



GUTACHTEN

über die Baugrunduntersuchung/orientierende Altlastenuntersuchung

auf dem Grundstück

BV Lagerplatz Baubetriebshof Ellwangen

Hinterer Spitalhof 4

73479 Ellwangen

Fl.-Nr.: 1040/1 (Teilfläche)

Projekt-Nr.: 11201231-LS/LIS

Auftraggeber:

Stadt Ellwangen

Tiefbauamt

Bahnhofstraße 28

73479 Ellwangen

Wilburgstetten, den 22.02.2021

INHALTSVERZEICHNIS:	Seite
1. Vorbemerkung	4
2. Feldarbeiten	5
3. Beschreibung des Untergrundes	6
3.1. Boden	6
3.2. Grund- und Oberflächenwasser	9
4. Bodenklassifizierung	13
5. Bodenkennwerte	17
6. Chemische Untersuchungen	18
7. Umweltrelevante Einschätzung	24
8. Angaben zur Gründung	27
8.1. Allgemeines	27
8.1.1. Hinweise zum Bauwerk	27
8.1.2. Hinweise zum Baugrund	28
8.1.3. Schutz des Bauwerks vor Wasser	29
8.1.4. Schutz des Bauwerks vor Frosteinwirkung	30
8.1.5. Baubegleitende Maßnahmen	30
8.1.6. Weitere Maßnahmen	31
8.1.7. Richtlinien und Normen	31
8.2. Streifenfundamente	32
8.3. Verkehrsflächenbau	33
8.3.1. Allgemeines	33
8.3.2. Untergrund	34
8.3.3. Unterbau	34
8.3.4. Oberbau	35
9. Bemerkung zur Baugrubenerstellung	36
9.1. Allgemeine Hinweise	36
9.2. Umgang mit Niederschlagswasser	37
9.3. Einrichten der Baugrubenwände	37
10. Verwendung des Erdaushubs	39
11. Versickerung von Niederschlagswasser	39
12. Zusammenfassung	40

TABELLENVERZEICHNIS:

Tabelle 1A: Wasserstände in den neu eingerichteten Untersuchungspunkten	9/10
Tabelle 1B: Messungen in den Grundwassermessstellen B1/GM bis B4/GM	11
Tabelle 2: Bodenklassifizierung	13
Tabelle 3A: Homogenbereiche A bis C (Anfüllung) mit Baugrundkennwerten	14
Tabelle 3B: Homogenbereiche D bis F (natürlich gewachsener Boden) mit Baugrundkennwerten	16
Tabelle 4: Bodenkennwerte	17/18
Tabelle 5: Einstufung der untersuchten Bodenproben als Bodenart	19/20
Tabelle 6: Auffällige Gehalte im Boden und Bewertung nach LAGA	20/21
Tabelle 7: Auffällige Gehalte im Boden und Bewertung nach VwV Boden	22
Tabelle 8: Tiefenlage und Mächtigkeit der Schicht aus Hausmüll	25
Tabelle 9: Ausgangswerte für die Mindestbestimmung des frostsicheren Straßenoberbaus	36

ANLAGENVERZEICHNIS:

Anlage 1: Lageplan
Anlage 2: Schichtenverzeichnisse
Anlage 3: Protokolle der schweren Rammsondierungen
Anlage 4: Profile
Anlage 5: Protokolle der chemischen Untersuchungen
Anlage 6: Fotodokumentation

1. Vorbemerkung

Das Tiefbauamt der Stadt Ellwangen plant in 73479 Ellwangen auf dem Gelände „Hinterer Spitalhof 4“, Fl.-Nr.: 1040/1 (westliche Teilhälfte), den Bau eines neuen Betriebshofes mit Bürocontainer.

Das Gelände liegt südlich der Straße auf einer flach bis mittelsteil nach Süden einfallenden Wiese. Die Wiese ist oberflächlich frei von Fremdstoffen.

Von 1940 bis 1990 war das Gelände Lagerplatz und Betriebsgelände eines ortsansässigen Unternehmens.

Während der Feldarbeiten im Dezember 2020 wurde dem Unterzeichner von dem Pächter des Geländes mündlich mitgeteilt, dass sich auf dem Gelände vor dem Jahr 2000 eine Deponie befunden hat. Daraufhin wurde der Umfang der Untersuchungen erweitert.

Das Gelände umfasst 3.920 m² und ist gegenwärtig eine Wiese. Hinweise auf eine bauliche Nutzung ergaben sich nicht.

Der Grundriss der Fläche liegt – den eigenen Messungen an den insgesamt 18 Ansatzpunkten nach – in einer Höhe von 461,2 m ü. NN bis 466,5 m ü. NN (vgl. Anl. 1). Die Angaben sind vom Planer zu prüfen.

Die Straße – L1026 oder Hinterer Spitalhof – liegt nördlich der Untersuchungsfläche und verläuft geradlinig von West nach Ost. Dabei fällt sie von 466,7 m ü. NN im Westen auf 466,0 m ü. NN im Osten ab. Im Westen liegt eine Zufahrt zu der Wiese.

Das Baugrundstück liegt außerhalb der Erdbebenzonen nach DIN 4149. Hinweise auf Kampfmittel ergaben sich nicht.

Dem Unterzeichner wurden folgende Quellen zur Verfügung gestellt:

Auszug aus der Liegenschaftskarte; Stadt Ellwangen; 1:1.000; vom 11.11.2020

Ellwangen, Altablagerungen „An der L1060“; hier: Kurzfassung – Orientierende Erkundung, Teil 2; Büro für Ingenieurgeologie, Lerchenweg 12, 73479 Ellwangen; Auftraggeber: Stadt Ellwangen, Postfach 13 54, 73473 Ellwangen; vom: 26.10.2001

Ellwangen, Altablagerungen „An der L1060“; hier: Ergebnisse der näheren Erkundung E2-3; Büro für Ingenieurgeologie, Lerchenweg 12, 73479 Ellwangen; Auftraggeber: Stadt Ellwangen, Tiefbauamt Ellwangen, Postfach 13 54, 73473 Ellwangen; vom: 14.05.2004

Neubau eines Wertstoffhofes mit Bürocontainern, Außenanlagen, Erdgeschoss (Entwurf), (Lageplan): in Ellwangen a. d. J.; Rosenberger Straße, Parz. Nr. 1043, Plan-Nr.: 1, Maßstab: 1/100 und 1/200; Datum: 09/06/2019; Verfasser: Architekt: „w.ripberger Architekten“, Lachenäckerstr. 14/2, 73527 Schwäbisch-Gmünd

Bewertung des Landratsamtes Ostalbkreis: Auszug aus der Datenbank BAK: Flächennummer: 00818-000; Altstandort AS Hinterer Spitalhof 4, Ostalbkreis, Ellwangen – Ellwangen (Jagst) Stadt; D2-BAK v4.4.0, erstellt am 02.11.2020

In der Bewertung des Standortes AS „Hinterer Spitalhof 4, Betriebsgelände Herman Fuchs“ ist mit Datum vom 07.02.2001 ein Handlungsbedarf von „B“ festgelegt. Mit Datum vom 17.11.2009 wurde der Handlungsbedarf von „B“ bestätigt.

2. Feldarbeiten

Am 17./18.12.2020 wurde durch unseren B. Sc. Geologen D. Frimmersdorf an insgesamt 18 Ansatzpunkten der Untergrund erkundet. Dazu wurden 18 Baggerschürfe bis zur Endteufe von 3,3 m (Schurf 1) und 6,0 m (Schurf 5) sowie vier schwere Rammsondierungen SRS (Spitzenfläche: 15 cm²) bis in eine Tiefe von 4,0 m (SRS 3) und von 5,5 m (SRS 4) abgeteuft. Der Aushub wurde beprobt. Das Profil wurde aufgenommen.

Der Umfang der Baggerschürfe wurde erweitert, um Verunreinigungen einzugrenzen. Während und nach der Feldarbeit wurde in den offenen Sondierlöchern der Wasserstand gemessen. Anschließend wurden die Sondierlöcher mit quelfähigem Tonmaterial verschlossen.

Die Ansatzpunkte (Baggerschürfe) sind repräsentativ für eine Bodensäule bis zur Endteufe und einem Durchmesser von 2,5 m.

Gleichzeitig wurden in den vorhandenen Grundwassermessstellen, die anlässlich einer vorherigen Untersuchung eingerichtet wurden, die Wasserstände eingemessen.

3. Beschreibung des Untergrundes

3.1. Boden

Das Gelände ist gegenwärtig eine Wiese. Fremdstoffe traten an der Geländeoberfläche nicht auf.

An der Geländeoberfläche steht unter allen 18 Ansatzpunkten ein angeschütteter Mutterboden aus einem schluffig-sandigem Substrat an.

Zumeist überwiegt ein sandiger Schluff; jedoch tritt auch häufig ein humoser, schluffiger Sand auf. Der Mutterboden ist locker und weich. Die Mächtigkeit wurde mit 0,2-0,6 m bestimmt.

Unter dem angefüllten Mutterboden folgen weitere Anfüllungen. Sie bestehen aus Erdaushub unterschiedlichster Art. Direkt unter dem angefüllten Mutterboden stehen zumeist schwach bindige und bindige Sande an. Die Schicht ist wenige Dezimeter bis < 1,0 m mächtig. Die Sande fallen teilweise aus und werden lokal auch durch Ton ersetzt.

Unter den Sanden folgen sehr häufig angefüllte sandig-kiesige Tone. Sie sind weich bis steif. Ihre Mächtigkeit ist wenige Dezimeter stark bis > 1,0 m. An den Ansatzpunkten Schurf 11 und 12 sowie auch Schurf 14 treten die Tonschichten nicht auf.

Die Anfüllung aus schwach bindigen und bindigen und gemischtkörnigen Erdbau-
stoffen setzt sich zur Tiefe hin weiter fort. Schichtweise führt die Anfüllung Bauschutt
aus Ziegel und Beton etc.

Unter dem Schurf 5 wurde die mächtigste Anfüllung angetroffen. Sie reicht bis 5,0 m
Tiefe und führt an der Basis in dem Erdaushub Reifen. Im benachbarten Schurf 6
wurde eine Anfüllung von 4,8 m angetroffen, die im Wesentlichen aus Erdbaustoff
besteht. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass die Anfüllung aus Erdbaustoff
schwer von dem natürlich gewachsenen Boden zu trennen ist. Es ist nicht
auszuschließen, dass die Anfüllung lokal tiefer reicht.

