

Ehemaliges Kieswerk Schauffele
Hagenbacher Str. 7, 76744 Wörth am Rhein
Ergänzende Untergrunderkundung MKW-Schaden / AKW-Schaden
und Sanierungsplanung



Inhaltsverzeichnis

I. Bericht

	Seite
1 Veranlassung	- 3 -
2 Grundlagen	- 3 -
3 Geologisch / hydrogeologische Untergrundsituation	- 4 -
4 MKW-Schadensfläche	- 4 -
4.1 Ausgangssituation	- 4 -
4.2 Durchgeführte Maßnahmen	- 5 -
4.3 Untergrundsituation	- 6 -
4.4 Bodenergebnisse	- 6 -
4.5 Grundwasserergebnisse	- 8 -
4.6 Abfallrechtliche Ergebnisse	- 8 -
4.7 Vergleich von Sanierungsvarianten	- 11 -
5 AKW-Schadensfläche	- 13 -
5.1 Ausgangssituation	- 13 -
5.2 Durchgeführte Maßnahmen	- 13 -
5.3 Untergrundsituation	- 14 -
5.4 AKW-Ergebnisse	- 14 -
5.5 Abfallrechtliche Ergebnisse	- 15 -
5.6 Empfehlung weiteres Vorgehen AKW-Schaden	- 17 -

II. Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Auszug aus der topographischen Karte
Anlage 2	Pläne und Schnitte
Anlage 2.1	Lageplan Erkundungspunkte, Schnittführung
Anlage 2.2	Schnitt AA (MKW-Schaden)
Anlage 2.3	Schnitt BB (MKW-Schaden)
Anlage 2.4	Schnitt CC (AKW-Schaden)
Anlage 3	Sondierprofile, Bericht Kampfmittelüberprüfung
Anlage 4	Boden- und Grundwasserergebnisse
Anlage 5	Kostenschätzung Variante 4

1 Veranlassung

Im Eingangsbereich auf das ehemalige Kieswerksgelände ist im Bereich der ehemaligen Betriebstankstelle ein MKW-Schaden im Untergrund bekannt.

Ebenfalls im Eingangsbereich wurden unter der ehemaligen Werkstatt erhöhte AKW-Gehalte in der Bodenluft festgestellt.

Nachdem in 2019 die dortigen Gebäude zurückgebaut wurden, sollen diese Bereiche nun saniert werden, um eine bodenschutzrechtliche Einstufung als „sanierte Altstandorte“ (s ASO) zu erreichen.

Im Hinblick auf die geplanten Bodensanierungen durch Bodenaushub auf beiden Flächen waren ergänzende Erkundungsmaßnahmen erforderlich. Ziel des Bodenaushubs ist das Erreichen des Sanierungszielwertes oSW2 gemäß ALEX02 für eine Wohnbebauung.

Die Stadtverwaltung Würth am Rhein beauftragte das Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH, Annweiler, mit Schreiben vom 28.03.2019 auf der Grundlage des Angebotes vom 18.03.2019 mit der Durchführung der Maßnahme.

2 Grundlagen

- [1] Ehem. Kieswerk Schauffele, Hagenbacher Str. 7, 76744 Würth am Rhein – Sanierungsplanung, MKW-Schaden / AKW-Schaden.- Ing.-Büro Roth & Partner GmbH, 29.01.2019
- [2] Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA TR Boden), 05.11.2004
- [3] Bodenschutz ALEX-Merkblatt 02 – Orientierungswerte für die abfall- und wasserwirtschaftliche Beurteilung.- Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Oktober 2011
- [4] Kieswerk Schauffele, Würth am Rhein – Umwelttechnische Untersuchung und altlastenbezogene Wertermittlung.- Ing.-Büro Roth & Partner GmbH, 17.08.2006
- [5] Ehem. Kieswerk Schauffele, Würth am Rhein – Ergänzende Umwelttechnische Untersuchung.- Ing.-Büro Roth & Partner GmbH, 14.03.2007
- [6] Kieswerk Würth, Würth am Rhein, Geplanter Verkauf / Bebauung einer Teilfläche – Sanierungsuntersuchung.- Ing.-Büro Roth & Partner GmbH, 28.08.2014
- [7] Kieswerk Würth, Würth am Rhein – Geplante Bebauung einer Teilfläche, Umwelttechnische Bewertung der Untergrundsituation.- Ing.-Büro Roth & Partner GmbH, 14.12.2012
- [8] Vollzug des Bundesbodenschutzgesetzes – Risikoprüfung und Bewertung der Teilflächen auf dem Gelände des ehemaligen Kieswerks in Würth.- Schreiben der SGD Süd vom 13.04.2016
- [9] Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung (BBodSchV).- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz- und Reaktorsicherheit, Bonn 12.07.1999

- [10] Kieswerk Schauffele, Wörth am Rhein – Umwelttechnische Untersuchung, Historische Recherche.- Ing.-Büro Roth & Partner GmbH, 12.06.2006
- [11] Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Raum Karlsruhe-Speyer (HGK), Fortschreibung 1986 – 2005.- Umweltministerium Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz, 2006

3 Geologisch / hydrogeologische Untergrundsituation

Das Kieswerksgelände liegt in der Rheinniederung im Bereich der zentralen Grabenscholle. Der generelle Untergrund wird gemäß HGK [11] wie folgt gebildet (Tiefenangaben in m u. GOK):

0 m – ca. 2 m	Auffüllung
ca. 2 m – ca. 4 m	Schluff
ca. 4 m – ca. 12 m	Kiese und Sande, Ausbildung des Oberen Grundwasserleiters
ca. 12 m – ca. 15 m	Oberer Zwischenhorizont OZH (geringer durchlässige Schluffe)

Der Grundwasserabstrom erfolgt in nordöstlicher Richtung.
Der Flurabstand liegt zwischen 5 und 10 m u. GOK.

