



GUTACHTEN

über die Baugrunduntersuchung

für die

Erschließung Baugebiet

„Ehla V“

Projekt-Nr.: 19132

in

89423 Gundelfingen, Fl.-Nr.: 3793

Auftraggeber:

Vogt Massivhäuser GmbH

Ringstraße 44

89435 Mörslingen

Wilburgstetten, den 03.06.2020-LS-DV

INHALTSVERZEICHNIS:	Seite
1. Vorbemerkung	4
2. Feldarbeiten	5
3. Beschreibung des Untergrundes	6
3.1. Geologie	6
3.2. Hydrogeologie	7
4. Beschreibung des Untergrundes	7
4.1. Bodenaufbau	7
4.2. Grundwasser	8
5. Bodenklassifizierung	10
6. Bodenkennwerte	13
7. Bodenmechanische Untersuchungen	14
8. Angaben zur Gründung der Wohnhäuser	15
8.1. Allgemeines	15
8.2. Nicht-unterkellertes Bauwerk	17
8.2.1. Streifenfundamente	17
8.2.2. Tragende Bodenplatte	18
8.3. Unterkellertes Bauwerk	19
8.3.1. Streifenfundamente	19
8.3.2. Tragende Bodenplatte	20
8.4. Nebenanlagen	20
9. Bemerkung zur Baugrubenerstellung	21
10. Verwendung des Erdaushubs	23
11. Frostgefährdung	24
12. Verunreinigungen im Untergrund	24
13. Versickerung von Niederschlagswasser	25
14. Straßenbau	26
14.1. Allgemeines	26
14.2. Straßenunterbau	27
14.3. Straßenoberbau	28
15. Leitungsbauarbeiten	29
15.1. Erd- und Felsarbeiten	29
15.2. Verfüllarbeiten	30
15.3. Kontrollarbeiten	32

TABELLENVERZEICHNIS:

- Tabelle 1: Wasserstände
- Tabelle 2: Bodenklassifizierung
- Tabelle 3A: Homogenbereiche A bis D mit Baugrundkennwerten
- Tabelle 3B: Homogenbereiche E bis G mit Baugrundkennwerten
- Tabelle 4: Bodenkennwerte
- Tabelle 5: Bestimmung der Konsistenzgrenzen
- Tabelle 6: Bestimmung der Korngrößenverteilung und des Glühverlustes
- Tabelle 7: Ausgangswerte für die Mindestbestimmung des frostsicheren Straßenoberbaus

ANLAGENVERZEICHNIS:

- Anlage 1: Lageplan
- Anlage 2: Schichtenverzeichnisse
- Anlage 3: Protokolle der schweren Rammsondierungen
- Anlage 4: Profile
- Anlage 5: Protokolle der bodenmechanischen Untersuchungen
- Anlage 6: Protokolle der Sickerversuche
- Anlage 7: Fotodokumentation

1. Vorbemerkung

Das Tiefbauamt Gundelfingen, Landkreis Dillingen, plant in 89423 Gundelfingen die Erschließung des Baugebiets „Ehla V“ (Projekt: 19132). Der Unterzeichner wurde mit einer Baugrunduntersuchung des Baugebiets beauftragt. Die Geologie VEITH wurde von einem Mitarbeiter des Büros Vogt Massivhäuser GmbH aus 89435 Mörslingen eingewiesen.

Die Erschließung des Baugebiets beinhaltet das Einrichten von mehreren Erschließungsstraßen, unterirdischen Ver- und Entsorgungsleitungen sowie die Ausweisung von Bauplätzen für private Wohnhäuser. Es sind etwa 31 Bauplätze geplant. Das Baugebiet umfasst die Fl.-Nr.: 3793.

Das Baugebiet schließt sich im Südosten an den Ort Gundelfingen an. Es liegt 1,5 km westlich der Donau und < 1 km südlich der Brenz (großräumig) zwischen der Mozartstraße im Westen, dem Sudetenring im Norden und Osten und der Günzburger Straße im Süden.

Das Baugebiet ist unregelmäßig rechteckig und erstreckt sich in Ost-West-Richtung. Das Baugebiet ist 290 m lang und 140 m breit. Das Gelände ist nahezu eben und liegt nach dem eigenen Nivellement an sechs Ansatzpunkten in einer Höhe von von 433,6 m ü. NN bis 433,8 m ü. NN. Das Gelände wurde bisher als Ackerfläche genutzt.

Das Erschließungsgebiet liegt in der ausgewiesenen Erdbebenzone 0, der Baugrundklasse A und der Untergrundklasse T nach DIN 4149.

Es ergaben sich keine Hinweise auf Kampfmittel. Prinzipiell kann jedoch das Auftreten von Kampfmitteln nicht ausgeschlossen werden.

2. Feldarbeiten

Vom 05.05.2020 bis 06.05.2020 wurden durch Mitarbeiter der Geologie VEITH an insgesamt sechs Ansatzpunkten der Untergrund erkundet. Dabei wurden insgesamt sechs Rammkernsondierungen RKS 1 bis 6 (Durchmesser: 80/60/50 mm), sechs schwere Rammsondierungen SRS 1 bis 6 (Spitzenfläche: 15 cm²), fünf überschwere Rammsondierungen SSRS 1 bis 4 und 6 (Spitzenfläche: 15 cm²) sowie zwei leichte Rammsondierungen LRS 2 und 5 (Spitzenfläche: 10 cm²) abgeteuft.

RKS 1: Endtiefe: 2,1 m,

SRS 1: Endtiefe: 2,5 m,

SSRS 1: Endtiefe: 6,0 m,

RKS 2: Endtiefe: 2,0 m,

SRS 2: Endtiefe: 3,8 m,

SSRS 2: Endtiefe: 6,0 m,

LRS 2: Endtiefe: 1,8 m,

RKS 3: Endtiefe: 2,8 m,

SRS 3: Endtiefe: 3,4 m,

SSRS 3: Endtiefe: 3,5 m,

RKS 4: Endtiefe: 3,0 m,

SRS 4: Endtiefe: 4,2 m,

SSRS 4: Endtiefe: 6,0 m,

RKS 5: Endtiefe: 6,0 m,

SRS 5: Endtiefe: 5,9 m,

LRS 5: Endtiefe: 2,5 m,

RKS 6: Endtiefe: 3,0 m,

SRS 6: Endtiefe: 3,1 m,

SSRS 6: Endtiefe: 3,1 m.

Aus den Bodenproben, die dem Sondiergut entnommen wurden, wurden repräsentative Einzelproben ausgesucht und bodenmechanisch auf ihre Konsistenz, ihre Korngrößenverteilung und den Glühverlust hin untersucht.

Während und nach den Feldarbeiten wurde in den offenen Sondierlöchern der Wasserstand gemessen.

