OWS
Ingenieurgeologen

Baugrund - Altlasten - Rückbau
Gutachten & Beratung

OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG
Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571-95288-0
Fax: 02571-95288-2

info@ows-online.de
www.ows-online.de

Baugrundgutachten

Projekt: Neubau von drei Mehrfamilienhäusern
(Haus 1 bis Haus 3)

Storchenweg
in 46499 Hamminkeln

Projekt-Nr.: 2101-4277-2

Sachbearbeiterin: Dipl.-Ing. (FH) Sandra Goldberg

Bauherr: Josef Heynck und Partner
Berkenhegge 24, 46499 Hamminkeln

Planer: Sauerbier & Stegemann
Architekten / Sicherheitsingenieure
Nordbrocker Straße 8 in 46499 Hamminkeln

Datum: 24. März 2021

Mitgliedschaften
Ingenieurkammer Bau NRW
Ingenieurkammer Nds
BVBoden, BDB, BDG, DGGT, FGSV

OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG
Amtsgericht Steinfurt
HRA 5320
Steuernummer
327/5890/3240

p.h.G.
OWS Ingenieurgeologen
Verwaltungs GmbH
Amtsgericht Steinfurt
HRB 7485

Geschäftsführer
Dipl.-Geol. C. Oberste-Wilms
Dipl.-Geol. M. Stracke

Bankverbindungen
Deutsche Bank Osnabrück
IBAN: DE27 265 700 240 0585000 00
BIC: DEUT DE DB265

Sparkasse Osnabrück
IBAN: DE07 2655 0105 0000 2300 52
BIC: NOLADE22

Vorliegende Unterlagen

Nr. 1:	Lageplan, Maßstab 1 : 500
Nr. 2:	Grundrisse (KG, EG, 1.OG, 2.OG) Haus 1+2 und Haus 3, Maßstab 1 : 100
Nr. 3:	Schnitt Haus 1+2 und Haus 3, Maßstab 1 : 100
Nr. 4:	Ansichten Haus 1+2 und Haus 3, Maßstab 1 : 100
Nr. 5:	Exposé der Stadt Hamminkeln zum Verkauf: Grundstück Gemarkung Mehrhoog Flur 36, Flurstücke 671 bis 682, zusammen 3.752 qm groß, Storchenweg in Mehrhoog
Nr. 6:	Flächenaufstellung Haus 1 bis Haus 3 vom 19.11.2020, Sauerbier & Stegemann
Nr. 7:	Berechnung zum Maß der baulichen Nutzung zum Bauvorhaben Storchenweg, 46499 Hamminkeln - Mehrhoog
Nr. 8:	Grobabsteckungsskizze, ohne Maßstab
Nr. 9:	Kabel- und Leitungspläne der örtlichen Versorger, Maßstab 1 : 500, 1 : 1 000
Nr. 10:	Archivunterlagen (Geologische Karten, Hydrogeologische Karten, Ingenieurgeologische Karten, Fachliteratur etc.)

Anlagen

Nr. 1.1:	Übersichtsplan, Maßstab 1 : 25 000
Nr. 1.2:	Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten, Maßstab 1 : 500
Nr. 2:	Schichtenprofile gem. DIN 4023 und Rammdiagramme gem. DIN EN ISO 22476-2, Höhenmaßstab 1 : 50
Nr. 3:	Körnungslinien gem. DIN EN ISO 17892-4 (Anl. 3.1-3.4)
Nr. 4:	Charakteristische Bodenkennwerte der Homogenbereiche (Anl. 4.1+4.2)

Inhaltsverzeichnis

1.0 Einleitung 5
2.0 Untersuchungsumfang 6
3.0 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse 7
3.1 Allgemeines 7
3.2 Schichtenfolge 8
3.3 Grundwasser 9
3.4 Charakteristische Bodenkennwerte 10
3.5 Bodenklassifikationen nach VOB- und DIN-Norm 10
3.5.1 Klassifikation nach ATV VOB C 2015-08 10
3.5.2 Bodenklassen (VOB DIN 18300) und Bodengruppen (DIN 18196) 11
3.6 Klassifizierung der oberflächennahen Böden gem. ZTV E-StB 17 11
4.0 Bau- und Gründungstechnische Maßnahmen 12
4.1 Bauzeitliche Wasserhaltung 12
4.2 Schutz der Bauwerke vor Vernässung 12
4.3 Tragfähigkeit des Baugrundes / Gründungskonzept 14
4.3.1 Behandlung des humosen Oberbodens 14
4.3.2 Bauwerksgründung 15
4.4 Verwendung des Bodenaushubs 16
4.5 Baugrubensicherung 17
4.6 Gründungsart und Belastung des Baugrundes 18
4.7 Setzungsverhalten 20
5.0 Baugrubenabnahme 20
6.0 Weitere Untersuchungen und Schlusswort 21

1.0 Einleitung

Die Sauerbier & Stegemann Architekten / Sicherheitsingenieure planen für den Bauherrn Josef Heynck und Partner den Neubau von drei Mehrfamilienhäusern auf einem Grundstück an der Straßenkreuzung Bahnhofstraße/Duisburger Straße/Storchenweg in 46499 Hamminkeln.

Die OWS Ingenieurgeologen wurden vom Planer im Namen des Bauherrn beauftragt, Baugrunduntersuchungen im Bereich des geplanten Neubaus sowie der geplanten Regenwasserversickerung durchzuführen und das vorliegende Baugrundgutachten bezüglich der künftigen Bebauung auszuarbeiten. Auftragsgrundlage ist das Angebot A2101-3584 vom 14.01.2021. Die Beurteilung der Baugrundverhältnisse im Hinblick auf die gelplante Versickerung erfolgt in einem separaten Gutachten.

Die aktuelle Planung sieht den Neubau von drei freistehenden Mehrfamilienhäusern (Haus 1 bis Haus 3) mit Abmessungen von ca. 22,9 m x 14,0 m (Haus 1+2) bzw. ca. 20,6 m x 17,9 m (Haus 3) vor. Die geplanten Neubauten Haus 1+2 werden vollunterkellert und Haus 3 teilunterkellert. Alle Mehrfamilienhäuser erhalten zudem eine überstehende Balkonanlage, die dann über Einzelfundamente gegründet wird.

Beim vorliegenden Planstand stehen die künftigen Höhen der Erdgeschossfußbodenoberkanten (EFOK) noch nicht fest. Es wird daher zunächst davon ausgegangen, dass diese höhengleich bei ca. 22,2 mNHN liegen werden. Die Gründungsebenen der Unterkellerungen werden nach den vorliegenden Planunterlagen ca. 3,1 m tiefer als die v. g. EFOK, d. h. bei ca. 19,1 m NHN angenommen. Die Unterkante der Fundamente des nicht unterkellerten Bauteils von Haus 3 und der Balkonanlagen wird frostfrei, ca. 1,0 m tiefer als die EFOK, d. h. jeweils bei ca. 21,2 mNHN angenommen (vgl. Anl. 2.1). Die angenommenen Gründungsebenen sind Grundlage der weiteren Ausführungen.

Angaben über ankommende Lasten liegen dem Gutachter nicht vor.

2.0 Untersuchungsumfang

Zur Erschließung der Baugrundverhältnisse und zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes wurden am 01.03.2021 im Neubaubereich insgesamt sieben Rammkernsondierbohrungen (RKS 1 bis RKS 7, Bohrungen RKS gem. DIN EN ISO 22475-1) und drei mittelschwere Rammsondierungen (DPM 1 bis DPM 3, Sonde DPM gem. DIN EN ISO 22476-2) niedergebracht.

In den geplanten Frei- und Parkplatzflächen wurden zudem am 02.03.2021 drei weitere Rammkernsondierbohrungen (RKS 7 bis RKS 9) zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit abgeteuft.

Die Lage aller Bodenaufschlusspunkte ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen und die der Rammsondierungen wurden gem. DIN 4023 in Schichtenprofilen und gem. DIN EN ISO 22476-2 in Rammdiagrammen auf der Anlage 2 dargestellt.

Aus den Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen, an denen die für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen charakteristischen Bodenkennwerte, auch unter Beachtung der Ergebnisse der Rammsondierungen, abgeschätzt wurden.

An repräsentativ ausgewählten Bodenproben wurde im bodenmechanischen Labor die Korngrößenverteilung gem. DIN EN ISO 17892-4 ermittelt. Die Ergebnisse der Laborversuche wurden als Körnungslinien dargestellt und sind als Anlagen 3.1 bis 3.4 beigefügt.

Zudem wurden aus den entnommenen Bodenproben zwei Mischproben zusammengestellt und eine chemische Deklarationsanalytik auf den Parameterumfang der LAGA-M 20 (1997/2004) veranlasst. Die Ergebnisse der chemischen Analytik werden in einem separaten Bericht dargestellt.

Die Bodenproben, die durch die Laborversuche nicht verbraucht wurden, werden bis drei Monate nach Abgabe des Gutachtens aufbewahrt und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders bestimmt, verworfen.

