



Klötzlmüllerstraße 140
Konzept zur Sicherung des
Grundwasserabstroms nach
abgeschlossener PCB-Bodensanierung

Objekt: Klötzlmüllerstraße 140, Landshut

Auftraggeber: BMi Bayerische Milchindustrie eG
E.ON-Allee 1
84036 Landshut

Datum: 28. Juni 2024

Verfasser: Ing.-Büro PGA
Planung Gutachten Analytik GmbH
Opalstraße 32
84032 Altdorf

Bearbeiter: Dipl.-Geologin Iris Müller

Seitenzahl: 12

Exemplare: Digital

Inhalt

1.	Zusammenfassung	2
2.	Standort	3
2.1	Lage	3
3	Durchgeführte Sanierungsmaßnahmen	4
3.1	Bodensanierung	4
3.2	Grundwasser	4
3.3	Abgestimmte Sanierungszielwerte	5
4	Sicherungskonzept für das Grundwasser	6
4.1	Verfahrensbeschreibung	7
4.2	Monitoring	10
4.3	Kostenschätzung und Auswirkung	11
5.	Dauer der GW-Sicherung	11
6.	Ziel der Grundwassersicherung	12
7.	Verhältnismäßigkeit	12

1. Zusammenfassung

Auf dem ehem. Betriebsgelände der Bayerischen Milchindustrie eG (BMI) in Landshut, Klötzlmüllerstraße 140, wurde bis Juli 2018 die quellenorientierte Bodensanierung einer PCB-Altlast durchgeführt. Die Verunreinigung geht auf den Vornutzer des Grundstücks, der Fa. Röderstein und dort im Wesentlichen auf einen Brand im Jahr 1960 zurück, nach dem PCB-belastetes Material auf einem Teil des Grundstücks, Flurstück 2329, aufgefüllt wurde.

Nach erfolgter Bodensanierung wurden abschließend weitere Untersuchungen des Bodens und des Grundwassers durchgeführt, die auch das westlich angrenzende Grundstück Klötzlmüllerstraße 148 mit einbezogen hat. Ziel der Untersuchungen war die abschließende Gefährdungsabschätzung für alle relevanten Wirkungspfade und Schlussfolgerung, ob die Bodensanierung abgeschlossen ist, oder weitere Maßnahmen nach § 2 Abs. 7 oder Abs. 8 BBodSchG und im Sinne § 4 Abs. 3 BBodSchG notwendig sind.

Bei der Bodensanierung durch Aushub wurden 1.105 kg an PCB entfernt. Die verbliebene Restbelastung lässt sich mit rund 4 kg abschätzen. Daraus ergibt sich eine rechnerische Effizienz der Bodensanierung von rund 99,6 %. Die Untersuchungen bestätigen insgesamt, dass die Sanierungsziele des genehmigten Sanierungsplanes für den Boden vom 23.11.2012 in hinreichendem Maß erfüllt sind. Die Bodensanierung wird damit als erfolgreich abgeschlossen bewertet.

Die auf dem Nachbargrundstück Klötzlmüllerstraße 148 detektierte punktuelle Restbelastung wurde im Mai und Juni 2022 durch Bodenaustausch entfernt.

Auf dem BMI-Gelände überschreiten im quartären und im tertiären Grundwasserleiter die PCB-Konzentrationen den Stufe-1-Wert. Nach der Beprobung des quartären Grundwasserleiters vom 27.03.2023 übersteigt nur noch ein Messwert geringfügig ($0,57\mu\text{g/l}$) den Stufe-2-Wert. D.h., es liegt eine Grundwasserverunreinigung vor, die weitestgehend unter dem Stufe-2-Wert bzw. der Bestimmungsgrenze liegt. Insgesamt zeigt sich ein abnehmender Trend der Grundwasserkonzentrationen.

