

Gutachten

Nr. 23413

Projekt: Neubau Lager-/Waschhalle sowie Anbau einer Werkstatt (BV Trautwein Fahrzeugbau)

Ort: 87734 Benningen, Industriestraße 7
(Flurstück Nr. 385/6)

Auftraggeber: Trautwein Vermögensverwaltung GmbH&Co.KG
87734 Benningen, Industriestraße 7

Untersuchungsauftrag: Baugrundbeurteilung und geo-/umwelttechnische Beratung

Ulm, den 15.12.2023

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorgang	3
2. Untersuchungsumfang	3
3. Gelände und Bauvorhaben	4
4. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	5
5. Bautechnische Folgerungen	9
5.1 Gründung	9
5.2 Auflagerung der untersten Böden	12
6. Bautechnische Folgerungen für die Verkehrs- und Parkflächen	13
7. Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit	15
8. Umwelttechnische Beurteilung der Böden	15
9. Sonstige Hinweise	16
10. Schlussbemerkung	17
Anlagen:	
(1) Lageplan mit Untersuchungsstellen, ohne Maßstab	
(2) Bodenprofile und Rammogramme, Höhenmaßstab ca. 1:50	
(3) Umwelttechnische Laborergebnisse	

1. Vorgang

In Benningen, Industriestraße 7 sind auf dem Flurstück Nr. 385/6 der Neubau einer Lager-/Waschhalle sowie der Anbau einer Werkstatt geplant.

Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im betreffenden Areal wurde die SCHIRMER-Ingenieurgesellschaft beauftragt, eine geotechnische Untersuchung durchzuführen und Empfehlungen zur Gründung einschließlich der Bemessungs- und Bodenkennwerte sowie zur Auflagerung der untersten Böden auszuarbeiten. Ferner sollten Angaben zum Aufbau der Park- und Verkehrsflächen und zur Möglichkeit einer Versickerung von Niederschlagswasser gemacht werden. Darüber hinaus erfolgte eine umwelttechnische Untersuchung der angetroffenen Böden für eine erste Einschätzung im Hinblick auf die Entsorgung.

Für die Durchführung der Geländearbeiten und zur Erstellung des geo-/umwelttechnischen Gutachtens standen unter anderem folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan, Maßstab 1:500, vom 16.10.2023
- Grundrisse EG und OG, Maßstab 1:200, vom 16.10.2023
- Schnitte A-A, B-B und C-C, Maßstab 1:100/200, vom 16.10.2023

2. Untersuchungsumfang

Zur Erkundung des Baugrundes wurden am 01.12.2023 auf der Baufläche insgesamt sechs Rammkernsondierungen (RKS 1 bis 6) mit Tiefen zwischen 2,0 m und 2,8 m niedergebracht. Die Endtiefen der Sondierungen ergaben sich aufgrund von dichten Bodenschichten, die nicht mehr weiter rammbaar waren.

Im Zuge des Sondierfortschritts erfolgte durch unseren Sachbearbeiter eine Ansprache der angetroffenen Bodenarten. Die Böden wurden nach DIN EN ISO 14688-1 beschrieben und nach DIN 18196 eingestuft.

Ergänzend dazu wurden drei schwere Rammsondierungen (DPH A bis C) nach DIN EN ISO 22476-2 mit Tiefen zwischen 2,4 m und 2,8 m abgeteuft. Die Rammsondierungen dienen insbesondere zur Verifizierung der Schichtübergänge sowie zur Bestimmung der Konsistenz bzw. Lagerungsdichte der angetroffenen Böden.

Die Untersuchungsstellen wurden der Lage nach eingemessen. Ihre Ansatzpunkte gehen aus der Anlage 1 hervor. Auf eine Höhenmessung wurde aufgrund der weitgehend ebenen Geländesituation verzichtet.

Die Ergebnisse der Bodenaufnahme sind unter Beachtung von DIN 4023 in Form von Schichtprofilen in der Anlage 2 enthalten. Darin sind auch die Ramm-
diagramme dargestellt.

Aus den relevanten Bodenschichten wurden Proben entnommen und zur weiteren Bearbeitung in unser bodenmechanisches Labor gebracht. Auf die Bestimmung der Korngrößenverteilung der Schotter nach DIN EN ISO 17892-4 wurde aufgrund der in Kapitel 7 genannten Gründe verzichtet.

Des Weiteren wurde aus den bei RKS 1 bis 3 sowie RKS 4 und 5 angetroffenen Auffüllungen die Mischproben MP A und MP C erstellt (siehe Anlage 2). Diese wurde zur umweltchemischen Analyse auf die Parameter des Eckpunktepapiers Bayern (EPP) in das Labor BVU, Markt Rettenbach verschickt. Die umweltchemischen Laborergebnisse sind in der Anlage 3 enthalten, eine Bewertung findet sich in Kapitel 8.

3. Gelände und Bauvorhaben

Das betreffende Gelände liegt am Westrand von Benningen innerhalb eines Gewerbegebietes, westlich der Industriestraße. Die Baufläche besitzt einen L-förmigen Grundriss und bestand zum Zeitpunkt der Feldversuche teilweise aus einer Ackerfläche und teilweise aus der Hofffläche der Fa. Trautwein Fahrzeugbau.

Nach den uns zur Verfügung gestellten Planunterlagen ist darauf im Westen der Neubau einer Lager-/Waschhalle mit 57,5 m Länge und 15,0 m Breite sowie im Norden der Anbau einer Werkstatt an die bestehende Produktionshalle mit den Grundrissabmessungen von 41,8 m x 27,35 m vorgesehen. Die Planung sieht keine Unterkellerungen vor.

