde die Untergrenze der Auffüllungen bis 7 m unter GOK nicht erreicht.

Sensorische Auffälligkeiten wurden in keiner der Sondierungen registriert.

Alttertiäre Sedimente (Paleogen)

Unterhalb der Auffüllung folgen in den Bohrungen RKS 1, RKS 5, RKS 6 und RKS 7 die natürlichen, bindigen und rolligen Sedimente in Form von Tonen, Sanden und Schluffen mit unterschiedlichen Färbungen („bunte Tone“). Im Norden wurden in der RKS 7 zwischen 1,5 m und 2,9 m Tiefe lehmige Schichten und darunter bis 5,35 m Tiefe stark sandige Schluffe mit brauner bis gelbbrauner Farbe erbohrt. Die Konsistenzen der bindigen Schichten liegen überwiegend im steifen bis halbfesten Bereich.

In den natürlichen Bodenschichten wurden keine sensorischen Auffälligkeiten wahrgenommen.

Zum Zeitpunkt der Außenarbeiten wurde in den Sondierungen RKS 1, RKS 5 und RKS 7 Schichtwasser angetroffen. In der Bohrung RKS 1 staut sich das Wasser auf den tonigen Sedimenten (188,34 m HNH). In den Bohrungen RKS 5 und 7 liegen die Wasserspiegel in 4,6 m (186,09 m HNH) bzw. in 2,98 m (184,02 m HNH) innerhalb der anstehenden Bodenschichten.

Im Grundwasserpegel U2 wurde am 11.10.2024 ein Wasserstand von 21,66 m unter Rohroberkante (ROK) gemessen, das entspricht 166,35 m NHN.

6. ERGEBNISSE DER BODENUNTERSUCHUNG

Gemäß den Vorgaben des HLUG-Handbuches Altlasten wurden die Bodenproben nach dem zu untersuchenden Wirkungspfad und der Nutzung aus definierten Tiefen entnommen. Für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser wurden aus dem Auffüllungskörper Mischproben erstellt. Die Zusammensetzung der Mischproben ist der Tabelle 1 im Anhang zu entnehmen.

Die Analysenergebnisse werden den Prüfwerten für eine gewerbliche Nutzung gegenübergestellt.

Umwelttechnische Bewertung

Zur umwelttechnischen Bewertung der Bodenanalysen werden

- a) die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I Nr. 36 vom 16.07.1999),
- b) das HLUG-Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 3: Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden -> Grundwasser; 2. überarbeitete Auflage, Wiesbaden 2014

mit nachfolgend aufgeführten Orientierungswerten herangezogen:

Prüfwerte

Werte, bei deren Überschreiten zu prüfen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung vorliegt oder ob unter bestimmten Voraussetzungen eine Gefährdung für die menschliche Gesundheit oder das Grundwasser vorliegen kann.

Beurteilungswert

Werte, bei dem zu prüfen ist, ob sehr hohe, hohe oder geringe Schadstoffgehalte im Boden vorliegen.

Die entnommenen Bodenproben wurden durch das Labor Dr. Graner & Partner GmbH analysiert. Die Prüfberichte sind dem Gutachten als Anlage 6 beigelegt.

6.1 Wirkungspfad Boden – Mensch (Gewerbliche Nutzung)

Es wurden 3 Mischproben aus dem Tiefenbereich von 0,0 bis 0,35 m auf die Parameter der BBodSchV, Anhang 2, Tabelle 1.4, zusätzlich der Ergänzungsparameter untersucht.

Auf eine Analyse auf Dioxine/Furane wurde verzichtet, da im relevanten Tiefenbereich nur Basaltschotter und rollige Auffüllungen angetroffen wurden, die dioxinfrei sind.

Die Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der Bundes-Bodenschutzverordnung ist in der Tabelle 2 für den Wirkungspfad Boden-Mensch/Gewerbeflächen im Anhang dargestellt.

In den untersuchten Bodenproben sind örtlich erhöhte, geogen bedingte Schwermetallgehalte (z.B. bei Blei, Nickel und Zink), sowie geringe Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) nachweisbar.

Die Prüfwerte der BBodSchV für eine gewerbliche Nutzung werden deutlich unterschritten.

