



Ingenieurbüro Schröfl · Alois-Kainz-Str. 9 · 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg

Markt Schierling

Dieselstr. 13

84069 Schierling

Geotechnischer Bericht-Nr. 25-009 vom 16.07.2025

GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG

BAUVORHABEN	NEUBAU EDEKA MARKT IN 84069 SCHIERLING, FLURSTÜCKS-NR. 429, 429/12 UND 467 DER GEMARKUNG SCHIERLING
AUFTRAGGEBER	MARKT SCHIERLING
AUFGABENSTELLUNG	ERKUNDUNG DER ANSTEHENDEN BÖDEN GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG
VERTEILER	GUTACHTEN DIGITAL IM PDF-FORMAT AN ⇒ r.daller@schierling.de ⇒ juergen-heitzer@elektrobau-roehrl.de

INHALTSVERZEICHNIS

1.	VORGANG	4
1.1	Veranlassung.....	4
1.2	Aufgabenstellung	4
1.3	Verwendete Unterlagen	4
1.4	Beteiligte Behörden und Projektanten	4
2.	DIE BAUMAßNAHME	5
2.1	Topographie – Morphologie	5
2.2	Geologie	6
2.3	Hydrogeologie.....	6
2.4	Schutzgebiete.....	7
2.5	Überschwemmungsgebiet	7
2.6	Wassersensibler Bereich	7
2.7	Erdbebenzone	8
2.8	Georisiken	8
2.9	Beschreibung der Baumaßnahme.....	8
2.10	Geotechnische Kategorie	8
3.	BAUGRUND.....	8
3.1	Erkundung.....	8
3.2	Bodenmechanische Laborversuche	11
3.3	Grundwasser	11
3.4	Kontaminationen	12
3.5	Beschreibung des Baugrunds.....	12
3.6	Bodenkenngrößen	17
3.7	Homogenbereiche	18
4.	EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG	18
4.1	Allgemein	18
4.2	Bodenaustausch – Auffüllungen	18
4.3	Tiefgründung.....	19
4.5	Baugrube	19
4.6	Park- und Fahrflächen nach den RStO	19
4.7	Abdichtung und Dränage	21
4.8	Versickerung	21
5.	ZUSAMMENFASSUNG	23
6.	ANLAGEN	23
7.	LITERATUR.....	24

TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1	BEHÖRDEN UND PROJEKTANTEN	4
TABELLE 2	QUALITATIVE RICHTWERTE LAGERUNGSDICHTE – SCHLAGZAHL N ₁₀ SCHWERE RAMMSONDIERUNG	10
TABELLE 3	QUALITATIVE RICHTWERTE KONSISTENZ - N ₁₀ SCHWERE RAMMSONDIERUNG.....	10
TABELLE 4	BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE	11
TABELLE 5	DURCHLÄSSIGKEITSBEREICHE NACH DIN 18130.....	12
TABELLE 6	BESCHREIBUNG MUTTERBODEN.....	13
TABELLE 7	BESCHREIBUNG QUARTÄRE LEHME	14
TABELLE 8	BESCHREIBUNG QUARTÄRE KIESE UND SANDE	15
TABELLE 9	BESCHREIBUNG TERTIÄRE SANDE.....	16
TABELLE 10	BODENKENNGRÖßEN	17
TABELLE 11	EINBAUSTÄRKEN BODENAUSTAUSCH	18
TABELLE 12	MINDESTSTÄRKE FROSTSICHERER OBERBAU + TRAGFÄHIGKEITEN NACH DEN RSTO.....	19

1. VORGANG

1.1 VERANLASSUNG

Auf dem in Anlage 1 markiertem Grundstück soll auf einer Grundfläche von ca. 1 Ha ein Edeka-Markt mit Parkflächen entstehen.

Der Markt Schierling beauftragte das INGENIEURBÜRO SCHRÖFL (nachfolgend IB SCHRÖFL genannt) mit der Baugrunderkundung und Auswertung der Untersuchungsergebnisse in einem Geotechnischen Untersuchungsbericht.

Art und Anzahl der Aufschlüsse wurden auf der Grundlage des Angebots und nach den örtlichen Gegebenheiten festgelegt.

1.2 AUFGABENSTELLUNG

Unter Berücksichtigung der vorgesehenen Nutzung wird die Aufgabenstellung nachfolgend kurz aufgelistet:

- Untersuchung und Beschreibung der anstehenden Böden
- Angaben zu den Grundwasserverhältnissen / Versickerungsmöglichkeiten
- Bodenmechanische Bewertung der anstehenden Böden
- Gründungsempfehlung

1.3 VERWENDETE UNTERLAGEN

Neben der in Kapitel 7 genannten Literatur standen uns für die Bearbeitung folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U 1] Top Maps digitale Amtliche Topographische Karten von Bayern 1:25:000, LANDESAMT FÜR VERMESSUNG UND GEOINFORMATION Bayern 2013
- [U 2] Projektvorstellung Neubau EDEKA-Markt Eggmühler Straße Schierling vom 10.10.2024, Grundrisse, Schnitt, Perspektiven im pdf-Format, MKNG Architektur GmbH

1.4 BETEILIGTE BEHÖRDEN UND PROJEKTANTEN

In der nachfolgenden Tabelle sind die uns bekannten beteiligten Behörden und Projektanten aufgelistet.

Auftraggeber	Markt Schierling Dieselstraße 13, 84069 Schierling e-mail: markt@schierling.de	Telefon: +49 94 51 – 93 02 0 Telefax: : Mobil:
Geotechnischer Bericht Baugrunderkundung	Ingenieurbüro Schröfl Alois-Kainz-Str. 9, 84066 Pfaffenberg e-mail: mail@ib-schroefl.de	Telefon: +49 87 72 – 80 52 08 2 Telefax: +49 87 72 – 80 52 08 3 Mobil: +49 160 – 8 11 91 02

Fortsetzung Tabelle 1 auf nächster Seite

Fortsetzung Tabelle 1

<p>Planung</p>	<p>MKNG Architektur GmbH Bauerstraße 15, 80796 München e-mail: post@mknng.info</p>	<p>Telefon: +49 89 – 95 45 86 31 0 Telefax: +49 89 – 95 45 86 31 9 Mobil:</p>
<p>Behörden</p>	<p>Landratsamt Regensburg Altmühlstraße 3, 93059 Regensburg e-mail: poststelle@landratsamt-regensburg.de</p>	<p>Telefon: +49 9 41 – 40 09 0 Telefax: +49 9 41 – 40 09 299 Mobil:</p>
	<p>Wasserwirtschaftsamt Regensburg Landshuter Straße 59, 93043 Regensburg e-mail: poststelle@wwa-r.bayern.de</p>	<p>Telefon: +49 9 41 – 7 80 09 – 0 Telefax: +49 9 41 – 7 80 09 222 Mobil:</p>

Tabelle 1 Behörden und Projektanten

2. DIE BAUMAßNAHME

2.1 TOPOGRAPHIE – MORPHOLOGIE

Das Baugelände befindet sich nördlich der EGGMÜHLER STRAßE in SCHIERLING, ein Markt IM OBERPFÄLZER LANDKREIS REGENSBURG. Das nähere Umfeld wird durch Wohn- und Gewerbebauten geprägt.



Abbildung 1 Auszug aus [OpenStreetMap](https://www.openstreetmap.org) mit Markierung des Untersuchungsgeländes

Das Gelände ist eben bis leicht geneigt und wird derzeit als landwirtschaftliche Grünfläche genutzt. Im Süden, zum angrenzenden bestehenden Edeka Markt und der Tankstelle, ist ein Höhengsprung vorhanden. Im Norden und Osten finden sich weitere landwirtschaftlich genutzte Grünflächen, im Westen grenzen Scheunen und Wohngebäude an das Untersuchungsgelände. Die Geländehöhen variieren im Untersuchungsgelände von 369 mNN bis 372 mNN. Die großräumige örtliche Situation ist in einem Übersichtslageplan in Anlage 1.1 dargestellt.

2.2 GEOLOGIE

Nach der geologischen Karte [1] sind im Untersuchungsgelände quartäre Bach- oder Flussablagerungen über tertiären Sanden der Oberen Süßwassermolasse zu erwarten. Diese werden von den Fluviatilen Süßwasserschichten (Ton, Mergel, Feinsand und Sand glimmerführend) unterlagert.

„f	Bach- oder Flussablagerung Sand und Kies, z. T. unter Fluslehm oder Flussmergel Quartär, Pleistozän bis Holozän
miN.V.S	Sand Fein- bis Mittel-, selten Grobsand, Glimmer führend Tertiär, Miozän, Mittelmiozän
miSF.F	Feinsediment Ton, Schluff oder Mergel, kompaktiert, daneben meist Feinsand, Glimmer führend Tertiär, Miozän, Unter- bis Mittelmiozän
miSF.S	Sand Fein- bis Mittelsand, Glimmer führend Tertiär, Miozän, Unter- bis Mittelmiozän

Die tertiären Schichten bestehen in der Regel aus einer Wechsellagerung aus Sand, Schluff, Ton, Kies, Sand und Mergel und werden von kreidezeitlichen Mergel- Kalk- und Tonstein unterlagert.

Im UMWELTATLAS des BAYERISCHEN LANDESAMTS FÜR UMWELT (nachfolgen UMWELTATLAS genannt) sind 580 m südsüdöstlich und 930 m nordwestlich der geplanten Baumaßnahme bis zu 162 m tiefe Bohrungen verzeichnet. Südsüdöstlich werden bei einer Bohransatzhöhe von 378.26 mNN bis 51,7 m Böden der nördlichen Vollschotterabfolge, die überwiegend als Sand erbohrt wurden, beschrieben. Darunter wurden eine 63,6 m dicke Schicht des Naabtertiärs (überwiegend Ton und Schluff mit eingelagerten Sanden und Braunkohle) über kreidezeitliche Böden (Ton, Tonmergel, Schluff, Sand, Kalkstein, Kalksandstein) aufgeschlossen. Ab 161 m wurde bis zur Endteufe bei 161,7 m Kalkstein aus dem Jura angetroffen.

Bei der nordwestlichen Bohrung werden bei einer Bohransatzhöhe von 371 mNN unter 4,6 m Bach- oder Flussablagerungen (Ton und Kies) eine 80 cm dicke Tonschicht der Oberen Süßwassermolasse über 86,4 m kreidezeitlichen Böden (Schluff, Sandstein, Kalkstein, Kalksandstein, Ton, Tonstein, Kies) beschrieben. Darunter bis zur Endteufe bei 103 m jurassischer Kalkstein erbohrt.

2.3 HYDROGEOLOGIE

Das Baugelände gehört zum Flussgebiet der DONAU. Zuständig für wasserrechtliche Belange ist das WASSERWIRTSCHAFTSAMT REGENSBURG. Nach der hydrogeologischen Karte [3] liegt das Untersuchungsgebiet im Großraum des ALPENVORLANDS und wird dort dem Hydrogeologischen Teilraum 17 TERTIÄR HÜGELLAND zugeordnet. Die großräumige Entwässerung erfolgt durch die ca. 250 m nördlich vorbeifließende GROßE LABER, die ca. 31 km ostnordöstlich bei STRAUBING in die DONAU mündet.

Die quartären Flussschotter werden als Kies und Sand, untergeordnet Ton bis Schluff, bei einer Mächtigkeit von meist unter 5 m, selten bis 10 m beschrieben und als Poren-Grundwasserleiter mit mäßigen bis mittleren Durchlässigkeiten (10^{-5} m/s $< k_f < 10^{-3}$ m/s) klassifiziert. Darüber sind bis zu drei Meter, meist wenige Dezimeter mächtige Moor- und Anmoorbildungen aus Anmoor, Moor, Torf, durchsetzt mit Holz, Sand und Lehm vermerkt. Der tertiäre Grundwasserleiter der Oberen Süßwassermolasse ist auf < 380 mNN verzeichnet, Angaben zum quartären Grundwasserstand

werden nicht gegeben. Nach den Grundwassergleichen kann eine generelle Grundwasserfließrichtung des tertiären Grundwassers nach Nordost abgeleitet werden.

2.4 SCHUTZGEBIETE

Das Grundstück befindet sich nach den Angaben im UMWELTATLAS in keinem Heilquellenschutzgebiet oder Wasserschutzgebiet. Natur- oder Landschaftsschutzgebiete sind im Bereich der geplanten Bebauungen nicht verzeichnet.

2.5 ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIET

Zur Abschätzung der Überflutungswahrscheinlichkeit wurden die Hochwassergefahrenkarten des BAYERISCHEN LANDESAMTS FÜR UMWELT gesichtet. In den Kartenwerken werden die Überflutungsflächen für drei statistische Eintrittswahrscheinlichkeiten ausgewiesen:

- häufiges Hochwasserereignis $HQ_{\text{häufig}}$ (statistische Eintrittswahrscheinlichkeit 5 – 20 mal in 100 Jahren)
- 100-jährliches Hochwasser HQ_{100} (statistische Eintrittswahrscheinlichkeit einmal in 100 Jahren)
- Extremhochwasser HQ_{extrem} (Der für die Berechnungen verwendete Abfluss entspricht in etwa dem 1,5-fachen des HQ_{100})

Der Schutz von Siedlungen vor einem HQ_{100} ist im Landesentwicklungsprogramm festgeschrieben, Planungen zum technischen Hochwasserschutz und festgesetzte Überschwemmungsgebiete sind in der Regel auf das HQ_{100} ausgelegt, $HQ_{\text{häufig}}$ und HQ_{extrem} haben in erster Linie informativen Charakter.

Nach den Kartenwerken liegt die geplante Baumaßnahme außerhalb der Überflutungsfläche eines HQ_{extrem} .

2.6 WASSERSENSIBLER BEREICH

Die geplanten Bebauungen liegen in einem wassersensiblen Bereich. Diese Gebiete sind durch den Einfluss von Wasser geprägt.

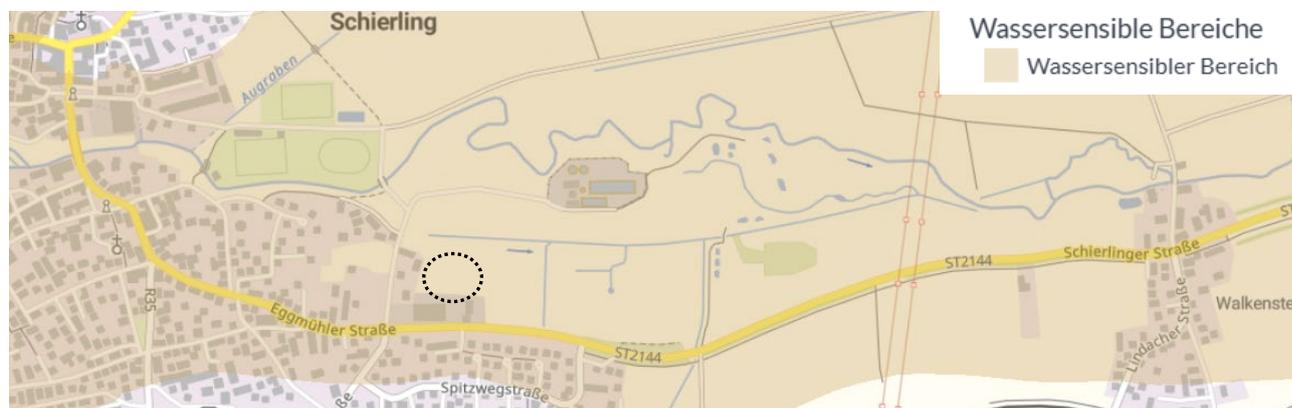


Abbildung 2 Auszug aus dem UmweltAtlas – Wassersensible Bereiche [53] mit Markierung des Baugeländes

Nutzungen können hier durch über die Ufer tretende Flüsse und Bäche, Wasserabfluss in sonst trockenen Tälern oder hoch anstehendes Grundwasser beeinflusst werden.

Im Unterschied zu den Überschwemmungsgebieten kann bei diesen Bereichen kein definiertes Risiko (Jährlichkeit des Hochwasserabflusses) angegeben werden und es gibt keine rechtlichen Vorschriften wie Verbote und Nutzungsbeschränkungen im Sinne des Hochwasserschutzes.

2.7 ERDBEBENZONE

Laut DIN EN1998-1/NA [4] befindet sich das Untersuchungsgelände in einem Bereich mit einer spektralen Antwortbeschleunigung $S_{aP,R} = 0,2 - 0,3 \text{ m/s}^2$ bei einer Wiederkehrperiode $T_{NCR} = 475$ Jahre. Bei Beschleunigungen $S_{aP,R} < 0,6 \text{ m/s}^2$ ist für übliche Hochbauten aller Bedeutungskategorien für alle geologischen Untergrundklassen die Bedingung für sehr geringe Seismizität immer erfüllt, damit brauchen die Vorschriften der Reihe EN 1998 (Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben) in der Regel nicht berücksichtigt zu werden.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung sind Untergrundverhältnisse C-T zu erwarten (Baugrundklasse C: grobkörnige bzw. gemischtkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung bzw. in mindestens steifer Konsistenz / Untergrundklasse T: flache Sedimentbecken).

2.8 GEORISIKEN

In den Gefahrenhinweiskarten des BAYERISCHEN LANDESAMTS FÜR UMWELT finden sich in der näheren Umgebung keine Hinweise auf Georisiken.

2.9 BESCHREIBUNG DER BAUMAßNAHME

Geplant ist auf einer Grundfläche von ca. 90 m x 42 m ($\approx 3.800 \text{ m}^2$) einen eingeschossigen Edeka Markt zu errichten. Auf einem Teilbereich von ca. 57 m x 14 m ist ein Obergeschoss mit Gewerbeeinheiten, auf einer Fläche von ca. 91 m x 9 m eine Teilunterkellerung (Hanggeschoss) mit Wohnungen und Lagerräumen geplant. Voraussichtlich werden Auffüllungen bis zu 3,5 m lt. derzeitigem Planungsstand erforderlich. Nach Fertigstellung des Marktes ist geplant, den bestehenden Markt rückzubauen. Weitere Angaben zur geplanten Bebauung liegen uns derzeit nicht vor.