3. Beschreibung des Untergrundes

3.1. Geologie

An der Geländeoberfläche stehen flachgründige Anfüllungen aus ortsständigem Erdaushub an, die durch den Ackerbau, genauer durch das Pflügen, entstanden sind. Sie werden als unerheblich eingestuft. Es sind Reste einer Drainage aus Tonziegel möglich. Auch sie sind erfahrungsgemäß als unerheblich einzustufen.

Im Baugebiet „Ehla V“ stehen oberflächennah quartäre Ablagerungen an. Sie bestehen zunächst aus sandigen Schluffen und sandigen Tonen. Dabei handelt es sich um bindige Ablagerungen wie z.B. Auenlehme. Sie sind an der Basis organisch. Die Mächtigkeit der bindigen Böden wurde mit 1,8-2,5 m erbohrt. Die Konsistenz ist breiig und weich.

Am Top hat sich ein weicher humoser Oberboden von 0,3 m bis 0,5 m Mächtigkeit eingestellt.

Unter den bindigen Böden folgen schwach schluffige bis schluffige, sandige bis stark sandige Fein- bis Mittelkiese. Sie sind mitteldicht bis dicht gelagert. Sie werden als fluviale Ablagerungen der Donau sowie der Brenz (Niederterrasse) gedeutet.

Die Basis dieser schluffig-sandigen Kiese wurde in unterschiedlichen Tiefen von 2,0/2,1 m (Ansatzpunkte 1 und 2) bis 2,8 m (Ansatzpunkt 3) und bis 3,0 m (Ansatzpunkte 4 und 6) noch nicht erbohrt. Unter dem Ansatzpunkt 5 wurden die schluffig-sandigen Kiese bis 6,0 m erbohrt. Dann mussten die Rammkernsondierungen RKS wegen hohen Bohrwiderstandes abgebrochen werden.

Es wird davon ausgegangen, dass unterhalb von 3,0 m (Endteufe der Rammkernsondierungen RKS 1 bis 4 und 6) bis 6,0-7,0 m quartäre fluviatile Ablagerungen (Niederterrasse) folgen.

Unter den fluviatilen Ablagerungen werden jedoch Lockergesteine der Molasse (Obere Süßwassermolasse) unterstellt.

Unter den Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse werden Festgesteine des Jura (Schwäbische Alb) erwartet.

3.2. Hydrogeologie

Das Grundwasser steht in den schwach schluffigen bis schluffigen, kiesigen Fein- bis Mittelkiesen an. Es ist frei, kann aber bei einem hohen Grundwasserstand auch gespannt sein.

Das Grundwasser wurde in einer Tiefe von 4,0 m bis 4,2 m angetroffen. Dies entspricht einer Höhe von 429,6 m ü. NN.

Das Grundwasser wird derzeit zur Bewässerung genutzt. Demnach kann nach dem Einstellen der Absenkung das Grundwasser ansteigen.

4. Beschreibung des Untergrundes

4.1. Bodenaufbau

An der Geländeoberfläche wurde zumeist eine flachgründige Anfüllung aus einem weichen, schluffig-sandigen humosen Oberboden (Mutterboden) erbohrt, der beim Umbrechen des Bodens durch Pflügen entstanden ist. Die Mächtigkeit wurde mit 0,3 m bis 0,5 m erbohrt (Ansatzpunkte 1 bis 4 und 6).

Unter dem Ansatzpunkt 5 wurde ein 0,5 m mächtiger, weicher humoser Oberboden aus einem tonig-schluffig-sandigem Mutterboden erbohrt.

Zur Tiefe hin folgen sandige Schluffe und sandige Tone. Sie sind an der Basis humos bis torfig. Ihre Basis wurde bei 1,8 m bis 2,5 m erbohrt. Die Konsistenz ist breiig bis weich.

Zur Tiefe hin schließen sich schwach schluffige bis schluffige, sandige bis teilweise stark sandige Fein- bis Mittelkiese an. Sie sind mitteldicht bis dicht gelagert. Sie wurden bis in eine Tiefe von 2,0/2,1 m (Ansatzpunkte 1 und 2), von 2,8 m (Ansatzpunkt 3) und 3,0 m (Ansatzpunkte 4 und 6) bis 6,0 m (Ansatzpunkt 5) erbohrt. Danach scheint die Mächtigkeit der sandigen Kiese nach Westen zuzunehmen, weil die Basis absinkt.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen SRS und der überschweren Rammsondierungen SSRS nach stehen bis zu deren Endteufen vergleichbare und bessere tragfähigen Schichten an.

Es wird unterstellt, dass unterhalb der Endteufe der Rammkernsondierungen RKS bis zum Ende der schweren und überschweren Sondierungen SRS und SSRS mürbe bis gesteinsfeste Festgesteine des Jura auftreten.

Das Auftreten von Festgestein darf jedoch nicht dazu verleiten, mit zunehmender Tiefe weiterhin von einer hohen Tragfähigkeit auszugehen. Vielmehr lehrt die Erfahrung, dass unter gut tragfähigen Gesteinsschichten wieder ein gering geeigneter Baugrund folgen kann!

4.2. Grundwasser

Zusammenhängendes, großflächiges Grundwasser wird gegenwärtig erst in einer Tiefe von über 4,0 m erwartet. Der Grundwasserleiter ist ein schwach schluffiger bis schluffiger, sandiger bis stark sandiger Fein- bis Mittelkies.

Allerdings wird in dem Umfeld Grundwasser zur Bewässerung entnommen. Nach dem Einstellen der Entnahme ist mit einem Anstieg des Grundwassers zu rechnen.

In den tonig-schluffig-sandigen Schichten kann jedoch immer bereits schon in geringen Tiefen Schicht- und Stauwasser auftreten. Dabei können bereits geringe Mengen Bodenwasser die bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrundes stark herabsetzen.

Während der Feldarbeiten wurde in den Sondierlöchern der Wasserstand eingemessen.

