



Götzelmann Consulting GmbH

Bericht

zur Untersuchung des Untergrunds

auf dem Grundstück

Hohe Buchleuthe 15, 87600 Kaufbeuren, Flurstück 2887

Auftraggeber: AUDERE EQUITY GmbH
Maria-Merian-Straße 9
70736 Fellbach

Auftragnehmer: Götzelmann Consulting GmbH
Werlberger Straße 4
86551 Aichach

Projektnummer: AIC-21066 AUDERE EQUITY Kaufbeuren

Auftragsdatum: 28.12.2021

Projektleiter: Peter Götzelmann, Dipl.-Mineraloge BDG

Projektbearbeiter: Peter Götzelmann, Lukas Götzelmann, Julian Dare, Widar Rabus

Bearbeitungszeitraum: seit 10.01.2022

Datum: 25.05.22
*.pdf-Ausfertigung vom 25.05.2022

Disclaimer: Der vorliegende Bericht umfasst 26 Seiten und 4 Anhänge.
Der Bericht ist ausschließlich für den Auftraggeber bestimmt und nur in seiner
Gänze gültig.
Er darf nicht auszugsweise vervielfältigt und nur für den angegebenen Zweck
verwendet werden. Eine Haftung gegenüber Dritten ist ausgeschlossen.

Geschäftsführer : Dipl.-Min. BDG Peter Götzelmann
Sitz der Gesellschaft: 55469 Simmern
Handelsregister : HRB 21626 Bad Kreuznach
Umsatzsteuer-IdNr.: DE 28 94 71 97 5
Steuernummer: FA Augsburg-Land 102/127/70138

Telefon: +49 67 61 / 967 68 68
Telefax: +49 67 61 / 967 68 70
E-Mail: info@geo-goetzelmann.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	4
2	Objektbeschreibung, Geographische, geologische und hydrogeologische Lage.....	4
2.1	Geographische Lage und Objektbeschreibung.....	4
2.2	Geologische und hydrogeologische Lage.....	7
3	Durchgeführte Untersuchungen.....	9
3.1	Geländearbeiten.....	9
3.1.1	Bodenprobenahme.....	9
3.1.2	Bodenluftprobenahme.....	10
3.1.3	Sondierpunkte und Nivellement.....	11
3.2	Laborarbeiten.....	12
4	Untersuchungsergebnisse und Bewertung.....	14
4.1	entnommene Proben, Laborergebnisse und Bewertung.....	15
4.1.1	tabellarische Darstellung der Ergebnisse.....	15
4.1.2	Abfallrechtliche Einschätzung.....	17
4.1.3	Bodenschutzrechtliche Bewertungsgrundlagen und Einschätzung.....	18
5	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	23

Anhänge:

1. Übersichtsplan Bohrpunkte und orientierende abfalltechnische Voreinstufung
2. Schichtenverzeichnisse Kleinrammbohrungen, Bodenluftprobenahmeprotokolle
3. Laborprüfberichte (AGROLAB Labor GmbH)
4. Einstufungstabellen (abfalltechnischen Voreinstufung)

verwendete Abkürzungen:

DG	Dachgeschoss
EG	Erdgeschoss
OG	Obergeschoss
AVV	Abfallverzeichnis
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
DepV	Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung)
GOK	Geländeoberkante
m ü. NHN	Meter über Normalhöhennull
n.n.	nicht nachweisbar
o.B.	ohne Befund
o.g.	oben genannt
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
BTX	Summenparameter f. leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (Monoaromaten Benzol, Toluol, Xylol)
LHKW	leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (halogenierte C ₁ - und C ₂ -Kohlenwasserstoffe)
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe (C ₁₀ -C ₄₀)
PAK	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
Pb	Blei
PCB	polychlorierte Biphenyle

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Auf dem Grundstück Hohe Buchleuthe 15 (Flurstück Nr. 2887) in Kaufbeuren sollen die Bestandsgebäude teils rückgebaut, teils saniert und umgenutzt werden. Zudem soll auf dem südlichen Teil des Grundstücks eine Kindertagesstätte betrieben werden.

Auf dem Gelände wurden bereits im Jahr 2018 durch das BFI (Büro für Ingenieurgeologie BFI ZEISER GmbH & Co.KG, Mühlgraben 34, Ellwangen) Teile des Untergrunds und Teile der Bausubstanz untersucht. Die Untersuchungen sind in dem uns vorliegenden Bericht „Kaufbeuren, Areal Löwenbrauerei – hier: Untersuchungen und Bewertung der Bausubstanz und des Untergrundes auf Schadstoffbelastungen – Rückbaukonzept“ vom 08.10.2018 beschrieben.

Wir wurden durch die AUDERE EQUITY GmbH (Maria-Merian-Straße 9, 70736 Fellbach) auf Grundlage unseres Angebots vom 28.12.2021 beauftragt, im Vorfeld der geplanten Maßnahmen weitergehende Untersuchungen des Untergrundes sowie Untersuchungen der Bausubstanz der Bestandsgebäude auf Schadstoffe durchzuführen. Zur Untersuchung des Untergrunds sollten im Außenbereich sowie im Innenbereich der Gebäude Kleinrammbohrungen abgeteuft, der Bodenaufbau beschrieben, Proben entnommen und laboranalytische Untersuchungen durchgeführt werden.

Die Bodenuntersuchungen sollten zum einen im Hinblick auf eine flächige abfallrechtliche Einschätzung der anthropogenen Geländeauffüllungen (nach den vorliegenden Ergebnissen der Voruntersuchungen unter Annahme einer durchschnittlichen Mächtigkeit von ca. 2 m) bzw. des anthropogen überprägten Bodens erfolgen. Zum anderen sollte in lokalen Verdachtsbereichen (z.B. sichtbare Mineralölverunreinigungen in Gebäuden, Erdtanks o.ä.) geprüft werden, ob von erhöhten Schadstoffbelastungen auszugehen ist, sowie eine bodenschutzrechtliche Einschätzung für den Wirkungspfad Boden - Mensch (Nutzung "Kinderspielflächen") erfolgen.

In diesem Bericht sind die Untersuchungen zur Erkundung des Untergrunds dargestellt, die Untersuchungen der Bausubstanz der Bestandsgebäude werden von uns in einem separaten Bericht zusammengefasst.

2 Objektbeschreibung, Geographische, geologische und hydrogeologische Lage

2.1 Geographische Lage und Objektbeschreibung

Das untersuchte Grundstück (Hohe Buchleuthe 15, Flurstück 2887, Gemeinde u. Gemarkung Kaufbeuren) liegt südlich des im Wertachtal gelegenen Stadtkerns und nördlich des Fliegerhorst Kaufbeuren, am Rand bzw. Oberhang einer Anhöhe (Lage s. topografische Karte, Abb. 1).

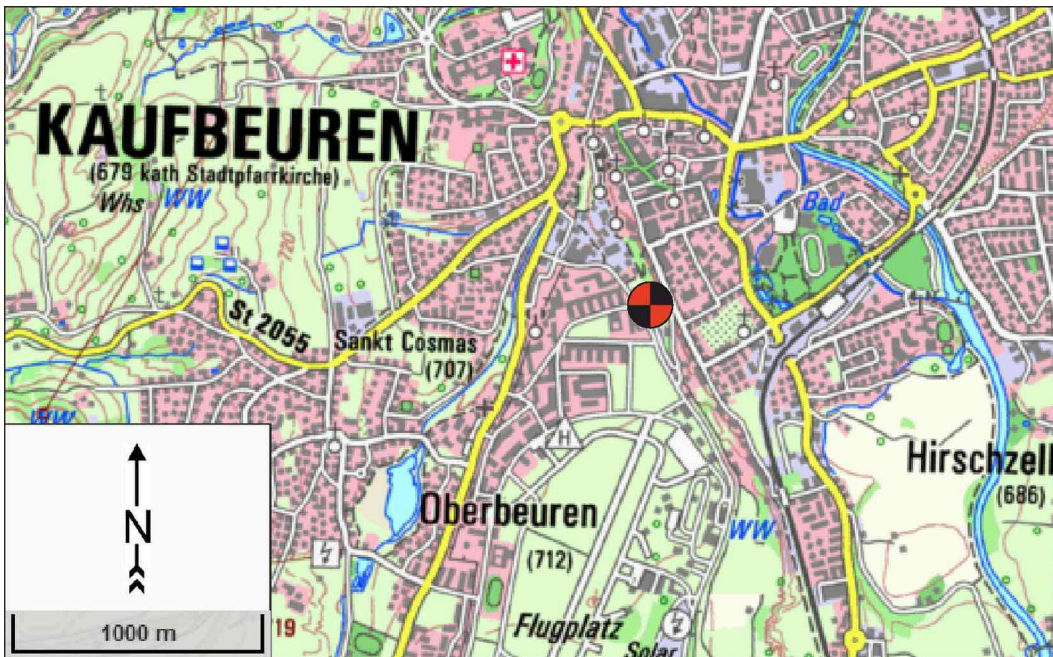


Abbildung 1: Ausschnitt aus topographischer Karte, mit Lage des Grundstücks, Karte aus Bayern-Atlas [1], verändert

Das Grundstück selbst ist weitestgehend eben, die Geländehöhe fällt gemäß dem digitalen Kartenwerk des BayernAtlas [1] und gemäß Höheneinmessungen der Bohransatzpunkte der Voruntersuchung durch das BFI und unserer Bohransatzpunkte von Süden nach Norden hin über die Länge von ca. 175 m von ca. 709 auf ca. 706,5 m ü. NHN mit geringem Gefälle ab. Ausgehend von der östlichen bzw. nordöstlichen Grundstücksgrenze fällt das Gelände der angrenzenden Flurstücke in nordöstliche Richtung bzw. zum Wertachtal ca. im 45°-Winkel um ca. 20 - 25 m in der Höhe ab.

Die geographischen Koordinaten (UTM) der Grundstücksmitte sind 32T 621128.25, 5303749.50 (UTM). Die Gesamtfläche des Grundstücks (Übersichtsskizze s. Abb. 2) beträgt insgesamt ca. 10.400 m². Davon sind die straßenseitig und zwischen den Bestandsgebäuden liegenden Flächen versiegelt / asphaltiert (insamt ca. 2.500 m²). Die Flächen nördlich und hinter den Bestandsgebäuden (insgesamt ca. 5.000 m²) sind unversiegelt und mit Gras oder Bäumen bewachsen oder wurden als Schotterweg genutzt.

Die Bestandsgebäude nehmen insgesamt eine Fläche von ca. 2.900 m² ein.

Bei den auf dem Grundstück befindlichen Bestandsgebäuden handelt es sich (von Norden nach Süden, s. Übersichtsskizze des Grundstücks, Abb. 2) um:

- Gebäude G1 (Werkstatt-/Wohngebäude, Grundfläche ca. 750 m²): zweigeschossiges Gebäude, überwiegend in Ziegelbauweise, mit Dachgeschoss mit Holzdachstuhl. Das Gebäu-

de wurde als Lagerfläche und als Wohnungen (OG und DG) genutzt, sowie im EG als Garagen, Öllager/Heizraum und Werkstätten mit mehreren Montagegruben, die in die Betonbodenplatte eingelassenen sind.

