

G U T A C H T E N



GEOTECHNISCHER BERICHT

Auftrag Nr. 3180896
Projekt Nr. 2018-1902

KUNDE:

Markt Essenbach
Rathausplatz 3
84051 Essenbach

BAUMASSNAHME:

Bebauungsplan „Westlich der Ziegelei“,
Essenbach

GEGENSTAND:

Baugrunduntersuchung

DATUM:


Deggendorf, den 31.10.2018

Dieser Bericht umfasst 25 Seiten, 6 Tabellen und 5 Anlagen.
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere
Zustimmung nicht zulässig. Die Proben werden ohne besondere
Absprache nicht aufbewahrt.

 **Dr.-Ing. Bernd Köck**


von der IHK Niederbayern
öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für
Historische Bauten,
Nachweisberechtigt für
Standsicherheit (Art. 62, BayBO)
Fachkundige Person für wieder-
kehrende Bauwerksprüfungen
nach Verfahrensordnung BaylKa

WASSER | UMWELT

 **Dipl.-Geol. Dr. Roland Kunz**

von der IHK Niederbayern
öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
für Hydrogeologie

GEOTECHNIK

 **Dipl.-Ing. Rolf d'Angelo**

von der IHK Niederbayern
öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
für Erdbau im Straßenbau

MONITORING

Dipl.-Ing. (FH) Florian Metje

Baudiagnostik und
Bauüberwachung

BAUGRUND

 **Dipl.-Ing. (FH) Markus Piendl**

von der IHK Niederbayern
öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
für Baugrunderkundung und
Gründung von Hochbauten

LABOR

M. Eng. Stephan Ziermann

Leiter Erd- und Grundbaulabor,
Leiter der nach § 29b BImSchG
vom Bayerischen Landesamt
für Umwelt anerkannten Mess-
stelle für Geräusche

TIEFBAUPLANUNG

Dr.-Ing. Tobias Kubetzek

Priv. SV Spezialtiefbauplanung

FELS

Geol. Dr. Matthias Zeithöfler

Priv. SV Felssicherung
vom Bayr. LfU zert.
Radonfachperson

PARTNER

 **Dipl.-Geol. Eduard Eigenschek**

von der IHK Niederbayern
öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
für ingenieurgeologische
Bodenuntersuchungen

Prof. Dr.-Ing. Stefan M. Holzer

ETH Zürich
Departement Architektur
Institut für Denkmalpflege
und Bauforschung

Inhaltsverzeichnis:

0	ZUSAMMENFASSUNG	5
1	VORGANG	5
1.1	Auftrag	5
1.2	Fragestellung	6
1.3	Projektbezogene Unterlagen	6
2	BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES	6
2.1	Geplantes Bauwerk	6
2.2	Geomorphologische Situation	7
2.3	Geologische Verhältnisse	7
3	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	7
3.1	Ortsbegehung	7
3.2	Baugrundaufschlüsse	8
3.3	Sickerversuche	9
3.4	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	9
4	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	10
4.1	Beschreibung der Schichtenfolge	10
4.2	Ergebnisse der Rammsondierungen	11
4.3	Ergebnisse der Laborversuche	11
4.3.1	Wassergehalte und Konsistenzgrenzen	11
4.4	Hydrologische Verhältnisse	12
5	BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN BEFUNDE	13
5.1	Beurteilung der Baugrundverhältnisse	13
5.2	Bodenmechanische Kennwerte	14
5.3	Eigenschaften und Kennwerte für Erdarbeiten (Homogenbereiche)	15
5.4	Bewertung der Grundwasserverhältnisse	17
5.5	Bewertung der Erdbebentätigkeit	17
6	VERSICKERUNG	17



7 HERSTELLUNG BEFESTIGTER FLÄCHEN	19
7.1 Rahmenbedingungen.....	19
7.2 Herstellung des Oberbaues.....	19
7.3 Ertüchtigung des Untergrundes.....	20
8 FOLGERUNGEN FÜR DEN KANALBAU	21
8.1 Rahmenbedingungen.....	21
8.2 Aushub und Wiederverwendbarkeit.....	21
8.3 Grabenverbau und Wasserhaltung.....	21
8.4 Auflager	22
8.5 Wiederverfüllung	23
9 HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG	23
10 ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN.....	23
10.1 Beweissicherung.....	23
10.2 Altlasten.....	24
10.3 Baubegleitende Überwachung.....	24
11 SCHLUSSBEMERKUNGEN	24

Anlagen:

Anlage 1:	Planunterlagen
Anlage 1.1:	Übersichtslageplan
Anlage 1.2:	Lageplan mit Aufschlüssen
Anlage 2:	Zeichnerische Darstellung der Erkundungsergebnisse
Anlage 2.1:	Bodenprofile
Anlage 2.2:	Rammdiagramme
Anlage 2.3:	Sickerversuche
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse und Kopfblätter
Anlage 3.1:	Schichtenverzeichnisse der Bodenaufschlüsse
Anlage 3.2:	Kopfblätter zu Rammsondierungen
Anlage 4:	Laboruntersuchungen
Anlage 5:	Fotoaufnahmen

Tabellen:

Tabelle 1:	Ansatzhöhen/Endteufen	8
Tabelle 2:	Wassergehalte und Konsistenzgrenzen	11
Tabelle 3:	Bodenklassifizierung	13
Tabelle 4:	Vereinfachtes Baugrundmodell	14
Tabelle 5:	Bodenmechanische Kennwerte	15
Tabelle 6:	Eigenschaften und Kennwerte von Böden	16
Tabelle 7:	Bemessungswerte für Versickerungsanlagen	18

0 ZUSAMMENFASSUNG

Mit den Erkundungen wurden unter einem geringmächtigen Oberboden Löß- und Lößlehmlagerungen angetroffen. Die Konsistenzen wurden im oberflächennahen Bereich überwiegend als halbfest, in tieferen Lagen als weich angesprochen. Aufgrund des schwach bindigen Charakters der Böden ist die Angabe der Konsistenz nicht repräsentativ. Es wurde kein Grundwasser angetroffen.

Im Bereich der geplanten Erschließungsstraßen sind nach den Erkundungsergebnissen auf Höhe des Erdplanums durchgehend o. g. Löß- und Lößlehmböden anzutreffen. Auf diesen wird der geforderte Tragfähigkeitsbeiwert von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ voraussichtlich nicht erreicht werden können. Es ist daher eine Bodenverbesserung oder ein Bodenaustausch vorzusehen.

In der Kanalsohle sind nach den Erkundungsergebnissen ebenfalls die Löß- und Lößlehmböden anstehend. Da die Konsistenz der Böden voraussichtlich nicht durchgehend steif ist, sollte ein Bodenaustausch vorgesehen werden.

Für die angetroffenen Böden kann auf Grundlage von Sickerversuchen ein mittlerer Bemessungswert von $k_{fm} = 4,4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ abgeschätzt werden. Die Böden sind damit gerade noch als sickerfähige Böden einzustufen.

1 VORGANG

1.1 Auftrag

Der Markt Essenbach plant die Erschließung eines Neubaugebietes am nördlichen Ortsrand von Essenbach.

Mit Schreiben vom 23.07.2018 wurde die IFB Eigenschenk GmbH, Deggendorf, mit der Erstellung eines geotechnischen Gutachtens einschließlich der Durchführung von Feld- und Laboruntersuchungen beauftragt. Grundlage der Auftragserteilung ist das Angebot der IFB Eigenschenk vom 17.07.2018 in Verbindung mit dem Werkvertrag.

Der vorliegende Bericht enthält die zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsergebnisse und die daraus folgenden Hinweise für die Planung und Durchführung der Baumaßnahme.

1.2 Fragestellung

Mit der vorliegenden geotechnischen Baugrundbeurteilung soll im Wesentlichen geklärt werden:

- ⇒ welche Böden am Untersuchungsstandort zu erwarten sind und welche bautechnischen Eigenschaften diese aufweisen;
- ⇒ welche Werte der geotechnischen Kenngrößen den Böden zuzuordnen sind;
- ⇒ welche Wasserverhältnisse anzutreffen sind und mögliche Auswirkungen hieraus;
- ⇒ welche Folgerungen sich für die Anlage befestigter Flächen im Außenbereich ergeben;
- ⇒ welcher Folgerungen sich für den Kanalbau ergeben;
- ⇒ welche ergänzenden Hinweise für den Baubetrieb notwendig werden;
- ⇒ welche Versickerungsmöglichkeiten auf dem Grundstück bestehen.

1.3 Projektbezogene Unterlagen

Für die Ausarbeitung dieses Gutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Coplan AG, Eggenfelden (Februar 2018): Bebauungsplan „westlich der Ziegelei“ Übersichtslageplan, M 1 : 5.000, Bebauungsplan M 1 : 1.000, Darstellung der Ausgleichsflächen M 1 : 2.000

2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES

2.1 Geplantes Bauwerk

Es ist die Erschließung des Baugebietes „Westlich der Ziegelei“ am nördlichen Ortsrand von Essenbach geplant. Im Zuge der Maßnahme ist die Anlage von Verkehrsflächen und Kanaltrassen vorgesehen. Die Verlegetiefen der Kanäle ist mit bis 4 m unter Gelände angegeben.

Am nördlichen Rand des Baugebietes sind Maßnahmen zu Versickerung vorgesehen.

Aufgrund der Bauwerkskonstruktion ist die geplante Baumaßnahme vorläufig in die geotechnische Kategorie GK 2 einzuordnen. Diese umfasst Baumaßnahmen mit durchschnittlichem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund.

2.2 Geomorphologische Situation

Essenbach ist ein Markt im niederbayerischen Landkreis Landshut etwa 19 km westlich von Dingolfing und 8 km nordöstlich von Landshut. Etwa 3 km südlich fließt die Isar.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am nördlichen Ortsrand von Essenbach auf den Grundstücken mit den Flur-Nr. 152/7 und 152/8. Derzeit handelt es sich bei dem Grundstück um einen nach Süden abschüssige landwirtschaftlich genutzte Fläche. Nordöstlich des zu bebauenden Grundstückes schließt ein Industriekomplex mit der bestehenden Ziegelei an. Die Grundstücke südlich des Untersuchungsgebietes sind bebaut.

