



GUTACHTEN

**über die Baugrunduntersuchung/orientierende Altlastuntersuchung
auf dem Grundstück**

**BV ehemaliges Betriebsgelände Fuchs
Hinterer Spitalhof 4
73479 Ellwangen
Fl.-Nr.: 1043
Projekt-Nr.: 12201201-LIS**

Auftraggeber:

**Stadt Ellwangen
Tiefbauamt
Bahnhofstr. 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	8
4. Bodenklassifizierung	10
5. Bodenkennwerte	15
6. Chemische Untersuchungen	17
7. Umweltrelevante Einschätzung	21
8. Angaben zur Gründung	22
8.1. Allgemeines	22
8.1.1. Hinweise zum Bauwerk	22
8.1.2. Hinweise zum Baugrund	22
8.1.3. Schutz des Bauwerks vor Wasser	24
8.1.4. Schutz des Bauwerks vor Frosteinwirkung	25
8.1.5. Baubegleitende Maßnahmen	25
8.1.6. Geotechnische Kategorie	26
8.1.7. Richtlinien und Normen	26
8.2. Streifenfundamente	27
8.3. Verkehrsflächenbau	28
8.3.1. Allgemeines	28
8.3.2. Untergrund	29
8.3.3. Unterbau	30
8.3.4. Oberbau	32
9. Bemerkung zur Baugrubenerstellung	33
9.1. Allgemeine Hinweise	33
9.2. Umgang mit Niederschlagswasser	34
9.3. Einrichten der Baugrubenwände	34
10. Verwendung des Erdaushubs	35
11. Versickerung von Niederschlagswasser	36
12. Zusammenfassung	37

TABELLENVERZEICHNIS:

Tabelle 1:	Wasserstände	8/9
Tabelle 2:	Bodenklassifizierung	10/11
Tabelle 3A:	Homogenbereiche A bis C (Anfüllung) mit Baugrundkennwerten	12
Tabelle 3B:	Homogenbereiche D bis F (natürlich gewachsener Boden) mit Baugrundkennwerten	14
Tabelle 4:	Bodenkennwerte	15/17
Tabelle 5:	Einstufung der untersuchten Bodenproben als Bodenart	17/18
Tabelle 6:	Auffällige Gehalte im Boden und Bewertung nach LAGA	19
Tabelle 7:	Auffällige Gehalte im Boden und Bewertung nach VwV Boden	20
Tabelle 8:	Abstand geplanter Geländehöhe zu bestehendem Gelände	23
Tabelle 9:	Ausgangswerte für die Mindestbestimmung des frostsicheren Straßenoberbaus	32

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.: 1043, den Bau eines neuen Wertstoffhofes mit Bürocontainer.

Das Gelände liegt südlich der Straße „Am Spitalhof“ bzw. L1060 auf einer flach einfallenden Fläche, auf der Erdbaustoffe, Recyclingbaustoffe und Baumaterialien gelagert werden.

Zuvor hat die Baufirma Hermann Fuchs aus 73479 Ellwangen auf dem Gelände ein Baustofflager betrieben.

Die Straße – L1026 oder Hinterer Spitalhof – liegt nördlich der Untersuchungsfläche und verläuft nahezu geradlinig von West nach Ost. Hier liegt eine Zufahrt von der L 1026 auf das Gelände.

Auf dem Gelände soll ein Wertstoffhof mit Bürocontainer errichtet werden. Die Geländeoberfläche soll bis 466,1 – 466,9 m ü. NN aufgebaut werden. Am Südrand sollen Lkw für den An- und Abtransport verkehren können. Die Fahrbahn ist in einer Höhe von 464,65 m ü. NN geplant.

Das Gelände umfasst etwa 3.950 m² und ist zumeist unbefestigt und flach geneigt. An einzelnen Stellen ist das Gelände mit Asphalt befestigt. Die Zufahrt liegt im Nordosten. Hinweise auf eine größere bauliche Nutzung ergaben sich nicht.

Der Grundriss der Fläche liegt - den eigenen Messungen an den insgesamt 16 Ansatzpunkten nach – in einer Höhe von 464,3 m ü. NN bis 465,7 m ü. NN (vgl. Anl. 1). Die Angaben sind vom Planer zu prüfen.

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

Dem Unterzeichner wurden folgende Quellen zur Verfügung gestellt:

Ellwangen, Altablagerungen „An der L 1060“; hier: Kurzfassung – Orientierende Erkundung, Teil 2; Büro für Ingenieurgeologie, Lerchenweg 12, 73479 Ellwangen; Auftraggeber: Stadt Ellwangen, Postfach 1354, 73473 Ellwangen; vom: 26.10.2001

Ellwangen, Altablagerungen „An der L 1060“; hier: Ergebnisse der näheren Erkundung E2-3; Büro für Ingenieurgeologie, Lerchenweg 12, 73479 Ellwangen; Auftraggeber: Stadt Ellwangen, Tiefbauamt Ellwangen, Postfach 1354, 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

Die Bohranzeige des Unterzeichners vom 04.12.2020 wurde am 11.12.2020 bestätigt und genehmigt.