Über die Hallen- und Fußbodenhöhen lagen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung keine Angaben vor. Es wird in den nachfolgenden Kapiteln deshalb **angenommen**, dass diese etwa auf Höhe des bestehenden Geländes liegen bzw. sich am bestehenden Hallenbodenniveau orientieren.

Weitere Angaben zur Bauausführung sowie im Speziellen zur Gründung und zu den Bauwerkslasten der Neubauten liegen ebenfalls nicht vor.

Darüber hinaus ist vorgesehen, das anfallende Niederschlagswasser wieder zu versickern („Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung“).

4. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Das untersuchte Areal liegt innerhalb des Benninger Rieds und ist daher von wärmzeitlichen Schottern geprägt, die von Decklehmen überlagert werden.

Im Einzelnen ergibt sich nach den Ergebnissen der Felduntersuchungen der nachfolgend beschriebene Schichtenaufbau (siehe Anlage 2).

Zunächst stand bei den Sondierungen RKS 1 und 2 eine 0,1 m mächtige **Mutterbodenschicht** sowie bei RKS 3 eine 0,08 m dicke **Schwarzdecke** und bei RKS 4 ein 0,15 m dickes **Pflaster** mit Splittbett an.

Darunter bzw. bei RKS 5 und 6 direkt ab Gelände folgten **Auffüllungen**, die einerseits als teils stark schluffige, sandige Kiese und andererseits als kiesige bis stark kiesige, schwach sandige bis sandige Schluffe mit einer steifen Konsistenz ausgebildet waren. Die Auffüllungen enthielten vereinzelt Ziegelreste und reichten bis in Tiefen von 0,6 m bis 1,5 m unter Gelände.

Dort wurden sie bei RKS 3 bis 6 noch von **Decklehm** unterlagert, die bodenmechanisch als teils stark kiesige, schwach sandige bis sandige, vereinzelt schwach tonige sowie schwach organische Schluffe anzusprechen waren. Sie besaßen eine weiche bis bestenfalls steife Konsistenz und reichten bis in Tiefen zwischen 1,5 und 1,8 m.

Unter den Decklehm bzw. bei RKS 1 und 2 direkt unter den Auffüllungen standen schließlich **Schotter** an. Diese waren bodenmechanisch als schwach bis stark schluffige, sandige Kiese anzusprechen und reichten bis zur Endtiefe der Sondierungen, in der sie noch nicht durchteuft und nicht mehr weiter rambbar waren.

Die ergänzend durchgeführten **Rammsondierungen** zeigten bei DPH A und B zunächst Schlagzahlen von deutlich unter 10 pro 10 cm Eindringtiefe. In Tiefen von 1,2 m (DPH A) bzw. 1,8 m (DPH B) bzw. bei DPH C direkt unterhalb der Schwarzdecke stiegen sie auf Werte von über 10 an und erreichten dann bis zur Endtiefe Werte von über 40.

Eine Korrelation mit den Schichtprofilen zeigt, dass die Schlagzahlen innerhalb der Decklehme und schluffigen Auffüllungen niedrig sind, was auf eine bestenfalls steife Konsistenz derselben schließen lässt. Die kiesigen Auffüllungen sind dagegen als mitteldicht bis dicht gelagert einzustufen. Mit Erreichen der Schotter ist bei allen Sondierungen ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen. Insgesamt dürften diese den Schlagwerten nach zu urteilen überwiegend eine mitteldichte bis dichte und in der Endtiefe eine sehr dichte Lagerung besitzen.

Grundsätzlich sind im untersuchten Areal weitere Wechselhaftigkeiten bezüglich der Ausbildung und dem Zustand der einzelnen Schichten nicht auszuschließen. Insbesondere können Schwankungen im Verlauf der Obergrenze der Schotter vorkommen.

Der tragfähige Gründungshorizont (Schotter) steht nach den Untersuchungsergebnissen etwa ab den nachfolgend in Tabelle 1 aufgeführten Höhen an.

Tabelle 1: Höhenlage der Schotter

- RKS 1	0,9 m unter Gel.	- DPH A	ca. 1,3 m unter Gel.
- RKS 2	0,6 m unter Gel.	- DPH B	ca. 1,8 m unter Gel.
- RKS 3	1,6 m unter Gel.	- DPH C	ca. 1,5 m unter Gel.
- RKS 4	1,6 m unter Gel.		
- RKS 5	1,5 m unter Gel.		
- RKS 6	1,8 m unter Gel.		

In der folgenden Tabelle 2 werden für die vorbeschriebenen Bodenschichten charakteristische Bodenkennwerte (Rechenwerte) angegeben. Dabei wurden neben den aktuellen auch frühere Untersuchungen an vergleichbaren Böden zugrunde gelegt. Die Werte gelten für ungestörte Lagerungsverhältnisse ohne baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen. Im Regelfall kann mit den jeweiligen Mittelwerten gerechnet werden. In kritischen Fällen sollten die jeweils ungünstigsten Werte für die Berechnungen herangezogen werden.

Tabelle 2: charakteristische Bodenkennwerte

ortsübliche Schichtbezeichnung (Bodengruppe nach DIN 18196)	Wichte des feuchten Bodens γ_k	Wichte des Bodens unter Auftrieb γ'_k	Reibungswinkel φ'_k	Kohäsion c'_k	Steifemodul $E_{s,k}$
	kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²	MN/m ²
Auffüllungen					
Kiese [GW/GU*]	20 - 21	11 - 12	(30 - 35)	(0 - 1)	k.A.
Schluffe [UL/UM/TL/TM]	18 - 19	9 - 10	(25 - 27,5)	(1 - 5)	k.A.
Decklehme (UL/UM/TL/TM)	18 - 19	9 - 10	22,5 - 25	2 - 6	5 - 10
Schotter (GU/GU*)	20	11	32,5 - 35	0 - 2	70 - 90

Die Baufläche liegt außerhalb der in **Erdbebenzonen** eingeteilten Gebiete Deutschlands.

