

## BAUGRUND-GUTACHTEN

zum Neubau eines EDEKA-Marktes  
am Stadtweg in Langenhagen

### Auftraggeber

EDEKA-MIHA  
Immobilien-Service GmbH  
Wittelsbacherallee 61  
32427 Minden

### Auftrag vom

26.02.2019

### Projekt

Neubau eines EDEKA-Marktes  
am Stadtweg in Langenhagen

### Projektnummer

G5263101

### Datum

16.05.2019

### Ausfertigung

pdf

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung und Rahmensituation .....</b>	<b>3</b>
1.1	Standortbeschreibung .....	3
1.2	Geotechnische Kategorie .....	3
1.3	Vorgehensweise und Untersuchungsumfang .....	4
1.3.1	Sondierarbeiten .....	4
1.3.2	Laboranalysen .....	5
<b>2</b>	<b>Geologische Rahmensituation .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Untersuchungsergebnisse .....</b>	<b>5</b>
3.1	Bodenprofil und Baugrund .....	5
3.2	Grundwasser und Bemessungsgrundwasserstand .....	6
3.3	Standfestigkeit und Tragfähigkeit .....	6
3.4	Altlasten .....	7
<b>4</b>	<b>Bodenmechanische und chemisch-physikalische Laboranalysen .....</b>	<b>7</b>
4.1	Kornverteilungsanalysen .....	7
4.2	Wassergehaltsbestimmungen .....	8
4.3	Deklarationsanalyse .....	9
<b>5</b>	<b>Bautechnische Eigenschaften .....</b>	<b>10</b>
5.1	Bodenklassifizierung .....	10
5.2	Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeit .....	11
5.3	Bodenmechanische Kennwerte .....	12
<b>6</b>	<b>Bautechnische Hinweise und Empfehlungen .....</b>	<b>12</b>
6.1	Erdarbeiten .....	12
6.2	Baugrubenaushub und Wasserhaltung .....	13
6.3	Bauwerksabdichtung .....	13
6.4	Arbeitsraumverfüllung .....	14
6.5	Kanalbau .....	15
6.6	Verkehrsflächenbau .....	16
<b>7</b>	<b>Bautechnische Hinweise zum Regenrückhaltebecken .....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Versickerungseignung und Berechnung einer Versickerungsmulde .....</b>	<b>18</b>
<b>9</b>	<b>Bodenpressung und Gründung .....</b>	<b>20</b>
9.1	Streifen- und Einzelfundamente .....	20
9.2	Bodenplatte .....	21
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>22</b>

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Lageplan mit Untersuchungspunkten
Anlage 2:	Schichtenverzeichnisse (DIN 14688-1 / 14689-1)
Anlage 3:	Bodenprofile (DIN 4023) und Rammsondierungen (DIN 22476-2)
Anlage 4:	Bodenmechanische Laboranalysen (DIN 17892-1, DIN 17892-4)
Anlage 5:	Probennahmeprotokoll nach LAGA PN 98
Anlage 6:	Protokoll der chemisch-physikalischen Laboranalysen
Anlage 7:	Berechnung einer Versickerungsmulde
Anlage 8:	Setzungs- und Grundbruchberechnungen (DIN 4017, DIN 4019, EC 7)

## 1 Veranlassung und Rahmensituation

Die **EDEKA-MIHA Immobilien-Service GmbH** (Minden) beabsichtigt den Bau eines EDEKA-Marktes am Stadtweg in 30855 Langenhagen-Engelbostel (Gemarkung Engelbostel, Flur 4, Flurstücke 283/1, 284/4, 285/2, 286/2, 286/4 und 286/6).

Die Grundfläche des EDEKA-Marktes beträgt 2.122 m<sup>2</sup>. Die Verkehrsflächen sind auf einer Fläche von 5.180 m<sup>2</sup> geplant.

Südöstlich des Baufeldes bzw. an der *Hannoversche Straße* soll ein Regenrückhaltebecken gebaut werden. Entsprechend der Empfehlung vom 25.03.2019 wird jedoch derzeit auch eine Entwässerung des Grundstücks über eine Versickerungsanlage in Betracht gezogen.

Im Zuge der weiteren Ausführungsplanung wurde das Ingenieurbüro **GeoAnalytik Dr. Loh** (Bünde) am 26.02.2019 beauftragt, eine Baugrunduntersuchung durchzuführen. Dazu wurden die Boden- und Grundwasserverhältnisse stichprobenartig geprüft und im Hinblick auf Planung, Ausschreibung und Ausführung beurteilt.

Für die Bearbeitung wurden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

**U 1:** Übersichtsplan - Vorabzug (Plan-Nr. V-GRÜ-01-h, 14.03.2018, M 1:200)

**U 2:** Flurkarte (25.07.2018, Maßstab 1:1.000)

**U 3:** Lageplan RRB / Flachmulde als Kopie (18.03.2019, ohne Maßstab)

Der Lageplan **U 1** wurde als Grundlage für den in Anlage 1 beigefügten Lageplan mit Kennzeichnung der Untersuchungspunkte genutzt.