2.10 GEOTECHNISCHE KATEGORIE

Je nach Schwierigkeit des Bauwerks, der Baugrundverhältnisse und der zwischen Ihnen und der Umgebung wirkenden Wechselwirkungen werden bautechnische Maßnahmen und Verfahren einer Geotechnischen Kategorie (GK) zugeordnet. DIN 1054 [15] sieht drei Geotechnische Kategorien vor (GK 1 – GK 3). Es liegen durchschnittliche Baugrund- und Grundwasserverhältnisse vor, Grundwasser steht unter Bauwerkssohle an. Die Bauwerke werden nach derzeitigem Kenntnisstand der GK 2 zugeordnet.

3. BAUGRUND

3.1 ERKUNDUNG

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden sechs Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 [12] und sechs Rammkernbohrungen (RKB) $\varnothing 80 \text{ mm}$ nach DIN EN ISO 22476-1 [11] mit einer Sondierdraupe GTR 780 V von der FA. NORDMEYER GEOTOOL GMBH abgeteuft. Zur Entnahme von Grundwasserproben wurde Bohrung Nr. 6 zu einem temporären Pegel ausgebaut.

Die Einmessung der Erkundungspunkte nach Lage und Höhe erfolgte bezugnehmend auf die auf dem Baugelände vorhandenen Kanaldeckel, dessen Höhen (370.58 m und 370.80 m, vgl. Abbildung unten) aus dem Plan der Gemeinde Schierling entnommen wurden. Angaben zum Höhenbezugssystem werden nicht gegeben. Es wurde angenommen, dass es sich um Werte in Normalhöhennull handelt.

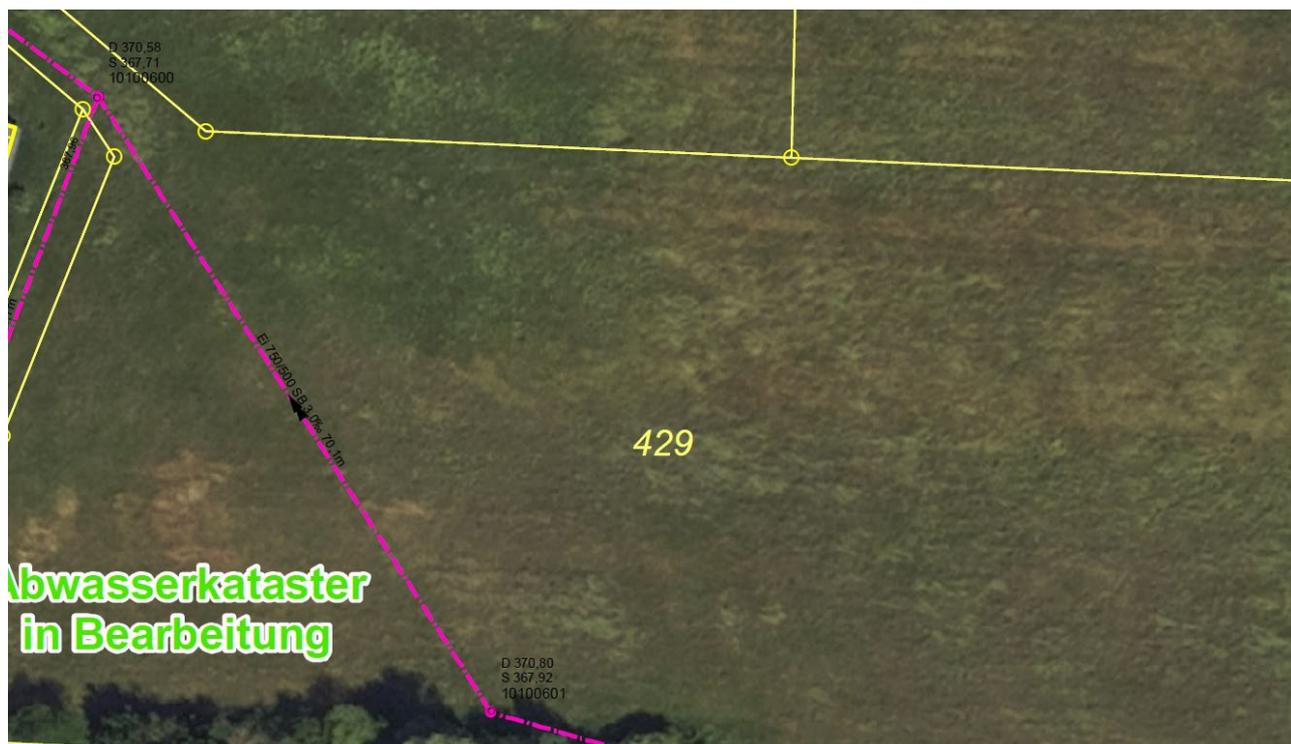


Abbildung 3 Lageplan Freispiegelkanal im Eiprofil, Höhe 750 mm und Breite 500 mm

Das Ergebnis der Bohrung wird in einem Bohrprofil nach DIN 4023 [18] dargestellt (vgl. Anlage 2). Die Probenentnahme im Boden wird in der DIN EN ISO 22475-1 [11] in drei Kategorien (A, B, C) eingeteilt. Je nach eingesetztem Verfahren und anstehender Boden können unterschiedliche Güteklassen von Proben (Güteklasse 1 – 5) gewonnen werden. Bei den Rammkernbohrungen wurden Proben der höchsten Güteklasse 1 bis Güteklasse 2 (in bindigen Böden und Sanden), sowie Proben der Güteklassen 3 bis 5 (in den Kiesen) gewonnen. Die Bodenansprache erfolgte durch Herrn M. Sc. Dipl.-Ing. (FH) Ch. Schröfl mittels visueller Beurteilung und Handversuchen nach DIN EN ISO 14688-1 [13].

Bei der schweren Rammsondierung wird eine Sondenstange mit einer in der DIN EN ISO 22476-2 [12] definierten Sondenspitze mit gleichbleibender Schlagenergie kontinuierlich in den Boden eingerammt. Die Energie wird über ein Fallgewicht (50 kg) mit definierter Fallhöhe (50 cm) und Schlagfrequenz (15 – 30 Schlägen / Minute) in das Gestänge eingeleitet. Während des Sondiervorgangs wird gezählt, mit wie vielen Schlägen die Sondenstange 10 cm in den Boden eindringt. Das Sondiergestänge wird alle Meter verlängert. Beim Verschrauben des Gestänges wird das maximale Drehmoment gemessen. Aus dem Drehmoment können Rückschlüsse auf die vorhandene Mantelreibung (Gestänge ↔ Boden) gewonnen werden. Aus der Messung können nur qualitative Aussagen in Bezug auf die ermittelten Schlagzahlen abgeleitet werden, eine exakte Quantifizierung ist nicht möglich. Das Sondierergebnis wird in einem Rammdiagramm über eine Widerstandslinie dargestellt (vgl. Anlagen 2). Aus dem Verlauf dieser Linie kann im Regelfall auf die

Lagerungsdichte/Konsistenz oder auf wechselnde Bodenschichten geschlossen werden. Über dem Grundwasserhorizont weisen Schlagzahlen unter 5 ($n_{10} < 5$) den durchörterten Boden in der Regel als wenig tragfähig aus, unter Grundwasser reduzieren sich die Schlagzahlen. Nach DIN EN ISO 22476-2 [12] kann den erkundeten Kiesen bei Schlagzahlen unter Grundwasser von $n_{10} > 2$ bereits eine mitteldichte Lagerung zugeordnet werden.

Qualitative Richtwerte für die Lagerungsdichte / Konsistenz unter Bezugnahme auf den Eindringwiderstand der schweren Rammsonden (DPH) kann z. B. Hans-Henning Schmidt, Grundlagen der Geotechnik [41] entnommen werden.

Bodenart	Lagerungsdichte	Schlagzahl N_{10} DPH
rollige Böden	sehr locker	0 – 2
	locker	2 – 4
	mitteldicht	4 – 6
	dicht	6 – 10
	sehr dicht	> 10

Tabelle 2 Qualitative Richtwerte Lagerungsdichte – Schlagzahl n_{10} schwere Rammsondierung [41]

Bodenart	Konsistenz	Schlagzahl N_{10} DPH
bindige Böden	breiig	0 – 2
	weich	2 – 5
	steif	5 – 9
	halbfest	9 – 17
	fest	> 17

Tabelle 3 Qualitative Richtwerte Konsistenz - N_{10} schwere Rammsondierung [41]

3.2 BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE

Die anstehenden Böden konnten durch visuelle Beurteilung und Handversuche ausreichend genau den Bodengruppen nach DIN 18196 [31] und DIN EN ISO 14688-1 [13] zugeordnet werden. Zur Abschätzung von bodenmechanischen Eigenschaften wurden an ausgewählten Proben die nachfolgend tabellarisch gelisteten bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt.

Schurf	Entnahmetiefe	Versuch	Anlage				
[-]	[m unter Geländeoberkante]	[-]	[Nr.]				
RKB 1	0,5 m – 0,8 m	Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4 [9]	3.1				
	1,1 m – 1,8 m						
	3,6 m – 5,9 m						
	6,0 m – 7,0 m						
RKB 2	0,7 m – 2,7 m			Atterberg'sche Konsistenzgrenzen DIN 18122 [23] / DIN EN ISO 17892-12 [10]	3.2		
	2,7 m -4,7 m						
RKB 4	2,5 m – 3,7 m					Glühverlust DIN EN 17685-1 [7]	3.3
RKB 1	2,2 m – 2,8 m						
RKB 2	0,7 m – 2,7 m						
RKB 4	0,9 m – 1,5 m						

Tabelle 4 Bodenmechanische Laborversuche

3.3 GRUNDWASSER

Bei der Baugrunderkundung wurde bei allen Aufschlüssen unter den Decklehmen Grundwasser aufgeschlossen. Eine exakte Einmessung des Grundwasserstandes konnte im Rahmen der Baugrunderkundung im Schurf und im temporären Messpegel bei RKB 6 durchgeführt werden. Dort wurden Ruhewasserstände von 368.21 m NHN bis 368.32 m NHN gemessen. Die Lage in einem wassersensiblen Bereich, der nahe an der nördlichen Grenze fließende FANDGRABEN, und die Nähe zur GROßEN LAABER lassen Grundwasserstände nahe der Geländeoberkante erwarten.

Zur Abschätzung der Expositionsklassen für Betonbauteile und der Eignung des Grundwassers zur Nutzung in einer Grundwasserwärmepumpe wurde am 21.05.2025 aus dem temporären Pegel bei der Bohrung RKB 6 Grundwasserproben entnommen und gekühlt mit Kurierdienst an das akkreditierte Labor AGROLAB LABOR GMBH in BRUCKBERG versendet. Die Untersuchungsergebnisse nebst Bewertung liegen dem Bericht als Anlage 5 bei.

Gemäß Analytik ist das Grundwasser basierend auf DIN 4030 [19] gegenüber Beton als XA 1 (chemisch schwach angreifend) einzustufen. Der hohe Mangengehalt lässt Verockerungen in sauerstoffhaltigen Wässern erwarten. Nachrichtlich des Klärwärters wird in der nördlich angrenzenden Kläranlage bereits seit mehreren Jahren eine Grundwasserwärmepumpe ohne

größere Probleme betrieben. Da Mangan unter anderem auch zum Beispiel in Pflanzenschutzmitteln vorhanden ist, unterliegt dieser Wert jahreszeitlich betrachten Schwankungen. Durch den dokumentierten reibungslosen Betrieb der Grundwasserwärmepumpe in der nördlich angrenzenden Kläranlage ist auf dem Grundstück der Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe mit großer Wahrscheinlichkeit möglich.

3.4 KONTAMINATIONEN

Bei der augenscheinlichen Beurteilung der anstehenden Böden wurden keine Anzeichen auf eine toxische Verunreinigung des Untergrunds an den Aufschlussstellen festgestellt, so dass auf weitere Untersuchungen verzichtet wurde.

3.5 BESCHREIBUNG DES BAUGRUNDS

Die Bodengruppen, Bodenklassen und die bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden sind nachstehend ausführlich beschrieben. Die Angaben beziehen sich auf die augenscheinliche Bodenansprache, Handversuche nach DIN EN ISO 14688-1 [13] und den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche. Bei den Durchlässigkeitsangaben werden in Bezug auf DIN 18130 [25] folgende Begriffe verwendet:

Durchlässigkeitsbereiche in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitswert	
k in [m/s]	Bezeichnung
kleiner 10^{-8}	sehr schwach durchlässig
10^{-8} bis 10^{-6}	schwach durchlässig
über 10^{-6} bis 10^{-4}	durchlässig
über 10^{-4} bis 10^{-2}	stark durchlässig
über 10^{-2}	sehr stark durchlässig

Tabelle 5 Durchlässigkeitsbereiche nach DIN 18130 [25]

In stratigraphischer Reihenfolge (von oben nach unten) wurden vier Bodenschichten angetroffen:

- ⇒ **Schicht 1** Mutterboden
- ⇒ **Schicht 2** Anmoorige Deckschichten (Torf)
 Nur bei RKB 4 und RKB 5 angetroffen. Es wurden zersetzte Torfe (Bodengruppe HZ nach DIN 18196), zum Teil mit Sand durchsetzt, erbohrt. Nach dem Ergebnis der bodenmechanischen Laborversuche weisen die Torfe einen Glühverlust von > 15 % auf. Diese Böden müssen aufgrund ihrer hohen Kompressibilität ausgetauscht werden oder mit Gründungselementen, wie zum Beispiel Bohrpfählen, durchfahren werden.
- ⇒ **Schicht 3** quartäre Bach- oder Flussablagerungen (wasserführend)
- ⇒ **Schicht 4** tertiäre Sande

Schicht 1: Mutterboden	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	0,30 m – 0,90 m
Boden- und Felsklasse DIN 18300 [32]	Bodenklasse 1 (Oberboden)
Bodengruppe DIN 18196 [25]	OU, Schluffe mit organischen Beimengungen
Bodengruppe DIN EN ISO 14688-1 [13]	Organic sa Si
Lagerungsdichte / Konsistenz	überwiegend weich, witterungsabhängig
Scherfestigkeit DIN 18196 [25]	gering – sehr gering
Verdichtungsfähigkeit DIN 18196 [25]	schlecht – sehr schlecht
Zusammendrückbarkeit	groß
Durchlässigkeitsbeiwert k DIN 18130 [25]	schwach bis sehr schwach durchlässig
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit DIN 18196 [25]	groß – sehr groß
Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 09 [36]	F 3 (sehr frostempfindlich)

Tabelle 6 Beschreibung Mutterboden

Maßgebende Vorschrift zur Lagerung des Oberbodens ist die DIN 19731 [35]. Der Oberboden ist in Mieten (Haufwerkshöhen < 2 m) zu lagern.

Unter dem Oberboden wurde bis zu einer maximalen Mächtigkeit von ca. 20 cm Unterboden (gering humoser, gering durchwurzelter sandiger Schluff) erkundet. Der Unterboden ist getrennt auszubauen und getrennt zu lagern. Der Unterboden sollte, zur Vermeidung von Verdichtung bei erneuter Überfahrt, in einem Arbeitsgang ausgebaut werden. Beim Ausbau ist auf eine geeignete Mindestfestigkeit zu achten, so sollte z. B. nach längeren Regenperioden der aufgeweichte Boden erst nach Abtrocknung ausgebaut werden. Breiige und weiche Böden dürfen grundsätzlich nicht ausgebaut werden, die Konsistenz der anstehenden Böden kann durch Handversuche vor Ort bestimmt werden. Aus dem Aushub und der Geländemodellierung anfallender Unterboden ist zu separieren und in Mieten (Haufwerkshöhen < 3 m) zwischenzulagern. Die Mieten dürfen nicht befahren werden, die Lagerdauer soll 2 Monate nicht übersteigen.

Schicht 3a: quartäre Lehme	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	0,6 m (nur bei RKB 1 und im Schurf)
Bodenklasse DIN 18300 [32]	Bodenklasse 4/2 (mittelschwer lösbare Bodenarten / fließende Bodenarten)
Bodengruppe DIN EN ISO 14688-1 [13]	siCl
Scherfestigkeit DIN 18196 [25]	mäßig bis schlecht
Verdichtungsfähigkeit DIN 18196 [25]	mäßig bis schlecht
Zusammendrückbarkeit	mittel bis groß
Durchlässigkeitsbeiwert k DIN 18130 [25]	sehr schwach durchlässig
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit DIN 18196 [25]	groß bis sehr groß
Frostempfindlichkeit DIN 18196 [25]	groß bis sehr groß
Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 17 [36]	F 3: sehr frostempfindlich
Bautechnische Eignung DIN 18196 [25]	als Baustoff für Gründungen aufgrund der weichen Konsistenz ungeeignet
Ortsübliche Bezeichnung	Lehm
Massenanteil an Steine Blöcke	Keine Steine oder Blöcke erkundet, aufgrund der Entstehungsgeschichte können diese jedoch nicht ausgeschlossen werden
Dichte (feucht)	1,9 – 2,0 to/m ³
undräßierte Scherfestigkeit c_u	0 – 25 kN/m ²
Wassergehalt	20 % – 30 %
Plastizitätszahl I_p	15 % – 35 %
Konsistenzzahl I_c	< 0,75
Lagerungsdichte / Konsistenz	weich
Glühverlust	< 5 %
Bodengruppe DIN 18196 [25]	TL / TM

Tabelle 7 Beschreibung quartäre Lehme

Der Lehm wurde in weicher Konsistenz aufgeschlossen. Nach den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche handelt es sich um mittelplastische Tone.

Schicht 3b: quartäre Kiese und Sande	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	0,8 m – 2,9 m, im Baggerschurf Endteufe nicht aufgeschlossen
Bodenklasse DIN 18300 [32]	Überwiegend Bodenklasse 3 (leicht lösbare Bodenarten), untergeordnet Bodenklasse 4 (mittelschwer lösbare Bodenarten)
Bodengruppe DIN 18196 [25]	SU / SU* / GW
Bodengruppe DIN EN ISO 14688-1 [13]	si – strong siSa, Gr
Scherfestigkeit DIN 18196 [25]	groß bis sehr groß
Verdichtungsfähigkeit DIN 18196 [25]	mittel – sehr gut
Zusammendrückbarkeit	mittel bis sehr gering
Durchlässigkeitsbeiwert k DIN 18130 [25]	schwach bis stark durchlässig
Erosionsempfindlichkeit DIN 18196 [25]	gering bis groß
Frostempfindlichkeit DIN 18196 [25]	sehr groß bis vernachlässigbar klein
Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 17 [36]	F 1 / F 2 / F3: nicht bis stark frostempfindlich
Ortsübliche Bezeichnung	Kies und Sand
Massenanteil an Steine Blöcke	Keine Steine oder Blöcke erkundet, aufgrund der Entstehungsgeschichte können diese jedoch nicht ausgeschlossen werden
Dichte (feucht)	1,9 – 2,1 to/m ³
undrainede Scherfestigkeit c_u	0 – 25 kN/m ²
Wassergehalt	6 % – 18 % (wassergesättigt)

Tabelle 8 Beschreibung quartäre Kiese und Sande

Nach den Ergebnissen der Rammsondierungen stehen die Kiese und Sande in lockerer bis dichter Lagerung an. Die ermittelten Körnungslinien liegen als Anlage 3.1 bei.