3.0 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

3.1 Allgemeines

Das Baugelände liegt im Westen von Hamminkeln im Ortsteil Merhoog (vgl. Anl. 1.1).

Das Gelände wird im Norden durch die Bahnhofstraße, im Westen durch die Duisburger Straße, im Süden durch den Storchenweg und im Osten durch einen Verbindungsweg begrenzt. Das Baugelände ist aktuell eine ± ebene, unbebaute, mit Gras bewachsene und vereinzelten Bäumen und Sträuchern bestandene Freifläche. Nach dem Höhennivellement der Sondieransatzpunkte liegt zwischen den Aufschlusspunkten eine max. Höhendifferenz von ca. 0,8 m vor.

Als Bezugspunkt (BZP) für das Höhennivellement der Sondieransatzpunkte wurde der im Lageplan (vgl. Anl. 1.2) eingezeichnete Kanaldeckel (KD.) mit der angegebenen Höhe von 22,09 mNHN gewählt.

Danach liegt das Gelände im Mittel ca. 0,1 m tiefer als der Bezugspunkt.

3.2 Schichtenfolge

Die Aufschlussbohrungen RKS 1 bis RKS 6 haben eine relativ einheitliche Schichtenfolge erschlossen, die vereinfacht wie folgt beschrieben wird:

bis ca. 0,3/0,4 m unter GOK:

Humoser Oberboden

Humose Fein- und Mittelsande, schwach schluffig und lokal mit Bauschuttresten sowie Ziegel- und Natursteinbruch durchsetzt.

bis zur max. Aufschlusstiefe von ca. 8,0 m unter GOK:

Terrassensande (Pleistozän)

Fein- und Mittelsande in variierenden Zusammensetzungen, nicht schluffig bis schwach schluffig, zur Tiefe hin mit zunehmenden Grobsand- und Kiesanteilen sowie im oberen Profilabschnitt mit bindigen Zwischenlagen (Feinsand, schluffig bis schwach schluffig, schwach mittelsandig bis mittelsandig und z. T. schwach tonig).
Die Sande sind erdfeucht bis feucht und in den bindigen Zwischenlagen vernässt (Staunässe) sowie zur Tiefe hin dann grundwasserführend, im Grundwasserbereich fließfähig und locker bis mitteldicht gelagert.

Die Aufschlussbohrungen wurden bei Erreichen der avisierten Aufschlusstiefe in den mitteldicht gelagerten Sanden eingestellt.

3.3 Grundwasser

Grundwasser wurde bei den Baugrunduntersuchungen am 01.03.2021 mit dem Kabellichtlot zwischen ca. 5,2 m unter GOK und ca. 5,7 m unter GOK bzw. zwischen ca. 16,3 mNHN und ca. 16,5 mNHN gemessen. Der mittlere gemessene Grundwasserstand liegt bei ca. 16,4 mNHN.

Da für die untersuchte Baufläche keine langjährigen Grundwassermessdaten vorliegen, ist der zu erwartende maximale Grundwasserstand gem. DIN EN 1997-2, Abschnitt 3.6.3, auf Grundlage der begrenzt verfügbaren Informationen vorsichtig abzuschätzen.

Nach dem Onlineportal des ELWAS-WEB, zur Verfügung gestellt vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW, befindet sich ca. 300 m südwestlich die öffentlich einsehbare Grundwassermessstelle "MEHRHOOG 41" (LGD-Nr. 040100250). Für die Messstelle werden Messwerte für den Zeitraum von 1950 bis 2020 ausgewiesen. Demnach wurde der höchste Grundwasserstand bei ca. 18,6 mNHN (1967), der mittlere Grundwasserstand bei ca. 17,4 mNHN und der niedrigste Grundwasserstand bei ca. 16,5 mNHN (2019) gemessen.

Der geschätzte max. Grundwasserstand wird unter Berücksichtigung der v. g. Grundwasserstände, mit ca. $GW_{max.}$ = 18,7 mNHN angesetzt. Dieser Grundwasserstand ist für den Nachweis der Auftriebssicherheit des Bauwerkes und für den Wasserdruckansatz bei der statischen Bemessung der Bauwerkssohle maßgebend.

Örtlich wurden oberhalb der gemessenen Grundwasserstände Vernässungen festgestellt. Dabei handelt es sich um innerhalb der anstehenden bindigen und daher wenig durchlässigen Sanden (Durchlässigkeitsbeiwerte von $k < 1 \cdot 10^{-04}$ m/s) aufgestautes Sicker- und Schichtwasser (Stauwasser), welches in bzw. nach niederschlagsreichen Witterungsverhältnissen nur stark zeitverzögert in den tieferen Untergrund versickert. Nach anhaltenden, starken Niederschlägen kann sich das Stauwasser örtlich auch bis zur Geländeoberkante anstauen und dort zu vorübergehenden Vernässungen führen.

3.4 Charakteristische Bodenkennwerte

Die für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen charakteristischen Bodenkennwerte sind in Anlehnung an die Erfahrungswerte der DIN 1055-2, der EAB und EAU sowie unter Beachtung korrelativ aus den Ergebnissen eigener bodenmechanischer Laborversuche abgeleiteter Daten, wie folgt in Ansatz zu bringen:

Sand, bindig, locker bis mitteldicht gelagert

Raumgewicht (γ)	: 18,0-18,5	kN/m³	unter Wasser	: 9,5-10,0	kN/m³
Reibungswinkel (φ)	: 30,0-32,5	°	Kohäsion (c')	: 1-5	kN/m²
Steifeziffer (E_S)	: 15-30	MN/m²			

Sand, locker bis mitteldicht gelagert

Raumgewicht (γ)	: 18,0-18,5	kN/m³	unter Wasser	: 10,0-10,5	kN/m³
Reibungswinkel (φ)	: 35,0-37,5	°	Kohäsion (c')	: 0	kN/m²
Steifeziffer (E_S)	: 25-50	MN/m²			

3.5 Bodenklassifikationen nach VOB- und DIN-Norm

3.5.1 Klassifikation nach ATV VOB C 2015-08

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten nach ATV VOB C 2015-08 wird für die ermittelten Bodenschichten folgende Zuordnung in Homogenbereiche empfohlen:

Humoser Oberboden:	**Mu, … / A (Mu, …)**	Homogenbereich O
Sand:	**fS, mS, S, …**	Homogenbereich B

Die Verteilung der o. g. Homogenbereiche ist in Anlage 2 ersichtlich.

Die für die jeweiligen Homogenbereiche anzusetzenden Kennwerte wurden in Anlehnung an die Erfahrungswerte der DIN 1055-2, der EAB und EAU festgelegt sowie korrelativ aus den Ergebnissen eigener bodenmechanischer Laborversuche abgeleitet und sind dem Kap. 3.4 bzw. den Anlagen 4.1 und 4.2 zu entnehmen.

3.5.2 Bodenklassen (VOB DIN 18300) und Bodengruppen (DIN 18196)

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten können die angetroffenen Bodenarten nach "alter Norm" in folgende Bodenklassen bzw. Bodengruppen eingeordnet werden:

Humoser Oberboden:	Bodenklasse:	1 [1) 2)]
	Bodengruppen:	OH/OU / A [OH/OU]
Sand:	Bodenklassen:	3, 4 [2)]
	Bodengruppen:	SE/SI/SU/ST/SU*/ST*

[1)] bei Verschlammungen, Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c \leq 0{,}5$: Klasse 2
[2)] gemischtkörnige Böden der Gruppen SU*, ST*, wenn sie eine breiige oder flüssige Konsistenz haben und beim Lösen ausfließen: Klasse 2

3.6 Klassifizierung der oberflächennahen Böden gem. ZTV E-StB 17

Der im oberflächennahen Bereich anstehende Boden ist gem. ZTV E-StB 17, Tabelle 1, nach Maßgabe der vorliegenden Bodenprofile, aufgrund des variierenden Feinkorngehalts in die Frostempfindlichkeitsklassen F1 (nicht frostempfindlich) und F2 (gering bis mittel frostempfindlich) sowie lokal auch in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) zu stellen.

4.0 Bau- und Gründungstechnische Maßnahmen

4.1 Bauzeitliche Wasserhaltung

Bei den in den Aushubebenen anstehenden, überwiegend durchlässigen Sanden und unter Beachtung einer Grundwasserspiegelschwankung bis max. 18,7 mNHN sind Wasserhaltungsmaßnahmen während der Erd- und Gründungsarbeiten nicht erforderlich.

Aufgrund der lokal anstehenden, gemischtkörnigen und z. T. bindigen Sande wird empfohlen, die Sauberkeitsschichten sofort nach Freilegung eines Teilbereiches der Aushubebenen anzudecken.

Die Arbeitsräume und -flächen sind zudem frei von Baustellenresten und Verschlammungen zu halten, damit anfallendes Niederschlags- bzw. Sicker- und Schichtwasser ungehindert in den Untergrund abfließen kann.

