

ERDE & BODEN MITTELDEUTSCHLAND GMBH, STEINWEG 9, 34613 SCHWALMSTADT

Nino Sifri
Grüne Straße 15
34323 Malsfeld

ALTLASTENUNTERSUCHUNGEN
BAUGRUNDUNTERSUCHUNGEN
BODENAUSHUBÜBERWACHUNG
ERDBAULABOR
GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG
GRÜNDUNGSBERATUNG
SACHVERSTÄNDIGENGUTACHTEN
SANIERUNGSKONZEPTE
UMWELTMANAGEMENT

Ingenieurgeologisches Gutachten für das Vorhaben:

Neubau eines 6-Familienwohnhauses ohne Keller in 34323 Malsfeld-Beiseförth, Mühlenstraße | Flur 5, Flurstück 1/3.

Projekt Nr. 250177

Bericht vom 16. Mai 2025

Orientierende geologische Voruntersuchung gemäß DIN 4020 mit ingenieurgeologischer Baugrundbeurteilung sowie Gründungs- und Bauausführungsempfehlung für herkömmliche Flachgründungen gemäß Auftragsformular zum:

VORHABEN: Neubau eines 6-Familienwohnhauses ohne Keller
Mühlenstraße | Flur 5, Flurstück 1/3
D-34323 Malsfeld-Beiseförth

BAUHERRSCHAFT: Nino Sifri
Grüne Straße 15
D-34323 Malsfeld

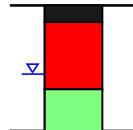
PLANUNG / PLANERSTELLER: Seliger Architektur
Schirne 3
D-34270 Schauenburg

Hiermit wird das beauftragte ingenieurgeologische Gutachten auf den folgenden Seiten vorgelegt.

Geschäftsführer: Torsten Sponer
St.-Nr. 025 232 30446
Amtsgericht Marburg
Handelsregisternummer: HRB 6185

Telefon: 066 91 / 25 00 76 8
Fax: 066 91 / 25 02 37 0
Mobil: 0176 / 34 56 01 72
E-Mail: info@erde-boden.net

Bankverbindung
Sparkasse Fulda
IBAN: DE 67 5305 0180 0000 0335 34
BIC: HELADEF1FDS



Zusammenfassung¹

Kapitel 1 Auftrag und Planvorgaben

Der Bericht umfasst das Vorhaben: **Neubau eines 6-Familienwohnhauses ohne Keller**, welches über aktuell geplant **drei Stockwerke** und ggf. weitere Nebenanlagen verfügt.

Kapitel 2 Baugrunderkundungen

Nach der durchgeführten geotechnischen Erkundung im Baufeld ist mit einem durchgehend **ausreichend tragfähigen** Baugrund zu rechnen.

Sofern die Bauausführung in der trockenen Jahreszeit durchgeführt wird, ist die geplante Gründung **im Lehm** sicher und ohne signifikante Verzögerungen umzusetzen.

Zur Baufeldvorbereitung ist ggf. angetroffener Mutterboden abzutragen und das **Erdplanum** anschließend **ebenerdig-plan** herzustellen. Von diesem ausgehend ist bis zur Unterkante der Bodenplatte ein Schotterpolster lagenweise aufzubauen und ordentlich zu verdichten.

Falls örtlich **weiche Böden** auf dem Niveau des Erdplanums angetroffen werden, ist der Baugrundsachverständigen zu verständigen.

Kapitel 3 Gründungsempfehlung

Die durch den Ersteller vorgeschlagene und im Gutachten errechnete **Gründung** des Vorhabens erfolgt mittels **Fundamentplatte auf einem Gründungspolster**.

Als Unterbau dient ein **Schotterpolster** mit einer Mächtigkeit von mindestens $h_{sp} > 0,8 \text{ m}$ und einer vorgeschlagenen **Körnung** von $\sim 0 - 150 \text{ mm}$. Das verwendete Material ist den örtlichen Gegebenheiten entsprechend auszuwählen.

Basierend auf einer vorab angenommenen $\sigma_0 \text{ Sohldruck} = 60 \text{ kN / m}^2$ resultiert für das Vorhaben ein angesetzter korrigierter **Bettungsmodul** von $k_{s,k} \sim 14.000 \text{ kN / m}^3$.

Alternative: Abgeleitet aus frostfrei gegründeten Streifenfundamenten mit einer exemplarischen Breite von 0,5 m und einer Einbindetiefe von 0,8 m resultiert für das Vorhaben eine maximal zulässige, charakteristische **Bodenpressung** von $\sigma_0 = 206 \text{ kN / m}^2$

Kapitel 4 Hydrologische Situation

Zum Zeitpunkt der Erkundungen wurde bei 1,6 m unter der Geländeoberkante eine **Grund-, respektive Schichtenwasserführung** angetroffen, welche bautechnisch ebenfalls als örtlich auftretendes Grundwasser anzusprechen wäre.

Der angetroffene Baugrund ist generell als **Wasser gering durchlässig** anzusehen. Mit einem Bauwerk relevanten Grundwasserspiegel ist prinzipiell **nicht zu** rechnen.

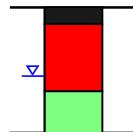
Auf Grundlage der DIN 18533 und der Ausführung des Vorhabens ist das Grundbauwerk gegen die Wassereinwirkungsklasse **W1.2-E | nicht drückendes Wasser** abzudichten.

Die **Versickerung** von anfallendem Niederschlags-, respektive Oberflächenwasser ortsnah auf dem Grundstück ist **prinzipiell möglich**.

Kapitel 5 Ausführungshinweise und Risikoabschätzungen

Das Vorhaben liegt im Bereich der **Erdbebenzone EZ < 0**. Durch das Baufeld verläuft ein Fließpfad für **Starkregenereignisse**.

1 Die hier aufgeführten zusammengefassten **Punkte sind zwingend im Kontext** des jeweiligen Kapitels zu betrachten und die **dort aufgeführten Besonderheiten** zwingend zu beachten.



Inhaltsverzeichnis

1. Auftrag und Planvorgaben.....	1
1.1. Verwendete Unterlagen.....	1
1.2. Verwendete Planungsvorgaben.....	2
2. Baugrunderkundungen.....	3
2.1. Untersuchungskonzept.....	3
2.2. Erkundungsergebnisse.....	4
2.2.1. Geologie / Schichtbeschreibung.....	4
2.2.2. Dynamischer Eindringwiderstand.....	5
2.2.3. Grundwassersituation.....	6
2.3. Bodenkennwerte.....	6
3. Gründungsempfehlung.....	6
3.1. Bewertung zur Gründung.....	7
3.2. Gründung über Fundamentplatte.....	7
3.3. Alternative: Bodenverbesserung mit Mischbindemittel.....	9
3.4. Alternative: Gründung über Streifenfundamente.....	9
3.5. Setzungsberechnung zum Gründungsvorschlag.....	10
3.6. Gründungsvorschlag Nebenbauwerke.....	11
3.7. Parkplatz und Wegeflächen.....	11
3.8. Frostsicherheit.....	12
4. Hydrologische Situation.....	12
4.1. Grundwasser und Wasserschutzgebiete.....	13
4.2. Abdichtung des Grundbauwerkes.....	14
4.3. Normvorgaben zur Versickerung.....	14
4.4. Durchlässigkeit über Open-End-Test.....	15
4.5. Ergebnis der Durchlässigkeit.....	16
5. Ausführungshinweise und Risikoabschätzungen.....	16
5.1. Hinweise zur Bauausführung.....	16
5.2. Risikoabschätzungen.....	17
6. Abschlussbemerkungen.....	18

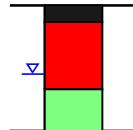
Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Exemplarische Ansicht über das Baufeld (ohne Blickrichtung).....	3
Abbildung 2: Schematische Skizze zum Aufbau eines Gründungspolster.....	8
Abbildung 3: Schematische Skizze zum Aufbau der Streifen.....	10
Abbildung 4: Exemplarische Ansicht über das Baufeld (ohne Blickrichtung).....	13
Abbildung 5: Modifizierter Auszug aus DWA-A 138, Bild 2 – Mindestabstände zu Gebäuden.....	15



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwendete Quellen und Unterlagen.....	1
Tabelle 2: Beschreibung und Dimensionen des Vorhabens.....	2
Tabelle 3: Höhenangaben zum Grundbauwerk.....	2
Tabelle 4: Anzahl und Art der direkten Untersuchungsmethoden.....	4
Tabelle 5: Detail- Beschreibung der angetroffenen Bodenschichten.....	4
Tabelle 6: Zuordnung von Lagerungsdichte bzw. Konsistenz zu Schlagzahlen*1.....	5
Tabelle 7: Auswertung der Untersuchungsergebnisse.....	5
Tabelle 8: Bodenkenngrößen & -werte der erörterten Bodenschichten.....	6
Tabelle 9: Bodenkenngrößen & -werte der erörterten Bodenschichten.....	6
Tabelle 10: Bodenkenngrößen & -werte der erörterten Bodenschichten.....	6
Tabelle 11: Versuchsanordnung im Bohrloch über Open- End- Test.*1	15



1. AUFTRAG UND PLANVORGABEN

Die Bauherrschaft beabsichtigt das Vorhaben: Neubau eines 6-Familienwohnhauses ohne Keller. Für die erwarteten Baugrundverhältnisse mit Gründungsvorschlag soll zur Gewährleistung der zulässigen geotechnischen Rahmenbedingungen, insbesondere aber zur Sicherstellung einer technisch einwandfreien und sicheren Ausführung eine **geologische Voruntersuchung** der anstehenden Boden- und Bodenwasserverhältnisse durchgeführt werden.

In diesem Zusammenhang ist die **Erde & Boden Mitteldeutschland GmbH** beauftragt, die anstehenden Baugrundverhältnisse durch eine orientierende Erkundung festzustellen und auf deren Grundlage sowie unter Berücksichtigung der Planungsvorgaben eine Empfehlung für die Gründung zum Vorhaben zu erarbeiten. Gemäß dieser Zielsetzung ist das Ergebnis im vorliegenden **ingenieurgeologischen Gutachten** dargestellt, ausgewertet und bekannt gegeben.

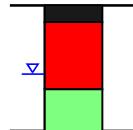
Die Erstattung dieses Gutachtens erfolgt gemäß **DIN 4020 (09.03)** und **EN 1997-1, EC7**.

1.1. VERWENDETE UNTERLAGEN

Als Grundlage zur Bearbeitung dieses Berichtes werden die einschlägigen Normen, Regelwerke und sonstigen Bauvorschriften sowie das zugehörige Fachschrifttum herangezogen. Weiterhin werden zusätzliche Quellen zur Beschreibung sowie die seitens des Auftraggebers übermittelten Unterlagen verwendet (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Verwendete Quellen und Unterlagen

Ref.Nr.	Art der Unterlagen mit Datum und Erläuterungen
[1]	DIN EN ISO 22475 (2007) Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen.
	DIN EN ISO 22476 (2012) Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen – Teil 1: Drucksondierungen mit elektrischen Messwertaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck.
	DIN EN ISO 22476 (2012) Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Teil 2: Rammkernsondierungen.
	DIN EN ISO 14688 (2016) Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden.
	EN 1997-1 /EC 7 Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln.
	DIN 4124 (10.02) Baugruben und Gräben; Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.
	DIN 18300 Erdarbeiten - Bodenklassen vs. Homogenbereiche.
	DIN 4095 Dränung zum Schutz von baulichen Anlagen.
	DIN 18195 (2017), DIN 18531 - 18535 Schutz von Bauwerken gegen Feuchtigkeit und Wasser.
[2]	Topografische Karte von Deutschland (2000) im Maßstab 1 : 25.000.
[3]	Geologische Übersichtskarte (GÜK200) mit zugehörigem Blatt, im Maßstab 1 : 200.000 sowie die Geologische Übersichtskarte (GÜK1000) Deutschland im Maßstab 1 : 1.000.000.
[4]	Planunterlagen zu dem Vorhaben (Lageplan, Schnitt, Profil, etc.), bereitgestellt seitens des AG / der Planung mit Datum: 27. Okt. 2022.
[5]	Beauftragtes Angebot zur Durchführung eines Baugrundgutachtens seitens des AG / der Planung übermittelt an den Ersteller mit Datum: 24. Okt. 2022.



1.2. VERWENDETE PLANUNGSVORGABEN

Das Vorhaben umfasst folgende Dimensionen (siehe Tabelle 2, vgl. Anlage 1). Gemäß dieser Parameter (siehe bereitgestellte Unterlagen [4], ansonsten Annahmen des Erstellers) bezüglich der Ausmaße des Vorhabens ist das Gutachten erstellt. Sofern sich im Rahmen der weiteren Planung signifikante Änderungen auftun, sind diese dem Ersteller mitzuteilen, um zu prüfen, ob ggf. eine gesonderte Begutachtungen notwendig wird.

Tabelle 2: Beschreibung und Dimensionen des Vorhabens

Beschreibung	Dimensionen
Anzahl der Geschosse:	drei Stockwerke
Langseite des Vorhabens:	~ 15,04 [m]
Kurzseite des Vorhabens:	~ 15,24 [m]

Die hier benannten Längen sind im Weiteren als Teil der statischen Berechnung genutzt. Ggf. vorhandene Nebenanlagen zum Vorhaben sind in einem separaten Kapitel näher erläutert.