Die Ergebnisse zeigen, dass im nutzungsbezogenen Bodenhorizont im Hinblick auf die gewerbliche Nutzung für den Wirkungspfad **Boden** $\Rightarrow$ **Mensch**, kein umweltrelevant erhöhtes Schadstoffpotential nachweisbar ist.

Der Asphalt aus der Bohrung RKS 2 ist mit einem PAK-Gehalt von kleiner 0,08 mg/kg nicht pechhaltig.

6.2 Wirkungspfad Boden – Grundwasser

Für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser wird in Anhang 1, Nr. 2.1.3 BBodSchV vorgegeben, dass zur Feststellung eines vertikalen Schadstoffeintrages die ungesättigte Bodenzone bis unterhalb einer mutmaßlichen Schadstoffanreicherung oder eines auffälligen Bodenkörpers zu untersuchen ist.

Aus den aufgefüllten Bodenschichten wurden drei Mischproben zusammengestellt und auf die Parameterliste der BBodSchV, Anhang 2, Tabelle 3.1 untersucht. Die Analysenergebnisse sind den Grenzwerten der BBodSchV in der Tabelle 3 für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser im Anhang gegenübergestellt.

In den Mischproben liegen die **Schwermetall**gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Von den untersuchten **organischen Parametern** konnten nur polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) mit dem Einzelparameter Naphthalin nachgewiesen werden. Hier wird in der Mischprobe „MP Auffüllung (RKS 2+4)“ mit 0,392 µg/l der Prüfwert der BBodSchV für den Summenparameter PAK von 0,2 µg/l überschritten.

Aufgrund der PAK Prüfwert Überschreitung ist ein Hinweis auf eine Beeinträchtigung des Grundwassers gegeben. PAKs sind im Allgemeinen nur gering wasserlöslich. Die Löslichkeit nimmt mit der Zahl der C-Ringe ab. In den Eluatanalysen für die Auffüllungsmischproben wurden insbesondere Naphthaline (2C-Ringe) sowie höherkettige Einzelsubstanzen (≥ 3 C-Ringe) nachgewiesen. Eine schädliche Veränderung des Grundwassers ist aufgrund der vorliegenden Ergebnisse nicht zu besorgen.

Die Gehalte an polychlorierten Biphenyle (PCB), Kohlenwasserstoffen (MKW), aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) und leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen (LCKW) liegen, bis auf die LCKW in der „MP Auffüllung RKS 6+7“ mit 1,2 µg/l unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze.

7. BODENLUFTUNTERSUCHUNGEN

7.1 Bodenluftpegel

Die Sondierungen RKS 1 bis 7 wurden zu semistationären Bodenluftpegeln (BL) ausgebaut. Der Ausbau ist in der Anlage 3 dokumentiert. Zur Messung der Kohlendioxid- bzw. Methankonzentrationen wurde ein geeichter G460 Microtector II eingesetzt. Die Probenahme über Gasmäuse erfolgten jeweils bei etwa gleichbleibenden oder leicht sinkenden Kohlendioxid- bzw. Methangehalten.

7.2 Bodenluft-Feldmessungen

Die Protokolle der Bodenluftmessungen am 24.10.2024 sind dem Gutachten als Anlage 4 beigefügt. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Feldmessungen auf die Parameter Kohlendioxid und Methan zusammengefasst.

Ergebnisse der CO ₂ - und CH ₄ -Feldmessungen (Angaben in Vol.-%)			
Messstelle	Messung vom 24.10.2024		
	Messdauer (min)	Kohlendioxid (CO ₂)	Methan (CH ₄)
RKS 1/ BL	5,0	5,1	0,0
RKS 2/ BL	6,0	13,8	18,6
RKS 3/ BL	5,0	14,6	1,8
RKS 4/ BL	6,0	8,0	0,0
RKS 5/ BL	3,0	2,9	0,0
RKS 6/ BL	5,0	13,8	0,0
RKS 7/ BL	5,0	5,1	0,0

Die angegebenen Werte sind die Maximalkonzentrationen, bei der die Probenahme erfolgte.