Tabelle 1: Wasserstände

Ansatzpunkt	Offene Sondierlochtiefe [m]	Wasserstand [m]	SRS/ SSRS/ LRS	Offene Sondierlochtiefe [m]	Wasserstand [m]
RKS 1	2,0 m	Kein Wasser	SRS 1	2,3 m	Kein Wasser
			SSRS 1	4,3 m	Kein Wasser
RKS 2	2,0 m	Kein Wasser	SRS 2	2,6 m	Kein Wasser
			SSRS 2	4,1 m	Kein Wasser
			LRS 2	1,7 m	Kein Wasser
RKS 3	2,8 m	Kein Wasser	SRS 3	3,3 m	Kein Wasser
			SSRS 3	3,5 m	Kein Wasser
RKS 4	3,0 m	Kein Wasser	SRS 4	3,3 m	Kein Wasser
			SSRS 4	4,4 m	4,2 m
RKS 5	3,9 m	Kein Wasser	SRS 5	4,2 m	4,0 m
			SSRS 5	3,0 m	Kein Wasser
			LRS 5	2,0 m	Kein Wasser
RKS 6	2,8 m	Kein Wasser	SRS 6	3,0 m	Kein Wasser
			SSRS 6	3,0 m	Kein Wasser

5. Bodenklassifizierung

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

Tabelle 2: Bodenklassifizierung

Bodenschicht	Homogenbereich	Bodenart nach DIN 4022	Boden-gruppen nach DIN 18 196	Boden-klasse DIN 18 300	Frostempfindlich-keitsklasse nach ZTVE StB
Anfüllung					
Mutterboden: Schluff, schwach tonig, schwach sandig, humos, schwach durchwurzelt, dunkelbraun, braun	A	U, t', s', h	OU/OH	1	F 3
Natürlich gewachsener Boden					
Mutterboden: Schluff, schwach tonig, schwach sandig, humos, schwach durchwurzelt, dunkelbraun, braun	B	U, t', s', h	OU/OH	1	F 3
Ton, schwach sandig bis sandig, humos bis stark humos, torfig, dunkelbraun, schwarzbraun	C	T, s'-s, h-h*, torfig	TA	5	F 2
Schluff, sandig bis stark sandig, schwach kiesig, hellbraun, hellbraun	D	U, s-s*, g'	UL/UM	4 ²	F 3
Kies, sandig bis stark sandig, schluffig, grau, braun	E	G, s-s*, u	GU*	4 ²	F 3
Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig, grau, braun	F	G, s-s*, u'	GU	3	F 1 / 2
Festgestein (Tonstein, Schluffstein, Sandstein, Kalkstein), mürbe, gesteinsfest	G	Festgestein	Festgestein	5, 6, 7	F 2 / 3

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.

Tabelle 3A: Homogenbereiche A bis D mit Baugrundkennwerten

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich			
	A	B	C	D
Bemerkung	Anfüllung	Natürlich gewachsener Boden		
Kornverteilung	<0,002 bis 2 mm	<0,002 bis 2 mm	<0,002 bis 2 mm	0,002 bis 200 mm
Fremdstoffe [%]	< 10	< 5	< 5	< 5
Anteile Steine und Blöcke [%]	< 10	< 5	< 5	< 5
Wichte des feuchten Bodens γ [kN/m ³]	14,0 – 17,0	14,0 – 17,0	≤14,0	19,0 – 20,0
Undränierete Scherfestigkeit [kN/m ²]	---	---	0 – 80	20 – 100
Wassergehalt w [%]	0,1 – 0,45	0,1 – 0,45	0,1 – 0,4	0,1 – 0,35
Plastizität I _p (%)	0 – 15	0 – 15	5 – 80	5 – 25
Fließgrenze w _L , Ausrollgrenze w _P [%]	15 – 30 10 – 25	15 – 30 10 – 25	20 – 70 15 – 50	15 – 35 10 – 25
Konsistenz	Weich bis steif	Weich bis steif	Breilig, weich	Breilig, weich
Lagerungsdichte	Locker	Locker	---	---
Organischer Anteil [%]	<10	<10	<15	<3
Bodengruppe nach DIN 18196	OU/OT/OH	OU/OT/OH	OT/TA	UL/UM
Bodengruppe nach DIN 18300	1	1	1/5	4
Bodengruppe nach DIN 18301	BO 1	BO 1	BB 1, 2, BO 2	BB 1 und 2
Fremdstoffe	---	---	---	---
Ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden	Mutterboden	Organische Tone und Schluffe	Sandiger Schluff

Die Böden aus dem **Homogenbereich A und B** können vor Ort wieder eingebaut werden. Sie dürfen nicht überbaut werden.

Die Böden aus dem **Homogenbereich C** können, sofern nicht ihre Belastung stärker als ortsüblich ist, vor Ort an der Geländeoberfläche wieder eingebaut werden. Sie dürfen nicht überbaut werden.

Die Böden aus dem **Homogenbereich D** können durch die Zugabe von Kalk und Zement verfestigt werden. Ansonsten können sie vor Ort an der Geländeoberfläche wieder eingebaut werden. Sie dürfen nicht überbaut werden.

Tabelle 3B: Homogenbereiche E bis G (natürlich gewachsener Boden) mit Baugrundkennwerten

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich		
	E	F	G
Bemerkung	Natürlich gewachsener Boden		
Kornverteilung	<0,002 bis 60 mm	<0,002 bis 60 mm	0,002 bis 200 mm
Fremdstoffe [%]	< 5	< 5	< 5
Anteile Steine und Blöcke [%]	< 10	< 10	< 20
Wichte des feuchten Bodens γ [kN/m ³]	20,0 – 22,0	18,0 – 22,0	20,0 – 22,0
Undränierete Scherfestigkeit [kN/m ²]	0	0	---
Wassergehalt w [%]	0,1 – 0,2	0,1 – 0,15	0,1 – 0,25
Plastizität I _p (%)	0	0	---
Fließgrenze w _L , Ausrollgrenze w _P [%]	0 0	0 0	---
Konsistenz	---	---	---
Lagerungsdichte	Locker bis mitteldicht und dicht	Locker bis mitteldicht und dicht	Mürbe bis gesteinsfest
Organischer Anteil [%]	<3	<3	<4
Bodengruppe nach DIN 18196	GU*/SU*	GU/SU	Festgestein
Bodengruppe nach DIN 18300	4/5	3	5, 6, 7
Bodengruppe nach DIN 18301	BN 2	BN 1	BS 1 bis 4, FV 1 bis 5, FD 1 bis 4
Fremdstoffe	---	---	---
Ortsübliche Bezeichnung	Schluffige bis stark schluffige Kiese und Sande	Schwach schluffige bis reine Kiese und Sande	Tonstein, Schluffstein, Sandstein, Kalkstein

Die Böden aus dem **Homogenbereich E** können als Erdbaustoff eingebaut werden, wenn bei ihrem Einbau die Mächtigkeit der Lagen verringert wird und die Anzahl der Übergänge erhöht wird. Diese Böden können teilweise auch durch die Zugabe von Kalk und Zement verfestigt werden.

Die Böden aus dem **Homogenbereich F** können als Erdbaustoff eingebaut werden und sollten deshalb vor Ort wiederverwandt werden. Sie werden jedoch nur in kleinerem Umfang erwartet.

Die Böden aus dem **Homogenbereich G** können eingebaut werden, wenn sie ausreichend gebrochen werden, so dass sie als wiedereinbaufähig (verdichtungsfähig, feinkornarm) in Leitungsgräben oberhalb der Leitungszone und unter dem Planum lagenweise eingebaut und verdichtet werden können.