Diese Einteilung stützt sich auf den Nationalen Anhang der DIN EN 1998-1 „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben“ vom Januar 2011.

Während der Feldarbeiten am 01.12.2023 wurde in allen Rammkernsondierungen **Grundwasser** festgestellt. Die Werte sind in der nachfolgenden Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Grundwasserstände

Aufschluss	Grundwasser nach Aufschlussende (m unter Gel.)
- RKS 1	1,0
- RKS 2	0,9
- RKS 3	1,8
- RKS 4	0,7
- RKS 5	0,7
- RKS 6	1,6

Die Angaben zum Grundwasser gelten nur für den Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten bzw. der Messungen. Über die längerfristigen Schwankungen sowie über die jahreszeitlich bedingten Änderungen des Wasserspiegels können aufgrund dieser Feldbeobachtungen keine Aussagen gemacht werden. In jedem Fall ist aber mit einem Anstieg des Grundwassers über die gemessenen Stände, v.a. nach lang anhaltenden Niederschlägen und nach der Schneeschmelze, zu rechnen.

5. Bautechnische Folgerungen

5.1 Gründung

Die planmäßigen EG-Bodenniveaus des Werkstattanbaus und der Lager-/Waschhalle können etwa auf Höhe des bestehenden Geländes **angenommen** werden (vgl. Kapitel 3).

Die Gründungssohlen dürften bei Flachgründungen über Einzel- und Streifenfundamente bzw. tragende Bodenplatten etwa 0,5 m bis 1,0 m (frostfrei) unter diesem Niveau liegen.

Nach den Untersuchungsergebnissen liegen sie damit großteils noch in den Auffüllungen und Decklehmen und stellenweise bereits in den Schottern. In den Schottern ist eine Gründung problemlos möglich. Die Decklehme und auch die Auffüllungen sind hingegen aufgrund ihrer bestenfalls steifen Konsistenz sowie heterogenen Zusammensetzung nicht für den Abtrag von Gründungslasten geeignet. Ansonsten wären Setzungen und auch Setzungsdifferenzen nicht auszuschließen.

Im Sinne einer einheitlichen, setzungsarmen Gründung wird daher empfohlen, die Neubauten durchwegs in den gut tragfähigen Schottern zu gründen. Um diese erreichen zu können, wird zumindest teilweise eine Fundamentvertiefung erforderlich. Dabei werden die Fundamente mittels Unterbetonsockel („Magerbeton“) bis auf die Kiese vertieft. Die zusätzliche Vertiefung beträgt maximal etwa 1,3 m (bei RKS 6 und DPH B). Sie kann zumindest bei niedrigen Grundwasserständen sehr wahrscheinlich gegen den gewachsenen Grund betoniert werden. Dabei ist abschnittsweise zu arbeiten. Die Länge dieser Abschnitte richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten sowie den Erfahrungen auf der Baustelle. Sofern die Böden keine ausreichende Standsicherheit besitzen, ist eine stützende Schalung (z.B. Brunnenringe) vorzusehen.

Des Weiteren wird voraussichtlich ein Betonieren unter Wasser (Kontraktorverfahren) erforderlich, wogegen aber grundsätzlich keine Einwände bestehen.

Für die Dimensionierung von Streifenfundamenten können bei einer einheitlichen Gründung in den Schottern nach DIN 1054:2010-12 „Ergänzenden Regelungen zu DIN EN 1997-1 (Eurocode 7)“ die in der folgenden Tabelle 4 aufgeführten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes angesetzt werden.

Tabelle 4: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für die Schotter

kleinste Einbindetiefe des Fundaments	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes bei <u>Streifenfundamenten</u> mit Breiten b bzw. b' von	
	0,5 m	$\geq 1,0$ m
$\geq 0,5$ m	400 kN/m ²	500 kN/m ²

Zwischenwerte der Tabelle 4 können geradlinig interpoliert werden.

Der Unterbetonsockel für die Vertiefung braucht nicht als zusätzliche Last angesetzt zu werden.

Fundamentbreiten unter 0,5 m sind nicht vorzusehen. Bei dem Frost ausgesetzten Fundamenten ist eine frostfreie Einbindung von mindestens 1 m einzuhalten.

Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $b_L / b_B < 2$ bzw. $b_L' / b_B' < 2$ und bei Kreisfundamenten dürfen die in Tabelle 4 genannten Sohlwiderstandswerte um 20 % erhöht werden.

Die angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes gelten für Fundamente mit lotrechttem und mittigem Lastangriff. Bei außermittigem Lastangriff ist die Fundamentfläche auf eine Teilfläche A' zu verkleinern, deren Schwerpunkt der Lastangriffspunkt ist. Der Wert ist dann auf diese reduzierte Fläche zu beziehen und nach der entsprechenden Norm zu verringern.

Die Setzungen aufgrund der Belastungen dürften nach unseren Erfahrungen bei der beschriebenen Gründung sehr gering sein. Eine Stellungnahme zur Frage der Setzungen und Setzungsdifferenzen ist jedoch erst möglich, wenn Pläne mit Lastangaben vorliegen.

Zwischen unterschiedlich belasteten Bauteilen sowie Bauteilen, bei denen Lasten zu unterschiedlichen Zeiten im Bauablauf aufgebracht werden, müssen Fugen vorgesehen werden.

Die Gründungssohlen sind generell so wenig wie möglich zu stören und - sofern bautechnisch möglich - nach dem Aushub nachzuverdichten.