Schicht 4: tertiäre Sande	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	Bei allen Bohrungen bis zur Endteufe
Bodenklasse DIN 18300 [32]	Bodenklasse 3 (leicht lösbare Bodenarten)
Bodengruppe DIN 18196 [25]	SU / SE
Bodengruppe DIN EN ISO 14688-1 [13]	(si)Sa
Scherfestigkeit DIN 18196 [25]	groß bis sehr groß
Verdichtungsfähigkeit DIN 18196 [25]	mittel – gut
Zusammendrückbarkeit	gering bis sehr gering
Durchlässigkeitsbeiwert k DIN 18130 [25]	schwach durchlässig bis durchlässig
Erosionsempfindlichkeit DIN 18196 [25]	mittel bis sehr gering
Frostempfindlichkeit DIN 18196 [25]	mittel bis sehr gering
Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 17 [36]	F 1 / F 2: nicht bis mittel frostempfindlich
Ortsübliche Bezeichnung	Sand
Massenanteil an Steine Blöcke	Keine Steine oder Blöcke erkundet, aufgrund der Entstehungsgeschichte können diese jedoch nicht ausgeschlossen werden
Dichte (feucht)	1,7 – 1,9 to/m ³
undräßnierte Scherfestigkeit c _u	0 – 5 kN/m ²
Wassergehalt	20 % – 30 % (wassergesättigt)

Tabelle 9 Beschreibung tertiäre Sande

Nach den Ergebnissen der Rammsondierungen stehen die Sande in überwiegend mitteldichter bis dichter Lagerung an, nur bei RKB 5 wurde im Übergangsbereich von den wasserführenden Kiesen zum Sand eine ca. zwei Meter dicker lockerer Bereich erkundet. Die Körnungslinie liegt als Anlage 3.1 bei.

3.6 BODENKENNGRÖßEN

Die Bodenkenngrößen wurden nach Henner / Türke [44], Grundbautaschenbuch und eigenen Erfahrungen in vergleichbaren Böden abgeschätzt. Die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Bodenkenngrößen geben die unteren und oberen charakteristischen Werte wieder. Je nach Fragestellung oder der Auswirkung des gewählten Ansatzes kann es erforderlich sein, die Nachweise auch mit dem oberen und unteren charakteristischen Wert der Bodenkenngrößen zu führen. Die mit dem Index k angegebenen Werte stellen die vorsichtig geschätzten Mittelwerte der jeweiligen Bodenkenngrößen dar.

	Quartär		Tertiär
	Lehm	Kies und Sand	Sand
Bodengruppe DIN 18196	TL / TM	SU / SU* / GW	SE / SU
Lagerungsdichte / Konsistenz	weich	mitteldicht	mitteldicht
Bodenkennwerte			
Feuchtraumgewicht	γ [kN/m ³]	19 - 20	19 - 21
	γ_k [kN/m ³]	19,5	20
unter Auftrieb	γ' [kN/m ³]	9 - 10	10 - 12
	γ'_k [kN/m ³]	9,5	11
Scherparameter			
Reibungswinkel	φ' [°]	22,5 - 27,5	30,0 - 37,5
	φ'_k [°]	22,5	32,5
Kohäsion	c [kN/m ²]	0 - 5	0 - 5
	c'_k [kN/m ²]	0	0
	c_u [kN/m ²]	0 - 25	0 - 10
	c'_{uk} [kN/m ²]	5	0
Versickerung			
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f [m/s]	$< 10^{-8}$	$10^{-4} - 10^{-7}$
	$k_{f,k}$ [m/s]	-	$3,2 \cdot 10^{-5,2)}$
Setzungsverhalten			
Statischer Steifemodul	$E_{s, \text{vert.}}$ [MN/m ²]	1 - 3	40 - 100
300 kN/m ² > $\sigma_{\text{charakt.}}$ > 100 kN/m ²	$E_{s, \text{vert., k}}$ [MN/m ²]	2	40
$0,5 \cdot E_s \leq E_{sh} \leq 1,0 \cdot E_s$	E_{sh} [MN/m ²]	0,5 - 3	> 20
	$E_{sh, k}$ [MN/m ²]	1	20
Bodenklassen (DIN 18300)¹⁾		4	3 / 4

¹⁾ nicht mehr gültig

²⁾ in den Kiesen, in den Sanden geringere Durchlässigkeiten

3.7 HOMOGENBEREICHE

Geplant ist das Gelände aufzuschütten, ein tiefgründiger Aushub wird damit nicht erforderlich. Falls die anmoorigen Schichten ausgetauscht werden, sind die im Aushubbereich unter dem Ober- und Unterboden anstehende Böden hinsichtlich ihrer Lösbarkeit in zwei Homogenbereiche zu gliedern:

- ⇒ Homogenbereich B 1: Sande mit wechselndem Feinkornanteil
- ⇒ Homogenbereich B 2: Torfe mit wechselndem Anteil an Kies und Sand

4. EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG

4.1 ALLGEMEIN

Angaben zur geplanten Gründung liegen uns derzeit nicht vor. Voraussichtlich werden die Bauwerklasten über Einzel- und Streifenfundamente in den Baugrund eingeleitet. Auf dem Baugelände sind Auffüllungen geplant, die Höhenlage steht derzeit noch nicht fest. In Teilbereichen wurden Torfe erbohrt, diese Böden müssen aufgrund ihrer hohen Kompressibilität ausgetauscht werden oder mit Gründungselementen, wie zum Beispiel Bohrpfählen, durchfahren werden. Im Bereich der geplanten Parkflächen sind nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung keine Torfe zu erwarten.

4.2 BODENAUSTAUSCH – AUFFÜLLUNGEN

Der Bodenaustausch beschränkt sich voraussichtlich auf den nordöstlichen Baubereich (Bereich RKB 4 und RKB 5). Dort wird nach Abtrag des Ober- und Unterbodens noch ein Tieferaushub bis zu einem Meter erforderlich.

Als Auffüllmaterial empfehlen wir ein gut verdichtbares Kies-Sand-Gemisch der Bodengruppen GW / GE / GI zu verwenden. Die Stärken der Einbaulagen und die Anzahl der erforderlichen Übergänge richten sich nach dem eingesetzten Verdichtungsgerät. Anhaltswerte hierzu können zum Beispiel dem Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaus im Straßenbau entnommen werden [52] (vgl. nachfolgende Tabelle).

Verdichtungsgerät	Schichtdicke in cm	Anzahl der Übergänge
Walzenzug bis 7 t	20 – 30	4 – 8
Walzenzug bis 12 t	30 – 50	4 – 8
Walzenzug bis 20 t	30 – 60	4 – 8
Walzenzug über 20 t	40 – 80	4 – 8
Vibrationsplatte bis 400 kg	20 – 30	4 – 6
Vibrationsplatte über 400 kg	30 – 40	4 – 6

Tabelle 11 Einbaustärken Bodenaustausch

Wir empfehlen in Anlehnung an die ZTVE-StB 17 [36] einen Verdichtungsgrad D_{Pr} von mind. 98% bis 1 m unter Planum, darüber eine Einbaudichte D_{Pr} von mind. 100 % als Einbaubedingung festzuschreiben.

4.3 TIEFGRÜNDUNG

Bei einer Tiefgründung können die Pfähle mit den Erfahrungswerten aus den EA-Pfählen [45] vordimensioniert werden. Dort werden für verschiedene Pfahlarten Erfahrungswerte für den charakteristischen Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ und die charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ gegeben. Als Eingangswert ist ein mittlerer Spitzenwiderstand q_c der Drucksonde von 10 MN/m² anzunehmen. Mantelreibung ist erst ab 2 m unter derzeitiger Geländeoberkante anzusetzen, es sind Teilsicherheitsbeiwerte $\gamma_R = 1,4$ gemäß Tabelle A 2.3 der DIN 1054 [15] für die Pfahlwiderstände anzusetzen.

4.5 BAUGRUBE

Bei der geplanten Bebauung ist voraussichtlich kein Aushub von mehr als 1,25 m erforderlich. Bei tiefer reichenden Aushub sind die temporären Baugruben mit einer Böschungsneigung $\leq 45^\circ$ auszuführen. Dieser Böschungswinkel gilt nur, wenn die in der DIN 4124 [21] Kapitel 4.2.5 geforderten Mindestabstände für Baumaschinen oder Baugeräte eingehalten werden (nähere Angaben siehe dort). Bei Böschungen mit einer Höhe von mehr als 5,0 [m] ist immer ein Standsicherheitsnachweis erforderlich.

4.6 PARK- UND FAHRFLÄCHEN NACH DEN RSTO

Die Zuordnung zur Belastungsklasse hat durch den Planer zu erfolgen. Bei nachfolgender Bewertung wurde eine Belastungsklasse BK1,0 zugrunde gelegt. Angaben zum empfohlenen Aufbau gibt Tafel 1 der RStO [41]. Die Parkflächen sind auf dem Bestandsgelände oder im Bereich von Auffüllungen geplant. In nachfolgender Tabelle wird davor ausgegangen, dass auf dem Planum Böden der Frostempfindlichkeit F 2 anstehen. Die geforderte Mindeststärke des frostsicheren Oberbaus und der Frostschutzschicht und ggf. Schottertragschicht kann untenstehender Tabelle entnommen werden. Die Annahmen zur Bauklasse und Entwässerung sind durch den Planer zu prüfen.

Bauklasse BK1,0		Mindestschichtstärke [cm]	Prüfwerte statischer Plattendruckversuch
Frostempfindlichkeit Planum	F 2	50	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$
Frosteinwirkungszone	II	+5	-
keine besonderen Klimaeinflüsse		± 0	
Kein Grund- oder Schichtenwasser zweifach höher als 1,5 m unter Planum		± 0	
Gradiente auf Geländehöhe		± 0	
Entwässerung über Mulden, Gräben, Böschungen		± 0	
Summe		55	

Fortsetzung Tabelle 12 auf nächster Seite

Tabelle 12 Mindeststärke Frostsicherer Oberbau + Tragfähigkeiten nach den RStO [41]

Fortsetzung Tabelle 12

Dicke Asphaltdecke	18	
Dicke Frostschuttschicht	37	$E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}$ $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$
Dicke Pflasterdecke	12	
Schottertragschicht	20	$E_{V2} \geq 150 \text{ MN/m}$ $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$
Dicke Frostschuttschicht	23	$E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}$ $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$

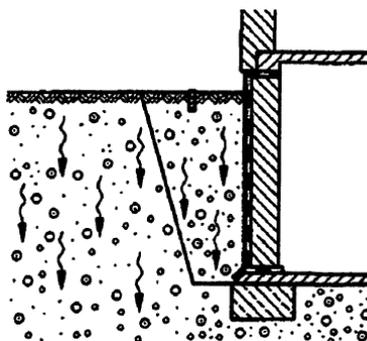
Tabelle 12 Mindeststärke Frostsicherer Oberbau + Tragfähigkeiten nach den RStO [41]

Auf dem Planum ist ein $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$, bei einem Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$, durch statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuweisen. Durch diese Qualitätsanforderung wird gewährleistet, dass bei ordnungsgemäßem Einbau der Tragschichten in der geforderten Mindeststärke die geforderten Tragfähigkeitswerte nachgewiesen werden können.

Das fertig hergestellte Planum soll bei wasserempfindlichem Boden über längere Zeit, insbesondere während niederschlagsreicher Perioden, nicht ungeschützt liegen bleiben. Falls das Planum nicht unmittelbar überbaut wird sind entsprechende Schutzmaßnahmen vorzusehen. Die Querneigung des Planums soll bei wasserempfindlichen Böden und Baustoffen mindestens 4 % betragen, nach einer Bodenbehandlung mit Bindemittel (Bodenverfestigung) soll die Querneigung des Planums mindestens 2,5 % betragen.

4.7 ABDICHTUNG UND DRÄNAGE

Das Gelände wird großflächig aufgefüllt, so dass die Baugrundverhältnisse wesentlich vom gewähltem Auffüllmaterial abhängen. Bei Verwendung von gut durchlässigem Material (k_f -Wert $> 10^{-4}$ m/s) entsprechen die Baugrundverhältnisse dem Fall a) nach DIN 4095 [21] **Abdichtung ohne Dränung** (Bodenfeuchtigkeit in stark durchlässigen Böden).



a) **Abdichtung ohne Dränung (Bodenfeuchtigkeit in stark durchlässigen Böden)**

Abbildung 4 Auszug aus DIN 4095 [21]

Die Zuordnung der erforderlichen Abdichtungsarten in Abhängigkeit von der Wassereinwirkungsklasse ist in der DIN 18533-1 [34] geregelt.

Erdberührte Wände und Bodenplatten werden bei stark durchlässigen Böden und einer Höhenlage der untersten Abdichtungsebene von mindestens 50 cm über dem Bemessungswasserstand der Wassereinwirkungsklasse W1-E (Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser) zugeordnet. Die Abdichtung ist nach Kapitel 8.5.1, z. B. mit Bitumenbahnen, Kunststoff- oder Elastomerbahnen herzustellen. Die Abdichtung muss im Regelfall 300 mm über das Gelände hochgeführt werden. Außen- und Innenwände sind durch mindestens eine waagrechte Abdichtung gegen aufstauende Feuchtigkeit zu schützen. Weitere Angaben siehe DIN 18533-1 [34].

Als **Bemessungswasserstand für die Abdichtung und bei statischen Nachweisen** empfehlen wir einen Wasserstand von **369 m NHN** anzusetzen.

4.8 VERSICKERUNG

Im Sinne einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung und zur Entlastung der Kanalnetze soll das auf den undurchlässigen Flächen anfallende Niederschlagswasser möglichst ortsnah dem Regenwasserkreislauf wieder zugeführt werden. Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung stehen auf dem Baugelände unter den Lehmen sickerfähige Kiese an.

Maßgebendes Regelwerk für Sickeranlagen ist das Arbeitsblatt DWA-A 138-1 [46]. Je nach Flächenverfügbarkeit und Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden können verschiedene dezentrale Sickeranlagen ausgeführt werden.

Grundsätzlich stehen auf dem Markt derzeit folgende Lösungen zur Verfügung:

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung (Einstauhöhe ≤ 30 cm)
- Mulden-Rigolen-Element

- Rigolen- und Rohr-Rigolenversickerung
- Schachtversickerung
- Beckenversickerung (Einstauhöhe > 30 cm)
- Mulden-Rigolen-System

Bei den gegebenen Randbedingungen empfehlen wir eine Versickerung über Becken oder Mulden, falls hierzu keine Flächen zur Verfügung stehen bietet sich eine Rohr-Rigolenversickerung an. Falls eine Versickerung geplant wird ist vorab bei der zuständigen Behörden (Untere Wasserbehörde) die Genehmigungsfähigkeit zu erfragen. Grundsätzlich kann eine Versickerung nur in die ab 1,4 m bis 3,6 m unter derzeitiger Geländeoberkante anstehenden durchlässigen Kiese erfolgen. Bei der Planung ist ein Bodenaustausch bis auf diese Böden vorzusehen.

Die Niederschlagsabflüsse werden in der DWA A 138-1 [46] unter Bezug auf die abflussliefernden Flächen in Gruppen kategorisiert und den Belastungsklassen (BK) I bis III zugeordnet. Die Bewertung basiert auf dem Referenzparameter AFS63 (Abfiltrierbare Stoffe mit Korngrößen von 0,45 µm bis 63 µm). Hieraus werden dann die erforderlichen Behandlungsmaßnahmen abgeleitet.

Böden müssen im Versickerungsbereich einen Durchlässigkeitsbeiwert $10^{-6} \text{ m/s} < k_f < 10^{-3} \text{ m/s}$ aufweisen. Zur Abschätzung der Sickerfähigkeit wurde ein Sickerversuch nach der Arbeitshilfe für die Durchführung von Sickerests [48] durchgeführt (siehe Anlage 4). Nach dem Versuchsergebnis kann bei der Bemessung der Sickeranlagen vorab eine Infiltrationsrate $k_i = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ [m/s]}$ angesetzt werden. Nach Festlegung der Lage der gewählten dezentralen Sickeranlage auf dem Baugelände ist zur Überprüfung der Durchlässigkeit der anstehenden Böden am Sickerort ein Sickerversuch durchzuführen.

Unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnissen empfehlen wir einen **Mittleren Höchsten Grundwasserstand** (MHGW nach DWA A 138-1) **von 369 m NHN bei der Bemessung der Sickeranlage** anzusetzen. Die Mächtigkeit des Sickerraums bezogen auf den MHGW sollte in Abhängigkeit der Belastung und Menge des Zuflusses sowie der bodenphysikalischen Eigenschaften des Bodens festgelegt werden und muss mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt werden. Bei Versickerungsanlagen mit Überlauf (z. B. Mulden-Rigolen mit Muldenüberlauf) ist diese gegebenenfalls gesondert zu bewerten. Bei einem Abstand der Sohle der Versickerungsanlage zum maßgeblichen MHGW von $\geq 1 \text{ m}$ kann in der Regel auf diese Abstimmung verzichtet werden. In Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebieten gelten weitergehende Anforderungen.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Bei den Felduntersuchungen wurden die Angaben in der geologischen Karte bestätigt. Im Nordosten wurden anmoorige Deckschichten erbohrt, ansonsten wurden unter dem Ober- und Unterboden quartäre Bach- und Flussablagerungen erbohrt. Darunter, bis zur Endteufe bei sieben Meter unter derzeitiger Geländeoberkante, tertiäre Sande aufgeschlossen.