6. 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	Steifemodul E_s MN/m ²
Anfüllung					
Mutterboden: Schluff, schwach tonig, schwach sandig, humos, schwach durchwurzelt, dunkelbraun, braun, weich	14,0	4,0	15	0	---
Natürlich gewachsener Boden					
Mutterboden: Schluff, schwach tonig, schwach sandig, humos, schwach durchwurzelt, dunkelbraun, braun, weich	14,0	4,0	15	0	---
Ton, schwach sandig bis sandig, humos bis stark humos, torfig, dunkelbraun, schwarzbraun, breiig, weich	$\leq 18,0 - 19,0$	$\leq 8,0 - 9,0$	15 - 17,5	0	0 - 1
Schluff, sandig bis stark sandig, schwach kiesig, hellbraun, hellbraun, breiig, weich	$\leq 19,0 - 20,0$	$\leq 9,0 - 10,0$	22,5 - 27,5	0	0 - 1,5
Kies, sandig bis stark sandig, schluffig, grau, braun, locker bis mitteldicht und dicht	$20,0 - \geq 22,0$	$10,0 - \geq 12,0$	30 - 35	0	5 - 65
Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig, grau, braun, locker bis mitteldicht und dicht	$18,0 - \geq 22,0$	$10,0 - \geq 14,0$	30 - 35	0	5 - 90
Festgestein (Tonstein, Schluffstein, Sandstein, Kalkstein), mürbe, gesteinsfest, mürbe, gesteinsfest	$20,0 - 22,0$	$10,0 - 12,0$	Keine Angabe	0	20 - 150

7. Bodenmechanische Untersuchungen

Zur genaueren Bestimmung der bodenmechanischen Eigenschaften wurden in sieben Bodenproben bodenmechanische Untersuchungen durchgeführt. Die Untersuchungen umfassen dreimal die Bestimmung der Konsistenzgrenzen, zweimal die Bestimmung der Korngrößenverteilung und zweimal die Bestimmung des Glühverlustes.

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen zur Bestimmung der Konsistenzgrenzen zusammengestellt.

Tabelle 5: Bestimmung der Konsistenzgrenzen

Ansatzpunkt	Entnahmetiefe	Bodenart (DIN 4022)	Kennziffern (mm)				Konsistenz	Bodengruppe nach DIN 18196
			W _L (%)	W _P (%)	I _P (%)	I _C (-)		
RKS 3	0,4-1,3 m	U, s	37,9	38,0	4,6	n.b.	---	UM
RKS 4	0,5-1,5 m	U, s	38,0	32,7	5,3	n.b.	---	UM
RKS 5	0,5-1,6 m	U, s	37,9	32,5	5,4	n.b.	---	UM

n.b.: Nicht zu berechnen, weil der Anteil grober Sande zu hoch ist

In der nachfolgenden Tabelle 6 sind die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach Nassabtrennung der Feinanteile (< 0,06 mm) sowie des Glühverlustes zusammengestellt.

Tabelle 6: Bestimmung der Korngrößenverteilung und des Glühverlustes

Ansatzpunkt	Entnahmetiefe	Bodenart (DIN 4022)	Kennziffern (mm)			Glühverlust (%)	Bodengruppe nach DIN 18196
			T/U <0,06	S 0,06-2	G 2-63		
RKS 2	1,0-1,5 m	T, s', o	---	---	---	5,8	TA
RKS 4	1,8-3,0 m	G, s, u	18	26	56	---	GU*
RKS 5	1,6-1,8 m	T, s', o	---	---	---	9,6	TA
RKS 5	2,6-6,0 m	G, s, u'	7	24	69	---	GU

8. Angaben zur Gründung der Wohnhäuser

8.1. Allgemeines

Der Untergrund unter den sechs Ansatzpunkten RKS 1 bis 6 ist im Detail deutlich unterschiedlich. Dennoch ist der Untergrund über die gesamte erschlossene Fläche vergleichbar.

Gemeinsam an allen sechs Ansatzpunkten ist, dass unter dem Mutterboden eine bis 2,0 m hohe Schicht aus weichen, teilweise breiigen bindigen Böden folgt, die für die Gründung kaum oder nur mäßig geeignet ist. Einzelne sandige Lagen können nicht ausgeschlossen werden.

Unter diesen bindigen Böden (Auenlehmen) folgen mitteldicht bis dicht gelagerte sandige Kiese. Sie sind schwach schluffig bis schluffig. Sie sind für die Gründung eines nicht-unterkellerten oder unterkellerten Bauwerks für einen unterschiedlichen Baugrund geeignet.

Zum Lösen der schluffig-sandigen Kiese (Löseklassen 5 und 6 nach DIN 18300) können Sondermaßnahmen notwendig werden.

Über das Grundwasser kann gegenwärtig geurteilt werden, dass es großflächig ab 4 m ansteht. Allerdings wird dieses Grundwasser gegenwärtig zur Bewässerung von Ackerflächen genutzt. Wird diese Nutzung eingestellt, ist mit einem Anstieg des Grundwassers zu rechnen. Berücksichtigt man die natürlichen Grundwasserschwankungen durch unterschiedliche Grundwasserneubildungsraten und ein Aufstau des Grundwassers durch ein langfristiges Hochwasser der Brenz oder der Donau, so kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei einem gleichzeitigen Eintreffen der genannten Faktoren das Grundwasser bis in die Gründungstiefe eines unterkellerten Bauwerks aufsteigt!

Es ist auf die frostsichere Einbindetiefe von 1,10 m zu achten. In der Angabe zur frostsicheren Einbindetiefe ist auch das Risiko eines Austrocknens berücksichtigt. Dieses Risiko eines Austrocknens wird am vorliegenden Standort bei dem angetroffenen breiig-weichen Boden als sehr hoch eingestuft.

Das nicht-unterkellerte Bauwerk ist gegen Bodenfeuchte nach DIN 18533 W1.1-E oder nach DIN 18533 W1.2-E bzw. nach der WU-Richtlinie, Beanspruchungsklasse 2, zu schützen.

Eine Ausführung nach DIN 18533 W1.2-E umfasst gleichzeitig auch den Schutz gegen Radon, einem radioaktiven Edelgas.

Unter der Bodenplatte ist eine filterstabile, kapillARBrechende Schicht von 0,10 m einzurichten. Unter der Erdgeschoss-Bodenplatte ist eine Dränage gegen nicht-drückendes Wasser einzurichten.

Die Dränage kann auch aus einer Aufgrabung von 1,0 m x 0,8 m in der Baugrubensohle bis in den schwach schluffigen sandigen Kies hinein bestehen, die mit einem mittelschweren Vlies ausgekleidet wird. Anschließend ist die Aufgrabung lagenweise (< 0,25 m) mit einem verdichtungsfähigem, verwitterungsbeständigem und feinkornfreiem Erdbaustoff zu verfüllen und lagenweise (< 0,25 m) mit der Baggerschaufel ausreichend anzudrücken.