5.2 Auflagerung der untersten Böden

Die Unterkante der untersten Böden dürfte nach den Feldversuchsergebnissen noch in den Auffüllungen liegen (vgl. Anlage 2). Die schluffigen Auffüllungen sind für eine direkte Auflagerung der untersten Hallen- und Fußböden nicht geeignet, die kiesigen hingegen schon.

Daher wird in den Bereichen mit schluffigen Auffüllungen darunter ein teilweiser Bodenaustausch empfohlen, um ein weitgehend homogenes Auflager sicherzustellen. Dies gilt auch für diejenigen Abschnitte, in denen die kiesige Auffüllung eine Mächtigkeit von 0,6 m unterschreitet, was während der Bauausführung stichpunktartig zu prüfen ist.

Bei einem teilweisen Bodenaustausch werden die anstehenden ungünstigen Böden ausgehoben und durch gut verdichtbares Austauschmaterial ersetzt. Dafür wird eine Mächtigkeit von mindestens **0,6 m** empfohlen. Das Bodenaustauschmaterial muss der Bodengruppe GW nach DIN 18196 (Kiessand, Schotter, o.ä.) entsprechen und darf keine Steine mit Durchmesser über 100 mm aufweisen. Der Einbau der Austauschschicht hat mit geeignetem Gerät in Lagen von maximal 0,3 m Dicke verdichtet zu erfolgen. Sie ist außerdem mit einem seitlichen Überstand von 0,3 m einzubauen.

Alternativ zu dem genannten 0,6 m mächtigen teilweisen Bodenaustausch können die unteren 0,4 m des anstehenden Baugrunds (Schluffe) auch mittels einer Bindemittelzugabe verbessert werden.

Bei einer Frästiefe von 0,4 m ist dann über dieser verbesserten Schicht ein verdichtetes Bodenaustauschpaket (siehe oben) von mindestens 0,3 m Dicke aufzubringen, so dass sich eine Gesamtmächtigkeit von 0,7 m ergibt.

Auch für die Kombination Bindemittelverbesserung und Bodenaustausch sind der seitliche Überstand von 0,3 m und die Anforderungen an das Austauschmaterial einzuhalten.

Bei der Bindemittelzugabe sind zudem die einschlägigen Vorschriften (z.B. „Merkblatt über Bodenbehandlungen“ von 2021) zu beachten. Sie darf nicht unter Frosteinwirkung erfolgen. Des Weiteren ist darauf hinzuweisen, dass bei einer Bindemittelzugabe eine Staubbelastung der angrenzenden Bebauung auftreten kann.

Bei den angetroffenen Böden liegt die Zugabemenge nach ZTVE-StB 17 bei etwa 3% bezogen auf die Trockenmasse des Bodens. Erfahrungsgemäß entspricht dies einem Bindemittelgehalt von ca. 40 - 50 kg/m³.

Generell ist darauf zu achten, dass keine Änderung der Beschaffenheit (z.B. durch Wasserzutritt, Frost oder Befahren) der anstehenden Böden auftritt.

Gegebenenfalls sind an den frostgefährdeten Außenseiten der Neubauten umlaufende Frostschrüzen / Streifenfundamente vorzusehen. Alternativ kann zum Frostschutz dort auch frostsicheres Material (GW nach DIN 18196) mit mindestens 1 m Mächtigkeit und Überstand sowie eine entsprechende Isolierung des Bodens zur Ausführung kommen.

6. Bautechnische Folgerungen für die Verkehrs- und Parkflächen

Voraussichtlich handelt es sich bei dem geplanten Bauvorhaben um ständig genutzte Verkehrs-/Parkflächen mit einem geringen Schwerverkehrsanteil.

Sie dürften daher in die Belastungsklasse Bk0,3 nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 12) einzustufen sein.

Nach den zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB 17) können die anstehenden schluffigen Auffüllungen der Frostempfindlichkeitsklasse F3 und die kiesigen Auffüllungen teilweise der Klasse F1 und teilweise ebenfalls F3 zugeteilt werden. Da eine Grenzziehung schwierig ist, wird empfohlen, durchwegs von der Klasse F3 auszugehen. Daraus resultiert im Zusammenhang mit der Belastungsklasse Bk0,3 eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 50 cm.

Die Sohle des Straßenkoffers für die Park- und Verkehrsflächen liegt damit bei RKS 1 und 2 in den schluffigen Auffüllungen. Innerhalb dieser kann erfahrungsgemäß der auf dem Erdplanum nach ZTV E-StB 17 geforderte E_{v2} -Wert von mindestens 45 MN/m² nicht erreicht werden. Es wird daher empfohlen, in diesen Bereichen unter dem Straßenkoffer einen teilweisen Bodenaustausch durchzuführen oder das Erdplanum durch eine Bindemittelzugabe zu verbessern, um den Anforderungen des Straßenbaus gerecht zu werden.

Der zusätzliche teilweise Bodenaustausch ist mit einer Dicke von 0,15 m durchzuführen, so dass sich eine Gesamtmächtigkeit von 0,65 m einschließlich der gebundenen Schichten ergibt. Sofern diese Gesamtstärke von 0,65 m bereits aufgrund der Höhenlage der Verkehrsflächen erreicht wird (Anschüttung), sind keine zusätzlichen Austauschmaßnahmen erforderlich. Die Angaben und Vorgaben zu dem Bodenaustausch sind bereits in Kapitel 5.2 beschrieben.

Die alternative Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe sollte eine Mächtigkeit von mindestens 0,3 m besitzen. Details dazu sind ebenfalls bereits in Kapitel 5.2 aufgeführt.

