

Erschließung Baugebiet „Oberlohe“

Markt Schwanstetten

Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung

Auftraggeber	Markt Schwanstetten Rathausplatz 1 90569 Schwanstetten
Auftragnehmer	KP Ingenieurgesellschaft für Wasser und Boden mbH Richard-Stücklen-Str. 2 91710 Gunzenhausen 🌐 www.ibwabo.de
Bearbeiter	Silke Unger ☎ (09831) 8860-11 ✉ silke.unger@ibwabo.de
Baustellenanschrift	Sperbersloher Straße, 90596 Schwanstetten

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	II
1 Vorgang.....	1
2 Untersuchungen	1
2.1 Standortbeschreibung.....	1
2.2 Aufschlüsse	2
3 Boden- und Felskennwerte und Homogenbereiche	2
4 Laboruntersuchung: Deklaration nach LAGA M20 und Deponieverordnung, Asphaltuntersuchung	4
4.1 Vordeklaration.....	4
4.2 Asphaltuntersuchung	6
5 Gründungsempfehlung	7
5.1 Kanäle und Versorgungsleitungen	7
5.2 Straßenbau	13
5.3 Wohnbebauung	15
6 Haftung, Abnahme der Gründungssohlen	15
7 Quellen	16

Anlagen:

- Anlage 1: Lageplan mit Aufschlusspunkten, Lageplan Höhenlinien Top Sandstein
- Anlage 2: Schichtprofile, Rammogramme, Profilschnitte, Boden- und Felskennwerte
- Anlage 3: Bodenmechanische Laborergebnisse
- Anlage 4: Listenvergleiche
- Anlage 5: Fotodokumentation Asphalt
- Anlage 6: Fotodokumentation Schürfe
- Anlage 7: Probenahmeprotokoll
- Anlage 8: Analysenergebnisse Boden
- Anlage 9: Analysenergebnisse Asphalt
- Anlage 10: Analysenergebnisse Oberboden

1 Vorgang

Der Markt Schwanstetten plant die Erschließung des Baugebietes „Oberlohe“ im Ortsteil Schwand, 90596 Schwanstetten. Hierfür sind die Errichtung von Erschließungsstraßen, Versickerungsanlagen sowie die Verlegung von Kanälen und weiteren Medienleitungen (Wasser, Strom, Kabel, etc.) geplant.

Als Grundlage für die weiteren Planungen sowie der Vorbereitung der Ausschreibung sollen die vorhandenen Untergrundverhältnisse untersucht werden.

Die KP Ingenieurgesellschaft für Wasser und Boden mbH wurde mit der Durchführung der Untersuchungen beauftragt. Die Baugrunderkundungen wurden am 08.09.2021, 13.09.2021, 07.10.2021 und am 12.10.2021 durchgeführt.

2 Untersuchungen

2.1 Standortbeschreibung

Die digitale Geologische Karte von Bayern 1:25.000 [1] weist für den nördlichen und mittleren Bereich des Untersuchungsgebietes das Anstehen des triassischen Mittleren Burgsandsteins aus z. T. geröllführendem, grau bis weißgrauem, mittel- bis grobkörnigem Sandstein aus. Einschaltungen aus rotbraunem Tonstein (Zwischenletten) sind möglich. Im südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes steht der fein- bis grobkörnige weißgraue bis gelbbraune Untere Burgsandstein an, gebankt bis plattig mit Einschaltungen aus rotbraunem bis grüngrauem Tonstein.

Schwanstetten gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, zu keiner Erdbebenzone [2].

Das Baufeld liegt außerhalb eines HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebietes sowie außerhalb eines Wasserschutzgebietes.

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb der Frosteinwirkungszone II mit einer maximalen Frosteindringtiefe von 1,05 m unter GOK.

Die digitale Hydrogeologische Karte 1:100.000 (dHK100) des UmweltAtlas Bayern [3] weist für das Gebiet einen Grundwasserstand für den Sandsteinkeuper mit Quartär bei 345-350 m NN aus.

Die Grundwasserfließrichtung erfolgt nach Südwesten.

Der Hembach, etwa 800 m südlich des Baugebiets, liegt auf einem Höhenniveau von rd. 343 m NN.

2.2 Aufschlüsse

Insgesamt wurden 13 Rammkernsondierungen (RKS), 13 schwere Rammsondierungen sowie drei Baggerschürfe im Baufeld ausgeführt. Ein Lageplan der Aufschlusspunkte ist als Anlage 1.1 beigelegt. In den Aufschlüssen RKS 2, RKS 11, SCH 1 und SCH 3 wurden zudem Sickerversuche durchgeführt.

Das angetroffene Gelände fällt im südlichen Bereich nach Süden hin ab. Nördlich der Sperbersloher Straße fällt das Gelände leicht nach Norden ab. Im mittleren Bereich des Baugebiets liegen nur geringe Unterschiede in den Geländehöhen vor.