Die Sondierarbeiten wurden in zwei Einsätzen am 20.03. und 21.03.2019 ausgeführt.

Die Untersuchungsergebnisse und die daraus abzuleitenden Konsequenzen für das Bauvorhaben sind Gegenstand des vorliegenden Berichtes.

Mit E-Mail vom 25.03.2019 wurden erste planungsrelevante Ergebnisse der geotechnischen Baugrunderkundung vorgelegt. Die vollständigen Untersuchungsergebnisse und die daraus abzuleitenden Konsequenzen für das Bauvorhaben sind Gegenstand des vorliegenden Berichtes.

### 1.1 Standortbeschreibung

Das Baufeld liegt auf einem 10.980 m<sup>2</sup> großen Gelände in Langenhagen-Engelbostel in der Kreuzung *Stadtweg* und *Hannoversche Straße*.

Das Gelände weist ein südöstliches Gefälle auf, wobei zwischen den Bohransatzpunkten ein maximaler Höhenunterschied von etwa 1,6 m besteht.

Das Umfeld ist durch landwirtschaftliche Nutzflächen, den *Soccerpark Langenhagen* und Wohnbebauung gekennzeichnet.

### 1.2 Geotechnische Kategorie

Im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund ist das Bauvorhaben nach DIN 1054 bzw. DIN 4020 in die **geotechnische Kategorie GK 2** (mittlerer Schwierigkeitsgrad) einzustufen.

Somit entspricht die vorliegende Untersuchung einer Voruntersuchung im Sinne des maßgebenden Normenwerkes (DIN 4020, DIN 1997-1, DIN 1997-2). Zur vertiefenden Klärung von Detailfragen können somit weitere Untersuchungen erforderlich werden.

### 1.3 Vorgehensweise und Untersuchungsumfang

#### 1.3.1 Sondierarbeiten

Zur Prüfung und Aufnahme der Baugrundbeschaffenheit wurden unter Berücksichtigung der eingeholten Kabel- und Leitungspläne im Grundriss des geplanten Marktgebäudes fünf Rammkernsondierungen (RKS, DIN 22475-1, DN 50 - 36 mm) bis 7,0 m unter OK Gelände abgeteuft.

Im Bereich der Verkehrsflächen und des Regenrückhaltebeckens wurden drei Rammkernsondierungen bis 3,0 m unter OK Gelände abgeteuft.

Die in den Sondierungen aufgeschlossenen Böden wurden organoleptisch auf eventuelle Belastungen sowie bodenuntypische Bestandteile geprüft und nach genetischen und ingenieurgeologischen Gesichtspunkten in Schichtenverzeichnissen nach DIN 14688-1 / DIN 14689-1 aufgezeichnet (vgl. Anlage 2).

Die Bodenprofile sind in Anlage 3 nach DIN 4023 graphisch dargestellt.

Aus den Sondierungen wurden 50 schichtenspezifische Bodenproben der Güteklasse 3 (DIN 1997-2 bzw. DIN 22475-1) als Rückstellproben bzw. für labortechnische Analysen entnommen. Soweit von der *EDEKA-MIHA GmbH* nicht anders bestimmt, werden die Proben bis 3 Monate nach Gutachtenerstellung aufbewahrt und anschließend entsorgt.

Zur Ermittlung der Lagerungsdichte bzw. der Konsistenz und zur Beurteilung der Stand- und Scherfestigkeit und somit der Tragfähigkeit der Böden wurden parallel zu den Rammkernsondierungen im Grundriss des Marktgebäudes fünf mittelschwere Rammsondierungen (DPM, DIN 22476-2) mit gleichen Endteufen ausgeführt.

Die Rammergebnisse wurden in Rammprotokollen aufgezeichnet und als Rammdiagramme den entsprechenden Bodenprofilen in Anlage 3 gegenübergestellt sind.

Die Höhe der Bohransatzpunkte wurde mit Bezug auf einen Kanaldeckel mit unbekannter NN-Höhe (BP = 0,00 m rel.) in der *Hannoversche Straße* vor Flurstück 284/4 eingemessen.

Die Lage der Untersuchungspunkte und des Bezugspunktes ist dem Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen. Die Daten der Sondierungen sind in Tabelle 1 dargestellt:

**Tabelle 1: Daten der Ramm- und Rammkernsondierungen**

DPM / RKS	Endteufe [m GOK]	Höhe [m rel.]	Lage des Ansatzpunktes	
DPM 1 / RKS 1	7,0 / 7,0	-0,69	Marktgebäude	SW-Ecke im Grundriss
DPM 2 / RKS 2	7,0 / 7,0	-0,40		NW-Ecke im Grundriss
DPM 3 / RKS 3	7,0 / 7,0	-0,35		mittig im Grundriss
DPM 4 / RKS 4	7,0 / 7,0	-0,48		SE-Ecke im Grundriss
DPM 5 / RKS 5	7,0 / 7,0	-0,38		NE-Ecke im Grundriss
----- / RKS 6	---- / 3,0	-0,62	Verkehrsflächen	Ein- und Ausfahrt
----- / RKS 7	---- / 3,0	-0,36		südlicher Bereich
----- / RKS 8	---- / 3,0	-1,24	RRB	östlicher Bereich
<b>Summe:</b>	<b>35,0 / 44,0</b>	<b>lfdm</b>		

Der Untergrund wurde in den Rammsondierungen in 35,0 lfd. Metern und in den Rammkernsondierungen in 44,0 lfd. Metern aufgeschlossen und beurteilt.