Die Anfüllung reicht zumeist 2,0-3,0 m tief in den Untergrund. An verschiedenen
Stellen reicht sie auch tiefer (vgl. dazu auch den Absatz zuvor). So wurde die Basis
der Anfüllung in Tiefen von 3,7 m (Schurf 3), von 3,6 m (Schurf 8), von 4,3 m
(Schurf 11), von 4,5 m (Schurf 12), von 4,8 m (Schurf 13) und von 3,2 m (Schurf 17)
angetroffen.

Es deutet sich die mächtigste Anfüllung im Südwesten der untersuchten Fläche an.
Die dünnmächtigste Anfüllung wurde unter den Ansatzpunkten 4 und 7 (0,9 m) und
Ansatzpunkt 18 (1,8 m) angetroffen.

Die flachste Anfüllung wurde demnach im Südosten der untersuchten Fläche
angetroffen.

An der Basis der Anfüllung aus Erdaushub tritt in sieben Schürfen eine Anfüllung aus
Hausmüll an:

- Schurf 2: von 1,9 m bis 3,0 m Hausmüll; 1,1 m mächtig, Basis der Anfüllung;
- Schurf 3: von 2,4 m bis 3,7 m Hausmüll; 1,3 m mächtig, Basis der Anfüllung;
- Schurf 8: von 2,0 m bis 3,6 m Hausmüll; 1,6 m mächtig; Basis der Anfüllung;
- Schurf 11: von 1,1 m bis 2,3 m Hausmüll; 1,2 m mächtig; darunter bis 4,3 m
Erdaushub mit Bauschutt;
- Schurf 12: von 4,0 m bis 4,5 m Hausmüll; 0,5 m mächtig; Basis der Anfüllung;
- Schurf 13: von 2,8 m bis 4,8 m Hausmüll; 2,0 m mächtig; Basis der Anfüllung;
- Schurf 17: von 3,0 m bis 3,2 m Hausmüll; 0,2 m mächtig; Basis der Anfüllung;

Der Hausmüll oder Müll ist mit mineralischen Abfällen, also Erdaushub in unterschiedlichen Anteilen vermischt. Die Bodenfarbe ist dunkel, teilweise schwarzbraun. Es tritt in unterschiedlichen Intensitäten ein beißender Geruch auf, der an der frischen Luft bis auf einen schwachen Rest verfliegt.

In den Anfüllungen aus Müll fallen Glasbruch und Glassplitter, metallische Gegenstände wie Draht, Blech, Behälter, etc., aber auch Gebrauchsgegenstände wie Batterien, Reifen und andere Kunststoffe auf. Kennzeichnend ist ein hoher Anteil organischer Substanzen. Festgestellt wurden Grünschnitt, Holz, humoser Boden und indifferente organische Bestandteile in feinkörniger, bindiger, breilig-weicher Form. Dunkle Bodenfarben herrschen vor.

Der Schwerpunkt des Hausmülls liegt auf der westlichen Seite. Es ist eine der ältesten Anfüllungen. Nur im Schurf 11 tritt unter dem Hausmüll von 2,3-4,3 m eine 2,0 m mächtige Anfüllung aus Erdaushub mit Bauschutt auf und ist somit älter als der Müll.

Der Müll ist 1,1-1,6 m mächtig und lokal auch bis 2,0 m (Schurf 13) mächtig nachgewiesen worden. Zum Rand nimmt die Mächtigkeit naturgemäß ab (Schurf 12 und 17).

Der Müll ist teilweise geruchlich auffällig. So fiel im Hausmüll ein beißender Geruch auf. Diesbezüglich wurden Sonderproben entnommen.

Unter der Anfüllung stehen natürlich gewachsene Böden an. Dabei handelt es sich um sandige Tone, sandige Schluffe und reine bis gemischtkörnige Sande.

Die undurchlässigen sandigen Tone stehen unter den Ansatzpunkten 2, 4, 5, 6, 7, 8 und 18 an. Diese Ansatzpunkte liegen am Nordrand und im Osten der Fläche.

Die geringdurchlässigen Schluffe stehen in den Schürfen 16 und 17 an und treten im mittleren Teil der Fläche auf.

Die durchlässigen reinen und schwach bindigen Sande stehen unter den Ansatzpunkten 1, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14 und 15 an. Diese Böden treten in der südwestlichen Ecke und am Südrand auf. Teilweise sind diese Sande auch gemischtkörnig und stellen einen Übergang zwischen den reinen Sanden und den bindigen Schluffen und Tonen dar.

Der natürlich anstehende Untergrund besteht aus den mürben bis gesteinsfesten Sand- und Tonsteinen der Löwenstein-Formation (vormals Stubensandstein-Formation) des Keupers. Das Gestein ist Sandstein und Tonstein (s.o.). Die Lagerung ist nahezu eben (söhlig). Die Mächtigkeit wird auf ≥ 55 m geschätzt.

Der örtlichen Erfahrung des Unterzeichners nach können die Gesteine der Löwensteinformation geogen mit Metallen belastet sein, so dass nach VwV und LAGA allein aufgrund der geogenen Metallgehalte stellenweise eine Einstufung als $\leq Z\ 2$ möglich ist.

3.2. Grund- und Oberflächenwasser

Während der Feldarbeiten am 17./18.12.2020 wurde in den offenen Schürfen und in den Sondierlöchern Grund- oder Schichtwasser eingemessen.

Tabelle 1A: Wasserstände in den neu eingerichteten Untersuchungspunkten

Ansatzpunkt	Untersuchungstiefe (m)	Wasserstand
Schurf 1	3,3 m 463,15 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 2	4,8 m 460,15 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 3	5,4 m 459,15 m ü. NN	feucht
Schurf 4	4,6 m 459,9 m ü. NN	erdfeucht bis feucht
Schurf 5	6,0 m 458,5 m ü. NN	feucht
Schurf 6	5,5 m 458,05 m ü. NN	erdfeucht bis feucht
Schurf 7	3,5 m 459,2 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 8	5,0 m 457,9 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 9	4,3 m 458,85 m ü. NN	erdfeucht bis feucht

Schurf 10	4,7 m 458,8 m ü. NN	kein Wasser eingemessen	
Schurf 11	4,5 m 459,45 m ü. NN	kein Wasser eingemessen	
Schurf 12	4,8 m 459,1 m ü. NN	kein Wasser eingemessen	
Schurf 13	5,0 m 457,9 m ü. NN	kein Wasser eingemessen	
Schurf 14	4,2 m 458,2 m ü. NN	an der Basis nass 458,2 m ü. NN	
Schurf 15	4,0 m 457,4 m ü. NN	kein Wasser eingemessen	
Schurf 16	4,0 m 457,85 m ü. NN	kein Wasser eingemessen	
Schurf 17	4,0 m 459,55 m ü. NN	kein Wasser eingemessen	
Schurf 18	4,0 m 457,25 m ü. NN	kein Wasser eingemessen	
Ansatzpunkt	Unter- suchungstiefe (m)	Offene Sondierlochtiefe (m)	Wasserstand
SRS 1 bei Schurf 1	5,0 m 461,45 m ü. NN	4,4 m 462,05 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
SRS 2 bei Schurf 5	5,0 m 459,5 m ü. NN	4,7 m 459,8 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
SRS 3 bei Schurf 18	4,0 m 457,2 m ü. NN	0,0 m 461,23 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
SRS 4 bei Schurf 13	5,5 m 457,4 m ü. NN	4,1 m 458,8 m ü. NN	3,6 m 459,3 m ü. NN

Das angetroffene Wasser wird als geringmächtiges und nur lokales Schicht- und Stauwasser bewertet, das allerdings besonders im Südwesten unter den Ansatzpunkten SRS 4 bei Schurf 13 und im Schurf 14 auftritt.

So wurde im Sondierloch SRS 4 bei 459,3 m ü. NN Wasser eingemessen. Im benachbarten Schurf 13 wurde bis 457,9 m ü. NN kein Wasser angetroffen.

Im Schurf 14 war der Boden an der Sohle des Schurfes bei 458,2 m ü. NN nass. In den benachbarten Schürfen 13 (Tiefe: 457,9 m ü. NN), 15 (Tiefe: 457,4 m ü. NN) und 16 (Tiefe: 457,85 m ü. NN) war die Sohle erdfeucht.

Sollte Schichtwasser verunreinigt sein, so wird es vor dem Zufluss ins Grundwasser voraussichtlich eine Verdünnung erfahren, weil es mehrere Meter Erdreich durchsickern muss, bevor es das Grundwasser erreicht.

Der Zustrom von Schicht- und Stauwasser wird als gering eingestuft, da das Gelände besonders an der Oberfläche mit geringdurchlässigen Schichten angefüllt ist und zudem noch eine Vegetation trägt. Außerdem ist das Gelände geneigt, so dass große Mengen Wasser nach Süden abfließen.

Im Bereich der untersuchten Fläche stehen vier Grundwassermessstellen, die das Büro für Ingenieurgeologie (Bfi) in der Untersuchung „Altablagerungen an der „L1060“, hier: Ergebnisse der näheren Erkundung (E₂₋₃); Anlage 2.2: Detaillageplan der Auffüllbereiche mit Lage der Grundwassermessstellen und der beprobten Teilfläche, 1:2.500, vom 29.10.2003; mit Datum von 14.05.2004, eingerichtet hat.

Die Messstellen wurden als B1/GM bis B4/GM bezeichnet. Die Messstellen B1/GM, B2/GM und B3/GM liegen südlich der untersuchten Fläche am tiefer gelegenen Südrand. Die Messstelle B4/GM liegt im Norden an der L1060 und damit am höher gelegenen Nordrand.

In der nachfolgenden Tabelle 1B sind die relevanten Daten der vier Grundwassermessstellen sowie die Wasserstandsmessungen vom 09.02.2021 zusammengestellt.