2.3 Geologische Verhältnisse

Nach der geologischen Karte im Maßstab 1 : 25.000 besteht der Untergrund im Untersuchungsgebiet aus pleistozänen Löß- und Lößlehmlagerungen. Diese sind im Untersuchungsbereich bis in mehrere Metern Tiefe anstehend. Den tieferen Untergrund bilden Kiese, Tone und Schluffe der Nördlichen Vollsotterabfolge aus dem Miozän.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Ortsbegehung

Bei Beginn der Aufschlussarbeiten wurde eine Ortsbegehung des Standorts und seiner Umgebung durch den Bohrmeister durchgeführt. Eine Dokumentation der Ortsbegehung ist in der Anlage 5 enthalten.

3.2 Baugrundaufschlüsse

Die vorliegende Untersuchung soll die Beurteilung der Ausführbarkeit voraussehbarer Varianten der Gründung und der Baudurchführung zulassen. Deshalb wurde Art und Umfang entsprechend einer Hauptuntersuchung nach DIN 4020 festgelegt.

Es wurde folgendes Untersuchungsprogramm festgelegt:

- 3 Rammkernbohrungen (RKB) bis 6 m unter Geländeoberkante
- 4 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH – dynamic probing heavy) nach DIN EN ISO 22476-2 bis 6 m unter Geländeoberkante
- 6 Schürfe (SCH) bis 4 m unter Geländeoberkante

Die Felderkundungen fanden am 17.09.2018 und 18.09.2018 statt.

Die Ansatzpunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen und gehen aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor.

Tabelle 1: Ansatzhöhen/Endteufen

Erkundungsart	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Endteufe [m unter GOK]
RKB 1	406,19	6,00
RKB 2	404,83	6,00
RKB 3	403,90	6,00
SCH 1	408,70	2,00
SCH 2	407,64	2,00
SCH 3	408,38	2,00
SCH 4	402,97	4,00
SCH 5	405,44	4,00

Erkundungsart	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Endteufe [m unter GOK]
SCH 6	401,85	3,80
DPH 1	405,10	6,00
DPH 2	404,48	6,00
DPH 3	401,98	6,00
DPH 4	404,00	6,00

GOK: Geländeoberkante
m ü. NN: Meter über Normalnull

Eine Darstellung der Aufschlüsse als Bodenprofile nach DIN 4023 ist in Anlage 2 gemeinsam mit den Rammdiagrammen aufgetragen. Die zugehörigen Schichtenverzeichnisse und Kopfblätter sind in Anlage 3 zusammengestellt.

3.3 Sickerversuche

In den Schürfen SCH 1, SCH 2 und SCH 3 wurden Schluckversuche als Sickerversuch durchgeführt. Die Sickerversuche wurden den in Anlage 2.3 zu diesem Bericht beiliegenden Protokoll aufgezeichnet. Aus den Aufzeichnungen der Sickerversuche wurden anhand der dokumentierten Methoden die hydraulischen Durchlässigkeiten berechnet.

3.4 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den einzelnen Bodenschichten wurden Proben entnommen und - soweit erforderlich - zur Überprüfung der augenscheinlichen Ansprache und Ermittlung der Bodengruppen nach DIN 18 196 im Laboratorium untersucht. Folgende Versuche wurden durchgeführt:

- 4 Bestimmungen der Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122

Die Ergebnisse sind in Anlage 4 zusammengefasst. Sie werden ggf. im Folgenden bei der Beschreibung der Untergrundverhältnisse näher erläutert.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Beschreibung der Schichtenfolge

Die Felderkundungen haben die aufgrund der regionalen geologischen Situation zu erwartende Schichtung des Baugrundes im Wesentlichen bestätigt. Auf der Grundlage vergleichbarer bodenmechanischer Eigenschaften lassen sich die erkundeten Schichten am Untersuchungsstandort in nachfolgend aufgeführte Homogenbereiche zusammenfassen.

Homogenbereich 0 – Oberboden

In sämtlichen Aufschlüssen wurde unter dem Ansatzpunkt ein etwa 0,3 bis 0,4 m mächtiger Oberboden (Schluff, tonig, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig, schwach organische Beimengungen) angetroffen. Die Farbe der Böden ist braun, die Konsistenz weich bis halbfest.

Homogenbereich 1 – Löß und Lößlehm

Unter dem Oberboden wurden die Böden dieses Homogenbereiches bis in die jeweilige Erkundungsendtiefe angetroffen. Es handelt sich dabei um tonige, schwach sandige bis sandige Schluffe sowie um schluffige, sandige Tone. Die Farbe der Böden ist hellbraun bis braun, teilweise graubraun oder ockerfarben. Die Konsistenz ist nach Bodenansprache im oberflächennahen Bereich als halbfest, in tieferen Lagen als weich bezeichnet. Im oberflächennahen Bereich ist die höhere Konsistenz durch die lange Trockenheit bedingt.