### 1.3.2 Laboranalysen

Zur Bodenklassifizierung und Beurteilung der bodenmechanischen Eigenschaften und Kennwerte wurden vier Bodenproben nach DIN 17892-4 hinsichtlich Kornverteilung geprüft.

Weiterhin wurde an sechs Bodenproben nach DIN 17892-1 der natürliche Wassergehalt bestimmt.

Hinsichtlich Verwertung bzw. Entsorgung von Aushubböden wurden die natürlich gewachsenen Böden in einer Mischprobe nach LAGA TR Boden im Feststoff (Tab. II. 1.2-4) und im Eluat (Tab. II. 1.2-5) untersucht.

## 2 Geologische Rahmensituation

Das Untersuchungsgebiet liegt nach Aussagen der Geologischen Karte von Niedersachsen (Blatt 3524 Langenhagen, 1:25.000) im Bereich quartärer Böden, wobei im Baufeld Schmelzwassersande (Pleistozän, Saale-Kaltzeit) anstehen.

Der in den Sondierungen nicht aufgeschlossene Festgesteins-Untergrund ist nach dem Kartenserver des Niedersächsischen Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) näherungsweise in einer Tiefe von  $\pm 50$  m unter OK Gelände zu erwarten.

## 3 Untersuchungsergebnisse

### 3.1 Bodenprofil und Baugrund

Im Baufeld ist als natürlich gewachsener Untergrund das folgende, mit allen Einschränkungen einer Verallgemeinerung gültige Baugrundprofil zu erwarten:

**Tabelle 2: Bodenprofil**

Schicht 1:	bis $\geq 0,20 - 0,45$ m GOK	Mutterboden	Holozän
Mutterboden (Sand, schwach schluffig bis schluffig), humos / durchwurzelt, schwarzbraun, nicht tragfähig.			
Schicht 2:	bis ET $\geq 3,0 - 7,0$ m GOK	Schmelzwassersande	Pleistozän
Sand, schwach schluffig, schwach kiesig, in RKS 4 u. 6 oberflächennah Sand, schluffig, schwach tonig, hellbraun bis braun oder gelbbraun, schwach feucht bis nass, locker bis mitteldicht gelagert bzw. in RKS 4 u. 6 steifkonsistent, ab $\pm 4$ m mitteldicht gelagert, ausreichend standfest und tragfähig.			

Das beschriebene Bodenprofil ist in Säulenprofilen nach DIN 4023 in Anlage 3 dargestellt.

Die Tiefenangaben entsprechen den in den Bodenaufschlüssen ermittelten Werten. Es kann erfahrungsgemäß nicht ausgeschlossen werden, dass außerhalb des Homogenbereiches der Sondierungen abweichende Schichtstärken und -folgen auftreten können, was insbesondere für anthropogen geprägte Böden gilt.

### 3.2 Grundwasser und Bemessungsgrundwasserstand

Die aus den Sondierergebnissen abzuleitenden Grundwasserverhältnisse sind in Tabelle 3 dargestellt:

**Tabelle 3: Grundwasserstände März 2019**

Sondierung	Lage	GW angebohrt / eingemessen [m GOK]	Bemerkungen
RKS 1	Markt- gebäude	2,30 / 2,30	Bohrloch offen bis 2,80 m GOK
RKS 2		2,20 / 2,20	Bohrloch offen bis 2,90 m GOK
RKS 3		2,40 / 2,40	Bohrloch offen bis 2,50 m GOK
RKS 4		2,30 / 2,30	Bohrloch offen bis 2,35 m GOK
RKS 5		2,20 / -----*	Bohrloch offen bis 2,20 m GOK
RKS 6	Verkehrs- flächen	2,00 / 2,00	Bohrloch offen bis 2,10 m GOK
RKS 7		2,20 / -----*	Bohrloch offen bis 2,00 m GOK
RKS 8	RRB	1,60 / 1,70	Bohrloch offen bis 1,90 m GOK

\*Einmessen aufgrund von Zufallen / Zufließen des Bohrloches nicht möglich

Grundwasser wurde in den Sondierungen ab  $\geq 1,6$  m unter OK Gelände festgestellt.

Wasserhaltungsmaßnahmen werden für den Aushub der Fundamentgruben und der Anlieferungsrampe somit voraussichtlich nicht erforderlich sein.

Hinsichtlich Bauwerksabdichtung und Statik kann der Bemessungsgrundwasserstand unter der Gründungssohle bzw. bei etwa 1,5 m unter OK Gelände angesetzt werden.