Auf dem Baufeld muss mit wechselnden Baugrundverhältnissen gerechnet werden. Wir empfehlen die Bauwerkslasten über eine Tiefgründung in die tragfähigen tertiären Sande abzuleiten. Zur Vermeidung von langanhaltenden Konsolidierungssetzung empfehlen wir die Torfe im Zuge der geplanten Geländemodellierung auszutauschen.

Es wurden Ruhewasserstände von 368.21 m NHN bis 368.32 m NHN (ab 0,78 m unter derzeitiger Geländeoberkante) bei der Baugrunderkundung gemessen. Die Lage in einem wassersensiblen Bereich, der nahe an der nördlichen Grenze fließende FANDGRABEN, und die Nähe zur GROßEN LAABER lassen maximale Grundwasserstände nahe der Geländeoberkante erwarten.

Eine Versickerung ist grundsätzlich möglich, die Genehmigungsfähigkeit ist mit der Unteren Wasserbehörde abzuklären. Auf dem Gelände wurde ein Sickersuch durchgeführt, nach dem Versuchsergebnis kann bei der Bemessung der Sickeranlagen vorab eine Infiltrationsrate $k_i = 3,2 \cdot 10^{-5}$ [m/s] angesetzt werden.

Die Baugrunderkundung liefert nur punktuelle Aussagen. Für dazwischenliegende Bereiche werden Annahmen getroffen und können auch andere wie im Bericht beschriebene Böden anstehen.

Der Geotechnische Bericht ist im Laufe der weiteren Planung fortzuschreiben. Nach Festlegung des Gründungskonzeptes ist zu prüfen ob weitere Baugrundaufschlüsse erforderlich werden. Bei einer Pfahlgründung sind die Böden bis zumindest 5 m unter geplanter Unterkante Bohrpfahl zu erkunden.

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Ch. Schröfl, M.Sc. Dipl.-Ing. (FH)

Sachverständiger für Geotechnik

6. ANLAGEN

Anlage 1 Pläne (3 Seiten)

Anlage 2 Baugrundaufschlüsse (13 Seiten)

Anlage 3 Bodenmechanische Laborversuche (4 Seiten)

Anlage 4 Auswertung Sickersuch (1 Seite)

Anlage 5 Analytik Grundwasser (6 Seiten)

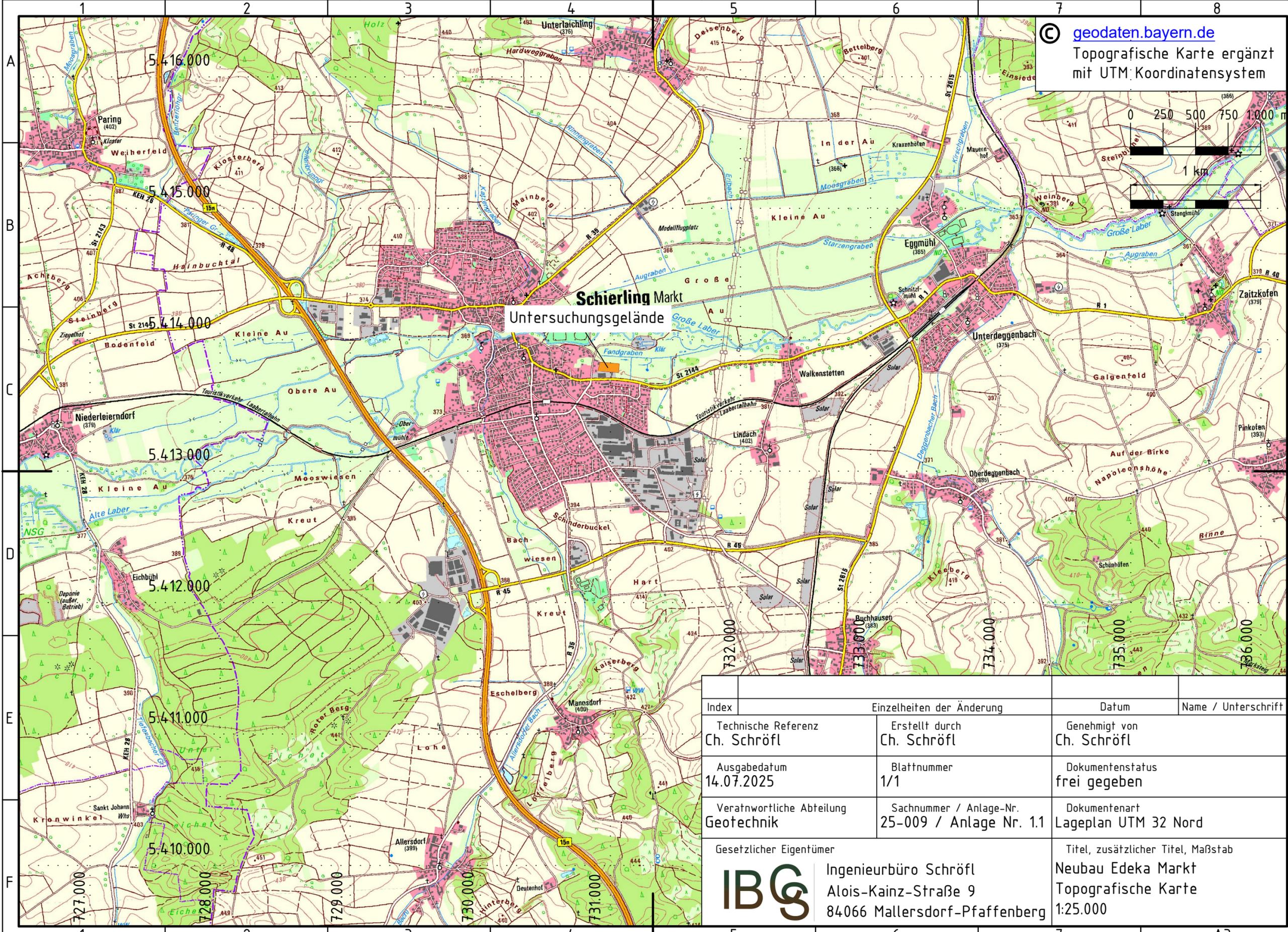
7. LITERATUR

- [1] Digitale Geologische Karte von Bayern, Blatt Nr. 7138 Langquaid, Maßstab 1:25.000, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LFU), Augsburg 2022
- [2] Hydrogeologische Karte von Bayern 1:500.000 mit den dazugehörigen Erläuterungen, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Stand: September 2009
- [3] Hydrogeologische Karte 1:100.000, Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 6 Oberpfalz Nord und 11 Regensburg, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg 2014
- [4] DIN EN 1997-1:2009-09 Eurocode 7:
Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
- [5] DIN EN 1997-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang Eurocode 7:
Entwurf Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
- [6] DIN EN 1998-1/NA:2021-07 Nationaler Anhang – National festgelegt Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1 Grundlage, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau
- [7] DIN EN 17685-1:2023-04 Erdarbeiten – Chemische Prüfverfahren – Teil 1: Bestimmung des Glühverlusts
- [8] DIN EN ISO 17892-1:2015-03: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts
- [9] DIN EN ISO 17892-4:2017-04, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung
- [10] DIN EN ISO 17892-12:2020-07, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 12: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze[10]
- [11] DIN EN ISO 22475-1:2006 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen –
- [12] DIN EN ISO 22476-2:2013 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen – Teil 2 Rammsondierungen
- [13] DIN EN ISO 14688-1:2020-11 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1 Benennung und Beschreibung
- [14] DIN EN ISO 14689-1:2011-06 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1 Benennung und Beschreibung
- [15] DIN 1054:2021-04 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [16] DIN 4017:2022-10 Baugrund – Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen
- [17] DIN 4019:2015-05 Baugrund – Setzungsberechnungen
- [18] DIN 4023:2023-02 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen

- [19] DIN 4030-1:2024-07 Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte
- [20] DIN 4030-2:2024-07 Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben
- [21] DIN 4095-1990-06 Dränung zum Schutz baulicher Anlage – Planung , Bemessung und Ausführung
- [22] DIN 4124:2012-01 Baugruben und Gräben, Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- [23] DIN 18122-1:1997-07, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) – Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
- [24] DIN 18128:2002-12, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung des Glühverlusts
- [25] DIN 18130-1:1998-05 Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts
- [26] DIN 18132:2012-04, Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte – Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens
- [27] DIN 18134:2012-04, Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Plattendruckversuch
- [28] DIN 18195-1:2011-12 Bauwerksabdichtungen – Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten
- [29] DIN 18195-4:2011-12 Bauwerksabdichtungen – Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nicht stauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung
- [30] DIN 18195-6:2011-12 Bauwerksabdichtungen – Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung
- [31] DIN 18196:2023-02 Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke -
- [32] DIN 18300:2010-04 VOB Vergabe - und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten
- [33] DIN 18300:2019-09 VOB Vergabe - und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten
- [34] DIN 18533-1:2017-07 Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze
- [35] DIN 19731:1998-05: Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial
- [36] ZTVE-StB 17 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2017, FGSV 599 (R 1)
- [37] ZTV SoB-StB, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigung aus Asphalt, Ausgabe 2007/Fassung 2013, FGSV 799 (R 1)
- [38] ZTV Asphalt-StB 07/13, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2020 , mit Änderung Mai 2021, FGSV 698 (R 1)

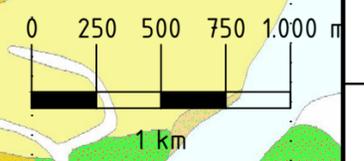
- [39] TL SoB-StB, Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2020, FGSV 697 (R 1)
- [40] Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaues im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2003 (FGSV 516)
- [41] RStO 12 – Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen – Ausgabe 2012 mit Änderungen Dezember 2020 –
- [42] Hans-Henning Schmidt, Grundlagen der Geotechnik, 3. Auflage, B. G. Teubner Verlag, Oktober 2006
- [43] Grundbautaschenbuch, Teil 1- Teil 3: Geotechnische Grundlagen, 7. Auflage, 2008 Ernst & Sohn, 1. Nachdruck 2010
- [44] Henner Türke, Statik im Erdbau, 3. Auflage, Ernst & Sohn 1999
- [45] Empfehlungen des Arbeitskreise „Pfähle“ – EA Pfähle, 2. Auflage, Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik, 2012 Ernst & Sohn
- [46] Arbeitsblatt DWA-A 138-1 – Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Oktober 2024
- [47] Arbeitsblatt DWA-A 117; Bemessung von Regenrückhalträumen, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Dezember 2013, Stand: korrigierte Fassung vom Februar 2014
- [48] Arbeitshilfe für die Durchführung von Sickertests, Herausgegeben vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft, München 1995
- [49] Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2004 (FGSV 551)
- [50] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke: 2017-12, Beuth Verlag, 2017
- [51] Merkblatt zur Herstellung, Bemessung und Qualitätssicherung von Stabilisierungssäulen zur Untergrundverbesserung, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.(DGGT)
- [52] Merkblatt über das Bauen mit und im Fels M Fels, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2015 (FGSV 532, R 2)
- [53] Online-Kartendienste des Bayerischen Landesamts für Umwelt, letzte Abfrage am 03.07.2025: www.umweltatlas.bayern.de

ANLAGE 1 – PLÄNE
TOPOGRAFISCHE KARTE / GEOLOGISCHE KARTE / LAGEPLAN
(3 SEITEN)



Index	Einzelheiten der Änderung	Datum	Name / Unterschrift
Technische Referenz Ch. Schröfl	Erstellt durch Ch. Schröfl	Genehmigt von Ch. Schröfl	
Ausgabedatum 14.07.2025	Blattnummer 1/1	Dokumentenstatus frei gegeben	
Verantwortliche Abteilung Geotechnik	Sachnummer / Anlage-Nr. 25-009 / Anlage Nr. 1.1	Dokumentenart Lageplan UTM 32 Nord	
Gesetzlicher Eigentümer IBG	Ingenieurbüro Schröfl Alois-Kainz-Straße 9 84066 Maltersdorf-Pfaffenberg	Titel, zusätzlicher Titel, Maßstab Neubau Edeka Markt Topografische Karte 1:25.000	

© geodaten.bayern.de
 Geologische Karte ergänzt
 mit UTM-Koordinatensystem



Untersuchungsgelände

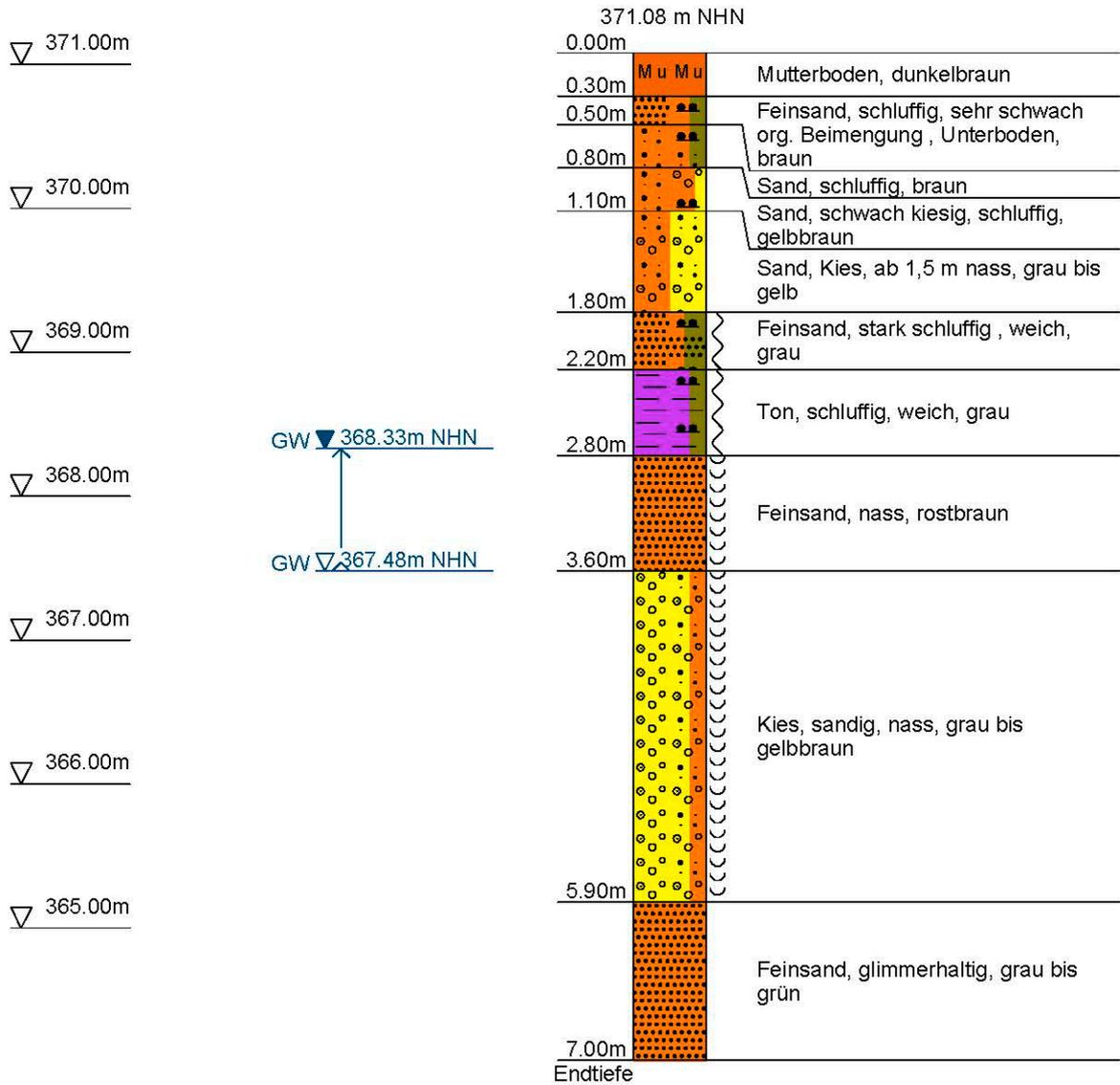
Index	Einzelheiten der Änderung	Datum	Name / Unterschrift
Technische Referenz Ch. Schröfl	Erstellt durch Ch. Schröfl	Genehmigt von Ch. Schröfl	
Ausgabedatum 02.07.2025	Blattnummer 1/1	Dokumentenstatus frei gegeben	
Verantwortliche Abteilung Geotechnik	Sachnummer / Anlage-Nr. 25-009 / Anlage Nr. 1.2	Dokumentenart Lageplan Bezugssystem UTM 32 Nord	
Gesetzlicher Eigentümer IBG	Ingenieurbüro Schröfl Alois-Kainz-Straße 9 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg	Titel, zusätzlicher Titel, Maßstab Neubau Edeka Markt Geologische Karte 1:25.000	

ANLAGE 2 – BAUGRUNDAUFSCHLÜSSE
BOHRPROFILE / RAMMDIAGRAMME
(13 SEITEN)