Bei den vorliegenden Böden handelt es sich um Lößablagerungen, welche teilweise verlehrt sind. Die Bestimmung der Konsistenz ist aufgrund des teilweise nur schwach bindigen Charakters der angetroffenen Böden schwierig vorzunehmen, sodass die angetroffenen Konsistenzen teilweise nicht repräsentativ sind.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Konsistenz der angetroffenen Böden veränderlich ist und vom Wassergehalt abhängig ist. Der Wassergehalt der Böden kann jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. So kann eine Erhöhung des Wassergehaltes durch Wasserzutritt oder dynamische Belastung die Konsistenz deutlich verschlechtern, dabei ist eine Verschlechterung zu breiiger oder flüssiger Konsistenz nicht auszuschließen.

4.2 Ergebnisse der Rammsondierungen

Zur indirekten Bestimmung der Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen sowie zur Erkundung des Ramm- und Bohrverhaltens wurden vier Sondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 abgeteuft. Dabei stellt die Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe über die gesamte Sondierstrecke ein interpretierbares Maß der Lagerungsdichte dar. Ebenso können Rückschlüsse auf Mantelreibungswerte, Spitzendruckwerte und Schichtgrenzen gezogen werden.

In allen Bohrungen wurden bis in die Erkundungsendtiefe nur geringe bis sehr geringe Schlagzahlen registriert. Dies ist typisch für Lößböden lässt auf eine geringe Tragfähigkeit in den anstehenden Böden schließen.

4.3 Ergebnisse der Laborversuche

4.3.1 Wassergehalte und Konsistenzgrenzen

An bindigen Bodenschichten wurden die Konsistenzgrenzen bestimmt und dabei die Plastizität sowie der natürliche Wassergehalt ermittelt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 2: Wassergehalte und Konsistenzgrenzen

Homogenbereich	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenansprache und Konsistenz	w [%]	w _L [%]	I _P	I _C	DIN 18 196
1/Löß und Lößlehm	RKB 3/D5	3,0 - 4,0	T, u, fs steif	21,74	39,04	19,70	0,88	TM
1/Löß und Lößlehm	RKB 2/D3	1,0 - 2,0	U, t, fs halbfest	17,00	31,00	12,34	1,14	TL
1/Löß und Lößlehm	RKB 1/D6	4,0 - 5,0	U, t, fs steif	19,24	32,73	13,90	0,97	TL
1/Löß und Lößlehm	RKB 1/D3	1,0 - 2,0	U, t, fs halbfest	19,73	37,76	16,33	1,10	TM

w: Wassergehalt
w_L: Fließgrenze
I_C: Konsistenzzahl

Die im Labor ermittelten Konsistenzen unterscheiden sich stark von der Bodenansprache vor Ort. Grund hierfür ist der teilweise nur schwach bindige Charakter der angetroffenen Böden.

4.4 Hydrologische Verhältnisse

Mit den durchgeführten Erkundungen wurde kein Grund- oder Schichtenwasser angetroffen.

Bei den vorliegenden Böden kann Schichten- oder Stauwasser nicht ausgeschlossen werden.

Nach der hydrogeologischen Karte liegt der mittlere Grundwasserstand am Untersuchungsort bei etwa 389 m ü. NN.

5 BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN BEFUNDE

5.1 Beurteilung der Baugrundverhältnisse

Auf Grundlage der durchgeführten Felduntersuchungen, der örtlichen Bodenansprachen und der Ergebnisse der Feld- und Laborversuche kann die in der folgenden Tabelle dargestellte Klassifizierung der einzelnen Bodenschichten nach den geltenden Normen bzw. rein informativ nach der nicht mehr gültigen DIN 18 300 (2012) vorgenommen werden:

Tabelle 3: Bodenklassifizierung

Homogenbereich	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)	Frostempfind- lichkeit nach ZTVE-StB 17
0/Oberboden	OU/OT	1	F2
1/Löß und Lößlehm	UL/UM/TL/TM	4	F3

Als wesentliches Ergebnis kann ein vereinfachtes Berechnungsmodell des Baugrundes ausgearbeitet werden. Die Vereinfachung bezieht sich dabei auf die geometrischen Annahmen über den Schichtenaufbau und -verlauf sowie auf die ähnlichen bodenmechanischen Baugrundeigenschaften.

Für das vorliegende Untersuchungsgrundstück ergibt sich folgendes Baugrundmodell:

Tabelle 4: Vereinfachtes Baugrundmodell

Homogenbereich	Unterhalb Kote [m unter GOK]	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	Bautechnische Eignung als Baugrund für Gründungen
0/Oberboden	GOK	weich bis halbfest	nicht geeignet
1/Löß und Lößlehm	0,3...0,4	weich bis halbfest	bei mindestens steifer Konsistenz ohne Zusatzmaßnahmen geeignet

Die in der Tabelle angegebenen Höhen der Schichtgrenzen weisen Spannen auf. Bei geotechnischen Nachweisen ist jeweils die ungünstigste Schichtung des Baugrundes zu berücksichtigen. Dabei kann sich je nach Art der zu führenden Standsicherheits-, Verformungs- oder sonstigen Berechnung ein unterschiedliches Berechnungsprofil ergeben.

5.2 Bodenmechanische Kennwerte

In der nachfolgenden Tabelle sind geschätzte mittlere bodenmechanische Kennwerte als charakteristische Werte für erdstatische Berechnungen zusammengefasst. Sie basieren auf Laboruntersuchungen, örtlichen Erfahrungen, den Angaben der DIN 1055 und DIN 1054 sowie den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben EAB den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU 2004).