Im Bereich des tieferliegenden Regenrückhaltebeckens ist der Bemessungsgrundwasserstand hinsichtlich Versickerung bei 1,2 m unter OK Gelände anzusetzen.

### 3.3 Standfestigkeit und Tragfähigkeit

Aufgrund organischer Bestandteile ist Mutterboden nach DIN 18196 als Lastboden grundsätzlich ungeeignet und im Baufeld abzutragen. Bei geeigneten organischen Anteilen, die durch entsprechende Analysen zu quantifizieren sind, kann grundsätzlich eine Verbesserung bzw. Verfestigung mit Bindemitteln in Betracht kommen.

Die Beurteilung der Stand- und Scherfestigkeit und damit der Tragfähigkeit der unter dem Mutterboden anstehenden Böden durch mittelschwere Rammsondierungen (DPM, DIN 22476-2) und manuelle Prüfung der bindigen Böden nach DIN 14688-1 ergab folgende Befunde:

#### Schicht 2: Schmelzwassersande

Die überwiegend nichtbindigen Sandböden sind locker bis mitteldicht gelagert bzw. ab etwa 3,5 m GOK mitteldicht gelagert und damit insgesamt ausreichend standfest und entsprechend tragfähig.

Die bereichsweise in Oberflächennähe anstehenden, schwach bindigen Sande sind steifkonsistent und damit ebenfalls ausreichend standfest und tragfähig.

Im Sinne der DIN 1054 kann i.d.R. ab steifer Konsistenz bindiger Böden bzw. mitteldichter Lagerung nichtbindiger Böden ausreichende Tragfähigkeit angenommen werden. Somit ist auf der Grundlage der Sondierergebnisse zusammenfassend festzustellen, dass der Untergrund für das Marktgebäude ausreichend bis gut tragfähig sein wird.

Für die Verkehrsflächen sind im Erdplanum ebenfalls ausreichend standfeste und entsprechend tragfähige Böden zu erwarten.

Die Rammprotokolle und Rammdiagramme sind in Anlage 3 neben den entsprechenden Bodenprofilen dargestellt.



### 3.4 Altlasten

An der Geländeoberfläche und am Bohrgut aus den Sondierungen waren keine Hinweise auf umwelt- und entsorgungsrelevante Bodenbelastungen bzw. Altlasten festzustellen.

Dennoch ist grundsätzlich zu empfehlen, insbesondere bei Erdarbeiten in anthropogen geprägten Böden besonderes Augenmerk auf bodenuntypische Bestandteile sowie entsprechende Verfärbungen und Gerüche zu richten.

Für die Verwertung bzw. Entsorgung von Aushubböden ist die in Kap. 4.3 dargestellte Deklarationsanalyse zu beachten.

## 4 Bodenmechanische und chemisch-physikalische Laboranalysen

### 4.1 Kornverteilungsanalysen

Zur Bodenklassifizierung und Beurteilung der bodenmechanischen Eigenschaften und Kennwerte wurden an vier Bodenproben Kornverteilungsanalysen (DIN 17892-4) ausgeführt:

**Tabelle 4: Kornverteilungsanalysen und Bodengruppen**

Probe	Kornverteilung [DIN 17892-4]	Bodengruppen [DIN 18196]
RKS 1/3 (1,30 - 2,40 m)	Sand	SE
RKS 4/4 (0,85 - 1,20 m)	Sand, schwach tonig, schwach schluffig	SU*
RKS 5/2 (0,30 - 2,20 m)	Sand	SE
RKS 8/2 (0,45 - 1,60 m)	Sand, schwach schluffig	SU

Die Sande entsprechen „gemischt- bis grobkörnigen Böden“ der Bodengruppen SU\* - SU - SE.

Die vollständige Kornverteilung mit prozentualen Massenanteilen (T / U / S / G) ist den Körnungslinien in Anlage zu entnehmen.

Soweit unter Berücksichtigung der Ausschlusskriterien (Feinkornanteil, Ungleichförmigkeit) zulässig, sind rechnerisch nach USBR (UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION), HAZEN und BEYER aus der Kornverteilung folgende Durchlässigkeiten zu bestimmen:

**Tabelle 5: Durchlässigkeitsermittlung aus der Kornverteilung**

Probe	Bodengruppen [DIN 18196]	Durchlässigkeit k [m/s] nach			Bewertung [DIN 18130]
		USBR	HAZEN	BEYER	
RKS 1/3	SE	$3,7 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-4}$	stark durchlässig
RKS 4/4	SU*	$2,7 \times 10^{-6}$	nicht zulässig		durchlässig
RKS 5/2	SE	$4,1 \times 10^{-5}$	$1,3 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-4}$	stark durchlässig
RKS 8/2	SU	$2,0 \times 10^{-5}$	$6,3 \times 10^{-5}$	$5,5 \times 10^{-5}$	durchlässig

Die nicht- bis schwach bindigen Sande sind im Sinne der DIN 18130 „durchlässig bis stark durchlässig“.

