



Dr. Jung + Lang Ingenieure GmbH, Europaallee 17, 66113 Saarbrücken

Europaallee 17
66113 Saarbrücken

Tel. 0681 / 92799 870
Fax 0681 / 92799 879

info@JL-ingenieure.com
www.JL-ingenieure.com

Bureau d'ingénieurs-conseils
OAI Luxembourg No. IO/10566

GEOTECHNISCHE UND UMWELTECHNISCHE STANDORTBEWERTUNG

Bericht Nr.: 4201-1G01

Projekt: Standortuntersuchung Phase II ZETA

Bezug: Standort Straßkirchen

Datum: 28.10.2022

Auftraggeber: BMW AG
Petuelring 130
80788 München

Verteiler: BMW per E-Mail

Dieser Bericht umfasst 33 Seiten und 13 Anlagen.

Inhaltsverzeichnis:

1.	Vorgang	3
2.	Vorhandene Unterlagen und Zielsetzung	3
3.	Untersuchungskonzept	5
4.	Baugrundbeschreibung	7
4.1	Topographie und Infrastruktur.....	7
4.2	Aktuelle Geländesituation	7
4.3	Nutzungshistorie.....	10
4.4	Geologie.....	12
4.5	Baugrundverhältnisse.....	14
4.5.1	Baugrundbeschreibung	14
4.5.2	Klassifizierung des Baugrundes und Bodenkenngößen	17
4.6	Hydrogeologie	17
5.	Chemische Untersuchungen	21
5.1	Probenzusammenstellung	21
5.2	Bewertungsgrundlage.....	23
5.2.1	Abfalltechnische Beurteilung	23
5.2.2	Umwelttechnische Beurteilung Altlasten.....	23
5.3	Abfalltechnische Ergebnisse und Bewertung	25
5.4	Ergebnisse und Bewertungen der Altlastenuntersuchungen	26
5.4.1	Ergebnisse der Wasserproben	26
5.4.2	Ergebnisse der Bodenproben	30
5.4.3	Bewertung der Altlastensituation	32
5.5	Beton- und Stahlaggressivität Wasser	35
6.	Zusammenfassung und abschließende Bewertung.....	36

Anlagen:

1	Lageplan
2	Baugrundschnitte, Ausbaupläne Grundwassermessstellen
3	Versuchsprogramm
4	Pumpversuche
5	Stahlaggressivität Wasser
6	Tabellen Auswertung Analytik
7	Lageplan mit MKW-Konzentrationen
8	Befunde chemische Analysen
9	Schichtenverzeichnisse
10	Bohrkernfotos
11	Kampfmittelfreigabe
12	Vermessung
13	Radonuntersuchung

1. Vorgang

Die BMW AG prüft die Ansiedlung eines Werkes für die E-Modul Fertigung in Straßkirchen.

Dr. Jung + Lang Ingenieure GmbH wurde mit der historischen Recherche der Grundstücksnutzung sowie der Erstellung und Durchführung geotechnischer und umwelttechnischer Untersuchungen für die Standortwahl beauftragt.

2. Vorhandene Unterlagen und Zielsetzung

Der Bearbeitung des vorliegenden Berichts liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- [1] Lageplan Potentialflächen
- [2] Auszug aus dem Liegenschaftskataster, Maßstab 1 : 5000
- [3] Historische Karten, Geoportal Bayern Atlas, Onlinezugriff: 24.09.2022
- [4] Bayern Atlas Geologie: Geologische Karte, GK500, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Onlinezugriff: 24.09.2022
- [5] Bayern Atlas Geologie: Hydrogeologische Karte, HK500, Hydrogeologische Übersichtskarte, HÜK250BGR, digitale Hydrogeologische Karte, dHK100, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Onlinezugriff: 24.09.2022
- [6] Bayern Atlas Geologie: Grundwassergleichen bedeutender Grundwasserleiter, Onlinezugriff: 13.10.2022
- [7] Bayern Atlas Naturgefahren: Hochwassergefahrenflächen und Überschwemmungsgebiete, Onlinezugriff: 24.09.2022
- [8] Bayernatlas Naturgefahren; Hinweiskarte Hoher Grundwasserstände, Onlinezugriff: 13.10.22
- [9] Geologische Karte von Bayern, GK 25, Blatt 7142 Strasskirchen, Bayrisches Geologisches Landesamt, 1956
- [10] B. Wagner, C. Töpfner, G. Lischeid, M. Scholz, R. Klinger, P. Klaas : GLA Fachberichte Nr. 21: Hydrogeochemische Hintergrundwerte der Grundwässer Bayerns, 2003
- [11] GeoPlan GmbH: Baugrunduntersuchung BBP Ost VI in Straßkirchen, 13.01.2020
- [12] Gemeinde Straßkirchen: Bebauungsplan mit integrierter Gründungsplanung GEmB/GE „Ost VI“, 13.01.2020
- [13] IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH: Neubau eines Lebensmittel-Marktes, Ohmstraße, 94342 Straßkirchen, 15.01.2019
- [14] Landkreis Straubing-Bogen: Vollzug des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG): Antrag auf Erteilung der Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb einer Biomasse- und Altholzbehandlungs- und Abfallumschlaganlage auf den Grundstücken Fl.Nrn. 942, 943 der Gemarkung Paitzkofen durch die Fa. IRV Interroh Rohstoffverwertungs GmbH, vom 13.03.2015, Onlinezugriff: 12.10.22
- [15] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO): Arbeitshilfe zur Expositionsabschätzung in der Detailuntersuchung, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze-Mensch, 2020
- [16] Umweltbundesamt GmbH, Wien: MKW-Kontaminierte Standorte, Erkundung, Beurteilung und Sanierung, Technische Arbeitshilfe, 2017

- [17] Bayrisches Landesamt für Umwelt: Hochwassernachrichtendienst Bayern: Pegel Pfelling: https://www.hnd.bayern.de/pegel/donau_bis_passau/pfelling-10078000?setdiskr=60&ad-dhr=hr_w_hist&vhs_type=std&begin=12.09.2022&end=30.09.2022, Onlinezugriff: 21.10.2022
- [18] Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV), V. v. 09.11.2010 BGBl. I S. 1513; zuletzt geändert durch Artikel 1 V. v. 12.10.2022 BGBl. I S. 1802
- [19] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden, 4. Auflage, 2017
- [20] R. Kunkel, H.- J. Voigt, F. Wendland, S. Hannappel: Die natürliche, ubiquitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland, Forschungszentrum Jülich GmbH, 2004

Das Untersuchungsgebiet befindet sich südöstlich von Straßkirchen, südlich der B8 und westlich der Makofener Straße. Begrenzt wird das Untersuchungsgebiet im Süden und Westen durch die St2325.

Das Untersuchungsgebiet umfasst insgesamt 10 Flurstücke.

Nachfolgende Abbildung zeigt den Lageplan der untersuchten Potentialflächen.



Abb. 1: Lageplan mit rot markierter Potentialfläche in Straßkirchen

Im Rahmen der Untersuchungen wurde eine Auskunft aus dem Kataster über Altlasten und altlastverdächtige Flächen eingeholt. Darüber hinaus erfolgte eine historische Recherche bezüglich der ehemaligen Nutzung des Grundstücks. Auf Grundlage der historischen Recherche wurde ein Untersuchungskonzept entworfen, auf dem die geo- und umwelt-technische Erkundung basiert.

3. Untersuchungskonzept

Vor Ausführung der Erkundungsarbeiten wurde das Untersuchungsgebiet hinsichtlich vorhandener Ver-, Entsorgungs- und Kommunikationsleitungen überprüft. Die vorhandene Erdgas-Hochdruckleitung wurde durch die Energienetze Bayern GmbH & Co. KG im Zuge eines Orts-termins lokalisiert und abgesteckt.

Zur Klärung der Kampfmittelfreiheit wurden alle Aufschlusspunkte vor Beginn der Aufschlussarbeiten mittels Georadar durch die Firma GEOLOG Fuß-Hepp GbR geprüft und freigegeben (siehe Anlage 11).

Die geogen bedingte Radon-Aktivitätskonzentration (Rn-222) in der Bodenluft wurde durch das Sachverständigenbüro Münzenberg an 15 Punkten untersucht (siehe Anlage 13).

Das digitale Höhenmodell sowie das geologische und hydrogeologische Modell wurden von WSV Beratende Ingenieure GmbH basierend auf den hier vorgestellten Ergebnissen erstellt (siehe Anlage 12).

Die Felduntersuchungen und Bohrungen wurden im Zeitraum vom 22.08.2022 bis 14.10.2022 ausgeführt.

In Absprache mit dem Auftraggeber wurden rasterförmig insgesamt 45 kleinkalibrige Rammkernbohrungen (BS) mit einem Raupenbohrgerät und einem Bohrdurchmesser von 60 mm ausgeführt. Die Tiefe der Bohrungen variiert zwischen 2,5 m bis 7,0 m unter GOK.

Die Bohrungen endeten in Schichten ohne weiteren Bohrfortschritt.

Zusätzlich wurden insgesamt 8 gewerbliche Kernbohrungen (KB) bis in 20 m Tiefe unter Geländeoberkante ausgeführt. Die ursprünglich geplante 9. Kernbohrung (KB 45) konnte wegen witterungsbedingter Unzugänglichkeit des Geländes nicht ausgeführt werden und entfällt.

Zur Messung, Beobachtung und Beprobung des Grundwassers wurden 4 Grundwasser-messstellen mit einem Durchmesser von 5 Zoll (GWM) ausgebaut.

Zur Abschätzung der Lagerungsdichten der Böden und zur Feststellung der Schichtgrenzen wurden zudem 25 Schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN EN ISO-22476-2 niedergebracht, bis kein weiterer Sondierfortschritt bei hohen Eindringwiderständen erzielt wurde.

Die Lage der Bohr- und Sondieransatzpunkte sowie der Punkte zur Messung der Radon-Aktivitätskonzentration wurde eingemessen und ist in Anlage 1 dargestellt.

Alle Feldarbeiten wurden vor Ort durch den Gutachter fachtechnisch begleitet.

Das gewonnene Bohrgut wurde vor Ort organoleptisch überprüft und im Schichtenverzeichnis erfasst (vgl. Anlage 2).

Aus den Kleinrammbohrungen wurden meterweise sowie schichtenweise Proben entnommen.

Die Kernbohrungen wurden alle 0,50 m beprobt. Zudem wurden in den Kernbohrungen in den oberen 3,50 m mehrere ungestörte Proben zur Durchführung bodenmechanischer Laborversuche entnommen.