Die Oberböden des Homogenbereiches 0 sind nicht für einen technischen Wiedereinbau geeignet, daher sind diese in den folgenden Tabellen nicht mehr berücksichtigt.

Tabelle 5: Bodenmechanische Kennwerte

Homogenbereich	Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Winkel d. inneren Reibung φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Kohäsion, undrännert c_u [kN/m ²]	Steifemodul E_s Erstbelastung für Laststufe 100 bis 200 kN/m ² [MN/m ²]	Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
1/Löß und Lößlehm	17,5 - 20 ¹⁾	8,5 - 11 ¹⁾	22,5 – 27,5 ¹⁾	2 - 7 ¹⁾	15 - 60 ¹⁾	4 - 8 ¹⁾	1 · 10 ⁻⁵ - 1 · 10 ⁻¹⁰

1) konsistenzabhängig

Soweit möglich wurden als bodenmechanische Kennwerte vorsichtige Schätzwerte des Mittelwertes nach DIN 4020 angegeben. Soweit in der Tabelle für einzelne Kennwerte Spannen angegeben worden sind, kann im Regelfall mit den Mittelwerten gerechnet werden. Bei Nachweis des Grenzzustandes des Verlustes der Lagesicherheit, des Versagens durch hydraulischen Grundbruch und Aufschwimmen sind jedoch die jeweils ungünstigsten Werte anzusetzen.

5.3 Eigenschaften und Kennwerte für Erdarbeiten (Homogenbereiche)

Homogenbereiche sind Abschnitte, welche für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweisen.

In diesem Sinne wurden im vorliegenden Bericht Homogenbereiche definiert und diesen den erkundeten Bodenschichten zugeordnet. Abhängig von dem gewählten Bauverfahren kann es jedoch sinnvoll sein, dass mehrere Homogenbereiche für Ausschreibung und Baudurchführung zusammengefasst werden. Dies ist durch den verantwortlichen Planer vorzunehmen, gegebenenfalls in Abstimmung mit dem Sachverständigen für Geotechnik.

In der folgenden Tabelle sind die nach DIN 18 300 anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte der einzelnen Homogenbereiche enthalten, soweit dies auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse möglich ist.

Tabelle 6: Eigenschaften und Kennwerte von Böden

Homogenbereich	Korngrößenverteilung	Massenanteil [%]			Dichte ρ [Mg/m ³]	Schерfestigkeit undrännert c_u [kN/m ²]	Wassergehalt w [%]	Plastizitätszahl I_p [%]	Konsistenzzahl I_c [%]	Bezogene Lagerungsdichte I_D [%]	Organischer Anteil V_{GI} [%]	Boden- gruppe nach DIN 18 196
		Steine > 63 mm	Blöcke > 200 mm	große Blöcke > 630 mm								
1/Löß und Lößlehm	- ²⁾	≤ 5 ³⁾	≤ 1 ³⁾	0 ³⁾	1,7 - 2,1	15 - 150 ³⁾	15 - 25	10 - 20	80 - 120	- ²⁾	≤ 4 ³⁾	UL/UM/ TL/TM

- 1) Bei Böden dieser Art keine Angabe möglich
- 2) Mit den vorliegenden Feld- und Laboruntersuchungen nicht ermittelt
- 3) Abgeschätzt nach Erfahrungswerten

5.4 Bewertung der Grundwasserverhältnisse

Für Bauwerksabdichtungen und statische Nachweise ist ein Bemessungswasserstand festzulegen. Dieser ist definiert als der Grundwasserhöchststand bzw. Bemessungsgrundwasserstand (HGW), der sich witterungsbedingt einstellen kann oder als der Bemessungshochwasserstand (HHW), wobei der höhere Wert maßgebend ist. Bei der Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes sind wasserwirtschaftliche Einflussfaktoren mit ihren Auswirkungen auf den Grundwasserstand zu berücksichtigen.

Aufgrund der topografischen Lage und des großen Flurabstandes des Grundwassers kann der Bemessungsgrundwasserstand unterhalb der Gründungssohle angesetzt werden, wenn eine Bauwerksdrainage ausgeführt wird. Wird diese nicht ausgeführt, so ist der Bemessungsgrundwasserstand bei Geländeoberkante anzusetzen, da bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen Stauwasser nicht ausgeschlossen werden kann, welches im ungünstigsten Fall bis Geländeoberkante ansteigt.

5.5 Bewertung der Erdbebentätigkeit

Der Untersuchungsstandort liegt nach DIN EN 1998-1/NA in keiner Erdbebenzone bzw. in der Erdbebenzone 0 und damit in einem Gebiet sehr geringer Seismizität. In Fällen sehr geringer Seismizität müssen die Vorschriften der Reihe EN 1998 nicht berücksichtigt werden.

6 VERSICKERUNG

Grundlage zur Versickerung von unbedenklichen und tolerierbaren Niederschlagsabflüssen ist das Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, April 2005, der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Demnach sind Böden dann zur Versickerung geeignet, wenn deren Durchlässigkeitsbeiwert k_f für Fließvorgänge in der wassergesättigten Zone im Bereich $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} \leq k_f \leq 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ liegt.