Nach DWA-A 138 sind Sieblinienauswertungen im Hinblick auf die Bemessung von Versickerungen mit Faktor 0,2 zu korrigieren:

Tabelle 6: nach ATV-DWA korrigierte Durchlässigkeit

Probe	Bodengruppen [DIN 18196]	Durchlässigkeit k [m/s] nach			Bewertung [DIN 18130]
		USBR	HAZEN	BEYER	
RKS 1/3	SE	$7,4 \times 10^{-6}$	$3,0 \times 10^{-5}$	$2,6 \times 10^{-5}$	durchlässig
RKS 4/4	SU*	$5,4 \times 10^{-7}$	-		gering durchlässig
RKS 5/2	SE	$8,2 \times 10^{-6}$	$2,6 \times 10^{-5}$	$2,2 \times 10^{-5}$	durchlässig
RKS 8/2	SU	$4,0 \times 10^{-6}$	$1,3 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-5}$	durchlässig

Die nichtbindigen Sande sind nach der rechnerischen Ermittlung aus der Kornverteilung „durchlässig“. Die schwach bindigen Sande sind nach der Korrektur „gering durchlässig“.

Die nach ATV korrigierte mittlere Durchlässigkeit der Sande ist mit  $k = 1,5 \times 10^{-5}$  m/s anzugeben.

Für die Bemessung der Versickerungsanlage ist auf der sicheren Seite liegend eine mittlere Durchlässigkeit der Böden von  $k = 8,0 \times 10^{-6}$  m/s anzusetzen.

#### 4.2 Wassergehaltsbestimmungen

Die Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes nach DIN 17892-1 an sechs Proben ergab folgende Werte:

Tabelle 7: Wassergehaltsanalysen

Probe	Bodengruppen	Wassergehalt [%]	Bewertung
RKS 1/3 (1,30 - 2,40 m)	SE	15,58	stark feucht bis nass
RKS 2/2 (0,30 - 1,20 m)	SE	5,17	schwach feucht
RKS 3/2 (0,40 - 0,80 m)	SU	10,46	feucht bis stark feucht
RKS 4/4 (0,85 - 1,20 m)	SU*	11,48	schwach feucht bis feucht
RKS 5/2 (0,30 - 2,20 m)	SE	7,20	schwach feucht
RKS 8/2 (0,45 - 1,60 m)	SE	13,02	stark feucht

Die Sande über dem Grundwasser sind „*schwach bis stark feucht*“.

Das Laborprotokoll ist in Anlage 4 beigefügt.

### 4.3 Deklarationsanalyse

Im Hinblick auf die Verwertung bzw. Entsorgung von Aushubböden wurden die natürlich gewachsenen Sande in einer charakteristischen Mischprobe im Labor *WESSLING GmbH* (Altenberge) auf die Parameter nach LAGA M 20<sup>1)</sup> im Feststoff (Tab. II.1.2-4) und im Eluat (Tab. II.1.2-5) analysiert.

Für die Analyse wurde folgende Boden-Mischprobe (BMP) gebildet:

**Tabelle 8: Zusammenstellung der Laborprobe**

Probenbezeichnung:	Bereich [m GOK]	RKS / Probe
BMP Sandböden	0,20 - 2,50	1/2 + 1/3 + 2/2 + 2/3 + 3/2 + 3/3 + 4/2 - 4/5 + 5/2 + 6/2 - 6/4 + 7/2 + 7/3 + 8/2

Die Laborergebnisse sind in Tabelle 9 den LAGA-Zuordnungswerten für Sandböden gegenübergestellt.

**Tabelle 9: Deklarationsanalyse an natürlich gewachsenen Sandböden**

Parameter:	Einheit	BMP Sandböden	LAGA-Zuordnungswerte			
		Feststoff	Z 0	Z 1	Z 2	
TOC	[Masse-%]	0,15	0,5 (1)	1,5	5	
Cyanide <sub>ges.</sub>	[mg/kg]	0,17	-	3	10	
EOX	[mg/kg]	< 0,5	1	3	10	
KW <sub>C10-C22</sub>	[mg/kg]	< 50	100	300	1.000	
KW <sub>C10-C40</sub>	[mg/kg]	< 50	100	600	2.000	
∑ BTEX	[mg/kg]	n.b.*	1	1	1	
∑ LHKW	[mg/kg]	n.b.*	1	1	1	
∑ PAK	[mg/kg]	n.b.	3	3 (9)	30	
B(a)P	[mg/kg]	< 0,02	0,3	0,9	3	
∑ PCB	[mg/kg]	n.b.*	0,05	0,15	0,5	
Arsen	[mg/kg]	< 2,0	10	45	150	
Blei	[mg/kg]	5,2	40	210	700	
Cadmium	[mg/kg]	< 0,4	0,4	3	10	
Chrom <sub>ges.</sub>	[mg/kg]	8,7	30	180	600	
Kupfer	[mg/kg]	< 5,0	20	120	400	
Nickel	[mg/kg]	6,6	15	150	500	
Quecksilber	[mg/kg]	< 0,1	0,1	1,5	5	
Thallium	[mg/kg]	< 0,4	0,4	2,1	7	
Zink	[mg/kg]	15	60	450	1.500	
		<b>Eluat</b>	<b>Z 0</b>	<b>Z 1.1</b>	<b>Z 1.2</b>	<b>Z 2</b>
pH - Wert	-	6,8	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	
Leitfähigkeit	[µS/cm]	18,3	250	250	1.500	2.000
Chlorid	[mg/l]	< 1,0	30	30	50	100
Sulfat	[mg/l]	2,0	20	20	50	200
Cyanide <sub>ges.</sub>	[µg/l]	< 5	5	5	10	20
Phenolindex	[µg/l]	< 10	20	20	40	100
Arsen	[µg/l]	< 5,0	14	14	20	60
Blei	[µg/l]	< 2,0	40	40	80	200
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	1,5	1,5	3	6
Chrom <sub>ges.</sub>	[µg/l]	< 5,0	12,5	12,5	25	60
Kupfer	[µg/l]	< 5,0	20	20	60	100
Nickel	[µg/l]	< 5,0	15	15	20	70
Quecksilber	[µg/l]	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	[µg/l]	< 5,0	150	150	200	600