**Bohrprofil
 DIN 4023**

Datum: 17.04.2025
Maßstab: 1: 50

RKB 1

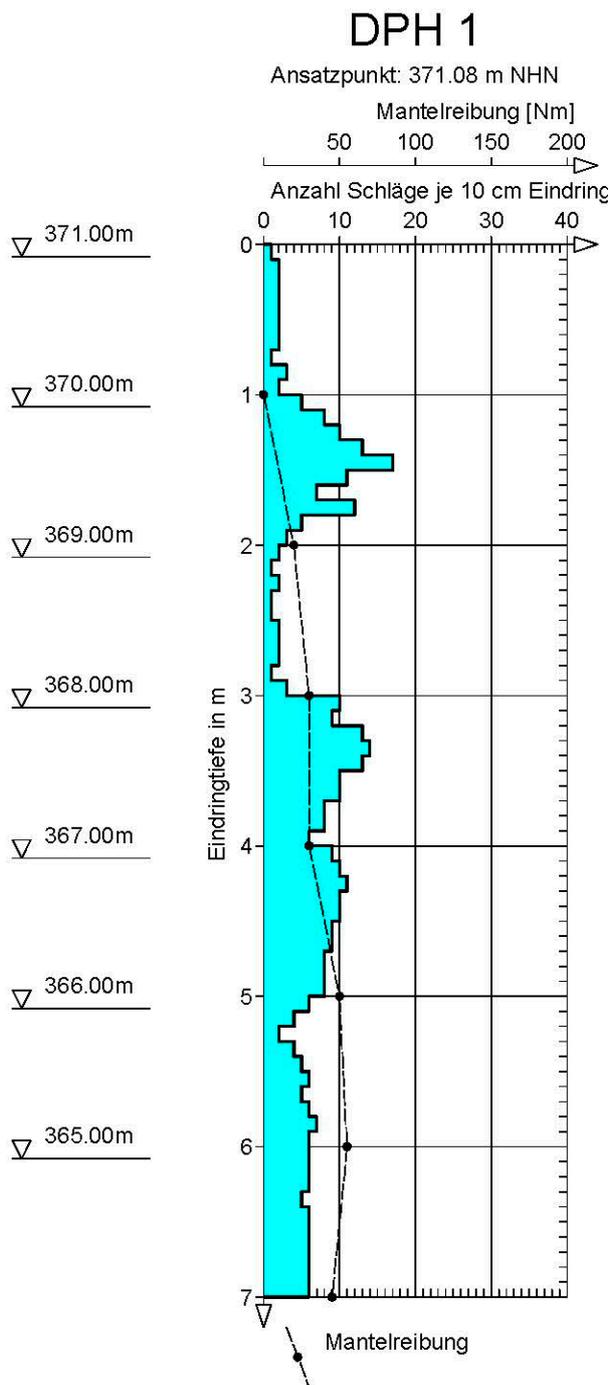


Datum: 17.04.2025

Maßstab: 1: 50

Rammsondierung
 DIN EN ISO 22476-2

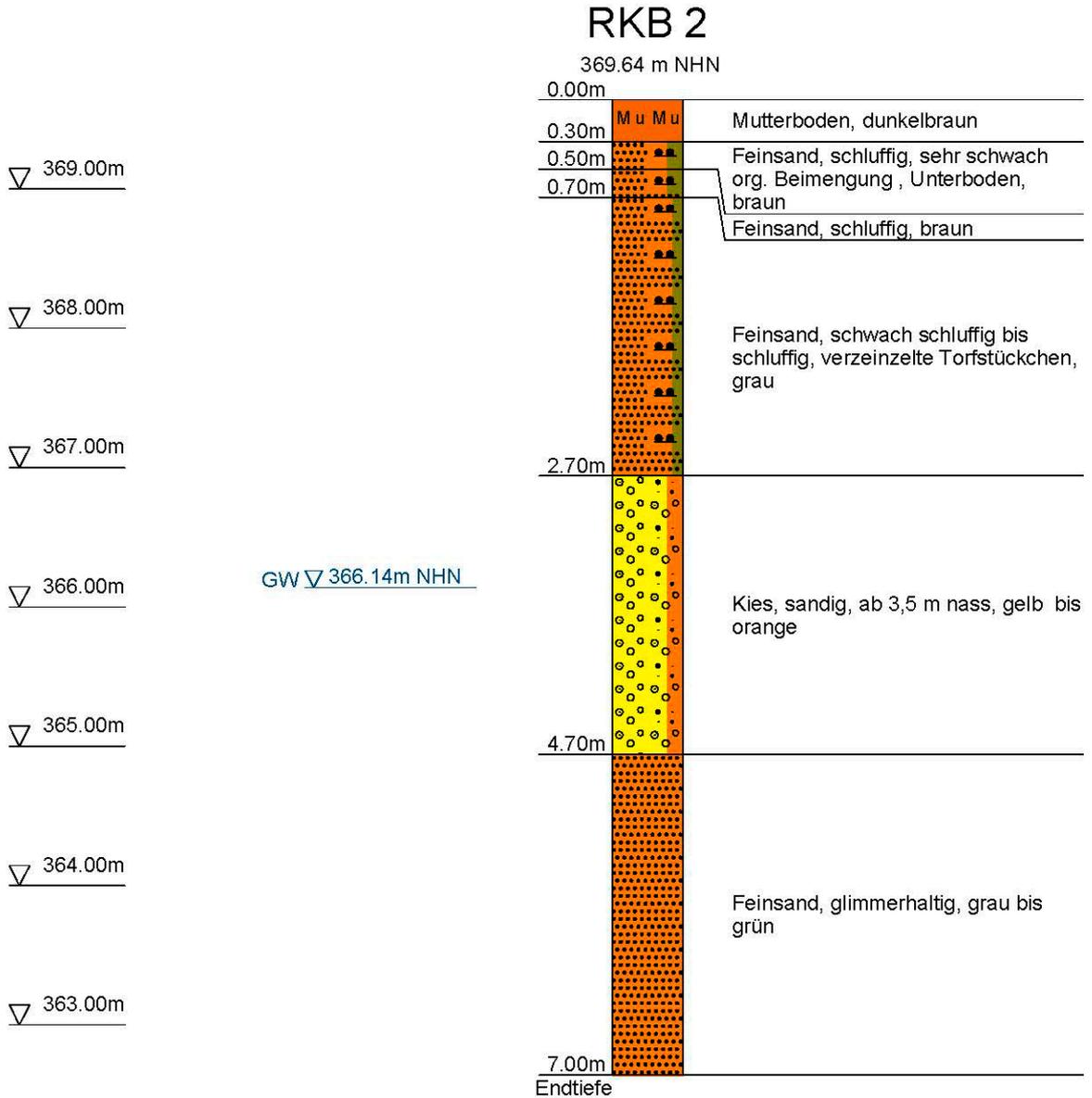
Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	5.10	6
0.20	2	5.20	4
0.30	2	5.30	2
0.40	2	5.40	4
0.50	2	5.50	5
0.60	2	5.60	6
0.70	2	5.70	5
0.80	1	5.80	6
0.90	3	5.90	7
1.00	2	6.00	6
1.10	5	6.10	6
1.20	8	6.20	6
1.30	10	6.30	6
1.40	13	6.40	5
1.50	17	6.50	6
1.60	11	6.60	6
1.70	7	6.70	6
1.80	12	6.80	6
1.90	5	6.90	6
2.00	3	7.00	6
2.10	2		
2.20	1		
2.30	2		
2.40	1		
2.50	1		
2.60	2		
2.70	2		
2.80	2		
2.90	1		
3.00	3		
3.10	10		
3.20	9		
3.30	13		
3.40	14		
3.50	13		
3.60	10		
3.70	10		
3.80	8		
3.90	8		
4.00	6		
4.10	9		
4.20	10		
4.30	11		
4.40	10		
4.50	10		
4.60	9		
4.70	9		
4.80	8		
4.90	8		
5.00	8		



**Bohrprofil
DIN 4023**

Datum: 17.04.2025

Maßstab: 1: 50

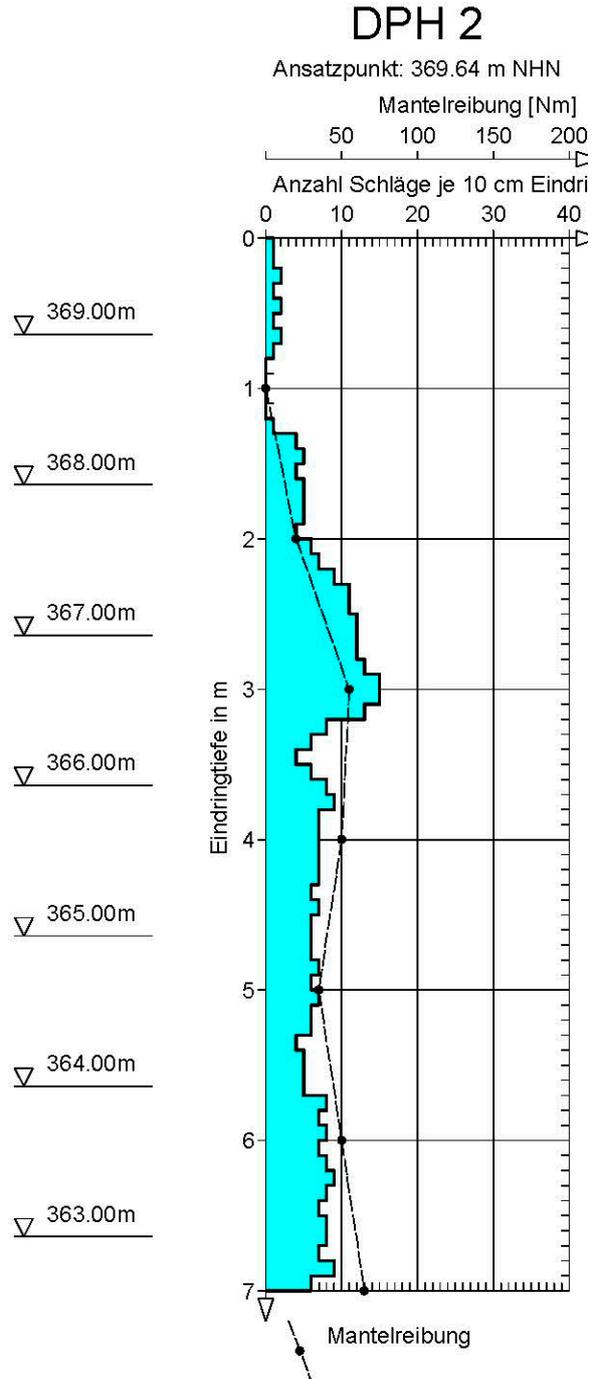


Datum: 17.04.2025

Maßstab: 1:50

Rammsondierung
 DIN EN ISO 22476-2

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	5.10	7
0.20	1	5.20	6
0.30	2	5.30	6
0.40	1	5.40	4
0.50	2	5.50	5
0.60	1	5.60	5
0.70	2	5.70	5
0.80	1	5.80	8
0.90	0	5.90	7
1.00	0	6.00	8
1.10	0	6.10	7
1.20	0	6.20	8
1.30	1	6.30	9
1.40	4	6.40	8
1.50	5	6.50	7
1.60	4	6.60	8
1.70	5	6.70	8
1.80	5	6.80	7
1.90	5	6.90	9
2.00	4	7.00	6
2.10	6		
2.20	7		
2.30	9		
2.40	11		
2.50	11		
2.60	12		
2.70	12		
2.80	12		
2.90	13		
3.00	15		
3.10	15		
3.20	13		
3.30	8		
3.40	6		
3.50	4		
3.60	6		
3.70	8		
3.80	9		
3.90	7		
4.00	7		
4.10	7		
4.20	7		
4.30	7		
4.40	6		
4.50	7		
4.60	6		
4.70	6		
4.80	6		
4.90	7		
5.00	6		