Bei einem vorliegenden Vermesserplan werden diese Werte in „Metern über Normal Höhen Null“ (m NHN) gemäß der bereitgestellten Planunterlagen angegeben. Die Werte beziehen sich hierbei auf das aktuell gültige und lokal verwendete Höhenbezugssystem, dem Deutschen Haupthöhennetz. Laterale Abweichungen der Punkte bedingen eine intrinsische Variation der Werte im Zentimeterbereich.

Für die Gründung des Vorhabens ist die Höhenlage der Unterkante der Bodenplatte als Maßgebende für den weiteren Aufbau des Gründungspolsters gewählt (siehe Tabelle 3). Die aus den Planunterlagen [4] herangezogene Oberkante ist diesen zu entnehmen.

Tabelle 3: Höhenangaben zum Grundbauwerk

Beschreibung / Objekt	Höhe ^{*1} [m NHN]	Mächtigkeit [m]
Unterkante Bodenplatte (mit Dämmung)	~ unbekannt (UK)	~ 0,3
Oberkante Erdplanum (ebenerdig)	~ unbekannt (OK)	~ 0,8 ^{*2}

^{*1} (Ober- / Unterkante) | ^{*2} (Inkl. der oberen 0,1 m als kapillar brechende Schicht)

Zur Baufeldvorbereitung ist, sofern noch vorhanden, der Mutterboden fachtechnisch abzutragen. Anschließend ist die Oberkante des Erdplanums ebenerdig zu errichten und statisch vorzuverdichten. Sofern zwischen hier beziffelter Höhe und der tatsächlich im Baufeld abgezogenen Höhe eine Diskrepanz besteht, ist diese durch Fortführung des Schotterpolsters bis OK EP zu beheben.

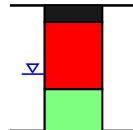
Alternativ kann, sofern bautechnisch sinnvoll oder durch den Ersteller empfohlen, mit lokalem (ggf. verbesserten) Boden die ggf. vorhandene Diskrepanz behoben werden.

Die Lastabtragung des Vorhabens ist seitens der Planunterlagen [4], respektive Empfehlungen des Erstellers vorgesehen über eine:

- **Fundamentplatte auf einem Gründungspolster.**

Weitergehende Lastangaben zum Bauvorhaben sowie weitere Ausführungsdetails sind dem Ersteller nicht übermittelt.

Hinweis: Ein genereller und exemplarischer Überblick über das Baufeld und die nähere Umgebung ist der Abbildung 1 und Abbildung 4 auf den folgenden Seiten zu entnehmen.



2. BAUGRUNDERKUNDUNGEN

Das geplante Vorhaben liegt am Nordostrand von Waldhessen, südlich des Riedforst im Schwalm-Eder Kreis in 34323 Malsfeld-Beiseförth [2]. Im Südwesten der Ortschaft soll das wohnhaus auf einer Wiesenfläche errichtet werden. Das Umfeld ist ländlich geprägt. Die Beise entwässert das Gebiet nach Osten in Richtung der Fulda. Das direkte Baufeld liegt in der Talaue auf einer schwach nach Osten geneigten Fläche mit einem Höhenunterschied von < 1,0 m.

2.1. UNTERSUCHUNGSKONZEPT

Für einen orientierenden Überblick über die Boden- & Baugrundverhältnisse, die lokalen hydrogeologischen Verhältnisse im Gründungsbereich und um auf deren Grundlage eine Vorbeurteilung der erd- & grundbautechnischen Arbeiten zu treffen, ist u. a. folgende (vgl. Tabelle 4) Untersuchung, am 25. April 2025 gemäß erteiltem Auftrag durchgeführt worden.



Abbildung 1: Exemplarische Ansicht über das Baufeld (ohne Blickrichtung).

Diese Untersuchungen sind bis zur angesetzten, respektive technisch erreichbaren Erkundungstiefe in den Bodenklassen 1 bis 5 ausgeführt. Ab jeweils benannter Tiefe (vgl. Anlage 2) ist die geplante Endteufe erreicht, respektive ist auf Grund zu hoher Eindringwiderstände kein weiterer Bohrfortschritt erzielt worden. Es erfolgt somit eine Interpretation auf Grundlage der direkten Erkundungen an den in Anlage 1 näher veranschaulichten punktuellen Sondierungsstellen bis in eine Tiefe von:

- ~ 3,00 m unter Geländeoberkante (m u.GOK).

Auf dieser Grundlage sind weitergehende Betrachtungen aus unterschiedlichen Quellen zur weiteren Beschreibung der örtlichen Baugrundsituation herangezogen, um aus den punktuellen Erkundungen eine flächenhafte Beschreibung des Baugrundes zu ermöglichen.



Tabelle 4: Anzahl und Art der direkten Untersuchungsmethoden²

Art	Beschreibung
3 Rammkernsondierungen (RKS)	Schuppenbohrungen (Ø 40 – 50 mm)
1 Rammsondierung (DP-M)	Dynamic Probing - Medium (~ 30 kg Fallgewicht, N ₁₀ , 15 cm ²)

Anmerkung: Eine Abweichung des Bodenaufbaus in den umliegenden Bereichen ist naturgemäß gegeben und kann örtlich zu einer unterschiedlichen Ausprägung und Bewertung des Baugrundes sowie seiner erd- und grundbautechnischen Eigenschaften führen. Insbesondere im Bereich von Verwitterungshorizonten ist mit starken Schwankungen im Verlauf der Verwitterungshorizont-Oberkante zu rechnen. Diese möglichen Abweichungen sind in der weiteren Planung mit zu berücksichtigen sowie bei der Ausführung zu kontrollieren.

2.2. ERKUNDUNGSERGEBNISSE

2.2.1. GEOLOGIE / SCHICHTBESCHREIBUNG

Bei den Geländearbeiten (vgl. Tabelle 4) ist gemäß der DIN 4022 und DIN 4023 [1] folgender Schichtenaufbau erkundet und dieser in Anlage 2 in Form von Einzelprofilen, die ebenfalls auf Rechercheergebnisse sowie Erfahrungswerten beruhen können, abgebildet.

Tabelle 5: Detail- Beschreibung der angetroffenen Bodenschichten³.

HomBer Schicht	Schichtgrenze ^{*1} [m u.GOK]	Kurzform * ² (gem. DIN 4022)	Beschreibung / Ausformulierung der Schicht / bzw. des Homogenbereichs (HomBer)
1	2,1	U, g'-g*, s', t'-t	Schwemmlehm / Schwemmlöss Schluff, schwach kiesig-stark kiesig, schwach sandig, schwach tonig - tonig bindig steif - halbfest
2	2,9 ^{RKS 01}	T, g, s-s*, u'	Auelehm Ton, kiesig, sandig-stark sandig, schwach schluffig stark bindig mitteldicht - dicht
3	> 3,0 ^{*3}	S, g'-G, u', t'	Terrassenkies Sand, schwach kiesig-Kies, schwach schluffig, schwach tonig nicht bindig mitteldicht - dicht

*¹ (Untere Schichtgrenze) | *² (Anteile: * = starker Anteil und ' = schwacher Anteil) | *³ (Unterkante der Schicht nicht erkundet)

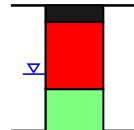
Anhand dieser ingenieurgeologischen Bodenansprache und Profilaufnahme sind die angetroffenen Schichten zusammengefasst (nach Homogenbereichen) beschrieben (siehe Tabelle 5).

Die generellen weitgefassten **geologischen Verhältnisse** und Schichten sind gemäß vorliegendem Kartenwerk [3] geprägt durch:

- känozoische Sedimente des Holozän | fluviatile Sedimente,
- känozoische Sedimente des Pleistozän | Mittelterrassen - Kies, Sand,
- mesozoische Festgesteine des Unteren Buntsandsteins | Saalmünster Folge - Sandsteine,

² Gemäß erteiltem Auftrag an die örtlichen Gegebenheiten interpoliert, angepasst und repräsentativ abgebildet.

³ Zusammengefasste Ergebnisse der Erkundungen. Für aufgeschlüsselte Informationen ist die Anlage 2 zu nutzen.



Das regionale Umfeld ist geprägt durch die Festgesteine der Unteren Trias, welche hier in verschiedenen Einheiten und Gruppen teils tektonisch verstellt zueinander den Untergrund aufbauen. In diese haben sich im Pleistozän glaziofluviatile Prozesse eingeschnitten und das Gelände soweit geformt. Rezente Gewässer folgen den angelegten fluviatilen Strukturen und prägen das heutige Bild. Das Vorhaben liegt direkt im Übergang der Mittelterrasse zum Sandstein. Durch die Innerörtliche Lage und die landwirtschaftliche Nutzung ist mit einem gestörten Bodenaufbau, umgelagerten Böden & Auffüllungen zu rechnen.

Sofern angetroffen, ist der Mutterboden als organisches Wertgut im Rahmen der Baufeldvorbereitung abzutragen und daher bautechnisch nicht weiter von Relevanz. Die mittlere erkundete Mächtigkeit des Mutterbodens ist mit 0,2 m anzusehen.

2.2.2. DYNAMISCHER EINDRINGWIDERSTAND

Zur Überprüfung der Lagerungsdichte des anstehenden Bodens wurde eine mittelschwere Rammsondierung (RS, DPM, N_{10} , 15 cm²) nach DIN 4094 [1] angesetzt. Die Sondierung ist an der gleichen Stelle einer Rammkernsondierung (vgl. Anlage 2) im Vorfeld ausgeführt worden, um einen ungestörten Untergrundaufbau zu erhalten.

Die Auswertung erfolgt unter Beachtung der allgemeinen Grundsätze der DIN 4094 [1] auf der Grundlage einer Gegenüberstellung (vgl. Tabelle 6) von Schlagzahlbereichen und Lagerungsdichten (bei nicht-bindigen Böden), respektive Konsistenzen (bei bindigen Böden).

Bei Vorliegen einer wenigstens steifen Konsistenz bzw. mitteldichten Lagerung ist im Sinne der DIN 1054 [1] von einem ausreichend tragfähigen Untergrund auszugehen. Gemäß dieser Beurteilungskriterien nach DIN 4094 [1] ist das Ergebnis beschrieben (siehe Tabelle 7).

Die Tragfähigkeit (gemäß DIN 1054 [1]) zur Absetzung der Bauwerkslasten in den gründungsrelevanten Schichten ist:

- **ausreichend.**

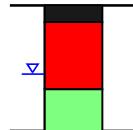
Tabelle 6: Zuordnung von Lagerungsdichte bzw. Konsistenz zu Schlagzahlen^{*1}.

(Schlagzahl N_{10}) bei Lagerung: rollig		(Schlagzahl N_{10}) bei Lagerung: bindig	
0 – 4	sehr locker	0 – 3	breiig
4 – 11	locker	3 – 8	weich
11 – 26	mitteldicht	8 – 14	steif
26 – 44	dicht	14 – 28	halbfest
> 44	sehr dicht	> 28	fest

^{*1} (Empirische Zuordnung der mittelschweren Rammsonde (DPM) bezogen auf 10 cm Rammfortschritt (N_{10}))

Tabelle 7: Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Schicht	Kurzname	Lagerung / Konsistenz	Schlagzahlbereich (N_{10})
1	Schwemmllehm	steif - halbfest	4- >75
2	Auelehm	mitteldicht - dicht	- - -
3	Terrassenkies	mitteldicht - dicht	- - -



2.2.3. GRUNDWASSERSITUATION

Im Rahmen der Erkundungen erfolgt nach Bohrende eine Prüfung auf vorhandene Staunässe in den Bodenschichten sowie auf einen eingestellten Ruhewasser-, respektive Grundwasserspiegel. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen ergibt sich das Ergebnis, dass sich bei einer Erkundungstiefe von 174,81 m NHN ein Wasserspiegel eingestellt hat. Gemäß der Stichtagesmessung (vom 25. April 2025) weist der Bodenaufbau:

- bei 1,6 m unter der Geländeoberkante eine Grund- / Schichtenwasserführung auf.

2.3. BODENKENNWERTE

Für den Bodenaufbau sind auf Grundlage der Erkundungsergebnisse, Erfahrungen aus vergleichbaren Projekten und anhand von Literatur-Vergleichswerten die **mittleren Bodenkennwerte** (siehe Tabelle 8 - 10) der erörterten Horizonte zum Zwecke der statischen Berechnung abgeleitet. Die Einteilung erfolgt gemäß Tabelle 5 in Schichten sowie in Homogenbereichen (**HomBer**).

Tabelle 8: Bodenkenngrößen & -werte der erörterten Bodenschichten

Kurzname	HomBer Schicht	Bodenklasse (DIN 18300)	Bodengruppe (DIN 18196)	Bösch-Winkel*¹ (ü./u.W.)*² β [°]	Eignung für die Wiederverfüllung
Schwemmmlehm	1	4	UM, UL, SU*	60 < 60	Bindemittelzugabe
Auelehm	2	4, 5	TL	60 < 60	Bindemittelzugabe
Terrassenkies	3	3	SW, GW, GE	45 < 45	Ja

*¹ (Böschungswinkel zur Standsicherheit, vom natürlichen Wassergehalt abhängig) | *² (über / unter Wasser)

Tabelle 9: Bodenkenngrößen & -werte der erörterten Bodenschichten

HomBer Schicht	Tragfähigkeit	Verdichtungsfähigkeit	Frostempfindlichkeit (Klasse ZTVE & Tiefe Zf)	Fließempfindlichkeit
1	mäßig	gering	hoch F3 90 cm	mäßig bis hoch
2	mäßig	gering	hoch F3 90 cm	mäßig bis hoch
3	gut	gut	mittel F2 60 cm	gering

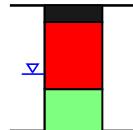
Tabelle 10: Bodenkenngrößen & -werte der erörterten Bodenschichten

HomBer Schicht	Wichte mit / ohne Auftrieb*¹ γ / γ' [kN / m³]	Reibungswinkel*¹ φ' [°]	Kohäsion*¹ c'/c_u [kN / m²]	Steifemodul*² E_s [kN / m²]	K _f Wert*² [m/s]
1	18,5 / 8,5	27,5	5 / 15	12.000	1x10 ⁻⁸ - 1x10 ⁻⁷
2	19,5 / 9,5	27,5	10 / 25	16.000	1x10 ⁻⁹ - 1x10 ⁻⁸
3	20 / 12	32,5	0 / 0	35.000	1x10 ⁻⁷ - 1x10 ⁻⁴

*¹ (Mittelwert) | *² (Erfahrungswerte)

3. GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG

Auf Grund des Eingriffes in das Gelände sind in allen Fällen zwingend die **Vorgaben** der **DIN 4124** [1] sowie die Angaben zum Böschungswinkel gemäß Tabelle 8 zu **beachten**. Bei einem Abweichen der benannten Vorgaben, Normen und Angaben sind jegliche Arbeiten, mindestens anhand eines separaten Standsicherheitsnachweises, zu prüfen.