3 Boden- und Felskennwerte und Homogenbereiche

Die Bohrprofile, Rammogramme bzw. Schichtenverzeichnisse und Profilschnitte sind sowohl graphisch als auch textlich als Anlage 2 beigelegt.

Für die Baumaßnahmen kann für die weiteren Betrachtungen mit den in Anlage 2.2, Tabelle 1 aufgeführten boden- und felsmechanischen Kennwerten gerechnet werden. Die Festlegung dieser Werte erfolgt auf Grundlage der Bodenansprache, den ermittelten hydrogeologischen Verhältnissen sowie der Bodenklassifikation nach DIN 1054 [4] bzw. Eurocode 7 [5].

Im Rahmen der Bodenuntersuchungen wurden vorrangig nicht bindige und bindige Sande angetroffen. Bei RKS 1, RKS 2, SCH 1, RKS 4, RKS 9 und RKS 10 wurden zudem Tonböden (Letten) verzeichnet. Ab ca. 2,5 m bis 3,3 m unter GOK ist mit dem Anstehen von Festgestein (Sandstein) der Bodenklasse 6-7 zu rechnen (siehe Anlage 1, Blatt 2). Hierzu sind in Anlage 1, Blatt 2 die zu erwartenden Höhenlinien des Tops des Sandsteins aufgeführt.

Es gilt zu beachten, dass der anstehende Sandstein auch als Bodenklasse 7 auftreten kann. Hier ist mit einem erhöhten Aufwand zu rechnen.

Bei RKS 2, RKS 3 und RKS 4 wurde bei 1,25 m, 2,9 m und 1,53 m unter GOK ein Schichtwasserzutritt erfasst.

Tabelle 2: Einteilung in Homogenbereiche nach ATV DIN 18300

Bereich	Beschreibung	Boden- gruppe	Konsistenz/ Lagerung	Eigenschaften
O	Mutterboden	-	-	Bodenklasse 1 humos
A	Auffüllungen: Koffer: Kies, schwach sandig, schwach schluffig	GU	dicht	Bodenklasse 3 Frostempfindlichkeitsklasse F2 beige bis grau
B1	Sandböden: Sand, schwach bis stark schluffig/tonig	ST / SU / ST* / SU*	locker bis dicht, weich bis halb- fest	Bodenklasse 3-4 Frostempfindlichkeitsklasse F2-F3 dunkelbraun, orangebraun, hell- braun, beige
B2	Letten: Ton, schluffig, sandig	TA / TM / TL	steif bis halbfest	Bodenklasse 4-5 Frostempfindlichkeitsklasse F3 hellgrau, violettgrau, dunkel- bis hellbraun
X1	Mittlerer / Unterer Burgsandstein	-	sehr mürbe bis mürbe	Bodenklasse 6 hellgrau bis braun, ockerbraun
X2	Mittlerer / Unterer Burgsandstein	-	mittehart bis hart	Bodenklasse 6-7 Bodenklasse 7 (nicht direkt er- schlossen)

O = Oberboden; A = Auffüllungen; B = Boden; X = Festgestein

Aus den Baggerschürfen wurden jeweils im Bereich der Endteufe Sandsteinproben entnommen und im Labor mittels Punktlastversuchen auf Festigkeit untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt. Aus dem ermittelten Punktlastindex I_S kann mit einem Umrechnungsfaktor von $c = 10-15$ zudem die einaxiale Druckfestigkeit der Gesteinsprobe berechnet werden:

$$\sigma^* = c \cdot I_S$$

Tabelle 3: Ergebnisse Punktlastversuche Gesteinsproben

Gesteinsprobe	Tiefenbereich [m]	Punktlastindex axial $I_{s(50)}$ [MN/m ²]	Einaxiale Druckfestigkeit σ' [MN/m ²]
SCH 1	3,0 – 3,2	0,225	2,25 – 3,38
SCH 2	2,6 – 2,7	0,208	2,08 – 3,12
SCH 3	3,2 – 3,3	0,300	3,00 – 4,50

Die ermittelte einaxiale Druckfestigkeit entspricht somit den Werten eines verwitterten Festgesteins zwischen 1 und 5 MN/m². Unterhalb der Entnahmetiefen war mit dem verwendeten Bagger kein weiterer Schurf fortschritt möglich. Hier ist mit höheren Werten der einaxialen Druckfestigkeit zu rechnen.

4 Laboruntersuchung: Deklaration nach LAGA M20 und Deponieverordnung, Asphaltuntersuchung

4.1 Vordeklaration

Aus dem entnommenen Material der Rammkernsondierungen und Schürfe wurden Mischproben erstellt und gemäß LAGA M20 [7] sowie nach Deponieverordnung DepV [8] in der Gesamtfraction untersucht. Zudem wurde eine Probe des Koffers bei RKS 2.1 beprobt. Der Prüfbericht ist als Anlage 8 beigelegt.