Tabelle 1B: Messungen in den Grundwassermessstellen B1/GM bis B4/GM

Grundwassermessstelle	B1/GM	B2/GM	B3/GM	B4/GM
Pegeloberkante POK (m ü. NN)	462,32	461,47	460,54	463,96
Geländeoberkante GOK (m ü. NN)	461,52	460,67	460,14	463,26
Überstand (m)	0,80	0,60	0,50	0,70
Lage der Messstelle in Bezug zur untersuchten Fläche	im Süden, tiefer als die untersuchte Fläche	im Süden, tiefer als die untersuchte Fläche	im Süden, tiefer als die untersuchte Fläche	im Norden, höher als die untersuchte Fläche
Bemerkung	am Südrand der untersuchten Fläche	am Südrand der untersuchten Fläche	am Südrand, jedoch außerhalb der untersuchten Fläche	am Nordrand, jedoch außerhalb der untersuchten Fläche
Wasserstand (Abstich) (m)	13,30	15,65	12,98	5,70
Wasserstand (m ü. NN)	449,02	445,82	447,56	458,26
Bemerkung	---	---	In der geöffneten Messstelle war zu hören, wie in der Messstelle Wasser zufluss	---

Die Auswertung ergibt, dass das Grundwasser augenscheinlich nach Süden fließt. Das Gefälle zwischen den beiden Messstellen B3/GM (Unterstrom) und B4/GM (Oberstrom) beträgt > 10 m. Dies ist in einem normalen, gemeinsamen, zusammenhängendem Grundwasserleiter jedoch nicht möglich.

Es wird unterstellt, dass die Messstelle B4/GM in einem höheren Grundwasserleiter mit einem kleineren, lokal begrenzten Vorkommen steht.

Das Grundwasser fließt über einen unterirdischen Zulauf dem tiefergelegenen Grundwasser zu, wird aber mögliche Schadstoffe erfahrungsgemäß in dem durchsickerten Erdreich am feinkörnigen Untergrund „abladen“.

In der Messstelle B3/GM deutet das Plätschern in der Messstelle auf einen Zulauf von Schichtwasser hin.

Aufgrund der Entfernung zur untersuchten Fläche werden die Messstellen B3/GM und B4/GM zur Bewertung der hier untersuchten Fläche nicht herangezogen.

Aufgrund der Messungen in den beiden Messstellen B1/GM und B2/GM wird geurteilt, dass das Grundwasser derzeit > 8,0 m unter der Basis der Anfüllung liegt.

4. Bodenklassifizierung

Die angetroffenen Böden können nach DIN 4022, DIN 18196 und DIN 18300 wie folgt klassifiziert werden:

Tabelle 2: Bodenklassifizierung

Bodenschicht	Bodenart nach DIN 4022	Boden- gruppe nach DIN 18196	Boden- klasse nach DIN 18300	Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV StB
Anfüllung				
Mutterboden: Ton/Schluff/Sand/Kies, humos bis stark humos, dunkelbraun	T/U/S/, h-h*	OT/OU/OH	1	F 3
Ton, stark sandig, schwach kiesig, hellbraun, dunkelbraun, braun	T, s-s*, g'	TL/TM	4 ²	F 3
Schluff, stark sandig, kiesig, braun, dunkelbraun, grau	U, s-s*, g	UL/UM	4 ²	F 3
Sand, tonig, schluffig, kiesig, graubraun, dunkelgraubraun	S, t, u, g	ST**//SU*	4 ²	F 3
Sand, schwach kiesig bis kiesig, schwach tonig, schwach schluffig, graubraun, dunkelgraubraun	S, g'-g, t', u'	ST//SU	3	F 1 / 2
Müll, sandig, schluffig, tonig, kiesig, organisch, dunkelbraun, schwarzbraun	Hausmüll, s, u, t, g, o	---	---	F 3
Natürlich gewachsener Boden				
Ton, schwach sandig, grau	T, s'	TL/TM	4 ²	F 2 / 3
Schluff, sandig bis stark sandig, grau, braun, graubraun	U, s-s*	UL/UM	4 ²	F 3
Sand, schluffig bis stark schluffig, kiesig bis stark kiesig, hellbraun, braun	S, u-u*, g-g*	SU*	4 ²	F 3
Sand, schwach schluffig, hellbraun, braun	S, u'	SU	3	F 1 / 2
Sand, hellbraun, braun	S	SW/SI/SE	3	F 1

¹ ist der Boden ein ausgeprägt plastischer Ton TA, liegt die Löseklasse 5 vor.

² die Böden können durch Durchnässung und dynamische Belastung zu fließen beginnen und sind dann in die Löseklasse 2 einzustufen.

Die angetroffenen Böden werden nach der ATV DIN 18300 in Homogenbereiche klassifiziert. Dabei wird am vorliegenden Standort in angefüllte Böden (Tabelle 3A) und natürlich gewachsene Böden (Tabelle 3B) unterschieden.

Erdbaustoffe und Hausmüll, die auf dem Gelände gelagert werden und einer Verwertung zugeführt werden sollen und können, werden nicht beschrieben. Dieses Material ist zu Baubeginn abzufahren und möglichst zu verwerten.

Tabelle 3A: Homogenbereiche A bis C (Anfüllung) mit Baugrundkennwerten

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich		
	A	B	C
Kornverteilung	0,002 bis 20 mm	0,002 bis 150 mm	0,002 bis 200 mm
Fremdstoffe [%]	< 5	< 25	< 50
Anteile Steine und Blöcke [%]	< 5	< 30	< 40
Wichte des feuchten Bodens γ [kN/m³]	15,0	18,0 – 22,0	14,0 – 20,0
Undrained Scherfestigkeit [kN/m²]	–	0 – 200	keine Angabe
Wassergehalt w [%]	0,1 – 0,25	0,1 – 0,2	0,1 – 0,35
Plastizität I_p (%)	5 – 15	–	–
Fließgrenze w_L, Ausrollgrenze w_P [%]	0 0	0 – 20 0 – 30	--
Konsistenz	weich	breiig, weich bis steif	breiig, weich bis steif
Lagerungsdichte	locker	locker bis mitteldicht	locker bis mitteldicht
Organischer Anteil [%]	< 10	< 3	3 – 25
Bodengruppe nach DIN 18196	OH/OU/OT	UL/UM//TL/TM// GU*/GT*/GU/GT// GW/GI/GE//SW/SI/SE	---
Bodengruppe nach DIN 18300	1	3 / 4 / 5 / 6	---
Bodengruppe nach DIN 18301	BO 1	BB 1 – 3, BS 1 – 4, BN 1 – 2	---
Fremdstoffe	–	–	Hausmüll
Ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden	bindige und gemischtkörnige und reine Böden, Blöcke, Bauschutt	Müllschicht, mineralisch

Die Anfüllungen aus dem **Homogenbereichen A** sind organische Böden (humose Oberböden; Mutterboden) mit erheblichen Anteilen mineralischer Substanzen. Ihr Auftreten ist gering.

Es wird empfohlen, auftretendes Material seitlich zu lagern und so für eine Verwertung bzw. Verwendung bereitzustellen. Es wäre möglich, den Mutterboden auf dem östlich anschließenden Gelände aufzubringen.

Alles übrige Material aus dem **Homogenbereich B** ist vor Ort wiedereinzubauen. Es ist in Lagen von $< 0,25$ m im Unterbau aufzubringen und in mindestens drei Übergängen ausreichend zu verdichten. Teilweise ist dieses Material durch die Zugabe von Kalk und Zement zu verbessern bzw. zu verfestigen.

Es ist unwahrscheinlich, aber auch nicht völlig auszuschließen, dass Blöcke auftreten, die zuerst mit Sondermaßnahmen der Löseklasse 6 und 7 nach DIN 18300 gelöst werden müssen.

Organoleptisch stark auffälliger Erdbaustoff, bei dem eine erhebliche Verunreinigung zu befürchten ist, ist seitlich der Baustelle zu einer Bodenmiete aufzuschütten und gegen die Witterung zu schützen. Es ist dann zu prüfen, ob das Material für den Wiedereinbau geeignet ist.

Der Hausmüll und alle vergleichbaren Abfälle (**Homogenbereich C**) sind als Erdbaustoff ungeeignet. Diese Schichten sind stark setzungsgefährdet und werden als nicht verwitterungsbeständig eingestuft. Sie können weiter verrotten und dabei Gase wie CO_2 und CH_4 entwickeln.

Sie können überbaut werden, wobei sie nur sehr geringe Lasten aufnehmen können!

Tabelle 3B: Homogenbereiche D bis F (natürlich gewachsener Boden) mit Baugrundkennwerten

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich		
	D	E	F
Kornverteilung	0,002 bis 2 mm	0,002 bis 2 mm	0,002 bis 2 mm
Fremdstoffe [%]	< 1	< 1	< 1
Anteile Steine und Blöcke [%]	< 1	< 5	< 5
Wichte des feuchten Bodens γ [kN/m ³]	19,0 – 20,5	18,0 – 22,0	18,0 – 22,0
Undrained Scherfestigkeit [kN/m ²]	0 – 200	0 – 15	0
Wassergehalt w [%]	0,1 – 0,35	0,1 – 0,4	0,1 – 0,25
Plastizität I_p (%)	0 – 25	0 – 10	0 – 5
Fließgrenze w_L , Ausrollgrenze w_P [%]	10 – 40 20 – 50	5 – 20 10 – 25	0 – 15 5 – 20
Konsistenz	weich bis steif	weich bis steif	
Lagerungsdichte	locker	locker bis mitteldicht und dicht	locker bis mitteldicht und dicht
Organischer Anteil [%]	< 3	< 3	< 3
Bodengruppe nach DIN 18196	TL/TM//UL/UM	SU*/ST*//ST	SU//SW/SI/SE
Bodengruppe nach DIN 18300	4	4	3
Bodengruppe nach DIN 18301	BB 1 – 3	BN 2	BN 1
Ortsübliche Bezeichnung	Tone und Schluffe	schluffiger bis stark schluffiger Sand, schwach toniger bis toniger Sand, sandiger Schluff, sandiger Ton	reiner bis schwach schluffiger Sand

Der **Homogenbereich D bzw. E** ist ein bindiger Boden bzw. ein gemischtkörniger Boden unter der Anfüllung. Es wird erwartet, dass die anfallende Menge gering sein wird. Es wird empfohlen, dieses Material vor Ort wiedereinzubauen und durch die Zugabe von Kalk und Zement zu verfestigen.