- Gebäude G2 (LKW-Garage, Grundfläche ca. 300 m²): eingeschossige Halle aus Stahlskelett und Porenbetonbausteinen, Nutzung als LKW-Garage.
- Gebäude G3 (Metallgießerei, Grundfläche ca. 400 m², mit angrenzendem überdachtem Vorplatz/Außenlager): eingeschossige hohe Gießereihalle in Stahlskelettbauweise. Die angrenzenden Räumen (Sozialräume, Büro, WCs, etc.) ragen in das ehemalige Brauereigebäude (Gebäude G4) hinein. In der Gießereihalle befinden sich die Gießereien bzw. -Maschinen. Ein schmaler Teilbereich der Halle ist unterkellert (Förderanlage für Gießereisande).
- Gebäude G4 (Brauereigebäude; Grundfläche ca. 1.000 m²): historisches Brauereigebäude der ehemaligen Löwen- bzw. Aktienbrauerei Kaufbeuren. Der Ostteil des Bauwerks (Ziegelaufbauweise) ist 4-geschossig mit aufgesetztem Holzdachstuhl. Die 3 Obergeschosse wurden zuletzt hauptsächlich als Wohnungen genutzt. Das Erdgeschoss des Gebäudes wurde, soweit ersichtlich, u.a. als Garagen mit Durchfahrt, für (nicht mehr vorhandene) brauereitechnische Anlagen, als Öllager, als Kompressorraum sowie als Büroräumlichkeiten und Sanitärbereiche der Gießerei genutzt. Das Brauereigebäude ist 3-fach unterkellert (weitgehend leere, gemauerte Gewölbekeller, ehemalige Lagerkeller der Brauerei).
- Gebäude G5 (Holzscheune); Grundfläche ca. 300 m²: eingeschossige hohe Holzscheune auf einer Betonbodenplatte. Das Gebäude wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen als Abstellfläche für Lacke/Farben, landwirtschaftliches Gerät, Elektrogeräte etc. genutzt. Im Zuge der geplanten Umnutzung soll in dem Bereich der Holzscheune künftig eine Kindertagesstätte betrieben werden.
- Im Außenbereich liegen unterhalb der Geländeoberkante 2 Erdtanks (ein Tank östlich der Werkstatt G1 sowie ein Tank in Straßennähe unterhalb der Asphaltfläche, westl. des Brauereischornsteins) und zwei Benzinabscheider (bei Werkstatt G1 sowie bei LKW-Garage G2).

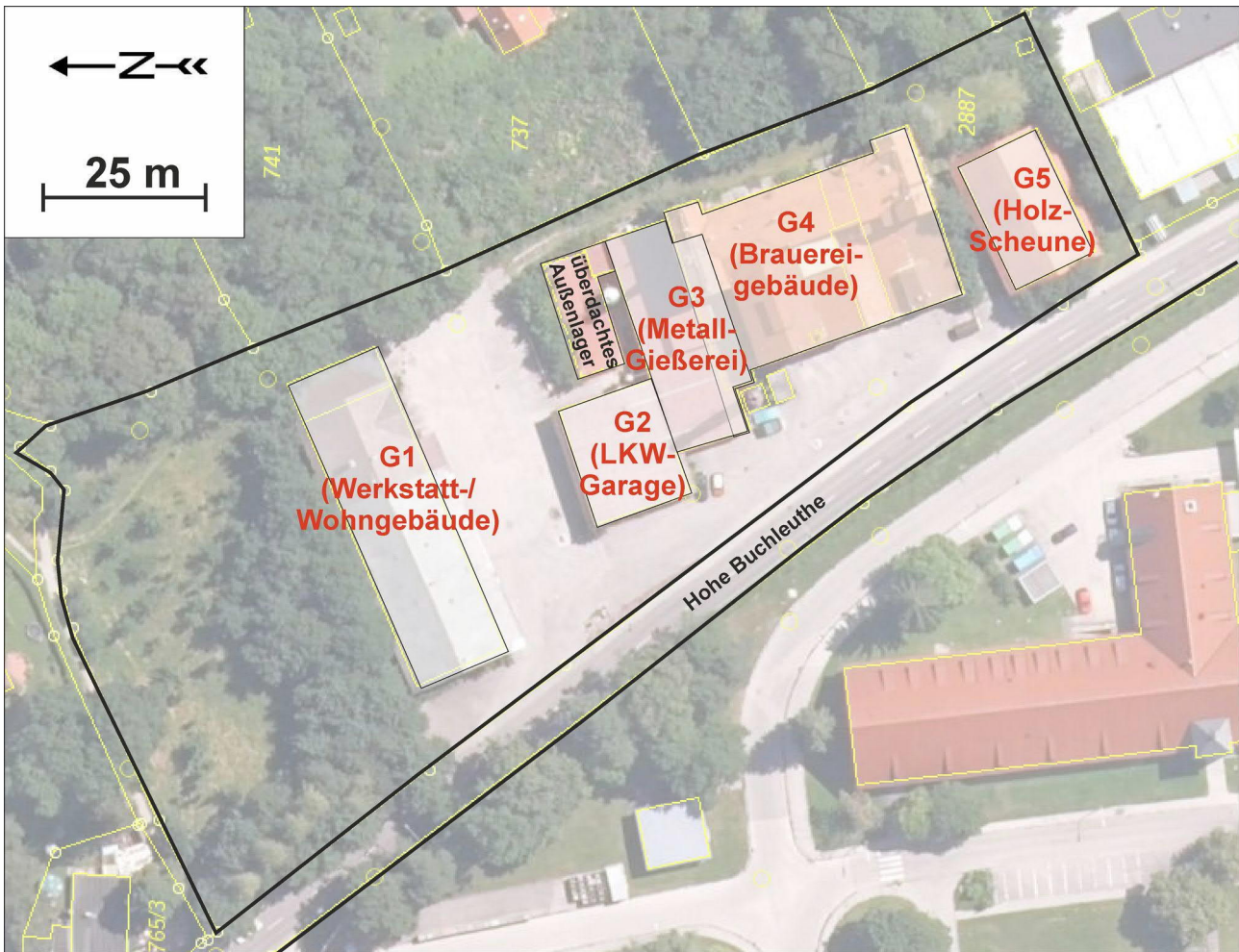


Abbildung 2: Übersichtsskizze Grundstück Hohe Buchleuthe 15 (Flurstück 2887), mit Bestandsgebäuden, hinterlegtes Luftbild aus BayernAtlas [1], verändert

2.2 Geologische und hydrogeologische Lage

Nach der digitalen Geologischen Karte von Bayern 1:25.000 (dGK25, [1]) stehen im Bereich der ebenen Anhöhe bzw. des untersuchten Grundstücks quartäre hochwürmzeitliche Schmelzwasserschotter (schwach schluffige, sandig-steinige Kiese) im Untergrund an (s. Abb. 3). Darunter (im Bereich des Hangs in Richtung Wertachtal und vermutlich im Bereich der Gewölbekeller der Brauerei) stehen quartäre Geschiebemergel der Grundmoräne und Vorstoßschotter (tonig-sandige, steinig-blockige Schluffe) im Untergrund an.

Nach der digitalen Ingenieurgeologischen Karte von Bayern 1:25.000 (dIGK25 [1]) besitzt der Untergrund als Baugrund eine mittlere bis hohe Tragfähigkeit.

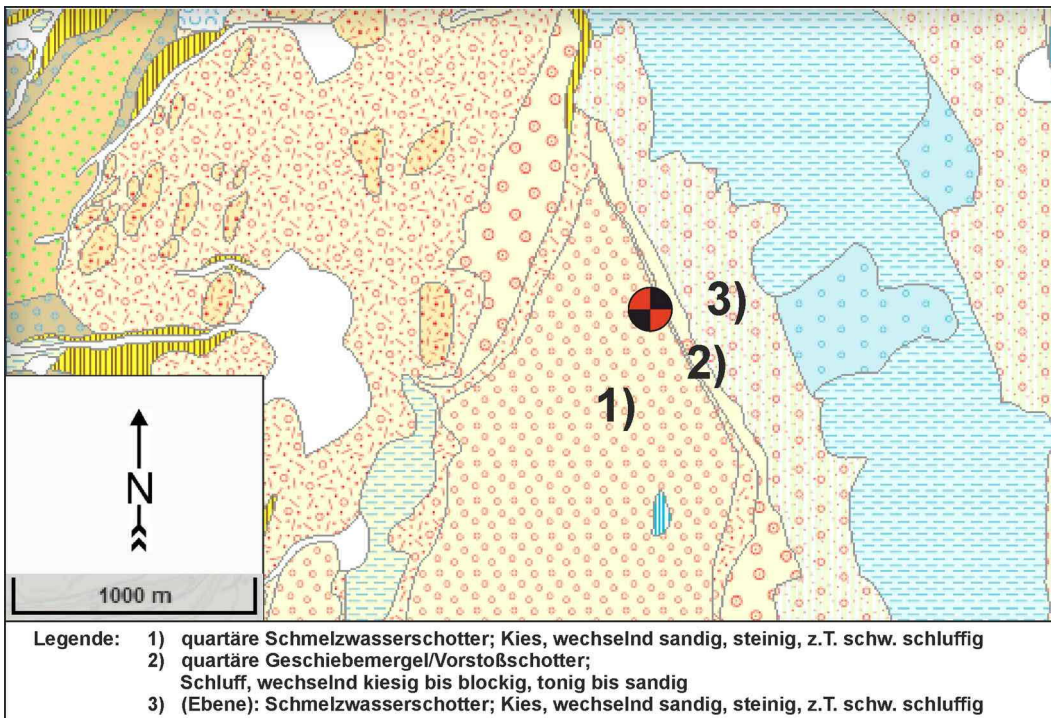


Abbildung 3: Ausschnitt aus der digitalen geologischen Karte (dGK25), aus BayernAtlas [1], verändert

Im Rahmen der durch uns durchgeführten Sondierarbeiten (s. Kapitel 3 und Schichtenverzeichnisse im Anhang) wurden auf der untersuchten Fläche unterhalb bzw. angrenzend an die Bestandsgebäude sowie unterhalb der asphaltierten Flächen anthropogene Überdeckungen der anstehenden Schmelzwasserschotter durch umgelagertes Material bzw. künstliche Geländeauffüllungen mit variierenden Mächtigkeiten von 0,6 m bis maximal 2,7 m, im Mittel von ca. 1,5 m unter Geländeoberkante vorgefunden.

Der Grundwasserflurabstand am Untersuchungsort ist uns nicht bekannt. Im digitalen Kartenwerk des *Umweltatlas Bayern* (digitale Hydrogeologische Karte von Bayern, dHK100, [2]) liegen für das Untersuchungsgebiet keine Angaben für Grundwasserflurabstände vor. Für das Grundstück wird von uns aufgrund der Geländemorphologie (Lage am Oberhang, über 20 m oberhalb der Geländeoberkante im Tal bzw. an der Hangunterkante) und der gemäß der uns zur Verfügung gestellten Planunterlagen ca. 17 m tiefen Unterkellerung (gemauerte Gewölbekeller) von einem Grundwasserflurabstand von ca. 20 m ausgegangen.

3 Durchgeführte Untersuchungen

3.1 Geländearbeiten

Die Geländearbeiten zur Untersuchung des Untergrunds wurden durch uns im Zeitraum zwischen 26.01.2022 und 18.05.2022 durchgeführt.

3.1.1 Bodenprobenahme

Für zu untersuchende Teilflächen (verschiedene Gebäudeteile und Außenbereiche) wurden zum einen jeweils mehrere Sondierpunkte festgelegt und dabei so angeordnet, dass eine möglichst repräsentative Untersuchung dieser Flächen erfolgen kann. Zum anderen wurden in lokalen Verdachtsbereichen (z.B. sichtbare Mineralölverunreinigungen in Gebäuden, Bereiche um Erdtanks) einzelne zusätzliche Sondierpunkte festgelegt, um zu prüfen, ob in diesen Bereichen lokal mit erhöhten Schadstoffbelastungen im Boden zu rechnen ist.