\*n.b.: nicht berechenbar bzw. unterhalb der Nachweisgrenze

<sup>1)</sup> LAGA M20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II - Technische Regeln für die Verwertung - TR Boden (05.11.2004)

Die **Sandböden** sind verwertungs- und abfallrechtlich vollkommen unauffällig und dementsprechend in die **Einbauklasse Z 0** einzustufen. Entsprechende Böden sind somit für einen *uneingeschränkten, offenen Wiedereinbau* geeignet.

Das Probennahmeprotokoll ist in Anlage 5, das Laborprotokoll in Anlage 6 beigefügt.

## 5 Bautechnische Eigenschaften

### 5.1 Bodenklassifizierung

Die in den Sondierungen aufgeschlossenen Böden sind hinsichtlich *Bodenarbeiten* (DIN 18915) und *Landschaftsbauarbeiten* (DIN 18320) sowie *Erdarbeiten* (DIN 18300), *Bohrarbeiten* (DIN 18301) und *Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten* (DIN 18304) in folgende Homogenbereiche einzuteilen:

**Tabelle 10.1: Homogenbereich 'Boden 1'**

Homogenbereich	Boden 1		
Ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden		
Korngrößenverteilung [Massen-%]	≤ 0,06 mm	> 0,06 - 2,0 mm	> 2,0 - 63 mm
	5 - 20	70 - 95	0 - 15
Anteil Steine / Blöcke [Massen-%]	> 63 - 200 mm	> 200 - 630 mm	> 630 mm
	< 10	< 5	< 5
Bodengruppen (DIN 18196)	OH		
Bodenklassen (DIN 18300 alt)	1		
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,6 - 1,7		
undr. Scherfestigkeit [c <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup> ]	0		
Wassergehalt [%]	12 - 30		
Plastizitätszahl I <sub>p</sub>	-		
Konsistenzzahl I <sub>c</sub>	-		
Lagerungsdichte I <sub>d</sub> [%]	5 - 35		
Organischer Anteil [%]	≥ 2		
Einbauklasse nach LAGA M 20	nicht analysiert		

**Tabelle 10.2: Homogenbereich 'Boden 2'**

Homogenbereich	Boden 2		
Ortsübliche Bezeichnung	Sandböden		
Korngrößenverteilung [Massen-%]	≤ 0,06 mm	> 0,06 - 2,0 mm	> 2,0 - 63 mm
	0 - 15	70 - 100	0 - 30
Anteil Steine / Blöcke [Massen-%]	> 63 - 200 mm	> 200 - 630 mm	> 630 mm
	< 10	< 5	< 5
Bodengruppen (DIN 18196)	SU, SE		
Bodenklassen (DIN 18300 alt)	3		
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,7 - 1,9		
undr. Scherfestigkeit [c <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup> ]	0		
Wassergehalt [%]	3 - 20		
Plastizitätszahl I <sub>p</sub>	-		
Konsistenzzahl I <sub>c</sub>	-		
Lagerungsdichte I <sub>d</sub> [%]	20 - 80		
Organischer Anteil [%]	0 - 1		
Einbauklasse nach LAGA M 20	Z 0		

Tabelle 10.3: Homogenbereich 'Boden 3'

Homogenbereich	Boden 3		
Ortsübliche Bezeichnung	bindige Sandböden		
Korngrößenverteilung [Massen-%]	≤ 0,06 mm 15 - 30	> 0,06 - 2,0 mm 65 - 85	> 2,0 - 63 mm 0 - 15
Anteil Steine / Blöcke [Massen-%]	> 63 - 200 mm < 10	> 200 - 630 mm < 5	> 630 mm < 5
Bodengruppen (DIN 18196)	SU*		
Bodenklassen (DIN 18300 alt)	4		
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,7 - 1,9		
undr. Scherfestigkeit [c <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup> ]	40 - 100		
Wassergehalt [%]	8 - 20		
Plastizitätszahl I <sub>p</sub>	0,00 - 0,02		
Konsistenzzahl I <sub>c</sub>	≥ 0,75		
Lagerungsdichte I <sub>d</sub> [%]	-		
Organischer Anteil [%]	0 - 1		
Einbauklasse nach LAGA M 20	Z 0		

In der Ausschreibung der Erdarbeiten sind die drei Homogenbereiche Boden 1 (Mutterboden), Boden 2 (Sandböden) und Boden 3 (bindige Sandböden) anzuführen.