Der **Homogenbereich F** ist ein reiner oder schwach bindiger Sand. Möglicherweise enthält der Sand Kiesanteile. Es wird empfohlen, dieses Material seitlich zu lagern und für die Verfüllung z.B. von Leitungszonen etc. einzuplanen. Zuvor ist jedoch noch eine Bodenansprache erforderlich, um im Falle einer Verwendung im Leitungsbau die Eignung ausdrücklich zu bestätigen. Ansonsten kann der Sand auch anderweitig vor Ort als Erdbaustoff verwandt werden. Auch außerhalb der Baustelle ist eine Verwendung vorstellbar.

5. Bodenkennwerte

Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse und unter Berücksichtigung der örtlichen Erfahrungen kann nach DIN 1055, Teil 2, mit den in der Tabelle 4 angegebenen Bodenkennwerten (cal-Werte) gerechnet werden:

Tabelle 4: Bodenkennwerte

Bodenschicht	Wichte des Feuchten Bodens γ kN/m ³	Wichte des Bodens unter Auftrieb γ' kN/m ³	Reibungs-Winkel ϕ	Kohäsion c' kN/m ²	Steife-modul E_s MN/m ²
Anfüllung					
Mutterboden: Ton/Schluff/Sand/Kies, humos bis stark humos, dunkelbraun, weich, locker	14,0	4,0	15	0	1 – 4
Ton, stark sandig, schwach kiesig, braun, weich bis steif, locker	19,0 – 20,5	9,0 – 10,5	22,5 – 27,5	0 – 5	0 – 7
Schluff, stark sandig, kiesig, braun, dunkelbraun, grau, weich bis steif	19,0 – 20,5	9,0 – 10,5	22,5 – 27,5	0 – 5	0 – 7
Sand, tonig, schluffig, kiesig, graubraun, dunkelgraubraun, locker bis mitteldicht	20,0 – 21,5	10,0 – 11,5	30 – 32,5	0	5 – 50
Sand, schwach kiesig bis kiesig, schwach tonig, schwach schluffig, grau- braun, dunkelgraubraun, locker bis mitteldicht	18,0 – 20,0	10,0 – 12,0	30 – 32,5	0	5 – 70
Müll, sandig, schluffig, tonig, kiesig, organisch, dunkelbraun, schwarz- braun, weich, locker	14 – 18	4 – 8	keine Angabe	keine Angabe	2 – 30

Natürlich gewachsener Boden					
Ton, schwach sandig, grau, weich bis steif und halbfest	19,0 – 21,0	9,0 – 11,0	22,5 – 27,5	0 – 10	1 – 12
Schluff, sandig bis stark sandig, grau, braun, graubraun, weich bis steif und halbfest	19,0 – 21,0	9,0 – 11,0	22,5 – 27,5	0 – 10	1 – 14
Sand, schluffig bis stark schluffig, kiesig bis stark kiesig, hellbraun, braun, locker bis mitteldicht und dicht	20,0 – 22,0	10,0 – 12,0	30 – 35	0	5 – 70
Sand, schwach schluffig, hellbraun, braun, locker bis mitteldicht und dicht	18,0 – 22,0	10,0 – 14,0	30 – 35	0	5 – 90
Sand, hellbraun, braun, locker bis mitteldicht und dicht	18,0 – 22,0	10,0 – 14,0	30 – 35	0	5 – 110

6. Chemische Untersuchungen

Zur Bewertung des Untergrundes hinsichtlich seiner Verunreinigung und seiner Verwertung wurden sechs Bodenmischproben erstellt. Außerdem wurde für diese umfassende Untersuchung eine Einzelprobe ausgewählt. Die chemische Untersuchung erfolgte nach LAGA, Tabelle 1.2-2 und 1.2-3 im Feinkorn (< 2 mm).

Es wurden zwei Bodenmischproben aus der weitgehend gering auffälligen, flachgründigen Anfüllung unter dem Mutterboden und oberhalb des Müllkörpers untersucht und in der Tabelle mit der Farbe „gelb“ gekennzeichnet.

Es wurden zwei Bodenmischproben sowie eine Einzelprobe aus der auffälligen Anfüllung des Müllkörpers untersucht und in der Tabelle mit Farbe „grau“ gekennzeichnet.

Letztendlich wurden zwei Bodenmischproben aus dem natürlich gewachsenen Untergrund unter der Altablagerung entnommen und mit der Bodenfarbe „hellgrün“ belegt.

Die Proben wurden nachfolgend (s.u.) entsprechend dem EPP 2005 einer Bodenart zugeordnet. Dabei wird, den Anforderungen des EPP 2005 nach, der bindige Anteil nach DIN 4022 angesprochen.

Tabelle 5: Einstufung der untersuchten Bodenproben als Bodenart

Boden-probe	Ansatz-punkt	Ent-nahme-tiefe (m)	Bemerkung	Bodenart	Grobkorn-anteil (> 2 mm)	Bodenart nach VWV 2005
BMP 1	Schurf 2	1,9-3,0 m	Anfüllung	Müllschicht: Bauschutt, Metalle, Holz, Organik, schwarzbraun	24 Massen-%	Müll bzw. „Sand“
	Schurf 3	2,4-3,7 m	Anfüllung	Müllschicht: Bauschutt, Metalle, Holz, Organik, Glas, beißender Geruch, schwarzbraun		
	Schurf 8	2,0-3,6 m	Anfüllung	Müllschicht: Bauschutt, Metalle, Holz, Organik, Glas, beißender Geruch, schwarzbraun		
BMP 2	Schurf 2	3,0-4,8 m	natürlich gewachsener Boden	Ton, schwach sandig bis sandig, kiesig, auffälliger Geruch	17 Massen-%	Schluff
	Schurf 3	3,7-5,4 m	natürlich gewachsener Boden	Sand, schwach tonig bis tonig, leicht auffälliger Geruch		
	Schurf 8	3,6-5,0 m	natürlich gewachsener Boden	Ton, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig, leicht auffälliger Geruch		
BMP 3	Schurf 11	1,1-2,3 m	Anfüllung	Müllschicht: Bauschutt, Metalle, Holz, Organik, Glas, beißender Geruch, schwarzbraun	22 Massen-%	Müll bzw. „Sand“
	Schurf 12	3,0-4,5 m	Anfüllung	Müllschicht: Bauschutt, Metalle, Holz, Organik, Glas, beißender Geruch, schwarzbraun		
	Schurf 13	2,3-2,8 m	Anfüllung	Müllschicht: Bauschutt, Metalle, Holz, Organik, Glas, beißender Geruch, schwarzbraun		
Boden-probe	Ansatz-punkt	Ent-nahme-tiefe (m)	Bemerkung	Bodenart	Grobkorn-anteil (> 2 mm)	Bodenart nach VWV 2005
BMP 4	Schurf 11	4,3-4,5 m	natürlich gewachsener Boden	Sand, schwach schluffig	18 Massen-%	Sand
	Schurf 12	4,5-4,8 m	natürlich gewachsener Boden	Sand, schlufffrei bis schwach schluffig		

BMP 5	Schurf 2	0,7-1,3 m	Anfüllung	Ton, sandig bis stark sandig, kiesig (Ziegel)	37 Massen-%	Ton
	Schurf 3	0,9-1,6 m	Anfüllung	Ton, schwach sandig bis sandig, kiesig		
	Schurf 8	0,9-2,0 m	Anfüllung	Ton, sandig bis stark sandig, schwach kiesig		
BMP 6	Schurf 13	0,3-0,8 m	Anfüllung	Ton, sandig bis stark sandig	21 Massen-%	Schluff
	Schurf 14	0,3-0,9 m	Anfüllung	Sand, schwach tonig bis tonig		
Schurf 13		2,8-4,8 m	Anfüllung	Müllschicht: Bauschutt, Metalle, Holz, Organik, Glas, beißender Geruch, schwarzbraun	25 Massen-%	Müll bzw. „Sand“

In der nachfolgenden Tabelle 6 werden die auffälligsten Parameter aufgeführt, die für die Einstufung der Bodenmischproben nach LAGA, Tabellen 1.2-2 und 1.2-3 relevant sind.

Tabelle 6: Auffällige Gehalte im Boden und Bewertung nach LAGA

Probe	Anfüllung oder natürlich gewachsener Boden	Bodenart nach VVV 2005	Auffälligkeiten	Zuordnungswerte	Bewertung nach LAGA
BMP 1	Anfüllung	Müll bzw. „Sand“	PAKEPA: 1,6 mg/kg; Quecksilber: 1,8 mg/kg; Zink: 920 mg/kg; MKW _{C10-C40} : 170 mg/kg; Sulfat: 72 mg/l	PAKEPA: Z 1.1: 1 - 5 mg/kg Quecksilber: Z 1.2: 1 - 3 mg/kg Zink: Z 2: 500 - 1500 mg/kg MKW _{C10-C40} : Z 1.1: 100 - 300 mg/kg Sulfat: Z 1.2: 50 - 100 mg/l	Z 2
BMP 2	natürlich gewachsener Boden	Schluff	Zink: 210 mg/kg	Zink: Z 1.1: 120 - 300 mg/kg	Z 1.1
BMP 3	Anfüllung	Müll bzw. „Sand“	PAKEPA: 5,7 mg/kg; Cadmium: 0,8 mg/kg; Quecksilber: 2,3 mg/kg; Zink: 240 mg/kg; MKW _{C10-C40} : 1.600mg/kg; Elekt. Leitf.: 550 µS/cm; Sulfat: 200 mg/l	PAKEPA: Z 1.2: 5 - 15 mg/kg Cadmium: Z 1.1.: 0,6 - 1 mg/kg Quecksilber: Z 1.2: 1 - 3 mg/kg Zink: Z 1.1: 120 - 300 mg/kg MKW _{C10-C40} : Z 2: 500 - 1000 mg/kg Elekt. Leitf.: Z 1.2: 500 - 1000µS/cm Sulfat: Z 2: 100 - 150 mg/l	>Z 2; infolge erhöhter MKW _{C10-C40} : und Sulfat- gehalte
BMP 4	natürlich gewachsener Boden	Sand	---	---	Z 0

BMP 5	Anfüllung	Ton	---	---	Z 0
BMP 6	Anfüllung	Schluff	---	---	Z 0
Schurf 13 (2,8- 4,8 m)	Anfüllung	Müll bzw. „Sand“	PAK _{EPA} : 62 mg/kg; Chrom _{gesamt} : 79 mg/kg; Nickel: 65 mg/kg; Zink: 400 mg/kg; MKW _{C10-C40} : 1.500mg/kg; Elekt. Leitf.: 520 µS/cm; Sulfat: 130 mg/l	PAK _{EPA} : Z 2: 15 - 20 mg/kg Chrom _{gesamt} : Z 1.1.: 50 - 100 mg/kg Nickel: Z 1.1: 40 - 100 mg/kg Zink: Z 1.2: 300 - 500 mg/kg MKW _{C10-C40} : Z 2: 500 - 1000 mg/kg Elekt. Leitf.: Z 1.2: 500 - 1000µS/cm Sulfat: Z 2: 100 - 150 mg/l	> Z 2; infolge erhöhter PAK _{EPA} - Gehalte

Die Untersuchung ergab in der Schicht aus Müll ein weitgespanntes Spektrum von Schadstoffen.