4 MKW-Schadensfläche

4.1 Ausgangssituation

Westlich an das ehemalige Betriebsgebäude (siehe Anlage 2.1) grenzte die Betriebstankstelle an. 2003 wurden die unterirdischen Tanks ausgehoben und der MKW-Schaden saniert (siehe [10]). Die Belastung wurde bis 3,6 m Tiefe ausgehoben. Unter dem Betriebsgebäude und davor verblieben noch MKW- Restbelastungen.

In der Sanierungsfläche wurde der Schacht GWM S2 erstellt. Das Grundwasser in dem Schacht wird in regelmäßigen Abständen (1 – 2mal pro Jahr) beprobt, ebenso wie die abstromigen Grundwassermessstellen GWM3 und GWM4 (siehe Lageplan in der Anlage 2.1).

2014 wurden im Rahmen der Sanierungsuntersuchungen [6] insgesamt 6 Rammkernsondierungen (RKS1 – RKS6) durchgeführt und Bodenproben untersucht. Gemäß ALEX02 [3] überschritt in der unter der Auffüllung folgenden Schluffschicht (Tiefe ca. 2,2 bis 3,5 m u. GOK) in zwei Proben der MKW-Gehalt mit 750 mg/kg und 1.500 mg/kg den orientierenden Prüfwert oPW2 von 600 mg/kg für eine Wohnbebauung.

In den darunter folgenden Sand-Kiesen wurde MKW unter der Bestimmungsgrenze bzw. mit 69 mg/kg deutlich unter dem oPW2-Wert festgestellt. Es wurde daher von einer lediglich auf die Schluffschicht beschränkten Belastung ausgegangen.

4.2 Durchgeführte Maßnahmen

Am 22. / 23.05.2019 wurden auf der Fläche des ehemaligen Betriebsgebäude (mittlerweile abgebrochen) und auf der Fläche davor zur Eingrenzung die Sondierungen RKS7 – RKS12 bis 4,5 m Tiefe mit Bodenprobenahmen durchgeführt. Die Sondieransatzpunkte wurden zuvor mittels Schneckenbohrungen und Magnetometermessungen auf evtl. im Boden verbliebene Kampfmittel überprüft.

Das erbohrte Bodenmaterial wurde organoleptisch angesprochen und die Sondierprofile aufgenommen.

Aus dem erbohrten Material wurden meter- und schichtweise Bodenproben entnommen.

Aufgrund von MKW-Geruch wurden die folgenden Bodenproben für die Analytik ausgewählt:

- RKS7 (3-3,7m)
- RKS8 (3-4,0m)
- RKS8 (4-4,5m)
- RKS12 (3,5-4,5m)
- RKS9 (3-3,8m)
- RKS11 (3-3,6m)

Die RKS10 war geruchlich unauffällig, Einzelproben wurden daher nicht untersucht.

Zur Abgrenzung der MKW-Belastung in der Tiefe wurde am 23.08.2019 ergänzend die Sondierung RKS15 bis 6 m Tiefe gebohrt und die folgenden Bodenproben auf MKW untersucht:

- RKS15 (2,55-2,9m)
- RKS15 (2,9-3,4m)
- RKS15 (3,4-3,9m)
- RKS15 (3,9-4,4m)
- RKS15 (4,9-5,4m)
- RKS15 (5,4-6,0m)
- Zwischen 4,4 m und 4,9 m u. GOK konnte aufgrund von Kernverlust keine Analytik durchgeführt werden.

Im Hinblick auf den geplanten Bodenaushub wurden die folgenden Mischproben erstellt und abfallrechtlich nach LAGA TR Boden [2] beurteilt:

Auffüllung:

MP1 (0-2,0m): RKS7 (0-2,0m) + RKS8 (0-2,0m) + RKS9 (0-2,0m) + RKS11 (0-2,0m) + RKS12 (0-2,0m)

Schluffschicht:

MP2 (2,0-3,8m): RKS7 (3-3,7m) + RKS8 (2-4m) + RKS9 (2-3,8m) + RKS10 (3-3,7m) + RKS11 (3-3,6m) + RKS12 (2-3,5m)

Kies-Schicht:

MP3 (3,6-4,5m): RKS7 (3,7-4,5m) + RKS8 (4-4,5m) + RKS9 (3,8-4,5m) + RKS10 (3,7-4,5m) + RKS11 (3,6-4,5m) + RKS12 (3,5-4,5m)

4.3 Untergrundsituation

Mit den Sondierungen wurde die folgende Untergrundsituation festgestellt:

Auffüllung	0 – 2 m u. GOK: Sandiger Kies mit geringem Anteil an Ziegel- und Betonbruch
Anstehender Boden	2 – 3,8 m u. GOK: überwiegend Schluff, sandig, kiesig 3,8 – 6,0 m u. GOK: Sand, Kies
Grundwasser	Der Grundwasserspiegel wurde am 23.05.2019 bei ca. 2,2 m u. GOK festgestellt.