Zur Überprüfung einer altlastenverdächtigen Fläche wurden 42 Einzelproben gemäß LfU-Merkblatt 1, Wirkungspfad Boden Mensch, sowie den vorläufigen Leitlinien zur Bewertung von PFAS-Verunreinigungen in Wasser und Boden vom Bayrischen Landesamt für Umwelt analysiert. Zudem wurden die Einzelproben auf erhöhte Konzentrationen der Summenparameter EOX, PAK und BTX geprüft.

Zusätzlich wurden 20 schicht- und standortspezifische Mischproben erstellt und für eine abfalltechnische Klassifikation gemäß dem Leitfaden für die Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen (Verfüllleitfaden) untersucht.

Die vier aus den Grundwassermessstellen gewonnenen Pumpwasserproben wurden gemäß LfW-Merkblatt 3.8/1 sowie den vorläufigen Leitlinien zur Bewertung von PFAS-Verunreinigungen in Wasser und Boden vom Bayrischen Landesamt für Umwelt analysiert. Zusätzlich wurden die Wasserproben auf Beton- und Stahlaggressivität geprüft.

Zusätzlich zu den Pumpproben aus den Grundwassermessstellen wurden im Nachgang am 13.10. und 14.10.2022 Schöpfproben aus allen Grundwassermessstellen aus 2 verschiedenen Tiefenlagen entnommen. Dabei wurden alle Messstellen an beiden Tagen jeweils einmal beprobt (Doppelbeprobung).

Die Wasserschöpfproben wurden auf die Parameter Kohlenwasserstoffe und MTBE geprüft.

Organoleptisch auffällige Bodenproben wurden auf die Parameter BTX, leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW), Kohlenwasserstoffe ($KW_{C10-C40}$) sowie zum Teil polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (Σ PAK, EPA) untersucht.

Die Einzelproben wurden zusammen mit den Mischproben sowie den Wasserproben zur chemischen Analytik an die AGROLAB Labor GmbH in Bruckberg übergeben.

Zur Eingrenzung und Absicherung der erdbautechnischen Eigenschaften der Böden wurden an entnommenen Proben bodenmechanische Laborversuche durchgeführt.

Zur besseren Übersicht und Beschreibung des Geländes wurde das Untersuchungsgebiet in 10 Teilflächen (TF1-TF10) aufgeteilt (Abbildung 2).



Abb. 2: Übersichtslageplan des Untersuchungsgebiets mit Einteilung in Teilflächen

4. Baugrundbeschreibung

4.1 Topographie und Infrastruktur

Die Vermessung des Standorts und der angrenzenden Umgebung sowie die Erstellung der digitalen Geländemodelle sind der Anlage 12 zu entnehmen.

4.2 Aktuelle Geländesituation

Die Gesamtfläche des potentiellen Standorts zum Bau des neuen BMW-Werks beträgt rund 1,3 km².

Das Untersuchungsgebiet befindet sich südöstlich von Straßkirchen, ca. 3 km entfernt von der Donau, welche nördlich bis. nordöstlich vom Untersuchungsgebiet verläuft.

Auf den Grundstücken liegt derzeit keine Bebauung vor. Die Flurstücke werden ackerbaulich genutzt. Zum Zeitpunkt der Erkundung waren die Ackerflächen in den Teilflächen TF 7-10 bereits abgeerntet. Die mittleren Teilflächen TF 3-6 waren mit Steckrüben bepflanzt, die Teilfläche 1 und 2 mit Kartoffeln.

Die nördliche Begrenzung des Untersuchungsgebiets stellt die Bundesstraße B8 dar. Auf der gegenüberliegenden Seite der Bundesstraße befindet sich das Gewerbe- und Industriegebiet Ost II mit den beiden Unternehmen Krinner Schraubfundamente GmbH und Krinner Solar GmbH.

Südlich bzw. südwestlich wird das Untersuchungsgebiet durch die Straße ST2325 begrenzt. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite gibt es keine Bebauung.

Südöstlich des Untersuchungsgebiets befindet die IRV Interroh Rohstoffverwertungs GmbH sowie angrenzend der landwirtschaftliche Betrieb Makofen.

Östlich des landwirtschaftlichen Betriebs und der IRV Interroh Rohstoffverwertungs GmbH befindet sich das Solarfeld Gänsdorf auf einer Fläche von 1,35 km².

Zwischen den Ackerflächen verlaufen überwiegend geschotterte Feldwege.

Zwischen den Teilflächen TF 5 und TF 8 befindet sich ein bewaldetes Grundstück mit Kapelle, welches von den Untersuchungen ausgeschlossen war.

Nachfolgende Fotos zeigen beispielhaft die Örtlichkeit im Zeitraum zwischen dem 21.08.2022 und 09.09.2022.



Abb. 3: Aufschlusspunkt BS/ DPH 44 in
Blickrichtung Kapelle



Abb. 4: Aufschlusspunkt BS/ DPH 44 in
Blickrichtung GWM/ KB 34



Abb. 5: Kreuzung Makofener Straße und
B8, Blickrichtung Nordwesten



Abb. 6: Aufschlusspunkt GWM/ KB 54,
Blickrichtung Makofen

4.3 Nutzungshistorie

Für keine der Flurstücke, welche als Potentialflächen gelten, liegen Einträge im Altlastenkataster von Bayern vor.

In den historischen Karten [3] sind von 1860 bis 1912 weder im Bereich des Untersuchungsgebiets noch in der näheren Umgebung Bebauungen vorhanden. Ab 1913 sind Bebauungen im Bereich Makofen sowie auf dem Grundstück der heute bewaldeten Fläche mit Kapelle (Putzenhofen) und südlich der Teilfläche TF 8 (Haidhof) dokumentiert.

Bis 1949 kommen zu den genannten 3 Standorten jeweils mehrere Gebäudekomplexe hinzu. 1950 sind bei Putzenhofen nur noch wenige Gebäudekomplexe dokumentiert. Zum ersten Mal wird hier die noch heute bestehende Kapelle dokumentiert. Nordöstlich von Makofen ist 1950 ein Flächenaushub erkennbar, welcher ab 1955 mit Wasser gefüllt ist.

Ab 1974 ist bei Haidhofen nur noch ein Gebäude dokumentiert und bei Putzenhofen ist der gesamte Gebäudebestand abgerissen. Nur noch die Kapelle ist hier dokumentiert. Ab 1974 bleibt der Gebäudebestand in der Umgebung der Untersuchungsfläche bis heute weitestgehend gleich.

Im Bereich des Untersuchungsgebiets sind in den historischen Karten [3] keine Bombenabwürfe dokumentiert.



Abb. 7: Historische Karte 1860-1912 [3],
ohne Maßstab

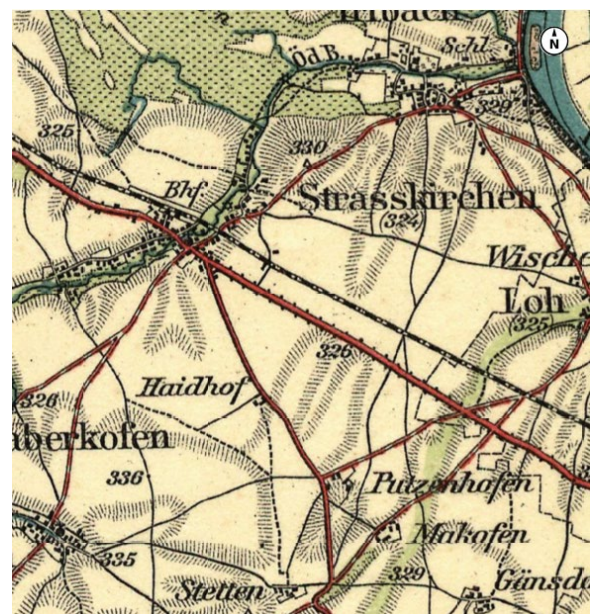


Abb. 8: Historische Karte 1860-1912 [3],
ohne Maßstab

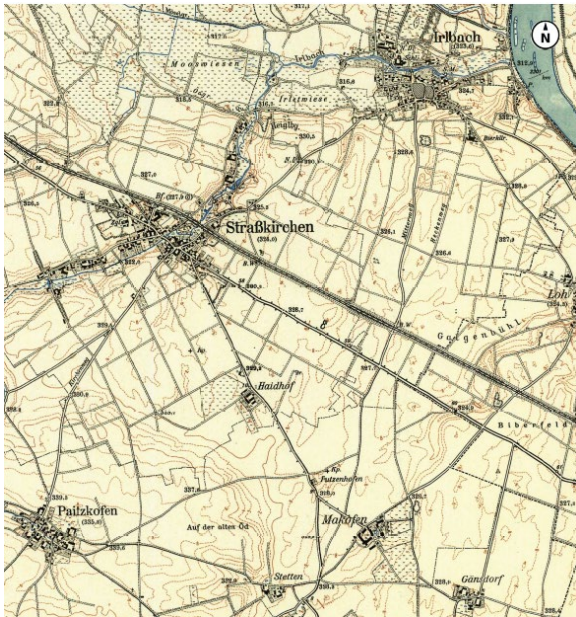


Abb. 9: Historische Karte 1950-1956 [3],
ohne Maßstab



Abb. 10: Historische Karte 1974-2007 [3],
ohne Maßstab

Laut Aussage des Verwalters der Eigentümerfamilie der Potentialflächen, Herrn Scheidler, wurde das Land ab dem 18. Jahrhundert bereits ackerbaulich genutzt. Frühere Nutzungen sind unbekannt.

Nach Auskunft des Wasserwirtschaftsamtes Deggendorf sind keine Nutzungen von umwelt- und wassergefährdenden Stoffen in der Umgebung bekannt. Es sind lediglich Brunnen zur Feldbewässerung registriert, weitere Grundwasseruntersuchungen liegen dem Wasserwirtschaftsamt nicht vor.

Auch dem Wasserzweckverband Straubing-Land liegen keine früheren Grundwasser-Untersuchungsberichte vor.

Makofen ist ein landwirtschaftlicher Betrieb, auf dem laut Aussage des Bürgermeisters von Straubing, Herr Soller, bis ca. 2005 eine Brennerei betrieben wurde. Hier wurden Mais und Kartoffeln zu hochprozentigem Alkohol gebrannt und an die Pharmaindustrie verkauft.

Die dabei anfallenden Maischeabfälle wurden über einen Graben in die, in der historischen Karte von 1950 erstmals dokumentierte Mulde eingeleitet. Genaue Angaben darüber, ab wann die Brennerei in Betrieb genommen wurde, liegen zum Zeitpunkt der Gutachtenserstellung nicht vor.

Seit der Schließung der Brennerei sind der Graben sowie die Mulde weitestgehend trocken gefallen. Heute dienen diese zur Oberflächenwasserableitung.

Seit 2010 wird ein Teil der Gebäudekomplexe von Makofen an die IRV Interroh Rohstoffverwertungs GmbH verpachtet.

