

Setzungsschäden „Hortensienweg“ in Unna

- Baugrunduntersuchung / Baugrund-
technische Beratung -

2. Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:

Kreisstadt Unna
Der Bürgermeister
Bereich Bauordnung
Rathausplatz 1 / Postfach 2113
59423 / 59411 Unna

Sachverständige:

Dr.-Ing. Höfer

Datum: 5. Februar 2024
Bearb.-Nr.: 24001-BE-02
Dr. Hö./tom

Verteiler

Kreisstadt Unna,
z. Hd. Herrn von der Heide, per E-Mail

Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

Geschäftsführer:

Dr. Ulrich Höfer, Sebastian Höfer, Matthias Höfer
Steuernr.: 315/5806/1402
Sitz: Dortmund
Handelsregister: AG Dortmund HRA 17085

Persönlich haftende Gesellschafterin:

Geotechnik-Institut-Dr. Höfer Verwaltungs GmbH
Sitz: Dortmund
Handelsregister: AG Dortmund HRB 22891

Tel.: 0231-399610-0
Fax: 0231-399610-29

info@gid-hoefer.de
www.gid-hoefer.de

Volksbank Dortmund
BIC GENODEM1DOR
IBAN DE55 4416 0014 3807 2000 00



Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Erd- und Grundbau
Dr.-Ing. Ulrich Höfer



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. VORBEMERKUNGEN	3
2. BAUGRUND	4
2.1 Geologie	4
2.2 Baugrundaufschlüsse	4
2.3 Schichtenfolge / Eindringwiderstände	5
2.4 Bodenklassen/Bodenmechanische Eigenschaften	7
2.4.1 Auffüllungen	7
2.4.2 Schluff, schwach tonig, feinsandig	8
2.4.3 Sand, schluffig bis stark schluffig	9
2.4.4 Kies, stark sandig, schluffig	10
2.4.5 Sandmergel, stark verwittert	11
2.5 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte und Bodenklassifizierungen	12
3. GRUNDWASSER	13
4. ERSTE ERKENNTNISSE ORTSTERMIN AM 31.12.2023	14
4.1 HAUS NR. ■■■	14
4.2 HAUS NR. ■■■	15
4.3 HAUS NR. ■■■	16
4.4 HAUS NR. ■■■	16
4.5 MAGNOLIENWEG HAUS NR. ■■■	17
4.6 GEBÄUDE OHNE KONKRETEN BEFUND (THW / Feuerwehr)	17
4.7 Ehemaliger Bach	18
4.8 STRAÙE HORTENSIEWEG	18
5. ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	19
6. EMPFEHLUNG ZUR WEITEREN VORGEHENSWEISE	19
7. TABELLENVERZEICHNIS	20

1. VORBEMERKUNGEN

Die Kreisstadt Unna hat das Ingenieurbüro Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG beauftragt, die aktuelle Tragfähigkeit des Baugrundes im Bereich der Häuser am Hortensienweg in Unna-Königsborn im Rahmen der Gefahrenabwehr zu beurteilen. Darüber hinaus sollte die Schadensursache für die massiv beschädigten Häuser festgestellt werden.

Nach außergewöhnlich langanhaltenden und starken Niederschlägen haben sich in dem Wohngebiet über den Jahreswechsel 2023/2024 erhebliche Schäden insbesondere an 2 Gebäuden eingestellt.

Zum besseren Überblick über die Lage der betroffenen Häuser ist nachfolgend ein Auszug aus OpenStreetMap dargestellt:



Seitens der GID GmbH & Co. KG wurden für den vorgenannten Betrachtungsbereich bereits ein Gutachten, 1. Bericht vom 02.01.2024 und eine Stellungnahme vom 16.01.2024 erstellt.

Darüberhinaus wurde bereits im Januar 2018 ein Gutachten für die Häuser Nr. [REDACTED] erstellt.

2. BAUGRUND

2.1 GEOLOGIE

Nach den Geologischen Karten von Nordrhein-Westfalen, Blatt C 4710, herausgegeben vom Geologischen Dienst NRW, bestehen die quartären Deckschichten in dem untersuchten Gebiet aus Niederterrassen-Sanden und -Kiesen überlagert von gering mächtigen Schichten aus Lösslehmen der Weichselkaltzeit. Stellenweise sind zudem sandige / kiesige und schluffige Ablagerungen aus Bach und Flusstälern anzutreffen.

Das Deckgebirge setzt sich aus Mergelkalk- und Kalkmergelstein, lokal Tonmergelstein sowie vereinzelt Sandmergelstein der Oberkreide, Stufe Unteres Coniac, zusammen. Im Untersuchungsgebiet sind im Verwitterungshorizont des Kreidegebirges im Wesentlichen Sandmergelstein und Grünsandmergel anzutreffen.

In der oberflächennahen Zone ist der Fels stark verwittert und entspricht bodenmechanisch einem tonigen Schluff. Mit zunehmender Tiefe geht der stark verwitterte Sandmergel in einen verwitterten Zustand über, in der das Gestein brüchig ist und bankige Schichten aufweist. Die Verwitterungszone weist i. d. R. eine Mächtigkeit zwischen 3 m und 6 m auf. Vereinzelt kann die Mächtigkeit deutlich höher ausfallen.

Unterhalb des Verwitterungshorizonts ist der Mergel als gering klüftiges, kompaktes Felsgestein mit mittleren Druckfestigkeiten zu bezeichnen.

Bereichsweise können im unverwitterten klüftigen sowie im verwitterten, brüchigen Sandmergel gespannte Grundwasserleiter vorhanden sein.

2.2 BAUGRUNDAUFSCHLÜSSE

Zur Erkundung der Schichtenfolge des Baugrundes und zur Gewinnung von Bodenproben für bodenmechanische Laborversuche wurden in einer ersten Untersuchungskampagne 10 Rammkernsondierungen bis in 6,0 m Tiefe abgeteuft.

Die Überprüfung der Lagerungsdichte der quartären Deckschichten erfolgte durch Sondierungen gemäß DIN ISO 22476-2 mit der mittelschweren/schweren Rammsonde.

Die Lage der Sondieransatzpunkte kann dem Lageplan der Anlage 2/1 entnommen werden. Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, dargestellt in Form von Schichtprofilen und Rammdiagrammen, gehen aus der Anlage 2/2 hervor.

Die Höhen der Sondieransatzpunkte wurden von der GID GmbH & Co. KG mittels GNNS-System eingemessen.

Die Lage der Bodenaufschlüsse hat sich orientiert an den Schäden der Gebäude und an erkennbaren Verformungen an der Geländeoberfläche.

2.3 SCHICHTENFOLGE / EINDRINGWIDERSTÄNDE

Folgende Bodenformationen wurden im Bereich des Hortensienweges angetroffen:

0 bis ca. 0,80 m / 3,00 m	Auffüllungen – Bauschutt, Mineralstoffgemische, Splitt sowie umgelagerte Schluffe mit Einlagerungen an Bauschutt und Schlacken,
bis 3,40 m / 4,90 m	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig bis feinsandig
bis 4,20 m / 4,70 m	Sand, schwach schluffig bis stark schluffig, kiesig
bis 4,00 m / 4,50 m	Kies, schwach schluffig bis stark schluffig, sandig
ab > 5,60 m (Endteufen der Sondierungen).	Sandmergel, stark verwittert bis verwittert

Die den Sandmergelhorizont überlagernden bindigen Auffüllungen und gewachsenen Böden weisen in der oberflächennahen Zone überwiegend eine weiche Konsistenz auf.

Die anstehenden schluffigen Böden sind pleistozäne Lößlehme. Nach den Klassifizierungsrichtlinien der DIN 18 196 ist der Schluff i. d. R. der Bodengruppe UL zuzuordnen und als leicht plastisch zu bezeichnen. Unter dem Einfluss von Grundwasser neigen die Schluffe in einen fließfähigen Zustand überzugehen.