Am 16.12.2020 wurde durch unseren B. Sc. Geologen D. Frimmersdorf an insgesamt 16 Ansatzpunkten der Untergrund erkundet. Dazu wurden 16 Baggerschürfe bis zur Endteufe von 1,7 m bzw. 1,9 m (Schurf 4 und 5) und 3,7 m (Schurf 11) sowie vier schwere Rammsondierungen SRS (Spitzenfläche: 15 cm²) bis in eine Tiefe von

jeweils 4,0 m (SRS 1 bis 3) und von 5,0 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 quellfähigem Tonmaterial verschlossen.

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

3. Beschreibung des Untergrundes

3.1 Boden

Der Untergrund ist unter allen 16 Ansatzpunkten angefüllt. Die Anfüllung besteht aus schluffig-sandigem Erdaushub, aus sandig-kiesig-steinigem Erdbaustoff, zumeist gebrochen und untergeordnet aus Bauschutt wie Ziegel oder Beton und Asphalt. Lokal treten Nester aus Steinen und Blöcken auf.

Lokal treten Hinweise auf eine Oberflächenbefestigung auf (vgl. Schurf 6 oder 8). Vereinzelt tritt auch eine Anfüllung aus organischem Material wie Wurzeln und Äste auf (vgl. Schurf 2, 1,5-1,9 m).

An der Geländeoberfläche sind häufig organische Beimengungen wie Laub und Äste vorhanden. Die angetroffenen Anfüllungen unter den Ansatzpunkten 1 bis 16 sind locker bis mitteldicht.

Unter der Anfüllung folgen bis zur Endteufe von maximal 1,9 m (Schurf 4) bis 3,7 m (Schurf 11) schlufffreie bis schwach schluffige Sande oder auch gelegentlich schluffige bis stark schluffige Sande. Auch weiche bis steife Schluffe wurden lokal

angetroffen (vgl. Schurf 9 und 10). An einer einzelnen Stelle wurde im Untergrund Ton (vgl. Schurf 13 und 16) angetroffen.

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 16.12.2020 wurde in den Sondierlöchern und in den offenen Baggerschürfen Grund- oder Schichtwasser eingemessen.

Tabelle 1: Wasserstände

Ansatzpunkt	Untersuchungstiefe (m)	Wasserstand
Schurf 1	2,6 m 461,8 m ü. NN	An der Basis Wasser 461,8 m ü. NN
Schurf 2	2,4 m 462,2 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 3	2,2 m 462,5 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 4	1,7 m 464,0 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 5	1,9 m 463,8 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 6	2,0 m 463,2 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 7	3,3 m 461,5 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 8	3,1 m 461,5 m ü. NN	An der Basis feucht 461,5 m ü. NN
Schurf 9	3,3 m 461,3 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 10	3,1 m 461,3 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 11	3,7 m 460,7 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 12	3,0 m 461,5 m ü. NN	An der Basis nass 461,5 m ü. NN
Schurf 13	3,0 m 461,6 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 14	2,6 m 462,2 m ü. NN	An der Basis nass 462,2 m ü. NN
Schurf 15	3,5 m 462,0 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
Schurf 16	2,8 m 461,8 m ü. NN	kein Wasser eingemessen

Ansatzpunkt	Unter- suchungstiefe (m)	Offene Sondier- lochtiefe (m)	Wasserstand
SRS 1 bei Schurf 1	4,0 m 460,4 m ü. NN	3,2 m 461,2 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
SRS 2 bei Schurf 11	4,0 m 460,4 m ü. NN	3,0 m 461,4 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
SRS 3 bei Schurf 15	4,0 m 461,5 m ü. NN	2,4 m 463,1 m ü. NN	kein Wasser eingemessen
SRS 4 bei Schurf 5	5,0 m 460,7 m ü. NN	4,2 m 461,5 m ü. NN	kein Wasser eingemessen

Das angelroffene Wasser wird als geringmächtiges und lokales Schicht- und Stauwasser bewertet.

Zusammenhängendes Grundwasser wird aufgrund von Wasserstandsmessungen in einer nahegelegenen Grundwassermessstelle auf dem östlich benachbarten Grundstück bewertet. In dieser Messstelle – von der BfL als B1/GM bezeichnet (Gutachten der BfL vom 14.05.2004) – wurde am 09.02.2021 ein Abstich von 13,30 m ü. NN gemessen. Die Pegeloberkante wurde bei 462,20 m ü. NN eingemessen. Dies bedeutet eine Höhe von 448,9 m ü. NN.

Die Grundwasserfließrichtung wird als nach Süden gerichtet angenommen. Dies wird auch in der Untersuchung der BfL vom 14.05.2004 genannt.

Erfahrungsgemäß kann der Grundwasserstand im Laufe mehrerer Jahre um bis zu 1,0 m und mehr nach oben oder unten schwanken. Dann können Schichten geflutet werden, die gegenwärtig ungesättigt sind.