Hier werden gefährliche und nicht gefährliche Abfälle angenommen und zeitweilig gelagert, sowie Altholz der Altholzkategorie A I bis A IV gemäß der Altholzverordnung behandelt [13].

Gelagert und behandelt werden die Abfälle in einer dreiseitig geschlossenen Halle. Eine Lagerung von naturbelassenem Holz, Hackschnitzel, Wurzelstöcken und Baum- und Strauchschnitt kann laut Genehmigung im Freien erfolgen [13].

Zulässige gefährliche Abfälle sind neben Holz, das gefährliche Stoffe enthält, kohlenteeerhaltige Bitumengemische (nur Umschlag) sowie Kohlenteeer und teeerhaltige Produkte (nur Umschlag).

Das östlich des Untersuchungsgebiets befindliche Solarfeld Gänsdorf wurde 2009 in Betrieb genommen. Zuvor wurde die Fläche laut Aussage von Herrn Soller ausschließlich ackerbaulich genutzt.

4.4 Geologie

Das Untersuchungsgebiet gehört zur geologischen Raumeinheit des Dungaues, in der Donau-ebene, welcher rechtsseitig der Donau durch das Donau-Isar-Hügelland begrenzt ist.

Oberflächennah ist der Untergrund des Untersuchungsgebiets durch pleistozäne Löss- bzw. Decklehme zum Teil mit Fließerde geprägt (vgl. Abb. 11).

Die Lösslehme stellen feinsandige, karbonatische oder tonige, karbonatfreie Schluffe dar. Die äolischen Sedimente entstanden in der Würmeiszeit.

Bei Makofen und ehemaligem Putzenhofen sowie in Ost-West-Richtung durch das Grundstück der Kapelle verlaufend sind oberflächennah pleistozäne bis holozäne Talauffüllungen, in Form von zum Teil kiesigen Lehmen oder Sanden vorzufinden.

Unterlagert werden die Lösslehme von rißzeitlichem Schmelzwasserschotter der Hochterrasse 1 in Form von wechselnd sandigen, steinigen, zum Teil schwach schluffigen Kiesen.

Größere tektonische Störungen sind im Bereich des Untersuchungsgebiets nicht bekannt.

Eine Übersicht über die geologischen Verhältnisse ist nachfolgender Abbildung zu entnehmen.

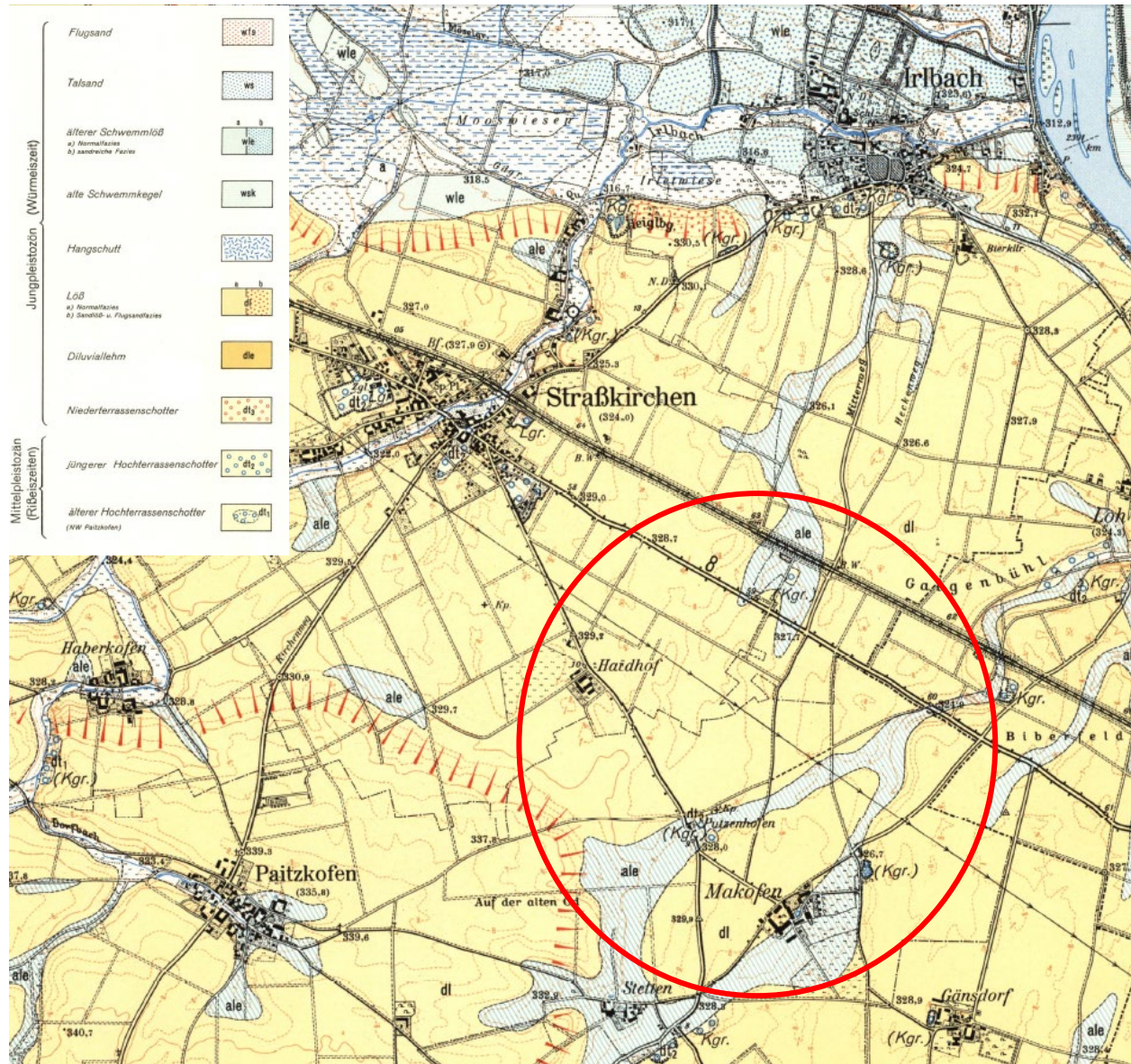


Abb. 11: Ausschnitt aus der Geologischen Karte 1 : 25.000 [8] und markiertem Untersuchungsgebiet, nicht maßstabsgetreu

In der im Onlinekartenwerk des UmweltAtlas Bayern, Geologie, eingetragenen Bohrung (Objekt ID: 7142BG000001) sind unterhalb des Schmelzwasserschotter, ab 13,20 m unter GOK olivfarbene, blaue und graue Tone fester Konsistenz aus dem Naab-Braunkohletertiär dokumentiert.

Das Untersuchungsgebiet ist keiner Erdbebenzone nach DIN 4149 zugeordnet.

Die Messung der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft erfolgte an 15 Untersuchungspunkten durch das Sachverständigenbüro Münzenberg, Ipshofen. Die Ergebnisse hierzu sind der Anlage 13 zu entnehmen.

4.5 Baugrundverhältnisse

4.5.1 Baugrundbeschreibung

Im Rahmen der Bodenuntersuchungen wurde die gesamte Potentialfläche mittels 45 kleinkalibriger Rammkernbohrungen (BS) sowie 25 Schweren Rammsondierungen (DPH) und 8 Kernbohrungen (KB) erkundet.

Die Lage der Bohransatzpunkte ist der Anlage 1 zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Bohrungen sind in den Baugrundschnitten in Anlage 2 dargestellt.

Mit den Bohrungen wurden folgende generelle Untergrundverhältnisse festgestellt, wobei nicht jede Schicht in allen Aufschlüssen vorhanden war:

- Oberboden/ Ackerboden
- Lösslehme
- Kiese
- Tone
- Sande

Die Schichten werden nachfolgend beschrieben.

Oberboden/ Ackerboden

In allen Aufschlüssen wurde oberflächennah Ackerboden bis zwischen 30 cm und 50 cm Tiefe unter GOK angetroffen.

Durch die mechanische Bearbeitung sowie Bioturbation des Bodens ist zu beachten, dass eine klare Abgrenzung von Ackerboden und Unterboden zum Teil makroskopisch nicht eindeutig erkennbar ist, weswegen die tatsächlichen Tiefen zum Teil variieren können.

Die Schichtabgrenzung zwischen Ackerboden und Unterboden erfolgte in den Bohrungen anhand des Anteils organischer Substanzen auf Grundlage des visuellen Befunds.

Anhand des geologischen Modells aus Anlage 12 kann eine Gesamtkubatur des Ober- bzw. Ackerbodens bis in 0,40 m Tiefe von ca. 620.000 m³ berechnet werden.

Lösslehme (Quartär)

Unterhalb des Ackerbodens folgen quartäre Lösslehme, die als Tone mit variierenden Schluff- und Sandanteilen oder als Schluffe mit unterschiedlichen Ton- und Sandanteilen sowie im Übergang zu den Kiesen mit schwach kiesigen Anteilen ausgebildet sind.

In der Schichtoberzone unmittelbar unterhalb des Ackerbodens sind zum Teil Haarwurzeln bzw. organische Anteile anzutreffen, welche auf die mechanische Bearbeitung des darüber liegenden Ackerbodens zurück zu führen sind.

Die Oberzone der Lösslehme ist dem Ackerboden hinsichtlich Zusammensetzung und Eigenschaften ähnlich und unterscheidet sich lediglich durch einen geringen Anteil eingelagerter Pflanzenreste.

Durch die Durchmischung der Oberzone der Lösslehme mit dem Ackerboden (bis ca. 0,80 m Tiefe) kann dieser aus geotechnischer Sicht auch dem Ackerboden zugeordnet werden.

Die Konsistenzen der hellbraunen Lösslehme liegen im weichen bis halbfesten Spektrum.

Die Mächtigkeit der Lösslehme variiert zwischen 1 m und 4 m, im Durchschnitt sind die Lösslehme bis in ca. 2,80 m Tiefe unter GOK anzutreffen. In Anlage 12 ist die Unterkante der Lösslehme als Isolinienplan in m+NN als auch in m unter Geländeoberkante dargestellt.

Anhand des geologischen Modells aus Anlage 12 kann eine Gesamtkubatur der Lösslehme von ca. 3,68 Mio. m³ (ohne den Oberboden) berechnet werden.

Die Schlagzahlen der Schweren Rammsondierungen von im Mittel $N_{10}=3$ Schlägen bescheinigen den Lösslehm eine überwiegend geringe Tragfähigkeit.

Kiese (Quartär)

Unterhalb der Lösslehme schließen sich die fluviatilen Ablagerungen der Schmelzwasserschottererschichten (Quartär) an.