3.1. BEWERTUNG ZUR GRÜNDUNG

Das Vorhaben kommt in einem Bereich ohne vormalige Bebauung zu liegen. Das betroffene Gelände weist einen Höhenunterschied von < 1,0 m auf. Für das Bauvorhaben ist die Unterkante der geplanten Bodenplatte auf ~ unbekannt m NHN beziffert. Für den Aufbau unterhalb der BP ist seitens des Erstellers eine Mächtigkeit von ~ 0,8 m vorgesehen.

Das Erdplanum liegt im schleifenden Übergang der erkundeten Schichten und schneidet diese daher im Baufeld diskordant an. Für eine einheitliche und sichere Gründung ist das Gutachten mit den ungünstigsten (Boden-) Parametern kalkuliert und die weitere Baumaßnahme dahingehend anzupassen.

Durch den generellen Eingriff in bindige Böden ist bei dem Herstellen einer geböschten Baugrube zwingend der normgerechte Böschungswinkel einzuhalten. Jedenfalls ist bei freier Abschachtung eine laufende und verantwortliche Prüfung der Standsicherheit der Grubenwandungen erforderlich. Beim Auftreten von Böschungslabilitäten sind unverzüglich Sicherungsarbeiten einzuleiten, um jegliche Unfallgefährdung auszuschließen. Weiterhin schlägt der Ersteller zum Schutz gegen Witterungseinflüsse (z. B. Feuchtigkeit) und dadurch bedingtes Nachsacken der Böschungen vor, diese flächig mit beschwerten Folien abzudecken. Sofern die Grubensohle höchstens 1,75 m tief einbindet, darf nach DIN 4124 auch eine senkrechte Baugrubenböschung hergestellt werden, wobei die oberen 0,5 m im 45°-Winkel geböschten sind.

Im Anschluss der Baufeldvorbereitung ist das Erdplanum so herzustellen, dass das vorgesehene Schotterpolster unterhalb der Bodenplatte ordentlich errichtet werden kann.

Das profilierte Abtragsplanum ist prinzipiell vor lang anhaltendem Witterungseinfluss zu schützen und intensiv (vorzugsweise statisch) zu verdichten. Ein Aufweichen ist unbedingt zu vermeiden. Auf dem Erdplanum ist anschließend ein **Geotextil oder Geogitter** (z. B. Baustellenvlies, GRK 3: > 150 g/m²) flächenhaft aufzulegen, um eine einheitliche Gründung zu gewährleisten.

Gemäß der bereitgestellten Planunterlagen [4] oder abweichend durch Einschätzung des Erstellers ist die Lastabtragung des Vorhabens vorgesehen über eine:

- **Fundamentplatte auf einem Gründungspolster.**

Das Vorhaben bindet mit seinem Erdplanum in Lehm-Boden ein und die Tragfähigkeit der weiter in die Tiefe anstehenden Böden ist generell als ausreichend anzusehen.

Falls örtlich **Auffüllungen oder feuchteempfindliche, weich konsistente Böden** auf dem Niveau des Erdplanums angetroffen werden, sind diese entweder vollständig aus dem Baufeld zu entfernen und die Differenz durch eine Verlängerung des Schotterpolsters zu beheben oder ggf. nachzuverdichten. In jedem Fall ist die Rücksprache mit dem Gutachter erforderlich und das Erdplanum ist gesondert abzunehmen.

3.2. GRÜNDUNG ÜBER FUNDAMENTPLATTE

Das geplante Vorhaben bindet in einen ausreichend tragfähigen Horizont ein. Nach Auswertung der gründungsrelevanten Erfordernisse und Bedingungen sowie unter der Zugrundelegung bekannter Planungsdaten [4] erfolgt die Lastabsetzung über eine:

- **Stahlbetonfundamentplatte (bewehrt) auf einem Gründungspolster.**

Im Lastabtragungswinkel (von $\alpha = 45^\circ$) des Bauwerks ist ein Schotterpolster unter Einhaltung eines seitlichen Überstands (über das Bauwerk hinaus) von > 0,5 m als Widerlager zur Verdichtung zu errichten. Das Polster ist lagenweise (mit $d \leq 0,25$ m) ab der Oberkante des Erdplanums aufzubauen (siehe Abbildung 2) und auf jeder Lage intensiv zu verdichten.

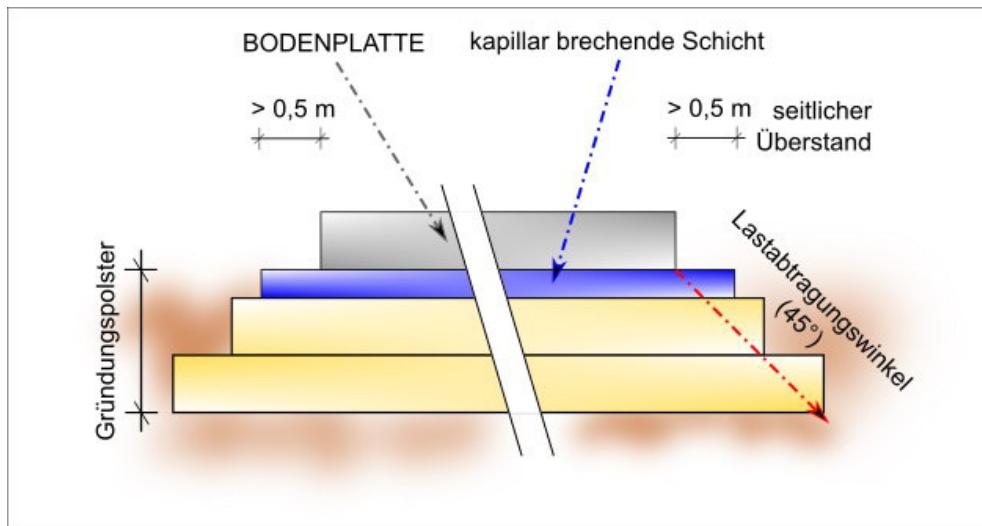
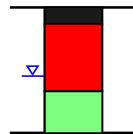


Abbildung 2: Schematische Skizze zum Aufbau eines Gründungspolster

Die vorgesehene **Mindestaufbaumächtigkeit** des Gründungspolsters beträgt:

- ~ 0,8 m.

Hinweis: Die Aufbaumächtigkeit ist Grundlage der statischen Berechnung. Sollte seitens der weiteren Planung von diesem Wert nach unten abgewichen werden, so ist zu prüfen, ob die errechneten Angaben ihre Gültigkeit bewahren.

Das Schotterpolster ist an der Oberfläche mit einer geringmächtigen Schicht aus passendem Material abzuschließen, welches als **gekörnte Sauberkeitsschicht**, respektive **kapillarbrechende Filter- und Ausgleichsschicht** wirkt. Das zu nutzende Material richtet sich nach der örtlichen Verfügbarkeit.

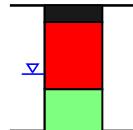
Für das Gründungspolster sind **ausschließlich gut verdichtungsfähige und kornstabile Erdbaustoffe** wie Splitt, Schotter oder Kies zu verwenden. Die durch den Ersteller empfohlene Körnung (praktisch) liegt bei:

- ~ 0 - 150 mm.

Hinweis: Die hier vorgeschlagene Körnung ist eine Näherung und kann durch ein qualifiziertes Unternehmen je nach der örtlichen Materialverfügbarkeit angepasst werden. Es sind bei Abweichungen im Großkorn weiterhin die unten bezifferten Verdichtungsvorgaben einzuhalten.

Als **Verdichtungsvorgabe** des Schotterpolsters ist eine Einbaudichte von $D_{pr} \geq 98\%$ einzuhalten. Anschließend ist ein Tragfähigkeitsnachweis auf dem Polster über Fallplattendruckversuche nach TP BF 8.3 durchzuführen, wobei ein dynamischer Verformungsmodul $E_{vd} \geq 40 \text{ MN / m}^2$ zu erreichen ist. Alternativ können Lastplattenversuche nach DIN 18134-300 [1] ausgeführt werden. Dabei ist ein statischer Verformungsmodul $E_{v2} \geq 80 \text{ MN / m}^2$ mit einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2} / E_{v1} \leq 3,0$ nachzuweisen. Die endgültige Festlegung der Anforderung erfolgt nach Wahl des verwendeten Materials.

Auf dem hergestellten Gründungspolster wird anschließend die Bodenplatte errichtet, deren Bewehrung den statischen Vorgaben folgt. Die Stärke der Bodenplatte inkl. Dämmung (mit 0,3 m, vgl. Tabelle 3) kann je nach Anforderung variieren und richtet sich nach den Berechnungen des Statikers. Die Bodenplatte wird mit einer elastischen Bettung auf dem Gründungspolster bemessen.



Zur Errichtung des Gründungspolsters sind im Einzelnen folgende Arbeitsgänge erforderlich:

- Baufeldvorbereitung (Abschieben des Mutterbodens / Entfernen von Auffüllungen),
- Herstellen der Baugrube (gemäß DIN 4124 [1]),
- Herstellen eines intensiv verdichteten Erdplanums (auf ~ unbekannt m NHN),
- Abdecken des Erdplanums (mittels Geotextil, Geogitter),
- Aufbauen & Verdichten des Schotterpolsters (in Lagen $\leq 0,25$ m).

3.3. ALTERNATIVE: BODENVERBESSERUNG MIT MISCHBINDEMITTTEL

Die örtlichen Bodenverhältnisse sind durch bindige Böden geprägt, welche als Alternative zum durchgängigen Gründungspolster mittels einer Bodenverbesserung behandelt werden können, um eine Aufwertung der Bodenkennwerte zu erreichen. Zur Bodenverbesserung ist ein geeignetes Mischbindemittel zu wählen, welches sowohl den Boden als auch die Witterungsverhältnisse einbezieht.

Für die lokalen Verhältnisse wird vorab die Nutzung eines Mischbindemittels (70 % Kalk / 30 % Zement) mit einem Massenanteil von 3,5 % empfohlen, welches ca. 0,4 m tief in den Baugrund eingearbeitet bzw. eingefräst wird. Die mit dem Bindemittel versetzten Böden sind intensiv zu verdichten:

- **Zur Bodenverbesserung wird ein Mischbindemittel (70 % Kalk / 30 % Zement) empfohlen.**

Mit den obigen Vorgaben resultiert eine Menge von ~ 66,5 kg/m³ Boden, was bei einem Einbau von ~ 0,4 m einer Menge von ~ 27 kg Mischbindemittel je Quadratmeter entspricht.

Auf der Oberkante des mit Mischbindemitteln verbesserten Bodens sollte ein Tragfähigkeitsnachweis über Fallplattenversuche nach TP BF 8.3 durchgeführt werden, wobei ein Verformungsmodul $E_{Vd} \geq 25 \text{ MN/m}^2$ einzuhalten ist. Erfahrungsgemäß wird diese Anforderung bei einer fachgerechten Ausführung der Bodenverbesserung weit übertroffen.

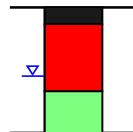
Auf dem verbesserten Erdplanum ist anschließend der weitere Aufbau des Schotterpolsters mit reduzierter Mächtigkeit (~ 0,4 m mit Körnung 0 – 32 mm) auszuführen. In diesem Fall kann auf die Verwendung eines Geotextils / Geogitters unterhalb des Gründungspolsters verzichtet werden. Sofern die alternative Gründung gewählt wird, ist zwingend eine **Rücksprache mit dem Gutachter** erforderlich, da die Bindemittelmenge vom Wassergehalt der Böden abhängig ist und ggf. angepasst werden muss.

3.4. ALTERNATIVE: GRÜNDUNG ÜBER STREIFENFUNDAMENTE

Die Fundamentgräben sind (gemäß Normvorgaben) in statischer Fundamentbreite (0,5 m) frostfrei (0,9 m) bis unter Fertiggelände anzulegen und bis zur Geländehöhe respektive Höhe der Unterkante der Bodenplatte mit Beton aufzufüllen. Je nach Ausführung bzw. Einbindung müssen die oberen Lagen der Fundamentstreifen durch Schwerbetonsteine aufgemauert oder in einer Schalung bis zur Oberkante des Fertiggeländes bzw. Unterkante der Bodenplatte eingegossen bzw. hergestellt werden. Alternativ ist zuerst das Fertiggelände herzurichten, um anschließend die Fundamentgräben einzuziehen.