Berücksichtigt man die niedrigsten gelegenen Ansatzpunkte Schurf 1, 10 und 11 mit jeweils etwa 464,4 m ü. NN, so ergibt sich ein Grundwasserflurabstand zwischen dem Gelände und der Grundwasseroberfläche am 09.02.2021 von >10 m. Nach Norden ist mit einem flachen Anstieg zu rechnen.

Bei einer maximalen Mächtigkeit der Anfüllung von 2,6 m (Schurf 7: GOK: 464,8 m ü. NN) und 2,5 m (Schurf 8: GOK 464,6 m ü. NN) kann ausgesagt werden, dass die Anfüllung keinesfalls einen nassen Fuß hat.

Oberflächennah können Schicht-, Stau- oder auch Haftwasser saisonal in einem unterschiedlichen Umfang nicht ausgeschlossen werden.

Dabei können selbst geringe Mengen Wasser die bodenmechanischen Eigenschaften erheblich verschlechtern. Auch kann die Standfestigkeit der Baugrubenwände durch Schicht- und Stauwasser deutlich verringert werden.

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	Frostempfindlich-keitsklassen nach ZTVE StB
Anfüllung				
Pflanzenreste (Laub, Äste, Holz, Wurzeln), dunkelbraun	Streuschicht			
Mutterboden: Schluff/Sand/Kies, steinig, humos bis stark humos, dunkelbraun	U/S/G, h-h*	OU/OH	1	F 3
Ton, stark sandig, schwach kiesig, rot, rotbraun	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
Kies und Sand (Naturstein), tonig, schluffig, graubraun, dunkelgrau-braun	G+S, t, u	GT*/SAT*//GU*/SU*	4 ²	F 3
Kies und Sand (Naturstein), grau-braun	G+S	GW/GI/GE//SW/SI/SE	3	F 1
Kies und Sand, schluffig, schwach steinig bis steinig, braungrau, weißgrau, braun	G+S, u, x'	GU*/SU*	4 ²	F 3
Kies und Sand, schwach schluffig, schwach steinig bis steinig, braungrau, weißgrau, braun	G+S, u', x'	GU/SU	3	F 1 / 2
Sand, schluffig, schwach kiesig, schwach steinig (Ziegel), braungrau, dunkelbraun	S, u, g', x'	SU*	4 ²	F 3
Sand, schwach schluffig, schwach kiesig, schwach steinig (Ziegel), braungrau, dunkelbraun	S, u', g', x'	SU	3	F 1 / 2
Kies, schwach steinig bis steinig, sandig bis stark sandig, Blöcke, braungrau, hellgrau, weißgrau, braun	G, s-s*, x'-x	GW	3	F 1

Bodenschicht	Bodenart nach DIN 4022	Boden- gruppe nach DIN 18196	Boden- klasse nach DIN 18300	Frostempfind- lich- keitsklassen nach ZTVE StB
Natürlich gewachsener Boden				
Ton, schwach sandig, grau	T, s ¹	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 ¹	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 Recyclingmaterial, das auf dem Gelände gelagert wird und einer Verwertung zugeführt werden soll und kann, wird 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 20 mm
Fremdstoffe [%]	< 5	< 5	< 25
Anteile Steine und Blöcke [%]	0	< 5	< 40
Wichte des feuchten Bodens γ [kN/m ³]	11,0 – 12,0	15,0	18,0 – 22,0
Undrained Scherfestigkeit [kN/m ²]	–	–	0 – 200
Wassergehalt w [%]	0,1 – 0,25	0,1 – 0,25	0,1 – 0,2
Plastizität I _p (%)	0	5 – 15	–
Fließgrenze w _L , Ausrollgrenze w _P [%]	0 0	0 0	0 – 20 0 – 30
Konsistenz	weich	weich	breiig, weich bis steif
Lagerungsdichte	locker	locker	locker bis mitteldicht
Organischer Anteil [%]	100	< 10	< 3
Bodengruppe nach DIN 18196	Laub, Äste, Wurzelreste, Holzreste	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	–	–	–
Ortsübliche Bezeichnung	Laub, Äste, Wurzelreste, Holzreste	Mutterboden	bindige und gemischtkörnige und reine Böden, Blöcke

Die Anfüllungen aus dem **Homogenbereichen A** sind Laub, Äste, etc., die auf dem Gelände liegen. Das Material kann vor Ort im Bereich von Grünflächen (z.B. Bepflanzung, Buschwerk, etc.) auf der Geländeoberfläche aufgebracht werden.

Die Anfüllungen aus dem **Homogenbereichen B** sind organische Böden mit erheblichen Anteilen mineralischer Substanzen. Ihr Auftreten ist gering. Es wird empfohlen, auftretendes Material seitlich zu lagern und beim Aufbau des Unterbaus unter der Pkw genutzten Fläche im Norden entweder dem anderen Erdbaustoff beizumischen oder in Wechsellagerung (z.B. Sandwich-Bauweise) dünnsschichtig aufzubringen und ausreichend zu verdichten.