Die Ablagerungen stellen Kiese mit unterschiedlichen Sand- und Steinanteilen sowie Sande mit variierenden Kiesanteilen dar. Schluff- sowie seltener Tonanteile sind teilweise ebenfalls vorhanden.

In den Quarzkiesen sind stellenweise Tonlinsen vorzufinden. In den Aufschlüssen KB 13 und KB 29 sind in 8,60 m bis 9,00 m bzw. 7,70 bis 8,20 m unter GOK weiche bis steife Tonbänder anzutreffen.

Den Steinanteil stellen meist größere gerundete Quarzstücke und Kieselsteine dar.

Die quartären Ablagerungen gräulicher und bräunlicher Färbung waren zum Erkundungszeitpunkt feucht (oberhalb des Grundwassers) bis nass (unterhalb des Grundwassers). Die Schlagzahlen der Schweren Rammsondierungen bescheinigen den Kiesen mit Eindringwiderständen $N_{10}=26$ eine überwiegend mittlere bis hohe Lagerungsdichte.

Lokal geringere Schlagzahlen deuten auf weiche Tonlinsen innerhalb der Kiesschichten.

Die Rammkernbohrungen sowie Rammsondierungen reichen bis in Tiefen zwischen 2,50 m und 7,00 m unter GOK und endeten bei Schlagzahlen $N_{10}>100$ Schlägen ohne weiteren Sondierfortschritt. Die gesamte Kiesmächtigkeit konnte lediglich mit den Kernbohrungen durchteuft werden.

In allen Kernbohrungen bis auf KB 54 reichen die Kiese bis in eine Tiefe zwischen 10,10 m und 13,30 m unter GOK. In Aufschluss KB 54 reichen die Kiese mindestens bis zur Endteufe von 20 m unter GOK.

Ausgenommen dem Aufschluss KB 54 weisen die quartären Kiese somit eine durchschnittliche Mächtigkeit von ca. 8 m auf.

Tone (Tertiär)

Unterhalb der Kiese konnten in allen Kernbohrungen bis auf KB 54 tertiäre Tone aufgeschlossen werden.

Die Tone haben meist in den oberen Meter eine braun gelbliche Färbung und gehen dann ins hellgraue bis dunkelgraue sowie zum Teil dunkelbraune über.

Die Konsistenzen der Tone variieren zwischen weich-steif und halbfest-fest.

Die Tone sind durchsetzt von porösen weißen Kalktuffen, welche teils in Kieskorngroße vorliegen, zum Teil aber auch so stark porös und mürbe sind, dass lediglich die Reste in den Tonen als weiße Streifen erkennbar sind.

Die Tone werden teilweise durch lehmige Sandbänder mit Mächtigkeiten zwischen 0,6 m bis 1,70 m unterbrochen.

Die Tone reichen in den Aufschlüssen KB 1, KB 4, KB 13 und KB 25 bis zur Basis- bzw. Endteufe. In den Aufschlüssen KB 29, KB 34 und KB 50 wurden die Tone komplett durchteuft und weisen eine Mächtigkeit zwischen 5,70 m und 8,90 m.

Sande (Tertiär)

Die tertiären Sande wurden lediglich in den Aufschlüssen KB 29, KB 34 und KB 50 angebohrt und sind ab Tiefen zwischen 18,80 m und 19,40 m unter GOK anzutreffen. Sie stellen schwach schluffige bis schluffige Sande teils mit tonigen Anteilen dar.

Ein zweites tertiäres Grundwasserstockwerk konnte bis in 20 m unter GOK nicht festgestellt werden.

Organoleptische Auffälligkeiten

Während den Feldarbeiten konnten keine organoleptischen Auffälligkeiten festgestellt werden, die auf eine potenzielle Schadstoffbelastung hinwiesen.

Im Labor wurden die gestörten Proben aller Kernbohrungen erneut auf Auffälligkeiten geprüft. Dabei waren insgesamt sieben Proben aus vier Aufschlüssen auffällig (KB 1 15,5-16,0 m, KB 13 6-7,5 m, KB 34 7-8 m, KB 50 7-7,5 m). Dass die organoleptischen Auffälligkeiten erst im Labor deutlich wurden, ist auf die Witterung während der Probenahme zurückzuführen.

Zum Zeitpunkt der Probenahme war es kühl und regnerisch, während die Proben im Labor luftdicht verschlossen und bei einer Umgebungstemperatur von ca. 15 bis 20°C gelagert werden. Durch erhöhtes Wasserdampfvolumen bei höheren Temperaturen sowie erhöhte biologische Prozesse können Gerüche intensiver wahrgenommen werden.

4.5.2 Klassifizierung des Baugrundes und Bodenkenngößen

Die Einteilung des Baugrundes in Bodengruppen, Bodenklassen und Frostepfindlichkeitsklassen sowie die dazugehörigen Bodenkenngößen auf Grundlage der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sowie gründungstechnische Berechnungen und Empfehlungen werden in einem separaten geotechnischen Bericht nachgereicht.

4.6 Hydrogeologie

In nördlicher bzw. nordöstlicher Richtung fließt die Donau in ca. 2 bis 3 km Entfernung (vgl. Abb. 12).

Das Untersuchungsgebiet liegt außerhalb eines festgelegten Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiets.

Die Trinkwassergewinnung im Gebiet Straßkirchen erfolgt laut Angaben des Wasserzweckverbands Straubing-Land aus zwei Tertiärbrunnen (Brunnen 4: Flurstück-Nrn. 1162/1 und Brunnen 5: Flurstück-Nr. 1137/2, Gemarkung Straßkirchen).

Im Bereich der Talauffüllungen kann die Grundwasseroberfläche in weniger als 3 Metern unter GOK angetroffen werden. [8]

Die Talauffüllungen sind auch im digitalen Geländemodell der Geländeoberkante im Bereich der tiefergelegeneren Flächen (grün, gelb markiert) (siehe Anlage 12, Abb. 2) zu erkennen.

Im Rahmen der Erkundungen im September 2022 wurde in allen acht Kernbohrungen Grundwasser in Tiefen von 7,20 m bis 8,80 m unter GOK im Bereich der Kiese festgestellt.

Dies entspricht der geodätischen Höhe zwischen 318,84 m+NN und 321,6 m+NN. Die Pegelstände der Donau in Pfelling schwankten zum Zeitpunkt der Erkundung zwischen 310,41 m+NN und 312,54 m+NN [17].

Der bisher höchste gemessene Pegelstand der Donau in Pfelling (ca. 7 km nördlich des Untersuchungsgebiets) betrug 2002 ca. 317 m+NN [17].

Das Untersuchungsgebiet liegt somit nicht im Überschwemmungsgebiet und ist keine Hochwassergefahrenfläche [7].

Die Grundwassermessstelle Kleinweichs 330A (16 km südöstlich des Untersuchungsgebiets), welche den gleichen Grundwasserleiter durchteuft und ungefähr denselben mittleren Wasserstand seit 1969 von 320,16 m+NN zeigt, weist einen Grundwasserschwankungsbereich von 2,01 m auf.

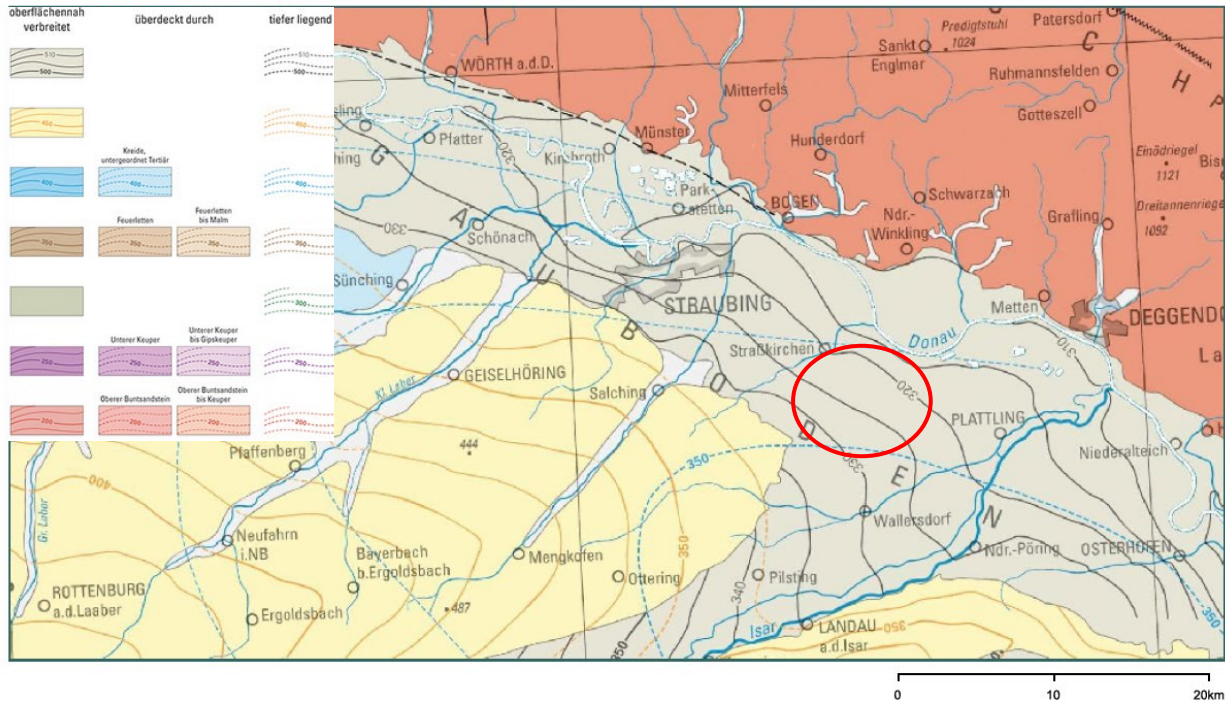
Beruhend auf dieser Messzeitreihe und einem Sicherheitszuschlag von 0,5 m für das Baufeld kann ein Bemessungswasserstand für den Endzustand als auch für die Bauzeit von ca. 2 m über gemessener, bzw. interpolierter Grundwasseroberfläche angenommen werden.

Das digitale Grundwassermodell mit dem Bemessungswasserstand kann der Anlage 12, Abbildung 10 entnommen werden.

Laut der digitalen hydrogeologischen Karte dHK100 [5] befindet sich im Untersuchungsgebiet ein quartäres Grundwasserstockwerk in Form von sandigen Kiesen bis ca. 15 m Mächtigkeit.

Auf Grundlage der erfassten Grundwasserstände wurde ein Grundwassermodell mit Grundwassergleichen erstellt (vgl. Anlage 12). Die Grundwasserströmungsrichtung im Untersuchungsgebiet verläuft nach diesem Modell in nordwestlicher bis nordöstlicher Richtung.