In dieser Aufgrabung kann nach Bauende Sicker- und Stauwasser aus der Baugrube in den Untergrund versickern. Niederschlagswasser darf keinesfalls eingeleitet werden.

Der Schutz des unterkellerten Bauwerks ist etwas problematischer, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass sich das Grundwasser zumindest saisonal bis in den Gründungsbereich aufstaut.

Bei Bauwerken, die nur flachgründig unter die gegenwärtige Geländeoberfläche (≤ 2 m) wird gegenwärtig der Schutz des Kellers nach DIN 18533 W1.2-E oder nach der WU-Richtlinie, Beanspruchungsklasse 2, empfohlen.

Unter der Bodenplatte ist eine filterstabile, kapillARBrechende Schicht von 0,15 m einzurichten. Der Keller ist zusätzlich mit einer Dränage gegen nicht-drückendes Wasser zu schützen. Sie kann aus einer Aufgrabung (s.o.) bestehen oder auch aus einer Dränage, die an ein öffentliches Leitungssystem angeschlossen wird. Sie ist dann mit Anlagen zur Reinigung und Revision zu versehen.

Bei Bauwerken jedoch, die tiefer in den gegenwärtigen Untergrund (≥ 2 m) einschneiden, wird der Schutz nach DIN 18533 W2.1-E oder nach der WU-Richtlinie, Beanspruchungsklasse 1, gefordert (s.o.).

Der Bemessungswasserstand ist dann in einer Höhe von 1,0 m über der Keller-Bodenplatte einzurichten.

Das umliegende Gelände ist so zu modulieren, dass das Niederschlagswasser aus dem Umfeld der Bauwerke abfließen kann und das Bauwerk durch abfließendes Niederschlagswasser nicht durchnässt werden kann.

Beim Einrichten der Baugruben sind die Vorgaben der DIN 4123 zu berücksichtigen.

Die auftretenden sandigen Schluffe und die schluffigen Sande (mehlkörnige Böden) können unter ungünstigen Umständen unter dem Einfluss einer dynamischen Belastung wie z.B. Erschütterungen beim Verdichten des Untergrundes ihre Standfestigkeit verlieren. Diese mehlkörnigen Böden nehmen dann die Eigenschaften der Lössklasse 2 (fließende Bodenarten) nach DIN 18300 an.

Verschärft wird die Situation, wenn der Boden wassergesättigt oder auch nur feucht bzw. breiig ist. Regelmäßige und engständige Kontrollen sind durchzuführen.

Es wird empfohlen, dass der einzelne Bauherr eine Baugrunduntersuchung des eigenen Grundstücks durchführen lässt.

8.2. Nicht-unterkellertes Bauwerk

8.2.1. Streifenfundamente

Bei einem nicht-unterkellerten Bauwerk ist bei einer Gründung auf Streifenfundamenten die Gründungssohle in die zumindest mitteldicht gelagerten gemischtkörnigen Kiese und Sande zu legen. Diese stehen in Tiefe von etwa 2 m unter der gegenwärtigen Geländeoberfläche an.

Schneidet die Gründungssohle zuverlässig in die gemischtkörnigen Kiese und Sande ein, werden bei einer Fundamentbreite von 0,5-2,0 m Bodenpressungen von 250-350 kN/m² nach DIN 1054_{alt} möglich sein.

Die Gesamtsetzungen werden dabei durchweg unter 2 cm liegen.

8.2.2. Tragende Bodenplatte

Bei dem angetroffenen Baugrund aus weichen und auch breiigen Böden wird von der Gründung des Bauwerks auf einer tragenden Bodenplatte, die einer Trag- und Ausgleichsschicht aus verdichtungsfähigem Erdbaustoff aufliegt, abgeraten.

Im Falle eines Austrocknens des Untergrunds werden sich unweigerlich Setzungen einstellen.

Es kann sein, dass sich lokal der tragfähige Untergrund aufwölbt, so dass der tragfähige Untergrund dichter unter der gegenwärtigen Geländeoberfläche ansteht als bis jetzt angenommen.

Dann kann eine tragende Bodenplatte wiederum sinnvoll sein. Das Bauwerk kann auf einer tragenden Bodenplatte errichtet werden, die einer Trag- und Ausgleichsschicht aus einem feinkornfreiem, verdichtungsfähigem und verwitterungsbeständigem Erdbaustoff aufgelegt wird.

Dabei wird davon ausgegangen, dass die Bodenplatte komplett und dauerhaft mindestens 0,20 m in das Umfeld einschneidet.

Die Trag- und Ausgleichsschicht ist mit einem allseitigen Überstand von mindestens 0,5 m einzurichten und unter einem Winkel von 45° zu böschen.

Sie ist in Lagen von < 0,25 m aufzuschütten und lagenweise statisch mit einem geeigneten mittelschweren Flächenverdichter in mindestens drei Übergängen kreuzweise sorgfältig und ausreichend zu verdichten.

Auf der Trag- und Ausgleichsschicht ist mittels statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 zweimal ein E_{v2} -Wert von 80 MN/m^2 bei einer Verhältniszahl von $< 2,3$ nachzuweisen.

Die Mächtigkeit der Trag- und Ausgleichsschicht wird mit mindestens $0,80 \text{ m}$ vorgegeben.

Für die Trag- und Ausgleichsschicht sind Erdbaustoffe der Bodengruppen GW, GI und SW nach DIN 18196 sowie gebrochene Erdbaustoffe der Korngruppen 0/16, 0/32, 0/45, 0/56 o.ä. oder zertifizierte Recyclingbaustoffe geeignet. Der Feinkornanteil (Feinkorn: $< 0,06 \text{ mm}$) muss unter 5 Massen-\% liegen. Der Nachweis ist vom Lieferanten zu erbringen.

Auf einer so eingerichteten Trag- und Ausgleichsschicht wird ein Bettungsmodul von $k_s = 25\text{-}45 \text{ MN/m}^3$ vorgegeben. Der Steifemodul unter der Trag- und Ausgleichsschicht wird bereichsweise auf $E_s = 20\text{-}30 \text{ MN/m}^2$ geschätzt.

Die Gesamtsetzungen werden dabei durchweg unter 2 cm liegen.

8.3. Unterkellertes Bauwerk

8.3.1. Streifenfundamente

Bei einem unterkellerten Bauwerk ist die Gründung auf Streifenfundamenten ebenfalls gut zu verwirklichen, sofern die Gründungssohle in den zumindest mitteldicht gelagerten schluffig-sandigen Kiesen liegt.