Alles übrige Material aus der Anfüllung (**Homogenbereich C**) ist vor Ort wieder einzubauen. 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. Der Unterzeichner ist umgehend zu informieren. Es können Beprobungen nach PN 98 sowie weitere chemische Untersuchung notwendig werden.

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 wieder einzubauen 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					
Pflanzenreste (Laub, Äste, Holz, Wurzeln), dunkelbraun, locker, weich	10,0 – 11,0	≤1,0	15	0	0
Mutterboden: Schluff/Sand/ Kies, steinig, humos bis stark humos, dunkelbraun, weich, locker	14,0	4,0	15	0	1 – 4
Ton, stark sandig, schwach kiesig, rot, rot- braun, braun, weich bis steif	19,0 – 20,5	9,0 – 10,5	22,5 – 27,5	0 – 5	0 – 7
Schluff, stark sandig, kiesig, braun, dunkel- braun, grau, weich bis steif	19,0 – 20,5	9,0 – 10,5	22,5 – 27,5	0 – 5	0 – 7
Kies und Sand (Naturstein), tonig, schluffig, graubraun, dunkelgraubraun, locker bis mitteldicht	20,0 – 21,5	10,0 – 11,5	30 – 32,5	0	5 – 50
Kies und Sand (Naturstein), graubraun, locker bis mitteldicht	18,0 – 20,0	10,0 – 12,0	30 – 32,5	0	5 – 70

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
Kies und Sand, schluffig, schwach steinig bis steinig, braungrau, weißgrau, braun, locker bis mitteldicht	20,0 – 21,5	10,0 – 11,5	30 – 32,5	0	5 – 70
Kies und Sand, schwach schluffig, schwach steinig bis steinig, braungrau, weißgrau, braun, locker bis mitteldicht	18,0 – 20,0	8,0 – 10,0	30 – 32,5	0	5 – 90
Sand, schluffig, schwach kiesig, schwach steinig (Ziegel), braungrau, dunkelbraun, locker bis mitteldicht	20,0 – 21,5	10,0 – 11,5	30 – 32,5	0	5 – 60
Sand, schwach schluffig, schwach kiesig, schwach steinig (Ziegel), braungrau, dunkelbraun, locker bis mitteldicht	18,0 – 20,0	8,0 – 10,0	30 – 32,5	0	5 – 80
Kies, schwach steinig bis steinig, sandig bis stark sandig, Blöcke, braungrau, hellgrau, weißgrau, braun, locker bis mitteldicht	18,0 – 20,0	8,0 – 10,0	30 – 32,5	0	5 – 80
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, grau-braun, 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. Die chemische Untersuchung erfolgte nach LAGA, Tabelle 1.2-2 und 1.2-3 im Feinkorn (< 2 mm).

Die Probe wird 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	Grob-korn-anteil (> 2 mm)	Boden-art nach VWV 2005
BMP 1	Schurf 1	0,3-0,8 m	Anfüllung	Kies und Sand (Naturstein), tonig, schluffig	35 Massen-%	Schluff
	Schurf 2	0,3-1,0 m	Anfüllung	Sand, schwach schluffig bis schluffig, schwach kiesig		
	Schurf 7	0,1-1,5 m	Anfüllung	Schluff, stark sandig, kiesig und Sand, stark kiesig, schluffig		
BMP 2	Schurf 1	0,8-1,6 m	Anfüllung	Sand, schluffig, schwach steinig	32 Massen-%	Sand
	Schurf 2	0,3-2,0 m	Anfüllung	Kies, steinig, Blöcke, Sandnester		
	Schurf 7	1,5-2,6 m	Anfüllung	Schluff, stark sandig, kiesig und Sand, stark kiesig, schluffig		
BMP 3	Schurf 1	1,6-2,6 m	natürlich gewachsener Boden	Sand, schwach schluffig bis schluffig und stark schluffig	28 Massen-%	Sand
	Schurf 2	2,0-2,4 m	natürlich gewachsener Boden	Sand, schluffig		
	Schurf 7	2,6-3,3 m	natürlich gewachsener Boden	Sand, schwach schluffig		

Bodenprobe	Ansatzpunkt	Entnahmetiefe (m)	Bemerkung	Bodenart	Grobkornanteil (> 2 mm)	Bodenart nach VwV 2005
BMP 4	Schurf 8	0,7-2,5 m	Anfüllung	Sand, schwach schluffig bis schluffig, kiesig, steinig (Bauschutt)	32 Massen-%	Sand
	Schurf 5	0,2-1,1 m	Anfüllung	Sand, schwach schluffig bis schluffig, kiesig, steinig (Bauschutt)		
	Schurf 10	0,4-1,0 m	Anfüllung	Sand, schwach schluffig, schwach tonig, kiesig, steinig (Bauschutt, Schrott)		
BMP 5	Schurf 12	0,3-0,8 m	Anfüllung	Schluff und Ton, sandig, schwach kiesig	45 Massen-%	Schluff
	Schurf 13	0,3-2,0 m	Anfüllung	Sand, kiesig, steinig, schwach schluffig		
	Schurf 14	0,2-0,8 m	Anfüllung	Sand, kiesig, steinig, schwach schluffig bis schluffig		
BMP 6	Schurf 11	1,5-2,2 m	natürlich gewachsener Boden	Sand, schluffig	31 Massen-%	Sand
	Schurf 12	1,5-2,5 m	natürlich gewachsener Boden	Sand, schwach schluffig		
	Schurf 13	2,0-2,4 m	natürlich gewachsener Boden	Sand, schwach schluffig		

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 ist.