In den Bodenluftpegeln RKS 2/BL und RKS 3/BL wurden **Methan**-Konzentrationen von **18,6** bzw. **1,8 Vol-%** gemessen. Die **Kohlendioxid**-Konzentrationen liegen zwischen **2,9 bis 14,6 Vol-%**.

8. ERGEBNIS DER BODENLUFTANALYSEN

8.1 Deponiegase

Zur Kontrolle der Feldmessungen wurde die Bodenluft aus dem laufenden Luftstrom über Gasmäuser (Gasmäuse) beprobt und im Labor auf die deponiegastypischen Parameter Kohlendioxid, Sauerstoff und Methan untersucht.

Die Prüfberichte des Labors Dr. Graner & Partner GmbH sind dem Gutachten als Anlage 7 beigelegt.

Die Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle: Ergebnisse der Laboruntersuchungen (Angaben in)								
Parameter	Einheit	Messstelle / Probe						
		RKS 1/BL	RKS 2/BL	RKS 3/BL	RKS 4/BL	RKS 5/BL	RKS 6/BL	RKS 7/BL
CH ₄	Vol.-%	< 0,1	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
CO ₂	Vol.-%	9,4	10,8	11,2	6,9	1,8	12,1	3,8
O ₂	Vol.-%	1,2	0,1	0,3	12,2	19,3	0,8	13,8

Die Analysen decken sich zum Teil mit den Feldmessungen. Die Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen zeigen nur in der Messstelle RKS 2/BL einen geringen Methangehalt von 0,5 Vol.-%. Die untere Explosionsgrenze (UEG) für **Methan** von 5 Vol-% wird deutlich unterschritten wird.

Die **Kohlendioxid**-Konzentrationen liegen mit bis zu 12,1 Vol-% zum Teil über den typischen Schwankungsbereich von CO₂ in der Bodenluft von 1 bis ca. 5 %.

Die Gehalte an **Sauerstoff** in der Bodenluft liegen zwischen 0,1 und 19,3 Vol-%.

Die Ergebnisse zeigen, dass innerhalb der Auffüllungen die aeroben und anaeroben Abbauvorgänge noch nicht vollständig beendet sind. Eine Gefährdung durch das Deponiegas Methan ist aber nicht zu besorgen.

8.2 Leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe

Zur Untersuchung der Bodenluft auf die Parameter aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX), leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) und aliphatische kurzkettige Kohlenwasserstoffe (C₅-C₁₀) erfolgte die Entnahme mit einem DESAGA-Gasprobennehmer über Aktivkohleröhrchen, die mit 5 Liter BL-Volumen bei einer konstanten Durchflussrate von 1,0 l/Minute beaufschlagt wurden. Bei den Probennahmen herrschten trockene und kühle Witterungsbedingungen (Temperatur 10 bis 11°C) und ein konstanter Luftdruck.

Ergebnisse der BTEX-, LCKW- und KW (C₅-C₁₀)-Untersuchungen in der Bodenluft (Angaben in mg/m ³)								
Parameter	Beurteilungswert	RKS 1/BL	RKS 2/BL	RKS 3/BL	RKS 4/BL	RKS 5/BL	RKS 6/BL	RKS 7/BL
BTEX	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Benzol	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
LCKW	5	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	1,71	< 0,4
C ₅ - C ₁₀	n.a.	< 0,1	6,2	0,71	1,8	0,65	0,8	0,26

n.a. = nicht angegeben

Zur umwelttechnischen Bewertung der Bodenluftanalysen wird das HLUG-Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 3 „Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden – Grundwasser“ herangezogen.

Beurteilungswert

Wert, bei deren Überschreiten zu prüfen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung vorliegt oder ob unter bestimmten Voraussetzungen eine Gefährdung für die menschliche Gesundheit oder das Grundwasser vorliegen kann.

Im Wirkungsbereich der Bodenluftmessstellen sind keine aromatischen Kohlenwasserstoffe (BTEX) nachweisbar. Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) sind nur in der BL-Messstelle RKS 6/BL mit 1,71 mg/m³ messbar. Als Einzelparameter sind Trichlorethen – Tri (0,11 mg/m³) und Tetrachlorethen – Per (1,6 mg/m³) nachweisbar. Der Beurteilungswert von 5 mg/m³ wird nicht erreicht.