Dabei wurden teilweise erhöhte MKW_{C10-C40}-, Sulfat- und PAK_{EPA}-Gehalte bestimmt. Demnach ist nach LAGA eine Einstufung als > Z 2 und Verwendungsbeschränkung erforderlich.

Der Unterzeichner widerspricht dieser normenbezogenen Einstufung von > Z 2, weil er z.B. die MKW_{C10-C40} für feste Kunststoffe hält, von denen keine Gefährdung ausgeht. MKW wie Öle oder Kraftstoffe hätten sich im Lauf der Zeit bereits abgebaut.

Der erhöhte Sulfatgehalt von 200 mg/l (BMP 3) tritt nur punktuell auf. Das Risiko, das von Sulfat ausgeht, wird als gering angesehen. Im benachbarten Bundesland Bayern wird ein vergleichbarer Sulfatgehalt nach EPP 2005 als Z 0 und Z 1.1 eingestuft.

Der erhöhte PAK_{EPA}-gehalt wird auf Asphalt (Bauschutt) zurückgeführt. Zwar ist der Gehalt erhöht, dennoch stellt er aus Sicht des Unterzeichners keine Gefährdung der Umwelt dar.

Der Unterzeichner spricht sich somit trotz einzelner erhöhter Gehalte gegen die Einschränkung der geplanten Nutzung und Verwendung des Materials aus.

Tabelle 7: Auffällige Gehalte im Boden und Bewertung nach VwV Boden

Probe	Anfüllung oder natürlich gewachsener Boden	Bodenart nach VwV 2005	Auffälligkeiten	Zuordnungswerte	Bewertung nach LAGA
BMP 1	Anfüllung	Müll bzw. „Sand“	Quecksilber: 1,8 mg/kg; Zink: 920 mg/kg; MKW _{C10-C40} : 170 mg/kg; Elektr. Leitf.: 320 µS/cm Sulfat: 72 mg/l	Quecksilber: Z 2: 1,5 - 5 mg/kg Zink: Z 2: 450 - 1500 mg/kg MKW _{C10-C40} : Z 0*: 100 - 200 mg/kg Elektrische Leitfähig.: Z 1.2: 250 - 1500 µS/cm Sulfat: Z 1.2: 50 - 100 mg/l	Z 2
BMP 2	natürlich gewachsener Boden	Schluff	Zink: 210 mg/kg	Zink: Z 0*: 200 - 300 mg/kg	Z 0*
BMP 3	Anfüllung	Müll bzw. „Sand“	PAKEPA: 5,7 mg/kg; Quecksilber: 2,3 mg/kg; Zink: 240 mg/kg; MKW _{C10-C40} : 1.600 mg/kg; Elekt. Leitf.: 550 µS/cm; Sulfat: 200 mg/l	PAKEPA: Z 1.2: 3 - 9 mg/kg Quecksilber: Z 2: 1,5 - 5 mg/kg Zink: Z 0*: 200 - 300 mg/kg MKW _{C10-C40} : Z 2: 600 - 2000 mg/kg Elektrische Leitfähig.: Z 1.2: 500 - 1000 µS/cm Sulfat: Z 2: 100 - 150 mg/l	> Z 2; infolge erhöhter Sulfat-gehalte
BMP 4	natürlich gewachsener Boden	Sand	---	---	Z 0
BMP 5	Anfüllung	Ton	---	---	Z 0
BMP 6	Anfüllung	Schluff	---	---	Z 0
Schurf 13 2,8-4,8 m	Anfüllung	Müll bzw. „Sand“	PAKEPA: 62 mg/kg; Zink: 400 mg/kg; MKW _{C10-C40} : 1.500 mg/kg; Elekt. Leitf.: 520 µS/cm; Sulfat: 130 mg/l	PAKEPA: Z 2: 9 - 30 mg/kg Zink: Z 1.1+1.2: 300 - 450 mg/kg MKW _{C10-C40} : Z 2: 600 - 2000 mg/kg Elektrische Leitfähig.: Z 1.2: 250 - 1500 µS/cm Sulfat: Z 2: 100 - 150 mg/l	> Z 2; infolge erhöhter PAK _{EPA} -Gehalte

*Es besteht die Möglichkeit einer Verfüllung unterhalb der Abdeckschicht

Eine Bewertung nach der VwV Boden, Tabelle 6-1, erlaubt trotz eines MKW_{C10-C40}-Gehaltes von 1.600 mg/kg eine Einstufung als Z 2.

Dennoch ist die Bodenmischprobe 3 auffällig, da der Sulfatgehalt von 200 mg/l über dem Zuordnungswert Z 2 von 150 mg/l liegt.

Auch der PAK_{EPA}-Gehalt von 62 mg/kg erfordert nach VwV Boden, Tabelle 6-1, eine Einstufung als > Z 2.

Dennoch empfiehlt der Unterzeichner die Bewertung nach der VwV Boden zu relativieren, in dem der erhöhte Sulfatgehalt von 200 mg/l und der erhöhte PAK_{EPA}-Gehalt nicht überbewertet werden.

Trotz der vereinzelt erhöhten Sulfat-, PAK_{EPA}- und MKW_{C10-C40}-Gehalte wird für ein Belassen des betroffenen Erdreichs plädiert. Gleichzeitig spricht sich der Unterzeichner auch für die Möglichkeit eines Umlagerns auf dem gleichen Gelände (Flurstück 1040/1 (TF)) aus.

An der Basis der Anfüllung sowie in dem natürlich gewachsenen Boden unter der Anfüllung von Schurf 2 trat ein auffälliger Geruch auf. Der Unterzeichner vermutet einen Austritt aus dem Deponiekörper in den Untergrund.

Die Untersuchung der Bodenmischprobe BMP 2 ergab aus dem natürlich gewachsenen Boden einen gering erhöhten Zink-Gehalt von 210 mg/kg, der als wenig besorgniserregend einzustufen ist.

Dennoch weisen leichte erhöhte BTEX-Gehalte von 0,024 mg/kg auf eine Beeinflussung durch die Deponie hin.

Eine Untersuchung von zwei Bodenproben aus dem Schurf 2 – Bodenprobe EP 1: (Schurf 2: 3,0 m) und EP 2: (Schurf 2: 4,8 m) auf die Parameter PCB und MKW sowie Selen ergab keine erhöhten Schadstoffgehalte.

Aus Sicht des Unterzeichners ist der Einfluss der Ablagerungen in den Untergrund hinein bereits abgeklungen und gegenwärtig nicht mehr aktiv.

Der Unterzeichner verweist auf die Öffnungsklausel nach VwV Boden Baden-Württemberg, (Kapitel 6.3.).

7. Umweltrelevante Einschätzung

Die Untersuchung ergab, dass im Untergrund eine Anfüllung aus Erdaushub und Bauschutt sowie eine bedeutendere Anfüllung auftritt, die aus Hausmüll und vergleichbaren Abfällen besteht. Sie ist zumeist mit mineralischen Beimengungen (wie z.B. Erdaushub, Erdbaustoff und/oder Bauschutt) in unterschiedlichen Anteilen vermengt. Diese Schicht enthält auch organische Anteile wie z.B. Humus und Äste sowie Holz. Es wird aber auch organisches Material wie z.B. Reste von Nahrungsmitteln unterstellt, das erfahrungsgemäß im Hausmüll auftritt.

Die Mächtigkeit der Anfüllung wurde mit 0,9 m (Schurf 4 und 7) bis 4,8 m (Schurf 6 und 13) sowie 5,0 m (Schurf 5) erbohrt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Basis auch tiefer als die erreichte Endteufe von 4,5 m (Schurf 11) und 6,0 m (Schurf 5) liegt. Dies liegt daran, dass der natürlich gewachsene Boden unter der Anfüllung schwer von einer Anfüllung aus dem gleichen Material zu unterscheiden ist.

Im Falle des Schurfes 5 jedoch spricht das Rammprofil der daneben abgeteuften schweren Rammsondierung SRS 2 gegen eine Mächtigkeit der Anfüllung von mehr als 4,5 m, weil die SRS 2 ab 4,5 m bereits > 10 Schläge zählt. Dies ist in einem angefüllten Ton oder Schluff kaum möglich.

Der Hausmüll wurde unter den Ansatzpunkten Schurf 2, 3, 8, 11, 12, 13, SRS 4 und Schurf 17 in einer unterschiedlichen Mächtigkeit von 0,2 m bis 2,0 m erbohrt.

In der nachfolgenden Tabelle 8 sind die relevanten Angaben zur Hausmüllschicht gemacht.

Tabelle 8: Tiefenlage und Mächtigkeit der Schicht aus Hausmüll

Ansatzpunkt	Höhe Geländeoberfläche	Basis der Anfüllung	Tiefenbereich	Mächtigkeit
2	464,97 m ü. NN	3,0 m	1,9-3,0 m	1,1 m
3	464,56 m ü. NN	3,7 m	2,4-3,7 m	1,3 m
8	462,88 m ü. NN	3,6 m	2,0-3,6 m	1,6 m
11	463,95 m ü. NN	4,3 m (4,5 m?)	1,1-2,3 m	1,2 m
12	463,88 m ü. NN	4,5 m	4,0-4,5 m	0,5 m
13	462,92 m ü. NN	4,8 m	2,8-4,8 m	2,0 m
17	463,57 m ü. NN	1,9 m (3,2 m?)	3,0-3,2 m	0,2 m
Durchschnitt	-	-	-	1,1 m

Aus der Tabelle 8 geht eine durchschnittliche Mächtigkeit der Schicht aus Hausmüll von 1,1 m mit einem Maximum von 2,0 m (Schurf 13) hervor. Unterstellt man eine Fläche von schätzungsweise etwas weniger als die Gesamtfläche von 9.000 m², so ergibt sich ein Volumen von 1800 m² x 1,1 m = 2.000 m³. Bei einem angenommenen Gewicht von 1,4 t/m³ ist von einer Tonnage von 2.800 t auszugehen.