Die PCB-Fahne mit Konzentrationen über dem Stufe-1-Wert ($0,05\mu\text{g/l}$) erstreckt sich im quartären Grundwasserleiter ausgehend von der Quelle mit einer Breite von rund 65 m bis etwa 350 m in den Abstrom des BMI-Geländes. Belastbare Daten über die Länge der Schadstofffahne im tertiären Grundwasserleiter sind nicht vorhanden. Jedoch ist im Vergleich zum quartären Grundwasserleiter die Durchlässigkeit um den Faktor 60 niedriger und die Fracht um den Faktor 10 geringer. Es ist daher naheliegend, dass die Fahnenlänge im tertiären Grundwasserleiter erheblich kürzer sein muss als die Fahne im Quartär.

2. Standort

2.1 Lage

Der Standort der BMI befindet sich am südöstlichen Stadtrand von Landshut in Niederbayern in der Klötzlmüllerstraße 140. Das Umfeld ist durch Wohnbebauung, Kleingärten sowie landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Die ursprüngliche Geländehöhe liegt bei etwa 392,7 m ü. NN. Wegen der durchgeführten Bodensanierung liegt das sanierte Gelände heute bei etwa 389,7 m ü. NN und somit im Bereich der Grundwasseroberfläche.

Die Isar verläuft etwa 750 m südlich des Geländes. An der nördlichen Flurstücksgrenze verläuft der Klötzlmühlbach. Er wurde 1953 von seiner ursprünglichen Position – quer durch das Grundstück - nach Norden verlegt und verläuft heute in einem künstlichen Bachbett. Die Flussbettsohle liegt etwa 2 m oberhalb des Grundwasserspiegels. Es besteht somit kein Kontakt zwischen dem Bachwasser und dem vom Standort abströmenden Grundwasser. Das alte Bachbett wurde verfüllt.

Das nächste Oberflächengewässer in Grundwasserströmungsrichtung ist die Pfettrach in einer Entfernung von ca. 1,5 km.

2.2 Geologie und Hydrologie

Regionalgeologisch befindet sich das Grundstück Klötzlmüllerstraße 140, im Bereich einer mehrere Meter mächtigen, pleistozänen Isarterrasse aus Kiesen und Sanden, die von den tertiären, kiesigen teilweise karbonatisch verbackenen Sedimenten der oberen Süßwassermolasse unterlagert wird. Die Basis der tertiären Sedimente bilden in einer Tiefe ab ca. 30,0 m unter ehem. GOK sehr feste blaue Tone, die in diesem Bereich einen Stauhorizont bilden.

Da es keine hydraulische Stockwerkstrennung gibt, unterscheidet sich der Grundwasserspiegel in den flachen Messstellen, die im quartären Grundwasserleiter ausgebaut sind und in den tiefen Messstellen, die bis in den tertiären Grundwasserleiter reichen, nicht.

Stichtagsmessungen an den vorhandenen Grundwassermessstellen zeigen für das Grundwasser im Quartär eine Grundwasserströmungsrichtung in Richtung Nordosten. Die Grundwasserfließrichtung im Tertiär ist nach Ostnordost gerichtet.

3 Durchgeführte Sanierungsmaßnahmen

Die PCB-Bodensanierung durch Bodenaustausch wurde mit Unterbrechungen zwischen Frühjahr 2013 und Sommer 2019 durchgeführt. Die umfangreichsten Arbeiten in Bereichen mit den höchsten PCB-Belastungen fanden zwischen April und Oktober 2013 statt. Der Bodenaustausch erfolgte hier im sogenannten Wabenverfahren, sowie im Nachgang auch mittels überschnittener Großbohrungen. Wo es möglich war, wurde konventioneller Aushub mittels Bagger durchgeführt.

Von Januar bis Juni 2018 wurde das gesamte Areal - mit Ausnahme des Parkplatzes und des Bürogebäudes auf ein Niveau von 389,7 m ü. NN abgetragen. Im nordwestlichen Bereich des Geländes fand der Aushub sogar bis auf eine Höhe von 388,5 m ü. NN und in einigen Teilbereichen im zentralen Teil des Grundstücks bis auf eine Höhe von 389,2 m ü. NN, also 0,5-1,2 m unter das Referenzniveau von 389,7 m ü. NN, statt. Da in diesen tieferen Bereichen an der Aushubsohle bereits Grundwasser angeschnitten wurde, wurde das Gelände im Anschluss an die Aushubarbeiten flächendeckend mit unbelastetem Material bis auf das Referenzniveau von ca. 389,7 m ü. NN rückverfüllt.