Ab einer Tiefe von etwa 4,0 m bis 5,0 m steht bis über die Endteufe der Sondierungen hinaus der Verwitterungshorizont des Sandmergels an. Der angetroffene Sandmangel weist am Schichtbeginn eine Verwitterungszone von ca. 2 m bis 4 m Mächtigkeit auf. Vereinzelt kann die Mächtigkeit deutlich höher ausfallen. Während der stark verwitterte Sandmangel bodenmechanisch mehr einem sandigen Schluff bzw. einem stark schluffigen Sand entspricht, ist der verwitterte Sandmangel als Fels mit geringer Druckfestigkeit und einem relativ hohen Durchtrennungsgrad zu bezeichnen.

Bereichsweise sind über dem Mergelhorizont noch Kiesablagerungen in Mächtigkeiten von 0,5 m angetroffen worden.

Zur Überprüfung der Festigkeiten der anstehenden Böden wurden Sondierungen gem. DIN ISO 22 476 – 2 mit der mittelschweren/schweren Rammsonde (Fallgewicht 30 kg/50 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 15 cm²) ausgeführt.

Mit der Rammsonde wird die Anzahl der Schläge pro 10 cm Eindringtiefe (n_{10}) gemessen, sodass anhand der festgestellten Eindringwiderstände Aussagen über die Festigkeitszustände der Böden getroffen werden können.

An der Oberfläche wurden zunächst Auffüllungen, bestehend aus Bauschutt, Mineralstoffgemischen, Splitt sowie umgelagerten Schluffen mit Einlagerungen an Bauschutt und Schlacken bis in Tiefen zwischen 0,80 m und in den Arbeitsräumen der Gebäude bis 3,00 m angetroffen.

Die Auffüllungen sind mit der mittelschweren Rammsonde durchteuft worden. Die festgestellten Schlagzahlen schwanken erheblich i. d. R. zwischen $n_{10} = 1 \rightarrow 100$. Im Bereich der Gebäudeschäden liegen die Schlagzahlen über größere Tiefen bei $n_{10} = 0 - 2$, sodass in den oberflächennah anstehenden grobkörnigen Auffüllungen eine lockere bis mitteldichte Lagerung und in den darunter anstehenden umgelagerten Schluffen eine breiige bis weiche Konsistenz vorliegt. Lokal sind Hohlräume festzustellen.

Unterhalb des Auffüllungshorizonts stehen schwach tonige, schwach feinsandige bis feinsandige Schluffe in Mächtigkeiten von 0,20 m bis 2,40 m und bis in Tiefen zwischen etwa 3,40 m und 4,90 m an.

In den gewachsenen Schluffen wurden stellenweise Schlagzahlen mit der mittelschweren Rammsonde von $n_{10} = 0 - 2$ Schlägen und in anderen Bereichen Eindringwiderstände von $n_{10} > 5$ festgestellt, sodass von einer breiigen und stellenweise weichen Konsistenz mit Hohlräumen ausgegangen werden kann.

Ab den Tiefen zwischen 4,00 m und 5,00 m steht bis über die Endteufe hinaus der Verwitterungshorizont des Sandmergels an. Dort wurden Schlagzahlen mit der mittelschweren Rammsonde von $n_{10} = 10 - > 100$ festgestellt. In diesem Zustand ist der Sandmergel als vollständig bis stark verwittert zu bezeichnen.

2.4 BODENKLASSEN/BODENMECHANISCHE EIGENSCHAFTEN

2.4.1 Auffüllungen

Die oberflächennah anstehenden Auffüllungen weisen Mächtigkeiten bis ca. 3,00 m auf und setzen sich aus Bauschutt, Mineralstoffgemischen und Schutt sowie umgelagerten Schluffen mit Einlagerungen an Bauschutt und Schlacken zusammen.

Die Auffüllungen weisen den Sondierergebnissen zufolge eine lockere bis mitteldichte Lagerung im Bereich der grobkörnigen Auffüllung der Sondierung RKS 1 sowie eine hohlraumreiche, breiige Konsistenz in den umgelagerten Schluffen auf.

Zur qualifizierten bodenmechanischen Beurteilung der anstehenden Auffüllungen wurde im Labor des Ingenieurbüros GID GmbH & Co. KG eine Körnungslinie gemäß DIN 18 123 bestimmt. Das Ergebnis kann der beigefügten Anlagen 2/3 entnommen werden.

Demnach wurde bei der Probe ein Schluffkornanteil von 76,0 Gewichts-% festgestellt, wobei der Feinstkornanteil bei 4,0 Gewichts-% liegt. Die Sandkornfraktion weist einen Anteil von 20,0 Gewichts-% auf.

Der Wassergehalt beträgt $w = 41,29\%$, wobei die Probe als stark organisch einzustufen ist.

Die charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte können wie folgt angegeben werden:

Auffüllungen, bindig:

Steifemodul	E_s	= 0 – 5 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 17 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 7 kN/m ³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ'_k	= 22,0°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'_k	= 0 kN/m ²

Auffüllungen, grobkörnig:

Steifemodul	E_s	= 5 – 15 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 20 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 10 kN/m ³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ'_k	= 32,5°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'_k	= 0 kN/m ²

2.4.2 Schluff, schwach tonig, feinsandig

Im breiigen Zustand treffen die Merkmale der Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) zu.

Unterhalb des Auffüllungshorizonts stehen schwach tonige, feinsandige Schluffe in Mächtigkeiten von bis zu ca. 2,90 m an.

Die Auffüllungen weisen den Sondierergebnissen zufolge eine lockere bis mitteldichte Lagerung im Bereich der grobkörnigen Auffüllung der Sondierung RKS 1 sowie eine hohlraumreiche, breiige Konsistenz in den umgelagerten Schluffen auf.

Zur qualifizierten bodenmechanischen Beurteilung der anstehenden Schluffe wurden im Labor des Ingenieurbüros GID GmbH & Co. KG Körnungslinien gemäß DIN 18 123 bestimmt. Das Ergebnis kann den beigefügten Anlagen 2/4 und 2/5 entnommen werden.

Der ermittelten Wassergehalte liegen bei $w = 19,69\%$ bis $w = 28,09\%$.

Die anstehenden schluffigen Böden sind pleistozäne Lößlehme. Nach den Klassifizierungsrichtlinien der DIN 18 196 ist der Schluff i. d. R. der Bodengruppe UL zuzuordnen und als leicht plastisch zu bezeichnen.

Die schwach tonigen, feinsandigen Schluffe weisen angesichts der Sondierergebnisse eine breiige bis weiche Konsistenz auf.

Die charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte lassen sich wie folgt angeben:

Schluff:

Steifemodul	E_s	= 10 – 20 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 20 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 10 kN/m ³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ'_k	= 27,5°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'_k	= 5 kN/m ²
Undrainierte Scherfestigkeit	$c_{u,k}$	= 25 kN/m ²
Durchlässigkeitskoeffizient	k_f	= 1x10 ⁻⁷ -1x10 ⁻⁸ m/s

2.4.3 Sand, schluffig bis stark schluffig

Im breiigen Zustand treffen die Merkmale der Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) zu.

Ab einer Tiefe von 3,70 m steht im Bereich der Sondierung RKS 4 stark schluffiger Feinsand bis in eine Tiefe von 4,70 m an, siehe Anlage 2/6.

Die gewachsenen Sande sind nach den Klassifizierungsrichtlinien der DIN 18 196 i. d. R. den Boden-
gruppen SU/SU* zuzuordnen und als Sand-Schluff-Gemische zu bezeichnen.

Die schluffigen bis stark schluffigen Sande weisen angesichts der Sondierergebnisse eine lockere Lagerung auf.