Es ist vor Ausführung zu prüfen, ob eine Herstellung der Streifen in Schalung erforderlich ist oder der Boden eine ausreichende Eigenstabilität aufweist.

Die Differenzhöhe zwischen OK EP und UK BP ist mit verdichtungsfähigen Erdbaustoffen aufzufüllen und lagenweise ($d \leq 0,25$ m) zu verdichten. Zur Auffüllung kann hierbei Recyclingschotter



(RC-Material) geeigneter Kornabstufung zum Einsatz gelangen, sofern hierzu keine Einschränkungen seitens der zuständigen Behörden bestehen.

Angesichts der vorhandenen Topographie sind die Fundamentstreifen mit einheitlicher Höhe auf ein gleiches Niveau heranzuführen (vgl. Abbildung 3).

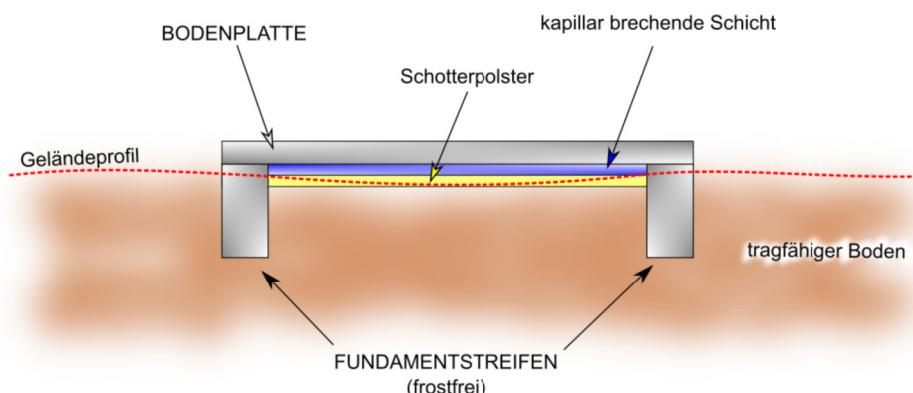


Abbildung 3: Schematische Skizze zum Aufbau der Streifen

Direkt unterhalb der Bodenplatte ist eine ~ 0,10 m mächtige kapillar-brechende Filter- und Ausgleichsschicht aus Kies bzw. Splitt herzustellen (**Körnung ohne Null-Anteil**), auf derer die Bodenplatte anschließend errichtet wird.

3.5. SETZUNGSBERECHNUNG ZUM GRÜNDUNGSVORSCHLAG

Anhand der bereitgestellten Planunterlagen [4] zu dem Vorhaben und basierend auf den Erkundungsergebnissen (vgl. Kapitel 2.2) ist für die hier vorgeschlagene Gründungsvariante eine Setzungsberechnung (siehe Anlage 3) zur Ermittlung der maßgebenden statischen Kennwerte durchgeführt.

Das Vorhaben verfügt über drei Stockwerke und die Dimensionen der Bodenplatte sind mit Langseite: 15,04 m und Kurzseite: 15,24 m angesetzt.

Zur Dimensionierung des Fundamentes mit einem flächenhaften Lastabtrag wird objektbedingt eine Auflast (σ_0 Sohldruck) von σ_0 Sohldruck = **60 kN / m²** angenommen.

Zur Dimensionierung der Fundamentkonstruktion ergibt sich aus der Berechnung nach obigen Eingabedaten nach dem Bettungsmodulverfahren ein vorläufig anzusetzender (korrigierter) Bettungsmodul ($k_{s,k}$) von:

- $k_{s,k} \sim 14.000 \text{ kN / m}^3$.

Dabei ist keine Vorbelastung für das geplante Erdplanum angesetzt.

Die errechnete **Setzung** (s) des Grundbauwerkes liegt für ein setzungsunempfindliches Bauwerk mit $s = < 0,9 \text{ cm}$ innerhalb der technisch tolerierbaren Parameter.

Aus der Gesamtsetzung des Vorhabens kann die **Sofortsetzung während der Bauphase** mit einem Anteil von ~ 50 % berücksichtigt werden, weshalb der aufgeführte **Bettungsmodul** als **korrigierter** Wert bereits verdoppelt ist.



Alternative: Das Vorhaben verfügt über drei Stockwerke und die Dimensionen der Fundamentstreifen sind exemplarisch mit Breite: 0,5 m und Tiefe: 0,8 m angesetzt.

Bei einer Gründung in den angedachten Horizont ist die vorläufig zulässige, mittlere charakteristische Bodenpressung (σ_0) für UK Streifenfundament unter Berücksichtigung oben stehender Vorgaben angegeben zu:

- $\sigma_0 = 206 \text{ kN / m}^2$.

Dabei ist keine Vorbelastung für das geplante Erdplanum angesetzt.

Die errechnete **Setzung** (s) des Grundbauwerkes liegt für ein **setzungsunempfindliches** Bauwerk mit $s = < 1,0 \text{ cm}$ innerhalb der technisch tolerierbaren Parameter.

Anmerkung: Ein genauerer Ansatz ist grundsätzlich unter Berücksichtigung des Sohldrucks und der Setzung nachzuweisen. Hierfür können zwei alternative Möglichkeiten berücksichtigt werden: Ansatz des vorhandenen Sohldrucks aus den Lasten der Bauwerkskonstruktion und der zu erwartenden Setzung nach DIN 4019 [1] oder des zulässigen Sohldrucks und der maximal zulässigen Setzung.

3.6. GRÜNDUNGSVORSCHLAG NEBENBAUWERKE

Dem Vorhaben angegliedert sollen weitere Nebenbauwerke errichtet werden. Diese Teilvorhaben sind angesichts der gering zu erwartenden Bodenpressung und Lasteinwirkung frostfrei (vgl. Tabelle 9) über Einzel- / Streifenfundamente in die an der Oberfläche anstehenden Bodenhorizonte zu gründen. Die hierzu vorläufig zulässige, mittlere Bodenpressung (σ_0) ist angegeben mit:

- $\sigma_0 = 206 \text{ kN / m}^2$.

3.7. PARKPLATZ UND WEGEFLÄCHEN

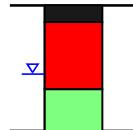
Die geplanten Verkehrsflächen sind vorab der Belastungsklasse BK 1.8 zugeordnet. Bei einer örtlichen Höhenlage und einem stark frostempfindlichem Untergrund der Frostklasse F 3 resultiert für die Belastungsklassen BK 1.8 eine erforderliche Aufbaumächtigkeit des Oberbaus der Verkehrsflächen einschließlich Frostschutzschicht von $d = 0,6 \text{ m}$.

Außerdem wird ein statischer Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ für Asphaltflächen bzw. $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ für Pflasterflächen bei einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$ gefordert, was auf Höhe OK Erdplanum einen statischen Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ bzw. einem dynamischen Verformungsmodul $E_{vd} > 20 \text{ MN/m}^2$ voraussetzt.

Der auf dem Erdplanum geforderte statische Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ wird in den Schwemmlößablagerungen erfahrungsgemäß nicht flächenhaft erreicht. Daher wird zur Herstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit der Fahrflächen ein Mehraufbau von wenigstens $\sim 0,2 \text{ m}$ zum Normaufbau empfohlen. Dabei sind die unteren $\sim 0,5 \text{ m}$ aus einem Hartsteinschotter der Körnung 0 - 200 mm oder vergleichbar herzustellen. Darauf folgt ein $\sim 0,2 \text{ m}$ mächtiges Feinplanum der Körnung 0 - 32 mm oder vergleichbar sowie der AsphaltAufbau bzw. die Pflastersteine.

Der Mindestaufbau von $0,8 \text{ m}$ Gesamtmächtigkeit sollte keinesfalls unterschritten werden, um die Anforderungen von $D_{pr} \geq 103\%$ auf der Oberkante der Tragschicht flächenhaft zu erreichen.

Das profilierte Abtragsplanum sowie die untere Lage des Schotterkörpers ist intensiv sowie ausschließlich statisch zu verdichten, um ein Verbreien des Erdplanums durch Vibrationseinwirkung zu verhindern. Auf dem hergestellten Erdplanum ist ein Baustellenvlies (GRK 3: mind. 150 g / m^2) bzw. ein Geogitter flächenhaft auszulegen, um eine einheitliche Gründung zu gewährleisten.



Das Gründungspolster ist lagenweise in Lagen von $d \leq 0,25$ m einzubauen und intensiv zu verdichten. Es erhält einen seitlichen Überstand von 0,50 m als Widerlager zur Verdichtung.

Alternativ ist die 0,40 m mächtige Bodenverbesserung auch unterhalb der Fahrflächen vorzusehen. Darauf wird ein 0,40 m mächtiges Gründungspolster aus Hartsteinsplitt der Körnung 0 - 32 mm oder vergleichbar aufgebaut.

3.8. FROSTSICHERHEIT

Zur Einhaltung der Frostsicherheit ist das Vorhaben entsprechend auszulegen. Hierzu ist ausgehend vom später geplanten Fertiggelände eine Frosttiefe $Z_F \sim 0,9$ m zu berücksichtigen.

Die Angaben zur Frostsicherheit (vgl. Tabelle 9) sind zu beachten. Die folgend getroffenen Angaben inkludieren den weiteren Aufbau bis zum späteren Fertiggelände, weshalb die getroffenen Angaben teils geringer ausfallen als für die Frosttiefe Z_F gefordert.

Sofern in der späteren Planung eine Abweichung der hier betrachteten Mächtigkeiten und Einbindetiefen vorgenommen wird, sind zur Gewährleistung der Frostsicherheit die schichtrelevanten **Einbindetiefen** zwingend zu **beachten**.

Durch den Ersteller wird eine frostfreie Gründung des Vorhabens mit einer ausreichenden Mächtigkeit unterhalb der **Bodenplatte** vorgeschlagen. Basierend auf den Planunterlagen und der Höhenverortung des Grundbauwerkes ist die angesetzte Mächtigkeit des Schotterpolsters aus Frostschutzmaterial der Frostklasse F1 von $\sim 0,8$ m⁴:

- **ausreichend.**

Alternative: Durch den Ersteller ist eine intrinsisch frostfreie Gründung des Vorhabens über Streifenfundamente vorgeschlagen. Hierzu sind die **Fundamentstreifen** frostfrei bei $\sim 0,9$ m **unter Fertiggelände** anzulegen. Eine frostfreie Gründung ist somit:

- **gewährleistet.**

4. HYDROLOGISCHE SITUATION

Die Bodenwasserverhältnisse konnten insoweit festgestellt werden, dass bis in die gründungsrelevante Tiefe (Erdplanum minus 0,5 m) kein Grundwasser angetroffen wurde. Mit einem ruhenden Grundwasserspiegel ist somit unterhalb des gründungsrelevanten Horizonts zu rechnen.

Die Uferlinie des nächstgelegenen effluenten Gewässers **Beise** in südlicher Richtung beträgt im 173,80 m NHN. Das Höhenniveau für HQ-100 liegt in der Region bei etwa 176,00 m NHN.

Daher ist der voraussichtliche **Bemessungswasserstand** für das betreffende Baufeld mit der aktuellen GOK am tiefpunkt im Baufeld anzugeben 176,26 m NHN anzusetzen.

⁴ Die Werte dienen in der weiteren Betrachtung als Grundlage für die statische Berechnung. Bei einer Abweichung der gegebenen Werte ist die Berechnung dementsprechend anzupassen, um die neu gültigen Kennwerte zu erhalten.

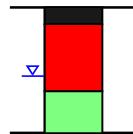


Abbildung 4: Exemplarische Ansicht über das Baufeld (ohne Blickrichtung).

4.1. GRUNDWASSER UND WASSERSCHUTZGEBIETE

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen besteht das folgende Ergebnis, dass sich bei einer Erkundungstiefe von 174,81 m NHN ein Wasserspiegel eingestellt hat.

Auf gering durchlässigen Horizonten (z. B. **Ton**, Schluff, Fels) kann eindringendes Oberflächenwasser aufstauen und örtlich Schichtenwasser ausbilden, das beim Anschnitt oft ausblutet, jedoch bautechnisch als örtlich auftretendes Grundwasser anzusprechen ist. Dies ist bei der Planung und Ausführung ebenfalls mit einzukalkulieren und / oder durch technische Maßnahmen zu vermeiden.

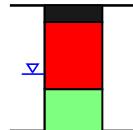
Anmerkung: Bei gering-durchlässigen Böden kann es bei lang anhaltendem Starkregen zu einem Einfüllen und **Aufstauen von Oberflächenwasser innerhalb der Baugrube** kommen, was insbesondere während der Bauausführung zu Beeinträchtigungen führen kann. Hierzu sind diese Eventualitäten in der weiteren Planung und explizit in der Ausführung zu beachten. Weiterhin sind Vermeidungs- sowie Kompensationsmaßnahmen vorzusehen und vorzuhalten.

Bei einem obig beschriebenen Fall ist der Ersteller hierüber zu kontaktieren, um zu prüfen, ob eine Beeinträchtigung respektive Änderung der Baugrundsituation zustande gekommen ist.

Für die Bauausführung ist zum Herstellen einer Baugrube ein Grundwasserspiegel 0,5 m unterhalb des Erdplanums einzustellen. Gemäß der Stichtagesmessung ist der Abstand eingehalten, jedoch im Vorfeld der Maßnahme zu verifizieren.