Dagegen befindet sich die Sohle des Straßenkoffers bei RKS 3 bis 6 voraussichtlich noch in den kiesigen Auffüllungen, innerhalb derer keine zusätzlichen Austauschmaßnahmen erforderlich werden.

Bei den Verkehrsflächen sind generell die einschlägigen Vorschriften des Straßenbaus - v.a. hinsichtlich der Frostsicherheit der obersten Lagen - zu beachten.

Grundsätzlich ist auch hier darauf zu achten, dass keine Änderung der Beschaffenheit (z.B. durch Wasserzutritt oder Befahren) der anstehenden Böden auftritt.

7. Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit

Im DWA-Regelwerk (Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) ist ein ausreichender Abstand der Versickerung von mindestens 1 m von der Grundwasseroberfläche, d.h. vom mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW), gefordert. Dieser Mindestabstand wird nach den Ergebnissen der Feldversuche auf dem gesamten untersuchten Gelände deutlich unterschritten, weshalb eine Versickerung aufgrund der hohen Grundwasserstände in aller Regel nicht genehmigungsfähig ist.

8. Umwelttechnische Beurteilung der Böden

Aus den bei RKS 1 bis 3 sowie RKS 4 und 5 angetroffenen Auffüllungen wurden die Mischproben MP A und MP C erstellt (siehe Anlage 2). Diese wurden zur umweltchemischen Analyse auf die Parameter des Eckpunktepapiers Bayern (EPP) in das Labor BVU, Markt Rettenbach verschickt. Die vollständigen Analysenberichte sind in der Anlage 3 enthalten.

Bei den beprobten Auffüllungen handelte es sich um Schluffe und Kiese mit wechselnden Nebenbestandteilen. An den Auffüllungen waren vereinzelt organoleptische Auffälligkeiten wie Fremdbestandteile (Ziegelreste), jedoch keine Verfärbungen und Fremdgerüche, feststellbar.

Alle untersuchten Parameter in den Mischproben **MP A** und **MP C** halten die **Z 0 - Zuordnungswerte** des EPP Bayerns ein.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die durchgeführten umwelttechnischen Beprobungen und Untersuchungen nur einer ersten Einschätzung des Aushubmaterials dienen und nicht repräsentativ für den gesamten Neubaubereich sind.

9. Sonstige Hinweise

Die schluffigen Auffüllungen und die Decklehme sind empfindlich gegen dynamische Beanspruchungen, z.B. durch Befahren während des Baustellenbetriebs. Durch ein geeignetes Aushubverfahren (rückschreitende Arbeitsweise) ist sicherzustellen, dass die Sohle darin nicht gestört wird.

Diese Schichten sind zudem witterungsempfindlich und müssen daher vor Frost und Niederschlägen geschützt werden. Falls eine entsprechende Witterung zu erwarten ist, sind Maßnahmen vorzusehen, die die fertiggestellten Bauteile entsprechend schützen (Abdecken, Überschütten). Wenn dennoch Bereiche durchweicht sind, müssen diese gegen verdichtungsfähiges Bodenmaterial ausgetauscht werden.

10. Schlussbemerkung

Das vorliegende Gutachten beschreibt die bei den Untersuchungsarbeiten festgestellten Untergrund- und Grundwasserverhältnisse in geo-/umwelt- und grundbautechnischer sowie hydrogeologischer Hinsicht. Die fachtechnischen Aussagen beziehen sich auf den uns zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung bekannten Planungsstand.

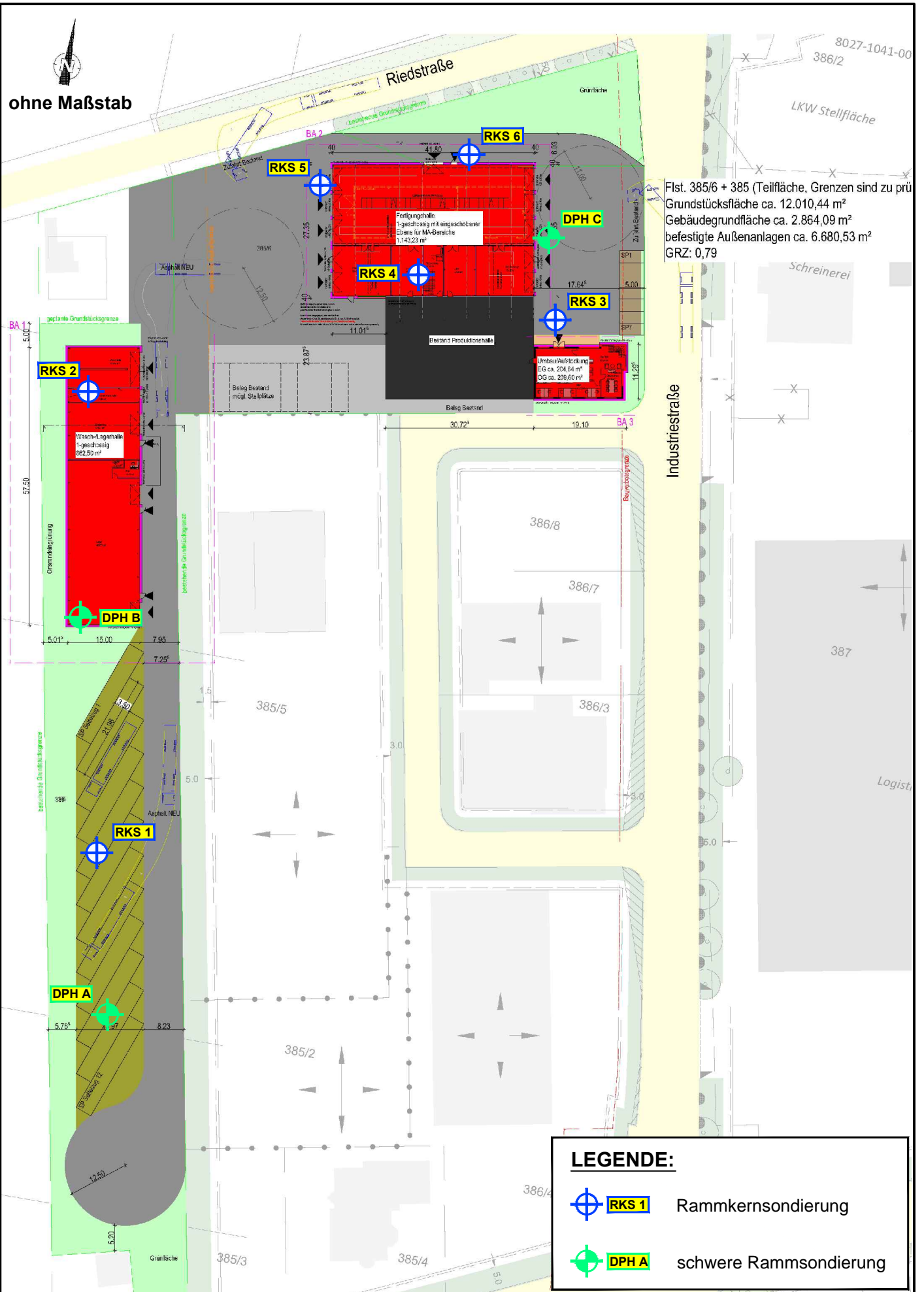
Falls sich im Zuge der weiteren Planung oder Bauausführung noch fachtechnische Fragen ergeben, bitten wir unser Büro beratend einzuschalten.