4.2 Schutz der Bauwerke vor Vernässung

Wie den Ausführungen in Kap. 3.3 zu entnehmen ist, wird der max. Grundwasserstand mit ca. 18,7 mNHN abgeschätzt. Dieser Wasserstand ist dann als HGW (Bemessungsgrundwasserstand) im Sinne des Merkblatts BWK-M8 anzusetzen. Der Ansatz eines HHW (Bemessungshochwasserstand) ist bei diesem Bauvorhaben nicht erforderlich.

Bei den vorliegenden Baugrund- und Grundwasserverhältnissen binden die geplanten Bauwerke in stark durchlässige bis schwach durchlässige Böden mit Durchlässigkeiten von überwiegend $k \leq 1 \cdot 10^{-04}$ m/s ein (vgl. Anl. 3.1-3.4). Normgemäß ist in derartigen Böden bei Bauwerken mit Einbindetiefen von ≤ 3 m mit einer mäßigen Einwirkung und bei Einbindetiefen von > 3 m mit einer hohen Einwirkung von drückendem Wasser

durch Stauwasserbildung zu rechnen. Der Bemessungswasserstand für die Bauwerksabdichtung ist gem. DIN 18533-1 in diesem Fall auf Geländeoberkante (GOK) anzusetzen.

Zum Schutz der erdberührten Bauteile vor Vernässungen kann daher deren Abdichtung gem. DIN 18533-1 in der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (Einbindetiefe ≤ 3 m) bzw. W2.2-E (Einbindetiefe > 3m) erfolgen.

Wird die Stauwasserbildung durch eine auf Dauer funktionsfähige Dränanlage gem. DIN 4095 verhindert, so kann dann die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E angesetzt werden.

Kommen tieferliegende Aufzugsunterfahrten zur Ausführung, deren Gründungsebene bis in Höhe oder unterhalb des angesetzten maximalen Grundwasserstandes (vgl. Kap. 3.3) reichen, so ist für diese Bereiche die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (Grundwassereinwirkung ≤ 3 m) anzusetzen. Bei der Bemessung der Sohlplatte ist dann ein Wasserdruck von Unterkante Bodenplatte bis zum geschätzten maximalen Grundwasserstand ($GW_{max.}$, vgl. Kap. 3.3) zu berücksichtigen.

Die allgemeinen Hinweise der DIN 18533 sind dabei zu beachten.

Alternativ zur o. g. Abdichtung kann auch eine wasserundurchlässige Konstruktion in WU-Beton gemäß der DAfStb-Richtlinie "Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)" erfolgen.

Die Bauwerksabdichtung ist gem. DIN 18533-1 über den Bemessungswasserstand zu führen. Ggf. geplante Lichtschächte sind in die Bauwerksabdichtung miteinzubeziehen und entsprechend zu entwässern.

Die Geländeoberfläche ist grundsätzlich derart anzulegen bzw. so zu planen, dass das Niederschlagswasser vom Gebäude weggeleitet wird.

Ergänzend zu den vorgenannten Ausführungen sind zudem die jeweils gültigen Normierungen und Richtlinien zu beachten.

4.3 Tragfähigkeit des Baugrundes / Gründungskonzept

4.3.1 Behandlung des humosen Oberbodens

Der im Baufeld anstehende humose Oberboden (vgl. Anl. 2) ist zu Beginn der Erdarbeiten abzuschieben. Diese Böden stehen nach den vorliegenden Schichtenprofilen in Mächtigkeiten von ca. 0,3-0,4 m an.

Nach DIN 18915 wird als Oberboden bzw. "Mutterboden" die oberste Schicht des durch physikalische, chemische und biologische Vorgänge entstandenen, belebten Bodens bezeichnet. Er enthält neben mineralischen Bestandteilen auch lebende und abgestorbene organische Bestandteile, wobei nur die abgestorbenen Bestandteile als Humus bezeichnet werden. Diese Böden sind gem. § 202 des BauGB als besonders schutzwürdiger Boden zu erhalten und in jedem Fall fachgerecht auszuheben und zu lagern bzw. zu verwerten.

Es wird in diesem Zusammenhang auf die empfohlene gutachterliche Begleitung der Erd- und Gründungsarbeiten hingewiesen (vgl. Kap. 5.0).

4.3.2 Bauwerksgründung

Wie aus den Schichtenprofilen und den Rammdiagrammen auf der Anlage 2 zu ersehen ist, liegen die angenommenen Gründungsebenen der Kellersohlplatten und die der Fundamente der nicht unterkellerten Bauteile innerhalb locker bis mitteldicht gelagerter Sande. Die anstehenden Böden sind dann für die zu erwartenden Bauwerkslasten und unter Beachtung der zulässigen Belastungen (vgl. Kap. 4.6) ausreichend tragfähig. Bodenverbessernde Maßnahmen sind daher nicht erforderlich.

Angaben zu Teilunterkellerungen:
Die Fundamente der nicht unterkellerten Bauteile (Balkonanlage, nicht unterkellerter Bauteil Haus 3) sind an der Grenze zu den unterkellerten Bauteilen in einem Winkel von 30° abzutreppen bzw. soweit tieferzuführen, dass der Winkel zwischen den jeweiligen Fundamentunterkanten nicht mehr als 30° beträgt.

Auf eine Abtreppung der Fundamente kann verzichtet werden, wenn die Kelleraußenwände so bemessen werden, dass sie den Lasteintrag durch die höherliegenden Fundamente der nicht unterkellerten Bauteile aufnehmen können.

Ausbildung der Gebäudesohle (nicht unterkellerter Bauteil Haus 3):
Es wird davon ausgegangen, dass die Gebäudesohle des nicht unterkellerten Bauteils von Haus 3 vom Tragwerksplaner als elastisch gebettete Sohlplatte gerechnet und entsprechend konstruktiv bewehrt werden wird.

Bei den angenommenen Höhen wird nach Entfernung des humosen Oberbodens zum Erreichen der Planhöhe "UK Gebäudesohle" noch eine entsprechende Bodenauffüllung erforderlich werden. Für die Bodenauffüllung ist dann nichtbindiges, verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial (z. B. Füllsand, vgl. Kap. 3.4) in einer Lage bzw. lagenweise, in Schüttstärken bis max. 0,3 m, aufzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf 100 % der Proctordichte zu verdichten. Die erreichte Verdichtung ist über das gesamte Auffüllungsprofil nachzuweisen.

Bei den nur erwartet geringen Verkehrslasten, ist dann über die v. g. Bodenauffüllung hinaus keine weitere bodenverbessernde Maßnahme erforderlich.

4.4 Verwendung des Bodenaushubs

Der beim Aushub anfallende Sand kann aus bodenmechanischer Sicht, z. B. als Füllmaterial im Bereich der Arbeitsräume und zum Ausgleich von Fehlmassen wiederverwendet werden.

Die nichtbindigen Sande sind im erdfeuchten und feuchten Zustand generell wiedereinbau- und verdichtungsfähig.

Die z. T. anstehenden bindigen Sande bzw. Gemische aus Sand und Lehm sind nur im erdfeuchten Zustand und bei trockenen Witterungsverhältnissen wiedereinbau- und verdichtungsfähig. Der Einbauwassergehalt des Bodens sollte dann näherungsweise dem optimalen Wassergehalt w_{Pr} des Bodens im Proctorversuch entsprechen.

Liegen entsprechende Verhältnisse vor, dann ist der Aushubboden in Lagenstärken bis max. 0,3 m einzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf mind. 98 % der Proctordichte zu verdichten. Bei innen liegenden Arbeitsraumverfüllungen ist eine Verdichtung bis auf mind. 100 % der Proctordichte nachzuweisen. In den Bereichen, in denen geringe Sackungen toleriert werden können (Rasen, Blumenbeete, u. a.), ist eine hohlraumarme Verfüllung ausreichend.

In den Bereichen, in denen ein frostsicherer Unterbau erforderlich ist, z. B. Gehwege, Parkplatzflächen, Zuwegungen, ist der Aushubboden nur bis zur Unterkante des frostsicheren Gesamtaufbaus einzubauen und entsprechend zu verdichten. Die Restauffüllung erfolgt mit frostsicherem Lockergesteinsmaterial.

Ist der Aushubboden zu nass bzw. liegen entsprechend ungünstige Witterungsbedingungen für den Einbau vor, sind statt des Aushubbodens Füllsande, Grubenkiese oder Kiessande mit max. bindigen Bestandteilen bis 10 % einzubauen und, wie zuvor für den Aushubboden beschrieben, zu verdichten.

Im Zweifelsfall ist das Aushubmaterial im Zuge der Baugrubenabnahme oder vor Beginn der Bauarbeiten auf seine Verwendung als Füllboden zu prüfen.

In diesem Zusammenhang wird die Begleitung der Erdarbeiten durch den Gutachter empfohlen (vgl. Kap. 5.0).

Überschüssiger Boden ist abzufahren. Aus den entnommenen Bodenproben wurden zwei Mischproben zusammengestellt und einer chemischen Deklarationsanalytik zugeführt. Die Ergebnisse der Deklarationsanalytik werden in einem separaten Bericht dargestellt.