Hinsichtlich Lösen, Laden und Transportieren der Böden können die zwei Homogenbereiche 'Boden 2' und 'Boden 3' zu einem Homogenbereich zusammengefasst werden.

Mutterboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen ausgehoben wird, ist nach § 202 BauGB in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor „Vernichtung oder Vergeudung“ zu schützen.

Die genannten Homogenbereiche beruhen auf Schätz- und Erfahrungswerten. In Grenz- und Zweifelsfällen bzw. für eine eindeutige Bestimmung von Homogenbereichen sind Baggerschürfe und umfangreiche bodenmechanische Laboranalysen an ungestörten Bodenproben erforderlich.

## 5.2 Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeit

Die Frostempfindlichkeit und die Verdichtbarkeit der Böden ist nach ZTV E - StB 17 bzw. ZTV A - StB 12 wie folgt anzugeben:

Tabelle 11: Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeit

Schicht:	Frostempfindlichkeit	Verdichtbarkeit
Sandböden	nicht frostempfindlich = F1	gut verdichtbar = V 1
bindige Sandböden	sehr frostempfindlich = F3	mäßig gut verdichtbar = V2

Die nichtbindigen Sande sind „nicht frostempfindlich“ und „gut verdichtbar“ und damit voraussichtlich für einen Wiedereinbau auch in Bereichen mit statischen Anforderungen geeignet.

Die schwach bindigen Sande sind „sehr frostempfindlich“ und „mäßig gut verdichtbar“ und damit bautechnisch für einen Wiedereinbau nur bedingt geeignet. Die Verdichtbarkeit entsprechender Böden kann jedoch durch Zugabe von Bindemittel (Bodenverbesserung bzw. Bodenverfestigung) verbessert werden.

### 5.3 Bodenmechanische Kennwerte

Für Standsicherheits- sowie Setzungs- und Grundbruchberechnungen können für die ungestörten Hauptbodenarten nach DIN 1055-2 bzw. EAU<sup>1)</sup> und EAB<sup>2)</sup> in erster Näherung die folgenden, mittleren bodenmechanischen Kennwerte als Rechenwerte angenommen werden:

**Tabelle 12: Bodenmechanische Kennwerte**

Bodengruppen	Wichte		Reibungswinkel cal. $\varphi'$ [°]	Kohäsion cal. $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul cal. $E_s'$ [MN/m <sup>2</sup> ]
	$\gamma$	cal. $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]			
SU*, steif	$\gamma$	21,5	27,5	2	15 - 20
	$\gamma'$	11,5			
SU - SE, locker - mitteldicht	$\gamma$	17,0 - 18,0	30,0 - 32,5	0	20 - 40
	$\gamma'$	9,0 - 10,0			
SU - SE, mitteldicht - dicht	$\gamma$	18,0 - 19,0	32,5 - 35,0	0	40 - 150
	$\gamma'$	10,0 - 11,0			

$\gamma$  = Wichte des erdfeuchten Bodens,  $\gamma'$  = Wichte unter Auftrieb

Die angegebenen Steifemodule entsprechen Schätzwerten und bedürfen bei Anwendung in Grenz- und Zweifelsfällen einer analytischen Überprüfung und Bestätigung.

## 6 Bautechnische Hinweise und Empfehlungen

### 6.1 Erdarbeiten

Mutterboden ist nach örtlichem Befund vollständig aus dem Gründungsbereich zu entfernen, oder mit Bindemitteln zu verfestigen. Im Hinblick auf eine Bodenbehandlung wären zunächst durch Glühverlustbestimmungen (DIN 18128) die organischen Anteile der unteren 2/3 des Mutterbodens zu bestimmen.

Die Sandböden werden nach intensiver dynamischer Verdichtung als bauzeitige Verkehrs- und Lagerflächen ausreichend tragfähig sein.

Bereiche mit höheren Anforderungen an die Tragfähigkeit (z.B. Kranstellflächen) sollten mit einer verdichteten Mineralgemisch-Tragschicht (STS 0/45) in einer Stärke von  $d_T \geq 0,3$  m befestigt werden.

Der vollständige Abtrag des Mutterbodens aus dem Gründungsbereich und der Aushub von Fundamentgräben bzw. Frostschürzen kann mit glattschneidigem Baggerlöffel ausgeführt werden.

Gründungssohlen sind stets wasserfrei zu halten und gegen Auflockerung zu schützen. Locker gelagerte Sande im Bereich der Gründungssohle sind zu verdichten.