Schneidet die Gründungssohle zuverlässig in die gemischtkörnigen sandigen Kiese ein, werden bei einer Fundamentbreite von $0,5\text{-}2,0 \text{ m}$ Bodenpressungen von $250\text{-}350 \text{ kN/m}^2$ nach DIN 1054_{alt} möglich sein.

Die Gesamtsetzungen werden dabei durchweg unter 2 cm liegen.

8.3.2. Tragende Bodenplatte

Es ist auch möglich, das unterkellerte Gebäude auf einer tragenden Bodenplatte zu gründen. Die tragende Bodenplatte ist zu bewehren. Sie ist einer Trag- und Ausgleichsschicht aus feinkornarmem, verdichtungsfähigem und verwitterungsbeständigem Erdbaustoff aufzulegen.

Die Trag- und Ausgleichsschicht ist mit einem allseitigen Überstand von mindestens 0,5 m einzurichten und unter einem Winkel von 45° zu böschen.

Sie ist in Lagen von < 0,25 m aufzuschütten und lagenweise statisch mit einem geeigneten mittelschweren Flächenverdichter in mindestens drei Übergängen kreuzweise sorgfältig und ausreichend zu verdichten.

Die Mächtigkeit der Trag- und Ausgleichsschicht wird mit mindestens 0,25 m vorgegeben.

Für die Trag- und Ausgleichsschicht sind Bodengruppen GW, GI, SW und SI nach DIN 18196 sowie gebrochene Erdbaustoffe der Korngruppen 0/16, 0/32, 0/45, 0/56 o.ä. oder zertifizierte Recyclingbaustoffe geeignet. Der Feinkornanteil (Feinkorn: < 0,06 mm) muss unter 5 Massen-% liegen. Der Nachweis ist vom Lieferanten zu erbringen.

Liegt die Baugrubensohle zuverlässig in den schluffigen sandigen Kiesen, kann ein Bettungsmodul von $k_s = 30-45 \text{ MN/m}^3$ vorgegeben werden. Der Steifemodul unter der Trag- und Ausgleichsschicht wird auf $E_s = 20-30 \text{ MN/m}^2$ geschätzt.

8.4. Nebenanlagen

Nebenanlagen können bei einer Fundamentbreite von 0,30-0,50 m und einer frostsicheren Einbindetiefe von 1,10 m mit einer Bodenpressung von 120 kN/m² nach DIN 1054_{alt} gegründet werden, sofern die Gründungssohle in den zumindest mitteldicht gelagerten schluffigen, sandigen Kiesen liegt.

Nebenanlagen können auch auf einer 0,2 m Lage aus Schroppen und einer 0,6 m mächtigen Lage aus frostsicherem, verdichtungsfähigem und verwitterungsbeständigem Erdbaustoff aufgebracht werden. Abschließend ist eine 0,20 m starke, bewehrte Betonplatte aufzubringen. Die Fußbodenplatte ist ausreichend zu bewehren. Es werden sich Setzungen einstellen.

Es wird dringend empfohlen, Nebenanlagen flexibel mit dem Hauptgebäude zu verbinden, da sich sonst Risse etc. abzeichnen können. Treppenaufgänge zu den Türen etc. sollten dagegen bewegungs- und setzungssicher angeschlossen werden.

Fundamente etc. dürfen sich nicht gegenseitig beeinträchtigen. Dann ist die Tragfähigkeit entsprechend zu verringern.

9. Bemerkung zur Baugrubenerstellung

Die Baugrubensohle ist möglichst auf gleichem Boden einzurichten. Mutterboden, Anfüllungen oder breiig-weiche sowie lockere Schichten sind zu durchschachten bzw. auszubessern.

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

Die frisch eingerichtete Baugruben- oder Fundamentsohle ist vorsichtig, ausreichend und sorgfältig nachzuverdichten.

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

Es wird das Einrichten einer Baustraße empfohlen. Sie kann nach Bauende rückgebaut werden. Beim Aufstellen schwerer Baustelleneinrichtungen wie z.B. Kränen ist auf einen ausreichenden Abstand zur Baugrube sowie auf unterschiedlich tragfähigen Boden zu achten.

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.

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 und sehr lockeren Böden sowie sehr empfindlichen Böden ist die Baugrubenwand weiter abzuflachen.

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

Baugrubenschultern sind keinesfalls zu befahren oder durch schwere Lasten zu beschädigen. Bei der Höhe der Baugrubenwand von < 1,25 m ist ein Abstand von mindestens 1,0 m einzuhalten. Bei einer Höhe von > 1,25 m ist auf einen Abstand von 2,0 m zu achten.

Wenn die Erdarbeiten in einer Herbst-/Winter-/Frühlings-Periode durchgeführt werden sollen, 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, sonst ist ein Verbau erforderlich. Die Vorgaben der DIN 4123 sind zu beachten.

10. Verwendung des Erdaushubs

Der zu erwartende Erdaushub aus fein- und gemischtkörnigen Böden sowie organogenen Böden ist für eine Verwendung vor Ort als Erdbaustoff nur sehr bedingt geeignet.

Der Erdaushub kann zum Anheben des Geländes außerhalb einer Bebauung verwandt werden. Es werden sich jedoch Setzungen einstellen. Diese können erheblich verringert werden, wenn der Boden fachgerecht und ordnungsgemäß eingebaut wird (s.u.).

Der bindige Aushub ist auch geeignet, Mulden und Gräben zu verfüllen, die nicht überbaut werden!

Der bindige und gemischtkörnige Boden kann aber auch in den oberen 0,50 m des Arbeitsraumes eingebaut werden, um das Eindringen von Niederschlagswasser zu minimieren. Dann muss jedoch auf die besonderen bodenmechanischen Eigenschaften Rücksicht genommen werden.

Dann sind die Lagen auf 0,10-0,15 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 feucht noch zu trocken sein.

Steine, Blöcke und Grobkiese dürfen nicht an die Außenwand des Kellers geraten. Der Verdichtungsdruck darf die Kelleraußenwand nicht gefährden.

Voraussetzung für eine Verwendung ist immer, dass nach Art und Menge keine Fremdbestandteile enthalten sind. Es wird empfohlen, auffällige Bereiche seitlich auf einer Bodenmitte zu lagern und nach erfolgtem Aushub über die Verwertung/Entsorgung zu entscheiden.

Der bindige Boden kann jedoch auch durch die Zugabe von Kalk und Zement 30/70 verfestigt werden. Die Zugabe wird mit 20-24 kg/m² und 0,40 m Einfrästiefe vorgegeben. Eine Bildung von Ettringit aufgrund von Sulfat im Boden ist durch Untersuchungen auf Sulfat auszuschließen.

Der Aushub aus schwach schluffigem sandigem Kies dem Festgestein kann jedoch vor Ort als Erdbaustoff zur Verfüllung in Arbeitsräumen oder über der Leitungszone in den Kanalgraben eingebaut werden.