4.5 Baugrubensicherung

Die Baugrubenwände können aus bodenmechanischer Sicht gem. DIN 4124 in den anstehenden Sanden bis 45° abgeböscht werden. Bei niederschlagsreichen Witterungsbedingungen sind die Böschungen durch Folienabdeckungen gegen Erosion zu schützen. Die ergänzenden Angaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben) sind zu beachten.

Können keine Böschungen angelegt werden (z. B. aus Platzmangel), so ist ein Baugrubenverbau, der statisch nachzuweisen ist, auszuführen. Zum Schutze der angrenzenden Bebauung sind Verbauten erschütterungsarm einzubringen.

Sollten Baugrubenverbauten und/oder Rückverankerungen erforderlich werden, deren statische Bemessung bis unterhalb bzw. außerhalb der bisher erkundeten Baugrundschichten reichen, so ist der Gutachter frühzeitig zu einer gesonderten Beurteilung aufzufordern. Im Bedarfsfall sind dann auch noch ergänzende Baugrunderkundungen zur Verifizierung statischer Annahmen erforderlich.

4.6 Gründungsart und Belastung des Baugrundes

Für die nicht unterkellerten und unterkellerten Bauteile können bewehrte Einzel- und Streifenfundamente mit bewehrten Sohlplatten aber auch Plattengründungen in vom Tragwerksplaner noch anzugebenden Stärken zur Ausführung kommen.

Unter Beachtung einer rechnerischen Setzungsbegrenzung auf s_g = 2,0 cm, der noch zul. Winkelverdrehung von $\alpha_{krit.}$ = 1/500 und der zu berücksichtigenden Teilsicherheitswerte für den Grenzzustand GEO 2, sind folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstandes ($\sigma_{R,d}$) anzusetzen bzw. unter Berücksichtigung der Gesamtsicherheit von $\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}$ = 2,0 folgende Sohldruckspannungen ($\sigma_{zul.}$) in der Lasteintragsfläche (Unterkante Fundament) zulässig:

Streifenfundamente:

Fundamentbreite b [m]**:**	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ [kN/m²]**:**	238	259	273	315	350	378	413	392
Zul. Sohldruck $\sigma_{zul.}$ [kN/m²]**:**	170	185	195	225	250	270	295	280
Gesamtsetzungen s_g [cm]**:**	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,0
Bettungsmodul k_s [MN/m³]**:**	34,0	30,8	24,4	22,5	19,2	15,9	14,8	14,0

Einzelfundamente (Seitenverhältnis a/b = 1)**:**

Fundamentbreite b [m]**:**	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ [kN/m²]**:**	322	385	441	532	462	392	357	329
Zul. Sohldruck $\sigma_{zul.}$ [kN/m²]**:**	230	275	315	380	330	280	255	235
Gesamtsetzungen s_g [cm]**:**	0,3	0,8	1,3	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Bettungsmodul k_s [MN/m³]**:**	76,7	34,4	24,2	19,0	16,5	14,0	12,8	11,8

Zwischenwerte können bei den Belastungstabellen jeweils linear interpoliert werden. Bei Rechteckfundamenten mit gedrungenem Grundriss (Seitenverhältnisse a/b ≤ 1,5) ist die jeweils schmalere Fundamentseite als Fundamentbreite b der o. g. Tabelle maßgebend.

Bei schräg außermittig resultierenden Lasteinwirkungen sind die rechnerischen Ersatzflächen (A' = a' · b'), die sich aus der Exzentrizität des Lastangriffpunktes nach DIN 4017 ergeben, für den Ansatz der zulässigen Sohldrücke gem. o. g. Belastungstabelle maßgebend.

Kommt jeweils eine Streifen-/Einzelfundamentierung mit aufliegender Sohlplatte zur Ausführung, so beträgt die Mindestbreite der Fundamente b = 0,4 m, die Mindesteinbindetiefe t = 0,5 m (einschl. Sohlplattenstärke). Bei geringer belasteten Fundamentkonstruktionen ist dann eine Reduzierung der Mindestwerte der Fundamentabmessungen zulässig.

Außenfundamente sind bei mind. 0,8 m unter benachbarter GOK zu gründen. Zu beachten sind die Angaben der EN ISO 13793 (Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Wärmetechnische Bemessung von Gebäudegründungen zur Vermeidung von Frosthebungen).

Kommen Plattengründungen mit ungleichmäßig verteilten Einzel- und Streifenlasten als sog. "versteckte" Streifen-/Einzelfundamentierungen zur Ausführung, so sind zur

Dimensionierung der jeweiligen Platte im Bereich der ankommenden Lasten die o. g. zulässigen Einzel- und Streifenlasten anzusetzen. Die Fundamentbreite b ist dann als Einflussbreite zu berücksichtigen.

Für die Bemessung von Plattengründungen nach dem einfachen Bettungsmodulverfahren ist unter Voraussetzung einer annähernd gleichmäßig über die gesamte Platte verteilten Flächenlast ein Einheitsbettungsmodul von k_s = 12 MN/m³ für nicht unterkellerte Bauteile bzw. von k_s = 15 MN/m³ für unterkellerte Bauteile in Ansatz zu bringen.

4.7 Setzungsverhalten

Die durch die Bauwerkslasten bedingten Setzungen werden bei den vorgenannten Belastungen rechnerisch s_g = 2,0 cm nicht überschreiten. Die Setzungsdifferenzen, die sich unter Beachtung der o. g. Belastungstabellen durch die unterschiedlichen Baugrundverhältnisse ergeben, betragen nach den überschlägigen Setzungsberechnungen (Verfahren nach STEINBRENNER) bei annähernd gleichmäßiger Lastverteilung nur wenige Millimeter.

Bei Anwendung des Bettungsmodulverfahrens für die Bemessung der Gründungsplatte ergeben sich die rechnerischen Setzungen in Abhängigkeit von der jeweiligen Sohldruckspannung näherungsweise aus der Winkler'schen Funktion $k_s = \sigma/s_g$ bzw. nach entsprechender Umstellung aus $s_g = \sigma/k_s$.

5.0 Baugrubenabnahme

Nach Freilegung der Baugrubensohle/Gründungssohle bzw. während der Ausschachtungsarbeiten ist der Gutachter gem. DIN EN 1997-1:2009-09, Abschnitt 4.3.1, zu einer abschließenden Baugrundbeurteilung (Baugrubenabnahme) aufzufordern. Es erfolgt ein

Vergleich der Baugrundverhältnisse zu denen, die dem vorliegenden Gutachten zugrunde gelegt wurden.

Im Zuge der Baugrubenabnahme erfolgen die endgültigen Angaben zur Baugrubensicherung und zur Gründung.

6.0 Weitere Untersuchungen und Schlusswort

Nach der Erdbebenzonenkarte der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 liegt das Baugebiet in keiner Erdbebenzone.

Nach den vorliegenden Planunterlagen und den anstehenden Baugrund- und Grundwasserverhältnissen wird das Bauvorhaben der Geotechnischen Kategorie 2 (GK2) zugeordnet.

Der Gutachter ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht oder abweichend erörtert wurden.

Greven, den 24. März 2021

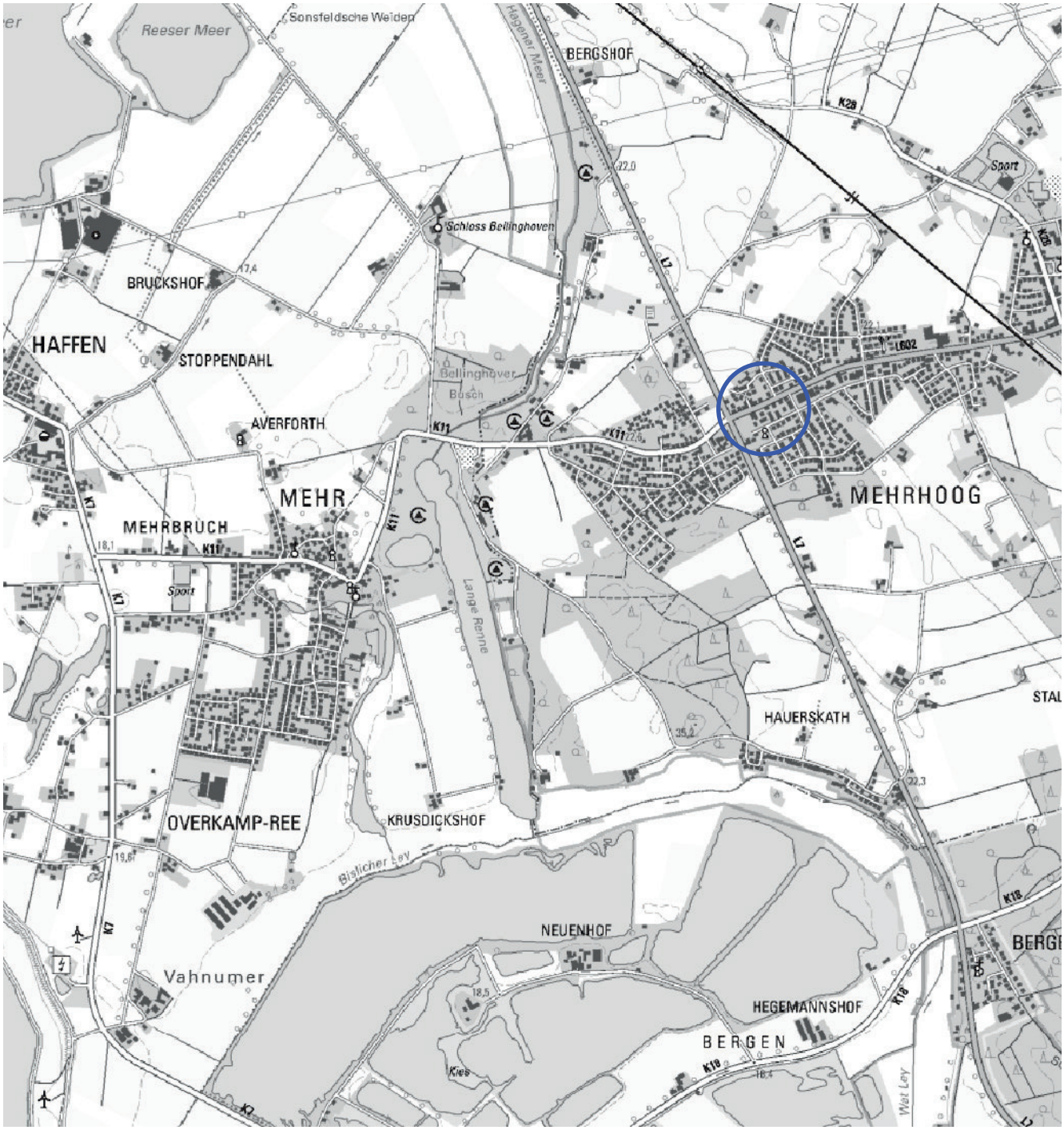
OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG
Zum Wasserwerk 15
48268 Greven
Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2
www.ows-online.de