Auf Grundlage der verfügbaren Fachdaten wurde die das Vorhaben betreffende Region auf ausgewiesene Schutz- & Überschwemmungsgebiete hin untersucht, mit folgendem Ergebnis:

- **Durch das Baufeld verläuft ein Fließpfad für Starkregenereignisse.**
- **Das Vorhaben liegt randlich zu einer Hochwasserrisikozone für HQ₁₀₀ Ereignisse**
- weitere ausgewiesene Schutz- & Risikogebiete sind nicht betroffen.



Bei Eingriffen in den Gewässerhaushalt ist prinzipiell mit den zuständigen Behörden zu klären, ob für die geplanten Maßnahmen anzeigenpflichtige Tatbestände vorliegen und diese im Vorfeld der Ausführung dementsprechend anzumelden sind.

Wir weisen hiermit ausdrücklich darauf hin, dass die **Angabe** zum Grundwasserstand eine **Stichtagmessung** vom 25. April 2025 ist. Zur Beurteilung des Grundwasserstandes ist eine jahreszeitlich bedingte und niederschlagsabhängige Veränderlichkeit zu Grunde zu legen. Im Verlauf lang anhaltender, niederschlagsreicher Zeiten ist daher mit einem geringeren Flurabstand (Grundwasserstand unter GOK) zu kalkulieren.

4.2. ABDICHTUNG DES GRUNDBAUWERKES

Das Vorhaben ist gemäß der gültigen Vorschriften gegen von außen wirkendes Wasser abzusichern. Hierzu bedingen die geologischen Parameter ggf. die Notwendigkeit einer zusätzlichen Abdichtung. Gemäß der Untersuchungen (siehe u. a. Kapitel 2.2.3.) und der Vorhaben- Parameter ist das Bauwerk gemäß DIN 18533 [1] gegen die Wassereinwirkungsklasse abzudichten:

- **W1.2-E | nicht drückendes Wasser.**

Durch das umlaufende Schotterpolster kann eindringendes Oberflächenwasser aufstauen, da ein schneller Abtransport (u. a. durch Versickern) in den Untergrund nicht gewährleistet werden kann („Badewanneneffekt“). Es ist eine sichere Ableitung aus der Baugrube vorzusehen, welche z. B. mittels eines Durchstichs (Verlängerung der Baugrube) weiter hangabwärts oder einer (umlaufend und in die Kanalisation gerichteten) Drainage die Entwässerung ermöglicht.

Es ist bei den zuständigen Behörden zu erfragen, ob ein Anschluss an das öffentliche Kanalnetz möglich ist; respektive ist zu prüfen, dass bei einem oberflächigen Ausfließen (Drainage über einen Durchstich) niemand in der direkten Nachbarschaft nachteilig beeinträchtigt wird.

Sofern eine Abdichtung gemäß W1.2-E ausgeführt wird, ist der entstandene Arbeitsraum zwingend mit einem kornstabilen, beständig gut durchlässigem Material ohne Feinanteil zu verfüllen. Weiterhin ist mittels einer Drainage sicherzustellen, dass sich kein Wasser gegen das Bauwerk aufstauen kann. Sofern ein natürlich bindiger Boden ansteht, ist dieser weiterhin mittels Vlies so abzusichern, dass keine Ausspülung durch und / oder Zusetzen in das Schotterpolster / den Arbeitsraum erfolgen kann.

Diese Möglichkeit ist seitens des Auftraggebers zu prüfen und sicherzustellen, dass alle notwendigen Erlaubnisse vorliegen bzw. eine bautechnische Umsetzung überhaupt erfolgen kann.

4.3. NORMVORGABEN ZUR VERSICKERUNG

Gemäß der Beauftragung ist eine Erkundung für eine Versickerung des Niederschlagswassers erfolgt. Für eine norm- & fachgerechte Herstellung einer Versickerungsanlage müssen folgende Parameter (gemäß DWA-A 138 [1], siehe Abbildung 5) eingehalten werden:

- **Horizontaler Mindestabstand** zum Gebäude und zur Böschung der Verfüllung von $> 1,5 \times h$ sowie OK Böschung zur Anlage $> 0,5$ m.
- **Durchlässigkeitsbeiwert** (k_f) der betroffenen Böden respektive Schichten liegt zwischen k_f -Wert: $> 1 \times 10^{-6}$ und $< 1 \times 10^{-3}$ [m/s].
- Die Unterkante der Versickerungsanlage ist mindestens 1 m oberhalb des regionalen mittleren höchsten Grundwasserstandes (mhGW). Ein **Sickerraum** > 1 m ist einzuhalten.

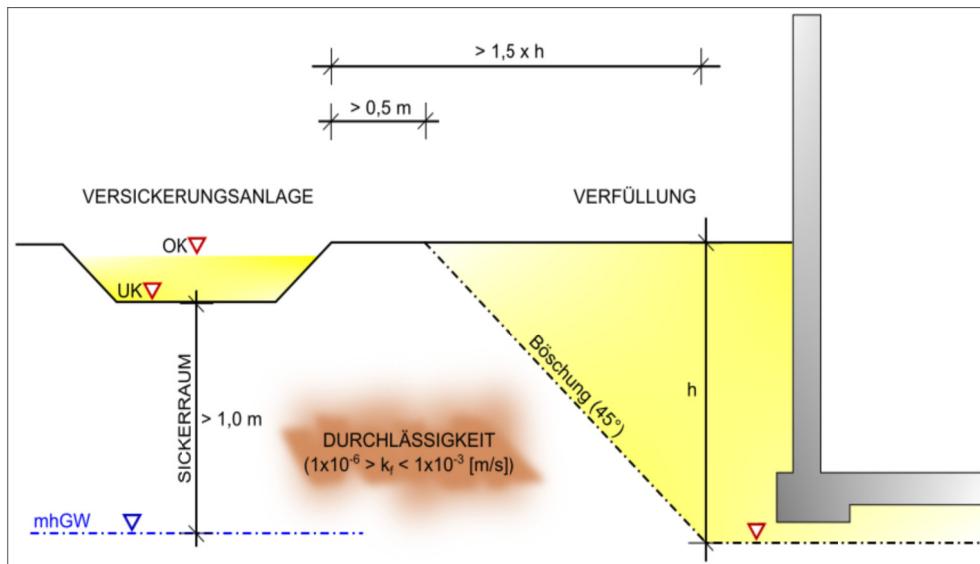
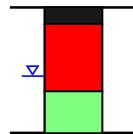


Abbildung 5: Modifizierter Auszug aus DWA-A 138, Bild 2 – Mindestabstände zu Gebäuden

4.4. DURCHLÄSSIGKEIT ÜBER OPEN-END-TEST

Die Bodendurchlässigkeit der nicht gesättigten Bodenzone ist in einer Rammkernsondierung in definierter Tiefe mittels einer in-situ- Untersuchung nach dem Verfahren des Open- End- Tests durchgeführt (siehe Tabelle 11).

Hierzu ist das voll verrohrte und sohlenoffene Bohrloch mit Wasser aufgefüllt und der Pegel über ein Infiltrometer konstant gehalten. Die Messung erfolgt nach anfänglicher Wassersättigung und ist solange wiederholt, bis sich reproduzierbare Ergebnisse eingestellt haben. Bei konstantem Druck und Messung der infiltrierten Wassermenge gilt dann für den Durchlässigkeitsbeiwert im wasserungesättigten Bereich (vgl. z. B. Höltig 1996):

$$k_f = \frac{Q}{5,5 * r * h} \text{ [m/s]}$$

Die Parameter und Ergebnisse des Tests sind in Tabelle 11 und Anlage 4 zusammengefasst.

Tabelle 11: Versuchsanordnung im Bohrloch über Open- End- Test.*¹

Kürzel	Begriff	Angaben / Werte
	Messtiefe [m]	0,45
Q =	Wasserzugabe in m ³ /s	1,18 *10 ⁻⁶
r =	Radius der Verrohrung [m]	0,02
h =	Wasserstand über Sohle [m]	0,95

*¹ = Vollständige Daten & Auswertung in Anlage 4.

Der aus dem Open-End Test ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert beträgt:

- $k_f = 1,1 * 10^{-5} \text{ m/s}$.



4.5. ERGEBNIS DER DURCHLÄSSIGKEIT

Gemäß der Erkundungsarbeiten, der Berechnungen und der Planunterlagen zum Bauvorhaben sind die Vorgaben zur normgerechten Errichtung einer Versickerungsanlage:

- Der Mindestabstand zum Bauwerk kann vrs. **eingehalten** werden.
- Der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert liegt **innerhalb** des nach DWA-A 138 geforderten Bereichs von $k_f = > 1 \times 10^{-6}$ & $< 1 \times 10^{-3}$ [m/s].
- Der Sickerraum⁵ zum mhGW⁶ ist **eingehalten**.

Eine normgerechte Versickerung des Niederschlagswassers ist auf dem Grundstück demnach:

- möglich.

5. AUSFÜHRUNGSHINWEISE UND RISIKOABSCHÄTZUNGEN

Bei sämtlichen Arbeiten, das hier beschriebene Vorhaben betreffend, sind zwingend alle zutreffenden **Regeln** und **Normen** in ihrer jeweils aktuell gültigen Fassung einzuhalten. Insbesondere bei der Herstellung von Baugruben, Fundamentgräben und Gräben (DIN 4124, Kap.4.2.4 [1]) sowie bei Arbeiten an Hängen und Böschungen sind alle gültigen und zutreffenden Vorgaben (gemäß Normen und Regelwerken) **zwingend zu beachten**. Weiterhin ist den gültigen Sicherheitsvorschriften im Rahmen der Bauausführung Folge zu leisten.

5.1. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

Basierend auf den beschriebenen Parametern (zu Geo- und Hydrologie) und dem Umfang des Vorhabens ist das Projekt seitens des Erstellers in folgende Geotechnische Kategorie (GK) eingestuft. Diese Einstufung ist im weiteren Verlauf seitens der Planung zu verifizieren und ggf. entsprechend anzupassen.

- **Geotechnischen Kategorie: GK 1.**

Zur Errichtung der Baugrube und dem tiefen Erdplanum ist im Vorfeld der Bauausführung der Grundwasserstand mittels Pegelbrunnen oder vergleichbaren Überwachungsinstallationen zu prüfen und zu beobachten. Es ist für die Ausführung ein Abstand von mindestens $>>0,5$ m unterhalb des Erdplanums einzuhalten.

Sofern der natürliche Grundwasserstand diesen Abstand (**GW > 0,5 m u. EP**) nicht einhält, ist mittels „aktiver Grundwasserhaltung“ (u. a. Gravitationsbrunnen, ggf. offene Wasserhaltung) oder einem „wasserdichtem Verbau“ die Baugrube zu sichern.

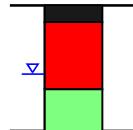
Die bindigen Böden sind stark witterungsabhängig und können bei lang anhaltender Nässe stark aufweichen und ausfließen. Daher ist ein Schutz des Erdplanums während der Bauausführung unbedingt vorzusehen. Arbeiten am Boden sind in statischer Weise auszuführen und Vibrationen zwingend zu vermeiden, um ein Verbreien (Reduktion von BK 4 zu BK 2, gem. DIN 18300 [1]) des Bodens zu verhindern.

Während der Bauphase kann es durch lang anhaltende **Starkregenereignisse** zu einer direkten und nachteiligen **Beeinträchtigung der Baugrube** kommen.

Durch den tiefen Einschnitt in das Gelände ist ein sicherer Abfluss von durchdrückendem Grund- / Schichtenwasser durch das Baufeld zu gewährleisten.

5 Gemäß der Untersuchungen zum Stichtag der Untersuchungen.

6 Sofern Informationen zum lokalen Grundwasserstand verfügbar sind.



Dieser Fakt ist bereits in der Planung mit einzukalkulieren. Insbesondere während der Bauausführung sind geeignete Maßnahmen vorzuhalten oder direkt zu errichten, um die Baugrube bei ggf. auftretendem Wassereindringen trocken zu halten oder trocken legen zu können.

Um der Sorgfaltspflicht nachkommen zu können, ist der Ersteller über den Baufortschritt zu informieren und das hergestellte Gründungspolster hinsichtlich der einwandfreien Oberflächenbeschaffenheit durch den Baugrundsachverständigen abzunehmen. Alternativ kann der örtliche Bauleiter oder ein anderer Sachverständiger das Gründungspolster verantwortlich für die nachfolgenden Arbeiten freigeben. In diesem Fall ist der Ersteller des Gutachtens von nachfolgenden Haftungsansprüchen freigestellt.

Um der Sorgfaltspflicht nachkommen zu können, ist der Ersteller über den Baufortschritt zu informieren und die hergestellten Fundamentgräben/-gruben hinsichtlich der einwandfreien Oberflächenbeschaffenheit durch den Baugrundsachverständigen abzunehmen. Alternativ kann der örtliche Bauleiter oder ein anderer Sachverständiger die Fundamentgräben/-gruben verantwortlich für die nachfolgenden Arbeiten freigeben. In diesem Fall ist der Ersteller des Gutachtens von nachfolgenden Haftungsansprüchen freigestellt.

5.2. RISIKOABSCHÄTZUNGEN

Das Baugrundstück liegt nach der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 im Bereich folgender Einstufung:

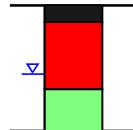
- EZ < 0.

Das Gebiet **außerhalb der Erdbebenzonen**: < Zone 0 ist einer sehr geringen seismischen Aktivität ausgesetzt. Das Gefährdungsniveau erreicht nicht die Intensität 6 auf der Europäischen Makroseismischen Skala (EMS-98), die etwa einer Magnitude von 2,8 – 4,5 gleichzusetzen ist.