Es wurden Sickerversuche in mehreren Schürfen durchgeführt. Um den für die Bemessung von Versickerungsanlagen erforderlichen Durchlässigkeitsbeiwert k_f zu erhalten, sind die im Versuch ermittelten Werte laut dem Arbeitsblatt DWA-A 138 mit einem dort angegebenen Faktor zu multiplizieren. Die in den einzelnen Schürfen ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte und Bemessungswerte sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 7: Bemessungswerte für Versickerungsanlagen

Schurf	Homogenbereich	Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s]	Bemessungswert k _f [m/s]
SCH 1	1 (Löß und Lößlehm)	$2,4 \cdot 10^{-6}$	$4,8 \cdot 10^{-6}$
SCH 2	1 (Löß und Lößlehm)	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$6,0 \cdot 10^{-6}$
SCH 3	1 (Löß und Lößlehm)	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$

Für den Homogenbereich 1 kann damit ein mittlerer Bemessungswert von $k_f = 4,4 \cdot 10^{-6}$ m/s abgeschätzt werden. Die Böden dieses Homogenbereiches erfüllen damit gerade noch die vorgenannte Anforderung an sickerfähige Böden. **Eine uneingeschränkte Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden kann nicht bestätigt werden.**

Der oben genannte Bemessungswert kann für eine Vorbemessung von Versickerungsanlagen verwendet werden.

Bei der Planung und Anlage von Versickerungsanlagen sind darüber hinaus die Grundwasserstände, Schwankungsbreiten des Grundwassers und die erforderlichen Reinigungsstrecken zu beachten. Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 sollte die Mächtigkeit des Sickerraumes grundsätzlich 1 m betragen, womit ein Mindestabstand der Versickerungsanlage zum Mittleren Höchsten Grundwasserstand MHGW von 1 m einzuhalten ist. Falls hierzu von Seiten des zuständigen Wasserwirtschaftsamtes keine Angaben gemacht werden, ist dieser über die Auswertung hydrogeologischer Karten, Ganglinien längerfristig beobachteter Messstellen im Untersuchungsgebiet etc. zu ermitteln.

Darüber hinaus sind die Auflagen des Wasserwirtschaftsamtes zu berücksichtigen. Es wird deshalb empfohlen, die Planung von Versickerungsanlagen frühzeitig mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt abzustimmen. Es wird darauf hingewiesen, dass von einigen Ämtern beispielsweise einem Durchstoßen von gering durchlässigen Deckschichten nicht zugestimmt wird.

Die Abstimmung mit den Behörden, die Ermittlung des Mittleren Höchsten Grundwasserstandes sowie die Dimensionierung von Versickerungsanlagen kann bei Bedarf durch die IFB Eigenschenk GmbH ausgeführt werden.

7 HERSTELLUNG BEFESTIGTER FLÄCHEN

7.1 Rahmenbedingungen

Im Bereich der geplanten Erschließungsstraßen sind nach den Erkundungsergebnissen auf Höhe des Erdplanums durchgehend Böden des Homogenbereiches 1 (Löß und Lößlehm) anzutreffen. Es kann deshalb die Frostempfindlichkeitsklasse F3 zugrunde gelegt werden.

7.2 Herstellung des Oberbaues

Für die Erschließungsstraßen sollte nach RStO 12 die Belastungsklasse Bk1,0 zugrunde gelegt werden.

Für die Ermittlung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues sind die Tabellen 6 und 7 der RStO 12 heranzuziehen. Das Untersuchungs Gelände liegt gemäß Bild 6 der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone 2. Damit ergibt sich unter Zugrundelegung der Belastungsklasse Bk1,0 folgende Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues:

Belastungsklasse Bk1,0:	50 cm
Kleinräumige Klimaunterschiede:	0 cm
Frosteinwirkungszone 2:	5 cm
Wasserverhältnisse:	0 cm
Lage der Gradienten:	0 cm
Gesamtaufbau:	<u>55 cm</u>

Je nach Ausführung der Randbereiche kann der Aufbau gemäß Tabelle 7 der RStO 12 um 5 cm geringer ausfallen. Die Minderdicke wird auf die Dicke der Frostschutzschicht angerechnet.

Die Dicke der Asphaltsschichten und gegebenenfalls zusätzlich vorzusehender Tragsschichten ist nach Tafel 1 der RStO 12 festzulegen.

Es sind folgende Tragfähigkeitswerte bei der Bauausführung nachzuweisen:

Geforderte Tragfähigkeit auf dem Planum (Oberkante Frostschutzschicht):
 $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$

Geforderte Tragfähigkeit auf dem Erdplanum (Oberkante Untergrund): $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

7.3 Ertüchtigung des Untergrundes

Nach Abtrag der oberflächennahen Böden stehen im Erdplanumsbereich Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 an. Nach ZTVE-StB 17 und RStO 12 ist auf der Oberkante des Erdplanums ein Verformungsmodul beim Plattendruckversuch von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Dieser Wert wird auf den anstehenden Böden mutmaßlich nicht erreicht werden können. Es sollte daher ein Bodenaustausch oder eine Bodenverbesserung in Form der Zugabe von Feinkalk bzw. eines Kalk-Zement-Gemisches vorgesehen werden.