11. Frostgefährdung

Nach der RStO 2012 liegt 89423 Gundelfingen in der Frosteinwirkungszone II.

Da der vorliegende oberflächennahe Boden zum Großteil sehr frost- und wasserempfindlich ist, wird gefordert, innerhalb der Schluffe und der schluffigen Sande eine frostsichere Gründungstiefe von mindestens 1,10 m einzuhalten.

Die frostsichere Gründung kann auch durch Überschütten mit Erdaushub etc. erreicht werden. Es können auch nicht-tragende Frostschrüzen eingerichtet werden.

Bei der Angabe der frostsicheren Einbindetiefe wird auch das Austrocknen des Bodens berücksichtigt. Diese Gefahr ist zumindest gleich hoch wie die Gefahr von Frostschäden.

Die große frostsichere Einbindetiefe wird sich beim Bau privater Anlagen kaum bemerkbar machen, wenn auf den tragfähigen sandigen Kiesen gegründet wird.

12. Verunreinigungen im Untergrund

Es ergaben sich während der Feldarbeiten – mit einer Ausnahme - keine Hinweise für das Auftreten einer organoleptisch wahrnehmbaren Verunreinigung des Untergrundes.

Bei der Begehung des Feldes „Ehla V“ ergaben sich ebenfalls keine Hinweise für das Aufbringen von ortsfremdem Erdaushub. Fremdstoffe wie Bauschutt, Papier, Kunststoffabfälle, metallische Abfälle, etc. wurden nicht festgestellt.

Eine geogene Verunreinigung oder Belastung des Untergrundes kann jedoch nicht völlig ausgeschlossen werden. Erhöhte Metallgehalte können weder in den schluffig-sandigen Kiesen noch in den hangenden bindigen Deckschichten ausgeschlossen werden.

Es wird empfohlen, den angetroffenen Mutterboden vor Ort zu belassen.

Verunreinigte Böden sind neben der Baugrube getrennt von anderen Erdaushubmengen zu einer Bodenmiete aufzuschieben und gegen die Witterung zu schützen.

Im Falle einer Entsorgung ist eine Beprobung nach PN 98 durchzuführen. Ausgewählte Bodenmischproben (mindestens zwei Stück je Bodenart) sind chemisch zu untersuchen. Die Untersuchung kann z.B. nach LAGA, Tabellen 1.2-2 und 1.2-3, nach der Deponieklassenverordnung oder aber nach EPP 2005 (Verfüllleitfaden, Bayern) erfolgen.

Bei der chemischen Untersuchung ist auf den Unterschied einer Untersuchung „im Feinkorn“ (< 2 mm) oder „gebrochen im Gesamtstoff“ zu unterscheiden. Lokal gültige Vorschriften sind zu erfragen.

Werden bei den Erdarbeiten Verunreinigungen oder Beimengungen in größeren Mengen angetroffen, sind der Unterzeichner und/oder der Architekt zu verständigen.

13. Versickerung von Niederschlagswasser

Für eine dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser auf den Grundstücken ist der angetroffene Boden aus schwach schluffigen bis schluffigen kiesigen bis stark kiesigen Fein- bis Mittelkiesen geeignet.

Im Bereich der Ansatzpunkte 2 und 6 wurde jeweils ein Sickerversuch durchgeführt (vgl. Anlage 6).

Die ermittelten Durchlässigkeiten von $k_f = 1,2 \times 10^{-1} \text{ m/s}$ und $1,5 \times 10^{-1}$ sind als sehr hoch zu bewerten und dem Kies geschuldet.

14. Straßenbau

14.1. Allgemeines

Das Baugebiet soll durch Straßen erschlossen werden. Im Erdplanum stehen zumeist weiche Schluffe an, die einen E_{v2} -Wert von 45 MN/m^2 bei einer Verhältniszahl von $< 2,5$ nicht erwarten lassen. Hier sind deshalb Maßnahmen zur Verbesserung und zum Ausgleich des Planums notwendig.

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

Die Ausgangswerte für die Mindestdicken des frostsicheren Oberbaus sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 7: 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
F 3	65	60	50

Im Planum sind nach den vorliegenden Untersuchungen Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3, aber mitunter und untergeordnet auch F 2 anzutreffen. Es wird dennoch empfohlen, durchgängig von der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 auszugehen.

Aufgrund der Zugehörigkeit zur Frosteinwirkungszone II wird ein Zuschlag von 0,10 m gefordert.

Des Weiteren wird ein Zuschlag von weiteren 0,10 m empfohlen, da aufgrund der Klimaveränderung ein länger andauern der kalten Perioden zu erwarten ist. Dann dringt der Frost ohnehin tiefer in den Untergrund ein.

Wird im Untergrund für den Unterbau ein Bodenaustausch geplant, ist er deutlich mächtiger einzuplanen.

14.2. Straßenunterbau

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

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

Eine ausreichende Verbesserung der Tragfähigkeit kann z.B. durch einen Bodenaustausch erfolgen.

Es wird deshalb empfohlen, nach dem Festlegen der Belastungsklasse einzelne statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 durchzuführen und dann über den Umfang des Bodenaustausches zu entscheiden.

Alternativ kann der bindige Boden auch durch die Zugabe von Kalk und Zement verbessert werden.

Der Erfahrung bei der Bearbeitung vergleichbarer Bauvorhaben nach ist das Verfestigen der bindigen Schichten im Planum die bessere und wirtschaftlichere Möglichkeit der Bodenverbesserung.

Der Bodenaustausch kann in den Bereichen erfolgen, die kleinräumig sind. Dies ist z.B. im Bereich des Umfeldes Schurf 3 zu erwarten.

Bei der Verfestigung des Untergrundes wird dem Boden eine zuvor bestimmte Menge Kalk/Zement in mindestens zwei (bei Tonen drei) Übergängen untergemischt und anschließend mit der Schaffußwalze intensiv (mindestens zweimal) verdichtet. Im vorliegenden Fall wird eine Einfrästiefe von 0,40 m vorgegeben.

Am Wochenende oder bei einem drohenden Gewitter ist der Boden mit der Glattmantelwalze abzuwalzen, damit kein Wasser in den Boden versickern kann.

Nach dem Aushärten (etwa drei Tage) ist der Nachweis der erfolgreichen Verdichtung etc. durch statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 zu erbringen. Nachzuweisen sind mindestens $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ bei einer Verhältniszahl von $< 2,5$. Auch eine Verbesserung auf 70 MN/m^2 ist unproblematisch erreichbar.

Auf einem Erdplanum, das durch die Zugabe von Kalk und Zement verbessert wurde, kann der frostsichere Oberbau um 0,10 m verringert werden!

Die Zugabe der Menge von Kalk-Zement 30/70 wird mit $24\text{-}28 \text{ kg/m}^2$ und 0,50 m Einfrästiefe vorgegeben.