Der zweite, tiefere Grundwasseraquifer des Tertiärs sind laut dem Wasserwirtschaftsamt Degendorf unterhalb der grauen Tertiärtone ab ca. 20 m Tiefe zu erwarten und wurden im Zuge dieser Erkundungen nicht aufgeschlossen.



Druckdatum: Oktober 2022

Fachdaten: © Bayerisches Landesamt für Umwelt

Hintergrundkarte: © Bayerische Vermessungsverwaltung; © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie; © Bayerisches Landesamt für Umwelt; © GeoBasis-DE / BKG 2015 (Daten verändert); © EuroGeographics (EuroGlobalMap); © CORINE Land Cover (CLC2012); © Planet Observer

Abb. 12: Ausschnitt aus der digitalen hydrogeologischen Karte 1 : 500.000 [6] und markiertem Untersuchungsgebiet, nicht maßstabgetreu

Nach Angaben aus dem UmweltAtlas Bayern handelt es sich bei dem quartären Grundwasserleiter um einen Poren-Grundwasserleiter mit überwiegend mäßigen bis hohen Durchlässigkeiten ($k_f \sim 1 \cdot 10^{-5} - 10^{-2} \text{ m/s}$). Die hydrogeologische Einheit stellt der Glaziale Schotter in Form von schluffigen (Karbonat-) Kiesen und Sanden dar.

Die Deckschichten (Lösslehme) zeigen eine größtenteils äußerst geringe bis sehr geringe Durchlässigkeit ($k_f < 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$).

Der im Zuge der Bohrarbeiten erschlossene quartäre Grundwasserleiter weist Mächtigkeiten zwischen 2,15 m und größer 12,40 m auf. In KB/GWM 54 wurde nicht die komplette Aquifermächtigkeit durchteuft.

Die in den Pumpversuchen, als Summe über die gesamte Filterstrecke, ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte weisen eine Bandbreite zwischen $4,6 \cdot 10^{-4}$ und $2,6 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ auf und sind somit etwas geringer als die erwarteten Durchlässigkeiten aus dem UmweltAtlas Bayern.

Die zum Teil etwas geringeren Durchlässigkeiten sind mit den stellenweisen auftretenden Tonbändern, erhöhten Sand- und Feinkornanteilen sowie der sehr dichten Lagerung innerhalb der quartären Kiese zu erklären.

Die Pumpversuche in den Aufschlüssen KB/GWM 25, KB/GWM 29 und KB/GWM 34 wurden mithilfe des Geradlinienverfahrens nach *Cooper* und *Jacob* während der Wiederanstiegsphase ausgewertet.

Da es sich bei der Grundwassermessstelle KB/GWM 54 um einen unvollkommenen Brunnen handelt, wurde die Durchlässigkeit mithilfe der von *Babuschkin & Davidowitsch (1967)* und *Girinskij (1950)* verwendeten Formel ermittelt (vgl. Anlage 4). Hierzu wurde die Tiefe der Grundwassersohle bei 23 m angenommen.

Zusätzlich zu den Pumpversuchen wurden mithilfe der Kornverteilungen Durchlässigkeitsbeiwerte nach *Bayer* und *Hazen* ermittelt. Diese weisen eine Bandbreite zwischen $2,7 \cdot 10^{-3}$ m/s und $3,9 \cdot 10^{-4}$ m/s. Dies sind allerdings nur Richtwerte und ersetzen keinen Pumpversuch.

Es zeigt aber, dass die ermittelte Bandbreite der Durchlässigkeitsbeiwerte durch die Pumpversuche eher den unteren Bereich abdeckt und dass stellenweise durchaus mit Werten bis zu $2,7 \cdot 10^{-3}$ m/s zu rechnen ist.

Versickerungsfähige Böden wurden mit den Kiesen im Mittel ab einer Tiefe von ca. 2,80 m unter Geländeoberkante erkundet. Die überlagernden Deckschichten in Form der Lösslehme sind nur gering durchlässig und für Versickerungsanlagen nicht geeignet.

Mit der Spanne des Durchlässigkeitsbeiwerts von $2,7 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $2,6 \cdot 10^{-6}$ m/s ist der Untergrund überwiegend als durchlässig bis stark durchlässig nach DIN 18130-1 zu bewerten.

Sind in den Kiesen Tonbänder anzutreffen können die Böden nur als schwach durchlässig eingestuft werden.

Durch die stark variierenden Sand- und Feinkornanteile in den Kiesen und somit auch der Durchlässigkeitsbeiwerte müssen zur langfristigen Dimensionierung der Versickerungsanlagen Detailuntersuchungen im Bereich der geplanten Anlagen durchgeführt werden.

Versickerungsanlagen sind unter Berücksichtigung des Grundwasserflurabstandes und des DWA-Merkblatt A138 zu planen.

5. Chemische Untersuchungen

5.1 Probenzusammenstellung

Für die umwelttechnische Bewertung wurden insgesamt 69 Einzelproben und 20 Mischproben untersucht.

Aus jeder Teilfläche in Abbildung 2 abgebildeten Teilflächen wurden insgesamt 2 Mischproben erstellt, eine aus den Einzelproben der Lösslehme, eine aus den Einzelproben der Kiese.

Somit liegen insgesamt 10 Mischproben der Lösslehme (MP1 bis MP 10) und 10 Mischproben der Kiese (MP 11 bis MP 20) vor.

Aus den Rammkernbohrungen wurden insgesamt 42 Einzelproben zur Analyse freigegeben. Dabei stammen insgesamt 14 Einzelproben aus dem Oberboden, 17 aus den Lösslehmern sowie 11 aus den Kiesen bis ca. 5 m Tiefe unter GOK.

Aus dem Grundwasserschwankungsbereich sind aus allen Kernbohrungen mindestens eine Probe auf die Parameter Mineralölkohlenwasserstoffe (C10-C40), LHKW und BTX sowie 2 Proben zusätzlich auf PAK geprüft worden.

Die Pumpwasserproben als auch die Schöpfproben aus beiden Tiefenlagen wurden ebenfalls analysiert.

Zusammenfassend sind in nachfolgender Tabelle die Probearten sowie der Untersuchungsumfang gemäß Untersuchungskonzept dargestellt. Die genaue Probenzusammenstellung ist der Anlage 3 zu entnehmen.

Tabelle 1: Übersicht der Probenarten und des Analyseumfangs

Probenart	Anzahl	Material	Tiefe	Analyseumfang
Abfalltechnische Beurteilung				
MP*	10	Lösslehme	~0,50-3,50 m	Verfüllleitfaden 2021
MP	10	Kiese	~3,50-5,00 m	Verfüllleitfaden 2021
Altlasten Beurteilung				
EP*	14	Oberboden	~0-0,50 m	LfU-Merkblatt Altlasten 1, PFAS, BTEX, PAK, EOX
EP	17	Lösslehme	~0,50-3,50 m	LfU-Merkblatt Altlasten 1, PFAS, BTEX, PAK, EOX
EP	11	Kiese	~3,50-5,00 m	LfU-Merkblatt Altlasten 1, PFAS, BTEX, PAK, EOX
EP	16	Kiese	~5,00-8,00 m	KW, LHKW; BTEX, (PAK)
EP	1	Tone	15,50-16,00 m	KW, LHKW; BTEX,
WP Pumpe*	4	Wasser	-	LfU-Merkblatt 3.8/1 Tabelle 2 + Tabelle 4, Beton- und Stahlaggressivität
WP Schöpfen*	4	Wasser	10 cm unter GW*-Spiegel	KW, MTBE
WP Schöpfen	4	Wasser	200 cm unter GW-Spiegel	KW, MTBE

*MP: Mischprobe, EP: Einzelprobe, WP Pump: Pumpwasserprobe, WP Schöpfen: Schöpfwasserprobe, GW: Grundwasser

5.2 Bewertungsgrundlage

5.2.1 Abfalltechnische Beurteilung

Verfüllleitfaden

Die Beurteilung der abfalltechnischen Eigenschaften und der Wiederverwertbarkeit der Materialien im Falle eines Aushubs erfolgt nach den Richtlinien des Verfüllleitfadens, des Leitfadens für die Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen.

Die Zuordnung erfolgt in unterschiedliche Einbauklassen.

Bei Schadstoffgehalten mit Unterschreitung des Z0-Zuordnungswerts können Böden uneingeschränkt in technischen Bauwerken verwendet werden.

Die Zuordnungswerte Z1 stellen die Obergrenze für den offenen Einbau dar. Bei Verwertungen von Bodenaushub mit Einstufung in die Einbauklasse Z1.1 muss zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand ein Abstand von 1 m gewahrt werden.

Bei Einbau von Bodenaushub mit Einstufung in die Einbauklasse Z1.2 muss der Abstand mindestens 2 m betragen. Zudem muss die Deckschicht aus Tonen, Lehm oder Schluffen bestehen. Der Einbau kann damit nur in hydrologisch günstigen Gebieten erfolgen.

Bei Schadstoffgehalten mit Einstufung in die Einbauklasse Z2 sind technischen Sicherungsmaßnahmen zum Schutz des Grundwassers notwendig.

5.2.2 Umwelttechnische Beurteilung Altlasten

LfU-Merkblatt Altlasten 1

Zur Bewertung der Altlastensituation wurden die Analysenergebnisse der Einzelproben aus den Rammkernbohrungen den Prüfwerten der Bundes- Bodenschutz- und Altlasten-verordnung (BBodSchV) sowie dem LfU-Merkblatt Altlasten 1 gegenübergestellt.

Die BBodSchV und das LfU-Merkblatt unterscheiden nach Wirkungspfaden, also dem Weg eines Schadstoffes von der Schadstoffquelle bis zu dem Ort einer möglichen Wirkung auf ein Schutzgut.

Für den Wirkungspfad Boden-Mensch wird zwischen den verschiedenen Zielebenen „Kinderspielflächen, Wohngebiete, Park- und Freizeitanlagen sowie Industrie- und Gewerbegebiete“ unterschieden.

Bei Unterschreitung der hier maßgeblichen Prüfwerte für die geplante Nutzung als Gewerbe- und Industriegebiete ist eine entsprechende Nutzung grundsätzlich möglich. Die Prüfwerte für Gewerbe- und Industriegebiete der BBodSchV entsprechen hierbei denen des LfU-Merkblattes 1.

PFAS in Wasser in Boden

Zusätzlich wurden die Analysenergebnisse der Einzelproben nach den vorläufigen Leitlinien zur Bewertung von Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS)-Verunreinigungen in Wasser und Boden (Juli 2022) bewertet. Die Bewertung erfolgt in Stufe-1- und Stufe-2-Werte entsprechend der in LfW-Merkblatt 3.8/1 beschriebenen Vorgehensweise.