Der Unterzeichner will jedoch deutlich hervorheben, dass diese Angabe auf Schätzungen beruhen. Es können erhebliche Abweichungen auftreten. Aus Sicht des Unterzeichners muss mit Abweichungen zu einer größeren Kubatur gerechnet werden.

Die unterschiedliche Mächtigkeit und die unterschiedliche Überdeckung lässt darauf schließen, dass die Anfüllung des Hausmülls an unterschiedlichen Orten und über einen längeren Zeitraum erfolgte, so dass die unterschiedlichen Bodenarten jetzt miteinander vermischten und verzahnt auftreten!

Es ist noch einmal darauf hinzuweisen, dass der Müll eine Vielzahl unterschiedlicher organischer Stoffe enthält. Dementsprechend ist der Hausmüll einem Prozess des Verrottens unterstellt. Daraus entstehen Gase wie z.B. CO₂ (Kohlendioxid) und CH₄ (Methan). Andere Gase wie O₂ (Sauerstoff) und N₂ (Stickstoff) werden durch chemische Reaktionen und Verdrängung in ihrer Zusammensetzung gegenüber der Bodenluft verändert und gehen nahezu vollständig zurück.

Der Unterzeichner unterstellt der angetroffenen Hausmüllschicht aufgrund des Alters, der Bodenfärbung sowie des Geruchs gegenwärtig einen anaeroben Rottezustand am Ende der Methanbildung. Lokal können von dieser Vermutung Abweichungen auftreten.

Beim Aufgraben dieser Schicht kann es zu einem Durchnässen kommen. Gleichzeitig kann durch Zutritt von Sauerstoff der Rotteprozess neu in Gang gesetzt werden.

Bei den geplanten Erdarbeiten kann eine hohe Geländeexposition sowie eine geringe Überschüttung dazu führen, dass die Schicht aus Hausmüll angeschnitten wird. Dies ist im Bereich des Schurfes 2 und 11 denkbar.

Aus der 4. Spalte der Tabelle 8 geht die Überdeckung der Schicht aus Hausmüll hervor. Sie beträgt 1,1 m (Schurf 11) und 1,3 m (Schurf 2) bis 4,0 m (Schurf 12). Das Material ist ein bindiger Boden, der zur Tiefe hin gemischtkörnig wird und vermehrt Bauschutt führt.

Über dem Hausmüll und über den stark Bauschutt führenden Anfüllungen tritt eine nahezu reine bindige oder gemischtkörnige Schicht von mindestens 0,6 m (Schurf 16) bis >1 m Mächtigkeit auf. Aus dieser Anfüllung wurden die beiden Bodenmischproben BMP 5 und 6 untersucht. Die Untersuchung ergab nach LAGA, Tabelle 1.2-2 und 1.2-3 und nach VwV Boden, Tabelle 6-1, Gehalte und Messwerte, die eine Einstufung als Z 0 erlauben.

Die Untersuchung ergab, dass der natürlich gewachsene Untergrund unter der Anfüllung lokal geringfügig beeinflusst ist. Die organoleptische Bodenansprache ergab unter dem Ansatzpunkt 2 unter der Anfüllung einen auffälligen Geruch. Unter den Ansatzpunkten 3 und 8 war der Geruch deutlich weniger ausgeprägt.

Die chemische Untersuchung der Bodenmischprobe BMP 2 ergab einen erhöhten Zinkgehalt, der jedoch eine Einstufung als Z 0* (Möglichkeit der Verfüllung von Abgrabungen unterhalb der Abdeckschicht) erlaubt. Die Untersuchung von Einzelproben aus dem Untergrund von Ansatzpunkt 2 ergab keine Hinweise auf eine relevante Verunreinigung.

In der Bodenmischprobe 4 aus dem natürlich gewachsenen Untergrund unter der Anfüllung ergaben sich keine erhöhten Gehalte oder Messwerte, so dass eine Einstufung als Z 0 nach LAGA, Tabellen 1.2-2 und 1.2-3 sowie nach VwV Boden, Tabelle 6-1, möglich ist.

Da das Grundwasser erst in größerer Tiefe von bis zu 8,0 m unter der Basis der Ablagerungen ansteht, ein „nasser Fuß“ demnach nicht zu erwarten ist, und die Schadstoffverlagerung durch Schicht- und Stauwasser als gering einzuschätzen ist, sieht der Unterzeichner keine Gefährdung für die Umwelt, so dass für ein Belassen der Altablagerungen plädiert wird. Eine mögliche Umlagerung auf dem gleichen Grundstück bei den geplanten Erdarbeiten sollte dieser Einstellung keinesfalls entgegenstehen!

Es kann erwartet werden, dass nach dem Umbau der Standort in einem mehr gesicherten Zustand sein wird als gegenwärtig!

Nach Ansicht des Unterzeichners ist die Bildung von Deponiegasen nahezu abgeschlossen. Wird bei den Erdarbeiten der Müllkörper angeschnitten, ist über eine Dränage und Ableitung an die Außenluft zu entscheiden.

8. Angaben zur Gründung

8.1. Allgemeines

8.1.1. Hinweise zum Bauwerk

Das Tiefbauamt der Stadt 73479 Ellwangen plant den Bau eines neuen Betriebshofes mit Bürocontainer. Es wird unterstellt, dass Bürocontainer für Verwaltungsarbeiten und als Serveräume geplant sind. Weiterhin werden Garagen und Werkstätten zum Unterstellen und zum Warten von größeren Fahrzeugen (Lkw) angenommen. Der Unterzeichner geht weiterhin davon aus, dass auf dem Gelände Erdbaustoffe wie z.B. gebrochenes Festgestein gelagert werden sollen.

Für das anfallende Niederschlagswasser wird eine Abwasserreinigungsanlage erwartet.

Der Grundriss der gegenwärtigen Fläche liegt in einer Höhe von 461,2 m ü. NN bis 466,5 m ü. NN (vgl. Anl. 1).

Die Fahrbahnoberfläche der „L1060“ vor dem Grundstück fällt von 466,7 m ü. NN im Westen auf 466,0 m ü. NN im Osten ab. Somit liegt die Straße teilweise deutlich über dem Gelände.

Es wird unterstellt, dass die geplante Geländeoberfläche in einer horizontalen, leicht nach Süden geneigten Ebene liegen wird. Die Geländehöhe der geplanten Anlage oder des Bauwerks ist nicht bekannt.

Aufgrund der gering tragfähigen Anfüllung, die auch Hausmüll enthält, sind Setzungen nach Bauende nicht auszuschließen. Es wird deshalb empfohlen, schwere bauliche Anlagen in den Bereichen einzurichten, in dem kein Hausmüll angetroffen wurde. Dies betrifft den östlichen Teil der Fläche.

Außerdem wird empfohlen, bei der Planung Setzungsunterschiede von schätzungsweise bis zu $\leq 2,5$ cm einzuplanen.

8.1.2. Hinweise zum Baugrund

Das Gelände liegt südlich der Straße „L1060“ auf einer flach einfallenden Wiese. Der Untergrund ist über mehrere Jahrzehnte mit unterschiedlichem Erdaushub angehoben worden und war danach Betriebshof einer Baufirma. Dann wurde die Fläche über etwa 20 Jahre bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt landwirtschaftlich genutzt.

Der Untergrund besteht aus mehreren Metern Anfüllung aus unbelastetem bindigem Boden an der Geländeoberfläche, aus gering belastetem, mit Bauschutt vermengtem, bindigen und gemischtkörnigen Erdaushub darunter, sowie in unterschiedlichen Tiefen aus einer Schicht aus Hausmüll und vergleichbaren Stoffen mit einem hohen Anteil organischer Substanzen. Besonders der Hausmüll etc. ist setzungsempfindlich und außerdem schadstoffbeladen.

Es wird unterstellt, dass die Setzungen zum größten Teil unter der Last des Eigengewichtes sowie der überlagernden Schichten bereits abgeklungen sind. Es wird nicht ausgeschlossen, dass unter der Neulast der Untergrund sich - lokal unterschiedlich - neu setzen wird.

Der Mutterboden am Top der Anfüllung wird aufgrund der Einstufung des bindigen Erdreichs direkt unter dem A-Horizont als unbelastet (Z 0: BMP 5 und 6, Tabellen 5, 6 und 7) bewertet.

Es wird erwartet, dass das Gelände so eingerichtet wird, dass kein Erdreich abgefahren werden muss.

Es kann dann noch notwendig sein, weiteren Erdbaustoff anzufahren, um die geplante Fläche einheitlich auf die geplante Höhe zu bringen. Dieser neue Erdbaustoff ist vor einer Verfestigung auf Sulfat zu untersuchen.

Der Aufbau unter der geplanten Fläche wird aus einem Untergrund (aus der bestehenden Anfüllung), Unterbau und einem frostsicheren Oberbau bestehen.

8.1.3. Schutz des Bauwerks vor Wasser

Die Bauwerke sind nach DIN 18533 W1.1-E gegen Bodenfeuchte oder nach der WU-Richtlinie, Beanspruchungsklasse 2, zu schützen. Unter der Bodenplatte ist eine filterstabile, kapillarbrechende Schicht von 0,15 m einzurichten.

Tiefreichenden Erd- und Bauarbeiten sind im Schutz einer offenen Wasserhaltung durchzuführen. Das Wasservorkommen wird als gering eingestuft.

Um eine Durchnässung der Bauwerke an der Geländeoberfläche zu verhindern, ist es notwendig, das umliegende Gelände so zu modulieren, dass das Niederschlagswasser aus dem Umfeld der Bauwerke abfließen kann. Um Sockelschäden zu vermeiden wird auf die DIN 18533 W4-E verwiesen.

8.1.4. Schutz des Bauwerks vor Frosteinwirkung

Das Grundstück liegt nach der RStO 2012 in der Frosteinwirkungszone II.

Da der vorliegende Boden teilweise als frost- und wasserempfindlich angesehen wird und das Gelände geneigt ist, wird gefordert, eine frostsichere Gründungstiefe von mindestens 1,00 m einzuhalten. Die frostsichere Gründung kann auch durch Überschütten mit Erdaushub etc. erreicht werden.