Die Lage der Sondierungen ist aus der Anlage 2.1 ersichtlich. In den Anlagen 2.2 und 2.3 sind Schnitte durch die Untersuchungsfläche enthalten.

Die detaillierten Sondierprofile und der Bericht zur Kampfmittelüberprüfung sind in der Anlage 3 enthalten. Die Kampfmittelüberprüfung ergab keine Hinweise auf im Bereich der Sondieransatzpunkte verbliebene Kampfmittel (siehe Anlage 5).

4.4 Bodenergebnisse

In der folgenden Tabelle 1 wurden die MKW-Ergebnisse aus den Einzelproben im Vergleich mit dem ALEX02-Werte oPW2 (orientierender Prüfwert) und dem oSW2-Wert (Sanierungszielwert) für eine Wohnbebauung zusammengestellt. Ergänzend wurden auch die MKW-Ergebnisse aus der Sanierungsuntersuchung 2014 [6] aufgeführt.

Die Lage der Sondierungen ist aus der Anlage 2.1 ersichtlich.

Die Analysenergebnisse aus 2019 sind in der Anlage 4 enthalten.

Tabelle 1: MKW-Ergebnisse aus Einzelproben, oPW2 und oSW2-Werte gemäß ALEX02

Ergebnisse 2019		MKW C10-C40 (mg/kg)
RKS7 (3-3,7m)	Schluff	< 50
RKS8 (3-4,0m)	Schluff	2.800
RKS8 (4-4,5m)	Sand, Kies	1.600
RKS9 (3-3,8m)	Schluff	< 50
RKS11 (3-3,6m)	Sand, Kies	93
RKS12 (3,5-4,5m)	Sand, Kies	1.700
RKS15 (2,55-2,9m)	Schluff	4.400
RKS15 (2,9-3,4m)	Sand, Kies	1.300
RKS15 (3,4-3,9m)	Sand, Kies	1.500
RKS15 (3,9-4,4m)	Sand, Kies	660
RKS15 (4,9-5,4m)	Sand, Kies	85
RKS15 (5,4-6,0m)	Sand, Kies	130
Ergebnisse 2014		
RKS1 (2,2-3,4m)	Schluff	1.500
RKS1 (3,4-4,0m)	Sand, Kies	< 50
RKS3 (2,4-3,5m)	Schluff	750
RKS3 (3,5-4,0m)	Sand, Kies	69
RKS4 (2,6-3,1m)	Schluff	56
RKS6 (3,3-3,5m)	Schluff	< 50
ALEX02-Werte für Wohnbebauung		
oPW2		600
oSW2		300

 > Prüfwert ALEX 02 oSW2

In den Bodenproben RKS7 (3-3,7m), RKS9 (3-3,8m), RKS11 (3-3,6m) lagen die MKW-Gehalte unter dem oSW2-Wert, in der Sondierung RKS10 waren keine organoleptischen Auffälligkeiten festgestellt worden. Lediglich in der RKS8 überschritten die MKW-Gehalte mit 2.800 mg/kg und 1.600 mg/kg den oPW2- und oSW2-Gehalt. 2006 wurden in der Sondierung B2 (nördlich des Betriebsgebäudes) keine organoleptischen Auffälligkeiten festgestellt. Flächenmäßig ist die MKW-belastete Fläche damit eingegrenzt (siehe Anlage 2.1).

Die höchsten MKW-Gehalte wurde in den RKS8, RKS12 und RKS15 festgestellt. Hier reicht die MKW-Belastung bis in die Sand-Kies-Schicht (RKS8: 1.600 mg/kg; RKS12: 1.700 mg/kg; RKS15: 1.300 mg/kg / 1.500 mg/kg / 660 mg/kg). In der RKS15 (4,9-5,4m) wurde MKW mit 85 mg/kg und damit deutlich unter dem oSW2-Wert festgestellt. Die Belastung ist damit in der Tiefe zwischen 4,4 m und 4,9 m u. GOK abgegrenzt.

In den Anlagen 2.2 und 2.3 ist die Untergrundsituation in 2 Schnitten dargestellt.

4.5 Grundwasserergebnisse

Die MKW-Ergebnisse aus den letzten vier Beprobungen im Schacht GWM S2 (in der sanierten Fläche der ehemaligen Betriebstankstelle) und in den abstromigen Messstellen GWM3 und GWM4 sind in der folgenden Tabelle 3 dem Prüfwert der BBodSchV gegenübergestellt.