Dipl.-Geol. M. Stracke

INGENIEURKAMMER-BAU NORDRHEIN-WESTFALEN
MITGLIED
336437

OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG
Zum Wasserwerk 15
48268 Greven
Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2
www.ows-online.de

Dipl.-Ing. (FH) S. Goldberg



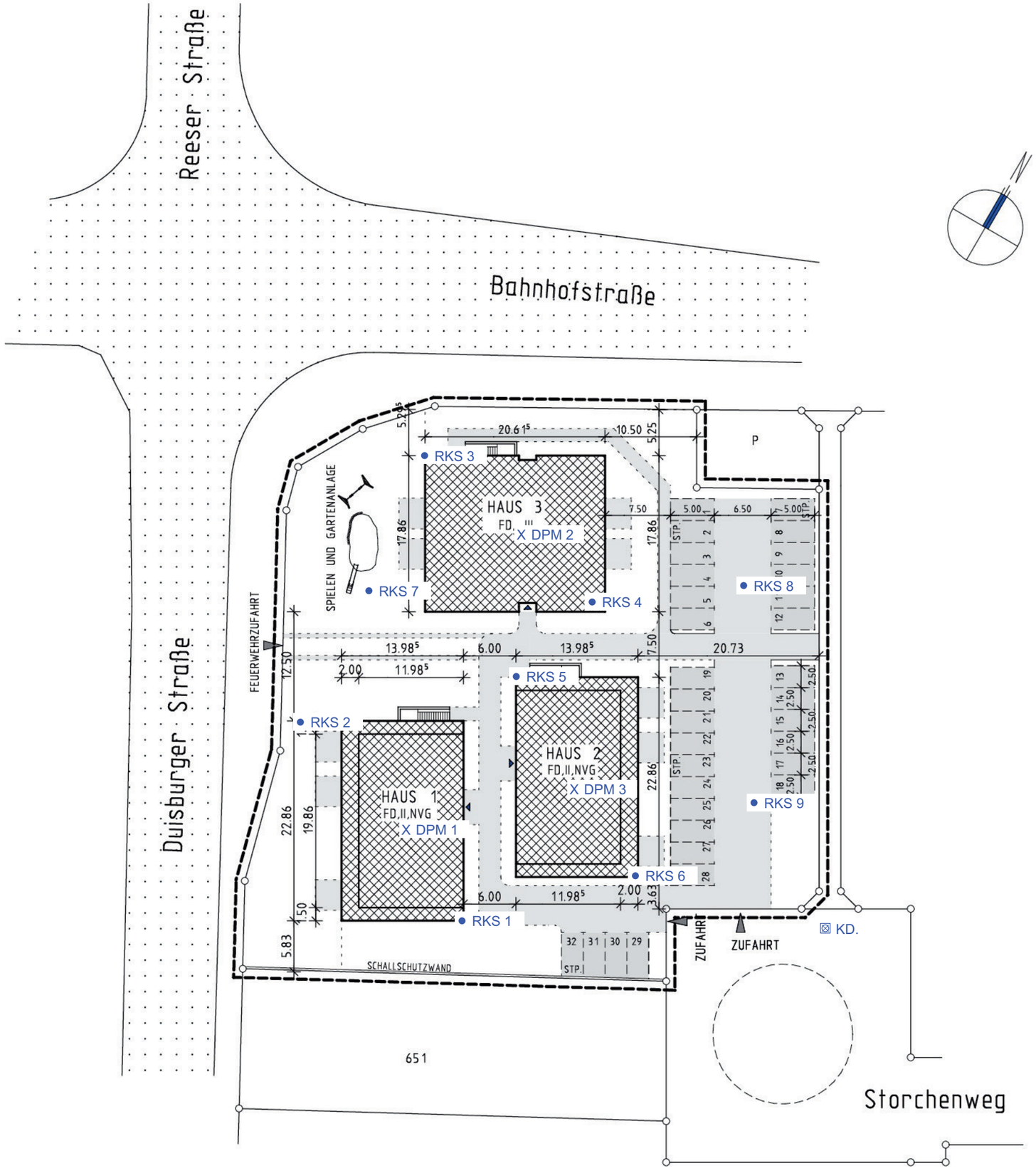
Quelle: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2019

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

OWS
Ingenieurgeologen

Projekt:	**Neubau von drei Mehrfamilienhäusern Storchenweg in 46499 Hamminkeln - Mehrhoog**
Planinhalt:	**Übersicht**
Projekt-Nr.: 2101-4277-2	**Maßstab:** 1 : 25 000
Datum: 01+02.03.2021	**Anlage:** 1.1



Legende

- ● RKS 1 — Rammkernsondierbohrung DN 36/50 EN ISO 22475-1
- X DPM 1 — Mittelschwere Rammsondierung gem. EN ISO 22476-2
- ⊠ KD. — Kanaldeckel mit 22,09 mNHN als Bezugspunkt für das Höhennivellement

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

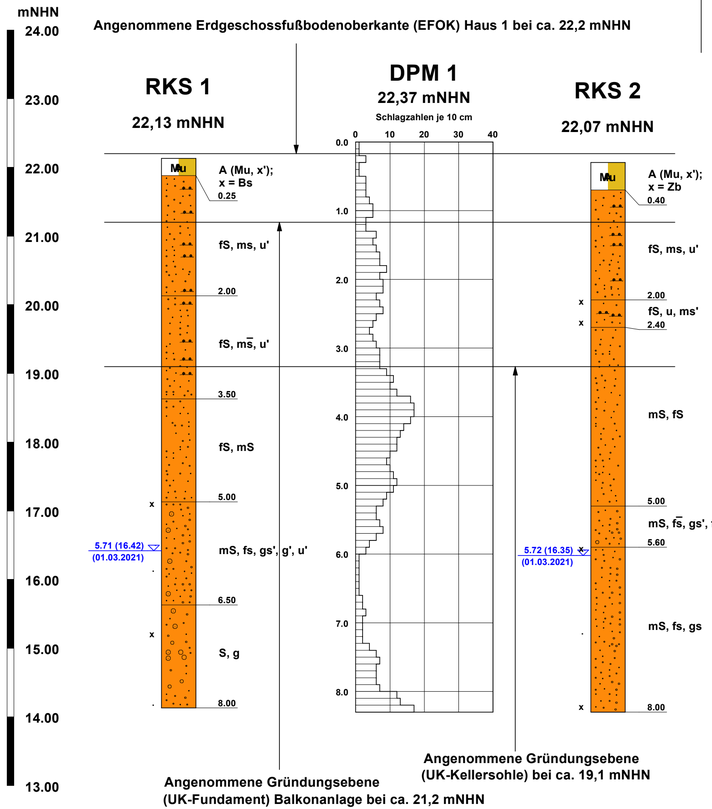
Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

OWS
Ingenieurgeologen

Projekt:	**Neubau von drei Mehrfamilienhäusern Storchenweg in 46499 Hamminkeln - Mehrhoog**		
Planinhalt:	**Lage der Bodenaufschlusspunkte RKS 1 - RKS 9 und DPM 1 - DPM 3**		
Projekt-Nr.:	**2101-4277-2**	**Maßstab:**	**1 : 500**
Datum:	**01+02.03.2021**	**Anlage:**	**1.2**