Es können auch nicht-tragende oder tragende Frostschrägen eingerichtet werden.

Neben der Einwirkung von Frost wird auch die Möglichkeit eines tiefgründigen Austrocknens berücksichtigt.

8.1.5. Baubegleitende Maßnahmen

Der humose Oberboden und weitere organische Bestandteile sind abzuschieben und seitlich getrennt von anderen Bodenarten zu einer Bodenrinne aufzuschütten. Für die Ablagerung bietet sich die weiter östlich liegende Fläche an.

Mehlkörnige Böden können bei Wassersättigung und unter dem Einfluss einer dynamischen Belastung die Eigenschaften der Löseklasse 2 (fließende Bodenarten) nach der DIN 18300 annehmen.

Beim Aufstellen von schweren Baugeräten wie z.B. Kränen ist auf einen ausreichenden Abstand zur Baugrube sowie auf einen ausreichend tragfähigen Baugrund zu achten.

Benachbarte Anlagen etc. sind nicht zu unterschachten. Die Vorgaben der DIN 4123 sind zu beachten.

Frisch aufgegrabene oder frisch eingerichtete Hänge sind unverzüglich gegen Abtrag zu schützen.

8.1.6. Weitere Maßnahmen

Das Bauwerk wird in die geotechnische Kategorie II eingestuft. Die Baugruben- und die Fundamentsohlen sind dennoch gutachterlich durch den Unterzeichner abzunehmen. Die Begleitung ist durch statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134, durch Rammsondierungen sowie durch einzelne chemische Untersuchungen z.B. auf Sulfat zu begleiten. Ansonsten kann für die Gründungsempfehlung keine Gewähr übernommen werden.

8.1.7. Richtlinien und Normen

Im Übrigen sind die einschlägigen Richtlinien und Normen zu beachten. Dies sind insbesondere:

- DIN EN 1610 Verlegung und Prüfung von Abwasserleistungen und Kanälen
- DIN EN 805 Wasserversorgung – Anforderung an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden
- TRWV DVGW W 400 Technische Regeln Wasserverteilung
- ZTVA-StB 12 Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen
- ZTVE-StB 17 Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

Hinsichtlich Hinterfüllung und Erddruckbeanspruchung ist das „Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke“ zu beachten.

Für die Arbeiten im Bereich des verunreinigten Untergrundes wird auf folgende Quellen verwiesen:

- TRGS 524 Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen (baua.de)
- Berufsgenossenschaftliche Regeln - Kontaminierte Bereiche (bisher ZH 1/183)
- BGR 128 Richtlinien kontaminierte Bereiche – MTM
- Allgemeine Informationen – Arbeiten in kontaminierten Bereichen (bg-bau-medien.de)

8.2. Streifenfundamente

Sollen die Bürocontainer auf Streifenfundamenten errichtet werden, wird gefordert, die Fundamentsohlen zuverlässig in einen mindestens steifen oder mitteldichten Untergrund einzubinden.

Da der Untergrund unter den geplanten Standorten aufgefüllt und/oder verfestigt werden wird, ist die frostsichere Gründung dieser kleinen Anlagen leicht sicherzustellen. Mehrtiefen sind zu erwarten und können mit Magerbeton überbrückt werden.

In dem betreffenden Bereich ist der Unterbau durch Bodenverfestigung ausreichend zu gewährleisten. Bei einer frostsicheren Einbindetiefe von 1,00 m und einer Fundamentbreite von 0,40 m bis 0,50 m kann eine Vorgabe von 100 kN/m² nach DIN 1054_{alt} gewährleistet werden.

Die Fundamentsohlen sind ansonsten waagerecht auszuführen. Mehrtiefen können auftreten und durch Magerbeton ausgeglichen werden. Größere Höhenunterschiede können in Stufen von < 0,3 m überwunden werden (s.o.). Die Stirnflächen der Stufen sind unter 60° zu böschen.

Streifenfundamente sind durchlässig einzurichten, damit Wasser von innen nach außen austreten kann.

Es können auch „Plomben“ eingerichtet werden. Bei einem Seitenverhältnis von $a/b < 2$ kann ein Zuschlag von 20 % gewährt werden.

8.3. Verkehrsflächenbau

8.3.1. Allgemeines

Es wird davon ausgegangen, dass die geplanten baulichen Anlagen größtenteils aus Verkehrsflächen bestehen werden.

Es wird unterstellt, dass die Verkehrsfläche einheitlich und eben oder flach geneigt (z.B. 2°) in einer Höhe realisiert werden wird.

Dann wird die Verkehrsfläche wahrscheinlich im Norden in das bestehende Gelände einschneiden und im Süden teilweise > 1 m (z.B. im Südwesten) über dem gegenwärtigen Gelände liegen.

Der angetroffene Untergrund ist weder frostsicher noch ausreichend tragfähig. Er lässt sich auch nicht ausreichend nachverdichten.

Es wird empfohlen, in den hoch gelegenen Flächen oder Bereichen den Untergrund in ausreichenden Umfang abzutragen und im Unterbau der tiefergelegenen Flächen lagenweise einzubauen. Der Aushub muss so umfangreich sein, dass im Norden im Unterbau eine mindestens 0,40-0,45 m mächtige Schicht aus geeignetem Erdaushub eingebracht werden kann, die zu verfestigen ist. Darauf ist dann der ausreichend mächtige Oberbau anzuordnen.

Wird der Unterbau mit Kalk und Zement verfestigt, kann der Oberbau um 0,10 m verringert werden.

Der Untergrund ist – da wo es möglich und erforderlich ist! - zuvor in ausreichendem Maß nachzuverdichten. Nicht verdichtungsfähiger oder nicht verwitterungsbeständiger Untergrund ist vollständig auszugraben und vor Ort anderweitig zu verwerten.

Die Maßnahmen sind durch statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 auf der Baugrubensohle, dem Unterbau und dem Oberbau zu begleiten!

Es wird dringend empfohlen, die höheren Vorgaben für Verkehrsflächen im Bereich von Feuerwehrstellplätzen zu berücksichtigen.

8.3.2. Untergrund

Nach dem Abtrag nicht geeigneten Materials sowie nach dem Abtrag überschüssigen Materials im Norden liegt die Baugrubensohle frei. Sie ist möglichst bereits jetzt parallel zur geplanten Geländeoberfläche einzurichten.

Beim Einrichten der Baugrubensohle ist darauf zu achten, dass im Norden zumindest eine Lage á 0,40 m aus verbessertem Boden aufgebracht werden kann. In dem südlichen Bereich, in dem aufgrund des Gefälles nach Süden der Boden möglicherweise um über 1,0 m angehoben werden muss, ist jede aufgebrachte Lage á 0,40 m zu verfestigen. Es sind naturgemäß mehr als zwei Lagen aufzuschütten.

Es wird gefordert, dass der anfallende Erdaushub prinzipiell vor Ort entnommen wird (s.o.).

Auf die Baugrubensohle ist ein Zusatz von einem Kalk-Zement-Gemisch 50/50 o.ä. von insgesamt 50 kg/m³ aufzubringen und in mindestens drei Übergängen ausreichend einzuarbeiten und anschließend mit einer Schafffußwalze in mindestens drei Übergängen ausreichend nachzuverdichten. Die Zugabe kann im Bedarfsfall erweitert werden. Ein Wassertank etc. ist bereitzuhalten.

An Wochenenden oder bei drohenden Niederschlägen ist der Unterbau mit einer Glattmantelwalze zu glätten, um das Eindringen von Niederschlagswasser zu minimieren. Die Fläche ist um 2-3° nach Süden zu neigen. Die verbesserten Böden sind drei Tage ruhen zu lassen.

Anschließend ist der Erfolg der Verfestigung durch statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 zu bestätigen. In der Baugrubensohle sind Werte von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ bei einer Verhältniszahl von $< 2,5$ nachzuweisen. Höhere Werte bis zu $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$ sind denkbar.

8.3.3. Unterbau

Auf den verfestigten Untergrund wird nach dem Aushärten in gleicher Art und Weise ein Lage á 40-45 cm geeigneter Boden aufgebracht und verfestigt (vgl. Kap. 8.3.2.).

Bei dem dann eingerichteten, verfestigten Untergrund kann auf dem Planum nach der Verfestigung ein E_{v2} -Wert von $>45-80 \text{ MN/m}^2$ bei einer Verhältniszahl von $< 2,5$ überall erwartet werden. Der erreichte E_{v2} -Wert hängt von der Höhe der Zugabe ab.

Die verbesserten oder verfestigten Schichten sind so großflächig wie möglich einzurichten, um die unterlagernde Anfüllung möglichst vollständig abzudecken.

Dazu ist bindiger Erdaushub mit einem Kalk-Zement-Gemisch 2:1 von insgesamt $50-60 \text{ kg/m}^3$ aufzubringen und in mindestens drei Übergängen ausreichend einzuarbeiten und anschließend mit einer Schafffußwalze in mindestens drei Übergängen ausreichend nachzuverdichten. An Wochenenden oder bei drohenden Niederschlägen ist der Unterbau mit einer Glattmantelwalze zu glätten, um das Eindringen von Niederschlagswasser zu minimieren. Die Fläche ist um $2-3^\circ$ nach Süden zu neigen. Die verbesserten Böden sind drei Tage ruhen zu lassen.

Anschließend ist der Erfolg der Verfestigung durch statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 zu bestätigen. Im Planum sind Werte von $E_{v2} = 45-80 \text{ MN/m}^2$ bei einer Verhältniszahl von $< 2,5$ nachzuweisen. Höhere Werte bis zu $E_{v2} = \geq 100 \text{ MN/m}^2$ sind denkbar.

Organisches, verwitterungsanfälliges sowie organoleptisch stark auffälliges Material ist jedoch seitlich zu Bodenmieten aufzuschütten.

Wird Fremdmaterial (bindiger Erdaushub) angefahren und dieser verfestigt, um das Gelände anzupassen, so ist dieser Boden unbedingt zuvor auf Sulfat (Gips, Pyrit) zu untersuchen, um der Gefahr eines Aufweichens und Quellens zu begegnen.

Durch die Verfestigung des Unterbaus kann der Oberbau um $0,10 \text{ m}$ verringert werden.