Tabelle 2: MKW-Ergebnisse aus Schacht GWM S2, GWM3, GWM4, Prüfwert BBodSchV

MKW (µg/l)	10.04.2017	07.11.2017	10.08.2018	14.05.19	BBodSchV Boden-GW
Schacht GWM S2	< 100	< 100	< 100	< 100	200
GWM3	< 100	< 100	< 100	< 100	
GWM4	< 100	< 100	< 100	< 100	

 > **BBodSchV Boden-Grundwasser**

Die MKW-Ergebnisse lagen durchgehend unter der Bestimmungsgrenze.
Die Analysenberichte auch mit den übrigen im Rahmen des Monitorings untersuchten Parametern sind in der Anlage 4 enthalten.

4.6 Abfallrechtliche Ergebnisse

In der nachfolgenden Tabelle 2 wurden die Ergebnisse aus den Mischproben MP1 (0-2,0m), MP2 (2-3,8m) und MP3 (3,6-4,5m) im Vergleich mit den Zuordnungswerten nach LAGA TR Boden [2] abfallrechtlich bewertet (Zusammensetzung der Proben siehe Kap. 3.2). Die Zusammensetzung der Mischproben ist im Kapitel 3.2 aufgeführt.

Für die Z0-Beurteilung von Auffüllung und Schluffschicht wurden die Z0-Werte für Mischböden / Lehm-Schluff herangezogen, für die Beurteilung der Kies-Sand-Schicht die Z0-Werte für Sand.

Die Analysenberichte sind in der Anlage 4 enthalten.

Tabelle 3: Bodenergebnisse MKW-Schaden im Vergleich mit den Zuordnungswerten nach LAGA TR Boden

Parameter Feststoff [mg/kg] Eluat (µg/l)	Auffüllung MP1 (0-2,0 m)	Anstehender Boden		Zuordnungswerte LAGA TR Boden [2]				
		MP2 (2—3,8 m) Schluff	MP3 (3,6—4,5 m) Sand, Kies	Z0 Lehm/Schluff	Z0 Sand	Z1.1	Z1.2	Z2
pH-Wert	9,2	8,6	9,2	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Leitfähigkeit (µS/cm)	(55)	(98)	(47)	(250)	(250)	(250)	(1.500)	(2.000)
EOX	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1	1	3	3	10
MKW C ₁₀ – C ₂₂	< 50	700	< 50	100	100	300	300	1.000
MKW C ₁₀ – C ₄₀	100	810	< 50			600	600	2.000
BTXE	n.b.	n.b.	n.b.	1	1	1	1	1
LHKW	n.b.	n.b.	n.b.	1	1	1	1	1
PAK ₁₆	n.b.	0,62	n.b.	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,3	0,3	0,9	0,9	3
PCB ₆	n.b.	n.b.	n.b.	0,05	0,05	0,15	0,15	0,5
Arsen	6,2 (< 5)	7,1 (< 5)	7,0 (< 5)	15 (14)	10 (14)	45 (14)	45 (20)	150 (60)
Blei	9,8 (< 5)	7,6 (< 5)	< 4,0 (< 5)	70 (40)	40 (40)	210 (40)	210 (80)	700 (200)
Cadmium	< 0,2 (< 0,5)	< 0,2 (< 0,5)	< 0,2 (< 0,5)	1,0 (1,5)	0,4 (1,5)	3,0 (1,5)	3,0 (3)	10 (6)
Chrom	12 (< 5)	13 (< 5)	9,1 (< 5)	60 (12,5)	30 (12,5)	180 (12,5)	180 (25)	600 (60)
Kupfer	8,2 (< 5)	6,5 (< 5)	3,7 (< 5)	40 (20)	20 (20)	120 (20)	120 (60)	400 (100)
Nickel	11 (< 5)	13 (< 5)	9,2 (< 5)	50 (15)	15 (15)	150 (15)	150 (20)	500 (70)

Z0 Z1.1 Z1.2 Z2 Einstufung nach LAGA TR Boden

Fortsetzung von Tabelle 3: Bodenergebnisse MKW-Schaden im Vergleich mit den Zuordnungswerten nach LAGA TR Boden

Parameter Feststoff [mg/kg] Eluat (µg/l)	Auffüllung MP1 (0-2,0 m)	Anstehender Boden		Zuordnungswerte LAGA TR Boden [2]				
		MP2 (2-3,8 m) Schluff	MP3 (3,6—4,5 m) Sand, Kies	Z0 Lehm/Schluff	Z0 Sand	Z1.1	Z1.2	Z2
Zink	29,5	26,8	12,3	150	60	450	450	1.500
	(< 50)	(70)	(< 5)	(150)	(150)	(150)	(200)	(600)
Quecksilber	< 0,5	< 0,05	< 0,05	0,5	0,1	1,5	1,5	5
	(< 0,2)	(< 0,2)	(< 0,2)	(< 0,5)	(< 0,5)	(< 0,5)	(1)	(2)
Cyanide ges	< 0,3	< 1,0	< 1,0	---	---	3	3	10
	(< 5)	(< 5)	(< 5)	(5)	(5)	(5)	(10)	(20)
Thallium	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,7	0,4	2,1	2,1	7
	---	---	---					
Chlorid (mg/l)	(< 2)	(< 2)	(< 2)	(30)	(30)	(30)	(50)	(100)
Sulfat (mg/l)	(3,2)	(16)	(3,2)	(20)	(20)	(20)	(50)	(200)
Phenolindex (mg/l)	(< 0,01)	(0,01)	(< 0,1)	(20)	(20)	(20)	(40)	(100)
TOC [% TS]	0,24	0,26	< 0,1	0,5	0,5	1,5	1,5	5