Haus 1

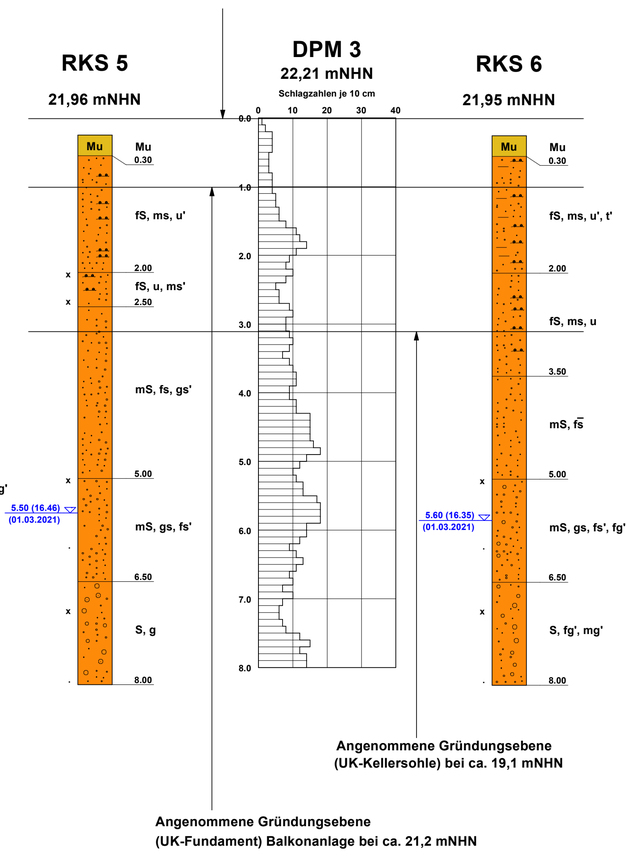
Angenommene Erdgeschossfußbodenoberkante (EFOK) Haus 1 bei ca. 22,2 mNHN



Homogenbereiche		
Humoser Oberboden:	Mu, ... / A (Mu, ...)	Homogenbereich O
Sand:	fS, mS, S, ...	Homogenbereich B

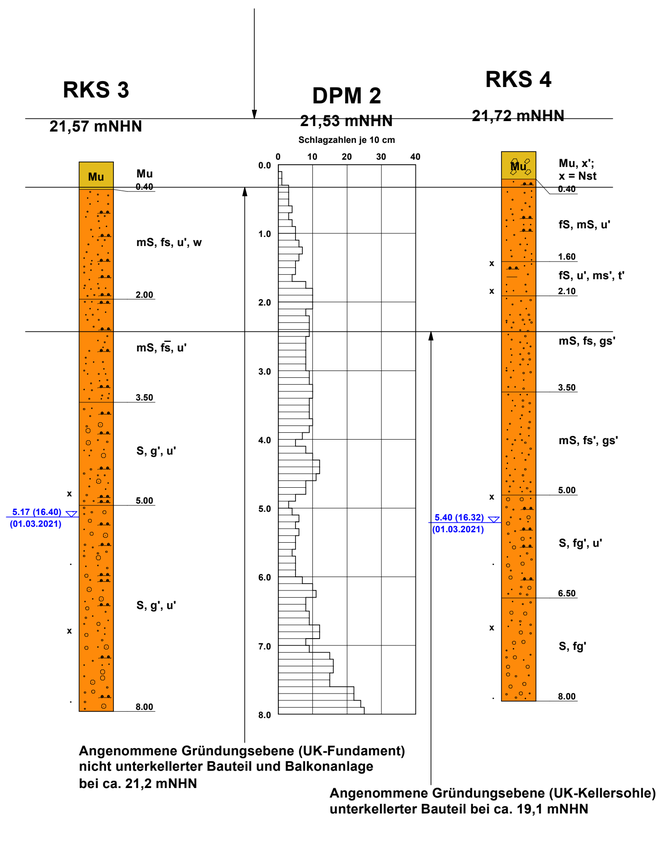
Haus 2

Angenommene EFOK Haus 2 bei ca. 22,2 mNHN



Haus 3

Angenommene EFOK Haus 3 bei ca. 22,2 mNHN



Legende

Bodenarten

- Sand (S)
- Feinsand (fS)
- Mittelsand (mS)
- Mu — Mutterboden (Mu)
- A — Auffüllung (A)

Abkürzungen

Asph	= Asphalt	Nst	= Naturstein
Be	= Beton	Sst	= Sandstein
Bs	= Bauschutt		
Gl	= Glas	x	= Steine
Ko	= Kohle	o	= Pflanzenreste
Kst	= Kalkstein	w	= Wurzelreste
Schl	= Schlacke		
Scho	= Schotter	v	= verwittert
Tst	= Tonstein	v'	= stark verwittert
Zb	= Ziegelbruch	v'	= schwach verwittert

BZP = Kanaldeckel mit 22,09 mNHN (vgl. Anlage 1.2)

KBF = Kein Bohrfortschritt möglich

Grundwasser

- (Zahl) (Datum) = Grundwasser angebohrt
- (Zahl) (Datum) = Grundwasser nach Bohrende
- (Zahl) (Datum) = Grundwasserruhestand
- x x = nass / fließfähig
- x = Vernässung

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

OWS
Ingenieurgeologen

Projekt:	Neubau von 3 Mehrfamilienhäusern Storchenweg in 46499 Hamminkeln-Mehrhoog
Planinhalt:	Schichtenprofile RKS 1 - RKS 6 Rammdiagramme DPM 1 - DPM 3
Projekt-Nr.: 2101-4277-2	Maßstab: 1 : 50
Datum: 01.+02.03.2021	Anlage: 2

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

OWS
Ingenieurgeologen

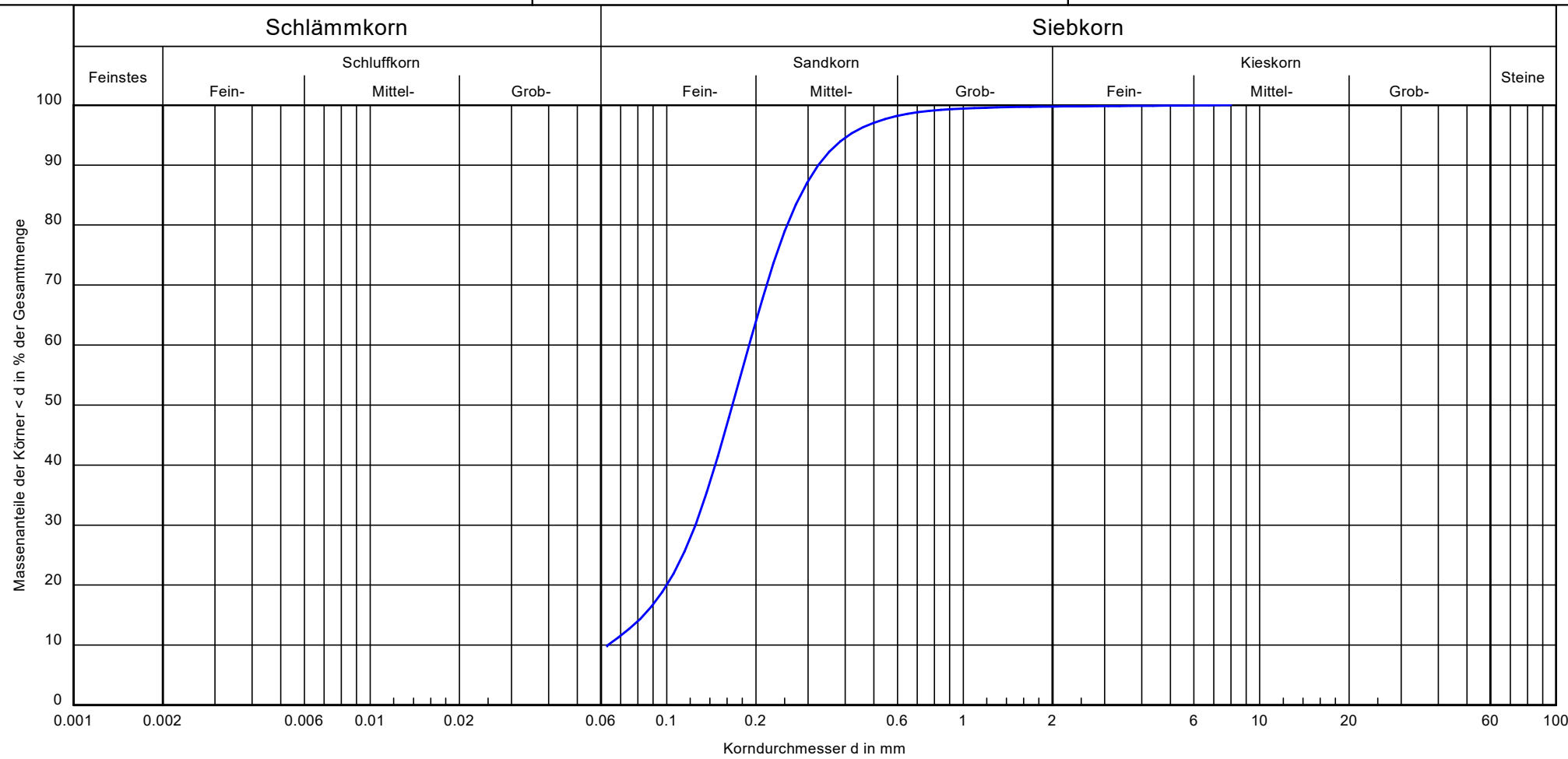
Bearbeiter: ct, ms

Datum: 05.03.2021

Körnungslinie

Neubau von drei Mehrfamilienhäusern
Storchenweg in 46499 Hamminkeln-Mehrhoog

Projekt-Nr.: 2101-4277-2
Probe entnommen am: 01.03.2021
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RKS 1
Bodenart:	fS, $m\bar{s}$, u'
Tiefe:	2,0 - 3,5
U/Cc:	3.0/1.3
k [m/s] (Beyer):	$4.0 \cdot 10^{-5}$
Bodengruppe:	SU
Frostsicherheit:	F1