Tabelle 6: Auffällige Gehalte im Boden und Bewertung nach LAGA

Probe	Anfüllung oder natürlich gewachsener Boden	Bodenart nach VWV 2005	Auffälligkeiten	Zuordnungswerte	Bewertung nach LAGA
BMP 1	Anfüllung	Schluff	Sulfat: 120 mg/l	Z 2: 100 – 150 mg/l	Z 2
BMP 2	Anfüllung	Sand	PAK _{EPA} : 48 mg/kg Blei: 420 mg/kg Kupfer: 280 mg/kg Zink: 680 mg/kg	PAK _{EPA} : Z 2: 15 – 20 mg/kg Blei: Z 2: 300-1.000 mg/kg Kupfer: Z 2: 200-600 mg/kg Zink: Z 2: 500-1.500 mg/kg	>Z 2
BMP 3	natürlich gewachsener Boden	Sand	–	–	Z 0
BMP 4	Anfüllung	Sand	PAK _{EPA} : 6,0 mg/kg	Z 1.2: 5 – 15 mg/kg	Z 1.2
BMP 5	Anfüllung	Schluff	PAK _{EPA} : 2,9 mg/kg	Z 1.1: 1 – 5 mg/kg	Z 1.1
BMP 6	natürlich gewachsener Boden	Sand	–	–	Z 0

Die Untersuchung ergab, dass die Proben aus der Anfüllung nach LAGA, Tabellen 1.2-2 und 1.2-3 verunreinigt sind. Die Verunreinigung macht eine Einstufung als Z 1.1, Z 1.2, Z 2 und >Z 2 erforderlich (BMP 1, 2, 4 und 5). Der auffälligste Parameter sind die PAK_{EPA} mit einem maximalen Wert von 48 mg/kg (BMP 2). Die auffälligen Blei-, Kupfer- und Zinkgehalte finden im Eluat keine Entsprechung.

Die Untersuchung der beiden Proben 3 und 6 aus dem natürlich gewachsenen Boden nach LAGA, Tabellen 1.2-2 und 1.2-3 erlaubt dagegen eine Einstufung als Z 0.

In der nachfolgenden Tabelle 7 werden die auffälligsten Parameter aufgeführt, die für die Einstufung der Bodenmischproben nach VWV Boden relevant ist.

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	Schluff	PAK _{EPA} : 5,2 mg/kg Sulfat: 120 mg/l	PAK _{EPA} : Z 1.2: 3 – 9 mg/kg Sulfat: Z 2: 100 – 150 mg/l	Z 2
BMP 2	Anfüllung	Sand	PAK _{EPA} : 48 mg/kg Blei: 420 mg/kg Kupfer: 280 mg/kg Zink: 680 mg/kg	PAK _{EPA} : Z 2: 9 – 30 mg/kg Blei: Z 2: 210-700 mg/kg Kupfer: Z 2: 120-400 mg/kg Zink: Z 2: 450-1.500 mg/kg	>Z 2
BMP 3	natürlich gewachsener Boden	Sand	–	–	Z 0
BMP 4	Anfüllung	Sand	PAK _{EPA} : 6,0 mg/kg	Z 1.2: 3 – 9 mg/kg	Z 1.2
BMP 5	Anfüllung	Schluff	PAK _{EPA} : 2,9 mg/kg	Z 1.1: ≤ 3 mg/kg	Z 1.1
BMP 6	natürlich gewachsener Boden	Sand	–	–	Z 0

Die Untersuchung ergab, dass die Proben aus der Anfüllung nach VwV Boden verunreinigt sind. Die Verunreinigung macht eine Einstufung als Z 1.1, Z 1.2, Z 2 und >Z 2 erforderlich (BMP 1, 2, 4 und 5). Der auffälligste Parameter sind die PAK_{EPA} mit einem maximalen Wert von 48 mg/kg (BMP 2). Die auffälligen Blei-, Kupfer- und Zinkgehalte finden im Eluat keine Entsprechung.

Die Untersuchung der beiden Proben 3 und 6 aus dem natürlich gewachsenen Boden erlauben auch nach VwV Boden eine Einstufung als Z 0.

Die Untersuchung der Einzelproben Schurf 6 (0,7-0,9 m) und Schurf 14 (0,8-1,0 m) wurden auf ihren Gehalt an PAK_{EPA} im Feststoff untersucht. Beide Proben bestehen aus Asphalt, der im Untergrund aufgetreten ist. Die Untersuchung ergab mit Gehalten von 1,8 mg/kg und 1,3 mg/kg geringe und nahezu unauffällige Gehalte!