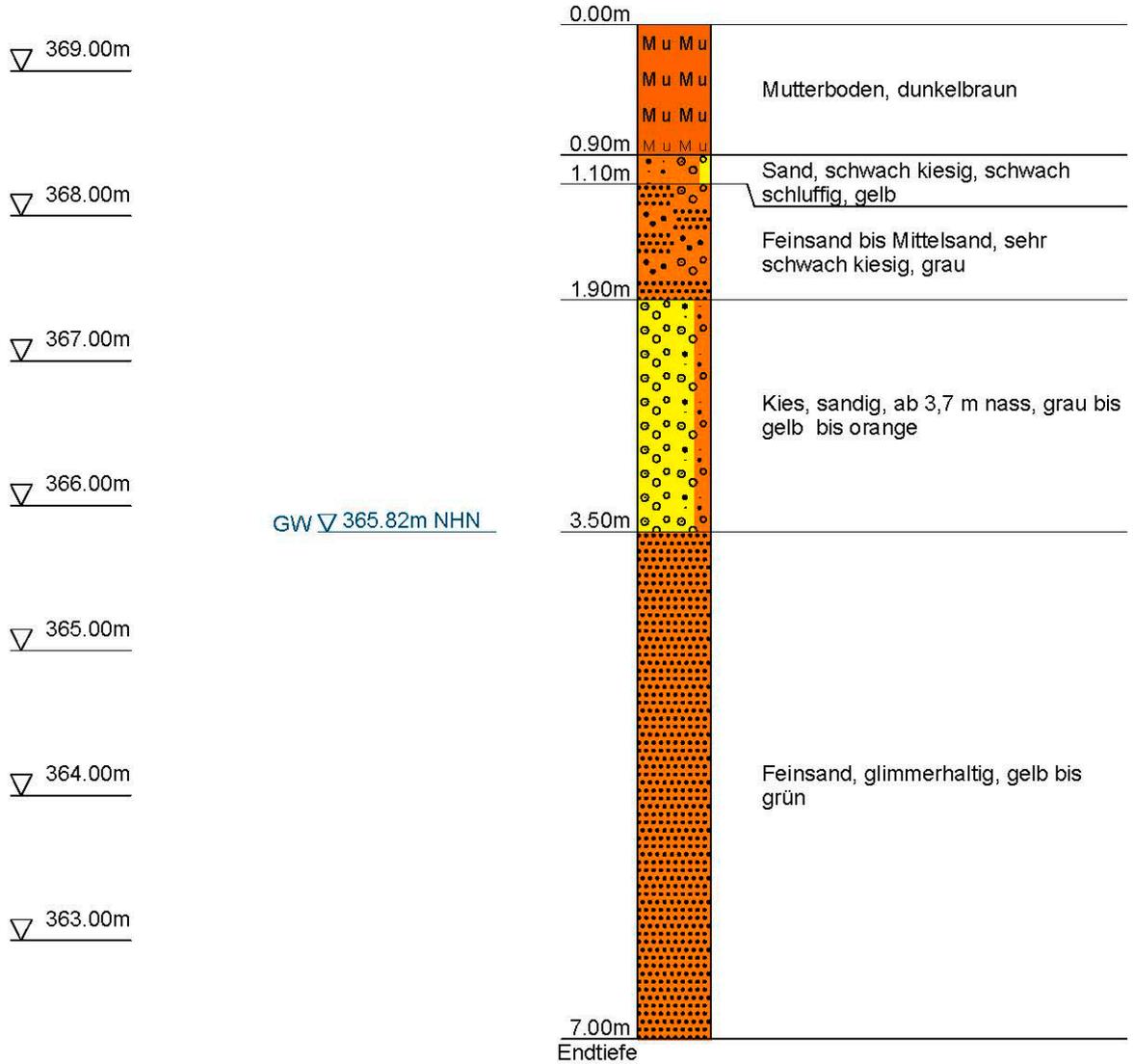
**Bohrprofil
DIN 4023**

Datum: 17.04.2025

Maßstab: 1: 50

RKB 3

369.32 m NHN

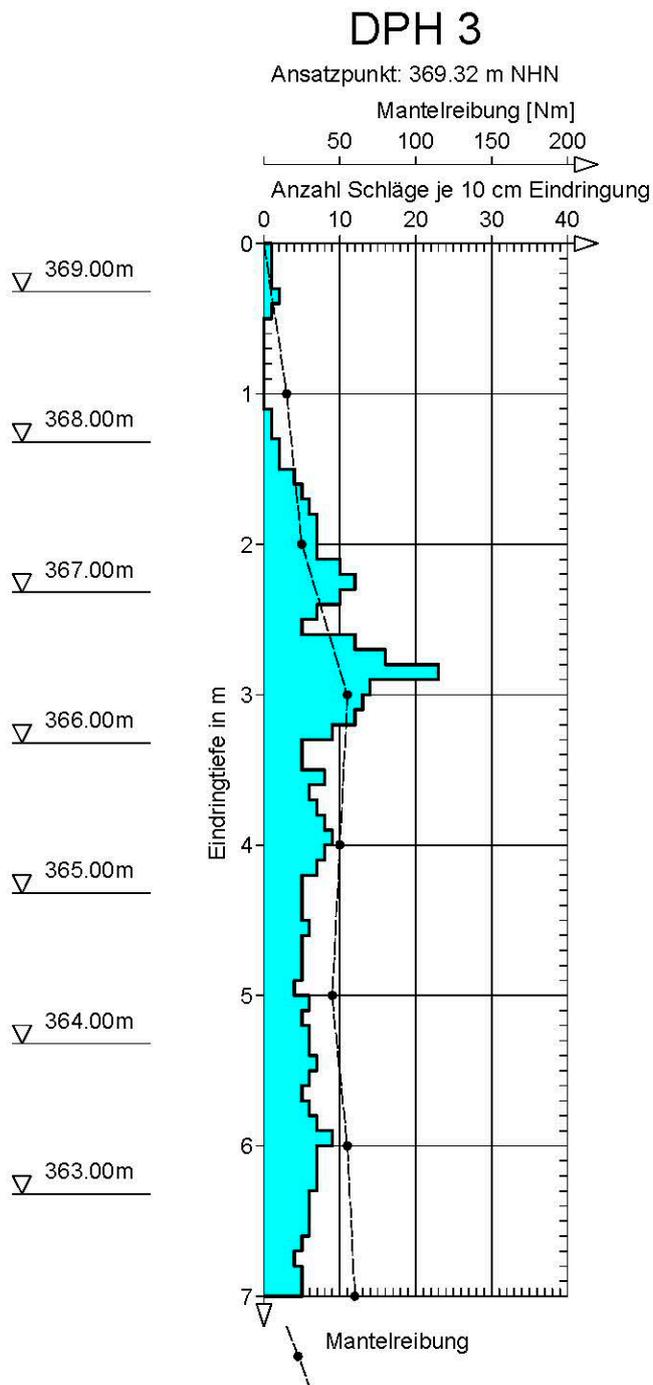


Datum: 17.04.2025

Maßstab: 1:50

Rammsondierung
 DIN EN ISO 22476-2

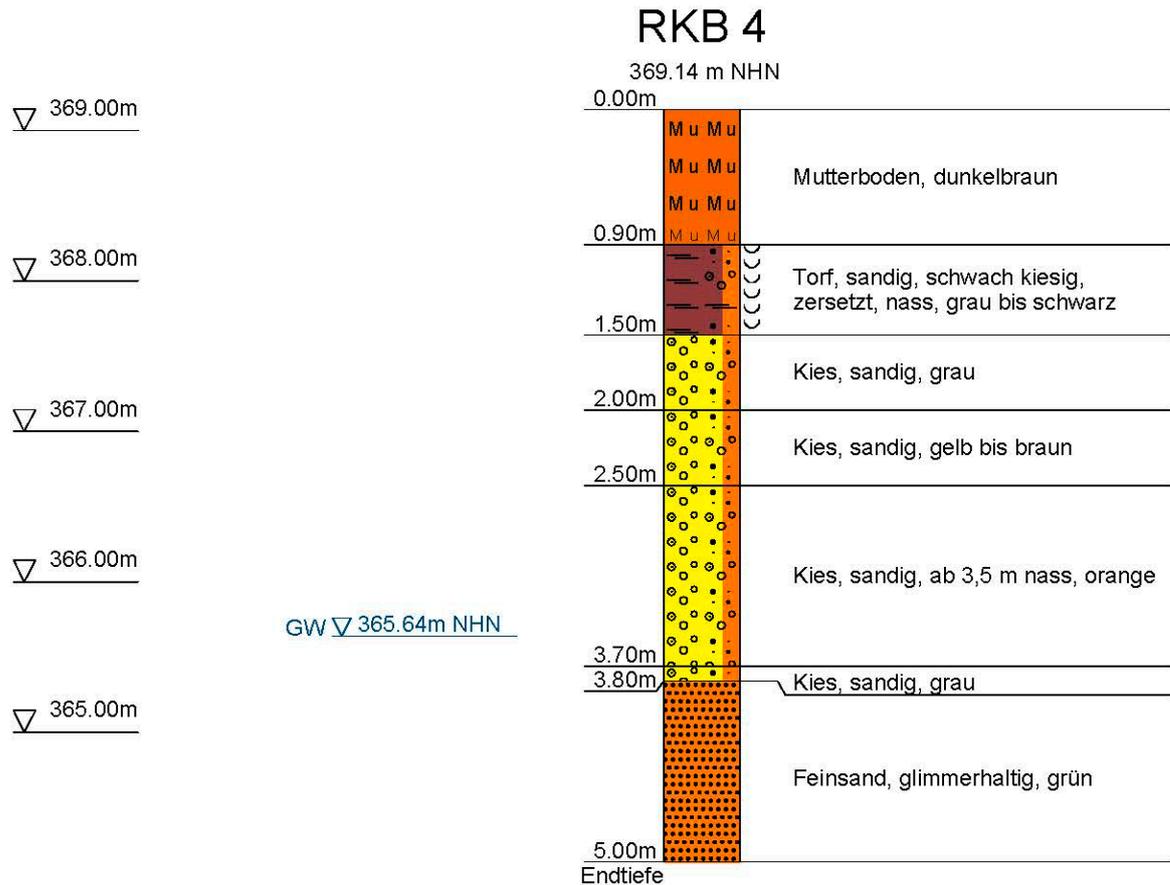
Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	5.10	6
0.20	1	5.20	5
0.30	1	5.30	6
0.40	2	5.40	6
0.50	1	5.50	7
0.60	0	5.60	6
0.70	0	5.70	5
0.80	0	5.80	6
0.90	0	5.90	7
1.00	0	6.00	9
1.10	0	6.10	7
1.20	1	6.20	7
1.30	1	6.30	7
1.40	2	6.40	6
1.50	2	6.50	6
1.60	4	6.60	6
1.70	5	6.70	5
1.80	6	6.80	4
1.90	7	6.90	5
2.00	7	7.00	5
2.10	7		
2.20	10		
2.30	12		
2.40	10		
2.50	7		
2.60	5		
2.70	12		
2.80	16		
2.90	23		
3.00	14		
3.10	13		
3.20	12		
3.30	9		
3.40	5		
3.50	5		
3.60	8		
3.70	6		
3.80	7		
3.90	8		
4.00	9		
4.10	8		
4.20	7		
4.30	5		
4.40	5		
4.50	5		
4.60	6		
4.70	5		
4.80	5		
4.90	5		
5.00	4		



Bohrprofil DIN 4023

Datum: 17.04.2025

Maßstab: 1: 50

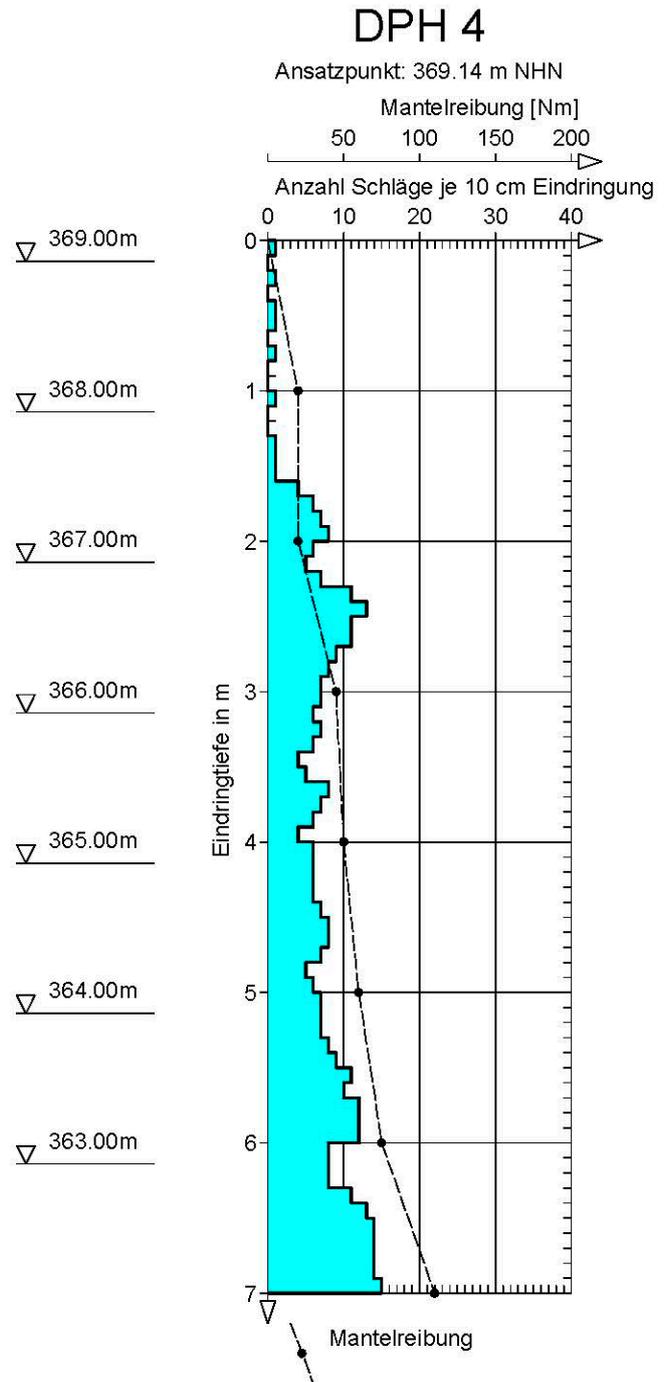


Datum: 17.04.2025

Maßstab: 1: 50

Rammsondierung
 DIN EN ISO 22476-2

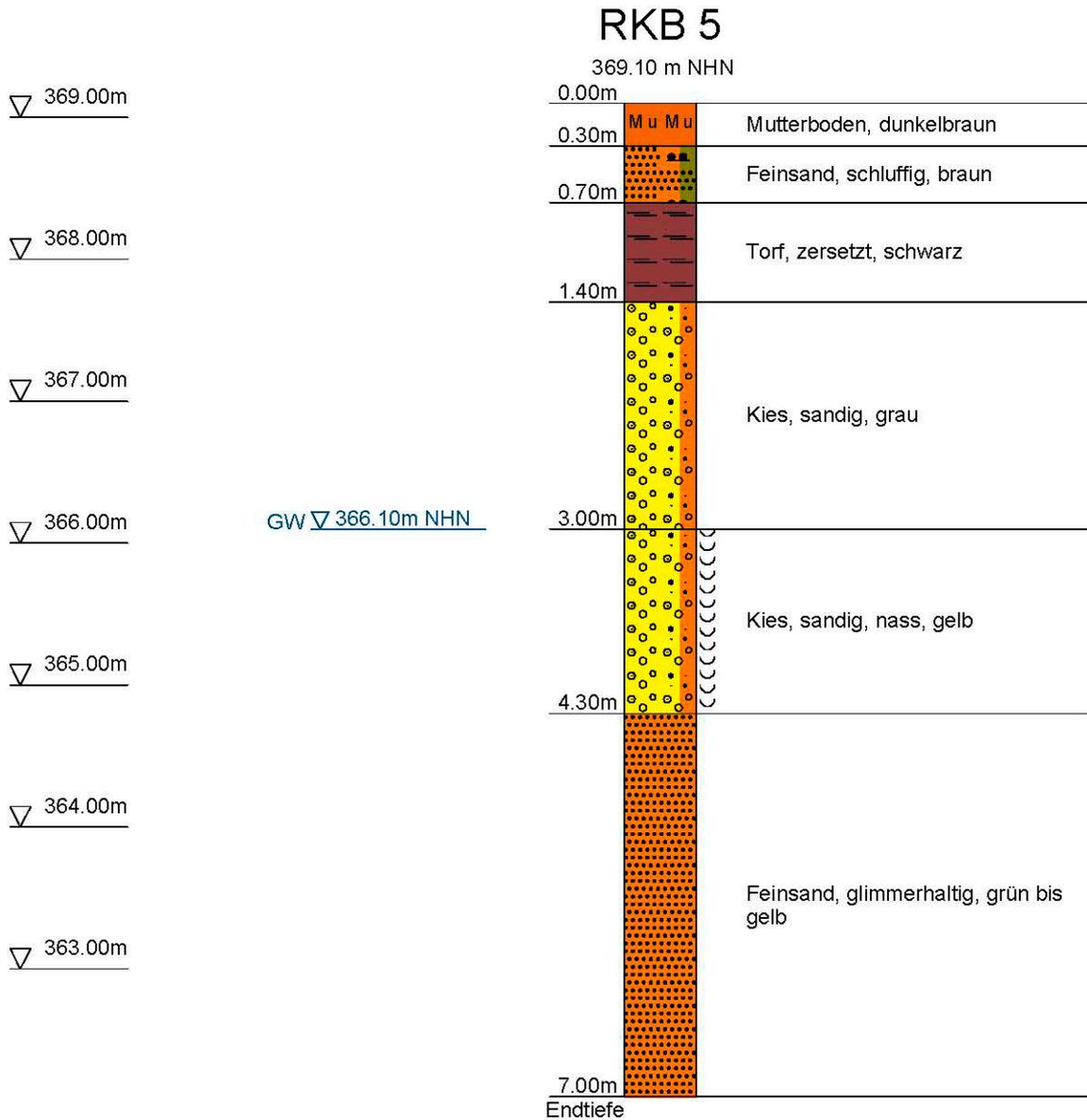
Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	5.10	7
0.20	0	5.20	7
0.30	1	5.30	7
0.40	0	5.40	8
0.50	1	5.50	9
0.60	1	5.60	11
0.70	0	5.70	10
0.80	1	5.80	12
0.90	0	5.90	12
1.00	0	6.00	12
1.10	1	6.10	8
1.20	0	6.20	8
1.30	0	6.30	8
1.40	1	6.40	11
1.50	1	6.50	13
1.60	1	6.60	14
1.70	4	6.70	14
1.80	6	6.80	14
1.90	7	6.90	14
2.00	8	7.00	15
2.10	6		
2.20	5		
2.30	7		
2.40	11		
2.50	13		
2.60	11		
2.70	11		
2.80	9		
2.90	8		
3.00	7		
3.10	7		
3.20	6		
3.30	7		
3.40	6		
3.50	4		
3.60	5		
3.70	8		
3.80	7		
3.90	6		
4.00	4		
4.10	6		
4.20	6		
4.30	6		
4.40	6		
4.50	7		
4.60	8		
4.70	8		
4.80	7		
4.90	5		
5.00	6		



**Bohrprofil
DIN 4023**

Datum: 17.04.2025

Maßstab: 1: 50

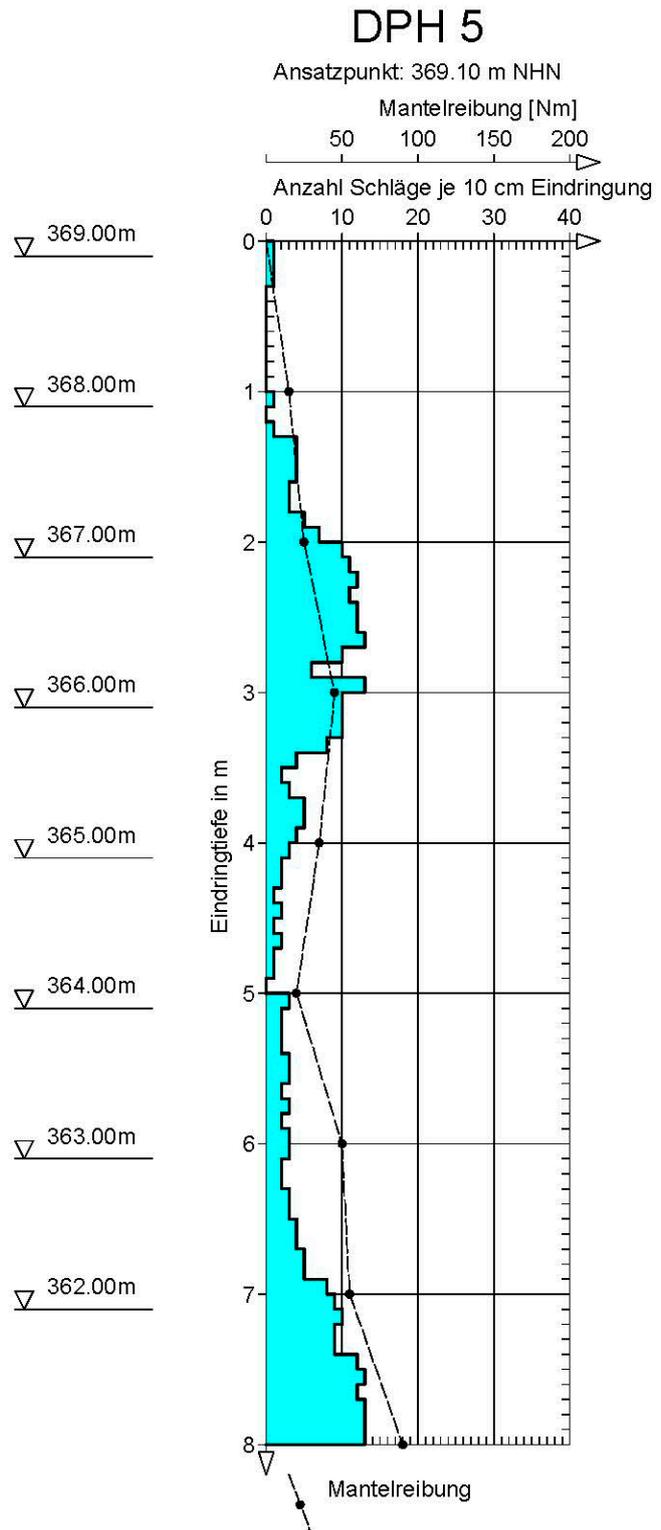


Datum: 17.04.2025

Maßstab: 1:50

Rammsondierung
 DIN EN ISO 22476-2

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	5.10	3
0.20	1	5.20	2
0.30	1	5.30	2
0.40	0	5.40	2
0.50	0	5.50	3
0.60	0	5.60	3
0.70	0	5.70	2
0.80	0	5.80	3
0.90	0	5.90	2
1.00	0	6.00	3
1.10	1	6.10	3
1.20	0	6.20	2
1.30	1	6.30	2
1.40	4	6.40	3
1.50	4	6.50	3
1.60	4	6.60	4
1.70	3	6.70	4
1.80	3	6.80	5
1.90	5	6.90	5
2.00	7	7.00	8
2.10	10	7.10	9
2.20	11	7.20	10
2.30	12	7.30	9
2.40	11	7.40	9
2.50	12	7.50	12
2.60	12	7.60	13
2.70	13	7.70	12
2.80	10	7.80	13
2.90	6	7.90	13
3.00	13	8.00	13
3.10	10		
3.20	10		
3.30	10		
3.40	8		
3.50	4		
3.60	2		
3.70	3		
3.80	5		
3.90	5		
4.00	4		
4.10	3		
4.20	2		
4.30	2		
4.40	1		
4.50	2		
4.60	1		
4.70	2		
4.80	1		
4.90	1		
5.00	0		