Für aliphatische leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe mit Kettenlängen C₅ – C₁₂ sind in der Bundesbodenschutzverordnung keine Prüfwerte festgelegt. Im Auftrag des Umweltbundesamtes wurde im Jahre 2005 die Studie 'Bewertung von Mineralölkohlenwasserstoffen und Erarbeitung einer Begründung für einen Prüfwert gemäß BBodSchV für den Direktpfad Boden-Mensch' erarbeitet. Aus dem Forschungsvorhaben ergaben sich Prüfwertvorschläge der flüchtigen, also inhalativ wirksamen Fraktionen der Kohlenwasserstoffe in der Festsubstanz. Prüfwertvorschläge für die Bodenluft fehlen.

Die ermittelten Konzentrationen sind gering und geben keine Hinweise auf eine umweltrelevante Belastung.

9. ERGEBNIS UND BEWERTUNG DER GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN

9.1 Grundwasserprobenahme

Zur Durchführung der Probenahme in der Grundwassermessstelle U 2 (vgl. Anlage 2) wurde eine Grundfos-Unterwassertauchpumpe eingesetzt. Die Probenahmedaten mit Feldparametern sind im Probenahmeprotokoll in der Anlage 5 dokumentiert.

Das aus dem Pegel geförderte Grundwasser war durchgehend schwach grau gefärbt und leicht getrübt. Sensorisch wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Die Pumpleistung lag bei 4,0 m³ pro Stunde. In Verbindung mit der gemessenen geringen Grundwasserabsenkung hat der Aquifer eine sehr gute Durchlässigkeit.

Die Lufttemperatur lag bei der Probenahme bei 12 °C. Die gemessene Wassertemperatur lag bei 10,3 °C.

Die Leitfähigkeit von 1017 µS/cm weist auf ein normal mineralisiertes Grundwasser hin. Der pH-Wert liegt mit 7,12 im neutralen Bereich

9.2 Ergebnis der Grundwasseranalysen

Die Grundwasserproben wurden durch das staatlich anerkannte und DAR akkreditierte Labor Dr. Graner und Partner GmbH auf die Parameter des HLOG Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 2, Tabelle 3 analysiert. Der Untersuchungsbericht ist dem Gutachten als Anlage 8 beigelegt.

Zur umwelttechnischen Bewertung der Grundwasseranalysen werden die Geringfügigkeitsschwellenwerte der hessischen Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV) herangezogen. Die Analysenergebnisse sind in der Tabelle 4 im Anhang den Geringfügigkeitsschwellenwerten gegenübergestellt.

Im Grundwasser ist bei den Standardparametern **Natrium, Magnesium, Calcium** bei den Kationen und **Chlorid, Sulfat** und **Hydrogenkarbonat** bei den Anionen eine leichte Aufmineralisierung erkennbar. Neben Streusalzeinflüssen können auch Inhaltsstoffe aus den Auffüllungen eine Rolle spielen.

Die **Ammonium -und Phosphatgehalte** liegen unterhalb der analytischen Nachweisgrenze.

Kohlenwasserstoffe, Phenole und PCB

Die Kohlenwasserstoff-, Phenol- und PCB-Konzentrationen liegen unter der jeweiligen analytischen Bestimmungsgrenze und unterhalb vom jeweiligen Geringfügigkeitsschwellenwert der GWS-VwV.

Schwermetalle (SM)

Die Konzentrationen von Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Quecksilber liegen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Die Zinkkonzentration liegt mit 38 µg/l im Bereich des geogenen Hintergrundes. Die Geringfügigkeitsschwellenwerte werden nicht erreicht.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die PAK-Einzel- und Summenkonzentrationen liegen im Wirkungsbereich des Pegels unterhalb der analytischen Nachweisgrenze von 0,01 µg/l.

AOX

Die AOX-Konzentration ist mit 0,071 mg/l, wie schon bei den älteren Untersuchungen, leicht erhöht.

Chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW)

Bei den chlorierten Kohlenwasserstoffen sind die Einzelparameter **Trichlorethen (Tri)** und **Tetrachlorethen (Per)** mit 0,69 bzw. 18 µg/l nachweisbar. Sie überschreiten in der Summe mit 18,69 µg/l den Geringfügigkeitsschwellenwert der GWS-VwV von 10 µg/l. **Die chlorierten Kohlenwasserstoffe decken damit nur einen Teil der AOX-Belastung von 71 µg/l ab. Das Ergebnis deckt sich mit dem der früheren Untersuchungen.**

Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Die Konzentrationen der aromatischen Kohlenwasserstoffe liegen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze.

Der Ausgangspunkt der LCKW-Belastung ist unklar. Neben Einträgen aus dem Auffüllungskörper ist z.B. eine Beeinflussung durch den Abwasserkanal in der Straße Bergwerkswald nicht ausschließbar. **Da der Pegel U 2 den Hauptstollen erfasst, sind auch Einträge in dessen Einzugsbereich nicht ausschließbar.**

Eine schädliche Veränderung des Grundwassers ist aus den Analysenergebnissen nicht abzuleiten.

10. ZUSAMMENFASSUNG

Die Geonorm GmbH wurde am 28.08.2024 durch die Reimund Lich Vermietung und Verpachtung beauftragt, Boden-, Bodenluft- und Grundwasseruntersuchungen auf dem Grundstück Am Bergwerkswald 2 in Linden (Flur 2, Flurstück 14/19) durchzuführen.

Das Untersuchungsgrundstück liegt auf der Altablagerung Oberhof, im südlichen Bereich des ehemaligen Manganabbaufeldes im Bergwerkswald zwischen Gießen und Linden. Mit dem Bescheid des RP Gießen /10/ zum Vollzug des Hessischen Altlastengesetzes wurde bestimmt, dass das Gelände weiterhin als Altablagerung im Sinne des §2 Abs. 5 Ziffer 1 des BBodSchG anzusehen ist.

Gemäß Forderungen des RP Gießen soll für das gewerblich genutzte Grundstück „Am Bergwerkswald 2“ eine Neubewertung auf Basis aktueller, nutzungsbezogener Untersuchungen durchgeführt werden.

Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Im Untersuchungsgebiet stehen unterhalb von den unterschiedlich mächtigen Auffüllungen Süßwassersedimente aus dem Tertiär bzw. Miozän in Form von bunten Tonen und Sanden an. Diese werden von Massenkalken aus dem Mitteldevon unterlagert.

Das untersuchte Gelände liegt gemäß Fachinformationssystem Grund- und Trinkwasserschutz Hessen (HLNUG) außerhalb von Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten. Eine Grundwassernutzung ist im Umfeld nicht bekannt. Der nächste Vorfluter ist die Lahn, die ca. 2,5 km nordwestlich fließt.

Historie und derzeitige Nutzung

Der Tagebau wurde im Untersuchungsbereich bis Mitte der 1960er Jahre mit unterschiedlichem Erdaushub, Bauschutt und Hausmüll aufgefüllt. Im Jahre 1966 wurde von der Baufirma Hörnig ein Bürogebäude erbaut und im Anschluss zwei Lagerhallen errichtet. Die Freifläche wurde zu Lagerzwecken genutzt. Umweltrelevante Nutzungen sind nicht aktenkundig.

Auf dem Flurstück 14/19 befindet sich derzeit noch das gewerblich genutzte Gebäude, eine zu Bürozwecken umgebaute, ehemalige Lagerhalle, sowie aufgeständerte Bürocontainer. Die Freiflächen sind örtlich mit Asphalt, Pflaster und Beton befestigt. Rasenflächen und Nutzgärten sind nicht vorhanden. Eine Nutzungsänderung ist nicht geplant.

Bodenaufbau

Nach den Ergebnissen der Bohrungen liegt das Untersuchungsgelände im nördlichen Bereich der Altablagerung. Die Untergrenze der Auffüllung wurde im nördlichen und östlichen Areal mit den Bohrungen RKS 1, RKS 5, RKS 6 und RKS 7 zwischen 1,2 m und 2,7 m Tiefe erreicht.

In den Sondierungen RKS 2, 3 und RKS 4 im zentralen und westlichen Bereich wurde der gewachsene Boden bis in 7,0 m Tiefe nicht angetroffen.