Die Leitlinie enthält Maßstäbe zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse und Entscheidungen über gegebenenfalls weitergehende Maßnahmen bei bestehenden Untergrundverunreinigungen durch PFAS.

LfW-Merkblatt 3.8/1

Die Einzelproben aus den Rammkernbohrungen wurden auf die Summenparameter PAK, BTEX und EOX untersucht und den Hilfswerten der Tabelle 1 des LfW-Merkblatts 3.8/1 gegenübergestellt. Die Hilfswerte dienen zur Emissionsabschätzung und damit auch zur Sickerwasserprognose.

Für Einzelproben der Kernbohrungen aus dem Grundwasserschwankungsbereich erfolgte aufgrund mehrerer organoleptischer Auffälligkeiten eine Analyse auf die Parameter Kohlenwasserstoffe LHKW, BTX und Σ PAK (EPA) und ebenfalls eine Gegenüberstellung zu den Hilfswerten der Tabelle 1 des LfW-Merkblatts 3.8/1.

Die Grundwasserproben wurden den Stufenwerten der Tabelle 2 und Tabelle 4 des LfW-Merkblatts 3.8/1 „zur Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässer-verunreinigungen – Wirkungspfad Boden-Gewässer –“ gegenübergestellt.

Die Tabelle 2 enthält zulässige Differenzwerte von Stoffkonzentrationen zwischen dem Abstrom einer altlastenverdächtigen Fläche und den hydrogeochemischen Hintergrundwerten [10].

Zur Charakterisierung der Hintergrundwerte wurden gemäß Vorgaben der LABO (2003) [19] das 50. und 90. Perzentil vorliegender Messreihen herangezogen. Der in Anlage 6 aufgeführte Stufe-1-Wert der Tabelle 2 entspricht der Summe aus dem 90. Perzentil sowie dem im LfW-Merkblatt 3./1 angegebenen Differenzwert.

Allerdings sind nicht zu allen in Tabelle 2 erfassten Parametern Messreihen vorhanden um Hintergrundwerte zu definieren.

Die Stufe-1-Werte der Tabelle 2 stellen eine Geringfügigkeits- und Erheblichkeitsschwelle für die Bewertung von Grundwasserverunreinigungen dar.

Das zweistufige Wertesystem der Tabelle 4 dient als Entscheidungsgrundlage für die Gefährdungsabschätzung und für die Erfordernis von Sanierungsmaßnahmen

Die zusätzlichen Grundwasserschöpfproben wurden ebenfalls auf den bereits in den Pumpproben auffälligen Parameter Kohlenwasserstoffe sowie MTBE untersucht.

5.3 Abfalltechnische Ergebnisse und Bewertung

Die Analysenergebnisse der Mischproben sind in Anlage 6 detailliert dargestellt und den entsprechenden Zuordnungswerten des Verfüllleitfadens gegenübergestellt.

Nach den Analysenergebnissen ergeben sich die in nachfolgender Tabelle dargestellten abfalltechnischen Einstufungen:

Tabelle 2: Einteilung der Mischproben in Einbauklasse und Abfallschlüssel auf Grundlage der analytischen Ergebnisse

Probenbezeichnung	Einbauklasse nach Verfüllleitfaden (Einstufungsrelevanter Parameter)	Abfallschlüssel
MP 1 Lösslehme	Z0	17 05 04
MP 2 Lösslehme	Z0	17 05 04
MP 3 Lösslehme	Z0	17 05 04
MP 4 Lösslehme	Z1.2 (pH-Wert)	17 05 04
MP 5 Lösslehme	Z0	17 05 04
MP 6 Lösslehme	Z0	17 05 04
MP 7 Lösslehme	Z0	17 05 04
MP 8 Lösslehme	Z0	17 05 04
MP 9 Lösslehme	Z0	17 05 04

Fortsetzung Tabelle 2:

Probenbezeichnung	Zuordnungsklasse nach Verfüllleitfaden (Einstufungsrelevanter Parameter)	Abfallschlüssel
MP 10 Lösslehme	Z0	17 05 04
MP 11 Kiese	Z1.2 (pH-Wert)	17 05 04
MP 12 Kiese	Z1.2 (pH-Wert)	17 05 04
MP 13 Kiese	Z0	17 05 04
MP 14 Kiese	Z1.2 (pH-Wert)	17 05 04
MP 15 Kiese	Z1.2 (pH-Wert)	17 05 04
MP 16 Kiese	Z1.2 (pH-Wert)	17 05 04
MP 17 Kiese	Z1.2 (pH-Wert)	17 05 04
MP 18 Kiese	Z1.2 (pH-Wert)	17 05 04
MP 19 Kiese	Z1.2 (pH-Wert)	17 05 04
MP 20 Kiese	Z1.2 (pH-Wert)	17 05 04

Bewertung:

In den Mischproben der Lösslehme MP1 bis MP 10 halten mit Ausnahme der Mischprobe MP 4 die Gehalte aller Parameter die Zuordnungswerte der Einbauklasse Z0 ein.

In der Mischprobe MP 4 überschreitet der pH-Wert mit 9,4 den Z1.1 Zuordnungswert, die damit der Einbauklasse Z1.2 entspricht.

Auch in den Mischproben der Kiese mit Ausnahme der MP 13 überschreitet der pH-Wert den Z1.1-Zuordnungswert.

Zusätzlich zum pH-Wert werden in Mischprobe MP 11 die Zuordnungswerte für die Einbauklasse Z0 durch die Parameter Chrom und Nickel überschritten.

Die erhöhten pH-Werte sind vermutlich geogener Natur, da es sich bei den Kiesen um karbonatreiche Schmelzwasserschotter handelt.

5.4 Ergebnisse und Bewertungen der Altlastenuntersuchungen

5.4.1 Ergebnisse der Wasserproben

Pumpprobe

Die Ergebnisse der mittels Pumpe geförderter Wasserproben wurden in Anlage 6 den Stufenwerten der Tabelle 2 und Tabelle 4 des LfW-Merkblatts 3.8/1 gegenübergestellt.

In der Tabelle 3 sind die Ergebnisse für die Parameter mit erhöhten Konzentrationen dargestellt.

Tabelle 3: Messwerte ausgewählter Parameter in Gegenüberstellung zu den Hilfs- und Stufenwerten des LfW-Merkblattes 3.8/1 der Tabelle 2 und Tabelle 4

Parameter	Einheit	Messwert	Messwert	Messwert	Messwert	LfW-Merkblatt 3.8/1 Tab.2			LfW-Merkblatt 3.8/1, Tabelle 4	
		WP GWM 54	WP GWM 34	WP GWM 29	WP GWM 25	Geogener Hintergrund (90.)	Geogener Hintergrund (Max.)	GrwV	Stufe 1-Wert	Stufe 2-Wert
Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,033	<0,03	0,7	0,28	-	4,01	0,5	-	-
Nitrit (NO ₂)	mg/l	<0,02	0,07	0,62	<0,02	-	5,4	0,5	-	-
Kieselsäure (SiO ₂)	mg/l	10	12	11	9,8	-	-	-	-	-
DOC	mg/l	2,1	3,7	6,2	1,3	-	-	-	-	-
Mineralölkohlenwasserstoffe	µg/l	400	500	11000	<100	-	-	-	200	1000

Bewertung:

Für die Parameter Ammonium, Nitrit, Kieselsäure und DOC sind zwar Differenzwerte in Tabelle 2 des LfW-Merkblatts 3.8/1 aufgeführt, allerdings sind hierzu in dem Gebiet keine hydrogeochemischen Hintergrundwerte bekannt.

Um die Konzentrationen in Relation, zu setzen wurden diese den vorhandenen, Schwellenwerten der Grundwasserverordnung (GrwV) [18] gegenübergestellt.

Die Konzentrationen der Parameter Ammonium und Nitrit sind in den Proben WP GWM 34 und WP GWM 29 verglichen zu den Schwellenwerten leicht erhöht.

Vergleicht man diese allerdings mit den ebenfalls in der Tabelle aufgeführten Maximalwerten natürlicher Grundwässer[10], welche deutlich höher als die gemessenen Konzentrationen sind, ist davon auszugehen, dass es sich hierbei nur um geringe, zu vernachlässigende Auffälligkeiten handelt.

Auch die Kieselsäure-Konzentration ist in den Proben WP GWM 34 und WP GWM 29 leicht erhöht, kann aber aufgrund der Schotterzusammensetzung als geogen bedingt und somit ebenfalls vernachlässigbar eingestuft werden.

Die DOC-Konzentration in der Wasserprobe WP GWM 29 ist mit 6,2 mg/l erhöht. Für DOC liegt generell kein Grenzwert vor, allerdings übersteigen DOC-Gehalte in oxidiertem, unbelastetem Grundwasser selten 2,5 mg/l [20]. Die erhöhte DOC-Konzentration kann Indikator für eine organische Verunreinigung sein (s.u.).

Die Mineralölkohlenwasserstoffkonzentration (KW C₁₀-C₄₀) ist in den Proben WP GWM 54, WP GWM 34 und WP GWM 29 deutlich erhöht. In den Proben WP GWM 54, WP GWM 34 überschreitet die KW-Konzentration mit 400 µg/l, bzw. 500 µg/l den Stufe-1-Wert der Tabelle 4. Die MKW-Konzentration in der Wasserprobe WP GWM 29 überschreitet den Stufe-2-Wert der Tabelle 4.

Schöpfprobe

In den nachfolgenden Tabellen 4.1 und 4.2 sind die Analysenergebnisse der Schöpfproben aus den unterschiedlichen Tiefenlagen (10 cm und 200 cm unter Grundwasseroberfläche) dargestellt.

Tabelle 4.1: Messwerte in Gegenüberstellung zu Stufenwerten des LfW-Merkblattes 3.8/1 der Tabelle 4

Parameter	Einheit	Messwert	Messwert	Messwert	Messwert	LfW-Merkblatt 3.8/1, Tabelle 4	
		WP GWM 25 – 10 cm uGW	WP GWM 25 – 200 cm uGW	WP GWM 29 – 10 cm Tiefe	WP GWM 29 – 200 cm Tiefe	Stufe-1-Wert	Stufe-2-Wert
Mineralölkohlenwasserstoffe	µg/l	200	<100	1000	500	200	1000
MTBE	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-

Tabelle 4.2: Messwerte in Gegenüberstellung zu Stufenwerten des LfW-Merkblattes 3.8/1 der Tabelle 4

Parameter	Einheit	Messwert	Messwert	Messwert	Messwert	LfW-Merkblatt 3.8/1, Tabelle 4	
		WP GWM 34 – 10 cm uGW	WP GWM 34 – 200 cm uGW	WP GWM 54 – 10 cm Tiefe	WP GWM 29 – 200 cm Tiefe	Stufe-1-Wert	Stufe-2-Wert
Mineralölkohlenwasserstoffe	µg/l	<100	<100	100	<100	200	1000
MTBE	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-

Bewertung:

In keiner der Wasserproben konnte MTBE über der stoffspezifischen Nachweisgrenze festgestellt werden.