7. Umweltrelevante Einschätzung

Die Untersuchung ergab, dass die Anfüllung, deren Mächtigkeit bei 0,5-2,5 m liegt, flächig mit PAK_{EPA} und lokal mit Sulfat und Metallen wie Blei, Kupfer und Zink belastet ist.

Die Untersuchungen ergab in der Anfüllung Belastungen nach LAGA, Tabellen 1.2-2 und 1.2-3 und VwV Boden in Z 1.1 bis Z 2 und in einzelnen Fällen auch > Z 2.

Im natürlich gewachsenen Untergrund unter der Anfüllung dagegen ergaben sich keine Hinweise auf eine nennenswerte Verunreinigung. Es kann somit gefolgert werden, dass sich die Verunreinigung unter den Ansatzpunkten nicht durchgepaust hat.

An der Basis der Schürfe unterhalb der Anfüllung tritt lokal dünnmächtig gering ergebiges Schichtwasser auf. Echtes Grundwasser dagegen, so ergaben Messungen auf dem östlich benachbarten Gelände, ist in einer Tiefe von 15,0 m zu erwarten.

Ein „Durchpausen“ der Verunreinigung und Ausbreiten in den natürlich gewachsenen Boden ist gegenwärtig nicht zu erkennen.

Dieses Risiko wird durch die geplante Überbauung weiter vermindert, so dass nachdrücklich für eine Überbauung und undurchlässige Versiegelung des Geländes plädiert wird.

Der Erfahrung des Unterzeichners nach kann davon ausgegangen werden, dass die Löslichkeit und damit die Gefahr einer Verbreitung bei der angetroffen PAK_{EPA} -Belastung gering ist!

Die PAK_{EPA} -Verunreinigung wird auf teerhaltigen Asphalt etc. zurückgeführt.

Die erhöhte PAK_{EPA} -Belastung liegt in Bereichen (Schurf 1, 2 und 7), die nicht von tiefgründigen Erdarbeiten erfasst werden.

Treten stark auffällige Böden auf, so sind diese seitlich der Baustelle zu lagern und gegen die Witterung zu schützen.

8. Angaben zur Gründung

8.1. Allgemeines

8.1.1. Hinweise zum Bauwerk

Das Tiefbauamt der Stadt 73479 Ellwangen plant den Bau eines neuen Wertstoffhofes mit Bürocontainer. Das Gelände liegt südlich der Straße auf einer flach einfallenden Fläche, auf der Erdbaustoffe, Recyclingbaustoffe und Baumaterialien gelagert werden.

Auf dem Gelände soll ein Wertstoffhof mit Bürocontainer errichtet werden. Die Geländeoberfläche soll bis 466,1 – 466,9 m ü. NN aufgebaut werden. Am Südrand sollen Lkw für den An- und Abtransport der vollen und leeren Container verkehren können. Die Fahrbahn ist in einer Höhe von 464,65 m ü. NN geplant. Die Angaben sind vom Planer zu prüfen.

Der Grundriss der Fläche liegt in einer Höhe von 464,3 m ü. NN bis 465,7 m ü. NN (vgl. Anl. 1).

8.1.2. Hinweise zum Baugrund

Die Bebauung wird aus Fahrbahnen und einigen wenigen Bürogebäuden bestehen.

Mit den oben angegebenen Höhen liegt die geplante Geländehöhe zum Großteil über dem gegenwärtigen Gelände.

Tabelle 8: Abstand geplanter Geländehöhe zu bestehendem Gelände

Ansatzpunkt	Höhe gegenwärtiges Gelände gegenüber geplanter Fahrbahn (466,1 – 466,9 m ü. NN im Norden; 464,65 m ü. NN im Süden)
Schurf 1	2,5 m
Schurf 2	2,3 m
Schurf 3	2,2 m
Schurf 4	1,2 m
Schurf 5	1,2 m
Schurf 6	1,1 m
Schurf 7	1,5 m
Schurf 8	1,7 m
Schurf 9	1,7 m
Schurf 10	1,9 m
Schurf 11	0,2 m
Schurf 12	0,1 m
Schurf 13	0,05 m
Schurf 14	Lkw-Zufahrt im Süden: Einbindetiefe unter geplanter Geländeoberfläche: 0,2 m
Schurf 15	Lkw-Zufahrt im Süden: Einbindetiefe unter geplanter Geländeoberfläche: 1,2 m
Schurf 16	2,1 m

Abweichungen um einige wenige Dezimeter sind nicht auszuschließen.

Zu Beginn der Erdarbeiten wird empfohlen, vorhandene Erdbaustoffe und Recyclingbaustoffe vollständig abzufahren und einer Verwertung zuzuführen.

Ansonsten wird empfohlen, keinerlei Erdaushub etc. abzufahren, sondern vor Ort wieder einzubauen.