Die Verbesserungsmethode bzw. die erforderliche Kalk- bzw. Kalk-Zement-Zugabemenge kann durch die IFB Eigenschenk kurzfristig über eine Eignungsprüfung ermittelt werden.

Die erforderliche Zugabemenge ist von den Wasserverhältnissen im Boden abhängig, welche jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Zur Vorbemessung kann eine mittlere Zugabemenge von 3 % angenommen werden.

Bei Ausführung eines Bodenaustausches wird empfohlen, ein gut verdichtbares Kies-Sand-Gemisch mit einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von maximal 15 % im eingebauten Zustand einzubauen. Geeignet sind auch Recycling-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte, welche die oben genannten Kornverteilungskriterien einhalten.

Die Dicke der zu verbessernden oder auszutauschenden Bodenschicht ist von der vorhandenen Tragfähigkeit der anstehenden Böden abhängig. Diese wird wiederum maßgeblich von den Wasserverhältnissen im Boden beeinflusst, welche jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Es wird empfohlen, die erforderliche Dicke bei Baubeginn durch Anlage eines Probefeldes und Durchführung von Plattendruckversuchen zu ermitteln.

Zur Vorbemessung kann von einer Dicke der zu verbessernden bzw. auszutauschenden Schicht von mindestens 30 cm ausgegangen werden. Bei Ausführung eines Bodenaustausches kann die erforderliche Austauschdicke durch Verlegung eines knotensteifen Geogitters vor Einbau der ersten Schüttlage erfahrungsgemäß um etwa 30 % bis 40 % reduziert werden.

8 FOLGERUNGEN FÜR DEN KANALBAU

8.1 Rahmenbedingungen

Nach den vorliegenden Unterlagen sind Kanaltiefen bis 4 m unter Gelände vorgesehen. In dieser Tiefe sind die Böden des Homogenbereiches 1 in weicher bis steifer Konsistenz anstehend.

Über den geplanten Kanaldurchmesser sowie die Entfernung der nächstgelegenen Bebauung zur Kanalstrecke liegen keine weiterführenden Informationen vor.

8.2 Aushub und Wiederverwendbarkeit

Beim Aushub fallen die Böden des Homogenbereiches 0 und 1 an.

Die Oberböden des Homogenbereiches 0 sind nicht für einen technischen Einbau geeignet. Die Böden des Homogenbereiches 2 werden sich voraussichtlich nicht ausreichend verdichten lassen. Es sollte deshalb ein Bodenersatz vorgesehen werden.

8.3 Grabenverbau und Wasserhaltung

Grundsätzlich lassen sich alle gängigen Grabenverbaugeräte einsetzen. Es wird auf die Beachtung der Sicherheitsregeln nach DIN 4124 und der dort aufgeführten Bestimmungen zum Einstell- und Absenkverfahren hingewiesen.

Sofern die Standsicherheit oder die Gebrauchstauglichkeit von benachbarten Gebäuden gefährdet werden könnte, sind solche Grabenverbaugeräte einzusetzen, bei denen mit Auflockerungen oder Nachgeben des anstehenden Bodens nur in einem solchen Umfang zu rechnen ist, dass eine Gefährdung ausgeschlossen ist. Es sind dann z. B. Gleitschienen-Grabenverbaugeräte mit Stützrahmen oder Dielenkammergeräte einzusetzen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Böden im Grundwasserbereich und die Böden des Homogenbereiches 1 bei schlechten Witterungsverhältnissen voraussichtlich nicht kurzzeitig standfest sind. Grabenverbaugeräte können in diesen Böden nur mit dem Absenkverfahren eingebracht werden. Dabei dürfen mittig gestützte Grabenverbaugeräte nicht zu Einsatz kommen.

Eine Wasserhaltung ist zur gezielten Ableitung von Oberflächenwasser und gegebenenfalls zutretendem Sicker- oder Schichtenwasser vorzusehen. Hierzu sind Pumpensümpfe vorzuhalten und bei Bedarf einzusetzen.

Nach Beendigung der Wasserhaltung müssen alle Baudränagen vorzugsweise entfernt oder andernfalls ausreichend verschlossen werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass auch fließgefährdete Böden (sandige Schluffe) vorliegen. Ein Materialaustrag ist durch geeignete Maßnahmen, wie z. B. Einsatz von Holzwole, zu verhindern.

8.4 Auflager

Unter Berücksichtigung der Angaben der Rohrhersteller der statischen Vorgaben sowie der DIN EN 1610 (Mindestauflagerdicken) kann die Gründung oder die Auflagersituation der Rohre wie folgt unterteilt werden:

Auflager im Bereich der Böden des Homogenbereiches 1

Da die Böden dieses Homogenbereiches überwiegend mit nach Bodenansprache weicher Konsistenz vorliegen, wird eine Auflagerung der Rohre nicht ohne Zusatzmaßnahmen empfohlen.

Es wird vorgeschlagen, einen Teilbodenaustausch mit gut verdichtbarem, nichtbindigem Bodenmaterial auszuführen. Das Bodenaustauschmaterial ist auf einem geotextilen Vlies einzubauen und ausreichend zu verdichten. Die Dicke des Bodenaustausches sollte mindestens 0,2 m bis 0,3 m betragen, abhängig von den jeweiligen Konsistenzverhältnissen.