Die Proben sind, wie in Tabelle 4 aufgeführt, einzustufen.

Aufgrund von Grenzwertüberschreitungen bei den Parametern Thallium und Cadmium sind die Proben MP Letten und RKS 2.1 Koffer nach **LAGA M20** als **Z 1.1 Material** einzustufen.

Bei der Probe MP Letten ist die Schadstoffbelastung vermutlich geogenen Ursprungs und für die vorliegende Geologie ortstypisch. Die Bodenausgangsgesteinskarte von Bayern 1:500.000 weist für das Gebiet die Bodenausgangsgesteins-Einheit *61c Sandstein, untergeordnet Sandstein-Tonstein-Wechselfolgen* aus mit Hintergrundwerten für Thallium, die vom ermittelten Wert unterschritten werden.

Für die weiteren Mischproben liegen keine Grenzwertüberschreitungen vor, so dass diese nach **LAGA M20** in die **Zuordnungsklasse Z 0** einzustufen sind.

Nach der **Deponieverordnung DepV** ist das Material sämtlicher Proben in die **Deponieklasse DK 0** einzustufen.

Die weitere Verbringung des Materials ist mit dem zuständigen Entsorger abzustimmen.

Tabelle 4: Einstufung nach LAGA M20 und Deponieverordnung

Probenbezeichnung	LAGA M20	DepV
MP RKS1+2+2.1+3	Z 0	DK 0
MP Letten (RKS 1+2+9+10)	Z 1.1 (Thallium)	DK 0
MP RKS11+12+SCH3	Z 0	DK 0
MP RKS4+7+SCH1	Z 0	DK 0
MP RKS5+6	Z 0	DK 0
MP 8+9+10+SCH2	Z 0	DK 0
RKS 2.1 Koffer	Z 1.1 (Cadmium)	DK 0

Des Weiteren wurden vier Mischproben des vorliegenden Mutterbodens erstellt. Diese wurde gemäß LAGA M20 in der Gesamtfraction untersucht. Der Prüfbericht ist als Anlage 10 beige-fügt. Die Einstufung ist in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Einstufung Mutterboden nach LAGA M20

Probenbezeichnung	Probenlokalität	LAGA M20
MuBo MP1	RKS3+4+7	Z 0
MuBo MP2	RKS8+9+10+11+12	Z 0 ¹⁾
MuBo MP3	RKS5+6	Z 0
MuBo MP4	RKS1+2	Z 0

¹⁾ Abweichende pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar.

4.2 Asphaltuntersuchung

Aus der Bohrung RKS 2.1 wurde eine Asphaltprobe entnommen (Anlage 5, Fotodokumentation). Die Probe wurde im Labor auf den Gehalt an PAK und Phenolindex analysiert. Der Prüfbericht ist als Anlage 9 beigelegt.

Tabelle 6: Verwertungsklassen Asphalt

Probe	Entnahmetiefe [m]	PAK-Gehalt [mg/kg]	Benzo[a]pyren im Feststoff [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Verwertungsklasse
Asphalt RKS 2.1	0,00-0,11	n. b.	<0,50	<0,01	A Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen 17 03 02 Heißmischverfahren möglich

Die Asphaltprobe der RKS 2.1 entspricht somit einem **Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen** des Abfallschlüssels **17 03 02** und kann im Heißmischverfahren der **Verwertungsklasse A** verwertet werden.

Bewertungsgrundlagen

Die Bewertung und der Umgang mit Ausbauasphalt ist grundsätzlich in den

1. „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen im Straßenbau in Bayern“ (ZTVuVA-StB By 03), Ausgabe 2016

geregelt. Diese basieren bzw. verweisen auch auf

2. die „Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau“ (RuVA-StB 01), Ausgabe 2001 sowie auf
3. das Merkblatt Nr. 3.4/1 des Bayerischen Landesamtes für Umwelt „Umweltfachliche Beurteilung der Lagerung, Aufbereitung und Verwertung von Straßenaufbruch (Ausbauasphalt und pechhaltiger Straßenaufbruch)“ Ausgabe 2017.

Tabelle 7: Klassifikationsschema

Einstufung nach Merkblatt 3.4/1 (Tabelle Anhang 1)	PAK (EPA) mg/kg	Benzo[a]-pyren mg/kg	Phenol- index mg/l	Verwertungs- klasse		Aufbereitung mit Bindemittel
Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen 17 03 02	≤ 10	-	≤ 0,1	A		Heißmischverfahren möglich
Gering verunreinigter Ausbauasphalt 17 03 02	>10 bis ≤ 25	-				Heißmischverfahren möglich
Pechhaltiger Straßenaufbruch 17 03 02	> 25 bis < 1.000	< 50	-	Phenolindex ≤ 0,1 B	Phenolindex > 0,1 C	nur Kaltmischverfahren
Gefährlicher pechhaltiger Straßenaufbruch 17 03 01*	≥ 1.000	≥ 50	-			nur Kaltmischverfahren

5 Gründungsempfehlung

5.1 Kanäle und Versorgungsleitungen

Für die neu zu verlegenden Kanäle und Versorgungsleitungen wird von einer Einbindetiefe von ca. 2,5 bis 4,0 m unter GOK (Kanäle) bzw. 1,0 bis 1,5 m unter GOK (Leitungen) ausgegangen.