Die charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte lassen sich wie folgt angeben:

Sand:

Steifemodul	E_s	= 15 – 30 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 20 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 10 kN/m ³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ'_k	= 30,0°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'_k	= 2 kN/m ²
Durchlässigkeitskoeffizient	k_f	= 5x10 ⁻⁶ -1x10 ⁻⁷ m/s

2.4.4 Kies, stark sandig, schluffig

Die im Tiefenhorizont von 4,00 m bis 4,50 m u. GOK angetroffenen gewachsenen Kiese weisen eine lockere bis mitteldichte Lagerung auf.

Der Feinkornanteil ist so groß, dass eine Korn-zu-Korn-Stützung gegeben ist. Die Zwickel sind mit einer sandigen Matrix gefüllt. Bodenmechanisch gesehen handelt es sich bei den Kiesschichten um sandige bis stark sandige, schwach schluffige Kiese.

Nach den Klassifizierungsrichtlinien der DIN 18 196 können die Kiese i. d. R. der Bodengruppe GU zugeordnet und als Kies-Schluff-Gemische eingeordnet werden.

Zur Feststellung der Korngrößenzusammensetzung wurde von der Sondierung RKS 3 eine Korngrößenanalyse vorgenommen, siehe Anlage 2/7. Demzufolge weist der Kies einen Feinst- und Feinkornanteil von 17,0 Gewichts-% auf. Der Massenanteil der Kornfraktion Sand beträgt ca. 35,0 Gewichts-%.

Die charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte können geschätzt wie folgt angegeben werden:

Kies:

Steifemodul	E_s	= 30 - 60 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 20 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 10 kN/m ³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ'_k	= 35,0°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'_k	= 1,5 kN/m ²
Durchlässigkeitskoeffizient	k_f	= 1x10 ⁻⁴ -1x10 ⁻⁵ m/s

2.4.5 Sandmergel, stark verwittert

Ab den Tiefen zwischen 3,50 m und 4,20 m steht bis über die Endteufe hinaus der Verwitterungshorizont des Sandmergels an. Der angetroffene Sandmergel weist am Schichtbeginn eine Verwitterungszone von ca. 2 m bis 4 m Mächtigkeit auf. Vereinzelt kann die Mächtigkeit deutlich höher ausfallen. Während der stark verwitterte Sandmergel bodenmechanisch mehr einem sandigen Schluff bzw. einem stark schluffigen Sand entspricht, ist der verwitterte Sandmergel als Fels mit geringer Druckfestigkeit und einem relativ hohen Durchtrennungsgrad zu bezeichnen.

Unterhalb des Verwitterungshorizonts ist der Sandmergel meist als gering klüftiges, kompaktes Felsgestein mit mittleren Druckfestigkeiten zu bezeichnen.

Der stark verwitterte Sandmergel ist der Bodenklasse 5 zuzuordnen, während der verwitterte Fels der Bodenklasse 6 entspricht.

Bereichsweise können im unverwitterten klüftigen sowie im verwitterten, brüchigen Sandmergel gespannte Grundwasserleiter vorhanden sein.

Die charakteristischen felsmechanischen Kennwerte können für den Sandmergel in Abhängigkeit vom Grad der Verwitterung wie folgt in Ansatz gebracht werden:

Sandmergel, vollständig bis stark verwittert:

Steifemodul	E_s	= 15 - 30 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 20 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 10 kN/m ³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ'_k	= 30°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'_k	= 5 kN/m ²
Undrainierte Scherfestigkeit	$c_{u,k}$	= 80 kN/m ²
Durchlässigkeitskoeffizient	k_f	= 1x10 ⁻⁷ -1x10 ⁻⁹ m/s

Sandmergel, verwittert:

Steifemodul	E_s	= 30 - 80 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 20 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 10 kN/m ³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	ϕ'^k	= 32,5°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'^k	= 5-10 kN/m ²
Undrainierte Scherfestigkeit	$c_{u,k}$	= 100 kN/m ²
Durchlässigkeitskoeffizient	k_f	= 1x10 ⁻⁵ -1x10 ⁻⁷ m/s

2.5 ZUSAMMENSTELLUNG DER BODENMECHANISCHEN KENNWERTE UND BODENKLASSIFIZIERUNGEN

Die Bodenkennwerte und die Klassifizierungen nach DIN 18 300 und DIN 18 196 lassen sich tabellarisch wie folgt zusammenfassen, siehe nachfolgende Tabelle 1:

Tabelle 1: Bodenkennwerte und die Klassifizierungen nach DIN 18 300 und DIN 18 196

Boden- und Felsarten	E_s [MN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ'^k [°]	c'^k [kN/m ²]	Boden- klasse DIN 18 300	Boden- gruppe DIN 18 196
Auffüllungen, bindig	0-5	17	7	22	0	4-5	A, [SU*, UL]
Auffüllungen	5-15	20	10	32,5	0	4	A, [GI, GW]
Schluff	10-20	20	10	27,5	5	4	UL
Sand	15-30	20	10	30,0	2	4	SU/SU*
Sandmergel, vollständig bis stark verwittert	15-30	20	10	30,	5	5	---
Sandmergel, verwittert	30-80	20	10	32,5	5-10	5-6	---

Die angegebene Schichtenfolge des Baugrundes bezieht sich auf die durchgeführten punktuellen Aufschlüsse. Abweichungen können nicht völlig ausgeschlossen werden. Grundsätzlich sind die

Baugrundverhältnisse im Zuge einer möglichen Bauausführung entsprechend der DIN EN 1997-2/2.5.2 abschließend zu überprüfen.

3. GRUNDWASSER

Im Jahr 2018 wurde eine Grundwassermessstelle installiert. Die Ergebnisse der damaligen Grundwasserstandsmessungen sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Grundwasserstandsmessung

Grundwasser- messstelle	Art des Wasserstandes	Datum der Messung	GW unter GOK [m]
WP 1	nach Bohrende	08.02.2018	1,67
	Ruhewasserstand	08.02.2018	1,16
		13.02.2018	1,07

Im Zuge der Untersuchungskampagne Anfang Januar 2024 wurde in unterschiedlichen Tiefen von 0,80 m bis 3,50 m Grundwasser angetroffen. Grundwassermessstellen zur Einmessung von ausgespiegelten Ruhegrundwasserständen wurden im Zuge der Ersterkundung noch nicht installiert.

In Abhängigkeit von der Jahreszeit und den vorangegangenen Niederschlägen muss im Untersuchungsgebiet bezogen auf den mittleren Grundwasserstand i. d. R. mit Grundwasserstandsschwankungen in der Größenordnung von $\pm 1,5$ m gerechnet werden.

Bei Starkregenereignissen kann das Grundwasser bis unmittelbar unter die Geländeoberkante ansteigen, so dass die Kellergeschosse im Bereich des Hortensienweges nach langanhaltenden Niederschlägen unter einer permanenten Grundwassereinwirkung stehen.

Nach langanhaltenden Niederschlägen staut sich über der gering durchlässigen Verwitterungszone des Sandmergels i.d.R. Schichtenwasser auf, so dass ein hydrostatischer Wasserdruck auf die Kellergeschosse entsteht. Die über dem Mergel bereichsweise anstehende Kiesschicht trägt zu einer erhöhten Wasserführung bei, wobei grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden kann, dass in den Kiesen lokal gespanntes Grundwasser vorherrscht.

Zur Beurteilung der großräumigen hydrogeologischen Situation im Projektgebiet könnte die für das Grundwasser zuständige Untere Wasserbehörde (Kreis Unna) eine weitergehende Erkundung im

Sinne eines Grundwassermonitorings zur Feststellung der Grundwasserstände, der Grundwasserschwankungen und der Grundwasserfließrichtung veranlassen. In diesem Zusammenhang sollten insbesondere die Grundwasserstockwerke im Quartär und im Kreidegebirge erfasst werden.