Das Nivellement ergab, dass im Norden die Pkw-benutzte Fläche um über 1,0 m bis deutlich über 2,0 m über der gegenwärtigen Geländeoberfläche liegen wird. Hier ist zunächst ein dünnmächtiger Abtrag ungeeigneter Erdbaustoffe und organischen Materials erforderlich. Dann ist ein umfangreicher Aufbau geeigneter Erdbaustoffe notwendig.

Im südlichen Bereich dagegen, wo die Lkw die Container bewegen sollen, liegt die geplante Höhe der Fahrbahn im Bereich der gegenwärtigen Geländeoberfläche. Hier zeichnet sich ein umfangreicher Abtrag des vorhandenen Erdbaustoffs und dann ein Auftrag geeigneter Erdbaustoffe ab.

Es wird empfohlen, im südlichen Bereich den Untergrund so weit wie nötig abzugraben und den Aushub lagenweise auf der nördlich angrenzenden Fläche wieder einzubauen und zu verdichten!

Es wird dann noch notwendig sein, weiteren Erdbaustoff anzufahren, um die nördliche, Pkw-benutzte Fläche auf die geplante Höher zu bringen.

Der Aufbau unter beiden Flächen - Pkw- und Lkw-genutzt – wird aus einem Unterbau und einem frostsicheren Oberbau bestehen.

Es wird angenommen, dass der angrenzende Feldweg im Osten des Flurstücks unter den gleichen Vorgaben neu ausgebaut wird.

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.

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. Geotechnische Kategorie

Das Bauwerk wird in die geotechnische Kategorie II eingestuft. Die Baugruben- und die Fundamentsohlen sind dennoch gutachterlich durch den Unterzeichner abzunehmen. 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 Abwasserleitungen und Kanälen
- DIN EN 805 Wasserversorgung – Anforderung an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden
- TRVV 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 - Richtlinie Kontaminierte Bereiche - MTM](#)

Allgemeine Informationen: [Arbeiten in kontaminierten Bereichen \(bgbau-medien.de\)](#)

8.2. Streifenfundamente

Sollen das Bauwerk des Bürocontainers auf Streifenfundamenten errichtet werden, wird gefordert, die Fundamentsohlen zuverlässig in einen mindestens steifen oder mitteldichten Boden einzubinden.

Da der Untergrund unter den geplanten Standorten ohnehin aufgefüllt 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 waagrecht 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. Im nördlichen, dem oberen Teil, wird voraussichtlich zumeist Pkw- und Lkw (7,5 t)-Verkehr stattfinden.

Im südlichen Teil, der tiefer gelegen ist, findet Schwerlastverkehr statt, weil hier u.a. volle Wertstoff-Container abgefahren werden. Demensprechend ist an diesen Teil eine deutlich höhere Anforderung zu stellen.

Gleichzeitig ist der nördliche Teil um mehr als einem Meter, teilweise bis zwei Meter, hoch anzuschütten. Hier kann der Unterbau durch geeigneten Boden, der ausreichend verfestigt wird, eingerichtet werden.

Im südlichen Teil dagegen liegt die gegenwärtige Geländeoberfläche im Bereich der geplanten Geländeoberfläche bzw. der geplanten Fahrbahn. Der angetroffene Untergrund ist weder frostsicher noch ausreichend tragfähig. Er lässt sich auch nicht ausreichend nachverdichten.

Hier ist zu empfehlen, den Untergrund im ausreichenden Umfang abzutragen und im Unterbau der nördlichen Fläche lagenweise einzubauen. Der Aushub muss so umfangreich sein, dass im Süden im Unterbau eine mindestens 0,40-0,45 m mächtige Schicht aus geeignetem Erdaushub eingebracht werden kann, der 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 – wo erforderlich und wo notwendig - zuvor in ausreichendem Maß nachzuverdichten. Nicht verdichtungsfähiger oder nicht verwitterungsbeständiger Untergrund ist vollständig auszugraben und – möglichst 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 (südlicher Teil) liegt die Baugrubensohle frei.

Im Südteil ist zunächst ein Abgraben notwendig. Treten hier in einem weitgehend geeigneten Untergrund kleine Bereiche aus nicht verdichtungsfähigem, verwitterungsempfindlichen und setzungsempfindlichem Erdbaustoff auf, so ist es vollständig auszubauen und gegen verdichtungsfähiges und verwitterungsresistentes Material zu ersetzen. Anschließend ist die Baugrubensohle mit einem geeigneten Flächenverdichter in mindestens drei Übergängen kreuzweise ausreichend zu verdichten.

Im nördlichen Teil ist dann auf dieser nachverdichteten Baugrubensohle der Unterbau aus ortsständigem verdichtungsfähigem, verwitterungsbeständigem Erdaushub oder Erdbaustoff und dem ortsständigen, verbessertem oder verfestigtem, bindigen oder auch gemischtkörnigen Erdbaustoff aufzubringen.

Im Südteil, der von Lkw befahren werden soll, kann die Baugrubensohle alternativ auch durch den Zusatz von einem Kalk-Zement-Gemisch 50/50 o.ä. von insgesamt 50 kg/m^3 verfestigt werden. Die Zugabe ist 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 ist vorzuhalten.