Gründung und Gründungshorizonte

Die Gründungshorizonte der einzelnen Abschnitte und die notwendigen Gründungsmaßnahmen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 8: Gründungshorizonte und Gründungsmaßnahmen Kanal- und Leitungsbau

Aufschluss	Gründungs- horizont Kanal ¹⁾	Gründung Kanal	Gründungs- horizont Leitungen	Gründung Leitungen
RKS1	TM halbfest, ab 2,7 m u. GOK Sandstein, sehr mürbe	Rohraufgabe aus- reichend	SU*-ST* steif	Rohraufgabe aus- reichend
RKS2	TM steif, ab 2,8 m u. GOK TL, halbfest, ab ca. 3,5 m u. GOK Sandstein, mürbe	Rohraufgabe aus- reichend, Wasser- haltung für Schichtwasser	ST locker bis mitteldicht, ab 1,2 m u. GOK TM, steif	Rohraufgabe aus- reichend
RKS2.1	ST* steif bis halb- fest, ab ca. 3,2 m u. GOK Sandstein, mürbe	Rohraufgabe aus- reichend	ST* weich bis steif	ggf. Ersatzplanum
RKS3	ab 2,9 m Sand- stein, mürbe bis mittelhart	Rohraufgabe aus- reichend	SE mitteldicht, ab 1,3 m u. GOK ST dicht	Vorverdichtung, Rohraufgabe aus- reichend, Wasser- haltung für Schichtwasser
RKS4	SU-ST locker bis mitteldicht ab 2,7 m u. GOK TL halbfest, ab 3,3 m u. GOK Sandstein, mürbe bis mittelhart	Rohraufgabe aus- reichend, Vorverdichtung bei nicht bindigen San- den, Wasserhal- tung für Schicht- wasser	ST* steif,	Rohraufgabe aus- reichend, Wasserhaltung für Schichtwasser
RKS5	ST* steif, ab 2,6 m u. GOK Sandstein, mürbe bis mittelhart	Rohraufgabe aus- reichend	ST* steif	Rohraufgabe aus- reichend
RKS6	ST, mitteldicht bis dicht, ab 3,2 m u. GOK Sandstein, mürbe bis mittelhart	Rohraufgabe aus- reichend, Vorver- dichtung bei nicht bindigen Sanden	ST* weich bis steif	ggf. Ersatzplanum
RKS7	Sandstein, mürbe bis mittelhart	Rohraufgabe aus- reichend	ST* weich bis steif, ab 1,3 m u. GOK ST dicht	ggf. Ersatzplanum bei bindigen San- den, Rohraufgabe ausreichend bei Gründung ab 1,3 m u. GOK
RKS8	Sandstein, mürbe bis mittelhart	Rohraufgabe aus- reichend	SU*-ST* steif, ab 1,4 m u. GOK Sandstein, mürbe, ab 1,5 m u. GOK ST* steif	Rohraufgabe aus- reichend

RKS9	TL halbfest, ab 2,6 m u. GOK Sandstein, mürbe bis mittelhart	Rohraufgabe aus- reichend	TA steif	Rohraufgabe aus- reichend, 0,2 m Tragschicht bei weicher Konsistenz
RKS10	SU*-ST* steif, ab 2,7 m u. GOK TM steif bis halb- fest, ab 2,8 m u. GOK ST* steif, ab 3,4 m u. GOK Sandstein, mürbe bis mittelhart	Rohraufgabe aus- reichend	SU*-ST* steif	Rohraufgabe aus- reichend
RKS11	Sandstein, mürbe bis mittelhart	Rohraufgabe aus- reichend	SU*-ST* steif	Rohraufgabe aus- reichend
RKS12	Sandstein, mürbe bis mittelhart	Rohraufgabe aus- reichend	SU*-ST* steif	Rohraufgabe aus- reichend
SCH1	ST* steif, ab 3,0 m u. GOK Sandstein, mürbe	Rohraufgabe aus- reichend	TM weich bis steif	ggf. Ersatzplanum
SCH2	ST mitteldicht bis dicht, ab 2,7 m u. GOK Sandstein, mürbe	Rohraufgabe aus- reichend	ST* steif, ab 1,4 m Sand- stein, mürbe	Rohraufgabe aus- reichend
SCH3	Sandsteinzer- satz, stark tonig, steif, Sand- stein, sehr mürbe	Rohraufgabe aus- reichend	ST mitteldicht	Vorverdichtung, Rohraufgabe aus- reichend

¹⁾ Da lokal Sandstein der Bodenklasse 7 anstehen kann, ist mit erhöhtem Aufwand zu rechnen.
Entsprechendes Werkzeug zum Lösen ist vorzuhalten.