Unter den Oberflächenbefestigungen (örtlich Asphalt bzw. Beton) bzw. direkt ab Geländeoberkante liegen Schotter und darunter heterogene, bindige und rollige Erdaushubmaterialien. Als anthropogene Fremdbestandteile sind mineralische Anteile sowie punktuell hausmüllähnliche Abfälle enthalten. Des Weiteren wurden Kohle-, Schlacken- und Asphaltreste vorgefunden. Es wurden keine sensorischen Auffälligkeiten festgestellt.

Unterhalb der Auffüllungen folgen miozäne Sedimente in Form von Tonen, Sanden und Schluffen unterschiedlicher Färbungen („bunte Tone“). Sensorische Auffälligkeiten wurden in den natürlichen Bodenschichten ebenfalls nicht wahrgenommen.

Grund- bzw. Schichtwasser wurde in den Sondierungen RKS 1, 5 und 7 in unterschiedlichen Tiefen zwischen 1,78 m (RKS 1/BL) und 4,6 m (RKS 5/BL) bzw. 188,34 bis 184,02 m HNH eingemessen.

Der Grundwasserspiegel im Hauptgrundwasserstockwerk (GW-Messstelle U2) liegt in einer Tiefe von 21,66 m bzw. in 166,35 m HNH.

Bodenuntersuchungen

Für den Wirkungspfad Boden - Mensch wurden drei Proben („MP RKS 1+2“, MP RKS 4+5“ und „MP RKS 6+7“ aus dem Tiefenbereich von 0,0 bis 0,35 m (vgl. Tabelle 1) untersucht. **Auf eine Analyse auf Dioxine/Furane wurde verzichtet, da im relevanten Tiefenbereich nur Basalt-schotter und rollige Auffüllungen angetroffen wurden, die dioxinfrei sind.** In den Proben sind erhöhte, geogen bedingte Schwermetallgehalte (Blei, Nickel, Zink) und leicht erhöhte Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) nachweisbar. Die Prüfwerte der Bundesbodenschutzverordnung (vgl. Tabelle 2) werden für eine gewerbliche Nutzung unterschritten.

Zur Untersuchung für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser wurden drei Auffüllungsmischproben („MP Auffüllung RKS 3, MP Auffüllung RKS 2+4 und MP Auffüllung RKS 6+7) analysiert (vgl. Tabelle 3). In den Mischproben sind keine erhöhten Schwermetallgehalte nachweisbar. Bei den organischen Parametern weist die Mischprobe „MP Auffüllung RKS 2+4“ einen leicht erhöhten PAK-Gehalt von 0,392 µg/l auf, der über dem Prüfwert der BBodSchV von 0,2 µg/l liegt.

Insgesamt werden die Prüfwerte der BBodSchV für die Wirkungspfade Boden – Mensch und Boden – Grundwasser bei den untersuchten Parametern (außer PAK) eingehalten.

Aufgrund der geringen Löslichkeit, dem großen Grundwasserflurabstand und dem Ergebnis der unauffälligen Grundwasseruntersuchung besteht kein Handlungsbedarf.

Bodenluftuntersuchungen

Die Bodenluftuntersuchungen auf Deponiegase zeigen, bis auf die Messstelle RKS 2/BL, kein Methan. In der Messstelle RKS 2/BL liegt der Methangehalt bei 0,5 Vol-%. Die untere Explosionsgrenze für Methan von 5 Vol-% wird deutlich unterschritten.

Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) sind nicht nachweisbar. Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) wurden nur im Wirkungsbereich des Pegels RKS 6/BL mit 1,71 mg/m³ mit den Einzelparameter (Tri = 0,11 und Tetra = 1,6 mg/m³) nachgewiesen. Der Beurteilungswert im HLOG Handbuch Altlasten von 5,0 mg/m³ wird nicht erreicht.

Aliphatische leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe (C5 – C12) sind in niedrigen Konzentrationen zwischen <0,5 und 6,2 mg/m³ nachweisbar. Ein relevanter Schadstoffeintrag ist nicht ableitbar.

Nach der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) sind keine Gefährdungen des Schutzgutes menschliche Gesundheit (Wirkungspfad Boden ⇒ Mensch, Bodenluft ⇒ Mensch und Boden ⇒ Grundwasser) zu besorgen.