Auf Grund der Lage in einem **fluviatil überprägtem Gebiet** (rezente und vergangene Gewässer) ist prinzipiell mit dem Vorhandensein von grobem (u.a. Grobkies und Steine) und feinem Material zu rechnen, welches in kurzer Abfolge, teils ineinander Verzahnt auftreten kann. Es ist daher mit kleinräumig starken Schwankungen in der Kornzusammensetzung zu rechnen.

Auf Grund der Lage in einem **glazial überprägtem Gebiet** (Einfluss der Eiszeiten) ist generell mit dem Vorhandensein von grobem Material (u.a. Steine, Blöcke, ggf. Findlinge) zu rechnen. Dies ist in der weiteren Planung durch das mögliche Vorhandensein der Bodenklassen 6+ (gemäß der DIN 18300) zu berücksichtigen.

Basierend auf vorhandenem Kartenwerk und fachlicher Einschätzung ist mit einem oberflächennah anstehendem Festgestein (Bodenklasse > 5, gemäß DIN 18300) zu rechnen, welches unterhalb der Erkundungstiefe vermutet wird. Sollte in der weiteren Planung ein tiefer gehender Eingriff in den Untergrund vorgesehen werden, ist dieser Fakt mit zu berücksichtigen.



6. ABSCHLUSSBEMERKUNGEN

Wir weisen hiermit ausdrücklich darauf hin, dass die durchgeführten Erkundungen punktuelle Untersuchungen zu einem definierten Zeitpunkt darstellen. Basierend auf diesen Informationen erfolgt eine räumliche Interpretation, welche mit zunehmender Distanz an Schärfe verliert. Eine Abweichung im Interpretationsraum ist daher einzukalkulieren. Die Untersuchungsmethoden weisen zudem eine intrinsische Selektion des Materialspektrums auf, wodurch prinzipiell mit einer groben Fraktion zu rechnen ist.

Der Untersuchungsumfang wurde nach Vorgabe des Auftraggebers durchgeführt.

Der hier festgelegte Grundwasserstand ist eine im jahreszeitlichen Verlauf schwankende Größe und kann daher abweichen. Eine genaue langzeitliche Angabe kann über Messpegel im Vorfeld der Arbeiten ermittelt werden.

Die in diesem Bericht getätigten Aussagen, Bewertungen, Empfehlungen und Hinweise basieren auf dem Stand, der zu den Erkundungen bereitgestellten Eingangsparameter. Die hierbei gewonnenen Daten liefern in Kombination mit den bereitgestellten Parametern die Grundlage für den vorliegenden Bericht.

Treten im Verlauf der weiteren Planungen signifikante Abweichung dieser auf, so ist der Ersteller darüber zu informieren und es ist zu prüfen, ob eine Neubewertung erfolgen muss. Der vorliegende Bericht hat nur als **projektspezifisches Gesamtwerk** seine Gültigkeit. Eine Verwendung für andere Projekte oder benachbarte Grundstücke ist ausdrücklich untersagt. Es besteht Haftungsausschluss gegenüber Dritten sowie aufgrund von leichter Fahrlässigkeit.

Die Empfehlungen des Gutachtens sind wie beschrieben umzusetzen.

Sofern es **Abweichungen der vorliegenden Planung und Ausführung**, insbesondere bezüglich:

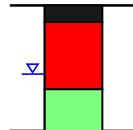
- des Schotterkörperaufbaus,
- der verwendeten Korngröße,
- der Abdichtung,
- der geforderten Abnahmen (Tragfähigkeitsnachweise des Erdplanums, der Fundamentohlen, des Gründungspolsters, etc.)

gibt, **sind wir zwingend zu informieren**. Dies gilt bei allen in Zusammenhang mit der Gründung stehenden Arbeiten und / oder bei etwaigen Verständnisproblemen bzw. Unklarheiten, um entsprechende Maßnahmen empfehlen und / oder Anpassungen im Gutachten vornehmen zu können. **Andernfalls ist der Ersteller von nachfolgenden Haftungsansprüchen freigestellt.**

Da das vorliegende Baugrundgutachten ausschließlich für Flachgründungen ausgelegt ist, werden bei anderen Gründungsvarianten zwingend umfangreichere, ggf. tiefer gehende Erkundungen erforderlich. Bitte melden Sie sich in diesem Fall für ein auf Ihren Baugrund und Ihr Vorhaben individuell unterbreitetes Angebot, um die notwendigen Parameter zur Vervollständigung des Gutachtens fachgerecht zu ermitteln.

Eine Vervielfältigung in Teilen oder als Ganzes ohne Genehmigung des Besitzers ist nicht zulässig. Dies gilt explizit für eine Verbreitung über moderne Medien. Der Besitz geht an den Auftraggeber über. Die Urheberrechte und das geistige Eigentum verbleiben beim Ersteller.

Sollten bei den Ausführungsarbeiten abweichende geologische Verhältnisse aufgeschlossen werden, respektive die Baugrube in einer nachteiligen Weise beeinträchtigt worden sein, so ist die **Erde & Boden Mitteldeutschland GmbH** unverzüglich zu informieren. Sofern ggf. weitere Maßnahmen, Untersuchungen und Anpassungen notwendig werden sollten, stehen wir Ihnen gerne zur **erneuten Zusammenarbeit** bereit.



Verteiler:

- an Bauherrschaft (1x schriftlich, digital) | - ggf. an Planung (digital) | - z.d.A des Erstellers

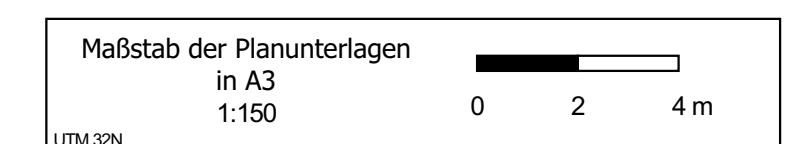
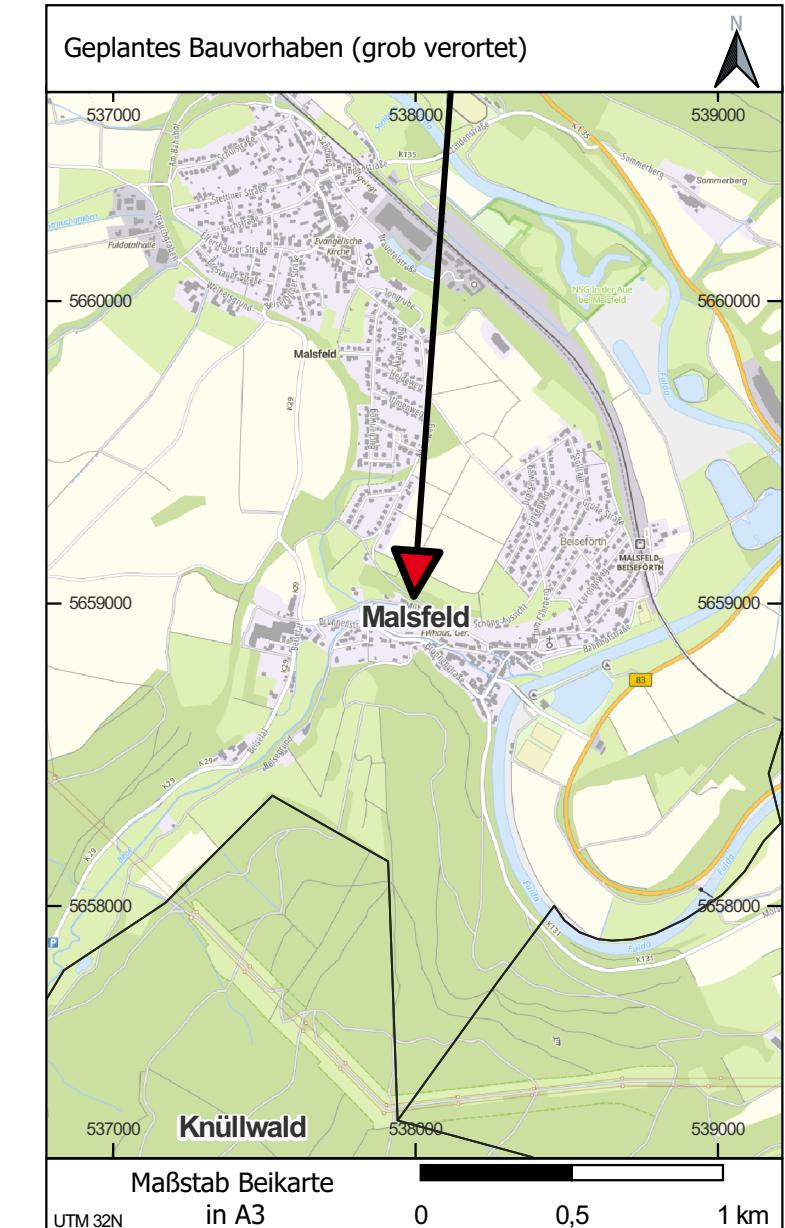
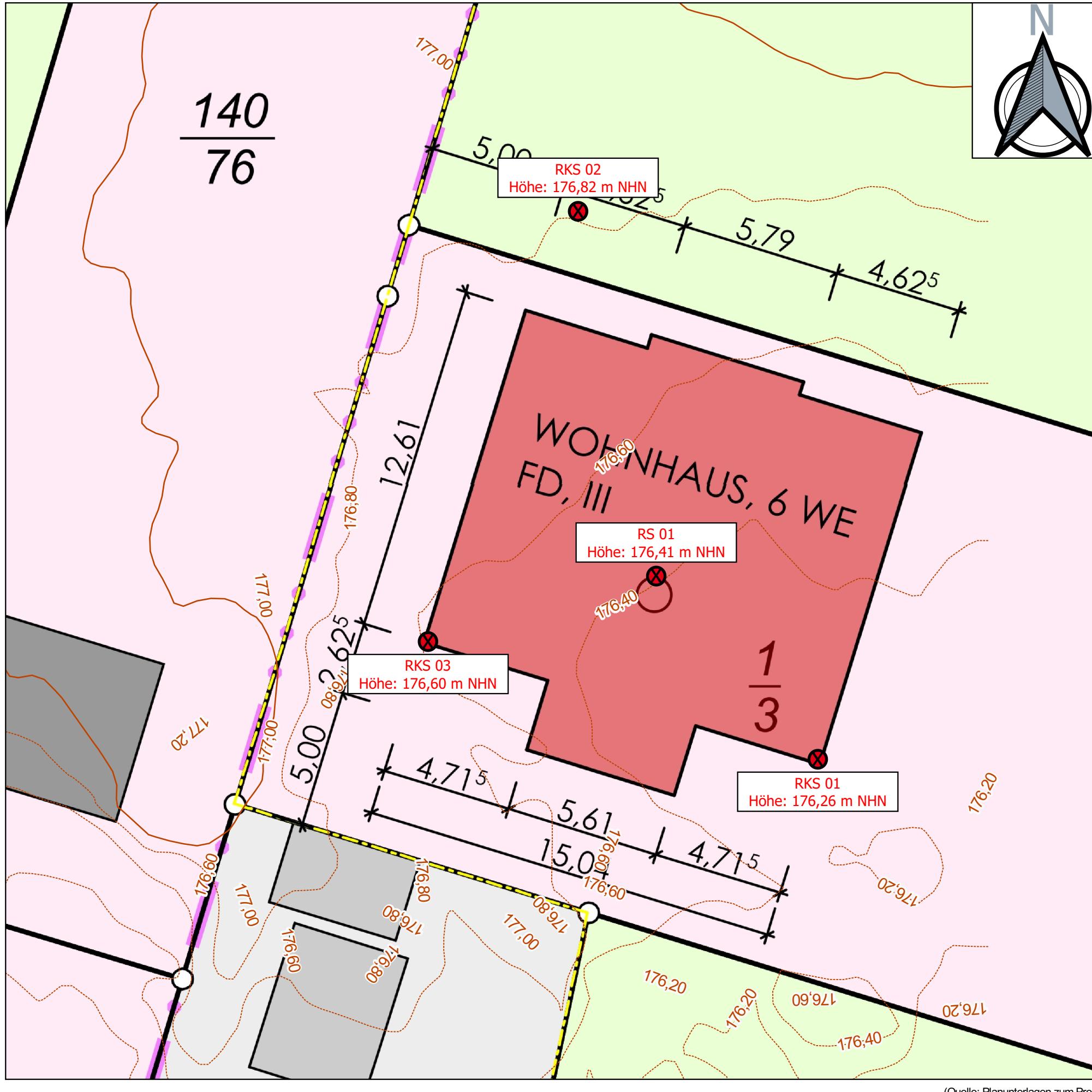
Schwalmstadt, 16. Mai 2025

Torsten Sponer (Geschäftsführung)