4. ERSTE ERKENNTNISSE ORTSTERMIN AM 31.12.2023

Das größte Schadensereignis wurde im Bereich der Häuser Nr. ■■■ und Nr. ■■■ festgestellt. Am Gebäude ■■■ wurden massive Schäden im Bereich der Gebäudeecke (Süd) gemeldet und dokumentiert.

Darüber hinaus sind im Bereich des Gebäudes ■■■ erhebliche Setzungsrisse (Westseite des Gebäudes) erkennbar.

Bei Haus Nr. ■■■ wurde ein Tagesbruch im Bereich der Zuwegung gemeldet.

Die Sondierungen wurden daher zunächst ausschließlich im Bereich der geschädigten Wohngebäude und in den Bereichen mit erkennbaren Geländesenken ausgeführt.

4.1 HAUS NR. ■■■

Im Kellergeschoss des Gebäudes von Haus Nr. ■■■ befindet sich im südwestlichen Gebäudeteil, bzw. dem der Straßenseite zugewandten Seite des Gebäudes ein Pumpenschacht in der Bodenplatte, aus dem Grundwasser bzw. Schichtenwasser zur Trockenhaltung des Kellergeschosses abgepumpt und dem städtischen Kanal zugeführt wird.

Das Schadensereignis im Bereich von Haus ■■■ hat sich zeitgleich zum Schadensereignis von Haus Nr. ■■■ eingestellt. Die Pumpensümpfe wurden offensichtlich nicht filterstabil ausgebaut, so dass im Zuge des Pumpvorgangs mit dem Grundwasser bzw. Schichtenwasser Fein- und Feinstkornmaterialien abgeführt werden.

Die vor dem Gebäude ausgeführten Sondierungen RKS 4 / DPM 4 und RKS 5 / DPM 5 belegen die Schwachstelle im Untergrund. Bei der Sondierung DPM 4 wurden bis in 3,2 m Tiefe Eindringwiderstände von $n_{10} = 0 - 2$ Schlägen gemessen, so dass der Baugrund bis ca. 0,50 m unter der Bodenplatte in diesem Bereich Hohlräume aufweist bzw. hohlraumreich gelagert ist. Bei der Sondierung DPM 5 sind die Werte unter UK Fundament besser. Hier wurden Eindringwiderstände von $n_{10} = 5 - 10$, ab 3 m Tiefe Werte von $n_{10} = 10 - 20$ gemessen.

Durch den Pumpvorgang wird der Wasserdruck auf die Bodenplatte bzw. das Kellergeschoß zwar reduziert (Trockenhaltung Kellergeschoß), der Bodenentzug im Gründungsbereich des Gebäudes mit jedem Pumpvorgang allerdings maßgeblich erhöht. Dies hat zur Folge, dass es im Einflussbereich der Grundwasserabsenkung zu einem Entzug der bewegungs- und fließfähigen Böden kommt und die Lasteinwirkung aus dem Gebäude nicht kraftschlüssig in den Baugrund abgetragen werden kann.

Die GID GmbH & Co. KG weist darauf hin, dass durch die Aufrechterhaltung des Pumpenbetriebs das Setzungspotenzial des Gebäudes zunimmt, was mit fortlaufender Dauer zu weiteren und größeren Schäden am Gebäude und im Bereich der umlaufenden Wege- und Grünflächen führen wird.

Da sich auf Grundlage der bisherigen Baugrunderkundung feststellen lässt, dass der Bodenentzug unter der Bodenplatte des Gebäudes bereits vorangeschritten ist, muss seitens der GID GmbH & Co. KG infolge der bereits eingetretenen Schäden ein erhebliches Standsicherheitsrisiko für das Gebäude attestiert werden.

Die Lage des Pumpensumpfes und der Schadenszone geht aus Anlage 2/8 hervor.

4.2 HAUS NR. ■

Aufgrund des Tagesbruchereignisses im Bereich von Haus Nr. ■ - Zuwegung vor Eingangstür - wurde dieses Gebäude zuerst visuell auf Rissbildungen begutachtet. Zum Zeitpunkt der Begehung konnten keine Setzungsrisse im Kellergeschoß festgestellt werden.

Ein Standsicherheitsrisiko für das Gebäude besteht auf Grundlage der Begehung vom 31.12.2023 und nach Auffassung der GID GmbH & Co. KG derzeit nicht. Die Bodenaufschlüsse vor dem Gebäude - RKS 6 / DPM 6 - geben keine Hinweise auf eine Schwachstelle im Baugrund.

Der Tagesbruch im Zugangsbereich zum Gebäude lässt auf einen Bodenentzug schließen.

Die Ursache des Bodenentzuges lässt sich auf Grundlage des Ortstermins nicht abschließend klären. Die GID GmbH & Co. KG empfiehlt zunächst die Abwasserleitung des Gebäudes bis zum Anschluss an den städtischen Entwässerungskanal mittels Kamera zu befahren.

4.3 HAUS NR. ■■■

Im Kellergeschoss des Gebäudes von Haus Nr. ■■■ befindet sich im südöstlichen Gebäudeteil, bzw. der Garage zugewandten Seite des Gebäudes ein Pumpenschacht in der Bodenplatte, aus dem Grundwasser bzw. Schichtenwasser zur Trockenhaltung des Kellergeschosses aus den unter der Bodenplatte verlegten Dränagesträngen abgepumpt und in den städtischen Kanal abgeleitet wird. Anlässlich einer Ortsbesichtigung konnte ein filterstabiler Ausbau des Pumpenschachtes nicht festgestellt werden.

Im Zuge des Pumpvorgangs werden mit dem Grundwasser/Schichtenwasser Fein- und Feinstkornmaterialien abgeführt. Mit den starken und langandauernden Regenereignissen im Monat Dezember 2023 geht ein Grundwasseranstieg einher, was dazu führt, dass die Betriebszeit der Pumpe steigt und die Förderleistung erhöht wird.

Durch den Pumpvorgang wird der Wasserdruck auf die Bodenplatte bzw. das Kellergeschoß zwar reduziert, der Bodenentzug im Gründungsbereich des Gebäudes mit jedem Pumpvorgang allerdings erhöht. Dies hat zur Folge, dass es im Einflussbereich der Grundwasserabsenkung zu einem Entzug des bewegungs- und fließfähigen Bodens kommt, bzw. infolgedessen zu einem Verlust der Standsicherheit des Gebäudes kommen kann.

Die GID GmbH & Co. KG weist darauf hin, dass durch die Aufrechterhaltung des Pumpenbetriebs das Setzungspotenzial des Gebäudes zunimmt, was mit fortlaufender Dauer zu weiteren und größeren Schäden am Gebäude und im Bereich der umlaufenden Wege- und Grünflächen führen wird.

Da sich auf Grundlage des Ortstermins nicht einschätzen lässt, inwieweit der Bodenentzug unter der Bodenplatte des Gebäudes bereits vorangeschritten ist, wurde seitens der GID GmbH & Co. KG, auch infolge der bereits eingetretenen Schäden, ein erhebliches Standsicherheitsrisiko für das Gebäude attestiert.

Die Lage des Pumpensumpfes und der Schadenszone ist der Anlage 2/9 zu entnehmen.

4.4 HAUS NR. ■■■

Im Bereich von Haus Nr. ■■■ befindet sich vor dem Gebäude ein Pumpenschacht mit einer eingebauten Pumpenanlage, die zur Reduzierung des Wasserdrucks eingesetzt wird. Gemäß Aussage der Eigentümer wurden bereits vor > 20 Jahren Rissbildungen im Kellergeschoss, resultierend aus Setzungsschäden durch Bodenentzug nachgewiesen. Das Gebäude wurde auf Grundlage des

Schadensbildes durch eine nachträgliche Tieferführung der Fundamente standsicher gegründet. Neue Setzungsrisse infolge der Starkregenereignisse waren im Zuge des Ortstermins nicht ersichtlich. Details über die nachträgliche Gründungssanierung liegen der GID GmbH & Co. KG nicht vor. Derzeit ist davon auszugehen, dass die Gründungssanierung erfolgreich durchgeführt wurde und das Gebäude vor weiteren Schäden ausreichend geschützt ist.