Da die Kanäle und Versorgungsleitungen vorrangig in tragfähigem Boden gründen (Festge-
stein oder mind. steifer bzw. mitteldichter Boden, ist eine Rohraufgabe zur Gründung ausrei-
chend.

Stehen bindige Böden in weicher Konsistenz an, sind diese nicht tragfähig und es ist eine
Tragschicht bzw. ein Ersatzplanum mit Material nach Tabelle 9 auszuführen und mittels Plat-
tendruckversuchen ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) abzunehmen.

Nicht bindige Sande sind vorzuverdichten. Das Planum ist im Allgemeinen mittels Platten-
druckversuchen $E_{v2} \geq 45$ abzunehmen

Die z.T. bindigen Böden sind vor Vernässung und somit vor Aufweichen zu schützen! Sollte
dies nicht möglich sein, wäre ein zusätzlicher Bodenaustausch erforderlich!

Tabelle 9: Richtwerte für Ersatzboden / Tragschichten bei Bodenaustausch

Bodengruppe DIN 18196:	GU, GT, GW, (GI)
Kieskorn:	≥ 30 Gew.-% ($d \geq 2 - \leq 63$ mm)
Steinanteil:	≤ 10 Gew.-%
Feinkornanteil:	≤ 15 Gew.-%
Glühverlust:	≤ 3 Gew. %
Proctordichte $D_{Pr.}$:	$\geq 1,8$ t/m ³
Schütthöhe:	0,20 – 0,40 m (je nach Gerät)
Einbau / Verdichtung:	lagenweise
Scherwinkel ϕ_k' :	$\approx 32 - 35^\circ$

Wiedereinbau von Aushubmaterial

Die beim Aushub anfallenden Tone sind stark frostempfindlich und somit zum Wiedereinbau in statisch wirksamen Flächen oder zur Kanalgrabenverfüllung **nicht geeignet**. Nach einer Aufbereitung mit Kalk-Zement-Mischbinder oder zur nicht statisch wirksamen Geländemodellierung wäre das Material verwendbar.

Die nicht bindigen ST/SU-Sande des Homogenbereichs B1 entsprechen der Frostempfindlichkeitsklasse F2 und sind damit gering bis mittel frostempfindlich. Diese beim Aushub anfallenden Böden wären zum Wiedereinbau **geeignet**, jedoch nicht zum frostsicheren Wiedereinbau.

Die bindigen ST*/SU*-Sande des Homogenbereichs B1 entsprechen der Frostempfindlichkeitsklasse F3 und sind damit stark frostempfindlich. Diese beim Aushub anfallenden Böden wären zum Wiedereinbau nur bei optimalem Wassergehalt **geeignet**. Hier könnte eine Aufbereitung mit Kalk-Zement in Frage kommen. Zur Geländemodellierung können diese Sande jedoch genutzt werden.

Aus dem entnommenen Bodenmaterial der Schürfe wurde eine Mischprobe erstellt und im Labor auf die Kornverteilung (SU*/ST*) analysiert. Bei der Aufbereitung der Probe mittels Kalk-Zement-Binder (30/70, Zugabe 3 M.-%) ergab sich bei Prüfung der einaxialen Druckfestigkeit ein Wert von 0,574 MN/m². Nach TP BF-StB Teil B 11.3 [9] erfüllt dieser Wert die Anforderungen an ein tragfähiges Planum. Die Anforderungen an eine qualifizierte Bodenverbesserung werden somit erfüllt. Derart aufbereitetes Material wäre zum Wiedereinbau (z.B. Kanalgrabenverfüllung) gut geeignet.

Anfallendes Festgestein (Sandstein) wäre nach Brechen auf die entsprechende Korngröße zum Wiedereinbau verwendbar.

Die Zuordnungen und Bestimmungen nach LAGA M20 und DepV (vgl. Kapitel 4) sind zu beachten!

Wasserhaltung und Bemessungswasserstand

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde lediglich bei RKS 2, RKS 3 und RKS 4 ein Schichtwasserzutritt verzeichnet. Anhand der Höhen des angetroffenen Schichtwassers ist hier eine Fließrichtung nach Norden festzustellen. Bei den übrigen Rammkernsondierungen wurde kein Grund- oder Schichtwasserzutritt erfasst.

Die digitale Hydrogeologische Karte 1:100.000 (dHK100) des UmweltAtlas Bayern [3] weist für das Gebiet einen Grundwasserstand für den Sandsteinkeuper mit Quartär bei 345-350 m NN aus. Der Hembach, etwa 800 m südlich des Baugebiets, liegt auf einem Höhenniveau von rd. 343 m NN. Grundwasser ist anhand der oben beschriebenen hydrogeologischen Verhältnisse somit erst ab rd. 10 m unter GOK zu erwarten.