Die KW-Konzentrationen der Wasserproben WP GWM 34 und WP/GWM 54 unterschreiten durchgehend die Stufe-1-Werte des LfW-Merkblatts 3.8/1, bzw. liegen unterhalb der stoffspezifischen Nachweisgrenze.

Gleiches gilt für die „tiefe“ Probe (200 cm) aus der Grundwassermessstelle KB/GWM 25. Die KW-Konzentration aus 10 cm unter der Grundwasseroberfläche hingegen erreicht genau den Stufe-1-Wert von 200 µg/l.

In der Grundwassermessstelle KB/GWM 29 liegt die KW-Konzentration aus 10 cm Tiefe unter der Grundwasseroberfläche genau beim Stufe-2-Wert von 1000 µg/l. Die KW-Konzentration aus 200 cm Tiefe überschreitet den Stufe-1-Wert.

5.4.2 Ergebnisse der Bodenproben

Einzelproben der Rammkernbohrungen

Die Untersuchungsergebnisse der Einzelproben aus den Rammkernbohrungen sind detailliert in der Anlage 6 dargestellt. In keiner Probe werden die jeweiligen Prüfwerten des LfU-Merkblattes 1 für den Wirkungspfad Boden-Mensch für Industrie- Gewerbegrundstücke überschritten.

Auch die vorläufigen Stufenwerte der Leitlinien zur Bewertung von PFAS-Verunreinigungen in Wasser und Boden werden bei keiner Einzelprobe überschritten bzw. konnten keine Konzentrationen oberhalb der Nachweisgrenzen festgestellt werden.

Einzelproben der Kernbohrungen

Nachdem erhöhte Kohlenwasserstoff-Konzentrationen in einigen Pumpwasserproben nachgewiesen werden konnten (s.o.), wurde aus allen Kernbohrungen aus dem Grundwasserschwankungsbereich mindestens eine Bodenprobe sowie die in dieser Zone festgestellten organoleptisch auffälligen Proben nachträglich auf die Parameter LHKW; BTX und MKW sowie ergänzend zwei Proben auf PAK analysiert.

Die Untersuchungsergebnisse der Einzelproben aus den Kernbohrungen sind in der Anlage 6 detailliert dargestellt.

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die analysierten Bodenproben aus dem Grundwasserschwankungsbereich der Bewertung nach Tabelle 1 des LfW-Merkblattes 3.8/1 gegenüber gestellt.

Tabelle 5: Messwerte in Gegenüberstellung zu den Hilfswerten des LfW-Merkblattes 3.8/1 für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser (Feststoffproben), Tab. 1.

Probenbezeichnung	KW-Gehalt [mg/kg]	Bewertung nach Tab. 1, LfW-Merkblatt 3.8/1
EP KB 50; 7-7,5 m	110	>HW 1
EP KB 13; 6-6,5 m	270	>HW 1
EP KB 13; 6,5-7 m	240	>HW 1
EP KB 13; 7-7,5 m	1100	>HW 2
EP KB 25; 5,0-5,5 m	<50	<HW 1
EP KB 25; 5,5-6,0 m	<50	<HW 1
EP KB 34; 7,0-7,5 m	80	<HW 1
EP KB 34; 7,5-8,0 m	97	<HW 1
EP KB 1; 5,5-6 m	<50	<HW 1
EP KB 1; 6,0-6,5 m	<50	<HW 1
EP KB 4; 6,4-7,0 m	<50	<HW 1
EP KB 4; 7-7,5 m	<50	<HW 1
EP KB 54; 6,0-6,5 m	<50	<HW 1
EP KB 54; 6,5-7,0 m	<50	<HW 1
EP KB 29; 6,0-6,5 m	<50	<HW 1
EP KB 29; 6,5-7,0 m	<50	<HW 1
EP KB 1; 15,5-16,0 m	<50	<HW 1

HW: Hilfswert

Bewertung:

Aus Tabelle 5 geht hervor, dass in den organoleptisch auffälligen Proben (KB 50: 7-7,5 m; KB 13: 6-6,6 m und KB 13; 6,5-7 m) die KW-konzentrationen den Hilfswert 1 und in einer Probe (KB 13: 7-7,5 m) den Hilfswert 2 der Tabelle 1 des LfW-Merkblatt 3.8/1.

In der Probe KB 13: 7-7,5 m wurde zudem eine leicht erhöhte BTX-Konzentration von 2,3 mg/kg nachgewiesen, welche den Hilfswert 1 allerdings einhält.

In keiner der organoleptisch unauffälligen Proben aus dem Grundwasserschwankungsbereich konnten LHKW-, BTX- und KW-Konzentrationen oberhalb der stoffspezifischen Nachweisgrenze für die Einzelkomponenten bestimmt werden.

Auch der in den Proben EP KB 13: 6,5-7 m und EP KB 50: 7-7,5 m untersuchte Summenparameter PAK konnte nicht nachgewiesen werden.

5.4.3 Bewertung der Altlastensituation

Bewertung Wirkungspfad Boden - Mensch (direkter Kontakt):

In den untersuchten Einzelproben der Rammkernbohrungen aus der ungesättigten Bodenzone wurden keine Überschreitungen der zugrunde gelegten Prüfwerte festgestellt.

Damit liegt im Bereich der Untersuchungsfläche kein Altlastenverdacht im Sinne einer Umweltgefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch im Rahmen der zukünftigen gewerblichen Nutzung vor.

Bewertung Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze:

Eine Untersuchung der Ackerfläche im Sinne des Wirkungspfads Boden-Nutzpflanze zur Bewertung der derzeitigen ackerbaulichen Nutzung wurde nicht durchgeführt.

Bewertung Wirkungspfad Boden - Grundwasser:

In den Grundwasserproben WP GWM 54 und WP GWM 34 überschreitet der Parameter KW den Stufe-1-Wert des LfW-Merkblatts 3.8/1, was bedeutet, dass eine erhebliche Grundwasserunreinigung vorliegt und der hinreichende Verdacht einer Bodenveränderung oder Altlast besteht.

In der Grundwasserprobe WP GWM 29 überschreitet der Parameter KW mit einer Konzentration von 1100 µg/l zudem den Stufe-2-Wert des LfW-Merkblatts 3.8/1 deutlich. Bei Überschreitung des Stufe-2-Werts sind Sanierungsmaßnahmen erforderlich.

In allen organoleptisch auffälligen Bodenproben aus dem Grundwasserschwankungsbereich konnten MKWs zwischen 80 mg/kg und 1100 mg/kg nachgewiesen werden, die teilweise den Hilfswert 1 sowie Hilfswert 2 des LfW-Merkblatts 3.8/1 überschreiten. Damit sind nach dem LfW-Merkblatt 3.8/1 weitere Detailuntersuchungen erforderlich.

In der Anlage 7 sind die MKW-Konzentrationen der Einzelbodenproben der Kernbohrungen sowie der Wasserproben und die jeweiligen Überschreitungen der Hilfs- und Stufenwerte im Lageplan dargestellt.

Mineralölkohlenwasserstoffe stellen ein Stoffgemisch dar, welches mehrere hundert einzelne Verbindungen enthalten kann. Das Stoffgemisch umfasst aromatische und aliphatische Komponenten, deren Eigenschaften und Toxizitäten stark variabel sind [15].

Meist weisen MKW's eine geringe Wasserlöslichkeit auf, können jedoch in geringem Umfang auch löslich sein [16].

Im Boden liegen MKW's meist als Phase im Porenraum vor und breiten sich in der ungesättigten Zone in vertikaler Richtung aus. Durch Heterogenitäten im Boden kann die Ausbreitung untergeordnet aber auch lateral erfolgen [16].

Die Ausbreitung löslicher MKW's erfolgt zunächst über das Sickerwasser. Erreichen sie den Grundwasserschwankungsbereich, dehnen sich die geringlöslichen MKWs mit geringer Dichte im Kapillarsaum als im Grundwasser aufschwimmende Phase aus [16].

Die löslichen MKWs breiten sich hauptsächlich entlang der Grundwasserfließrichtung aus, untergeordnet aber auch entgegen der Fließrichtung [16].

Die Abbildung 13 zeigt schematisch die Ausbreitung von MKW im Untergrund.

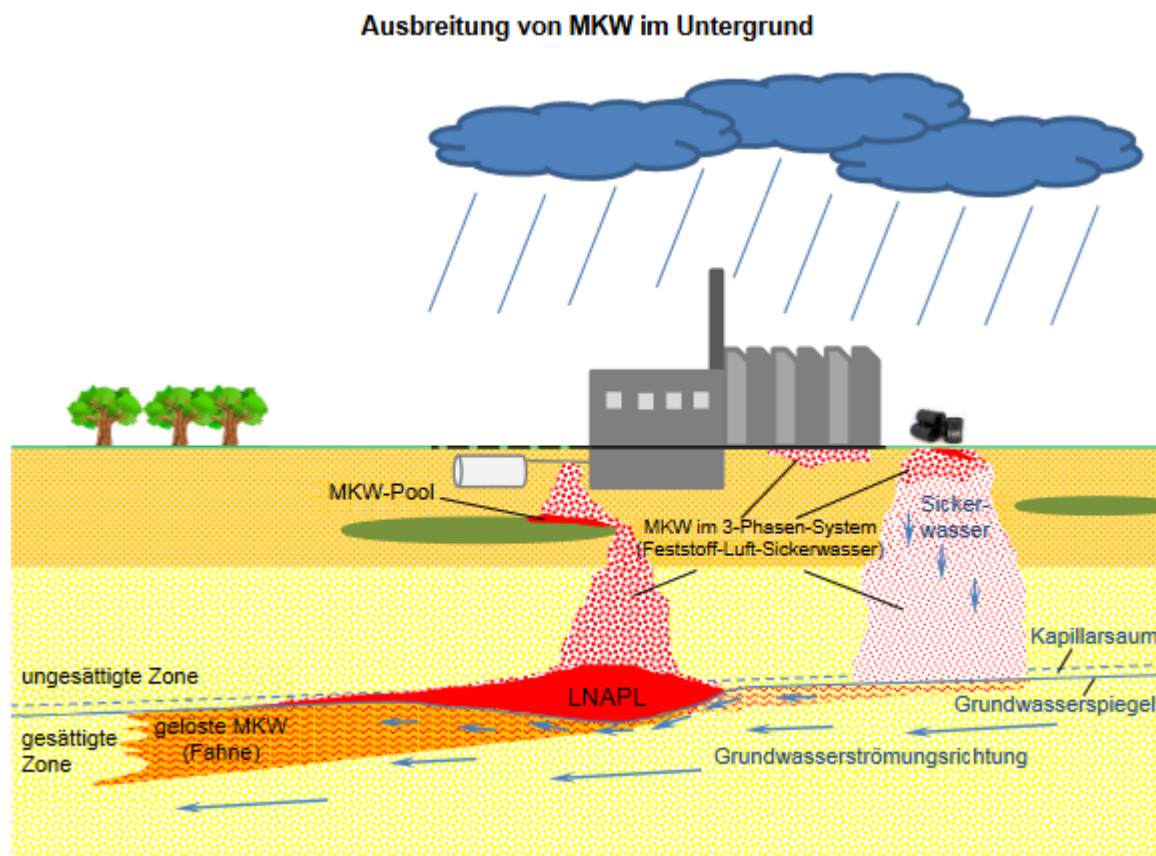


Abb. 13: Ausbreitung von MKW im Untergrund [16]

Die Ergebnisse der tiefenorientierenden Untersuchung der Schöpfproben (10 cm und 200 cm unter Grundwasseroberfläche) zeigen, dass zwar keine massive Phasenbildung vorliegt, sich jedoch ein Konzentrationsgradient von den oberen zu den unteren Grundwasserschichten ausgebildet hat.