n.b. = nicht bestimmbar

Z0
Z1.1
Z1.2
Z2
Einstufung nach LAGA TR Boden



Die Probe MP2 (2-3,8m) ergab nach LAGA TR Boden [2] aufgrund des maßgeblichen Parameters MKW den Zuordnungswert Z2.

Die Proben MP1 (0-2,0m) aus der Auffüllung und MP3 (3,6-4,5m) aus dem anstehenden Boden ergaben den Zuordnungswert Z0.

4.7 Vergleich von Sanierungsvarianten

Aktuell wird die Fläche als Teilfläche des Altstandortes „ehemaliges Kieswerk Wörth“ bei der SGD Süd geführt. Um hier eine Einstufung als „sanierter Altstandort (s ASO) zu erreichen, ist gemäß Schreiben der SGD Süd vom 13.04.2016 [8] die Sanierung der belasteten Bodenfläche mit Freimessung erforderlich.

Im Vorfeld der geplanten Sanierung wurden daher Sondierungen zur Eingrenzung der Belastung in der Fläche und Tiefe durchgeführt.

Als Ergebnis wurde die Belastungsfläche von rd 100 m² festgestellt (siehe Anlage 2.1). Auf der Grundlage der vorangegangenen Untersuchungen in der Sanierungsplanung vom 22.01.2019 [1] wurde von einer Beschränkung der Belastung auf die Schluffschicht zwischen 2,2 m und 3,4 m u. GOK ausgegangen. Der darunter folgende Kies-Sand wies keine bzw nur noch geringe Belastungen (< oSW2) auf.

Mit den aktuellen Eingrenzungssondierungen ergaben sich jedoch erst ab ca. 4,6 m u. GOK MKW-Gehalte < oSW2 (siehe Anlage 2.2 und 2.3).

Für die Sanierung ist damit ein Bodenaushub bis 4,6 m u. GOK erforderlich. Damit liegt die Aushubsole jedoch deutlich oberhalb des geringer durchlässigen OZH (in ca. 12 m Tiefe) in den gut durchlässigen Kiesen und Sanden des Oberen Kieslagers (kf 10⁻³ bis 10⁻⁴). Eine Trockenlegung der Aushubgrube mittels Wasserhaltung ist somit hydraulisch nicht möglich.

Im Folgenden werden die möglichen Sanierungsvarianten aufgezeigt und bewertet.

Variante 1: Aushub bis 4,6 m mit freier Böschung und Nassbaggerung im Grundwasser

- Auf zwei Seiten kein ausreichender Platz für die Böschung (angrenzende Betriebsstraße, Standsicherheit Trafostation)
- Nassbaggerung zwischen 2,2 m und 4,6 m u. GOK: bei einem Aushub in dieser Wassertiefe ist mit Schadstoffverfrachtung über das Grundwasser zu rechnen, ein sauberer Aushub des belasteten Bodens ist nicht möglich.

→ **Variante 1 ist aus unserer Sicht nicht geeignet:**

Variante 2: Umspunden der Aushubfläche und Nassbaggerung im Grundwasser

- Nassbaggerung zwischen 2,2 m und 4,6 m u. GOK (siehe Variante 1)

→ **Variante 2 ist aus unserer Sicht nicht geeignet:**

Variante 3: Belassen einer Restbelastung

- Abstimmung mit der SGD Süd: Aushub bis ca. 3,7 m u. GOK, Belassen der MKW-Restbelastung bis 1.600 mg/kg zwischen 3,7 m und 4,6 m u. GOK. Die Zustimmung der SGD Süd hierzu ist aus unserer Erfahrung zweifelhaft. Das Sanierungsziel „s ASO“ ist nicht erreichbar.

→ **Variante 3 ist aus unserer Sicht nicht geeignet**

Variante 4: Bodenaustausch mittels Großlochbohrungen

- Aushub Auffüllung mit Bagger bis ca. 2 m Tiefe, Bereitstellung zur Entsorgung, Haufwerksbeprobung nach LAGA PN98, Analytik nach LAGA TR Boden und abfalltechnische Einstufung.
- Überprüfung der Kampfmittelsituation ab Aushubsohle
- Bodenaustausch mit überschnittenen Großlochbohrungen von 2,0 m bis 4,6 m u. GOK (siehe Abb. 1), Rückverfüllung der Bohrlöcher mit sauberem Boden,