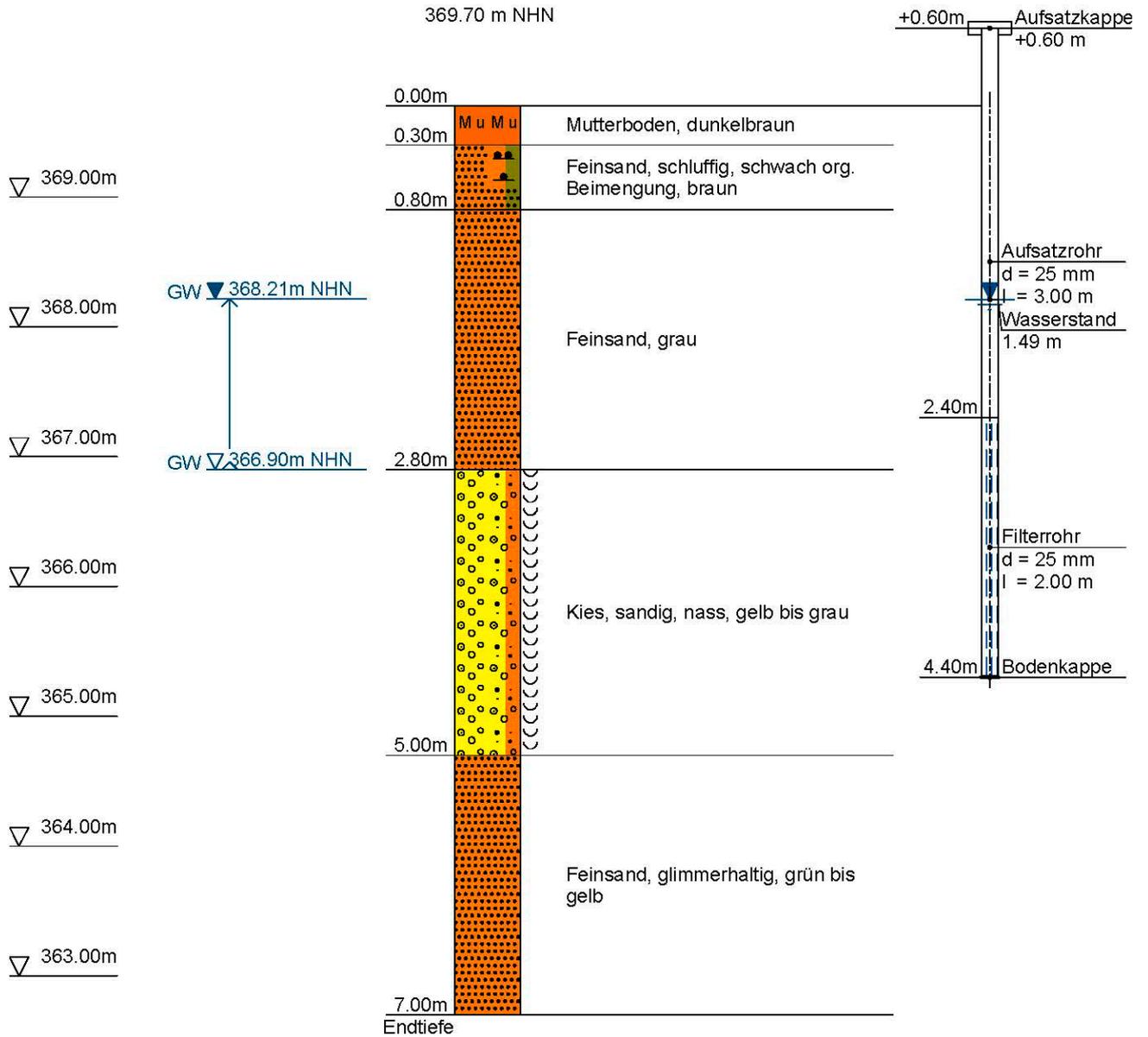
**Bohrprofil
 DIN 4023**

Datum: 17.04.2025

Maßstab: 1: 50 / 1: 10

RKB 6

369.70 m NHN

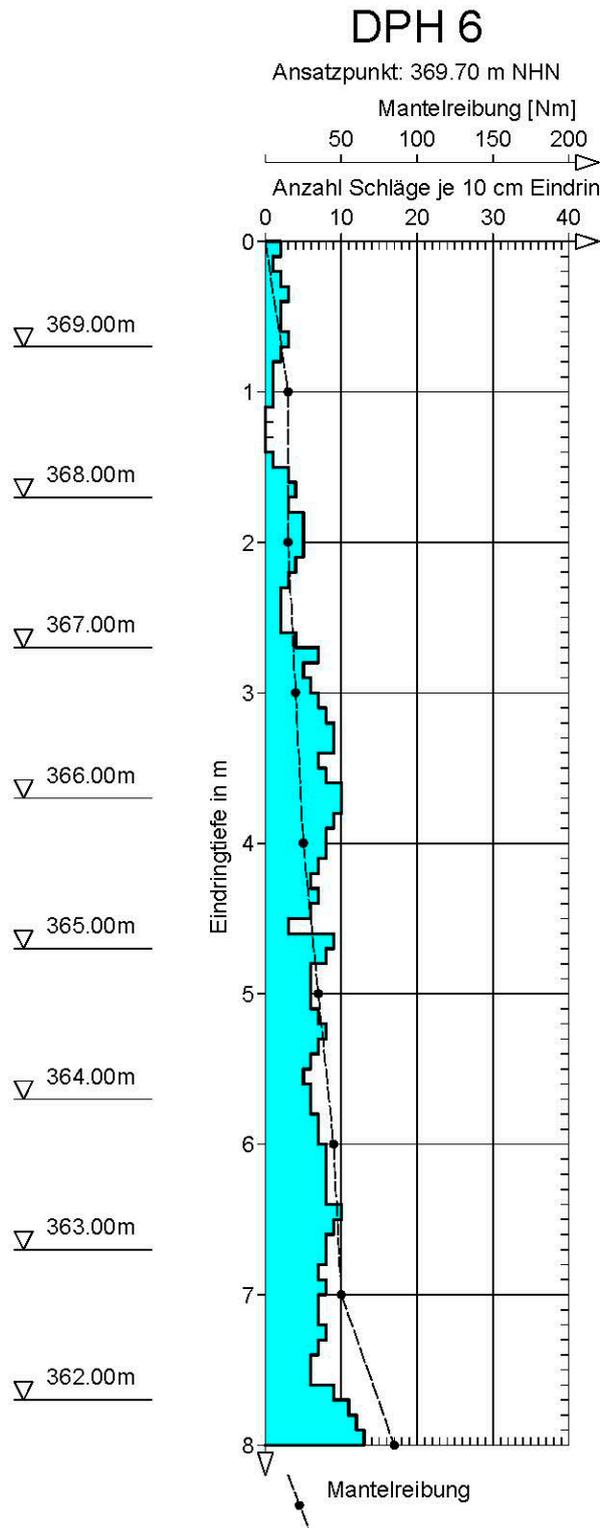


Datum: 17.04.2025

Maßstab: 1:50

Rammsondierung
 DIN EN ISO 22476-2

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	2	5.10	6
0.20	1	5.20	7
0.30	2	5.30	8
0.40	3	5.40	7
0.50	2	5.50	6
0.60	2	5.60	5
0.70	3	5.70	6
0.80	2	5.80	6
0.90	1	5.90	7
1.00	1	6.00	7
1.10	1	6.10	8
1.20	0	6.20	8
1.30	0	6.30	8
1.40	0	6.40	8
1.50	1	6.50	10
1.60	3	6.60	9
1.70	4	6.70	8
1.80	3	6.80	8
1.90	5	6.90	7
2.00	5	7.00	8
2.10	5	7.10	7
2.20	4	7.20	7
2.30	3	7.30	8
2.40	2	7.40	7
2.50	2	7.50	6
2.60	2	7.60	6
2.70	4	7.70	9
2.80	7	7.80	11
2.90	5	7.90	12
3.00	6	8.00	13
3.10	7		
3.20	8		
3.30	9		
3.40	9		
3.50	7		
3.60	8		
3.70	10		
3.80	10		
3.90	9		
4.00	8		
4.10	8		
4.20	7		
4.30	6		
4.40	7		
4.50	6		
4.60	3		
4.70	9		
4.80	8		
4.90	6		
5.00	6		

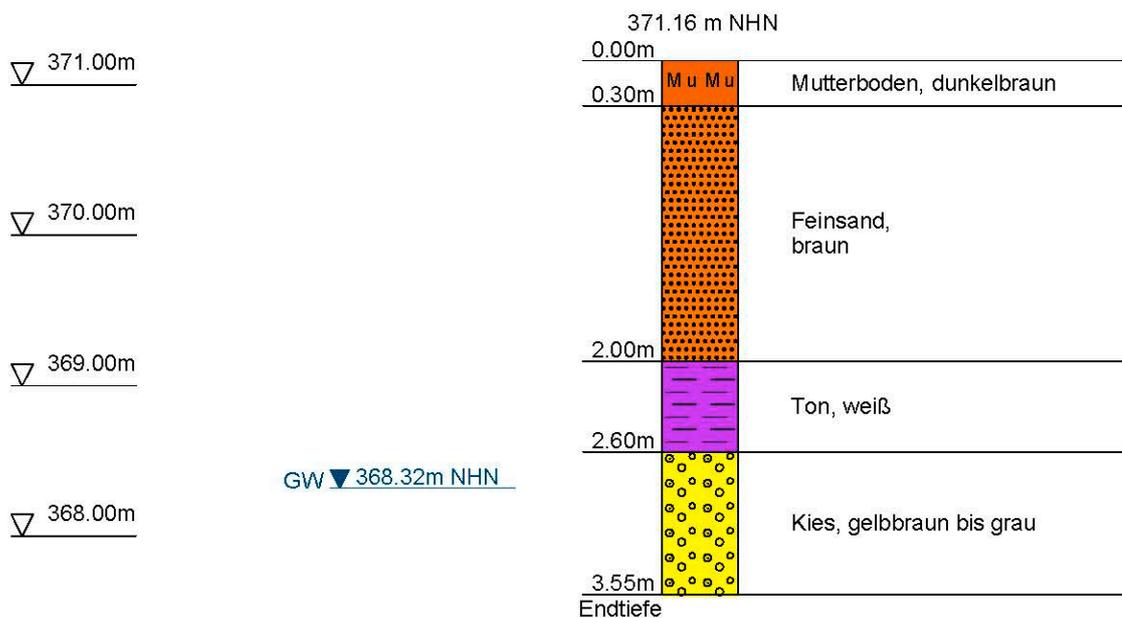


**Bohrprofil
DIN 4023**

Datum: 17.04.2025

Maßstab: 1: 50

Schurf - Sicker Versuch



ANLAGE 3 – BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE
KORNGRÖßENVERTEILUNG / KONSISTENZGRENZEN / GLÜHVERLUST
(4 SEITEN)



Ingenieurbüro Schröfl
 Alois-Kainz-Str. 9
 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg
 Tel: 08772 8052082
 Datum: 14.07.2025

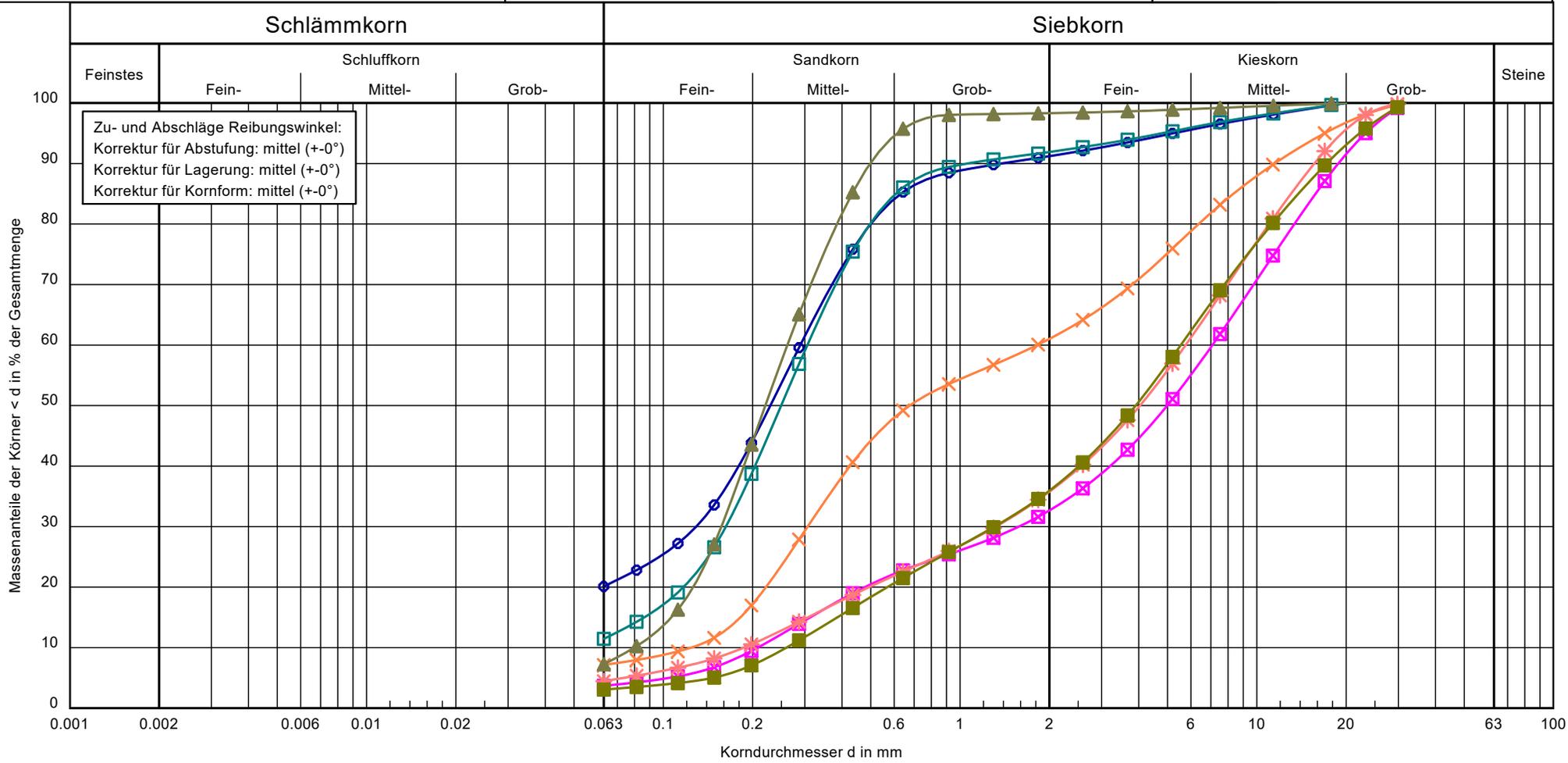
Bearbeiter: CS

Körnungslinie DIN EN ISO 17892-4

Schierling Edeka

quartäre Kiese / quartäre Sande / tertiäre Sande

Prüfungsnummer: 25-009
 Probe entnommen am: 17.04.2025
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: DIN EN ISO 17892-4



Signatur:							
Entnahmestelle:	RKB 1 (quartärer Sand)	RKB 1 (quartärer Sand)	RKB 2 (quartärer Sand)	RKB 1 (quartärer Kies)	RKB 2 (quartärer Kies)	RKB 4 (quartärer Kies)	RKB 1 (tertiärer Sand)
Entnahmetiefe:	0,5 m - 0,8 m	1,1 m - 1,8 m	1,0 m - 2,7 m	3,6 m - 5,9 m	2,7 m - 4,7 m	2,5 m - 3,7 m	6,0 m - 7,0 m
Bodenart (DIN 4022):	S, u, g'	S, fa, mg, u'	mS, fs, u', g', qs'	G, fs', ms', qs'	G, fs', ms', qs'	G, qs, ms'	mS, fs, u'
Bodengruppe:	SU*	SU	SU	GW	GW	GW	SU
Reibungswinkel:	37,1	38,9	37,4	39,4	39,3	39,5	37,1
Frostsicherheit:	F3	F2	F2	F1	F1	F1	F1
T/U/S/G [%]:	- /20,1/71,1/8,8	- /7,1/53,9/39,0	- /11,4/80,5/8,1	- /3,7/29,0/67,3	- /4,5/31,3/64,2	- /3,1/32,9/64,1	- /7,3/91,1/1,7
Cu/Cc:	-/-	14,7/0,4	-/-	34,1/1,7	30,8/1,6	21,3/1,2	3,3/1,2
k-Wert:	-	1,1 · 10 ⁻⁴ Beyer	-	9,1 · 10 ⁻⁴ Seiler	7,8 · 10 ⁻⁴ Seiler	4,7 · 10 ⁻⁴ Zieschang	5,7 · 10 ⁻⁵ Beyer
Wassergehalt (%):	9,8	7,3	17,6	7,9	6,8	6,8	25,8

Bemerkungen:

Bericht:
 25-009
 Anlage-Nr.:
 3:1

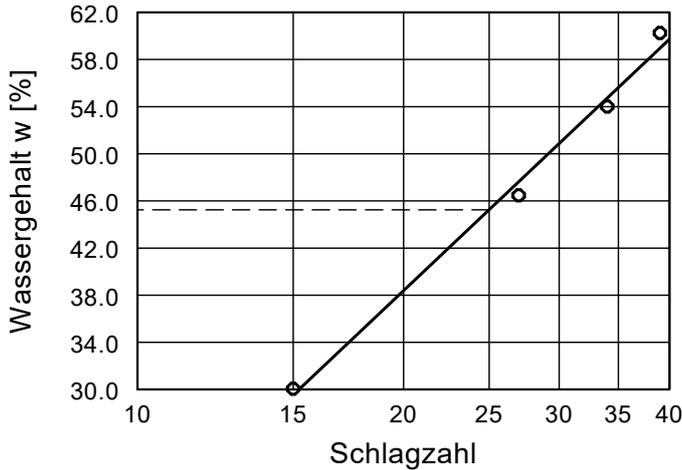
Zustandsgrenzen nach DDIN EN ISO 17892-12

Schierling Edeka
 quartäre Lehme

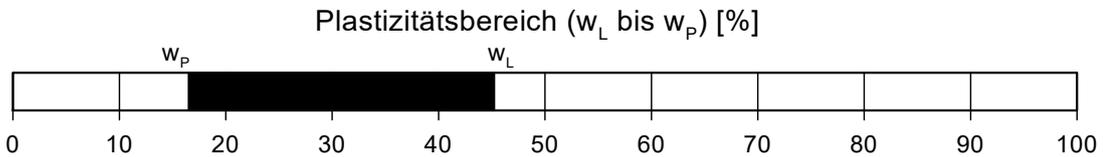
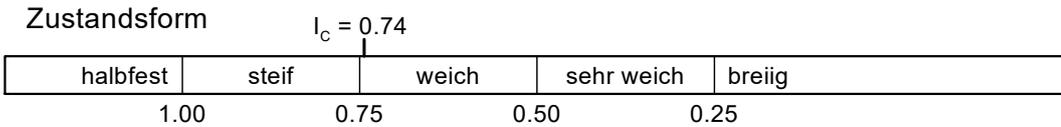
Entnahmestelle: RKB 1
 Tiefe: 2,2 m - 2,8 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Ton
 Probe entnommen am: 17.04.2025