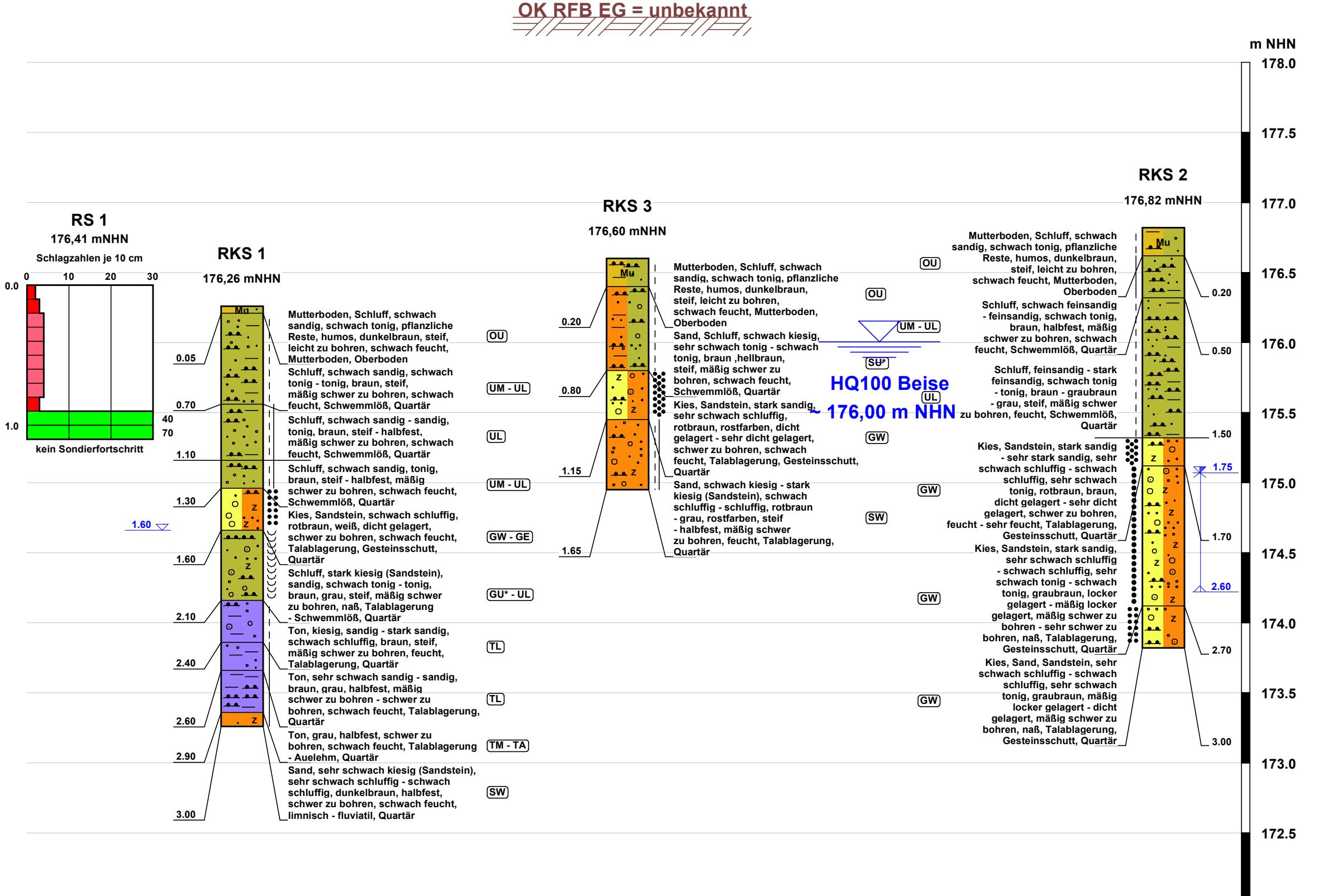
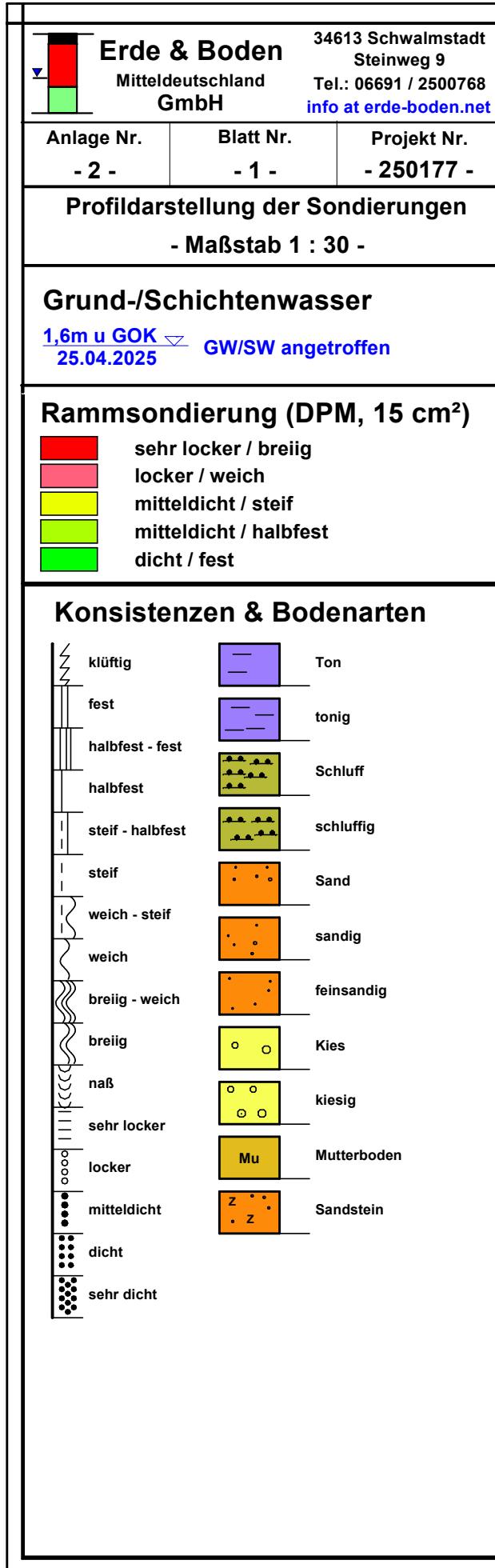
Veit-Enno Hoffmann (Geologe)

Erde & Boden Mitteldeutschland GmbH
Steinweg 9 | 34613 Schwalmstadt

Tel.: 06691 25 00 768 | Mail: info@erde-boden.net | Web: www.erde-boden.net



Anlage / Art: - 1 - / - Lageplan -	Erde & Boden Mitteldeutschland GmbH Ingenieur- und Umweltgeologie
Bauvorhaben: Wohnhausneubau MFH 34323 Malsfeld, Mühlenstraße Fl. 5, Flst. 1/3	
Legende:	
<ul style="list-style-type: none"> Ansatzpunkt der Rammkernsondierung (RKS), Kernbohrung (KB) und Rammsondierung (RS) Höhenlinien in mNHN aus Digitalem Geländemodell 	



Boden	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	φ °	c kN/m ²	Es MN/m ²	v -	Bezeichnung
	21.0	13.0	37.5	0.0	80.0	0.30	Gründungspolster
	18.5	8.5	27.5	5.0	12.0	0.40	SchwemMLEHM
	19.5	9.5	27.5	15.0	16.0	0.40	Aulehm
	20.0	12.0	32.5	0.0	35.0	0.30	Terrassenkies

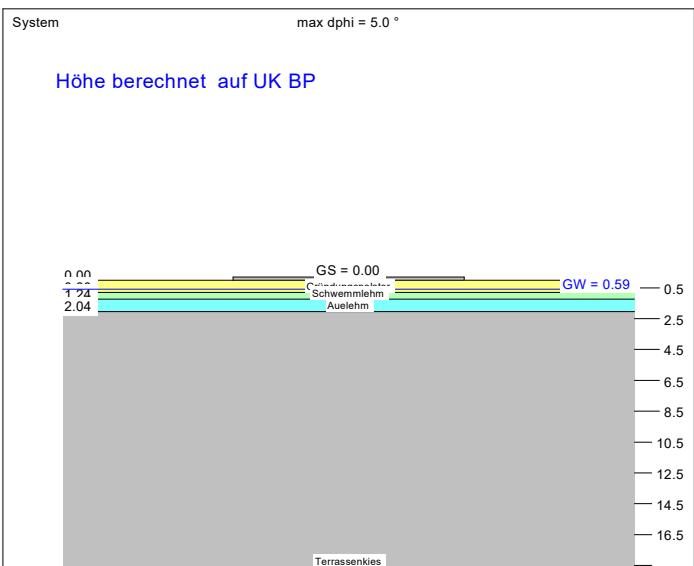
Gründung & Setzung

Projektnummer: 250177

Gründungsannahme: Neubau eines Wohnhauses

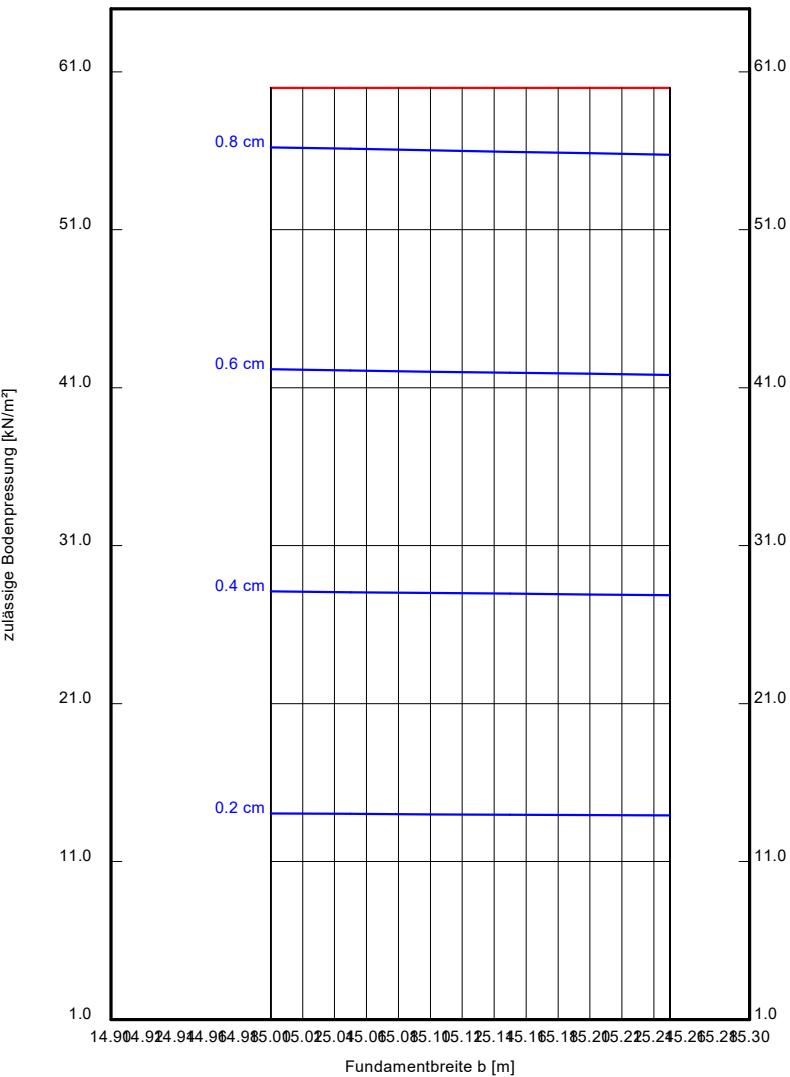
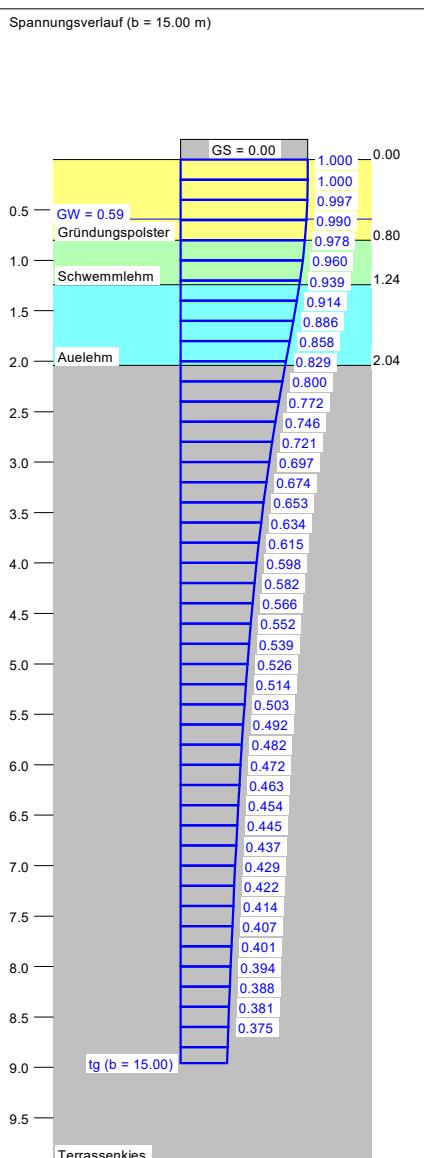
Berechnungsgrundlagen:
 Einzelfundament ($a/b = 1.02$)
 eta (Grundbruch) = 2.00
 zul sigma auf 60.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.00 m
 Grundwasser = 0.59 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 —————— zulässige Bodenpressung
 —————— Setzungen in cm

Fundamentplatte auf Gründungspolster, Bodenaufbau bei RKS 1



a [m]	b [m]	zul sig [kN/m ²]	zul V [kN]	s [cm]	cal phi [°]	cal c [kN/m ²]	gam(2) [kN/m ³]	sig(ü) [kN/m ²]
15.24	15.00	60.0	13716.0	0.85	30.5 *	0.46	12.14	0.00
15.29	15.05	60.0	13807.6	0.85	30.5 *	0.45	12.13	0.00
15.34	15.10	60.0	13899.5	0.86	30.5 *	0.45	12.13	0.00
15.39	15.15	60.0	13991.7	0.86	30.5 *	0.45	12.13	0.00
15.44	15.20	60.0	14084.2	0.86	30.5 *	0.45	12.13	0.00
15.49	15.25	60.0	14177.0	0.86	30.5 *	0.45	12.13	0.00