Die GID GmbH & Co. KG weist darauf hin, dass durch den weiteren Betrieb der Pumpe bei Gebäude ■ die Gefahr von Setzungen im Bereich der Garage und der umlaufenden Wege- und Grünflächen bestehen bleibt.

4.5 MAGNOLIENWEG HAUS NR ■

Unmittelbar südlich der Garage wurde die Rammkernsondierung RKS 10 und eine Rammsondierung mit der mittelschweren Rammsonde ausgeführt. Das Ergebnis geht ebenfalls aus der Anlage 2/2 hervor. An der Untersuchungsstelle wurden umgelagerte Böden in einer Mächtigkeit von 2,8 m angetroffen, die überwiegend aus Schluffen mit geringen Anteilen an Bauschutt bestehen. Darunter folgen bis in 5 m Tiefe schwach schluffige bis schluffige Sande, die wiederum vom Sandmergel unterlagert werden. Das Ergebnis der Sondierung mit der mittelschweren Rammsonde zeigt ab ca. 2,70 m Tiefe Eindringwiderstände in der Größenordnung von $n_{10} = 7 - 10$ Schlägen, so dass eine weiche bis steife Konsistenz bzw. lockere bis mitteldichte Lagerung vorliegt. Im Sandmergel nehmen die Eindringwiderstände sprunghaft auf $n_{10} = 25$ zu. Auf der Grundlage der Sondiererergebnisse ist bei einer Gründung in den gewachsenen Böden kein Setzungsrisiko feststellbar.

4.6 GEBÄUDE OHNE KONKRETEN BEFUND (THW / FEUERWEHR)

Alle weiteren Gebäude wiesen gemäß Protokoll der Feuerwehr / THW keine signifikanten Gebäudeschäden auf. Nach stichprobenhafter Auskunft der Eigentümer verfügen keine weiteren Gebäude über privat installierte Grundwasserentlastungspumpen.

Zur weiteren Einschätzung der Situation wurde das zum Haus Nr. ■ benachbarte Gebäude Haus Nr. ■ begutachtet. Hier konnten bei einer Begehung des Kellergeschosses visuell keine Setzungsrisse nachgewiesen werden. Auch das Haus Nr. ■ verfügt über keine Grundwasserentlastungspumpe.

Die Untersuchungen im Wohngebiet Hortensienweg haben mit Ausnahme der Häuser ■ und ■ aktuell keine Hinweise auf weitere Schäden ergeben.

4.7 EHEMALIGER BACH

Aus früheren Unterlagen geht der Verlauf des ehemaligen Bachbettes für die Jahre 1934 und 1952 hervor. Beide Bachtrassen sind in den Lageplan der Anlage 2/1 übertragen worden. An der Kreuzungsstelle des Baches aus 1952 und dem Hortensienweg wurde die Sondierung RKS 3 und ein Baggerschurf ausgeführt. Es sollte geprüft werden, wie tief das ehemalige Bachbett war, ob eventuell noch ehemalige Drainageleitungen vorhanden sind und welche Bachverfüllung vorliegt.

Ein dominanter hydraulischer Einfluss des ehemaligen Bachbettes wäre gegeben, wenn

- - das Bachbett eine Tiefe von $> 3,0$ m aufweisen würde und durchgehend unter den Keller-Bodenplatten der Gebäude verlaufen würde
- - eine grobkörnige Verfüllung u. U. mit Drainageleitungen vorhanden wäre, die zu einer bevorzugten Wasserführung beitragen würde

Die Untersuchungen ergaben jedoch nichts dergleichen. Die Verfüllung besteht ausschließlich aus bindigen Böden. Drainageleitungen waren nicht feststellbar. Die Tiefe mit ca. 1,90 m bzw. 2,10 m bedeutet, dass der ehemalige Bachlauf überbaut wurde und durch die Keller unterbrochen ist.

Eine grundwasserhydraulische Wirkung auf das Wohngebiet ist somit auszuschließen.

4.8 STRAÙE HORTENSIIENWEG

Im Bereich der Straße "Hortensienweg" sind an dem Schachtbauwerk bei Haus Nr. ■ und im unmittelbar nördlich angrenzenden Bereich Schäden festgestellt worden. Im Bereich der Gehwege sind ebenfalls lokale Absenkungen wahrnehmbar.

Die Absackung im Straßenbereich hat im weiteren Verlauf deutlich erkennbar nördlich des Schachtes zugenommen.

Derzeit kann nicht ausgeschlossen werden, ob ein latenter Bodenentzug über defekte Entwässerungs- oder Drainageleitungen in den städtischen Kanal erfolgt. Die GID GmbH & Co. KG empfiehlt den städtischen Kanal erneut auf Schäden befahren zu lassen.

5. ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Seitens der GID GmbH & Co. KG können auf Grundlage der Ortstermine und der Untersuchungsergebnisse folgende Aussagen getroffen werden:


- Im Untersuchungsbereich stehen bis zu einer Tiefe von ≥ 4 m u. GOK feinkörnige bewegungsempfindliche Böden an, die unter Einfluss von Grundwasser bzw. Schichtenwasser in einen fließfähigen Zustand übergehen.
- Infolge der lang andauernden Starkregenereignisse ist der Grundwasserstand Anfang Januar 2024 als ausgesprochen hoch zu beschreiben. Der Grundwasserflurabstand betrug nach Einschätzung der GID GmbH & Co. KG zum Zeitpunkt der Begehung infolge der Starkregenereignisse lediglich etwa 0,50 m bis 1,0 m.
- An mehreren Stellen entlang der Straße "Hortensienweg" hat ein erheblicher Bodenentzug stattgefunden. Im Bereich der Häuser [REDACTED] und [REDACTED] wird der Bodenentzug maßgeblich durch den Betrieb der Grundwasserentlastungspumpen hervorgerufen. Die GID GmbH & Co. KG weist darauf hin, dass mit der Aufrechterhaltung des Pumpenbetriebs ein weiterer, kontinuierlicher Bodenentzug einhergeht, so dass die Standsicherheit der Gebäude zukünftig abnimmt und als äußerst kritisch zu betrachten ist.
- Sollten entlang der unterkellerten Gebäude Dränageleitungen verlegt worden sein, die mittlerweile nicht mehr filterstabil sind, muss ebenfalls damit gerechnet werden, dass dadurch Bodenentzug stattfindet. In Abhängigkeit von der Tiefenlage der jeweiligen Dränageleitungen kann dies entweder zu Gebäudeschäden führen oder verursacht Absackungen an der Geländeoberfläche.
- Sollte zukünftig nach einer Sanierung ein Pumpbetrieb weiterhin vorgesehen werden, müssten der Pumpenschacht und etwaige Dränageleitungen durch ein Fachunternehmen dauerhaft filterstabil hergestellt werden, so dass ein Bodenentzug sicher verhindert wird.
- Im Bereich von Haus Nr. [REDACTED] ist vermutlich eine Abwasserleitung Verursacher des Bodenentzuges. Hierzu sollte zunächst eine Kamerabefahrung vorgesehen werden.