Bearbeiter: CS

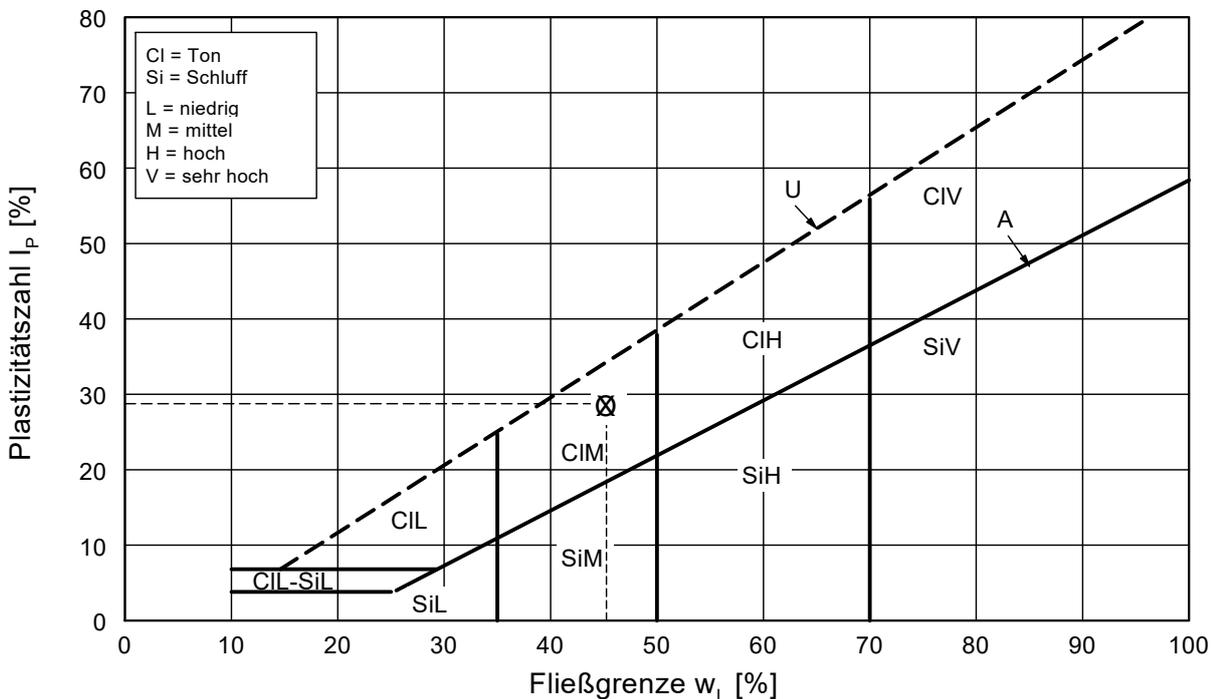
Datum: 14.07.2025



Wassergehalt w =	22.0 %
Fließgrenze w_L =	45.3 %
Ausrollgrenze w_P =	16.5 %
Plastizitätszahl I_P =	28.8 %
Konsistenzzahl I_C =	0.74
Anteil Überkorn \ddot{u} =	7.7 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	23.9 %



Plastizitätsdiagramm





Glühverlust nach DIN EN 17685-1

Bauvorhaben	Schierling Edeka	Bearbeiter	CS
Projekt-Nr.	25-009	Datum	03.07.2025
Probe	RKB 2: 0,7 m - 1,0 m	Anlage	3.3

Glühzeit: 4 h

Hinweise:

Bodenart nach DIN 4022: u'fS

Bodengruppe DIN 18196: SU

Wassergehalt				
Behälter	Behälter leer	Behälter + Probe _{feucht}	Behälter + Probe _{trocken}	Wassergehalt
[Nr.]	[g]	[g]	[g]	[%]
31	142,4	796,4	683,7	20,82%

Glühverlust				
Behälter	Behälter leer	Behälter + Probe _{ungeglüht}	Behälter + Probe _{geglüht}	Glühverlust
[Nr.]	[g]	[g]	[g]	[%]
2	38,783	68,798	68,085	2,38%
5	41,309	72,048	71,341	2,30%
8	41,064	72,094	71,346	2,41%

Mindestprobenmenge für die Laborprobe	
Bodenart	Mindestprobenmenge [g]
Organische Böden / Feinkörnige Böden $d \leq 2$ mm	50
Kies $2 \text{ mm} < d \leq 4$ mm	100
Kies $4 \text{ mm} < d \leq 8$ mm	500
Kies $8 \text{ mm} < d \leq 16$ mm	1500



Glühverlust nach DIN EN 17685-1

Bauvorhaben	Schierling Edeka	Bearbeiter	CS
Projekt-Nr.	25-009	Datum	03.07.2025
Probe	RKB 4: 1,0 m - 1,5 m	Anlage	3.4

Glühzeit: 4 h

Hinweise: _____

Bodenart nach DIN 4022: s H

Bodengruppe DIN 18196: HZ

Wassergehalt				
Behälter	Behälter leer	Behälter + Probe _{feucht}	Behälter + Probe _{trocken}	Wassergehalt
[Nr.]	[g]	[g]	[g]	[%]
30	140,8	723,2	495,6	64,15%

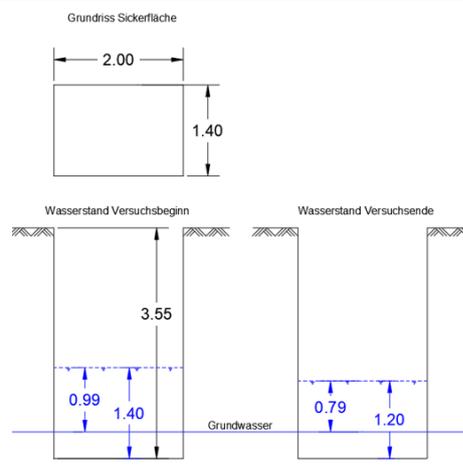
Glühverlust				
Behälter	Behälter leer	Behälter + Probe _{ungeglüht}	Behälter + Probe _{geglüht}	Glühverlust
[Nr.]	[g]	[g]	[g]	[%]
3	37,518	63,985	58,624	20,26%
6	40,599	63,368	59,105	18,72%
10	39,777	63,473	59,061	18,62%

Mindestprobenmenge für die Laborprobe	
Bodenart	Mindestprobenmenge [g]
Organische Böden / Feinkörnige Böden $d \leq 2$ mm	50
Kies $2 \text{ mm} < d \leq 4$ mm	100
Kies $4 \text{ mm} < d \leq 8$ mm	500
Kies $8 \text{ mm} < d \leq 16$ mm	1500

ANLAGE 4 – SICKERVERSUCHE
AUSWERTUNG – FOTODOKUMENTATION
(1 SEITE)

Auswertung / Foto Sickerversuch

Schurf				
Messzeit t	Δ s	Messung Wasserstand h	Δ h	Durchlässigkeitsbeiwert k_f
[s]	[s]	[m]	[m]	[m/s]
0	0	1,40	0	-
900	900	1,35	0,055	6,1E-05
1800	900	1,29	0,055	6,1E-05
2880	1080	1,24	0,05	4,6E-05
3900	1020	1,20	0,045	4,4E-05
Mittelwert				5,3E-05



Korrekturfaktor f_k nach DWA-A 138-1	0,6
Bemessung k_f-Wert	3,2E-05



ANLAGE 5 – ANALYTIK GRUNDWASSER
BETONAGGRESSIVITÄT
EIGNUNG FÜR THERMISCHE NUTZUNG
(6 SEITEN)

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

Ingenieurbüro Schröfl
 Alois-Kainz-Str. 9
 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg

Datum 03.06.2025
 Kundennr. 27065431

PRÜFBERICHT

Auftrag **3702135** 25-009 Schierling - Edeka
 Analysenr. **182351** Grundwasser
 Probeneingang **22.05.2025**
 Probenahme **21.05.2025**
 Probenehmer **Auftraggeber (Christian Schröfl)**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Grenzwert Methode

Sensorische Prüfungen

Färbung (Labor)		farblos			DIN EN ISO 7887 : 1994-12
Geruch (Labor)		nein			DIN EN 1622 : 2006-10 (Anhang C)
Geruchsart (Labor)		ohne			DEV B 1/2 : 1971
Geruchsstärke (Labor)		ohne			DEV B 1/2 : 1971

Physikalisch-chemische Parameter

Temperatur bei Titration KS 4,3	°C	18,2	0		DIN 38404-4 : 1976-12
Temperatur bei Titration KB 8,2	°C	15,9	0		DIN 38404-4 : 1976-12
Trübung (Labor)	*)	klar mit Bodensatz			visuell
pH-Wert (Labor)		7,4	0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Temperatur bei pH-Messung	°C	19,3	0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	513	10		Berechnung aus dem Messwert
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	573	10		DIN EN 27888 : 1993-11

Summarische Parameter

Freie Kohlensäure (CO2)	mg/l	18			DIN 38404-10 : 2012-12
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	5,3	0,1		DIN 38409-7-2 : 2005-12
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l	5,99	0,1		DIN 38409-7-1: 2004-03
TOC	mg/l	3,7	0,5		DIN EN 1484 : 2019-04
DOC	mg/l	1,6	0,5		DIN EN 1484 : 2019-04
Oxidierbarkeit (KMnO4-Verbrauch)	mg/l	4,9	0,5		DIN EN ISO 8467 : 1995-05
KMnO4-Index (als O2)	mg/l	1,2	0,13		DIN EN ISO 8467 : 1995-05

Kationen

Ammonium (NH4)	mg/l	0,06	0,03		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Calcium (Ca)	mg/l	77	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kalium (K)	mg/l	1,3	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Magnesium (Mg)	mg/l	30	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Natrium (Na)	mg/l	11	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

Anionen

Chlorid (Cl)	mg/l	31	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrat (NO3)	mg/l	18	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrit (NO2)	mg/l	<0,02	0,02		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Orthophosphat (o-PO4)	mg/l	<0,05	0,05		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO4)	mg/l	17	2		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfid leicht freisetzbar	mg/l	<0,05	0,05		DIN 38405-27 : 2017-10

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 03.06.2025
 Kundennr. 27065431

PRÜFBERICHT

Auftrag **3702135 25-009 Schierling - Edeka**
 Analysennr. **182351 Grundwasser**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
Cyanide gesamt	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10

Anorganische Bestandteile

Arsen (As)	mg/l	0,004	0,001		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/l	<0,001	0,001		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium	mg/l	<0,0001	0,0001		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom	mg/l	<0,001	0,001		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Eisen (Fe)	mg/l	<0,01	0,01		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Mangan (Mn)	mg/l	0,43	0,005		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,1	0,05		DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/l	0,05	0,01		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

Berechnete Werte

Kohlenstoffdioxid, überschüssig (aggressiv) (KKG)	*) mg/l	0,0			Berechnung aus den Einzelmesswerten
Kohlenstoffdioxid, zugehörig (KKG)	*) mg/l	18			Berechnung aus den Einzelmesswerten
Kupferquotient S	*)	29,34			Berechnung nach DIN EN 12502 : 2005-03
Lochkorrosionsquotient S1	*)	0,29			Berechnung nach DIN EN 12502 : 2005-03
Zinkgerieselquotient S2	*)	4,29			Berechnung nach DIN EN 12502 : 2005-03
pH-Wert (berechnet)	*)	7,48	0		Berechnung
Calcitlösekapazität	mg/l	-13			DIN 38404-10 : 2012-12
delta-pH		0,13			DIN 38404-10 : 2012-12
pH bei Bewertungstemperatur (pH _{tb})		7,51			DIN 38404-10 : 2012-12
pH bei Calcitsätt. d. Calcit (pH _{c tb})		7,38			DIN 38404-10 : 2012-12
Pufferungsintensität	*) mmol/l	0,97			Berechnung
Kalkl. Kohlensäure	*) mg/l	15,2	1		DIN 4030-2 : 2024-07
Gesamtmineralisation (berechnet)	*) mg/l	509			Berechnung
Ca-Härte	°dH	11			Berechnung aus dem Messwert
Mg-Härte	°dH	6,9			Berechnung aus dem Messwert
Carbonathärte	°dH	14,7	1		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Carbonathärte	mg/l CaO	147			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	°dH	2,8	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	28,0	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	°dH	17,7	1		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	mg/l CaO	176			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte (als Calciumcarbonat)	mmol/l	3,2	0,5		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	3,15	0,18		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Härtebereich	*)	hart			WRMG : 2013-07
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030)	*)	XA1, chemisch schwach angreifend			DIN 4030-1 : 2024-07
Calcium	mol/m ³	1,9			Berechnung aus c(Calcium)
Neutralsalze	mol/m ³	1,2			Berechnung aus c(Chlorid)+2c(Sulfat)

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*)" gekennzeichnet.

Datum 03.06.2025
 Kundennr. 27065431

PRÜFBERICHT

Auftrag **3702135 25-009 Schierling - Edeka**
 Analysenr. **182351 Grundwasser**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Grenzwert Methode

Gasförmige Komponenten

Sauerstoff (O2) gel.	mg/l	8,4	0,1		DIN EN 25813 : 1993-01
Basekapazität bis pH 8,2	mmol/l	0,4	-25		DIN 38409-7-4 : 2005-12

Allgemein

Beurteilung	*)	s.A.			keine Angabe
-------------	----	-------------	--	--	--------------

Erläuterung: Das Zeichen "->" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Beginn der Prüfungen: 22.05.2025
 Ende der Prüfungen: 03.06.2025

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Im Fall einer Konformitätsbewertung wird als Entscheidungsregel der diskrete Ansatz angewendet. Das bedeutet, dass die Messunsicherheit bei der Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm nicht berücksichtigt wird.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*)" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Tel.: +49 8765 93996-0, Fax: +49 8765 93996-28
bruckberg@agrolab.de www.agrolab.de



Seite 1 von 3 Seiten

Auftraggeber: Ingenieurbüro Schröfl
Alois-Kainz-Str. 9
84066 Mallersdorf-Pfaffenberg

Projekt: 25-009 Schierling - Edeka

Auftrag: Chemisch-technische-Analyse zur Beurteilung auf
Eignung für die thermische Nutzung (Wärmepumpe)

Entnahmedatum: 21.05.2025

Beurteilung der Prüfergebnisse

Anlagen: Prüfbericht 3702135 - 182351



Eching, den 02.06.2025

Dr. Roland Rieger
Diplom Chemiker

Beurteilung der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, daß es sich um ein hartes Wasser vom Typ normal erdalkalisch, überwiegend hydrogencarbonatisch handelt, dessen Gesamthärte bei 17,7°dH liegt und das sich nahezu im sogenannten Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht befindet. Dies bedeutet, daß mit Versinterungen nicht zu rechnen ist.

Die Werte für TOC / DOC (Summenparameter für gesamte / gelöste organische Substanz) sind leicht erhöht. Die Werte für Natrium, Kalium, Nitrat, Chlorid und Sulfat liegen im Normalbereich.

Das Wasser ist nicht reduziert: Der Sauerstoffgehalt liegt bei ca. 80% Sättigung und Ammonium und Eisen sind nicht oder nur in unbedeutenden Mengen nachweisbar. Der Mangangehalt ist allerdings deutlich erhöht und liegt in einem Bereich, bei dem in sauerstoffhaltigen Wässern **Verockerungen** nicht auszuschließen sind. Verockerungen können im wasserführenden System oder im Schluckbrunnen zu einer Störung der hydraulischen Verhältnisse führen.

Aus korrosionschemischer Sicht ist das Wasser wie folgt zu beurteilen:

- Mit einer Calcitlösekapazität von –13 mg/l CaCO_3 liegt das Wasser nahezu im sogenannten Calcit-Kohlensäure-Gleichgewicht (Tendenz in Richtung kalkabscheidend). D. h., die Forderung, daß das Kalklösungsvermögen bzw. das Kalkabscheidungsvermögen des Wassers nicht zu groß sein soll, ist erfüllt.
- Die in DIN 12502 Teil 2, 3 und 5 genannten Parameter pH-Wert, Base- und Säurekapazität, Calcium-, Sauerstoff-, Nitrat-, Chlorid- und Sulfatgehalt entsprechen den dort genannten Anforderungen zur Schutzschichtbildung auf Grauguß und niedrig- und unlegierten Stählen sowie schmelztauchverzinkten Eisenwerkstoffen ebenso wie auf Kupfer und Kupferlegierungen, so daß bei diesen Werkstoffen die Anforderungen, die aus korrosionschemischer Sicht das Wasser gestellt werden, an und für sich erfüllt sind.
- Die Anforderungen zum Einsatz von nichtrostenden Stählen sind gemäß DIN 12502 Teil 4 erfüllt.
- Asbestzement und andere zementgebundene Werkstoffe werden nicht angegriffen.
- Die Leitfähigkeit des Wassers (bei 20°C), die vom Gesamtsalzgehalt abhängig ist, ist größer als 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und liegt damit in einem Bereich, in dem die Korrosionswahrscheinlichkeit bei Edelstahlplattenwärmetauschern, die mit Kupfer hartgelötet

sind, erhöht sein kann. Ob diese Wärmetauscher unter den gegebenen Umständen eingesetzt werden können, sollte mit dem Hersteller abgeklärt werden.

Gegenüber **Beton** ist gem. DIN 4030 das Wasser als „**XA1, chemisch schwach an-greifend**“ einzustufen.

Die Werte für Chloridgehalt¹ und Oxidierbarkeit² sind ohne Besonderheiten.

Zusammenfassung

Insgesamt ist das Wasser für den Betrieb einer Wärmepumpe nur bedingt geeignet, da Versockerungen nicht auszuschließen sind.

In der Folge von Verockerungen oder anderen Ausfällungen kann einerseits die Effektivität der Anlage reduziert sein und andererseits der Betrieb der Anlage gestört sein, wenn z.B. Kanäle im Wärmetauscher zugesetzt werden. Es ist damit zu rechnen, dass der Betrieb einer Wärmepumpe unter diesen Bedingungen mit einem erhöhten Wartungsaufwand verbunden ist.

Grundsätzlich können die üblichen Werkstoffe eingesetzt werden.

Auf den Einsatz von mit Kupfer hartgelöteten Edelstahlplattenwärmetauschern muß u. U. verzichtet werden.

Anmerkungen: *Wasserchemische Analysen können nur den Zustand des Wassers zum Zeitpunkt der Entnahme wiedergeben. Nicht auszuschließen ist, daß der Chemismus Schwankungen oder Änderungen unterliegt. Liegen Erfahrungen mit Grundwasserwärmepumpen in der näheren Umgebung vor, sollten diese berücksichtigt werden.*

In seltenen Fällen können sich Ablagerungen bilden, die infolge von Massenverkeimungen entstehen, wenn leicht abbaubare organische Stoffe im Wasser enthalten sind. Derartige Ablagerungen können zu schwer beherrschbaren Störungen im System führen. Eine Voraussage, ob das Wasser leicht abbaubare organische Stoffe in nennenswerter Konzentration enthält, ist nur mit erheblichem Mehraufwand möglich (Bestimmung des assimilierbaren organischen Kohlenstoffs und des Wiederverkeimungspotentials).

¹ ab einem Wert von 50 mg /l für den Chloridgehalt ist der Bewehrungsstahl bei zu niedriger Überdeckung korrosionsgefährdet.

² ab einem Wert von 50 mg KMnO₄/l für die Oxidierbarkeit ist nach DIN 4030 eine Bestimmung des Sulfidgehalts und ggf. eine gesonderte Beurteilung durch einen Bausachverständigen erforderlich