Teilflächen, die bereits im Zuge der Voruntersuchung durch das BFI untersucht wurden (Auffüllung unter Asphaltfläche westlich der Bestandsgebäude sowie Auffüllung östlich der Bestandsgebäude zum Abhang hin), wurden durch uns nicht erneut untersucht.

Auf dem Grundstück wurden durch uns zur Erkundung des Bodenaufbaus und zur Entnahme von Bodenproben insgesamt 32 Kleinrammbohrungen mit einem Bohrdurchmesser von 60 mm niedergebracht.

Für die Untersuchungen des Untergrunds unterhalb von Gebäuden und unterhalb der Asphaltfläche wurde jeweils die Betonbodenplatte bzw. Asphalttragschicht vorab mittels Kernbohrungen (Ø 90 mm) aufgeschlossen. Die gewonnenen Bohrkern wurden dokumentiert und es wurden Proben für Untersuchungen entnommen. Die Untersuchungen der Materialproben aus den Bohrkernen der Betonbodenplatten sind im separaten Gutachten zu den Untersuchungen der Bausubstanz der Bestandsgebäude beschrieben und nicht Gegenstand dieses Berichts.

Alle Kleinrammbohrungen wurden mittels elektrischem Bohrhammer und nach Möglichkeit durch die anthropogene Auffüllung bis in den natürlich anstehenden Untergrund niedergebracht, bzw. bis zum Erreichen von Bohrhindernissen (hier i.d.R. Steine oder Grobkies des anstehenden Schmelzwasserschotters, z.T. auch grober Bauschutt oder ggf. unterflurig verlaufende Gebäudeteile). Die Rammkernsonden wurden jeweils meterweise niedergebracht. Der mittels Rammkernsondierung aufgeschlossene Boden wurde schicht- bzw. horizontweise beschrieben (s. Schichtenverzeichnis Bohrungen B1 - B32 im Anhang 2). Aus den Rammkernsonden wurden je Sondierpunkt und Bodenschicht mehrere Einzelproben entnommen und zu einer die jeweilige Bodenschicht charakteri-

sierenden Laborprobe vereinigt. Alle Bodenproben wurden in 500 ml- Braungläsern gesammelt, kühl und dunkel gelagert und jeweils nach Abschluss der Sondierarbeiten per Kurier dem Labor zur Durchführung der Untersuchungen überstellt.

3.1.2 Bodenluftprobenahme

Im Bereich der beiden unterflurigen Benzinabscheider (Lage s. Übersichtsplan in Anhang 1) wurde zusätzlich zu den o.g. Bohrungen nach Öffnen der Asphaltdecke (Kernbohrung Ø 90 mm) jeweils eine Kleinrammbohrung (Ø 60 mm) durch die Geländeauffüllung in den anstehenden Boden abgeteuft. Die beiden Bohrlöcher (Bohrung B33 und B34) wurden als temporäre Bodenluft-Messstelle zur einmaligen Entnahme von Bodenluftproben genutzt. Anhand der Untersuchung der Bodenluftproben sollte geprüft werden, ob im Untergrund unterhalb der Versiegelung durch die Asphaltdecke mit Belastungen durch flüchtige organische Schadstoffe gerechnet werden muss. Die Probenahme wurde in Anlehnung an die Vorgaben des LfU-Merkblatts 3.8/4 [9] durchgeführt. Für die Bodenluftabsaugung wurde nach dem Ziehen des Sondiergestänges eine Absauglanze eingebracht (Ansaugtiefe ca. 1,5 m u. Oberkante der Asphaltdecke). Da die Probenahme aktiv, d.h. durch Absaugen erfolgte, wurde das Sondierloch und die Absauglanze auf Höhe der Oberflächenabdeckung (Asphaltdecke) gegen die Atmosphäre abgedichtet, um Minderbefunde durch einen Eintritt bzw. ein Ansaugen von Außenluft zu verhindern. Für die Bodenluftentnahme wurde ein Luftprobenahmesystem mit Saugpumpe und regelbarem Volumenstrom eingesetzt. Zur Kontrolle, dass während der Dauer der Bodenluftentnahme keine Außenluft über Undichtigkeiten einströmt und die Bodenluftproben verfälscht, wurden während der Bodenluftentnahme kontinuierlich die Parameter CO₂-Konzentration, Temperatur, relative Luftfeuchte und Luftdruck gemessen. Die Vor-Ort-Messungen wurden dokumentiert (s. Protokolle in Anhang 2). Nach Erreichen einer konstanten maximalen CO₂-Konzentration nach ca. 30 Minuten wurden die Bodenluftproben mittels 30 ml-Kunststoff-Einwegspritzen entnommen und im Spülverfahren (mehrfaches Evakuieren des Gläschenvolumens mit Bodenluft) in vom Analysenlabor bereitgestellte Headspace-Gläschen abgefüllt.

Bei Bodenluftuntersuchungen ist die Gefahr von ungewollten Querkontaminationen bei der Probenahme selbst höher, als bei der Untersuchung anderer Medien [vgl. 10], weshalb eine Gesamtblindprobe mitgeführt wurde. Diese wurde mit dem der Bodenluftprobenahme entsprechenden Probenahmeverfahren gewonnen, jedoch mit Abfüllung von angesaugter Umgebungsluft anstatt von Bodenluft. Zusätzlich wurde eine Transportblindprobe mitgeführt, d.h. ein leeres, ungefülltes Probenahmegefäß (Headspace-Gläschen) ohne Beaufschlagung mit Luft, um potenzielle Verunreinigungen erkennen zu können, die unabhängig von der Probenahme, z.B. während des Probentransport oder beider Durchführung der laboranalytischen Untersuchungen auftreten. Die Blindproben wurden zusammen mit den regulären Bodenluftproben am Tag der Probenahme per Kurier an

das Analysenlabor übersendet.

3.1.3 Sondierpunkte und Nivellement

Die Lage aller Sondierpunkte der Boden- und Bodenluftprobenahme ist im Übersichtsplan in Anhang 1 (Übersichtsplan) dargestellt. Alle untersuchten Proben mit Ergebnissen der laboranalytischen Untersuchungen sind in Tabelle 2 in Kapitel 4.1 zusammengestellt.

Nach Abschluss der Sondierarbeiten wurden die Sondierpunkte nach ihrer Lage und ihrer relativen Höhe eingemessen (Nivellement der Geländeoberkanten der Bohransatzpunkte). Die Ergebnisse des Nivellements sind nachfolgend in Tabelle 1 dargestellt. Die nivellierten Höhen wurden als relative Höhen gegenüber eines auf dem Gelände befindlichen Höhenfestpunkts (Lage: südwestliche Ecke des Brauereigebäudes G4, Sockelbereich, absolute Höhe unbekannt) berechnet.

Zusätzlich wurden die Höhen der Bohransatzpunkte relativ zum höchstgelegenen Bohransatzpunkt berechnet. Anhand der Höhe eines Kanaldeckels wurden die absoluten Höhen ü. NHN berechnet (Lage des Kanaldeckels auf der Fahrbahnmitte vor Gebäude G2, Kanaldeckelbezeichnung 607.8, Höhe 708,00 m ü. NHN, Daten zur Verfügung gestellt durch die Stadtverwaltung Kaufbeuren, Abteilung Tiefbau). Insgesamt fällt das untersuchte Gelände von Süden her (südlichster Bohrpunkt B32, auf der Außenfläche vor der Holzscheune) nach Norden hin zur Asphaltfläche zwischen Gebäude G1 und G2 um ca. 1,5 m und zur Grünfläche nördlich der Werkstatt (nördlichste Bohrung B1) um insgesamt ca. 2,7 m in der Höhe ab.

Tabelle 1: Nivellement der Bohransatzpunkte (Geländeoberkante)

Fläche	Bezeichnung Sondierpunkt	Δh [m ü. Höhen- festpunkt]	rel. Höhen zum höchsten Sondierpunkt (B32)	absolute Höhen (m ü. NHN)
Grünfläche hinter Gebäude G1	B1	-2,45	-2,69	706,42
"	B2	-2,35	-2,59	706,52
"	B3	-2,28	-2,52	706,59
"	B4	-1,26	-1,50	707,61
Anschüttung hinter Gebäude G1	B5	-0,65	-0,89	708,22
Erdtank bei Gebäude G1	B6	-1,15	-1,39	707,72
"	B7	-1,15	-1,39	707,72
Gebäude G1, Bodenplatte Werkstatt 1	KB B8/B8	-1,05	-1,29	707,82
Gebäude G1, Bodenplatte Öllager Werk- statt	KB B9/B9	-1,44	-1,68	707,43
Gebäude G1, Bodenplatte Werkstatt	KB B10/B10 bis KB B13/B13	-1,22	-1,46	707,65
Gebäude G1, Bodenplatte Werkstatt 1	KB B14/B14	-1,05	-1,29	707,82
Gebäude G1, in Boden Montagegrube (Werkstatt 1)	B15	-2,50	-2,74	706,37

<i>Fläche</i>	<i>Bezeichnung Sondierpunkt</i>	<i>Δh [m ü. Höhen- festpunkt]</i>	<i>rel. Höhen zum höchsten Sondierpunkt (B32)</i>	<i>absolute Höhen (m ü. NHN)</i>
Gebäude G1, Bodenplatte Werkstatt	KB B16/B16	-1,22	-1,46	707,65
Bodenplatte Gebäude G3 (Gießerei)	KB7/B17 bis KB11/B20	-0,59	-0,83	708,28
Bodenplatte Gebäude G2 (LKW- Garage)	KB4/B21, KB5/B22	-1,14	-1,38	707,73
Bodenplatte Gebäude G5 (Holzscheune)	KB15/B23 bis KB17/B25	0,03	-0,21	708,90
Asphaltfläche Erdtank vor Gießerei	KB18/B26	-0,68	-0,92	708,19
Asphaltfläche Erdtank vor Gießerei	KB19/B27	-0,62	-0,86	708,25
Asphaltfläche zw. Gebäude G1 und G2	KB20/B28	-1,25	-1,49	707,62
"	KB21/B29	-1,42	-1,66	707,45
Außenfläche um Gebäude G5 (Holz- scheune)	B30	-0,10	-0,34	708,77
"	B31	0,16	-0,08	709,03
"	B32	0,24	0	709,11
Asphaltfläche, Benzinabscheider bei Ge- bäude G2	KB26/B33	-1,42	-1,66	707,45
Asphaltfläche, Benzinabscheider bei Gebäude G1	KB25/B34	-1,20	-1,44	707,67

3.2 Laborarbeiten

Grundsätzlich wurden, soweit sinnvoll, Bodenproben aus verschiedenen Bohrungen (d.h. Proben von Bohrungen, die dieselbe Teilfläche charakterisieren, eine optisch und organoleptisch vergleichbarer Zusammensetzung besitzen und aus vergleichbarer Tiefenlage stammen) vor der Durchführung der Laboranalysen zu horizontalen Mischproben vereinigt. Die Mischprobenbildung erfolgte nach unserer Veranlassung durch das Labor.

Bei einzelnen kleinräumigen Verdachtsbereichen wurden die horizont- bzw. schichtweise gewonnenen Bodenproben i.d.R. ohne weitere Mischprobenbildung auf den bzw. die jeweiligen Verdachtsparameter untersucht.