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 $2-3^\circ$ 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 $E_{v2} = 45-60 \text{ MN/m}^2$ bei einer Verhältniszahl von $< 2,5$ nachzuweisen. Höhere Werte bis zu $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$ sind denkbar.

8.3.3. Unterbau

Voraussetzung für das Einrichten des frostsicheren Straßenoberbaus ist, dass auf dem Erdplanum sowie auf den Leitungsgräben ein E_{v2} -Wert von 45 MN/m^2 bei einer Verhältniszahl von $< 2,5$ nachgewiesen wird.

Bei dem angetroffenen Untergrund kann auf dem Planum ein E_{v2} -Wert von 45 MN/m^2 bei einer Verhältniszahl von $< 2,5$ nicht überall erwartet werden. Die angetroffenen Böden können auch nicht alle nachverdichtet werden.

Es wird empfohlen, den oberen Abschnitt des Unterbaus durch geeignete Böden zu erstellen, die durch die Zugabe von Kalk und Zement verbessert worden sind. Im oberen, nördlichen Bereich ist ausreichend Platz vorhanden, weil das Gelände stellenweise bis über zwei Meter angehoben werden muss. Dort bietet es sich an, am Top des Unterbaus zwei Schichten von jeweils $0,40-0,45 \text{ m}$ verbesserten Erdaushubs einzurichten.

Die verbesserten oder verfestigten Schichten sind so groß 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 kg/m³ 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 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 $E_{v2} = 45-80$ MN/m² bei einer Verhältniszahl von $< 2,5$ nachzuweisen. Höhere Werte bis zu $E_{v2} = 100$ MN/m² sind denkbar.

Unter den verbesserten oder verfestigten Böden kann anderer Erdaushub in Lagen von $\leq 0,25$ m eingebracht werden, der lagenweise mit einem geeigneten Flächenverdichteter in mindestens drei Übergängen kreuzweise ausreichend verdichtet wird.

Es wird empfohlen, den überschüssigen Erdbaustoff unter dem südlichen Teil des geplanten Hofes hier einzubauen.

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

Wird – wie zu erwarten ist - 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 Quelliens zu begegnen.

Durch die Verfestigung des Unterbaus kann der Oberbau um 0,10 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 m gefordert.

Wird das Planum durch die Zugabe von Kalk und Zement verfestigt, kann der Oberbau um 0,10 m verringert werden.

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 gebrochener 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 oder 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 Baugrubenwände 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 – für eine Verwendung vor Ort als Erdbaustoff bereitzustellen. Ein Abfahren und Entsorgen sind nicht sinnvoll.

Anders ist es im Fall einer möglichen Verwertung. Dies kann gegebenenfalls durchaus erfolgen.

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 0,1 m bis 0,15 m zu verdünnen und die Übergänge auf 5-6mal 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 aus sandigem bis schluffig-sandigen und schluffig-tonigem Böden ist die Durchlässigkeit sehr unterschiedlich.

Auf keinen Fall ist sie jedoch durch die Anfüllung hindurch auszuführen.

Wenn eine Versickerung erfolgen soll, ist sie am besten am südlichen Rand außerhalb der Betriebsfläche einzurichten. Auch hier sind unterschiedliche Böden zu erwarten. Es ist deshalb zuvor zumindest ein Versickerungsversuch vor Ort durchzuführen.

Eventuell ist es jedoch möglich, dass anfallendes Niederschlagswasser oberflächlich in einen Bach etc. abzuleiten. Eventuell ist dabei ein Retentionsbecken vorzuschalten.

12. Zusammenfassung

Geplantes Bauwerk:	Wertstoffhof mit Bürocontainern
Gelände:	flachgeneigte Fläche, ehemaliger Betriebshof der Fa. Herrmann Fuchs aus Ellwangen, jetzt Betriebshof der Stadt Ellwangen, darunter Anfüllung
Wasser:	Grundwasser in einer Tiefe ab >10 m, gelegentlich lokal Schicht- und Stauwasser, vgl. Kap. 3.2.
Gründung:	Unterbau aus verfestigtem Boden, Verfestigung in zwei Schichten a'40-45 cm; darüber Oberbau, Gründung der Container auf Fundamenten
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:	Betriebsfläche auf keinen Fall geeignet, wenn dann am südlichen Rand der Fläche, dann jedoch weitere Untersuchungen (vgl. Kap. 10)
Kampfmittelgefährdung:	keine Hinweise
Einflussfaktoren:	außerhalb der Erdbebenzonen nach DIN 4149

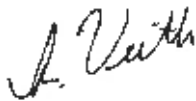
Hinweise und Forderungen:

- ❖ Baugruben- und Fundamentsohlenabnahme durch den Unterzeichner (vgl. Kap. 8.1.6.) ansonsten kann keine Gewährleistung übernommen werden
(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 der Bundesbodenschutzgesetzes oder 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