6. EMPFEHLUNG ZUR WEITEREN VORGEHENSWEISE

1. Beauftragung eines Gebäudesachverständigen zur Bewertung der Standsicherheit der Gebäude (Haus [REDACTED] und [REDACTED]) und zur Betreibung eines Rissmonitorings durch Eigentümer
2. Beauftragung eines Vermessungsingenieurs zur Betreibung eines Setzungsmonitorings durch Eigentümer

3. Dokumentar fotografische Aufnahme des Zustandes der Straße "Hortensienweg" und der öffentlichen Wegeflächen (Fotodokumentation) und Durchführung eines stichpunktartigen Monitorings zur Bewertung möglicher Zustandsveränderungen der Tagesoberfläche
4. Kamerabefahrung des städtischen Entwässerungskanal (Schadensklassifizierung, Überprüfung externer Wasserzuläufe; Hausanschlussleitungen etc.)
5. Kamerabefahrung sämtlicher Entwässerungsleitungen der Privathäuser durch Eigentümer
6. Im Falle einer weiterführenden Untersuchung, z. B. veranlasst aus dem Zuständigkeitsbereich der Unteren Wasserbehörde - Kreis Unna -, die einer detaillierten Erkundung der hydrogeologischen Situation dienen würde, wird die Anordnung von Flach- und Tief-Grundwassermessstellen im Umfeld des Wohngebietes und die Durchführung eines Grundwassermonitorings zur Feststellung von Grundwasserständen und -fließrichtung empfohlen
7. Ggf. Erarbeitung von Sanierungsmöglichkeiten auf Grundlage der hydrogeologischen Erkundung und der Kamerabefahrungen.

Sollten weitere Fragen auftreten, bitten wir um Benachrichtigung.

Geotechnik-Institut-Dr Höfer
GmbH & Co.KG

(Dr.-Ing. Höfer)

7. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Bodenkennwerte und die Klassifizierungen nach DIN 18 300 und DIN 18 196	12
Tabelle 2:	Grundwasserstandsmessung.....	13

9 Anlagen

Baugrubenerkundung
Schlagbohrung
Waldbohrung
Ablagerungserkundung
Ampullenbohrung
Rückbohrung
Sonnen
Schneebaug

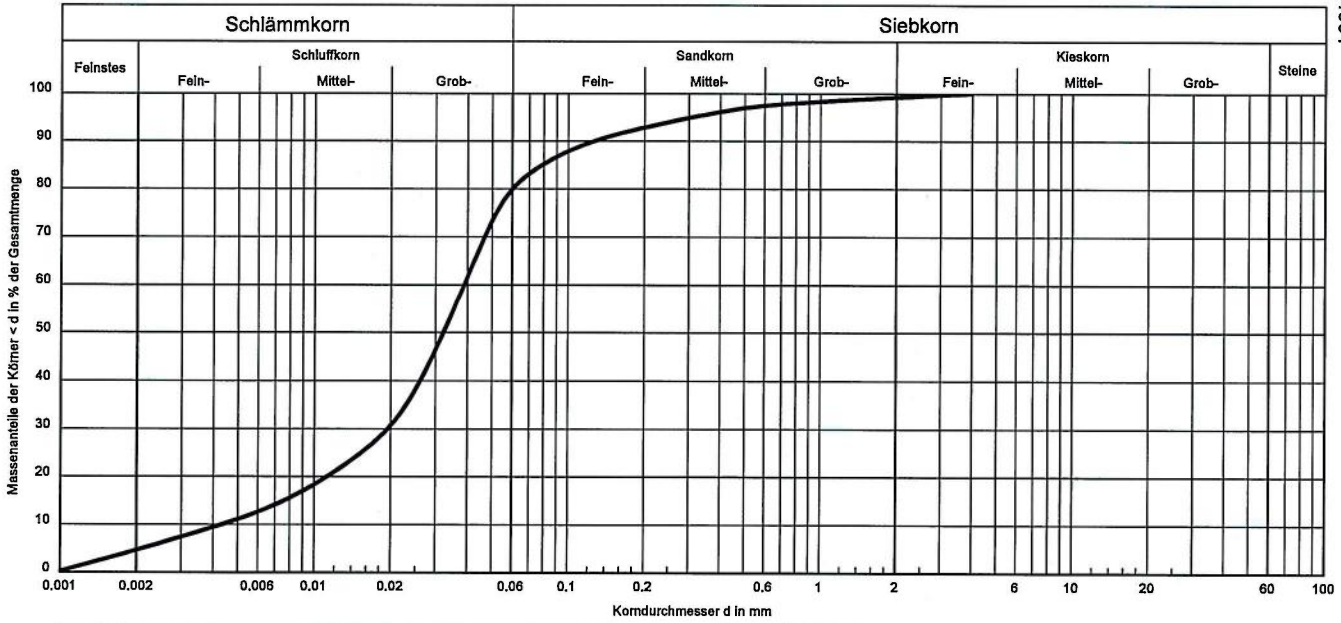


Geotechnik - Institut - Dr. Höfer GmbH & Co. KG

Körnungslinie

gemäß EN ISO 17892-4

Anlage - Nr.: 2/3
Bearb. - Nr.: 24001



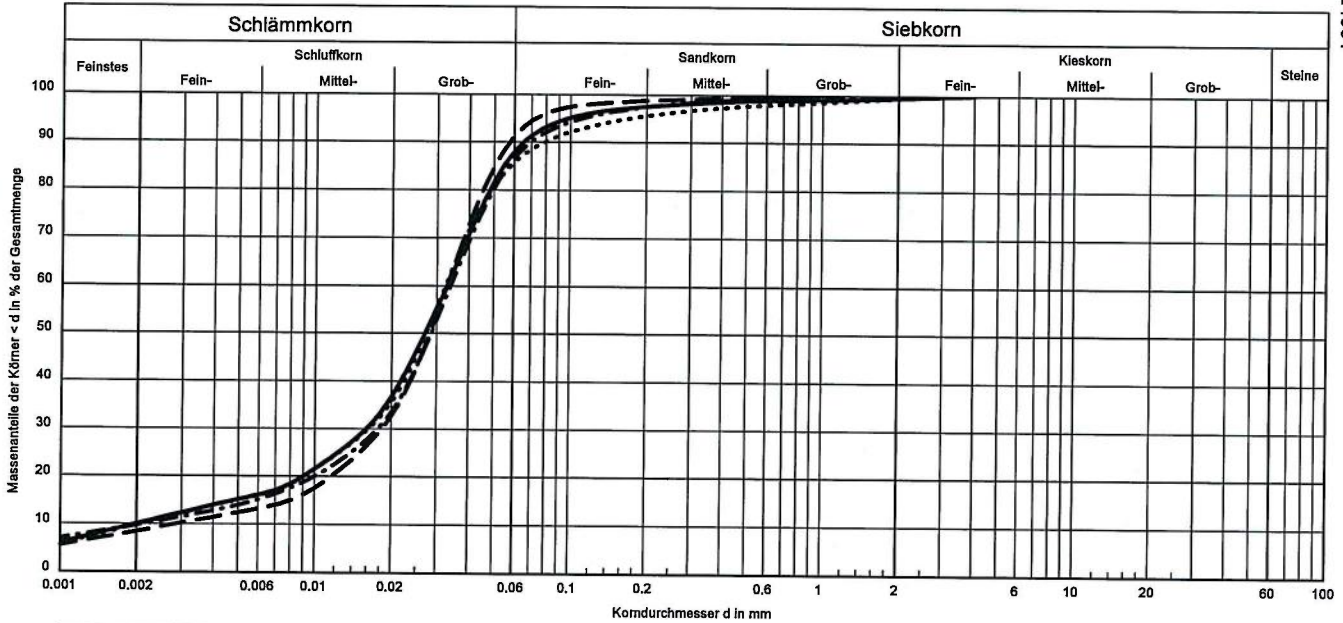
Labor-Nr. / Signatur	29045
Entnahmestelle	RKS - 3
Entnahmetiefe (m)	1,20 - 2,10
Bodenart	A U, s, o
Wassergehalt (%)	41,29
U/Cc	9,0/2,2
Bodengruppe nach 18 186	
Ton/Schluff/Sand/Kies	4,6/76,5/18,1/0,8
Abrechnungspos.	02.11.00 / 02.15.00

Bemerkungen:

Körnungslinie

gemäß EN ISO 17892-4

Anlage - Nr.: 2/4
 Bearb. - Nr.: 24001



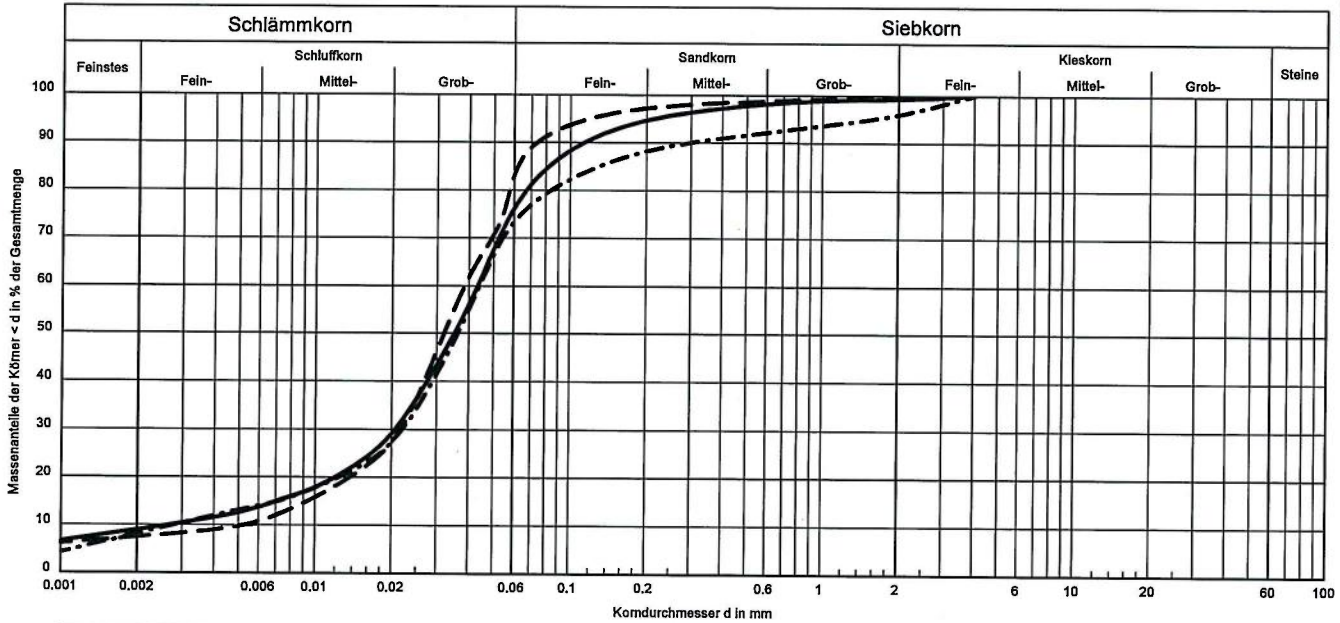
Labor-Nr. / Signatur	29039	29040	29042	29043
Entnahmestelle	RKS 7	RKS 8	RKS 5	RKS 6
Entnahmetiefe (m)	2,00 - 3,00	2,30 - 3,00	2,50 - 3,40	2,80 - 3,80
Bodenart	U, t, s', k	U, t, s', k	U, t, s', k	U, t, s', k
Wassergehalt (%)	22,28	28,09	20,31	21,85
U/Cc	16,4/3,8	11,5/3,6	15,7/4,3	16,0/4,0
Bodengruppe nach 18 196				
Ton/Schluff/Sand/Kies	10,0/79,2/10,3/0,5	8,4/83,9/7,7/-	9,7/78,2/12,1/-	9,9/76,8/12,7/0,6
Abrechnungspos.	02.11.00 / 02.15.00	02.11.00 / 02.15.00	02.11.00 / 02.15.00	02.11.00 / 02.15.00

Bemerkungen:

Körnungslinie

gemäß EN ISO 17892-4

Anlage - Nr.: 2/5
 Bearb. - Nr.: 24001



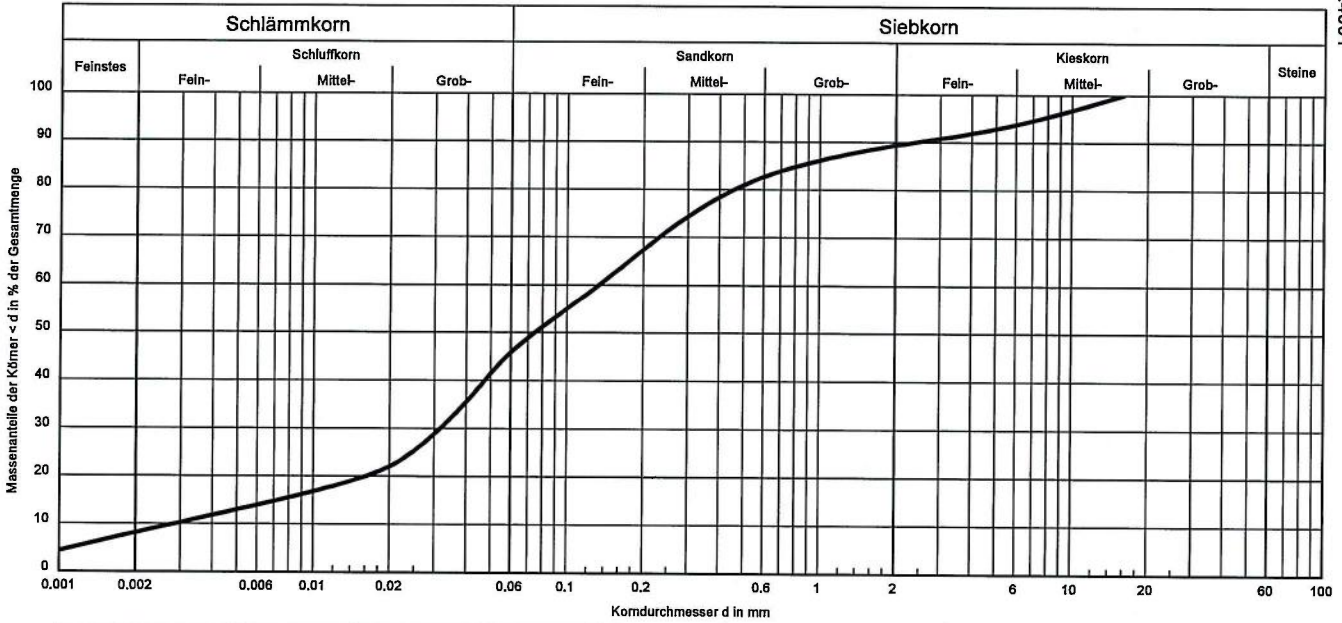
Labor-Nr. / Signatur	29036	29037	29044
Entnahmestelle	RKS 7	RKS 8	RKS 7
Entnahmetiefe (m)	3,00 - 3,70	3,00 - 4,10	3,70 - 4,20
Bodenart	U, f, s, k	U, f, s, k	U, f, s, k
Wassergehalt (%)	20,66	20,52	19,69
U/Cc	16,0/3,6	7,4/2,3	15,7/3,9
Bodengruppe nach 18 196			
Ton/Schluff/Sand/Kies	9,0/69,0/21,3/0,7 -	7,5/78,2/14,0/0,4	8,1/66,4/21,4/4,0
Abrechnungspos.	02.11.00 / 02.15.00	02.11.00 / 02.15.00	02.11.00 / 02.15.00

Bemerkungen:

Körnungslinie

gemäß EN ISO 17892-4

Anlage - Nr.: 2/6
 Bearb. - Nr.: 24001



Labor-Nr. / Signatur	29041
Entnahmestelle	RKS - 4
Entnahmetiefe (m)	3,70 - 4,70
Bodenart	S, u, t, p, k
Wassergehalt (%)	20,44
U/Cc	46,5/2,6
Bodengruppe nach 18 186	
Ton/Schluff/Sand/Kies	8,1/38,8/42,5/10,6
Abrechnungspos.	02.11.00 / 02.12.00 / 02.13.00 / 02.14.00