Der Bodenaustausch kann bei Verwendung von entsprechendem Material als untere Bettungsschicht angerechnet werden.

8.5 Wiederverfüllung

Leitungszone

Es sind die nach DIN EN 1610 in der Leitungszone geeigneten Baustoffe zu verwenden. Das dort angegebene Größtkorn in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser ist zu beachten. Eine Verlagerung anstehenden Bodens in die Leitungszone oder umgekehrt ist zu verhindern, gegebenenfalls ist die Verwendung von Filterkies oder Geotextilien notwendig, insbesondere im Grundwasserbereich. Im Einflussbereich von Grund- und Schichtenwasser sind geeignete Vorkehrungen zu treffen, z. B. Innenauskleidung des Grabens mit Geotextilien. Es ist ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 97\%$ nachzuweisen.

Verfüllzone

Außerhalb der Leitungszone soll gemäß der ZTVE-StB 17 möglichst der ausgehobene Boden oder in Dammlage das für den Damm vorgesehene Schüttmaterial zur Grabenverfüllung verwendet werden. Innerhalb des Straßenkörpers ist ein Verdichtungsgrad D_{Pr} gemäß Abschnitt 4.3.2 der ZTVE-StB 17 nachzuweisen. Die Anforderung ist vom Verfüllmaterial abhängig. Außerhalb des Straßenkörpers gilt die Anforderung $D_{Pr} \geq 97\%$.

9 HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG

Das Gelände ist insbesondere bei ungünstigen Witterungsverhältnissen mit Baufahrzeugen nicht befahrbar, weshalb geeignete Baustraßen erforderlich werden. Baustraßen sollten wegen der leicht aufweichenden Deckschichten unter Verwendung eines Geotextils hergestellt werden. Es empfiehlt sich eine Schotterauflage auf einem geeigneten Vlies.

10 ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN

10.1 Beweissicherung

Aufgrund der Bautätigkeiten, die unvermeidlich Erschütterungen durch Baustellenverkehr, Rammarbeiten oder Verdichtungsarbeiten mit sich bringen, sind Einflüsse auf die Nachbarbebauung nicht auszuschließen. Daher wird eine Beweissicherung des Ist-Zustandes von benachbarten Bauwerken und Straßen empfohlen.

Das Schadensrisiko für Gebäude durch Erschütterungseinwirkungen sollte durch Erschütterungsmessungen und eine Bewertung nach DIN 4150 minimiert werden. Somit kann eine Überwachung und Optimierung der Erschütterungsintensität vor Ort erfolgen sowie der Nachweis erbracht werden, dass die gemäß DIN 4150, Teil 3 geforderten Anhaltswerte nicht überschritten werden.

Da es sich vorliegend um erdbautechnische Maßnahmen handelt, sollten das Beweissicherungsverfahren sowie die Erschütterungsmessung von einem Baugrundsachverständigen durchgeführt werden. Die IFB Eigenschenk steht dazu zur Verfügung.

10.2 Altlasten

Im Zuge der Felderkundungen wurden mittels organoleptischer Ansprache keine Hinweise auf Altlasten oder Kontaminierungen festgestellt.

10.3 Baubegleitende Überwachung

Nach DIN EN 1997-1 und -2 ist während der Bauausführung zu überprüfen, ob die Baugrundverhältnisse den Annahmen entsprechen.

Es wird auf die Erfordernis von Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen gemäß ZTVE-StB 09 im Zuge von Verdichtungs- und Hinterfüllungsarbeiten hingewiesen.

11 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden Erkundungen niedergebracht und der aufgeschlossene Boden beurteilt. Die für die Ausschreibung, Planung und Baudurchführung erforderlichen Hinweise und bodenmechanischen Kennwerte wurden erarbeitet und sind im Text- und Anlagenteil dokumentiert. Die jeweils notwendigen Maßnahmen und Gründungsbedingungen wurden für die Verhältnisse an den Ansatzpunkten aufgezeigt.

Die IFB Eigenschenk ist zu verständigen, falls sich Abweichungen vom vorliegenden Gutachten oder planungsbedingte Änderungen ergeben. Zwischenzeitlich aufgetretene oder eventuell von der Planung abweichend erörterte Fragen werden in einer ergänzenden Stellungnahme kurzfristig nachgereicht.



Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich naturgemäß nur um punktförmige Aufschlüsse, weshalb Abweichungen im flächenhaften Anschnitt nicht auszuschließen sind. Eine Überprüfung des Baugrundaufbaus während des Aushubs und eine Inspektion der Baugrubensohle bleibt damit erforderlich. Ohne örtliche Abnahme gilt die Untersuchung des Baugrundes als nicht abgeschlossen.

ifb EIGENSCHENK
Dipl.-Ing. Rolf d'Angelo^{1) 2)}
Geschäftsführer

ifb EIGENSCHENK
Michael Hornacsek M. Sc.
Sachbearbeiter

- ¹⁾ Von der Industrie- und Handelskammer für Niederbayern in Passau öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Erdbau im Straßenbau
- ²⁾ Leiter der Prüfstelle (Richtlinien für die Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau RAP Stra 15)