Der Bemessungswasserstand ist aufgrund des angetroffenen Schichtwassers daher bei 361,85 m NN bzw. bei tieferliegenden Bereichen an der GOK anzusetzen.

Für anfallendes Niederschlagswasser sowie ggf. auftretendes Schichtwasser auf den (teils) bindigen Bodenschichten ist in jedem Fall eine Ableitung vorzusehen und es sind Pumpensümpfe vorzuhalten. Das (teils) bindige Planum ist dadurch vor Vernässung und dem daraus resultierenden Aufweichen zu schützen (z.B. Schutzschicht, Abdecken, Planum mit Gefälle zu Pumpensumpf, usw.). Sollten diese Vorkehrungen nicht getroffen werden und das Planum dennoch aufweichen, ist ein zusätzlicher Bodenaustausch von mind. 0,25 m erforderlich (Mehraufwand). Eine zusätzliche grundwasserabsenkende Wasserhaltung ist nicht erforderlich.

Es ist zu beachten, dass für die Ab- und Einleitung von Niederschlags- bzw. Schichtwasser aus der Baugrube in Gewässer in Abstimmung mit der zuständigen Behörde eine wasserrechtliche Erlaubnis einzuholen ist.

Versickerung von Oberflächenwasser

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurden bei SCH 1, SCH 3, RKS 11 und RKS 2 Sickerversuche zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit des Bodens durchgeführt.

Zudem wurden an den entnommenen Bodenproben Analysen zur Korngrößenverteilung durchgeführt zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwerts k_f . Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 aufgeführt.

Tabelle 10: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte

Aufschluss	Bestimmungstiefe [m]	Bodengruppe	Ermittlungsart k_f -Wert	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
SCH 1	2,2 - 3,2	ST*, Sandstein	Sickerversuch	$1,54 \cdot 10^{-5}$
SCH 1	0,3 - 1,0	ST	Kornverteilung	$7,70 \cdot 10^{-5}$
SCH 1	1,9 - 3,0	ST*	Kornverteilung	$1,44 \cdot 10^{-7}$
SCH 2	0,3 - 0,9	SU* / ST*	Kornverteilung	$2,38 \cdot 10^{-8}$
SCH 2	1,6 - 2,7	ST	Kornverteilung	$9,11 \cdot 10^{-5}$
SCH 3	2,3 - 3,3	Sandstein	Sickerversuch	$5,43 \cdot 10^{-6}$
SCH 3	0,2 - 0,5	ST	Kornverteilung	$7,37 \cdot 10^{-5}$
SCH 3	1,0 - 2,3	ST	Kornverteilung	$7,67 \cdot 10^{-5}$
RKS 1	0,3 - 1,0	ST*	Kornverteilung	$1,55 \cdot 10^{-4}$
RKS 1	1,0 - 2,3	SU* / ST*	Kornverteilung	$5,67 \cdot 10^{-9}$
RKS 2	0,0 - 3,3	ST / TM / TL	Sickerversuch	$1,66 \cdot 10^{-6}$
RKS 2	0,3 - 1,0	ST*	Kornverteilung	$6,27 \cdot 10^{-5}$
RKS 2.1	0,4 - 1,2	SU* / ST*	Kornverteilung	$3,75 \cdot 10^{-8}$
RKS 3	0,6 - 1,3	SE	Kornverteilung	$2,33 \cdot 10^{-4}$
RKS 4	0,3 - 0,8	SU / ST	Kornverteilung	$1,69 \cdot 10^{-4}$
RKS 4	2,1 - 2,7	SU / ST	Kornverteilung	$3,29 \cdot 10^{-7}$
RKS 5	0,3 - 1,0	ST*	Kornverteilung	$3,93 \cdot 10^{-5}$
RKS 5	1,0 - 2,3	ST*	Kornverteilung	$3,81 \cdot 10^{-5}$
RKS 6	0,3 - 0,7	SU / ST	Kornverteilung	$9,33 \cdot 10^{-5}$
RKS 6	0,7 - 1,5	SU* / ST*	Kornverteilung	$7,35 \cdot 10^{-8}$
RKS 7	0,3 - 0,9	SU / ST	Kornverteilung	$1,79 \cdot 10^{-4}$
RKS 8	0,6 - 1,4	SU* / ST*	Kornverteilung	$1,35 \cdot 10^{-8}$
RKS 9	0,3 - 0,6	SU / ST	Kornverteilung	$5,79 \cdot 10^{-5}$
RKS 10	0,5 - 0,9	SU / ST	Kornverteilung	$1,35 \cdot 10^{-4}$
RKS 10	0,9 - 2,7	SU* / ST*	Kornverteilung	$5,77 \cdot 10^{-8}$
RKS 11	0,3 - 0,6	SU* / ST*	Kornverteilung	$2,86 \cdot 10^{-5}$
RKS 11	0,6 - 1,8	SU* / ST*	Kornverteilung	$2,40 \cdot 10^{-8}$
RKS 11	0,0 - 1,5	SU* / ST*	Sickerversuch	$1,59 \cdot 10^{-6}$
RKS 12	0,3 - 0,6	SU / ST	Kornverteilung	$2,05 \cdot 10^{-4}$
RKS 12	0,6 - 1,9	SU* / ST*	Kornverteilung	$5,05 \cdot 10^{-8}$