Bemerkungen:

Bericht: 4277-2
Anlage: 3.1

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

OWS
Ingenieurgeologen

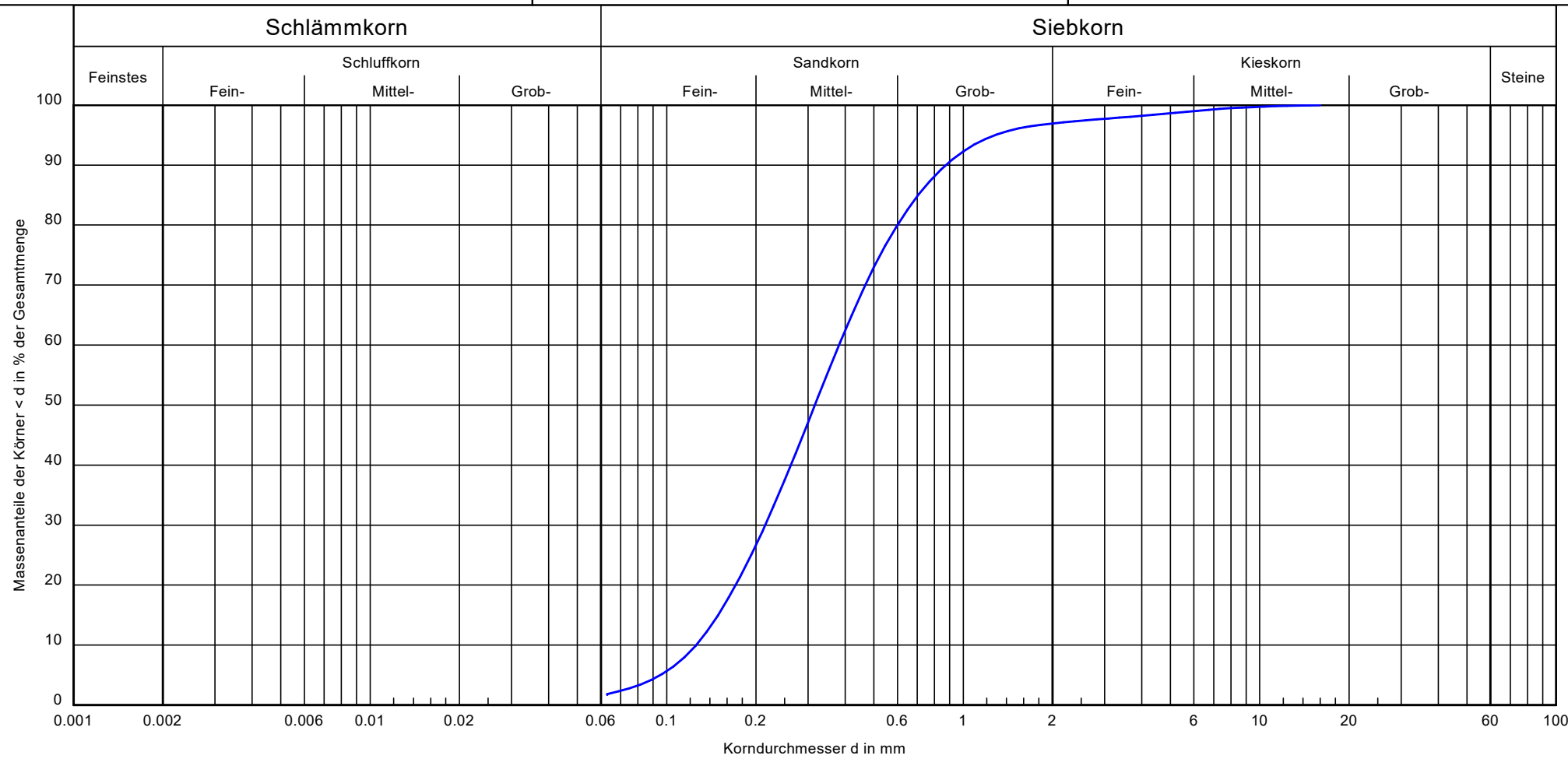
Bearbeiter: ct, ms

Datum: 05.03.2021

Körnungslinie

Neubau von drei Mehrfamilienhäusern
Storchenweg in 46499 Hamminkeln-Mehrhoog

Projekt-Nr.: 2101-4277-2
Probe entnommen am: 01.03.2021
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RKS 2
Bodenart:	mS, fs, gs
Tiefe:	5,6 - 8,0
U/Cc:	3.0/1.0
k [m/s] (Beyer):	$1.4 \cdot 10^{-4}$
Bodengruppe:	SE
Frostsicherheit:	F1

Bemerkungen:

Bericht: 4277-2
Anlage: 3.2

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

OWS
Ingenieurgeologen

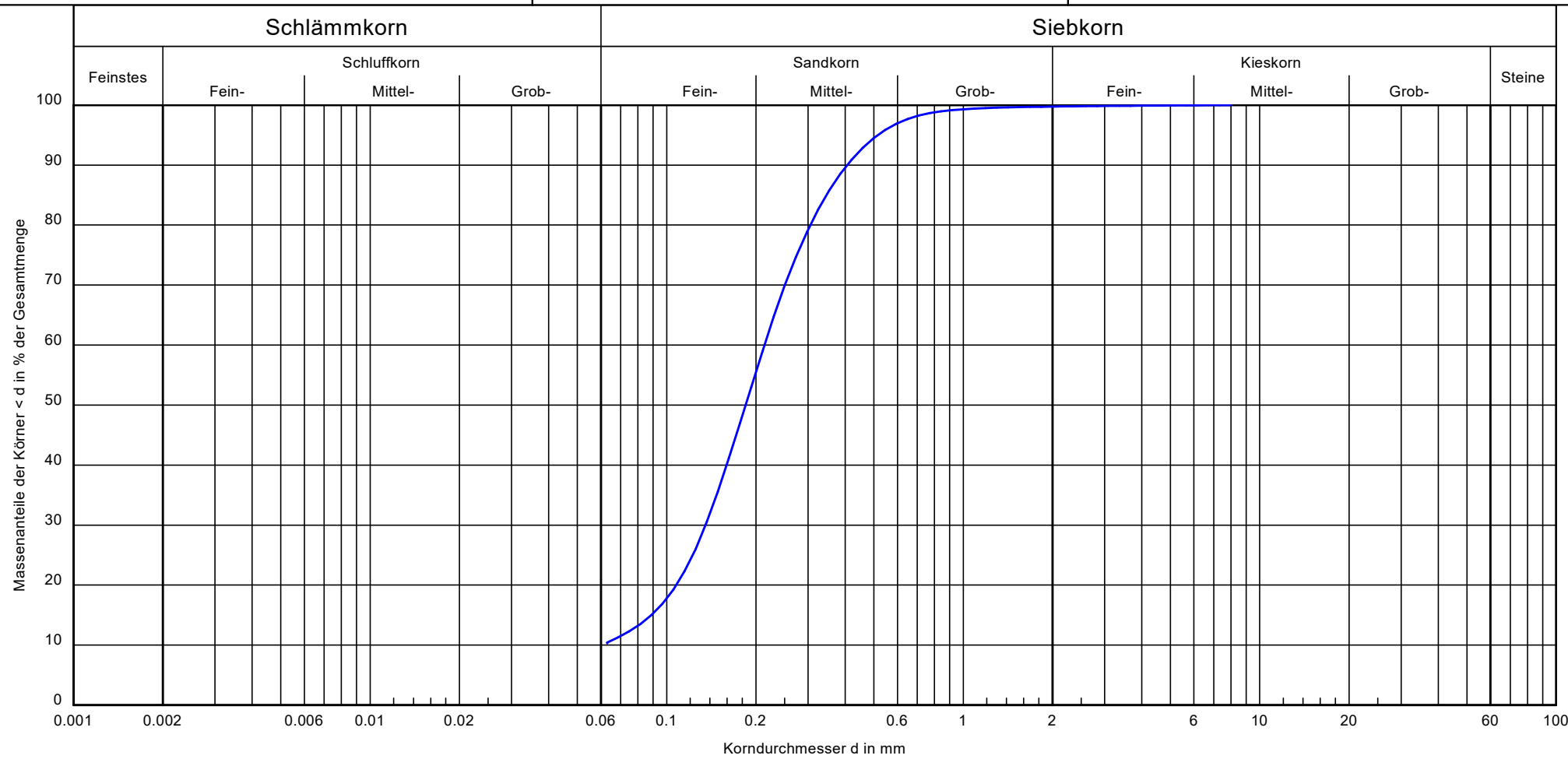
Bearbeiter: ct, ms

Datum: 05.03.2021

Körnungslinie

Neubau von drei Mehrfamilienhäusern
Storchenweg in 46499 Hamminkeln-Mehrhoog

Projekt-Nr.: 2101-4277-2
Probe entnommen am: 01.03.2021
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RKS 4
Bodenart:	fS, mS, u'
Tiefe:	0,4 - 1,6
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Bialas):	2,1 E-05
Bodengruppe:	SU
Frostsicherheit:	F2