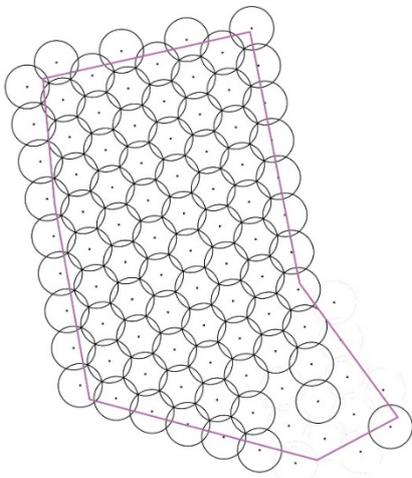


Abbildung 1: Beispiel für die Anordnung der Bohrungen mit Darstellung der Überschnitte (Quelle: Artikel aus der Zeitschrift bbr 03/2016)

Rückverfüllung der Bohrlöcher mit sauberem Boden,
Bereitstellung des ausgetauschten Bodens zur Entsorgung, Haufwerksbeprobung nach LAGA PN98, Analytik nach LAGA TR Boden und abfalltechnische Einstufung.

- Um den Aushub hydraulisch zu sichern, werden während der Bodenaustauschmaßnahme ca. 6 m³/h Grundwasser entnommen. Dies soll sicherstellen, dass ein hydraulischer Gradient nach innen entsteht. Das abgepumpte Grundwasser kann in die Schmutzwasserkanalisation eingeleitet werden, dies wurde bereits mit den Stadtwerken Wörth am Rhein abgestimmt.
- Zur Bestimmung der erforderlichen Bohrtiefen mit den Großlochbohrungen im Hinblick auf das Erreichen des oSW2-Wertes werden im Vorfeld ca. 8 Sondierungen bis 6 m Tiefe und Bodenuntersuchungen auf den Parameter MKW durchgeführt. Die Ergebnisse dokumentieren auch den Erfolg der Sanierungsmaßnahme.
- Bereitstellung zur Entsorgung auf befestigtem Boden und geschützt gegen Witterungseinflüsse, Haufwerksbeprobung nach LAGA PN 98, Analytik nach LAGA TR Boden, abfalltechnische Einstufung. Derzeit wird von einer abfalltechnischen Einstufung nach LAGA in Z2 ausgegangen.
- Rückverfüllung: Die Bohrlöcher werden mit Z0-Material wieder verfüllt.
- **Variante 4 ist aus unserer Sicht geeignet, das Sanierungsziel zu erreichen.**

Die Kostenschätzung für die Variante 4 ist in der Anlage 5 enthalten.

5 AKW-Schadensfläche

5.1 Ausgangssituation

In der ehemaligen Werkstatt wurden 2006 zwei Rammkernsondierungen S6 und S7 bis 3 m Tiefe durchgeführt und die Bodenluftprobe auf AKW untersucht. Es wurden AKW-Gehalte von 279 mg/m³ und 136 mg/m³ festgestellt [4]. In 2007 durchgeführten Eingrenzungs Sondierungen außerhalb des Gebäudes waren AKW in der Bodenluft nicht nachweisbar. Die Belastung war danach auf die Fläche der ehemaligen Werkstatt (ca. 70 m²) beschränkt. Gemäß ALEX02 [3] ist bei AKW-Gehalten > 50 mg/m³ „eine Sanierung in Erwägung zu ziehen“.

Aktuell wird die Fläche als Teilfläche des Altstandortes „ehemaliges Kieswerk Würth“ bei der SGD Süd geführt. Um hier eine Einstufung als „sanierter Altstandort (s ASO) zu erreichen, ist gemäß Schreiben der SGD Süd vom 13.04.2016 [8] die Sanierung der belasteten Bodenfläche mit Freimessung erforderlich.

Im Vorfeld der geplanten Sanierung wurden daher Eingrenzungs sondierungen durchgeführt zur Eingrenzung der Belastung in der Fläche und Tiefe.

5.2 Durchgeführte Maßnahmen

Am 22. / 23.05.2019 wurden die Rammkernsondierungen RKS13 und RKS14 bis 4,0 m Tiefe mit Boden- und Bodenluftprobenahmen auf der Fläche des ehemaligen Werkstattgebäudes durchgeführt. Die Lage der Sondierungen ist aus der Anlage 3.1 ersichtlich. Die Sondieransatzpunkte wurden zuvor mittels Schneckenbohrungen und Magnetometermessungen auf evtl. im Boden verbliebene Kampfmittel überprüft.

Das erbohrte Bodenmaterial wurde organoleptisch angesprochen und die Sondierprofile aufgenommen.

Aus dem erbohrten Material wurden meter- und schichtweise Bodenproben entnommen. Für die Analytik auf AKW wurde Bodenmaterial in Methanoldotierten Gläsern abgefüllt.

Aus beiden Sondierungen wurde je eine Bodenluftprobe integral über den nicht wassererfüllten Bereich entnommen für die Analytik auf AKW.

Aus beiden Sondierungen wurde jeweils die Bodenprobe aus dem Übergang zum Grundwassererfüllten Bereich auf AKW untersucht:

RKS13 (2-2,5m)

RKS14 (2-2,5m)

Für die Untersuchungen nach LAGA [2] im Hinblick auf den geplanten Bodenaushub wurden die Mischproben MP4 aus dem Boden oberhalb des Grundwassers und MP5 aus dem Boden im Grundwasser erstellt und abfallrechtlich beurteilt.