Bis Oktober 2019 wurden alle noch verbliebenen PCB-Restbelastungen auf dem Grundstück Klötzlmüllerstraße 140 vollständig ausgekoffert, die Restbelastungen auf dem Nachbargrundstück Klötzlmüllerstraße 148 wurden zwischen Mai und Juni 2022 mittels Baggeraushub beseitigt.

3.1 Bodensanierung

Bei der oben beschriebenen Bodensanierung durch Aushub, wurden ca. 45.000 t Bodenmaterial ausgehoben und einer Verwertung oder Beseitigung zugeführt. Dabei wurden 1.105 kg an PCB entfernt. Die verbliebene Restbelastung lässt sich mit rund 4 kg abschätzen. Daraus ergibt sich eine rechnerische Effizienz der Bodensanierung von rund 99,6 %. Die Untersuchungen bestätigen insgesamt, dass die Sanierungsziele des genehmigten Sanierungsplanes für den Boden vom 23.11.2012 (siehe Kapitel 3.3) in hinreichenden Maß erfüllt sind.

Die auf dem Nachbargrundstück Klötzlmüllerstraße 148 detektierte punktuelle Restbelastung wurde im Mai und Juni 2022 durch Bodenaustausch entfernt und durch Beweissicherungsanalysen in Sohl- und Böschungsflächen freigemessen und abgeschlossen.

Die Bodensanierung wird damit als erfolgreich abgeschlossen bewertet.

3.2 Grundwasser

Anfang 2013 wurden auf der BMI-Liegenschaft insgesamt 9 Grundwassermessstellen (P9Q bis P17Q, P10T und P11T) abgeteuft und verfiltert, davon sieben in den quartären Sedimenten und zwei in den tertiären Sedimenten. Ziel dieser Messstellen war es, die PCB-Konzentration vor, während und nach der Bodensanierung im quartären Grundwasserleiter, insbesondere im Abstrom der Sanierungsbereiche, zu überwachen und zu dokumentieren.

Im Juni 2021 wurde analog zu den beiden bereits bestehenden, eine weitere Tertiärmessstelle (P15T) im Abstrom errichtet.

Im Verlauf der Bodensanierung, zwischen 2013 bis 2019, zeigten die Analysen des Grundwassers bis zum Ende des Jahres 2016 deutliche Schwankungen. Diese sind möglicherweise auf eine PCB-Mobilisierung durch Eingriff in die wassergesättigte Bodenzone ab 2013 zurückzuführen. Die höchsten Werte von bis 1,85 µg/l PCB wurden 2013 und 2015 gemessen.

Seit 2017 haben diese Schwankungen erkennbar abgenommen. Die Konzentrationen im Grundwasser auf der BMI-Liegenschaft haben sich mehrheitlich einem Niveau knapp unter dem Stufe-2-Wert angenähert. Dennoch sind immer wieder Überschreitungen des Stufe-2-Wertes und damit des alternativen Sanierungszieles für das Grundwasser zu verzeichnen.

Eine Sonderstellung nimmt die Messstelle P12Q ein. Hier zeigt sich ein Anstieg der Werte von 2018 bis Ende 2020 von 0,5 µg/l auf knapp 1,3 µg/l. Bei den Beprobungen im Dezember 2022 und im März 2023 zeigt sich ein deutlicher Rückgang bis auf 0,57 µg/l. Bei der Beprobung im September 2023 war ein Anstieg auf 0,84 µg/l zu verzeichnen.

3.3 Abgestimmte Sanierungszielwerte

Die unten aufgeführten Sanierungszielwerte für den Boden und das Grundwasser, sind im Sanierungsplan vom 23.11.2012 beschrieben, der mit Bescheid vom 13.12.2012 von der Unteren Bodenschutzbehörde genehmigt wurde. Diese sind auch in der von der ERM GmbH verfassten Sanierungsdokumentation vom 19.10.2018 und im Schreiben der Unteren Bodenschutzbehörde vom 17.05.2019 bestätigt.