Bemerkungen:

Bericht: 4277-2
Anlage: 3.3

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

OWS
Ingenieurgeologen

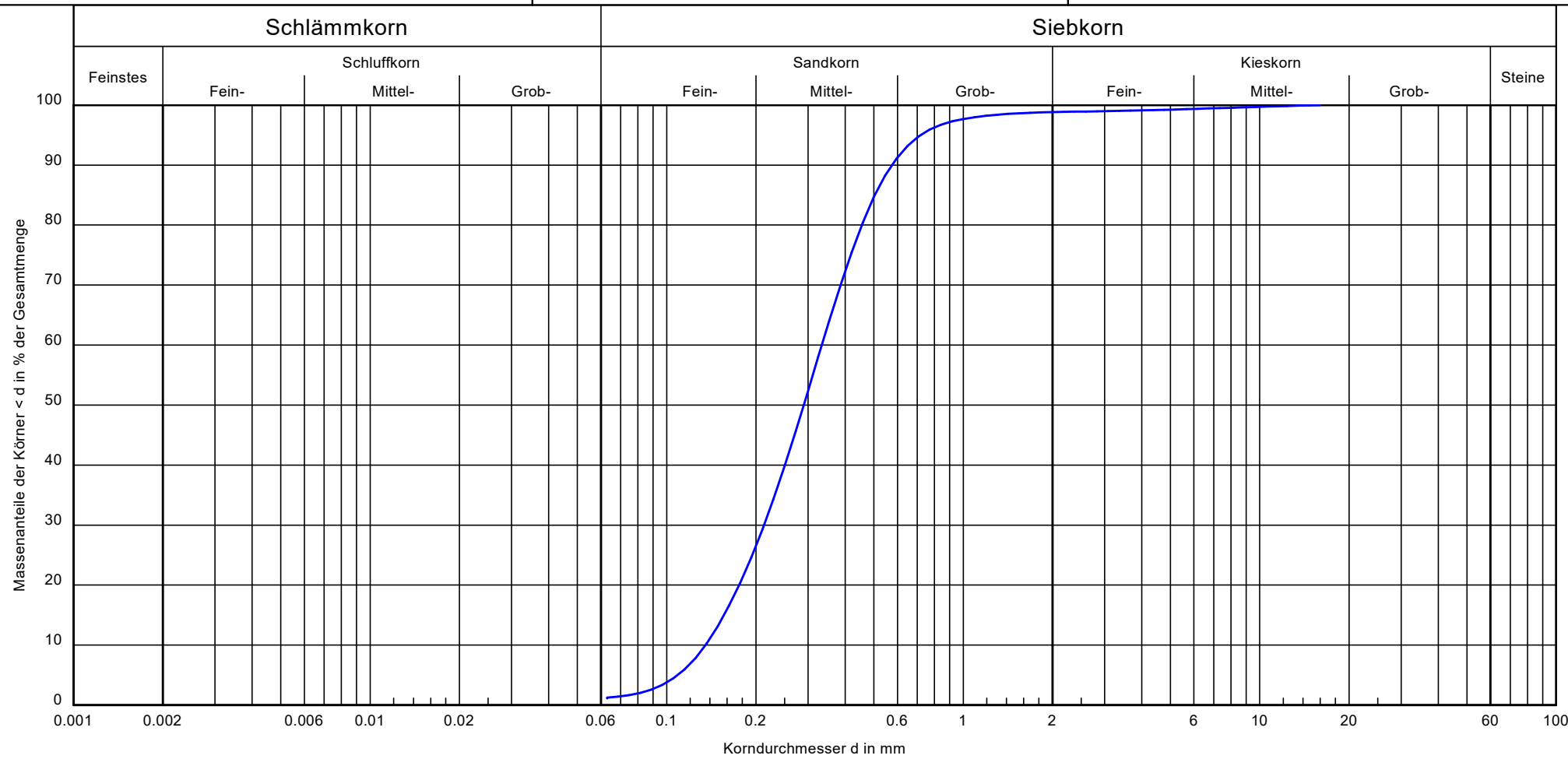
Bearbeiter: ct, ms

Datum: 05.03.2021

Körnungslinie

Neubau von drei Mehrfamilienhäusern
Storchenweg in 46499 Hamminkeln-Mehrhoog

Projekt-Nr.: 2101-4277-2
Probe entnommen am: 01.03.2021
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RKS 5
Bodenart:	mS, fs, gs'
Tiefe:	2,5 - 5,0
U/Cc:	2.5/1.0
k [m/s] (Beyer):	$1.8 \cdot 10^{-4}$
Bodengruppe:	SE
Frostsicherheit:	F1

Bemerkungen:

Bericht: 4277-2
Anlage: 3.4

OWS
Ingenieurgeologen

2101-4277-2: Neubau von drei Mehrfamilienhäusern, Storchenweg in 46499 Hamminkeln	
Homogenbereich O	**Anlage 4.1**
Humoser Oberboden, z. T. anthropogen überprägt	

Nr.	Kennwerte / Eigenschaft	Wert	Einheit
1	Korngrößenverteilung (mit Körnungsbändern)	n. b.	
2a	Anteil Steine, D > 63 mm	< 10	%
2b	Anteil Blöcke, D > 200 mm	0	%
2c	Anteil Blöcke, D > 630 mm	0	%
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine u. Blöcke	Naturstein, Ziegelbruch, Bauschutt	
4	Dichte ρ	1,65-1,75	g/cm^3
5	Kohäsion c'	0-5	kN/m^2
6	undränierte Scherfestigkeit c_u	/	kN/m^2
7	Sensitivität S	n. b.	
8	Wassergehalt w_n	n. b.	%
9	Konsistenz	/	
10	Konsistenzzahl I_C	/	
11	Plastizität	/	
12	Plastizitätszahl I_P	/	%
13	Durchlässigkeit k	5×10^{-05} bis 1×10^{-06}	m/s
14	Lagerungsdichte D	0,15-0,30	
15	Kalkgehalt	n. b.	%
16	Sulfatgehalt	n. b.	
17	Organischer Anteil V_{gl}	≤ 8	%
18	Benennung und Beschreibung organischer Böden	humos	
19	Abrasivität	nicht abrasiv bis kaum abrasiv	
20	Bodengruppe gem. DIN 18196	OH/OU / A [OH/OU]	
21	ergänzend ortsübliche Bezeichnung	/	

n. b. = nicht bestimmt

n. e. = nicht erforderlich

OWS
Ingenieurgeologen

2101-4277-2: Neubau von drei Mehrfamilienhäusern, Storchenweg in 46499 Hamminkeln	
Homogenbereich B	**Anlage 4.2**
Sand	

Nr.	Kennwerte / Eigenschaft	Wert	Einheit
1	Korngrößenverteilung (mit Körnungsbändern)	vgl. Anl. 3.1 bis 3.4	
2a	Anteil Steine, D > 63 mm	0	%
2b	Anteil Blöcke, D > 200 mm	0	%
2c	Anteil Blöcke, D > 630 mm	0	%
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine u. Blöcke	n. e.	
4	Dichte ρ	1,80-1,85	g/cm^3
5	Kohäsion c'	0-5	kN/m^2
6	undränierte Scherfestigkeit c_u	/	kN/m^2
7	Sensitivität S	n. b.	
8	Wassergehalt w_n	3-16	%
9	Konsistenz	/	
10	Konsistenzzahl I_C	/	
11	Plastizität	/	
12	Plastizitätszahl I_P	/	%
13	Durchlässigkeit k	3×10^{-04} bis 3×10^{-07}	m/s
14	Lagerungsdichte D	0,20-0,50	
15	Kalkgehalt	n. b.	%
16	Sulfatgehalt	n. b.	
17	Organischer Anteil V_{gl}	≤ 1	%
18	Benennung und Beschreibung organischer Böden	/	
19	Abrasivität	kaum abrasiv bis schwach abrasiv	
20	Bodengruppe gem. DIN 18196	SE/SI/SU/ST/SU*/ST*	
21	ergänzend ortsübliche Bezeichnung	/	

n. b. = nicht bestimmt

n. e. = nicht erforderlich