Auffüllung:

MP4 (0-2,0m): RKS13 (0-2,0m) + RKS14 (0-2,0m)

Kies-Schluffschicht:

MP5 (2,0-4,0m): RKS13 (2-4,0m) + RKS14 (2-4,0m)

5.3 Untergrundsituation

Mit den Sondierungen wurde die folgende Untergrundsituation festgestellt, die den bisherigen Ergebnissen entspricht:

Auffüllung	0 – 0,5 m u. GOK: Kies, schluffig, sandig
Anstehender Boden	0,5 – 1,0 m u. GOK: Kies, schluff, sandig 1,0 – 4,0 m u. GOK: Kies, sandig Organoleptische Auffälligkeiten wurden nicht festgestellt
Grundwasser	Der Grundwasserspiegel wurde am 23.05.2019 bei ca. 2,2 m u. GOK festgestellt.

Die Lage der Sondierungen ist aus der Anlage 2.1 ersichtlich.
Die detaillierten Sondierprofile und der Bericht zur Kampfmittelüberprüfung sind in der Anlage 3 enthalten. Die Kampfmittelüberprüfung ergab keine Hinweise auf im Bereich der Sondieransatzpunkte verbliebene Kampfmittel.

5.4 AKW-Ergebnisse

In der folgenden Tabelle 4 sind die AKW-Ergebnisse aus den Bodenluftuntersuchungen im Vergleich mit dem ALEX02-Wert für AKW für eine Gefährdungsabschätzung zusammengestellt.

Tabelle 4: AKW-Ergebnisse in der Bodenluft, Maßnahmen gemäß ALEX02

Probe	Summe AKW ALEX05
RKS13	0,032 mg/m ³
RKS14	0,034 mg/m ³
Summe AKW	Zu ergreifende Maßnahme gemäß ALEX02 [3]
< 1 mg/m ³	Keine

Die Bodenluftergebnisse für AKW liegen in beiden Bodenluftproben deutlich unter dem Wert von 1 mg/m³. Gemäß ALEX02 [3] sind weitere Maßnahmen erst ab einem Wert von 1 mg/m³ zu ergreifen.

In der folgenden Tabelle 5 sind die AKW-Ergebnisse aus den Bodenuntersuchungen im Vergleich mit den oPW1 und oSW1-Werten gemäß ALEX02-Wert für quasi natürlichen Boden zusammengestellt.



Tabelle 5: AKW-Ergebnisse im Boden, Maßnahmen gemäß ALEX02

Probe	AKW (mg/kg)
RKS13 (2-2,5m)	n.b.
RKS14 (2-2,5m)	n.b.
ALEX02-Werte für Wohnbebauung	
oPW2 (orientierender Prüfwert)	2
oSW2 (Sanierungszielwert)	0,2

n.b. = nicht bestimmbar

 > Prüfwert ALEX 02 oPW1 / oSW1

In beiden Bodenproben lagen die AKW-Gehalte unter der Bestimmungsgrenze.

5.5 Abfallrechtliche Ergebnisse

In der nachfolgenden Tabelle 6 wurden die Ergebnisse aus den Bodenproben MP4 (0-2,0m) und MP5 (2-4m) im Vergleich mit den Zuordnungswerten nach LAGA TR Boden [2] abfallrechtlich bewertet.

Für die Z0-Beurteilung von Auffüllung und Schluffschicht wurden die Z0-Werte für Mischböden / Lehm-Schluff herangezogen, für die Z0-Beurteilung der Kies-Sand-Schicht die Z0-Werte für Sand.

Die Analysenberichte sind in der Anlage 4 enthalten.



Tabelle 6: Bodenergebnisse AKW-Schaden im Vergleich mit den Zuordnungswerten nach LAGA TR Boden