Für die Dimensionierung geplanter Versickerungsanlagen sind die k_f -Werte $> 1 \cdot 10^{-6}$ m/s heranzuziehen. Eine Versickerung von Oberflächenwasser ist in schwach durchlässige Böden mit einem k_f -Wert $< 1 \cdot 10^{-6}$ m/s gemäß den Anforderungen des ATV Merkblattes A 138 [10] nicht möglich.

Im Bereich der RKS 4 - RKS 7 ist bei einer geplanten Versickerung von Oberflächenwasser eine Fließrichtung des Sickerwassers in westlicher Richtung zu erwarten. Für den Bereich bei SCH 3 und RKS 12 ist mit einer Fließrichtung des Sickerwassers Richtung Süden zu rechnen. Nördlich der Sperbersloher Straße wäre ein Fließen des Sickerwassers in Richtung Norden anzunehmen. Für den Bereich bei RKS 8 - RKS 10 und SCH 2 kann von einer Fließrichtung nach Süden ausgegangen werden.

Baugrubenböschung/Verbau

Die Baugruben $> 1,25$ m Tiefe sind in den bindigen Böden mind. steifer Konsistenz mit 60° zu böschen. Bei bindigen Böden nur weicher Konsistenz sowie bei nicht bindigen Böden bzw. losen Felsersatz wäre ein Böschungswinkel von 45° einzuhalten. Festgestein kann mit 80° geböscht werden. Sollte dies nicht möglich sein, ist ein Vebau der Baugruben (z.B. Krings-Verbau) erforderlich.

Bei Einbringen des Verbaus in den Sandstein der Bodenklasse 6-7 wäre ein Vorbohren erforderlich!

5.2 Straßenbau

Bestimmung des Fahrbahnaufbaus für geplante Anliegerstraßen nach RStO 12 [11] in der derzeit gültigen Fassung:

Nach den beschriebenen örtlichen Verhältnissen sowie den folgenden planerischen Vorgaben und Annahmen:

- Bk 0,3-1,0: Örtliche Wohnstraße mit Pkw-Verkehr einschließlich geringem Schwerverkehrsanteil
- Frostempfindlichkeitsklasse F2 und F3
- Frosteinwirkungszone II
- kleinräumige Klimaunterschiede: keine besonderen Einflüsse
- Wasserverhältnisse im Untergrund: $< 1,5$ m unter GOK
- Lage der Gradienten: Geländehöhe bis Damm $\leq 2,0$ m

- Entwässerung der Fahrbahn / Ausführung der Randbereiche: Rinnen

ergeben sich die nachfolgend aufgeführten Mindestdicken nach RStO 12:

Tabelle 11: Mindestdicke frostsicherer Oberbau nach RStO 12:

Belastungsklasse	0,3		1,0	
Örtliche Verhältnisse	RKS1-RKS2.1, RKS5, RKS10, RKS11, SCH2	RKS4, RKS6- RKS9, RKS12, SCH1, SCH3	RKS1-RKS2.1, RKS5, RKS10, RKS11, SCH2	RKS4, RKS6- RKS9, RKS12, SCH1, SCH3
Frostempfindlichkeit	F2	F3	F2	F3
Mindestdicke Bauklasse [m]	0,40	0,50	0,50	0,60
A Frosteinwirkung	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,05
B kleinräumige Klimaunter- schiede	± 0,00	± 0,00	± 0,00	± 0,00
C Wasserverhältnisse	± 0,00	± 0,00	± 0,00	± 0,00
D Lage der Gradiente	± 0,00	± 0,00	± 0,00	± 0,00
E Ausführung Randbereiche	- 0,05	- 0,05	- 0,05	- 0,05
Berechnete Mindestdicke frostsicherer Oberbau	0,40	0,50	0,50	0,60

Bei RKS 3 ist zu beachten, dass bei 1,25 m unter GOK Schichtwasser angetroffen wurde. Dieses befindet sich dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum, so dass hier eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 0,45 m (Bk 0,3) bzw. 0,55 m (Bk 1,0) erforderlich wird.

Das teils bindige Planum ist zwingend vor Wasserzutritt und somit vor Aufweichen zu schützen.

Anstelle eines Bodenaustauschs wäre auch eine Bodenverbesserung mit Mischbinder (Kalk-Zement) möglich (vgl. 5.1 Wiedereinbau von Aushubmaterial).

Im Falle einer Bodenverbesserung ist lokal eine Eignungsprüfung durchzuführen.