Alle in diesem Bericht beschriebenen Laborarbeiten/Analysen wurden durch das Labor AGROLAB Labor GmbH (Dr.-Pauling-Straße 3, 84079 Bruckberg) durchgeführt. Das Labor ist für die durchgeführten Untersuchungen nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 unter der Registrierungsnummer D-PL-14289-01-00 akkreditiert.

Alle Bodenproben wurden grundsätzlich in der Feinfraktion (< 2 mm) untersucht. Lediglich beim Vorliegen eines zu geringen Feinbodenanteils in der Probe, z.B. bei Proben aus anthropogenen

Auffüllungen mit dominierendem grobkörnigem Bauschuttanteil oder anstehendem Schmelzwasserschotter mit geringem Feinanteil, wurden die Untersuchungen in der Gesamtfraktion durchgeführt.

Horizontale Mischproben, die anthropogene Auffüllungen oder den darunter anstehenden natürlichen Unterboden charakterisieren, wurden i.d.R. gemäß der Parameterliste des Verfüll-Leitfadens Bayern (Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen - *Eckpunkte-papier* [3]) untersucht. Die Parameterliste umfasst im Wesentlichen organische (MKW, PAK, PCB) und anorganische Schadstoffe (Metalle) im Feststoff sowie Metalle, Phenole, Cyanide und Anionen im Eluat.

Humoser Oberboden ("Mutterboden") fällt grundsätzlich nicht unter den Geltungsbereich des Verfüll-Leitfadens; eine Verwertung von ausgehobenem bzw. abgeschobenem humosem Oberboden im Rahmen einer Verfüllung unterhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht ist gemäß Verfüll-Leitfaden unzulässig [3]. Horizontale Mischproben, die natürliche Oberbodenhorizonte charakterisieren (Grünfläche im Norden des Grundstücks), wurden deshalb und auch im Hinblick auf die geplante Folgenutzung von Teilen des Grundstücks als Kindertagesstätte / Kinderspielfläche gemäß der Parameterliste der Prüfwerte der Bundes-Bodenschutzverordnung untersucht (Wirkungspfad Boden - Mensch, BBodSchV, Anh.2, Pkt.1.4 [4]). Die Parameterliste umfasst im Wesentlichen Metalle, organische Schadstoffe (PAK, PCB, Holzschutzmittel: PCP, DDT, HCH). Im Hinblick auf das Außerkrafttreten der aktuellen Bundes-Bodenschutzverordnung [4] und das Inkrafttreten der geänderten neuen Bundesbodenschutz-Verordnung am 01.08.2023 [5] wurde der Parameterumfang um die (Halb)metalle Antimon, Cobalt und Thallium erweitert.

Horizontweise entnommene Bodenproben, die mittels Bohrungen in lokalen Verdachtsbereichen (hier: Erdtanks im Außenbereich, unterhalb von Heizöllagerräumen, Montagegruben oder sichtbaren Verunreinigungen) entnommen wurden, wurden laboranalytisch auf die jeweiligen Verdachtsparameter (hier i.d.R. MKW, ggf. auch PAK, PCB, Schwermetalle) untersucht, um ggf. im Untergrund vorliegende Belastung nach unten hin abgrenzen zu können.

Proben, die die Asphaltdecken charakterisieren (Mischproben aus Bohrkernen) wurden auf den Summenparameter PAK untersucht.

Die im Bereich der Benzinabscheider entnommenen Bodenluftproben mit dazugehöriger Blindprobe wurden auf die flüchtigen organischen Schadstoffe LHKW (halogenierte C₁- und C₂-Kohlenwasserstoffe) und BTX (Summenparameter f. leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe: Monoaromaten Benzol, Toluol, Xylole) untersucht.

Alle entnommenen und untersuchten Boden- und Asphaltproben sowie Bodenluftproben mit Untersuchungsumfang und den dazugehörigen Analysenergebnissen mit Bewertung/abfalltechnischer Voreinstufung (i.d.R. Zuordnungsklassen gem. Eckpunktepapier Bayern, [3]) sind im nachfolgenden Kapitel in Tabelle 2 zusammengestellt.

4 Untersuchungsergebnisse und Bewertung

Anhand der im Zuge der Rammkernsondierungen angetroffenen Bodenschichten wird davon ausgegangen, dass für die anthropogene Auffüllung durchschnittlich mit einer Mächtigkeit von ca. 1,5 m gerechnet werden kann (vgl. Schichtenverzeichnisse im Anhang). Es wurden Mächtigkeiten von lediglich 0,6 m bzw. maximal 2,7 m beobachtet, wobei die Mächtigkeit der anthropogenen Auffüllungen kleinräumig variiert. Auf den Grünflächen abseits der Gebäude wurden von uns keine anthropogenen Geländeauffüllungen festgestellt.

Insgesamt unterscheiden sich die Geländeauffüllungen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung. Unterhalb der Asphaltfläche zwischen Werkstatt und Gießerei sowie unterhalb der Gießerei wurden Auffüllungen mit hohen Bauschuttanteilen (ca. 10 % bis hin zu 50-80 %) vorgefunden, während es sich bei den Auffüllungen unterhalb und um die Holzscheune im Süden um lediglich umgelagertes, aber weitestgehend natürliches und lokaltypisches Bodenmaterial mit geringem Anteil an Fremdbestandteilen handelt.

Als Bauschuttanteile der Auffüllungen wurden überwiegend Ziegelbruch und Betonbruch identifiziert, nichtmineralische Fremdbestandteile wurden im Zuge der Untersuchungen nicht vorgefunden (s. Schichtenverzeichnisse im Anhang). Als natürlich im Untergrund anstehender Boden wurden mit den Rammkernsondierungen, entsprechend der geologischen Karte, Schmelzwasserschotter (i.d.R. Kies mit variablen Anteilen von Schluff- und Sand, teilw. schwach tonig) bzw. dessen Verwitterungshorizonte angetroffen.

4.1 entnommene Proben, Laborergebnisse und Bewertung

4.1.1 tabellarische Darstellung der Ergebnisse

Tabelle 2: Zusammenstellung der analysierten Proben (Bodenproben aus Rammkernsondierungen, Asphaltproben, Bodenluftproben) mit Parameterumfang und Untersuchungsergebnissen. Erhöhte bzw. abfalltechnisch einstufigsrelevante Gehalte mit Einstufung (i.d.R. gem. Verfüll-Leitfaden bzw. Eckpunktepapier Bayern "EP Bayern", [3]) sind fett hervorgehoben.

Bezeichnung Laborprobe	Herkunft / Beschreibung	Tiefenbereich [m u. GOK]	Parameterumfang	Ergebnis / Einstufung
MIX(B1.1+B1.2+B2.1+B2.2+B3.1+B3.2)	Mischprobe Oberboden aus Bohrungen B1-B3 (Grünfläche nördl. Gebäude G1)	0-0,35	BBodSchV Prüfwerte B-M (Anl. 2, Tab. 4 Kinderspillefl.) + Sb, Co, Ti	Prüfwerte unterschritten
B4.1	Bohrung B4 (nördl. Grünfläche, angrenzend an Gebäude G1, Werkstatt), Auffüllung / Oberbodenauflage	0-0,1	PAK-EPA 16	12 mg/kg PAK, 0,84 mg/kg B[a]P (Z1.1 EP Bayern)
B4.2	Bohrung B4 (s.o.), Auffüllung	0,1-0,35	PAK-EPA 16	1,3 mg/kg PAK
B4.3	Bohrung B4 (s.o.), Auffüllung	0,35-0,6	PAK-EPA 16	0,34 mg/kg PAK
MIX(B 5.2 + B 5.3 + B 5.4 + B 5.5)	Mischprobe aus Bohrung B5 (nördl. Grünfläche, angrenzend an Gebäude G1, Werkstatt), Auffüllung	0,1-2,1	Parameterliste Eckpunktepapier Bayern	1,4 mg/kg B[a]P (>Z2 EP Bayern)
B6.1	Bohrung B6 (zwischen Erdtank und Werkstatt Gebäude G1), Auffüllung	0,1-1,0	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	<50 / 70 mg/kg MKW
B6.2	Bohrung B6 (s.o.), Auffüllung	1,0-2,0	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	260 mg/kg MKW (Z1.1 EP Bayern)
B6.3	Bohrung B6 (s.o.), Auffüllung	2,0-2,6	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	290 mg/kg MKW (Z1.1 EP Bayern)
B6.4	Bohrung B6 (s.o.), anstehender natürlicher Boden	2,6-3,5	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	190 mg/kg MKW (Z1.1 EP Bayern)
B6.5	Bohrung B6 (s.o.), anstehender natürlicher Boden	3,5-4,0	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	720 mg/kg MKW (Z1.2 EP Bayern)
B7.1	Bohrung B7 (neben Erdtank bei Gebäude G1), Auffüllung	0,0-1,0	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	<50 mg/kg MKW
B7.2	Bohrung B7 (s.o.), Auffüllung	1,0-2,0	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	67 mg/kg MKW
B9.1	Bohrung B9 (unterhalb Bodenplatte Öllager Gebäude G1), Auffüllung	0,1-0,7	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀), PCB	<50 mg/kg MKW PCB n.b.
B9.2	Bohrung B9 (s.o.), Unterboden	0,7-1,0	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀), PCB	<50 mg/kg MKW PCB n.b.
B10.1	Bohrung B10 (unterhalb Bodenplatte Werkstatt Gebäude G1, neben Montagegrube), Auffüllung	0,7-1,7	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	<50 mg/kg MKW
B10.2	Bohrung B9 (s.o.), Auffüllung	1,7-2,3	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	<50 mg/kg MKW
MIX(B 11.1 + B 12.1 + B 13.1 + B 16.1 + B 16.2)	Mischprobe aus Bohrungen B11, B12, B13, B16 (unterhalb Bodenplatte Gebäude G1, westl. Hälfte), Auffüllungen	0,1-1,4	Parameterliste Eckpunktepapier Bayern	Z0 EP Bayern
B15.1	Bohrung B15 (unterh. Bodenplatte östl. Montagegrube Werkstatt Gebäude G1), Auffüllung	0,3-0,6	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀), PAK-EPA 16, PCB, Schwermetalle	4.000 mg/kg MKW (> Z2 EP Bayern, gefährlicher Abfall) 0,33 mg/kg PAK, 0,12 mg/kg PCB As 21mg/kg