Parameter Feststoff [mg/kg] Eluat (µg/l)	Auffüllung MP4 (0-2 m)	Anstehender Boden MP5 (2-4 m)	Zuordnungswerte LAGA TR Boden [2]				
			Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Sand	Z1.1	Z1.2	Z2
pH-Wert	9,1	9,2	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Leitfähigkeit (µS/cm)	(78)	(86)	(250)	(250)	(250)	(1.500)	(2.000)
EOX	< 1,0	< 1,0	1	1	3	3	10
MKW C ₁₀ – C ₂₂	< 50	< 50	100	100	300	300	1.000
MKW C ₁₀ – C ₄₀	90	69			600	600	2.000
BTXE	n.b.	n.b.	1	1	1	1	1
LHKW	n.b.	n.b.	1	1	1	1	1
PAK ₁₆	0,33	0,82	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren	< 0,05	0,09	0,3	0,3	0,9	0,9	3
PCB ₆	n.b.	n.b.	0,05	0,05	0,15	0,15	0,5
Arsen	5,9 (< 5)	5,3 (< 5)	15 (14)	10 (14)	45 (14)	45 (20)	150 (60)
Blei	11 (< 5)	4,2 (< 5)	70 (40)	40 (40)	210 (40)	210 (80)	700 (200)
Cadmium	< 0,2 (< 0,5)	< 0,2 (< 0,5)	1,0 (1,5)	0,4 (1,5)	3,0 (1,5)	3,0 (3)	10 (6)
Chrom	11 (< 5)	6,0 (< 5)	60 (12,5)	30 (12,5)	180 (12,5)	180 (25)	600 (60)
Kupfer	7,2 (< 5)	4,1 (< 5)	40 (20)	20 (20)	120 (20)	120 (60)	400 (100)
Nickel	11 (< 5)	8,5 (< 5)	50 (15)	15 (15)	150 (15)	150 (20)	500 (70)
Zink	29,5 (< 50)	16,2 (< 5)	150 (150)	60 (150)	450 (150)	450 (200)	1.500 (600)
Quecksilber	0,07 (< 0,2)	< 0,05 (< 0,2)	0,5 (< 0,5)	0,1 (< 0,5)	1,5 (< 0,5)	1,5 (1)	5 (2)
Cyanide ges	< 0,3 (< 5)	< 0,3 (< 5)	---	---	3 (5)	3 (10)	10 (20)
Thallium	< 0,1 ---	< 0,1 ---	0,7	0,4	2,1	2,1	7
Chlorid (mg/l)	(< 2)	(< 2)	(30)	(30)	(30)	(50)	(100)
Sulfat (mg/l)	(7,7)	(9,4)	(20)	(20)	(20)	(50)	(200)
Phenolindex (mg/l)	(< 0,01)	(< 0,1)	(20)	(20)	(20)	(40)	(100)
TOC [% TS]	0,25	< 0,1	0,5	0,5	1,5	1,5	5

Z0 **Z1.1** **Z1.2** **Z2** Einstufung nach LAGA TR Boden

Die Proben MP4 (0-2m) aus der Auffüllung und MP5 (2-4m) aus dem anstehenden Boden konnten abfalltechnisch nach LAGA TR Boden [2] in Z0 eingestuft werden.

5.6 Empfehlung weiteres Vorgehen AKW-Schaden

Aktuell wird die Fläche bei der SGD Süd als Teilfläche des Altstandortes ehemaliges Kieswerk Wörth aufgrund der 2006 festgestellten AKW-Gehalte in der Bodenluft geführt. Um hier eine Einstufung als „sanierter Altstandort (s ASO) zu erreichen, ist gemäß Schreiben der SGD Süd vom 13.04.2016 [8] die Sanierung der belasteten Bodenfläche mit Freimessung erforderlich.

Im Vorfeld der geplanten Sanierung wurden daher 2 Sondierungen mit Boden- und Bodenluftuntersuchungen durchgeführt zur Eingrenzung der Belastung in der Tiefe, die Belastungsfläche war bekannt und auf die Fläche der ehemaligen Werkstatt beschränkt.

Die Bodenluftuntersuchungen ergaben in beiden Sondierungen AKW-Gehalte im Spurenbereich ($0,032 \text{ mg/m}^3$ / $0,034 \text{ mg/m}^3$). Gemäß ALEX02 sind bei AKW-Gehalten $< 1 \text{ mg/m}^3$ keine weiteren Maßnahmen erforderlich. In den Bodenproben waren AKW nicht nachweisbar. Wir gehen von einem Abbau der AKW-Belastung über den Zeitraum 2006 bis 2019 aus. Eine Gefährdung der Wirkungspfade Boden-Grundwasser und Boden-Mensch ist nicht mehr zu besorgen.

Aus unserer Sicht ist eine Sanierung der Fläche nicht mehr erforderlich.

Annweiler, den 24.10.2019

INGENIEURBÜRO ROTH
& PARTNER GMBH

Projektleiter:



Dipl.-Ing. (FH) Helmut Schwarzmüller

Projektbearbeiter:



Dipl.-Geol. Gabriele Roth

Anlage 1

Auszug aus der topographischen Karte



Anlage 2

Pläne und Schnitte

Anlage 2.1 Lageplan Erkundungspunkte, Schnittführung

Anlage 2.2 Schnitt AA (MKW-Schaden)

Anlage 2.3 Schnitt BB (MKW-Schaden)

Anlage 2.4 Schnitt CC (AKW-Schaden)



Anlage 2.1 Lageplan Erkundungspunkte, Schnittführung





*Ehemaliges Kieswerk Schauffele
Hagenbacher Str. 7, 76744 Würth am Rhein
Sanierungsplanung
MKW-Schaden / AKW-Schaden*

INGENIEURBÜRO
ROTH & PARTNER 

Anlage 2.2 Schnitt AA (MKW-Schaden)



Anlage 2.3 Schnitt BB (MKW-Schaden)





*Ehemaliges Kieswerk Schauffele
Hagenbacher Str. 7, 76744 Würth am Rhein
Sanierungsplanung
MKW-Schaden / AKW-Schaden*

INGENIEURBÜRO
ROTH & PARTNER 

Anlage 2.4 Schnitt CC (AKW-Schaden)



Anlage 3

Sondierprofile, Bericht Kampfmittelüberprüfung



Anlage 4

Boden- und Grundwasserergebnisse



Anlage 5

Kostenschätzung Variante 4