Da die MKW-Konzentrationen in den Schöpfproben allerdings mit maximal 1000 µg/l immer noch deutlich geringer sind, als die Konzentrationen aus den Pumpproben, ist davon auszugehen, dass es sich bei den MKWs um zum Teil wasserlösliche Komponenten handelt, welche sich entlang der Grundwasserfließrichtung ausbreiten.

Die Ermittlung eines genauen Kohlenwasserstofftyps anhand des Chromatogramms war dem Labor nicht möglich, da keine eindeutige Zuordnung den einzelnen Typen möglich war (Anlage 6).

Unabhängig davon erhärten die Ergebnisse der Schöpfproben in Verbindung mit den erhöhten MKW-Konzentrationen aus den Pumpproben und Bodenproben den Verdacht einer schädlichen Grundwasserverunreinigung und bilden die Grundlage zur Begründung der Notwendigkeit einer Detailuntersuchung.

Die Detailuntersuchungen dienen der weiteren Eingrenzung der schädlichen Boden- und Grundwasserveränderung.

Da in keiner Probe aus den oberen Bodenschichten Kohlenwasserstoffe oberhalb der Nachweisgrenze nachgewiesen werden konnten, ist nach jetzigem Stand davon auszugehen, dass es sich hier um eine sekundäre Belastung handelt, bei der die Schadensursache möglicherweise nicht von dem Grundstück selbst ausgeht.

Hierfür spricht auch die Tatsache, dass in den Pumpproben deutlich höhere KW-Konzentrationen als in den Schöpfproben festgestellt wurden, was vermutlich darauf zurück zu führen ist, dass die Grundwassermessstellen nicht direkt im unmittelbaren Umfeld des Schadensbereichs liegen.

Im Rahmen des Pumpversuchs wurde vermutlich eine Schadstofffahne erfasst, welche sich entlang der Grundwasserfließrichtung (nordwestlich bis nordöstlich) ausbreitet.

Eine Detailuntersuchung würde der Eingrenzung der festgestellten Schadstofffahne sowie der möglichen Lokalisation der Schadstoffquelle dienen.

Zur Lokalisation der Schadstoffquelle ist eine An- und Abstrombetrachtung des Grundwassers erforderlich.

Der Entwurf eines Detailuntersuchungskonzepts ist in Absprache mit der zuständigen Behörde zu empfehlen, um im Falle eines Grundstückserwerbs im Vorfeld die Handlungsstörerhaftung zu klären.

5.5 Beton- und Stahlaggressivität Wasser

Zur Beurteilung der Stahlaggressivität gemäß DIN 50929-3 sowie der auf Betonaggressivität nach DIN 4030 wurden die Pumpwasserproben chemisch analysiert.

Die Laborprotokolle der chemischen Analysen sind zusammen mit den zugehörigen Auswertungen hinsichtlich der Stahl- und Betonaggressivität der Anlage 5 zu entnehmen.

Nachfolgend sind die Ergebnisse tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 6: Zusammenstellung Beton- und Stahlaggressivität des Wassers

Proben- bezeich- nung	Bewertungszahl				Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3, Tabelle 7		Güte der Deck- schichten nach DIN 50929-3, Tabelle 5	Betonaggres- sivität nach DIN 4030
	W ₀	W ₁	W _L	W _D	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorro- sion		
WP GWM 25	3,6	3,6	1	1	sehr gering	sehr gering	sehr gut	nicht angrei- fend
WP GWM 29	3,6	3,6	1	1	sehr gering	sehr gering	sehr gut	nicht angrei- fend
WP GWM 34	3,6	3,6	1	1	sehr gering	sehr gering	sehr gut	nicht angrei- fend
WP GWM 54	3,6	3,6	1	1	sehr gering	sehr gering	sehr gut	nicht angrei- fend

Bewertung:

Aus Tabelle 6 geht hervor, dass hier auftretendes Grundwasser keine Betonaggressivität nach DIN 4030 besitzt. Zudem ist die Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 sehr gering. Die Güte der Deckschichten nach DIN 50929-3 wird als sehr gut eingestuft.

6. Zusammenfassung

Die BMW AG prüft die Ansiedlung eines Werkes für die E-Modul Fertigung in Straßkirchen.

Dr. Jung + Lang Ingenieure GmbH wurden mit der orientierenden Boden- und Grundwasseruntersuchung auf der Potentialfläche beauftragt. Die geotechnische Beurteilung hinsichtlich Geländeaufbereitung und Bebauung wird in einem separaten Bericht vorgelegt.

Umfeld

Die Fläche wurde bisher ausschließlich ackerbaulich genutzt. Südöstlich des Untersuchungsgebiets befindet sich eine ehemalige Brennerei.

Zudem sind mehrere Gebäude aktuell an die IRV Interroh Rohstoffverwertungs GmbH verpachtet. Hier werden gefährliche und nicht gefährliche Abfälle angenommen und zeitweilig gelagert, sowie Altholz der Altholzkategorie A I bis A IV gemäß der Altholzverordnung behandelt.

Nach Auskunft aus dem Kataster über Altlasten des Landratsamts Straubing-Bogen liegt keine Eintragung des Grundstücks als Altlastverdachtsfläche vor.

Topografie

Die gesamte untersuchte Fläche liegt auf einer durchschnittlichen Höhe von 327,76 m+NN. Die nördlich an das Untersuchungsgebiet angrenzende B8 hat am nördlichsten Punkt eine Höhe von 327,90 mü+N und am südlichsten Punkt 328,75 m+NN. Alle erstellten digitalen Geländemodelle sind der Anlage 12 z entnehmen.

Untergrund

Zur orientierenden Baugrund- und Altlastenuntersuchung wurden im Untersuchungsgebiet insgesamt 45 kleinkalibrige Bohrungen bis in ca. 5 m Tiefe und 8 Kernbohrungen bis in ca. 20 m Tiefe ausgeführt. Zudem wurden 4 Grundwassermessstellen errichtet und zur Bestimmung der Durchlässigkeitskoeffizienten Pumpversuche durchgeführt.

Der Baugrund im Untersuchungsgebiet wird unterhalb des Ackerbodens geprägt von quartären Lösslehen, gefolgt von quartären Kiesen und tertiären Tonen.

Radon

Die Radon-Konzentrationen in der Bodenluft sind mit einem Durchschnitt von ca. 100 kBq/m³ vergleichsweise hoch. Der höchste Wert liegt bei 198 kBq/m³.

Damit liegen die Konzentrationen zwischen der Klasse 2 und 3, was bedeutet, dass ohne weitere Maßnahmen zum Radonschutz der Referenzwert von 300 Bq/m³ in späteren Gebäuden möglicherweise erreicht werden könnte.

Bauliche und planerische Maßnahmen (z.B. Verklebung von Folienabdichtungen, gasdichte Mediendurchführungen, ggf. erhöhter Feuchteschutz) sind zu empfehlen um den Radoneintritt aus dem Erdreich in das Gebäude zu erschweren (vgl. Anlage 13).

Grundwasser

Die quartären Kiese stellen den oberen Poren-Grundwasserleiter dar, welcher mithilfe der Kernbohrungen bis in Tiefen zwischen 10,10 m und 20 m erschlossen werden konnte. Der Aquifer weist eine lokale Fließrichtung gen Nordwesten bis Nordosten auf.

Grundwasser wurde in den Kernbohrungen in Tiefen von ca. 7,20 m (321,6 m+NN) bis 8,80 m (318,84 m+NN) unter GOK festgestellt.

Die ermittelten k_f -Werte liegen im Bereich von $7 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $2,6 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Der Bemessungswasserstand ist mit 2,0 m über dem gemessenen Grundwasserstand anzusetzen.

Schadstoffsituation

Zur abfalltechnischen Deklaration wurden die Böden bis in 5 m Tiefe unter GOK untersucht.

Demnach können die Lösslehme und Kiese der Einbauklasse LAGA Z0 und Z1.2 (AVV 17 05 04) zugeordnet werden.

Auf Grundlage der analytischen Ergebnisse der Wasserproben sowie der Bodenproben aus dem Grundwasserschwankungsbereich besteht im Untersuchungsgebiet der Verdacht einer schädlichen Boden- und Grundwasserveränderung durch Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW).

Da in den oberen Bodenschichten keine erhöhten MKW-Konzentrationen festgestellt wurden, besteht nach jetzigem Stand der Untersuchungen der Verdacht, dass es sich hier um eine sekundäre Kontamination handelt, deren Ursache bzw. Eintragsstelle im Grundwasseranstrombereich liegt.

Von der Eintragsstelle breiten sich die Kohlenwasserstoffe über das Sicker- und Grundwasser hauptsächlich entlang der Grundwasserfließrichtung aus und lagern sich am Bodenkorn bzw. in den Kornzwischenräumen an.

Zur Klärung der Gesamtsituation ist eine Detailuntersuchung zu empfehlen, die im Einvernehmen des Grundstücksveräußerers sowie in Absprache mit den zuständigen Behörden durchzuführen wäre.

Die Detailuntersuchung dient der Eingrenzung des Grundwasserschadens sowie zur Lokalisation der Schadensursache, um im Falle eines Grundstückserwerbs die Handlungsstörerhaftung (Verursacher) zu klären.

Saarbrücken, 28.10.2022

Dr. Jung + Lang Ingenieure GmbH
Geotechnik und Umwelt
Europaallee 1
66113 Saarbrücken

Prof. Dr.-Ing. Stefan Jung

B.Sc. Senta Wittig