Bemerkungen:

Luftschmelze
 Göttinger
 Feldspat
 Aluminierung
 Aluminierung
 Aluminierung
 Aluminierung
 Aluminierung
 Aluminierung

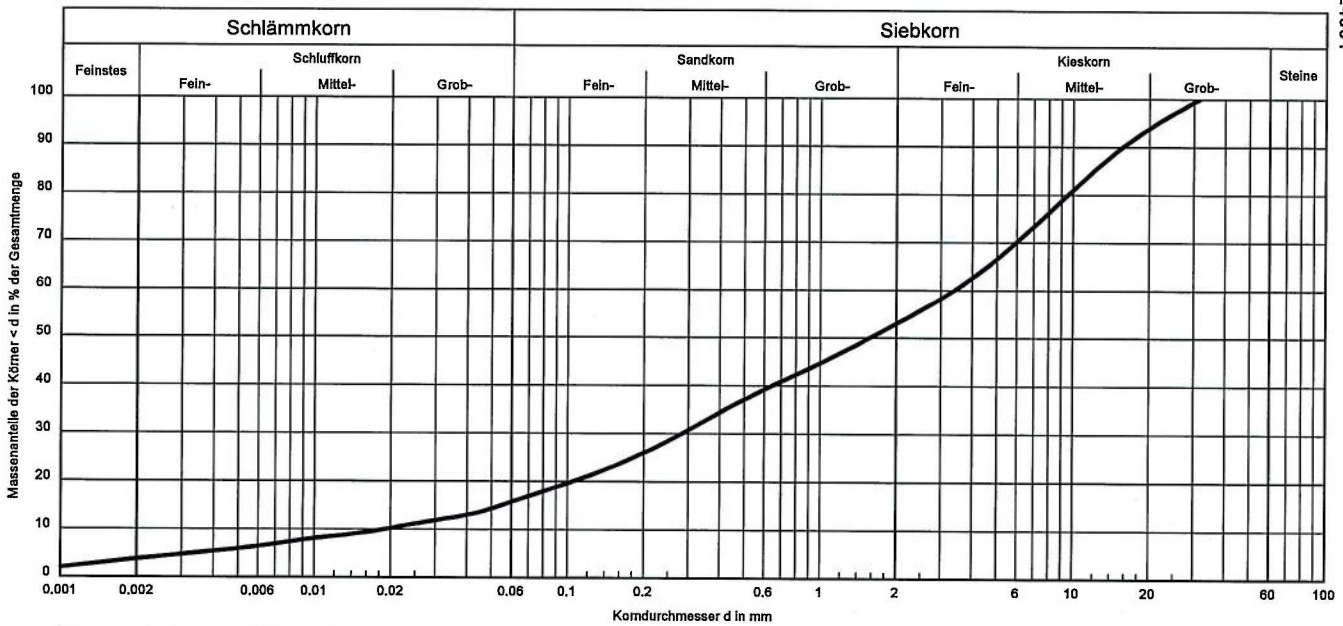


Geotechnik - Institut - Dr. Höfer GmbH & Co. KG

Körnungslinie

gemäß EN ISO 17892-4

Anlage - Nr.: 2/7
 Bearb. - Nr.: 24001



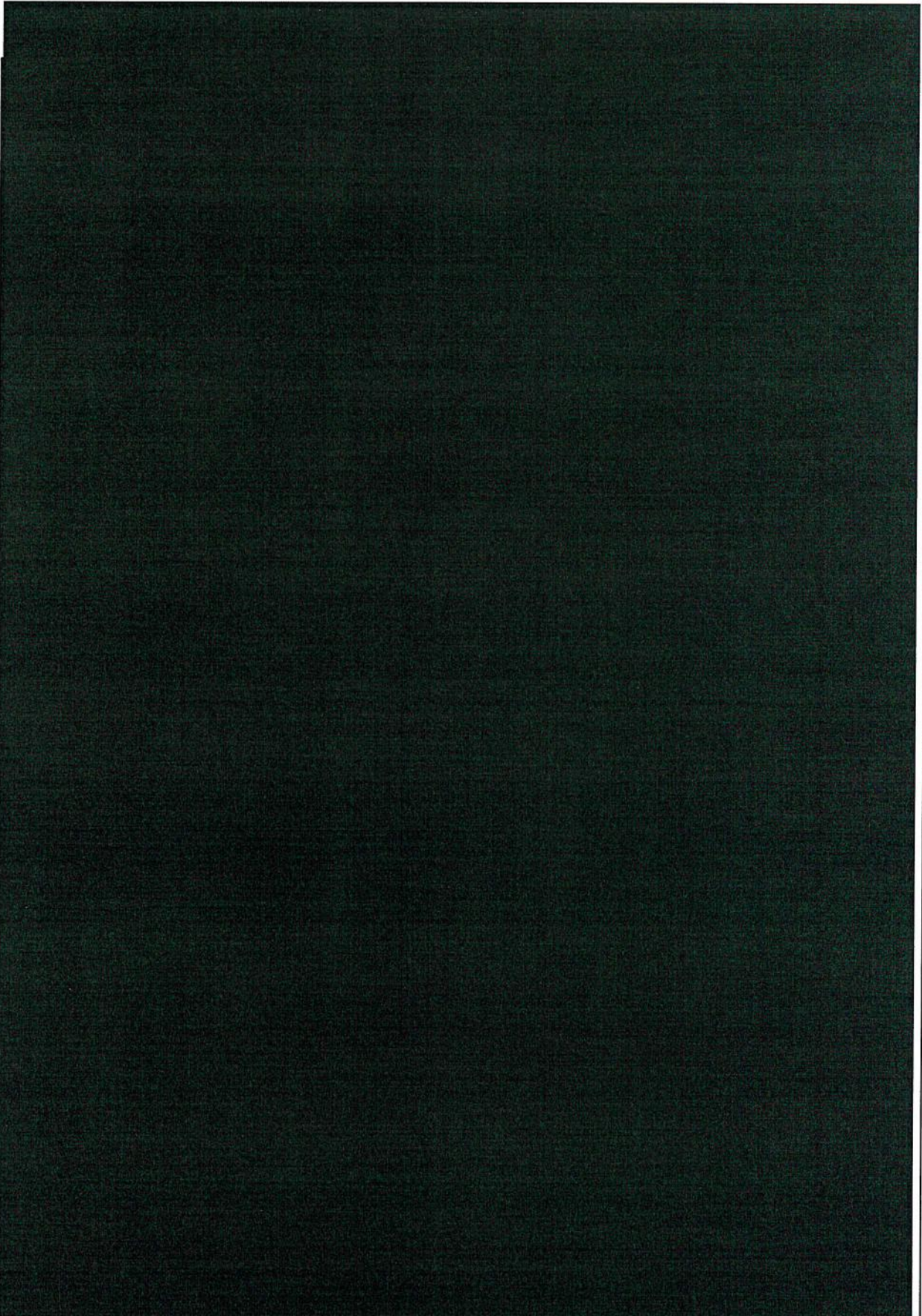
Labor-Nr. / Signatur	28038
Entnahmestelle	RKS - 3
Entnahmetiefe (m)	3,30 - 3,70
Bodenart	G, s, u, k
Wasseranteil (%)	14,36
U/Cc	179,8/1,2
Bodengruppe nach 18 196	GU*
Ton/Schluff/Sand/Kies	3,8/12,4/36,9/47,0
Abrechnungspos.	02.11.00 / 02.12.00 / 02.13.00 / 02.14.00

Bemerkungen:

Bearb. Nr.: 24001
Anlage Nr.: 2/8



Geotechnik - Institut - Dr. Höfer GmbH & Co. KG



Bearb. Nr.: 24001
Anlage Nr.: 2/9



Geotechnik - Institut - Dr. Höfer GmbH & Co. KG