Bezeichnung Laborprobe	Herkunft / Beschreibung	Tiefenbereich [m u. GOK]	Parameterumfang	Ergebnis / Einstufung
B15.2	Bohrung B15 (s.o.), Unterboden	0,6-1,5	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀), PAK-EPA 16, PCB, Schwermetalle	820 mg/kg MKW (Z2 EP Bayern) PAK n.b., PCB n.b. Schwermetalle: unauffällig
B15.3	Bohrung B15 (s.o.), Unterboden	1,5-2,0	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	760 mg/kg MKW (Z2 EP Bayern)
MIX(B21.1 + B22.1)	Mischprobe aus Bohrungen B21, B22 (unterhalb Bodenplatte Gebäude G2, LKW-Garage), obere Auffüllung	0,2-1,0/1,3	Parameterliste Eckpunktepapier Bayern	Z0 EP Bayern
MIX(B21.2 + B22.2)	s.o., untere Auffüllung	1,0/1,3-2,0	Parameterliste Eckpunktepapier Bayern	Z0 EP Bayern
MIX(B 17.1 + B 17.2 + B 18.1 + B 20.1)	Mischprobe aus Bohrungen B17, B18, B20 (unterhalb Bodenplatte Gebäude G3 - Gießerei), Auffüllungen	0,2-1,1	Parameterliste Eckpunktepapier Bayern	0,54 mg/kg B[a]P (Z1.2 EP Bayern)
B19.1	Bohrung B19 (Gebäude G3 -Gießerei), geringmächtige Bauschuttauffüllung	0,18-0,55	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀) (Gesamtfraktion)	20.000 mg/kg (>Z2, gefährlicher Abfall)
MIX(B23.1 + B24.1 + B25.1)	Mischprobe aus Bohrungen B23, B24, B25 (unterhalb Bodenplatte Gebäude G5 - Holzscheune), obere Auffüllung	0,2 - 0,7/1,0	Parameterliste Eckpunktepapier Bayern	Z1.2 (0,42 mg/kg B[a]P)
MIX(B23.2 + B24.2 + B25.2)	s.o., untere Auffüllung	0,7/1,0 - 1,6/2,0	Parameterliste Eckpunktepapier Bayern	110 mg/kg Pb (Z1.1)
MP Asphalt Tankbereich	Asphalttragschicht (Bereich um Erdtank, Asphaltfläche vor Gießerei), Mischprobe Kernbohrungen KB18/19, für Bohrung B26 u. B27	0,0-0,15	PAK-EPA 16 (Gesamtfraktion)	0,17 mg/kg PAK
B26.1	Bohrung B26 (neben o.g. Erdtank, Asphaltfläche vor Gießerei), obere Auffüllung	0,4-1,3	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	<50 mg/kg MKW
B26.2	Bohrung B26 (s.o.), untere Auffüllung	1,3-2,9	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	<50 mg/kg MKW
B26.3	Bohrung B26 (s.o.), untere Auffüllung, Sonderprobe aus auffälligem Bereich	1,5-1,7	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀) PAK-EPA 16	<50 mg/kg MKW PAK n.b.
B27.1	Bohrung B27 (neben Erdtank, Asphaltfläche vor Gießerei), obere Auffüllung	0,15-0,5	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	930 mg/kg MKW (Z2 EP Bayern)
B27.2	Bohrung B26 (s.o.), Bettungssand	0,5-1,0	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	<50 mg/kg MKW
B27.3	Bohrung B26 (s.o.), untere Auffüllung	1,3-2,7	MKW (C ₁₀ -C ₂₂ , C ₂₂ -C ₄₀)	130 mg/kg MKW (Z1.1 EP Bayern)
MP Asphalttragschicht 2	Asphalttragschicht (Asphaltfläche Bereich zw. Gebäude G1 und G2), Mischprobe Kernbohrungen KB20/21, für Bohrungen B28 u. B29	0,0-0,1	PAK-EPA 16 (Gesamtfraktion)	26 mg/kg PAK, 1,0 mg/kg B[a]P (pechhaltiger Straßenaufbruch 170302 gem. RuVA-StB 01 bzw. MBI 3.4/1)
MIX (B28.1+B28.2+B29.1)	Mischprobe aus Bohrungen B28 und B29 (Bauschutt-Auffüllung unter Asphaltfläche zw. Gebäude G1 und G2)	0,1 - 0,5/1,5	Parameterliste Eckpunktepapier Bayern	30,8 mg/kg PAK, 1,4 mg/kg B[a]P (>Z2 EP Bayern bzw. DKI)
MIX (B30.1+B31.1+B32.1+B32.2)	Mischprobe aus Bohrungen B30, B31, B32 (Auffüllung / umgelagertem Material unterh. Außenfläche um Holzscheune G5)	0,0 - 1,3/1,6	Parameterliste Eckpunktepapier Bayern	100 mg/kg Pb (Z1.1 EP Bayern)
MP 4	Voruntersuchung durch BFI: bauschutthalte Auffüllung unter As-	bis max. 1,8	Parameterliste	0,7 mg/kg B[a]P, 10,0 mg/kg PAK,

Bezeichnung Laborprobe	Herkunft / Beschreibung	Tiefenbereich [m u. GOK]	Parameterumfang	Ergebnis / Einstufung
MP 5	phaltfläche westl. der Bestandsgebäude (zur Straße hin); Mischprobe aus Bohrungen B 14, B 21, B 15	m u. GOK	LAGA M20 (1997)	41 mg/kg Cyanide (Z1.2 LAGA 1997)
	Voruntersuchung durch BFI: bauschutthaltige Geländeauffüllung östl. der Bestandsgebäude (zum Abhang hin); Mischprobe aus Bohrungen B 13, B 17, B 18, B 20	bis max. 2,5 m u. GOK	Parameterliste LAGA M20 (1997)	1.590 mg/kg Zink (>Z2 LAGA 1997)
BL B33	Bodenluftprobe; Bohrung B33, neben Benzinabscheideranlage vor LKW-Garage, Absaugung ca. 1,5 m u. Oberkante Asphaltdecke	Absaugung ca. 1,5 m u. OK Asphalt	LHKW, BTX	< Bestimmungsgrenze
BL B34	Bodenluftprobe; Bohrung B34, neben Benzinabscheideranlage vor Werkstatt mit Montagegruben, Entnahmetiefe ca. 1,5 m u. Oberkante Asphaltdecke	Absaugung ca. 1,5 m u. OK Asphalt	LHKW, BTX	< Bestimmungsgrenze
BL Blindwert	Blindprobe zu o.g. Bodenluftproben (Außenluft)	-	LHKW, BTX	< Bestimmungsgrenze

4.1.2 Abfallrechtliche Einschätzung

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen sind neben o.g. Tabelle auf dem Übersichtsplan in Anhang 1 zusammengefasst, wobei die Teilflächen/-bereiche, die durch die jeweils entnommenen Proben charakterisiert werden, je nach vorgefundener Schadstoffbelastung (orientierende abfalltechnische Einstufung; Z-Klassen) farblich codiert und mit Kurzbeschreibungen (untersuchtes Material, Mächtigkeit/Tiefenlage, einstufigsrelevante Parameter) versehen sind.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden hohe Schadstoffbelastungen in der Auffüllung unterhalb der Asphaltfläche zwischen Gebäude G1 und G2 und in einem Teil der auf dem natürlichen Boden aufliegenden Anschüttung hinter Gebäude G1 festgestellt. In den untersuchten Proben überschreiten die Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) inklusive des Leitparameters Benzo[a]pyren die Z2-Zuordnungswerte des *Verfüll-Leitfaden Bayern*. Für die Auffüllung entlang des östlichen Grundstücksrands wurde im Rahmen der Voruntersuchungen durch das BFI ebenfalls eine Überschreitung der Z2-Werte festgestellt, wobei hier hohe Zink-Gehalte ausschlaggebend waren. Punktuell wurden unterhalb der Montagegrube mit Sickerschacht (Auffüllung und darunter anstehender Boden, Ostrand Gebäude G1) und unterhalb der Metallgießerei (Bereich um Maschinenstandplatz / Förderanlage für Gießereisand) sehr hohe MKW-Belastungen im Boden vorgefunden, wobei die MKW-Gehalte in den Proben aus den Auffüllungen mit > 2.500 mg/kg im Bereich von gefährlichem Abfall liegen. Zusammenfassend ist für die o.g. Bereiche bzw. Materialien im Falle eines Aushubs davon auszugehen, dass eine Einstufung und Verwertung des Materials auf Grundlage des Verfüll-Leitfadens nicht mehr möglich ist und das Material nach den Vorgaben

der Deponieverordnung (DepV, [11]) untersucht, eingestuft und einer Entsorgung zugeführt werden müsste.

Auf Grundlage der Untersuchungen muss bei den Auffüllungen unterhalb und um Gebäude G5 (Holzscheune), unterhalb der Metallgießerei, unterhalb der Asphaltfläche zw. Bestandsgebäude und Straße (gem. Voruntersuchung durch das BFI) und im Bereich des Erdtanks bei Gebäude G1 mit Schadstoffgehalten gerechnet werden, die zu einer Abfalleinstufung in Z1.1- bzw. Z1.2-Material gemäß *Verfüll-Leitfaden Bayern* führen. Dabei wurden für die Parameter MKW, PAK bzw. B[a]P sowie Blei einstufigsrelevante Gehalte gemessen.

In den Proben aus der Auffüllung unterhalb der LKW-Garage (Gebäude G2) und unterhalb der Werkstatt (Gebäude G1, mit Ausnahme des östlichen Bereichs) wurden keine relevanten Schadstoffgehalten gemessen, es werden alle Z0-Zuordnungswerte des *Verfüll-Leitfaden Bayern* eingehalten.

In der Asphalt-Mischprobe aus der Asphaltdecke zwischen Gebäude G1 und G2 wurde ein leicht erhöhter PAK-Gehalt von 26 mg/kg gemessen; Ausbauasphalt mit PAK-Gehalten von über 25 mg/kg ist nach *RuVA-StB 01* [6] bzw. LfU-Merkblatt 3.4/1 [7] i.d.R. als pechhaltiger Ausbauasphalt einzustufen. In der Asphalt-Mischprobe aus der Asphaltdecke im Bereich des Erdtanks zwischen Gießerei und Straße wurden keine erhöhten PAK-Gehalte gemessen.

Anzumerken ist, dass es sich bei den durchgeführten Untersuchungen (Sondierungen) und den jeweiligen Einstufungen um orientierende Einschätzungen auf der Basis von extrapolierten, punktbezogen erhobenen Daten handelt.

Insbesondere für die Asphaltschichten und anthropogenen Auffüllungen ist nicht auszuschließen, dass Schadstoffbelastungen kleinräumig variieren können.

Wenn beim Rückbau bzw. bei Neubaumaßnahmen auf dem Grundstück Material abgetragen oder ausgehoben wird und das Material auf dem Gelände nicht wiederverwendet werden kann, muss für die Erstellung der Abfalldeklaration vor der anschließenden Entsorgung/Verwertung der anfallenden Materialien (Ausbauasphalt, Aushubmaterial) eine abfallcharakterisierende Haufwerksbe-
probung mit Untersuchung gemäß der einschlägigen Regelwerke erfolgen. Wenn im Zuge von Baumaßnahmen organoleptische Auffälligkeiten der ausgebauten Materialien festgestellt werden, ist das auffällige Material, sofern möglich, zunächst zu separieren und fachgutachterlich zu prüfen.

4.1.3 Bodenschutzrechtliche Bewertungsgrundlagen und Einschätzung

Die durch uns durchgeführten Untersuchungen wurden insbesondere im Hinblick auf eine orientie-

rende abfallrechtliche Einschätzung der anthropogenen Auffüllungen oberhalb des gewachsenen Bodens durchgeführt. Die bodenschutzrechtliche Untersuchung von Flächen hinsichtlich schädlicher Bodenveränderungen/Altlasten/Altablagerungen erfolgt nach den Vorgaben des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG [8]) und Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV [4]) i.d.R. anhand von nutzungsunabhängigen Vorsorgewerten und anhand von Prüf- und Maßnahmenwerten für verschiedene Wirkungspfade (Boden - Mensch, Boden - Grundwasser, Boden - Nutzpflanze).

Je nach dem betrachteten Wirkungspfad und ggf. der Nutzungsart der Fläche ergibt sich dabei eine unterschiedliche Herangehensweise an die Probenahme (Probenart, Probenahmetiefe, Raster etc.) und den Umfang der zu untersuchenden Parameter. Einzelne, nach BBodSchV geforderte Parameter (z.B. DDT, Pentachlorphenol) wurden von uns nicht untersucht. Die Methodenvorschriften der Laboruntersuchungen gem. Verfüll-Leitfaden Bayern [3] und der anderen durch uns veranlassten Laboruntersuchungen entsprechen jedoch größtenteils denen der BBodSchV. Die Analysenergebnisse können für die untersuchten Parameter für eine orientierende bodenschutzrechtliche Einschätzung herangezogen werden, indem die Untersuchungsergebnisse den Vorsorgewerten und den nutzungsabhängigen Prüfwerten der BBodSchV und für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser zusätzlich den Hilfwerten des LfU-Merkblatts 3.8/1 [12] gegenübergestellt werden.