SCHIRMER - Ingenieurgesellschaft mbH

(Dipl.-Ing. D. Schirmer)





ohne Maßstab



Flst. 385/6 + 385 (Teilfläche, Grenzen sind zu prüfung)
 Grundstücksfläche ca. 12.010,44 m²
 Gebäudegrundfläche ca. 2.864,09 m²
 befestigte Außenanlagen ca. 6.680,53 m²
 GRZ: 0,79

LEGENDE:

-  **RKS 1** Rammkernsondierung
-  **DPH A** schwere Rammsondierung

CAD-Nr.: G:\PROJEKTE\2023\23413\Bericht\23413_Anlage1.dwg - A3.pdf



SCHIRMER
 Ingenieurgesellschaft mbH
 Geo- und Umwelttechnik
 Jörg-Syrllin-Str. 65-67 89081 Ulm
 E-mail : schirmer @schirmer-ulm.com

Neubau Lager-/Waschhalle + Anbau
 Werkstatt (BV Trautwein) in Benningen,
 Industriestraße 7
 Projekt: 23413
 Lageplan mit Untersuchungsstellen

Anlage 1
 15.12.2023

Benennung	Kurzzzeichen		Signatur
	Bodenart	Beimengung	
Auffüllung	A	-	A
Mutterboden	Mu	-	Mu
Kies	G	g	
Sand	S	s	
Schluff	U	u	
Ton	T	t	
Steine	X	x	
Blöcke	Y	y	
organische Beimengung	-	o	
Fels, verwittert	Zv	-	Zv
Fels, allgemein	Z	-	Z
Sandstein	Sst	-	Z•
Schluffstein	Ust	-	Z△
Tonstein	Tst	-	Z-
Mergelstein	Mst	-	Z-I
Kalkstein	Kst	-	ZI
Kalktuffstein	Ktst	-	ZII
Torf, Humus	H	h	
Faulschlamm	F	-	

Künstlicher Aufschluss
SCH = Schürfgrube B = Bohrung RKS = Rammkernsondierung GWM = Grundwassermessstelle DPL = leichte Rammsondierung (DPL-5 nach DIN 4094)

Konsistenz
= breiig = nass = weich = steif = halbfest = fest

Grundwasserspiegel
Grundwasser angetroffen Grundwasser nach Beendigung des Aufschlusses Ruhewasserstand in einer Grundwassermessstelle

Probenentnahme
B = Boden F = Feststoff

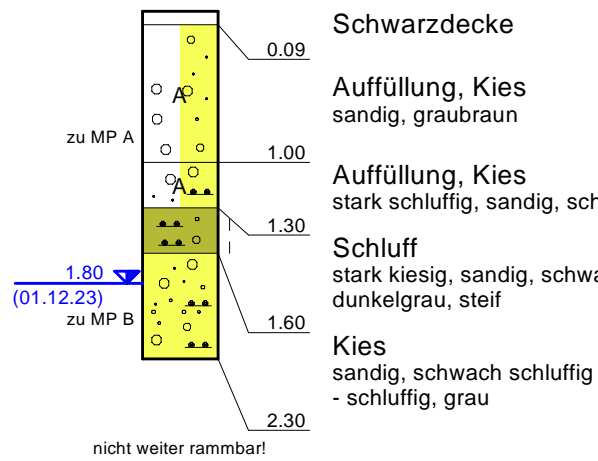
Beimengung
Darstellung einer "schwachen" durch [.] einer "starken" Beimengung durch [*] hinter dem Kurzzzeichen.