Die Sanierungsziele wurden wie folgt abgestimmt:

- Boden, ungesättigte Bodenzone 0,0 m – 0,6 m unter zukünftiger GOK <= 0,4 mg/kg
- Boden, ungesättigte Bodenzone bis 389,7 m ü. NN <= 0,5 mg/kg
- Boden, gesättigte Bodenzone unter 389,7 m ü. NN <= 10 mg/kg

Das Höhenniveau von 389,7 m ü. NN wurde als sog. Referenzniveau festgelegt.

Die für den Boden angesetzten Sanierungszielwerte wurden auf dem Grundstück Klötzlmüllerstraße 140 erreicht.

- Grundwasser (Stufe-1-Wert) 0,05 µg/l
- Alternativer Sanierungszielwert Grundwasser (Stufe-2-Wert) 0,5 µg/l

Der alternative Sanierungszielwert für das Grundwasser kann Anwendung finden, wenn der Stufe-1-Wert (0,05 µg/l) nicht erreicht, aber der Stufe-2-Wert (0,5 µg/l) dauerhaft unterschritten wird.

Hier noch bezogen auf das LfW-Merkblatt 3.8/1 Stand 10/2001.

4.1 Verfahrensbeschreibung

Mittels Unterwasserpumpen wird das Wasser mit jeweils 4 m³/h aus den Bestandspegeln P9Q, P12Q und P15Q direkt in ein Vorlagebecken gepumpt. Eine Prozesspumpe fördert das Rohwasser über einen Kiesfilter und eine dreistufige Aktivkohleeinheit (ca. 30 m³). Das nach der Aktivkohle entstandene Reinwasser wird in den Vorfluter (Klötzlmühlbach) eingeleitet.

Ein Rückführen des Wassers über Schluckbrunnen im direkten Abstrom der Pumpbrunnen, ist nicht möglich, da die Pegel 9 und 15 an der Grundstücksgrenze liegen und die Schluckbrunnen auf einem fremden Grundstück im unmittelbaren Umgriff der bestehenden Bebauung errichtet werden müssten.

Vom Wiederversickern des abgereinigten Wassers im nordöstlichen Bereich des Grundstücks ist abzuraten, da der Flurabstand gering ist und sich in unmittelbarer Umgebung eine Trafostation der Stadtwerke und im Nordwesten eine Tiefgarage befindet.

Aufgrund der hohen Verfügbarkeit des nachlaufenden Wassers und der Aufnahmefähigkeit des Klötzlmühlbaches wird die Ableitung über den Bach empfohlen.

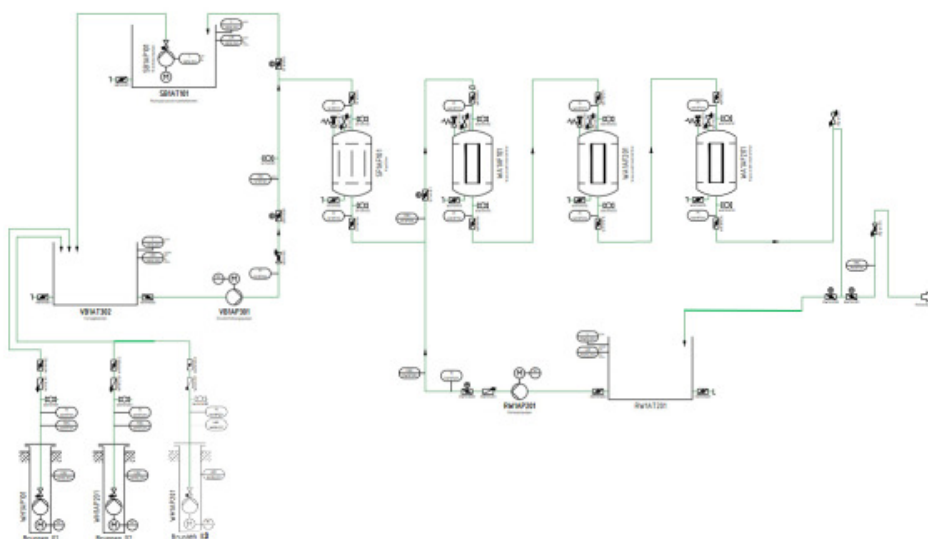
Das Reinwasser wird ebenfalls zum Rückspülen des Kiesfilters verwendet. Das Rückspülwasser setzt sich ab und der Klarwasserüberstand wird über das Vorlagebecken gepumpt und dort mit behandelt.