Der Pfad Boden - Nutzpflanze wird hier nicht weiter betrachtet.

Nach BBodSchV ist das Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung i.d.R. dann zu besorgen, wenn im Boden gemessene Schadstoffgehalte die **Vorsorgewerte** überschreiten. Vorsorgewerte der BBodSchV existieren nur für einige Schwermetalle sowie für die organischen Schadstoffe PCB, PAK und Benzo[a]pyren. Sie sind wirkungspfadunabhängig, d.h. allgemeingültig und unterscheiden sich je nach Bodenart (Ton, Lehm/Schluff, Sand) und Humusgehalt.

Der Vorsorgewert (für Bodenart Sand) für Blei, Kupfer, Quecksilber, Zink wird in allen untersuchten Proben überschritten, der Vorsorgewert für Cadmium in Probe MP4 und der Vorsorgewert für Nickel in den Proben MP1, MP2 und MP4. In den Mischproben MP1 und MP4 werden die Vorsorgewerte für PAK und Benzo[a]pyren überschritten. In einigen aus den Auffüllungen entnommenen Proben werden verschiedene Vorsorgewerte überschritten, wobei Überschreitungen insbesondere für die Parameter PAK, Benzo[a]pyren, Blei und Nickel festgestellt wurden. Bei Überschreitungen der Vorsorgewerte ist grundsätzlich das Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung zu besorgen und weitere Stoffeinträge sind zu vermeiden bzw. zu vermindern [4]. Wir gehen davon aus, dass die o.g. Schadstoffe primär mit dem Verfüllmaterial eingebracht wurden und dass aufgrund der großflächigen Bebauung und Versiegelung keine nennenswerte Verlagerung von Schadstoffen aus den Auffüllungen mit dem Sickerwasser in den anstehenden Boden erfolgt bzw. erfolgt ist. Zu-

dem gehen wir davon aus, dass aufgrund der Versiegelung und der künftigen Nutzungsänderung kein erheblicher Neueintrag von Schadstoffen stattfinden wird. Die Vorsorgewertüberschreitungen werden hier deshalb ebenfalls nicht weiter betrachtet.

Bei Prüfwerten handelt es sich um gefahrenbezogene Grenzwerte, bei deren Überschreitung i.d.R. von einer schädlichen Bodenveränderung/Altlast ausgegangen wird [4]. Für den **Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt)** ist bei der aktuellen Nutzung auf Grundlage der untersuchten Proben keine Überschreitung von in der BBodSchV aufgeführten Prüfwerten zu erwarten. Auch bei einem Freilegen der anthropogenen Geländeauffüllungen durch Entfernen der Asphaltdecken oder der sonstigen Versiegelungen (Betonbodenplatten der Bestandsgebäude) ist anhand der Analysergebnisse nicht mit Prüfwertüberschreitungen für in der BBodSchV aufgeführte Parameter zu rechnen.

In den Proben aus dem natürlichen Oberboden der Grünfläche nördlich der Werkstatt werden alle BBodSchV-Prüfwerte (Wirkungspfad Boden-Mensch) für die sensibelste Nutzungsart (Kinderspielfläche) eingehalten.

Wenn künftig im südlichen Grundstücksbereich Außenflächen als Kinderspielflächen genutzt werden sollen, wird dennoch empfohlen, zumindest die oberste Bodenschicht abzuziehen und eine ausreichend mächtige Auffüllung aus unbedenklichem Material aufzubringen, obwohl die auf der Fläche (Boden unter der Holzscheune und Außenbereich um die Holzscheune) gemessenen Schadstoffgehalte keine Überschreitung der BBodSchV-Prüfwerte erwarten lassen. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass gegenüber den untersuchten Proben punktuell höhere Schadstoffgehalte vorliegen oder Schadstoffe im Boden vorliegen, die nicht Bestandteil der Untersuchungen waren (z.B. Holzschutzmittel), zudem befand sich zum Zeitpunkt der Untersuchung eine Vielzahl verschiedener Fremdbestandteile und Müll auf der Außenfläche um die Scheune (Glasscherben, Elektronikgeräte, Leuchtmittel, Farben/Lacke etc.).

Im Verdachtsbereich um die beiden Benzinabscheider wurden im Rahmen der Bodenluftuntersuchung keine erhöhten Gehalte an flüchtigen organischen Schadstoffen festgestellt.

Für den Summenparameter Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) existieren in der BBodSchV keine Prüfwerte, da es sich um ein Gemisch aus vielen Einzelsubstanzen mit unterschiedlichen Stoffeigenschaften (Flüchtigkeit, Toxizität etc.) handelt. Die meist geringen Anteile an kurzkettigen Kohlenwasserstoffen in den untersuchten Proben aus den Hauptverdachtsbereichen (Auffüllungen unterhalb der Gießerei und der Montagegrube) deuten darauf hin, dass die Belastungen hauptsächlich aus Mineralölprodukten mit geringem Anteil an flüchtigen, toxikologisch relevanten Bestandtei-

len (z.B. aus Gießereisanden, Motoröl, Schmieröl o.ä.) stammen. In diesen Bereichen ist nach aktueller Befundlage nicht mit einer erhöhten Gefahr über den Wirkungspfad Boden - Mensch zu rechnen, insbesondere da davon ausgegangen wird, dass die Bereiche auch nach den anstehenden Maßnahmen (Umnutzung, Neubau o.ä.) überdeckt sein werden (z.B. neue Auffüllung, Oberflächenversiegelung, Bodenplatte o.ä.). Dennoch wird empfohlen, die o.g., vermutlich kleinräumigen, Bereiche, die eine erhöhte Belastung mit Mineralölkohlenwasserstoffen aufweisen, im Zuge der anstehenden Rückbaumaßnahmen oder Erdarbeiten auszukoffern bzw. auszutauschen.

Insgesamt ist für Bereiche mit erhöhten Schadstoffgehalten (s. Übersichtskarte in Anhang 1; insb. Auffüllungen mit erhöhten Gehalten an MKW, PAK, Cyaniden, Schwermetallen) zu beachten, dass beim Umgang mit belastetem Material (z.B. bei Erdbauarbeiten, Entsorgungsarbeiten) entsprechende arbeitsschutzrechtliche Bestimmungen zu beachten sind. Insbesondere ist bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen die TRGS 524 (*Technische Regeln für Gefahrstoffe - Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen*, [13]) zu beachten.

Wirkungspfad Boden-Grundwasser

Zusätzlich zu Prüfwerten der BBodSchV (als Eluatgehalte) können für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser in Bayern die Hilfswerte des LfU-Merkblatts 3.8/1 (HW1 und HW2, Gesamtstoffgehalte in der Feinfraktion < 2 mm) zur Abschätzung der Gefahr einer Grundwasserverunreinigung [12]. Die Hilfswerte können als Entscheidungshilfe für die Gefährdungsabschätzung und die Erfordernis von Sanierungsmaßnahmen herangezogen werden, Überschreitungen können jedoch keine unmittelbare Grundlage für eine Anordnung von Untersuchungen oder Maßnahmen sein [12].

Bei einer Unterschreitung des Hilfswerts 1 besteht grundsätzlich keine Gefahr einer erheblichen Grundwasserverunreinigung, wenn keine anderen Verdachtsmomente bekannt sind. Bei Schadstoffgehalten über dem Hilfswert 1 kann i.d.R. von Prüfwertüberschreitungen im Sickerwasser am Ort der Probenahme ausgegangen werden und es sind i.d.R. weitere Schritte nötig zur Ermittlung, ob die Gefahr einer Grundwasserverunreinigung vorliegt, z.B. im Rahmen weiterer stoffspezifischer Untersuchungen oder einer Transportprognose [8].

Insgesamt wurden auf dem Grundstück Überschreitungen von Hilfswerten in Proben aus denjenigen Bereichen festgestellt, die auch im Rahmen der abfalltechnischen Voreinstufung aufgrund erhöhter Schadstoffgehalte in die Zuordnungsklassen Z1 oder höher eingestuft wurden. Es wurden folgende Überschreitungen von Hilfswerten (HW1, HW2) festgestellt:

- Auffüllung/Anschüttung nördlich von Gebäude G1 (PAK > HW1)

- westl. Auffüllung zw. Brauerei und Straße (Untersuchung durch BFI; PAK > HW1)
- Bereich um Erdtank auf og. Fläche (teilw. MKW > HW1)
- Auffüllung unter Holzscheune G5 (Blei > HW1)
- Auffüllung und Unterboden um Erdtank bei Gebäude G1 (MKW > HW1; die MKW-Belastung konnte nach unten hin nicht abgegrenzt werden und steigt bis 4,0 m u. GOK nach unten hin an)
- Auffüllung unter östl. Montagegrube Gebäude G1 (MKW > HW2, nach unten hin abnehmend)
- Bauschuttauffüllung unter Gebäude G3 (Gießerei, Maschinenstandplatz) (MKW > HW2)
- Bauschuttauffüllung unter Asphaltfläche zw. Gebäude G1 und G2 (PAK > HW2)
- östl. bauschutthaltige Geländeauffüllung (Untersuchung durch BFI; Zink > HW2)

Trotz der o.g. Hilfswertüberschreitungen gehen wir für die meisten aufgeführten Bereiche aufgrund der Überdeckung bzw. Versiegelung der Teilflächen und des hohen anzunehmenden Grundwasserflurabstands aktuell nicht von einer erheblichen Grundwassergefährdung aus. Zudem handelt es sich teilweise lediglich um kleine Bereiche (geringmächtige Auffüllung bzw. geringe Ausdehnung). Bei den Schwermetallen (Pb, Zn), PAK und den vorgefundenen MKW (überwiegend im langkettigen Bereich > C₂₂) ist zudem aufgrund ihrer verhältnismäßig geringen Löslichkeit und Mobilität im Boden von einer geringen Transportrate mit dem Sickerwasser auszugehen. Sofern im Zuge von geplanten Rückbaumaßnahmen an den o.g. Bereichen die Bestandsgebäude oder die Versiegelung rückgebaut werden, wird empfohlen, das im Untergrund vorliegende belastete Material, sofern technisch möglich, auszubauen und fachgerecht zu entsorgen.

Für die im Bereich des Erdtanks (Auffüllung und darunter anstehender Unterboden bei Gebäude G1, charakterisiert durch Bohrung B6), vorgefundenen MKW-Belastungen kann eine Gefahr einer Grundwasserverunreinigung von uns nicht ausgeschlossen werden, da gemäß der Untersuchungsergebnisse die MKW-Gehalte (> HW1) bis zur Endteufe der Aufschlussbohrung (4,0 m u. GOK) von oben nach unten hin ansteigen und die Belastung zur Tiefe hin nicht abgegrenzt werden konnte. Bei den hier vorgefundenen MKW überwiegt der kurzkettenige und damit löslichere und mobilere Kettenlängenbereich (C₁₀-C₂₂). Zudem liegt im Bereich dieses Erdtanks keine Oberflächenversiegelung vor. Bei den im Untergrund anstehenden Schmelzwasserschottern ist von einer hohen Wasserdurchlässigkeit auszugehen, sodass eine Schadstoffverfrachtung mit dem Sickerwasser hier nicht ausgeschlossen werden kann. Wir empfehlen an dieser Stelle, den Erdtank auszubauen und belastetes Bodenmaterial auszukoffern.