Legende
zu den
Bodenprofilen
nach DIN 18122

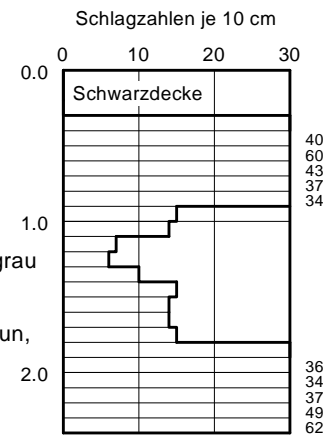


Projekt: 23413 / 15.12.2023
Neubau Lager-/Waschhalle + Anbau Werkstatt
(BV Trautwein) in Benningen, Industriestr. 7

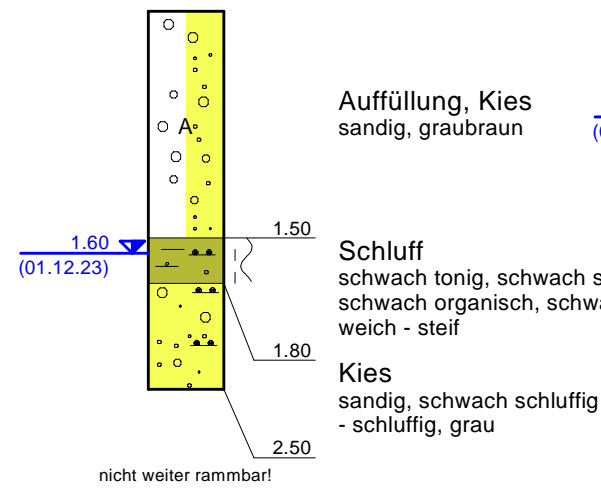
RKS 3 GOK



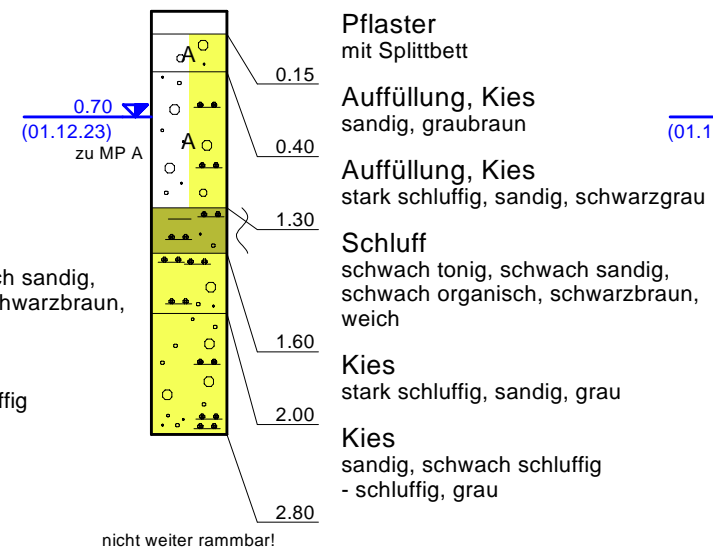
DPH C GOK



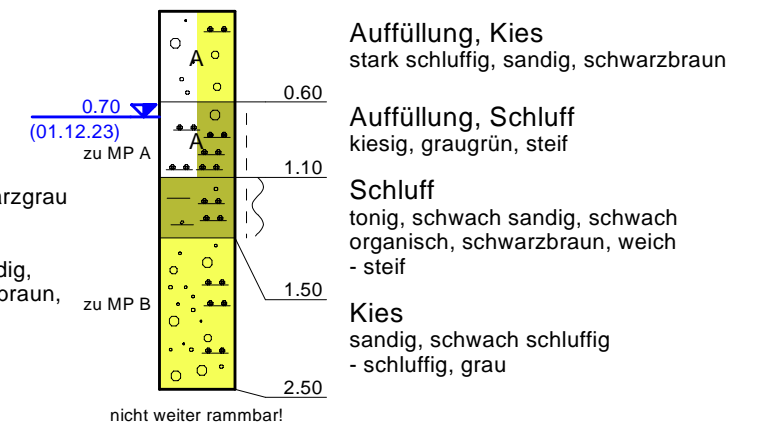
RKS 6 GOK



RKS 4 GOK



RKS 5 GOK



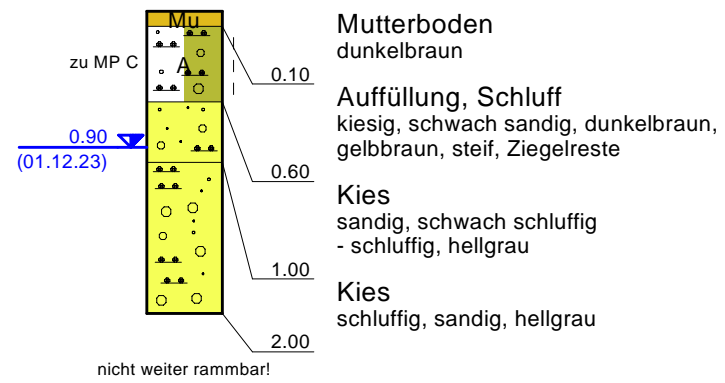
Bodenprofile
und Ramm-
diagramme



Projekt: 23413 / 15.12.2023
Neubau Lager-/Waschhalle + Anbau Werkstatt
(BV Trautwein) in Benningen, Industriestr. 7

Höhenmaßstab ca. 1:50 bei A3 Anlage 2.2

RKS 2 GOK



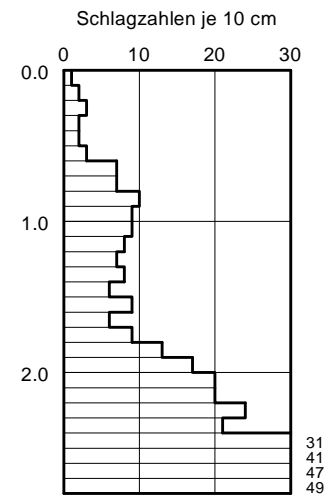
Mutterboden
dunkelbraun

Auffüllung, Schluff
kiesig, schwach sandig, dunkelbraun,
gelbbraun, steif, Ziegelreste