Grundwasseruntersuchungen

Zur Untersuchung des Grundwassers wurde die auf dem Grundstück liegende Grundwassermessstelle U2 repräsentativ beprobt (vgl. Anlage 2 und 5) und das Grundwasser auf die Parameter des HLOG Handbuchs Altlasten analysiert. Die 30 m tiefe Messstelle liegt im seitlichen Abstrom der Altablagerung. **Die Messstelle erfasst, nach den vorliegenden Aufzeichnungen, vermutlich den 20 bis 25 m Tiefe verlaufenden Hauptstollen.**

Die Ergebnisse der Analysen sind in der Tabelle 4 den Prüfwerten der GWS-VWV gegenübergestellt.

Im Grundwasser ist bei den Kationen (Na, Mg, Ca) und Anionen (Cl, SO₄, HCO₃) eine leichte Aufmineralisierung erkennbar. Die Ammonium-, Phosphat-, MKW-, Phenol-, PCB- und PAK-Konzentrationen liegen unter der analytischen Nachweisgrenze. Dies gilt auch für die Mehrzahl der Schwermetalle. Lediglich Zink ist mit einer geringen Konzentration von 38 µg/l nachweisbar. Der AOX-Gehalt ist mit 0,071 mg/l (71 µg/l) leicht erhöht.

Lösungsmittel in Form von BTEX-Aromate sind nicht nachweisbar. Bei den LCKW wurden Trichlorethen (Tri) mit 0,69 µg/l und Tetrachlorethen (Per) mit 18 µg/l nachgewiesen. Hier übersteigt der Summengehalt von 18,69 µg/l (Tri + Per) den Geringfügigkeitsschwellenwert der GWS-VWV von 10 µg/l. **Die chlorierten Kohlenwasserstoffe decken nur einen Teil der AOX-Belastung ab. Die Ergebnisse decken sich mit denen aus den früheren Untersuchungen.**

Die Ursache bzw. der Ausgangspunkt der LCKW-Belastung ist unklar. Neben Einträgen aus dem Auffüllungskörper sind z.B. Beeinflussungen durch den Abwasserkanal in der Straße Am Bergwerkswald möglich. **Da der Pegel U 2 den Hauptstollen erfasst, sind auch Einträge in dessen Einzugsbereich nicht ausschließbar.**

Da das Untersuchungsgebiet außerhalb von Trink- oder Heilquellenschutzgebieten liegt und eine Grundwassernutzung im direkten Umfeld nicht bekannt ist, ist die LCKW-Belastung aus gutachterlicher Sicht tolerierbar.

Eine schädliche Veränderung des Grundwassers ist aus den Analysenergebnissen nicht abzuleiten.

Bei gleichbleibender Nutzung der untersuchten Fläche sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig. Die Weitergabe des Gutachtens darf nur ungekürzt vorgenommen werden. Gegenüber Dritten besteht Haftungsausschluss.

Geonorm GmbH

Gießen, 26. November 2024



Hans-Herbert Klein
Diplom-Geologe

11. ANLAGEN

Tabelle 1	Entnahmestellen, -tiefen und Analysen der Bodenproben
Tabelle 2	Ergebnisse der Bodenuntersuchungen Wirkungspfad Boden-Mensch
Tabelle 3	Ergebnisse der Bodenuntersuchungen Wirkungspfad Boden-Grundwasser
Tabelle 4	Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen
Anlage 1	Übersichtsplan M 1 : 25.000 mit Eintragung des Untersuchungsgebietes
Anlage 2	Lageplan M 1 :500, (Flurstück 14/19) mit Eintragung der Bohrpunkte bzw. Bodenluftmessstellen (BL) und des Grundwasserpegels U 2
Anlage 3	Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile nach DIN 4023 und Ausbau der Bodenluftpegel
Anlage 4	Bodenluft-Feldmessungen vom 24.10.2024
Anlage 5	Grundwasser Probenahmeprotokoll
Anlage 6	Prüfberichte der Bodenproben, Dr. Graner & Partner GmbH
Anlage 7	Prüfberichte der Bodenluftproben, Dr. Graner & Partner GmbH
Anlage 8	Prüfbericht der Grundwasserprobe, Dr. Graner & Partner GmbH