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Zur Untersuchung des Untergrunds auf dem Grundstück Hohe Buchleuthe 15 wurden durch uns 34 Rammkernsondierungen abgeteuft, der Boden beschrieben, Proben entnommen und untersucht. Die Untersuchungen erfolgten insbesondere hinsichtlich einer orientierenden abfalltechnischen Voreinstufung der nahezu auf dem gesamten Grundstück vorhandenen anthropogenen, teilweise bauschutthaltigen Geländeauffüllungen, die unterhalb der Bestandsgebäude und der Außenflächen mit variierenden Mächtigkeiten von 0,6 bis 2,7 m anstehen. Zusätzlich wurden in lokalen Verdachtsbereichen (z.B. Erdtanks, Benzinabscheider, Montagegruben, Maschinenstandplätze) Bodenproben und Bodenluftproben entnommen und auf die jeweiligen Verdachtsparameter untersucht.

Die Ergebnisse der Untersuchungen (unter Einbeziehung der Ergebnisse der Voruntersuchung, die uns ebenfalls vorlagen) zeigen, dass auf einem Großteil der untersuchten Fläche im Untergrund erhöhte Schadstoffbelastungen vorliegen. In den Auffüllungen wurden insbesondere erhöhte Schadstoffgehalte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK bzw. Leitparameter Benzo[a]pyren) und Schwermetalle (Blei, Zink) gemessen, die zu einer orientierenden abfallrechtlichen Einstufung in die Verwertungsklassen Z1.1, Z1.2 und teilweise > Z2 nach Verfüll-Leitfaden Bayern [3] führen würden. In den o.g. lokalen Verdachtsbereichen wie Erdtanks etc. wurden hohe MKW-Gehalte gemessen, die zu einer Einstufung des Bodenmaterials in > Z2 bzw. bei MKW-Gehalten > 2.500 mg/kg zu einer Einstufung als gefährlicher Abfall (17 05 03*) gemäß AVV (Abfallverzeichnis-Verordnung) führen.

Bei den Ergebnissen der Untersuchungen und den vorläufigen Einstufungen handelt es sich um punktbezogen erhobene Daten (Sondierungen), bzw. aus diesen Punkten auf Flächen extrapolierte Daten. Die Gelände- und Laboruntersuchungen zeigen insgesamt eine verhältnismäßig hohe Variabilität der Mächtigkeit der Verfüllung, der Art des verfüllten Materials und der Schadstoffbelastung über die Fläche und die Tiefe. Diese Variabilität des im Untergrund vorliegende Materials kann grundsätzlich durch punktuelle Sondierungen nicht vollständig erfasst werden. An nicht untersuchten Punkten können lokal auftretende, höhere Schadstoffgehalte nicht ausgeschlossen werden. Für eine ordnungsgemäße Entsorgung und im Hinblick auf die Minimierung der entstehenden Entsorgungskosten empfehlen wir daher, etwaige Aushubmaßnahmen unter fachtechnischer Begleitung (Aushubüberwachung) durchführen zu lassen und organoleptisch auffälliges Material bereits während des Aushubs zu separieren.

Bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen ist grundsätzlich die TRGS 524 (Technische Regeln für Gefahrstoffe - Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen, [13]) zu beachten.

Aus bodenschutzrechtlicher Sicht können, insbesondere nach einem Freilegen von belasteten Auf-

füllungen durch Entfernung der aktuell bestehenden Überdeckung (i.W. beim Rückbau der Bestandsgebäude oder der Asphaltflächen), Gefährdungen über die Pfade Boden-Grundwasser und Boden-Mensch nicht ausgeschlossen werden, was bei der Planung der Baumaßnahmen bzw. dem Umfang der Aushubmaßnahmen zu berücksichtigen ist. Je nach lokal vorliegender Schadstoffbelastung und vorgesehener Folgenutzung wird empfohlen, die anthropogene Geländeauffüllung vollständig abzutragen bzw. auszubauen.

Im Bereich der Erdtanks, Benzinabscheideranlagen und Montagegruben wurden MKW-Belastungen, die bis in den gewachsenen Boden unterhalb der anthropogenen Auffüllungen reichen, festgestellt bzw. sind nicht auszuschließen. Der Ausbau dieser Anlagen sowie der Erdaushub in diesen Bereichen ist fachgutachterlich zu überwachen.

Quellen:

- [1] BayernAtlas:
<https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/> (zuletzt aufgerufen am 01.03.2022, 16:00 Uhr)
- [2] Umweltatlas Bayern:
https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu_geologie_ftz/index.html?lang=de (zuletzt aufgerufen am 01.03.2022, 16:00 Uhr)
- [3] Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (Verfüll-Leitfaden), in der Fassung vom 15. Juli 2021, eingeführt vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz mit Schreiben vom 01. September 2021, Nr. 57d-U4449.3-2021/1-36
- [4] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 126 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist
- [5] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung vom 09. Juli 2021
- [6] Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau - RuVA-STB 01, Ausgabe 2001, Fassung 2005
- [7] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Merkblatt 3.4/1 - Umweltfachliche Beurteilung der Lagerung, Aufbereitung und Verwertung von Straßenaufbruch - Ausbauasphalt und pechhaltiger Straßenaufbruch, Stand 01.03.2019
- [8] Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306) geändert worden ist
- [9] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Merkblatt 3.8/4 - Probenahme von Boden und Bodenluft bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Gewässer
- [10] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Handbuch Altlasten - Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Schadensfällen, Band 3, Teil 2
- [11] Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 09. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598) geändert worden ist
- [12] Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft (Stand 31.10.2001):
Merkblatt 3.8/1: „Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen – Wirkungspfad Boden-Gewässer
- [13] TRGS 524: Technische Regel für Gefahrstoffe - Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen, Ausgabe: Februar 2010, GMBI 2010 Nr. 21 S. 419-450 (01.04.2010), zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2011 S. 1018-1019 [Nr. 49-51]
- [14] Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 30. Juni 2020 (BGBl. I S. 1533) geändert worden ist

Aufgestellt:

Aichach, den 25.05.2021



Peter Götzelmann
Geschäftsführender Gesellschafter
Dipl.-Mineraloge BDG



i. A. Widar Rabus
M. Sc. Agrarwissenschaften

Anhang 1

Übersichtsplan Bohrpunkte und orientierende abfalltechnische Voreinstufung (Götzelmann Consulting GmbH)



Bodenuntersuchungen (i.W. Auffüllungen) - orientierende abfalltechnische Voreinstufung

50 m



Aufstellung Bohrungen:**Kernbohrungen:**

Bohrung	gebohrte cm	Durchmesser	Datum
KB 18	11cm	90mm	09.02.2022
KB 19	15cm	90mm	09.02.2022
KB 20	10cm	90mm	06.04.2022
KB 21	11cm	90mm	06.04.2022
KB 25	11cm	90mm	18.05.2022
KB 26	15cm	90mm	18.05.2022
Summe	73cm		

Rammkernsondierung 60mm:

Bohrung	m	GERUNDET	Datum	Bohrung	m	GERUNDET	Datum
B1	1,15	2,0	26.01.2022	B18	0,55	1,0	08.02.2022
B2	1,15	2,0	26.01.2022	B19	0,55	1,0	08.02.2022
B3	1,10	2,0	26.01.2022	B20	2,0	2,0	08.02.2022
B4	1,60	2,0	27.01.2022	B21	2,0	2,0	08.02.2022
B5	2,35	3,0	26.01.2022	B22	2,0	2,0	09.02.2022
B6	4,0	4,0	26.01.2022	B23	1,7	2,0	09.02.2022
B7	2,0	2,0	27.01.2022	B24	2,0	2,0	09.02.2022
B8	1,6	2,0	27.01.2022	B25	1,6	2,0	09.02.2022
B9	1,5	2,0	31.01.2022	B26	1,9	2,0	09.02.2022
B10	2,7	3,0	31.01.2022	B27	2,7	3,0	09.02.2022
B11	1,8	2,0	31.01.2022	B28	2,0	2,0	06.04.2022
B12	2,0	2,0	31.01.2022	B29	2,0	2,0	06.04.2022
B13	2,0	2,0	01.02.2023	B30	2,0	2,0	06.04.2022
B14	1,45	2,0	31.01.2022	B31	2,0	2,0	06.04.2022
B15	2,0	2,0	31.01.2022	B32	1,7	2,0	06.04.2022
B16	1,15	2,0	31.01.2022	B33	1,8	2,0	18.05.2022
B17	1,5	2,0	01.02.2022	B34	2,65	3,0	18.05.2022
				SUMME	72		

Anhang 2

**Schichtenverzeichnisse Rammkernsondierungen, Bodenluftprobenahmeprotokolle
(Götzelmann Consulting GmbH)**

Anhang 3

**Laborprüfberichte Bodenproben
(AGROLAB Labor GmbH)**

Anhang 4

**Einstufungstabellen zur abfalltechnischen Voreinstufung
(Götzelmann Consulting GmbH)**

							Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (Verfüll-Leitfaden Bayern) In der Fassung vom 15.07.2021, eingeführt am 01.09.2021					
Parameter	Einheit	Probe	Probe	Probe	Probe	Probe	Z 0 ^{1(E)1(F)2(F)}			Z 1.1 ^{1(E)}	Z 1.2	Z 2
		MIX(B5.2 + B5.3 + B5.4 + B5.5)	MIX(B11.1 + B12.1 + B13.1 + B16.1 + B16.2)	MIX(B17.1 + B17.2 + B18.1 + B20.1)	MIX(B23.1 + B24.1 + B25.1)	MIX(B23.2 + B24.2 + B25.2)	Sand	Lehm/ Schluff	Ton			
		Gebäude G1 Werkstatt-/ Garagen Aufschüttung hinter Gebäude	Gebäude G1 Werkstatt-/ Garagen Auffüllung unter Garagenboden	Gebäude G3 (Giesserei) Auffüllung unter Betonboden	G5 (Scheune) Bodenproben	G5 (Scheune) Bodenproben						
Untersuchung in:												
Feinfraktion < 2 mm / Gesamtfraktion		Feinfraktion < 2mm	Feinfraktion < 2mm	Gesamtfraktion	Feinfraktion < 2 mm	Feinfraktion < 2 mm						
pH-Wert												
Trockensubstanz	%	92,1	89,3	92,8	96,2	94,6						
org. Anteil d. Trockenrückstands												
bestimmt als Glühverlust												
bestimmt als TOC												
Arsen	mg/kg TS	5,7	8,5	4,4	9,8	10	20	20	20	30	50	150
Blei	mg/kg TS	36	14	22	24	110	40	70 ^{4(F)}	100 ^{4(F)}	140	300	1.000
Cadmium	mg/kg TS	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	0,4	1 ^{4(F)}	1,5 ^{4(F)}	2	3	10
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	13	15	7,7	17	25	30	60	100	120	200	600
Kupfer	mg/kg TS	18	15	19	32	23	20	40	60	80	200	600
Nickel	mg/kg TS	15	14	11	25	25	15	50 ^{4(F)}	70 ^{4(F)}	100	200	600
Quecksilber	mg/kg TS	0,12	<0,05	0,05	0,13	0,10	0,1	0,5	1	1	3	10
Zink	mg/kg TS	114	32,6	41,6	43,8	48,1	60	150 ^{4(F)}	200 ^{4(F)}	300	500	1.500
Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)	mg/kg TS	80	<50	65	68	<50	100	100	100	300	500	1000
Σ PAK (EPA-Liste)	mg/kg TS	15,9	n.b.	4,59	4,33	1,21	3	3	3	5	15	20
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	1,4	<0,05	0,54	0,42	0,11	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<1,0	<1,0
EOX	mg/kg TS	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	1	1	3	10	15
Cyanide (gesamt)	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	1	1	1	10	30	100
Σ PCB (6 Kongenere, DIN 12766-2) ^{3(F)}	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,05 ^{3(F)}	0,05 ^{3(F)}	0,05 ^{3(F)}	0,1 ^{3(F)}	0,5 ^{3(F)}	1 ^{3(F)}

							Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (Verfüll-Leitfaden Bayern) In der Fassung vom 15.07.2021, eingeführt am 01.09.2021					
Parameter	Einheit	Probe	Probe	Probe	Probe	Probe						
		MIX(B5.2 + B5.3 + B5.4 + B5.5)	MIX(B11.1 + B12.1 + B13.1 + B16.1 + B16.2)	MIX(B17.1 + B17.2+ B18.1 + B20.1)	MIX(B23.1 + B24.1 + B25.1)	MIX(B23.2 + B24.2 + B25.2)	Z 0 ^{1E)1F)2F)}			Z 1.1 ^{1E)}	Z 1.2	Z 2
							Sand	Lehm/ Schluff	Ton			
Untersuchungen Eluat												
pH-Wert		8,8	(10,0)	8,4	9,1	8,5	6,5-9 ^{1E)}			6,5-9 ^{1E)}	6-12 ^{1E)}	5,5-12 ^{1E)}
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	64	412	625	617	320	500 ^{1E)}			500 / 2.000 ^{1E) 2E)}	1.000 / 2.500 ^{1E) 2E)}	1.500/3.000 ^{1E) 2E)}
Arsen	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5	10			10	40	60
Blei	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5	20			25	100	200
Cadmium	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2			2	5	10
Chrom (gesamt)	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5	15			30 / 50 ^{2E)5E)}	75	150
Kupfer	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5	50			50	150	300
Nickel	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5	40			50	150	200
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2 ^{6E)}			0,2 / 0,5 ^{2E)6E)}	1 ^{6E)}	2 ^{6E)}
Zink	µg/l	<50	<50	<50	<50	<50	100			100	300	600
Phenolindex	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	10 ^{4E)}			10 ^{4E)}	50 ^{4E)}	100 ^{4E)}
Cyanide (gesamt)	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5	10			10	50	100 ^{3E)}
Chlorid	mg/l	<2,0	57	<2,0	2,9	<2,0	250			250	250	250
Sulfat	mg/l	<2,0	48	5,6	240	99	250			250	250 / 300 ^{2E)}	250 / 600 ^{2E)}
Einstufung		> Z2 (DK0)	Z0	Z1.2	Z1.2	Z1.1						
Anmerkung												

- 1E) Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert und/oder die Überschreitung der elektrischen Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren.
- 2E) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt (vgl. Abschnitt A-5) ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (gesamt) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Für die genannten Parameter dürfen die erhöhten Werte auch gleichzeitig bei allen diesen Parameter auftreten. Die höheren Werte beziehen sich ausschließlich auf das erlaubte Bauschutt-kontingent (max. ein Drittel der jährlichen Verfüllmenge) und haben keine Gültigkeit für das restliche Verfüll-kontingent. Für dieses gelten die Zuordnungswerte für Boden. Im Rahmen des erlaubten Bauschuttkontingents darf auch Boden mit den für Bauschutt gültigen Zuordnungswerten verfüllt werden. Bei Untersuchung von Bodenaushub- und Bauschuttgemenge im Rahmen der Fremdüberwachung gelten die für die erlaubte Verfüllung zulässigen höheren Werte.
- 3E) Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l.
- 4E) Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.
- 5E) Bei Überschreitung des Z 1.1-Werts für Chrom (gesamt) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr (VI)-Gehalt darf für eine Z 1.1-Einstufung 8 µg/l nicht überschreiten. Diese Regel gilt bis 23.12.2019 zu einem maximalen Chrom (gesamt)-Wert von 50 µg/l. Überschreitet das Material den Cr (VI)-Wert von 8 µg/l, ist das Material als Z 1.2 einzustufen. Für Material der Klasse Z 1.2 und Z 2 ist eine Bewertung des Cr (VI)-Eluatwerts nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (gesamt).
- 6E) Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).
- 1F) Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2, Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z.B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm/Schluff.
- 2F) Für Nassverfüllungen gelten hilfsweise die Z-0-Werte wie für Sand aus Spalte 1, bzw. abhängig von der zu verfüllenden Bodenart maximal bis Spalte 2, also wie für Lehm und Schluff
- 3F) Die Summe ist nur aus den Konzentrationen der 6 in der DIN 12766-2 genannten PCB-Indikator-Kongenerne (PCB-28, -52, -101, -138, -153, -180) zu ermitteln. Es erfolgt keine Multiplikation mit dem Faktor 5.
- 4F) Bei pH-Werten < 6,0 gelten für Cd, Ni, und Zn und bei pH-Werten < 5,0 für Pb jeweils die Werte der nächst niedrigeren Kategorie.

							Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (Verfüll-Leitfaden Bayern) In der Fassung vom 15.07.2021, eingeführt am 01.09.2021					
Parameter	Einheit	Probe	Probe	Probe	Probe	Probe	Z 0 ^{1E)1F)2F)}			Z 1.1 ^{1E)}	Z 1.2	Z 2
		MIX(B21.1 + B22.1)	MIX(B21.2 + B22.2)				Sand	Lehm / Schluff	Ton			
		G3 (Lkw-Garage) Bodenproben	G3 (Lkw-Garage) Bodenproben									
Untersuchung in:												
Feinfraktion < 2 mm / Gesamtfraktion		Gesamtfraktion	Feinfraktion < 2mm									
pH-Wert												
Trockensubstanz	%	90,7	90,8									
org. Anteil d. Trockenrückstands												
bestimmt als Glühverlust												
bestimmt als TOC												
Arsen	mg/kg TS	5,4	4,4				20	20	20	30	50	150
Blei	mg/kg TS	13	8,5				40	70 ^{4F)}	100 ^{4F)}	140	300	1.000
Cadmium	mg/kg TS	<0,2	<0,2				0,4	1 ^{4F)}	1,5 ^{4F)}	2	3	10
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	11	17				30	60	100	120	200	600
Kupfer	mg/kg TS	21	9,3				20	40	60	80	200	600
Nickel	mg/kg TS	12	14				15	50 ^{4F)}	70 ^{4F)}	100	200	600
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	<0,05				0,1	0,5	1	1	3	10
Zink	mg/kg TS	34,6	32,5				60	150 ^{4F)}	200 ^{4F)}	300	500	1.500
Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)	mg/kg TS	66	<50				100	100	100	300	500	1000
Σ PAK (EPA-Liste)	mg/kg TS	1,74	n.b.				3	3	3	5	15	20
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,16	<0,05				<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<1,0	<1,0
EOX	mg/kg TS	<1,0	<1,0				1	1	1	3	10	15
Cyanide (gesamt)	mg/kg TS	<0,3	<0,3				1	1	1	10	30	100
Σ PCB (6 Kongenere, DIN 12766-2) ^{3F)}	mg/kg TS	n.b.	n.b.				0,05 ^{3F)}	0,05 ^{3F)}	0,05 ^{3F)}	0,1 ^{3F)}	0,5 ^{3F)}	1 ^{3F)}

							Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (Verfüll-Leitfaden Bayern) In der Fassung vom 15.07.2021, eingeführt am 01.09.2021					
Parameter	Einheit	Probe	Probe				Z 0 ^{1E)1F)2F)}			Z 1.1 ^{1E)}	Z 1.2	Z 2
		MIX(B21.1 + B22.1)	MIX(B21.2 + B22.2)				Sand	Lehm / Schluff	Ton			
Untersuchungen Eluat												
pH-Wert		9,1	9,1				6,5-9 ^{1E)}			6,5-9 ^{1E)}	6-12 ^{1E)}	5,5-12 ^{1E)}
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	181	129				500 ^{1E)}			500 / 2.000 ^{1E) 2E)}	1.000 / 2.500 ^{1E) 2E)}	1.500/3.000 ^{1E) 2E)}
Arsen	µg/l	<5	<5				10			10	40	60
Blei	µg/l	<5	<5				20			25	100	200
Cadmium	µg/l	<0,5	<0,5				2			2	5	10
Chrom (gesamt)	µg/l	<5	<5				15			30 / 50 ^{2E)5E)}	75	150
Kupfer	µg/l	<5	<5				50			50	150	300
Nickel	µg/l	<5	<5				40			50	150	200
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,2				0,2 ^{6E)}			0,2 / 0,5 ^{2E)6E)}	1 ^{6E)}	2 ^{6E)}
Zink	µg/l	<50	<50				100			100	300	600
Phenolindex	µg/l	<10	<10				10 ^{4E)}			10 ^{4E)}	50 ^{4E)}	100 ^{4E)}
Cyanide (gesamt)	µg/l	<5	<5				10			10	50	100 ^{3E)}
Chlorid	mg/l	<2,0	2,1				250			250	250	250
Sulfat	mg/l	25	15				250			250	250 / 300 ^{2E)}	250 / 600 ^{2E)}
Einstufung		Z0	Z0									
Anmerkung												

- 1E) Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert und/oder die Überschreitung der elektrischen Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren.
- 2E) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt (vgl. Abschnitt A-5) ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (gesamt) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Für die genannten Parameter dürfen die erhöhten Werte auch gleichzeitig bei allen diesen Parameter auftreten. Die höheren Werte beziehen sich ausschließlich auf das erlaubte Bauschuttkontingent (max. ein Drittel der jährlichen Verfüllmenge) und haben keine Gültigkeit für das restliche Verfüllkontingent. Für dieses gelten die Zuordnungswerte für Boden. Im Rahmen des erlaubten Bauschuttkontingents darf auch Boden mit den für Bauschutt gültigen Zuordnungswerten verfüllt werden. Bei Untersuchung von Bodenaushub- und Bauschuttgemenge im Rahmen der Fremdüberwachung gelten die für die erlaubte Verfüllung zulässigen höheren Werte.
- 3E) Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l.
- 4E) Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.
- 5E) Bei Überschreitung des Z 1.1-Werts für Chrom (gesamt) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr (VI)-Gehalt darf für eine Z 1.1-Einstufung 8 µg/l nicht überschreiten. Diese Regel gilt bis 23.12.2019 zu einem maximalen Chrom (gesamt)-Wert von 50 µg/l. Überschreitet das Material den Cr (VI)-Wert von 8 µg/l, ist das Material als Z 1.2 einzustufen. Für Material der Klasse Z 1.2 und Z 2 ist eine Bewertung des Cr (VI)-Eluatwerts nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (gesamt).
- 6E) Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).
- 1F) Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2, Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z.B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm/Schluff.
- 2F) Für Nassverfüllungen gelten hilfsweise die Z-0-Werte wie für Sand aus Spalte 1, bzw. abhängig von der zu verfüllenden Bodenart maximal bis Spalte 2, also wie für Lehm und Schluff
- 3F) Die Summe ist nur aus den Konzentrationen der 6 in der DIN 12766-2 genannten PCB-Indikator-Kongenere (PCB-28, -52, -101, -138, -153, -180) zu ermitteln. Es erfolgt keine Multiplikation mit dem Faktor 5.
- 4F) Bei pH-Werten < 6,0 gelten für Cd, Ni, und Zn und bei pH-Werten < 5,0 für Pb jeweils die Werte der nächst niedrigeren Kategorie.