Zum Schutz vor Dritten, soll die Anlagentechnik/-steuerung in einem abgeschlossenen Bereich/Container untergebracht werden.

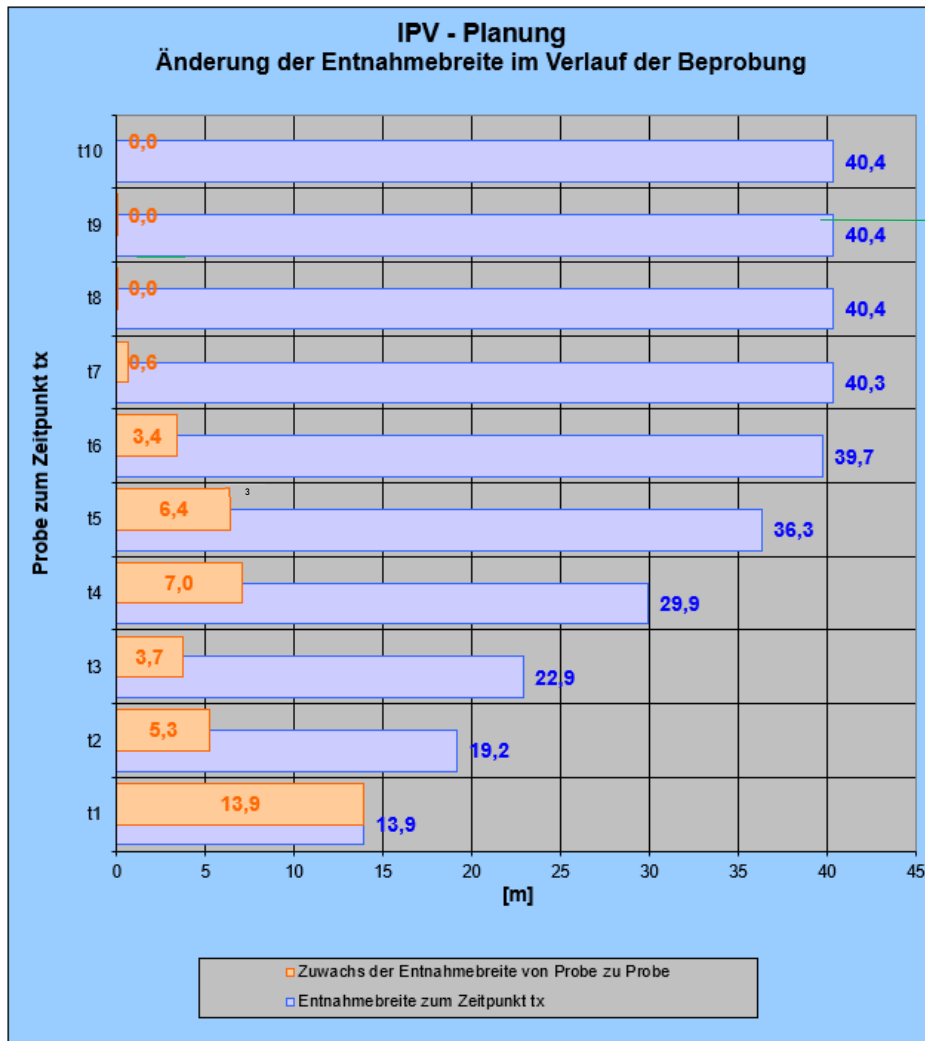
Die gewählten Messstellen P9Q und P15Q wurden zur Überwachung des quartären Grundwassers mit einer Tiefe von 8 m u GOK, P12Q mit 7 m u GOK gebohrt. Die Filterstrecken beginnen bei 3,0 m u GOK bis ET in den Pegeln 9 und 15, im Pegel 12 bei 2,0 m u GOK bis ET.