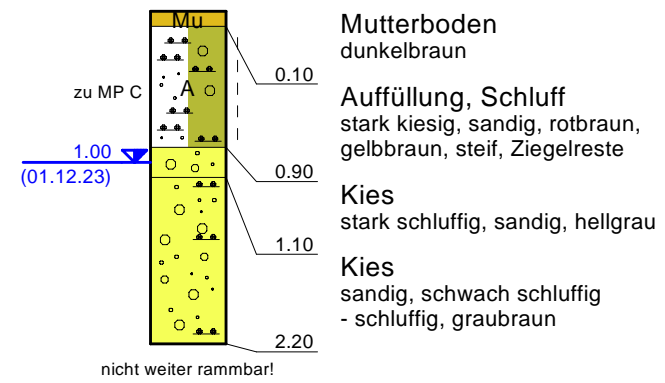
Kies
sandig, schwach schluffig
- schluffig, hellgrau

Kies
schluffig, sandig, hellgrau

DPH B GOK



RKS 1 GOK



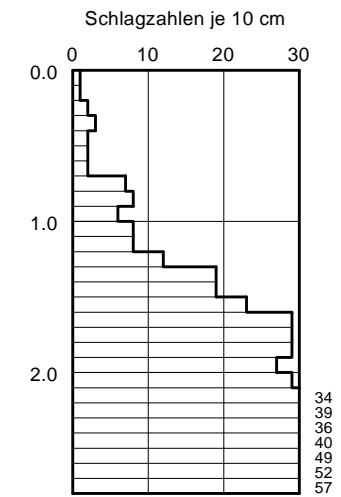
Mutterboden
dunkelbraun

Auffüllung, Schluff
stark kiesig, sandig, rotbraun,
gelbbraun, steif, Ziegelreste

Kies
stark schluffig, sandig, hellgrau

Kies
sandig, schwach schluffig
- schluffig, graubraun

DPH A GOK



Bodenprofile
und Ramm-
diagramme



Projekt: 23413 / 15.12.2023
Neubau Lager-/Waschhalle + Anbau Werkstatt
(BV Trautwein) in Benningen, Industriestr. 7

Höhenmaßstab ca. 1:50 bei A3 | Anlage 2.3

ausführende Firma:

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH
Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach

Laborer-
gebnisse
für die Probe MP A
und MP B



Projekt: 23413 / 15.12.2023
Neubau Lager-/Waschhalle + Anbau Werkstatt
(BV Trautwein) in Benningen, Industriestr. 7

Anlage 3

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
Jörg-Syrin-Straße 65-67
89081 Ulm

Analysenbericht Nr.	532/10380	Datum:	15.12.2023
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Projekt : BV Trautwein in Benningen, Industriestr. 7
 Projekt-Nr. : 23413
 Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : PN98
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 01.12.2023
 Originalbezeich. : MP A Probeneingang : 07.12.2023
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 07.12.2023 - 15.12.2023 Probenbezeich. : 532/10380

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	82,0	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	58	-	-	-	-	Siebung

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	7,8	20 20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	14	40 70	140	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,25	0,4 1	2	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	30	30 60	120	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	19	20 40	80	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	25	15 50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04	0,1 0,5	1	3	10	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[mg/kg TS]	56	60 150	300	500	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser							EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10	15	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30					DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	300	500	1000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	1	10	30	100	DIN EN ISO 17380 :2013-10

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	1,0	1,0	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,04	3	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

4 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung							DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,31	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	142	500	500 2000 ²⁾	1000 2500 ²⁾	1500 3000 ²⁾	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4	10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1	2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	15	30/50 ³⁾	75	150	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05	0,2	0,2/0,5 ³⁾	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1	< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10	10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5	10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2	250	250	250	250	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5	250	250	250 300 ²⁾	250 600 ²⁾	EN ISO 10304 :2009-07

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Chlorid, Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Darüber hinaus darf das Verfüllmaterial keine anderen Belastungen beinhalten.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 15.12.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Jörg-Syrin-Straße 65-67
 89081 Ulm

Analysenbericht Nr.	532/10381	Datum:	15.12.2023
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Projekt : BV Trautwein in Benningen, Industriestr. 7
 Projekt-Nr. : 23413
 Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : PN98
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 01.12.2023
 Originalbezeich. : MP C Probeneingang : 07.12.2023
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 07.12.2023 - 15.12.2023 Probenbezeich. : 532/10381

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	80,3	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	73	-	-	-	-	Siebung

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	7,7	20 20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	16	40 70	140	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,27	0,4 1	2	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	29	30 60	120	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	20	20 40	80	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	20	15 50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,05	0,1 0,5	1	3	10	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[mg/kg TS]	59	60 150	300	500	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser							EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10	15	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30					DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	300	500	1000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	1	10	30	100	DIN EN ISO 17380 :2013-10

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,05		0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,26					
Anthracen	[mg/kg TS]	0,09					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,58					
Pyren	[mg/kg TS]	0,47					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,27					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,2					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,31					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,11					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,22		0,3	1,0	1,0	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,14					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,15					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	2,85	3	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

4 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung							DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,21	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	196	500	500 2000 ²⁾	1000 2500 ²⁾	1500 3000 ²⁾	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4	10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1	2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	15	30/50 ³⁾	75	150	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05	0,2	0,2/0,5 ³⁾	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1	< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10	10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5	10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2	250	250	250	250	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5	250	250	250 300 ²⁾	250 600 ²⁾	EN ISO 10304 :2009-07

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Chlorid, Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Darüber hinaus darf das Verfüllmaterial keine anderen Belastungen beinhalten.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 15.12.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)