8.3.4. Oberbau

Im Planum sind nach der Verfestigung Böden der Frostepfindlichkeitsklasse F 2 anzusetzen. Aufgrund der Zugehörigkeit zur Frosteinwirkungszone II wird ein Zuschlag von $0,10 \text{ m}$ gefordert.

Die Belastungsklasse ist nicht bekannt. Sie wird mit Bk 0,3-1,0 bzw. Bk 3,2-10 angenommen.

Die Ausgangswerte für die Minstdicken des frostsicheren Oberbaus sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 9: Ausgangswerte für die Mindestbestimmung des frostsicheren Straßenoberbaus

Frost-empfindlichkeits-klasse	Dicke in cm bei Bauklasse		
	Bauklasse Bk100 bis Bk10	Bauklasse Bk3,2 bis Bk1,0	Bauklasse Bk0,3
F 2	55	50	40
F 3	65	60	50

Für den frostsicheren Straßenoberbau sind die Bodengruppen GW, GI, SW und SI sowie gebrochene Mineralstoffe der Korngruppen 0/16, 0/32, 0/45 o.ä. nach DIN 18196 geeignet. Wichtig ist, dass der Feinkornanteil (Feinkorn: < 0,06 mm) vor dem Einbau unter 5 Massen-% liegt. Der Lieferant hat den Nachweis zu erbringen. Nach dem Einbau darf der Feinkornanteil auf 7 Massen-% ansteigen.

Die Erdbaustoffe sind in Lagen von < 0,25 m aufzuschütten und mit einem mindestens mittelschweren Flächenverdichter in mindestens drei Übergängen kreuzweise ausreichend und sorgfältig zu verdichten.

Auf der Oberfläche sind – entsprechend der Belastungsklassen – mittels statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 in Abhängigkeit von der Bauklasse E_{v2} -Werte von 100 – 150 MN/m² bei einer Verhältniszahl von < 2,2 nachzuweisen.

9. Bemerkung zur Baugrubenerstellung

9.1. Allgemeine Hinweise

Die Baugruben- und die Fundamentsohle sind möglichst auf gleichem Boden einzurichten. Mutterboden, organische Böden, oder breiig-weiche bzw. lockere bis sehr lockere Schichten sind zu durchschachten, auszubessern oder zu sichern (z.B. durch das Einarbeiten von Schroppen).

Auflockerungen und Aufweichungen in der Baugrubensohle sind auf jeden Fall zu vermeiden und/oder zu beseitigen.

Ansonsten ist die Baugrubensohle mit einem geeigneten Flächenverdichter in mindestens drei Übergängen kreuzweise ausreichend zu verdichten.

Beim Aufstellen von schweren Baustellengeräten wie z.B. Kränen ist auf einen ausreichenden Abstand zur Baugrube und auf einen ausreichend tragfähigen und einheitlichen Untergrund zu achten.

Es wird empfohlen, eine Baustraße einzurichten. Sie kann nach Bauende wieder rückgebaut werden.

Die Baugrubensohle sowie die -wände sind unbedingt gegen Witterung zu schützen. Die Sohle ist nach dem Einrichten nicht zu befahren. Sie kann durch eine Lage aus verdichtungsfähigem Material oder Magerbeton (Fundamentsohlen) geschützt werden. Einbauarbeiten haben über Kopf zu erfolgen.

9.2. Umgang mit Niederschlagswasser

Niederschlagswasser kann problematisch werden. Anfallendes Niederschlagswasser ist deshalb so bald wie möglich zu beseitigen. Es kann notwendig werden, die Baugrubensohle um 2 % geneigt einzurichten um Wasser beseitigen zu können. Nötigenfalls ist ein Pumpensumpf einzurichten. Eine offene Wasserhaltung kann allein zur Beseitigung von Niederschlagswasser erforderlich werden.

Während der Bauzeit ist darauf zu achten, dass oberflächlich anfließendes Wasser seitlich abfließen kann, ohne durch Durchnässung und Erosion in der Baugrube Schaden anzurichten.

9.3. Einrichten der Baugrubenwände

Die Baugrubenwände sind im Bereich steifer und halbfester Böden unter einem Winkel von 60°, bei lockeren, mitteldichten und dichten Böden unter einem Winkel von 45° einzurichten. Im Bereich weicher Böden ist ebenfalls ein Winkel von 45° einzuhalten.

Bei breiigen oder aufgetriebenen und sehr lockeren sowie sehr empfindlichen Böden ist die Baugrubenwand weiter abzuflachen.

Bei einer geringen Baugrubentiefe von $< 1,25$ m und zumindest steifer Konsistenz kann die Baugrubenwand nahezu beliebig $< 80^\circ$ eingerichtet werden. Dennoch sind Kontrollen durchzuführen und die Baugrubenwände anzupassen.

Die mehlkörnigen Böden können bei Durchnässung und dynamischer Belastung zu fließen beginnen (Löseklasse 2 Bodenarten nach der DIN 18300). Engständige Kontrollen sind deshalb durchzuführen und die Böschungen müssen gegebenenfalls weiter abgeflacht werden (s.o.).

Bei dem angetroffenen Untergrund ist eine unverbaute Baugrubenwand von steiler als 45° kaum möglich.

Es ist mit dem Ausfließen der Baugrubenwand, durch die Verdichtungsarbeiten provoziert, zu rechnen, so dass bereichsweise die Baugrubenwand flacher eingerichtet werden muss.

Baugrubenschultern sind keinesfalls zu befahren oder durch schwere Lasten zu beschädigen. Schwere Lasten, wie Container etc., müssen einen Mindestabstand von 1,0 m vom Baugrubenrand einhalten. Bei tieferen Gräben und hohen Baugrubenwänden von $> 1,25$ m ist dagegen ein Abstand von mindestens 2,0 m einzuhalten.

Falls die Erdarbeiten in einer Herbst-/Winter-/Frühlings-Periode durchgeführt werden, ist darauf zu achten, dass die Witterung ausreichend beständig und warm ist. Freiliegende Baugrundsohlen sind nicht dem Frost auszusetzen. Werden die Arbeiten in der Kälteperiode unterbrochen, sind die Baugrubensohle und die -wände zu schützen, es besteht sonst die Möglichkeit, dass die Baugrubenwände ausfließen.

Der Abstand einer unverbauten Baugrubenwand zu einer öffentlichen Straße bzw. einem Weg oder auch privaten Grundstücksgrenzen darf 1,0 m nicht unterschreiten.

Können aufgrund der örtlichen Gegebenheiten diese Forderungen nicht eingehalten werden, ist u. U. ein Verbau erforderlich. Auf die Vorgaben der DIN 4123 ist zu achten.

10. Verwendung des Erdaushubs

Der anfallende oberflächennahe Erdaushub aus der Anfüllung ist – sofern es sich nicht um organische Böden und organische Bestandteile handelt – unbedingt für eine Verwendung vor Ort als Erdbaustoff bereitzustellen. Ein Abfahren und Entsorgen ist nicht sinnvoll.

Anders ist es im Fall einer möglichen Verwertung. Dies kann gegebenenfalls durchaus erfolgen. So kann der Mutterboden durchaus auf dem östlich angrenzenden Gelände aufgeschüttet werden.

Der bindige und der gemischtkörnige sowie der leicht organische Erdaushub können zum Anheben des Geländes verwandt werden. Es werden sich jedoch Setzungen einstellen, sofern der Boden nicht verfestigt wird.

Ein bindiger oder ein gemischtkörniger Boden kann aber auch eingebaut werden, wenn auf die besonderen bodenmechanischen Eigenschaften Rücksicht genommen wird. Dann sind die Lagen auf 0,10 bis 0,15 m zu verdünnen und die Übergänge auf 5-6-mal zu erhöhen. Es ist geeignetes Verdichtungsgerät zu benutzen. Die Verdichtung muss statisch erfolgen. Der Boden darf weder zu trocken noch zu feucht sein.

11. Versickerung von Niederschlagswasser

In dem angetroffenen Untergrund ist eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht möglich, weil der Untergrund angeschüttet ist.

12. Zusammenfassung

Geplantes Bauwerk:	Betriebshof, nicht unterkellert
Gelände:	geneigte Wiese, Anfüllung (Deponie)
Wasser:	Grundwasser ab 5,0-15,0 m, vgl. Kap. 3.2.
Gründung:	Bürocontainer, Garagen, Nebenanlagen: 1.: Streifenfundamente; Verkehrsflächen: Bodenverfestigung, dann Oberbau (vgl. Kap. 6.3.)
Frosteinwirkung:	Zone II; Frostsichere Gründungstiefe: 1,00 m
Frostschürze:	nicht zwingend erforderlich
Bauwerksabdichtung:	Schutz nach DIN 18533 W1.1-E oder nach der WU-Richtlinie, Beanspruchungsklasse 2, filterstabile, kapillarbrechende Schicht von 0,15 m (vgl. Kap. 6.1.3.)
Versickerung:	nicht geeignet (vgl. Kap. 10)
Kampfmittelgefährdung:	keine Hinweise
Einflussfaktoren:	außerhalb der Erdbebenzonen nach DIN 4149

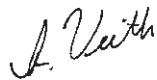
Hinweise und Forderungen:

- ❖ Baugruben- und Fundamentsohlenabnahme durch den Unterzeichner (vgl. Kap. 6.1.6.)
(Bitte beachten Sie, dass wir für die Einterminierung mindestens 1 Woche Vorlaufzeit benötigen.)

Schlussbemerkungen:

Die vorliegende Untersuchung ist eine Baugrunduntersuchung, die zur Unterstützung des geplanten Bauvorhabens geplant und durchgeführt wurde. Eine Untersuchung gemäß des Bundesbodenschutzgesetzes, der Bundesbodenschutzverordnung oder der entsprechenden landesrechtlichen Umsetzung erfolgte nicht. Sie ist aus Sicht des Unterzeichners nicht unbedingt notwendig, weil sich gegenüber den bisherigen Untersuchungen keine wesentliche Änderung ergeben hat: die Untersuchung vom Wirkungspfad Boden-Grundwasser, Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze ergibt keine Hinweise auf eine Gefährdung. Das geplante Bauvorhaben stellt gleichzeitig eine deutliche Verbesserung des Standortes dar. Die vorhandene Altablagerung wird zusätzlich gesichert!

Wilburgstetten, den 22.02.2021



Dipl.-Geologe Armin Veith
Geschäftsführer