Die Einhängtiefe der Pumpen wird zwischen 4,5 und 5,0 m u GOK festgelegt.

Schematische Skizze der geplanten GW-Reinigungsanlage:



Bei der Fördermenge von 4 m³/h, sollte sich innerhalb von ca. 30 Tagen eine Entnahmebreite von ca. 40 m eingestellt haben. Damit ist der weitere Austrag in Richtung Nordosten weitestgehend unterbunden. Siehe nachfolgende Grafik mit der Berechnung der Entnahmebreite im P9Q.



Quelle: Auszug aus dem Tool zur Ermittlung von Entnahmebreiten bei IPV nach © Peter Rothschild, UW Umweltwirtschaft GmbH, 2007.

Gerechnet wurde mit den aus der Abschlussdokumentation - „Sanierungserfolg und Zustand des Bodens und des Grundwassers nach Abschluss der Sanierungsmaßnahme“ ERM vom 16.09.2021 - bekannten Kenndaten des quartären Grundwasserleiters:

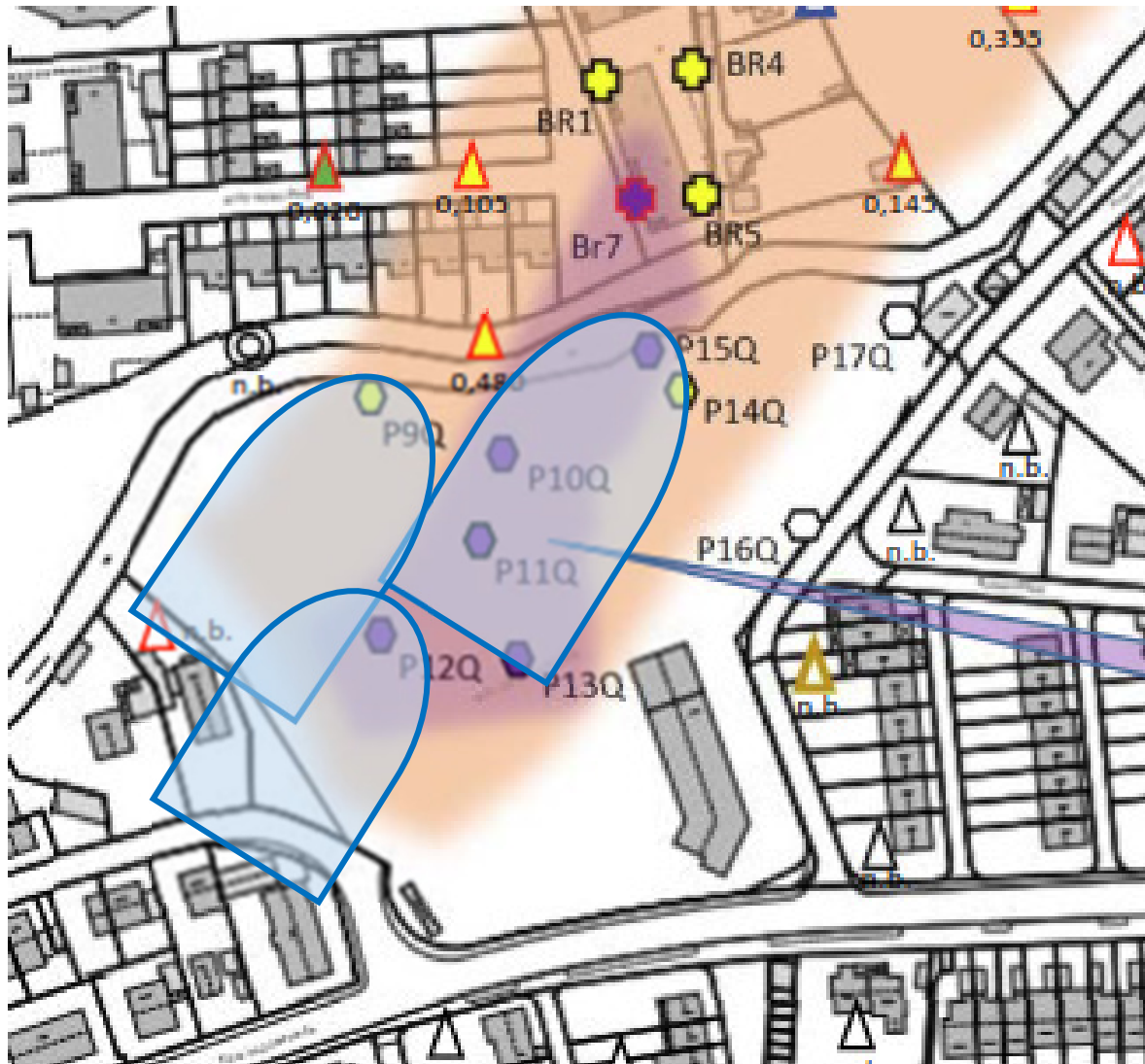
Durchlässigkeitsbeiwert: k_f 0,0059 [m/s]