Beim Verbessern des Untergrundes ist die Gefahr der Verwehung des Kalk-Zement-Gemisches zu berücksichtigen.

14.3. Straßenoberbau

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: $< 0,06 \text{ mm}$) vor dem Einbau unter 5 Massen-% liegt. Der Lieferant hat den Nachweis zu erbringen.

Die Erdbaustoffe sind in Lagen von $< 0,25 \text{ m}$ 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.

15. Leitungsbauarbeiten

15.1. Erdarbeiten

Die Kanalgrabensohle ist möglichst auf gleichem Boden einzurichten. Organische, organogene Böden, Anfüllungen oder breiig-weiche bzw. lockere Schichten sind zu durchschachten bzw. auszubessern.

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

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

Bei tieferen Erdarbeiten können bei den Lockergesteinen aufgrund der kurzfristigen Standsicherheit der Grabenwände Einstellrahmen verwandt werden. Während der kurzen Zeit zwischen Aushub und Einbau des Einstellrahmens sind Erschütterungen etc. zu vermeiden.

Neben dem Einstellrahmen kann auch ein Gleitschienenverbau eingesetzt werden.

Ansonsten können mitunter Hohlräume entstehen, die nach Bauende zu Setzungen führen können.

Solche Schwachstellen sind zu beseitigen, in dem sie z.B. ausreichend verfüllt werden. Gleiches gilt für entstandene Hohlräume. Notfalls ist Magerbeton, Leichtbeton etc. einzusetzen.

Bei tiefreichenden Erdarbeiten in den bindigen und gemischtkörnigen Böden können Spundwände erforderlich werden.

Die Erdarbeiten sind teilweise und lokal im Schutz einer offenen Wasserhaltung durchzuführen. Aufgrund der hohen Durchlässigkeit ist jedoch mit einem enormen Andrang zu rechnen! Der wassergesättigte bindige oder gemischtkörnige Boden ist besonders instabil.

Baugrubenschultern sind keinesfalls zu befahren oder durch schwere Lasten zu gefährden. Schwere Lasten, wie Container etc., müssen bei einer Baugrubenwandhöhe von $< 1,25$ m einen Mindestabstand von 1,0 m vom Baugrubenrand einhalten. Bei einer Höhe von $> 1,25$ m ist ein Abstand von mindestens 2,0 m einzurichten.

Schachtbauwerke sind zuverlässig auf einem zumindest mitteldichten sandigen Kies zu gründen. Lockere Böden sind vorsichtig und ausreichend nachzuverdichten. Weiche und gerade einmal steife Böden sind gegen verdichtungsfähiges und verwitterungsbeständiges Material auszutauschen.

Breißig-weiche Böden sind bis auf den Kies und Sand auszutauschen. Ist dies nicht möglich, sind die Leitungen auf ein 0,15 m hohes Bett aus gebrochenem Mineralstoff einzurichten.

Es ist zu erwarten, dass im Baugebiet „Ehla V“ Löseklasse 5 und 6 auftreten können. Dann sind Sondermaßnahmen zum Lösen der Festgesteine notwendig.

15.2. Verfüllarbeiten

Die Leitungszone ist mit steinfreiem Sand oder Feinkies zu verfüllen.

Die Verfüllung rechts und links der Leitungen ist mit leichten Verdichtungsgerät und einer Höhe der Lagen von $\leq 0,15$ m durchzuführen. Es ist darauf zu achten, dass sich die Leitungen nicht verschieben.

Werden Erdleitungen druckgesteuert betrieben wie z.B. Wasserleitungen oder druckgeführte Abwasserleitungen, wird empfohlen, diese Leitungen in der Leitungszone in eine „Packung“ aus gebrochenem Feinkorn zu legen und zuverlässig zu verdichten. Dadurch soll verhindert werden, dass die Erdleitungen bei Druckschwankungen etc. Hohlräume entstehen lassen können.

Der obere Teil der Leitungszone über dem Leitungsscheitel ist ebenfalls mit einem leichten Verdichtungsgerät zu verdichten. Auf eine ausreichend mächtige Lage von Erdbaustoff über der Leitung ist zu achten. In der Leitungszone sind 97%_{Pr} zu erreichen.

An der Geländeoberfläche sind Maßnahmen durchzuführen, die eine Erosion von der Geländeoberfläche her verhindern.

Ansonsten ist der Graben oberhalb der Leitungszone lagenweise zu verfüllen und lagenweise zu verdichten. Bei der Verdichtung sind mindestens 97%_{Pr} zu erzielen.

Zum Verfüllen des Kanalgrabens oberhalb der Leitungszone kann der Erdaushub verwandt werden. Es ist jedoch darauf zu achten, dass in der ersten Lage auf der Leitungszone keine Steine und Blöcke etc. auftreten.

Um den bindigen Boden für eine Verfüllung in Leitungsgräben geeignet zu machen, hat es sich bewährt, den bindigen Boden oberhalb des Planums in einer Mächtigkeit von 0,30-0,40 m durch die Zugabe von Kalk und Zement zu verbessern. Dadurch erfolgt eine Erhöhung der Konsistenz.

Dieser Erdbaustoff ist seitlich neben dem Graben zu lagern und gegen die Witterung zu schützen.

Sind die Kanalarbeiten abgeschlossen und die Leitungszone verfüllt, kann dieser Boden lagenweise (< 0,30 m) eingebaut und verdichtet werden.

Hohlräume z.B. in Zwickeln unter den oder zwischen den Rohren oder in Ausbrüchen hinter dem Verbau (bei Lösen des Gesteins oder beim Ziehen des Verbaus erfolgt) sind zuverlässig zu verfüllen. Hohlräume können z.B. durch Leichtbeton etc. verfüllt werden.

15.3. Kontrollarbeiten

Die Verfüllung des Kanalgrabens ist mittels leichter oder schwerer Rammsondierungen $LRS_{(10\text{ cm}^2\text{-Spitze})}$ und $SRS_{(15\text{ cm}^2\text{-Spitze})}$ sowie statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 zu kontrollieren.

Auf dem Planum ist mittels statischen Lastplattendruckversuches nach DIN 18134 ein E_{v2} -Wert von mindestens 45 MN/m^2 bei einer Verhältniszahl von $< 2,5$ nachzuweisen.

Im Kanalgraben ist im Bereich des Lockergesteins eine steife Konsistenz nachzuweisen. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass der anstehende bindige Boden selber zumeist nur weich und weich bis steif ist!

Eine höhere Konsistenz als im angrenzenden Erdreich (Lockergestein) ist deshalb beim Verfüllen des Kanalgrabens nicht notwendig.

Wilburgstetten, den 03.06.2020



Dipl.-Geologe Armin Veith
Geschäftsführer