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert



Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	Es [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	21.0	13.0	37.5	0.0	80.0	0.30	Füllmaterial
	18.5	8.5	27.5	5.0	12.0	0.40	Schwemmllehm
	19.5	9.5	27.5	10.0	16.0	0.40	Auelehm
	20.0	12.0	32.5	0.0	35.0	0.30	Terrassenkies

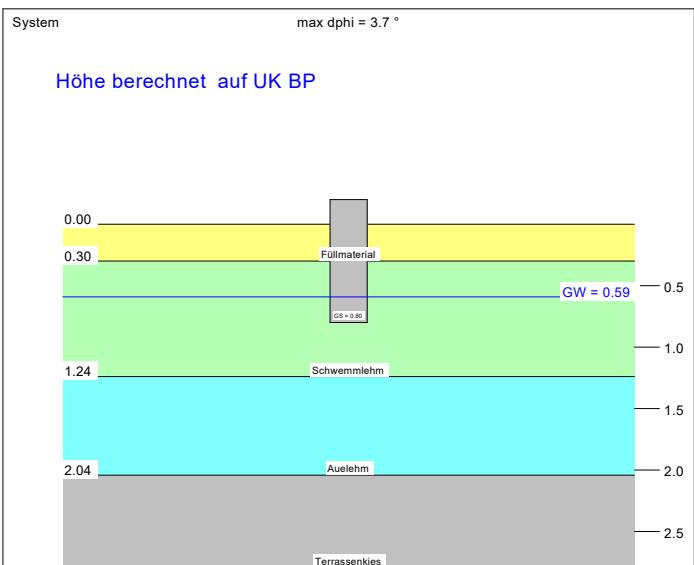
Gründung & Setzung

Projektnummer: 250177

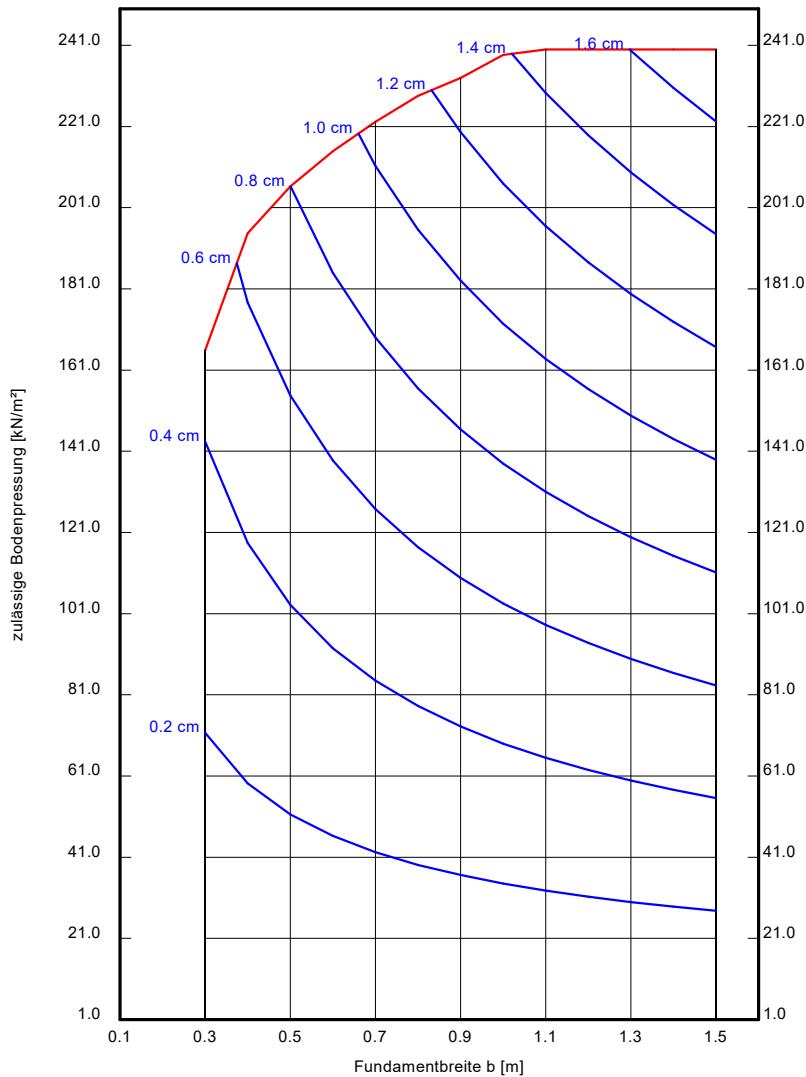
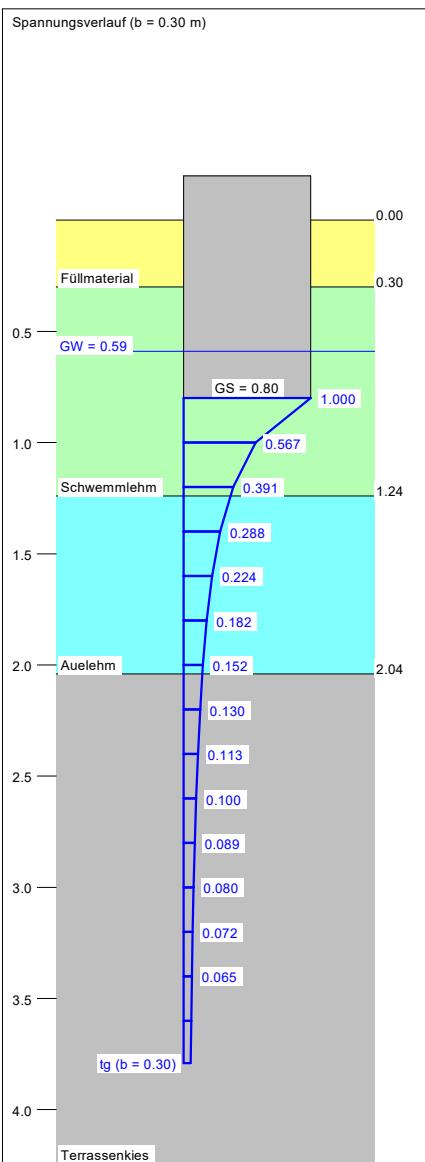
Berechnungsgrundlagen:
 Streifenfundament ($a = 15.00 \text{ m}$)
 eta (Grundbruch) = 2.00
 zul sigma auf 240.0 kN/m^2 begrenzt
 Gründungsohle = 0.80 m
 Grundwasser = 0.59 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$
 — zulässige Bodenpressung
 — Setzungen in cm

Gründungsannahme: Neubau eines Wohnhauses

Fundamentplatte auf Gründungspolster, Bodenaufbau bei RKS 1

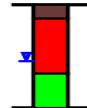


a [m]	b [m]	zul sig [kN/m²]	zul V [kN/m]	s [cm]	cal phi [°]	cal c [kN/m²]	gam(2) [kN/m³]	sig(ü) [kN/m²]
15.00	0.30	165.9	49.8	0.46	27.5	5.00	8.50	13.45
15.00	0.40	194.8	77.9	0.66	27.5	7.02	8.62	13.45
15.00	0.50	206.3	103.1	0.80	27.5	7.64	8.74	13.45
15.00	0.60	214.9	129.0	0.93	27.5	8.04	8.84	13.45
15.00	0.70	222.2	155.5	1.05	27.5	8.32	8.92	13.45
15.00	0.80	228.6	182.9	1.17	27.5	8.53	8.98	13.45
15.00	0.90	233.0	209.7	1.27	28.8	6.29	9.12	13.45
15.00	1.00	238.7	238.7	1.38	29.4	5.28	9.32	13.45
15.00	1.10	240.0	264.0	1.47	29.7	4.65	9.50	13.45
15.00	1.20	240.0	288.0	1.54	30.0	4.19	9.67	13.45
15.00	1.30	240.0	312.0	1.60	30.2	3.83	9.82	13.45
15.00	1.40	240.0	336.0	1.67	30.4	3.53	9.95	13.45
15.00	1.50	240.0	360.0	1.73	30.6	3.27	10.07	13.45



ERDE & BODEN

INGENIEUR- UND UMWELTGEOLOGIE



Open-End-Test

Allgemeine Angaben

Datum: 25.04.2025

Standort: 34323 Malsfeld, Mühlenstraße

Bodenart: Sand, Schluff, schwach kiesig, schwach tonig

Flächennutzung: Bauland

Messpunkt: RKS 3

Versuchs-Nr.: 1	Messtiefe:	0,45	m	Beginn:	12:00	Uhr
				Ende:	12:10	Uhr

Gerätekonstanten

Radius des Messrohres: r= 2,0 cm

Hr= 95,0 cm

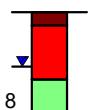
Grundfläche des Wasserbehälters: A= 21,5 cm²

Messprotokoll und Auswertung

Lfd. Nr.	Uhrzeit	Mess- dauer	Wasserstand h im Wasserbehälter			Mittl. Schwimmer- höhe hs	H=Hr-Hs	Q= A*dh/t	k= Q/ (5,5*r*H)
			dt	Beginn	Ende				
			[min]	[cm]	[cm]				
-	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	12:00	10,00	50,00	22,00	28,00	14,00	81,0	60,20	1,1E-05
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

Bemerkungen:

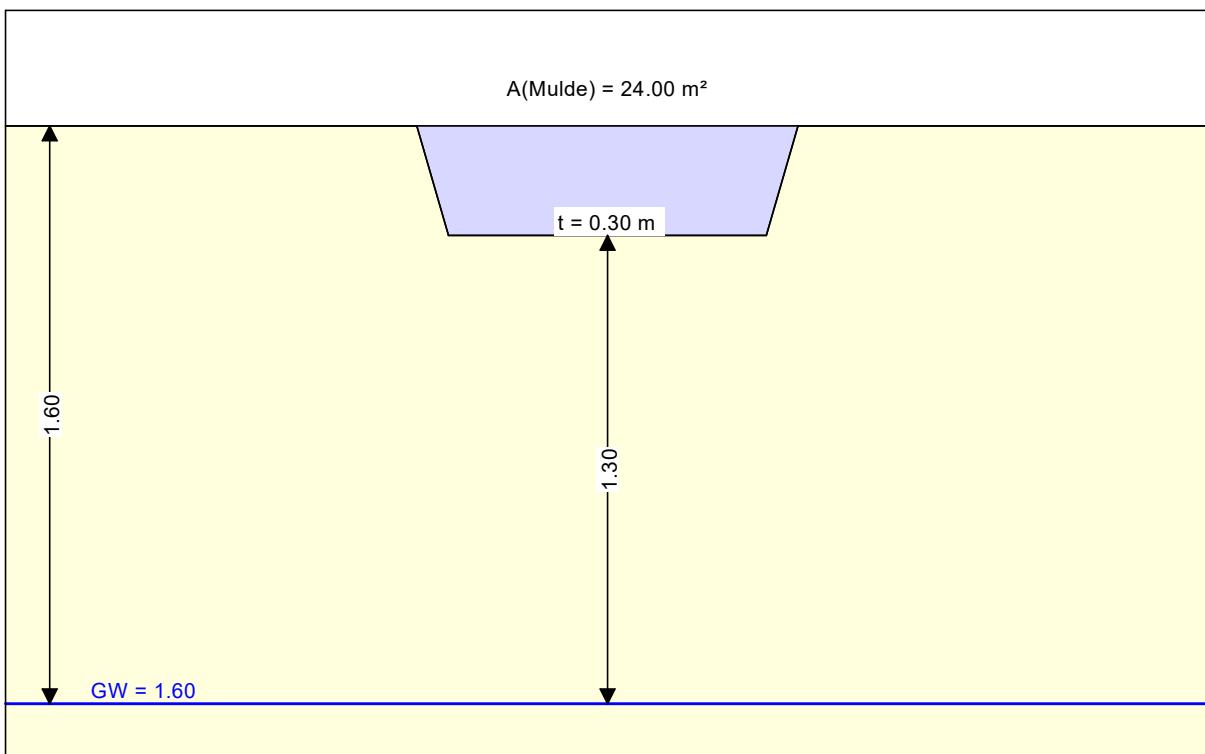
Wasserzugabe: 1,177E-006



Versickerung des Niederschlagswassers

Vorbemessung Versickerungsmulde	Häufigkeit n [1/a] = 0.200
Muldenversickerung	5-jährige Überschreitungshäufigkeit
Durchlässigkeit = $1.100 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$	A(u) = 204.3 m^2
Grundwasserflurabstand = 1.60 m	Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
Zuschlagsfaktor = 1.20	Vorh. Versickerungsfläche = 24.0 m^2

Muldenversickerung



Malsfeld		
D	r _{D(0.2)} [l/(s·ha)]	V [m³]
5 min	330.0	2.67
10 min	225.0	3.60
15 min	174.4	4.16
20 min	144.2	4.55
30 min	109.4	5.11
45 min	82.2	5.66
60 min	66.9	6.03
90 min	49.8	6.52
2 h	40.4	6.83
3 h	30.0	7.17
4 h	24.2	7.28
6 h	17.9	7.19
9 h	13.2	6.62
12 h	10.7	5.79
18 h	7.9	3.75
24 h	6.3	1.35

Ergebnis

Erforderliche Muldentiefe = 0.30 m
Erforderliches Speichervolumen = 7.28 m^3
Maßgebende Regendauer = 240.0 Minuten
Regenspende = 24.2 Liter/(sec·ha)