Porosität: n_{eff} = 0,36

Hydraulischer Gradient: i = 0,0014

Aquifermächtigkeit = 4,5 - 6 m

In der folgenden Skizze sind die Entnahmebreiten schematisch eingetragen. Es zeigt sich, dass die Fassungsgebiete der Messstellen P9Q, P12Q und P15Q aneinandergrenzen und der Kernbereich der PCB-Fahne fast vollständig erfasst wird.



Quelle: Stellungnahme der Stadt Landshut vom 27. Februar 2020

Da der Pegel P12Q inmitten des zukünftigen Baufeldes liegt, wird die Sicherung hier den Erfordernissen der Baumaßnahmen angepasst und zu einem früheren Zeitpunkt beendet. Gegebenenfalls ist die Förderleistung an den Pegeln P9Q und P15Q zu erhöhen.

Die Leistung der Anlage wird so dimensioniert, dass eine ggf. notwendige Erhöhung der Förderkapazität jederzeit gewährleistet werden kann.

4.2 Monitoring

Die Überwachung der Sanierungsmaßnahme ist mit den zuständigen Behörden abzustimmen.
Für die Überwachung des Reinigungserfolgs und der fortlaufenden Prüfung des abgereinigten Wassers wird folgendes Monitoringprogramm vorgeschlagen:

Für den ersten Monat:

- Vor dem Aktivkohlefilter:
wöchentliche Probenahme auf PCB zur Dokumentation des GW-Sicherungsfortschritts/-erfolgs
- Nach dem Aktivkohlefilter:
direkt nach Inbetriebnahme der Anlage wird die Beprobung in den ersten drei Tagen täglich durchgeführt, je nach Entwicklung der Ergebnisse wird die Beprobung ab dem 4. Tag umgestellt. Bei niedrigen Ergebnissen erfolgt eine wöchentliche Beprobung.

Einmalig Probenahme an den Messstellen P10Q, P11Q, P13Q und P14Q sowie P10T, P11T und P15T

Zweiter und dritter Monat:

- Vor dem Aktivkohlefilter:
monatliche Probenahme auf PCB zur Dokumentation des GW-Sicherungsfortschritts/-erfolgs
- Nach dem Aktivkohlefilter:
monatliche Probenahme auf PCB.
Falls im Zulauf auf die Aktivkohle erhöhte Gehalte gemessen werden, wird die Kontrollbeprobung wöchentlich durchgeführt.

Vor Ablauf dritter Monat:

Probenahme an den Messstellen P10Q, P11Q, P13Q und P14Q sowie P10T, P11T und P15T

Ab dem dritten Monat:

- Vor dem Aktivkohlefilter:
monatliche Probenahme auf PCB zur Dokumentation des GW-Sicherungsfortschritts/-erfolgs
- Nach dem Aktivkohlefilter:
monatliche Probenahme auf PCB.

Falls im Zulauf auf die Aktivkohle erhöhte Gehalte gemessen werden, wird die Kontrollbeprobung bis auf weiteres wöchentlich durchgeführt.

Bis zum Ende der Maßnahme, Quartalsbeprobungen an den Messstellen P10Q, P11Q, P13Q und P14Q sowie P10T, P11T und P15T.