Zudem wäre im Zuge einer Eignungsprüfung eine einaxiale Druckfestigkeit nach TP BF-StB Teil B 11.3 $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ (Proben 28 Tage gelagert) erforderlich. Nach 24stündiger Wassergelagerung darf zudem der Festigkeitsabfall nicht größer als 50% sein.

Das Erdplanum sowie die Tragschicht sind mittels Plattendruckversuchen (Planum: $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$; Tragschicht $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$, $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$; Bodenverbesserung: $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$) abzunehmen.

5.3 Wohnbebauung

Bei der Errichtung von Wohngebäuden (z. B. EFH) läge bei Ausführung eines Kellers die Gründungssohle teilweise im Bereich des anstehenden Festgesteins (Sandstein). Hier kann als aufnehmbarer Sohldruck/zulässige, charakteristische Bodenpressung ein Wert von **600-700 kN/m²** angesetzt werden. Setzt die Gründungssohle eines unterkellerten Gebäudes im halbfesten Ton an, so kann hier ein aufnehmbarer Sohldruck von **280 kN/m²** angesetzt werden. Für nicht bindige Sande in mind. mitteldichter Lagerung kann mit einem aufnehmbaren Sohldruck von **300-310 kN/m²** gerechnet werden. Liegen im Gründungsbereich bindige Sande in mind. steifer Konsistenz vor, kann ein aufnehmbarer Sohldruck von **280 kN/m²** angesetzt werden.

Bei einer Ausführung von Wohnbebauung ohne Keller, läge die Gründungssohle je nach Bereich in nicht bindigen Sanden in lockerer bis mitteldichter Lagerung oder in bindigen Sanden weicher bis steifer Konsistenz. Für anstehende weiche, bindige und damit nicht tragfähige Böden kann kein aufnehmbarer Sohldruck angegeben werden. Hier wäre ein Bodenaustausch sowie das Einbringen einer Tragschicht (Mineralbeton, Schotter 0/56) erforderlich. Liegen die bindigen Sande in mind. steifer Konsistenz vor, kann hier ein aufnehmbarer Sohldruck von **150 kN/m²** angesetzt werden. Stehen im oberflächennahen Gründungsbereich nicht bindige Sande in mind. mitteldichter Lagerung an, so kann hier mit einem aufnehmbaren Sohldruck von **250 kN/m²** gerechnet werden.

Hinweis zur Versickerung:

Eine Versickerung von Oberflächenwasser ist in oberflächennah anstehende bindige Böden mit einem ermittelten k_f -Wert $< 1 \cdot 10^{-6}$ m/s gemäß den Vorgaben des ATV Merkblattes A 138 nicht möglich (vgl. Kapitel 5.1 Versickerung von Oberflächenwasser).

Es gilt zu beachten, dass für die Errichtung eines Wohngebäudes ein entsprechend separates Baugrundgutachten erforderlich ist.

6 Haftung, Abnahme der Gründungssohlen

Voraussetzung für die Haftung für die Gründung der Leitungen und die Funktion der Verkehrsfläche bei Einhaltung der im vorangegangenen Text genannten Vorgaben ist die Vorlage der gründungsrelevanten Planunterlagen sowie die Abnahme der Gründungssohlen.

Gunzenhausen, den 30.11.2021

Silke Unger, M. Sc. Geowissenschaften
- Bearbeitung -

Dipl.-Geogr. Olaf Pattloch
- Geschäftsführer -

7 Quellen

- [1] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2021): UmweltAtlas Bayern, Digitale Geologische Karte 1:25.000, Stand 05.11.2021.
- [2] HELMHOLTZ-ZENTRUM POTSDAM, DEUTSCHES GEOFORSCHUNGSZENTRUM GFZ: Zuordnung von Orten zu Erdbebenzonen, URL: (https://www.gfz-potsdam.de/din4149_erdbebenzonenabfrage/); Stand 05.11.2021.
- [3] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2021): UmweltAtlas Bayern, Digitale Hydrogeologische Karte 1:100.000, Stand 05.11.2021.
- [4] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2010): DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, Berlin.
- [5] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2015): DIN EN 1997: Eurocode 7 - Geotechnische Bemessung – Band 1, Berlin.
- [6] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2019): DIN 18300: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten, Berlin.

- [7] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (1997): Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) – Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln. 4., erweiterte Auflage, Berlin.
- [8] BUNDESMINISTERIUM FÜR JUSTIZ UND VERBRAUCHERSCHUTZ, BUNDESAMT FÜR JUSTIZ (2009): Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV).
- [9] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2010): TP BF-StB B 11.3 Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau Teil B 11.3 Eignungsprüfung bei Bodenverbesserungen mit Bindemitteln.
- [10] DWA DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V. (2005): Arbeitsblatt DWA-A 125: Rohrvortrieb und verwandte Verfahren, Hennef.
- [11] RSTO 12 (2012): Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, - FGSV Verlag, Köln.

Anlagen