4.3 Kostenschätzung und Auswirkung

Als Vorabmaßnahme für die Stellung der Grundwasserreinigungsanlage sind Erdarbeiten durchzuführen, die ein sicheres Befahren und einen ebenen Stand der Sicherungstechnik und das hindernisfreie Erreichen der Sanierungspegel gewährleisten. Hier werden Kosten von ca. 45.000,00 € netto veranschlagt.

Für die Gestellung, Vorhaltung und Überwachung der Sicherungstechnik werden für einen Zeitraum von 48 Monaten Kosten von ca. 384.000,00 € brutto veranschlagt.

Das geplante Monitoring über 48 Monate wird inkl. Laboranalysen mit ca. 16.000,00 – 18.000,00 € brutto veranschlagt.

Hinzu kommt, dass während der GW-Sicherung für den Betrieb der Brunnenpumpen und Wasseraufbereitungsanlage kontinuierlich Strom in einer Größenordnung von 25 KW benötigt wird.

Die Kosten hierfür belaufen sich auf ca. 240.000 – 260.000 € brutto.

Mit PCB beladene Aktivkohle kann nicht reaktiviert werden. Sie muss als gefährlicher Abfall verbrannt werden. Die Kosten belaufen sich auf ca. 2,00-2,50 €/kg + Analysekosten.

Durch die Grundwasserentnahme kommt es dauerhaft zu einer Absenkung des natürlichen Grundwasserspiegels - um einige Zentimeter im weiteren Umfeld, bis Dezimetern im näheren Umfeld der Förderbrunnen.

Wenn aus bautechnischer Sicht Pegel zurückgebaut werden müssen, sind in Abstimmung mit dem Amt für Umwelt-, Klima- und Naturschutz der Stadt Landshut Ersatzstandorte zu finden.

5. Dauer der GW-Sicherung

Die im Konzept festgelegten Maßnahmen werden längstens über einen Zeitraum von vier Jahren ausgeführt und danach beendet, unabhängig von den zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Messergebnissen.

Die Sicherungsmaßnahme wird vorzeitig beendet, wenn alle Messwerte innerhalb eines Jahres und somit vier Messkampagnen unter dem Stufe-2-Wert liegen.

Maßgebend hierfür ist das novellierte Merkblatt 3.8/1 Stand 05/2023.

Wenn aus bautechnischer Sicht Pegel zurückgebaut werden müssen, sind in Abstimmung mit dem Amt für Umwelt-, Klima- und Naturschutz der Stadt Landshut Ersatzstandorte zu finden.

6. Ziel der Grundwassersicherung

Ziel soll eine dauerhafte Unterschreitung des Stufe-2-Wertes des novellierten LfW-Merkblattes 3.8/1 05/2023 von 0,1 µg PCB/l sein.

7. Verhältnismäßigkeit

Die geschätzten Kosten für die GW-Sanierung (Stand Mitte 2023) mit einer Laufzeit von 4 Jahren belaufen sich auf netto:

- Vorbereitende Arbeiten 45.000,00 €
- Reinigungsanlage (Mietpreis) 320.000,00 €
- Monitoring 15.000,00 €
- Stromkosten 220.000,00 €
- Zuzüglich Entsorgungskosten

Der Energieverbrauch errechnet sich auf ca. 150.000 kWh Strom, was einem CO₂ Äquivalent von 65 – 120 t/a entspricht.

Unter der Annahme, dass ca. 600 g an PCB durch diese Maßnahme entfernt würde, belaufen sich die spezifischen Sanierungskosten auf 1 – 1,2 Mio. €/kg PCB. Die spezifischen Kosten der Bodensanierung, bei der ca. 1.100 kg PCB entfernt wurden, lag bei ca. 4.000 € / kg PCB.

Die Reinigung wird angeboten, obwohl sie nicht mehr verhältnismäßig ist.

Altdorf, den 28.06.2024

Ing.-Büro PGA
Planung Gutachten Analytik GmbH

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'I. Müller', with a stylized flourish extending to the right.

i.A. Dipl.-Geologin I. Müller