Nichtbindige und somit verdichtbare Sande können auch in Bereichen mit statischen Anforderungen für einen Wiedereinbau geeignet sein, die bautechnische Eignung sollte jedoch im örtlichen Befund kritisch geprüft werden.

Die schwach bindigen Sande sind zum Wiedereinbau in Bereichen mit statischen Anforderungen ohne Aufbereitung mit Bindemitteln (Bodenverbesserung bzw. Bodenverfestigung) weniger gut geeignet.

<sup>1)</sup> EAU, 2012: Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“, Häfen und Wasserstraßen. 11. Auflage, Ernst & Sohn, Berlin.

<sup>2)</sup> EAB, 2012: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“. 5. Auflage, Ernst & Sohn, Berlin.

Da die Baumaßnahme nach DIN 1054 in die GK 2 einzustufen ist, sollte nach DIN 1997-1 im Hinblick auf eine eventuell erforderliche Anpassung der Gründung und der Bauwerksabdichtung durch den Baugrundsachverständigen eine abschließende Prüfung und ggf. Abnahme der Gründungssohle erfolgen. Eine entsprechende Prüfung ist insbesondere auch bei Boden- und Grundwasserverhältnissen erforderlich, die von der vorliegenden Beschreibung abweichen.

## 6.2 Baugrubenaushub und Wasserhaltung

In nichtbindigen Böden können Gräben und Gruben mit einem Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  (DIN 4124) hergestellt werden. In bindigen, mindestens steifkonsistenten Böden kann ein Böschungswinkel von  $\beta \leq 60^\circ$  zulässig sein. Auf der Grundlage der DIN 1997-1 und DIN 1054 ist bei größeren Böschungswinkeln ein Standsicherheitsnachweis nach DIN 4084 erforderlich.

Unverbaute Baugruben-Böschungen sind zum Schutz vor niederschlagsbedingter Erosion mit Folien abzudecken.

In allen Bereichen, die keine Abböschung zulassen und tiefer als 1,25 m unter OK Gelände auszuheben sind, werden Verbaumaßnahmen erforderlich. Bei der Planung, Ausschreibung und Ausführung von Verbauarbeiten ist die DIN 18303 maßgebend.

Wasserhaltungsmaßnahmen werden für den Aushub der Fundamentgruben und der Anlieferungsrampe voraussichtlich nicht erforderlich sein.

## 6.3 Bauwerksabdichtung

Bei der Bauwerksabdichtung sind die DIN 18195 (*Abdichtung von Bauwerken*) und die DIN 18533 (*Abdichtung von erdberührten Bauteilen*) maßgebend. Darüber hinaus ist die DIN 18336 (*Abdichtungsarbeiten*) zu berücksichtigen.

Durch Rinnen oder Gefälle ist Oberflächenwasser vom Gebäude abzuleiten.

In „stark durchlässigen“ Sanden mit  $k > 1 \times 10^{-4}$  m/s kann die Wassereinwirkungsklasse W1.1-E nach DIN 18533-1 (*Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser*) angesetzt und somit eine Bauwerksabdichtung gegen „Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden“ ausgeführt werden. Die Abdichtung ist nach DIN 18533-1, Kap. 8.5.1 (Tabelle 4: „Abdichtungsbauarten erdberührter Bauteile bei W1-E“) herzustellen.

Die Ausbreitung „stark durchlässiger“ Sande ist im örtlichen Befund kritisch zu prüfen. Im Hinblick auf die o.g. Abdichtung sollten entsprechende Sande unter der Bodenplatte flächendeckend in einer Schichtdicke von  $d \geq 50$  cm ausgebildet sein.

Sollten entsprechend „stark durchlässige“ Sande nicht flächendeckend-homogen im Baufeld ausgebildet sein, was bauzeitig zu prüfen ist, ist die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (*drückendes Wasser*) anzusetzen und somit eine Bauwerksabdichtung gegen „mäßige Einwirkung von drückendem Wasser  $\leq 3$  m Eintauchtiefe“ auszuführen. Die Abdichtung ist dann nach DIN 18533-1, Kap. 8.6.1 (Tabelle 5: „Abdichtungsbauarten erdberührter Bauteile bei W2.1-E“) herzustellen.

Alternativ kann bei einer Ausführung mit Dränung nach DIN 4095 die Wassereintragsklasse W1-E (*Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser*) angesetzt und eine Bauwerksabdichtung nach W1.2-E gegen „*Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung*“ ausgeführt werden. Die Abdichtung ist nach DIN 18533-1, Kap. 8.5.1 (Tabelle 4: „*Abdichtungsbauarten erdberührter Bauteile bei W1-E*“) herzustellen.

Bei einer entsprechenden Abdichtung ist zur Vermeidung von Stauwasser eine auf Dauer funktionsfähige Dränung obligatorisch, die sach- und fachgerecht nach DIN 4095 unter Bodenplatten und an erdberührten Wänden herzustellen ist. Dränschichten sind ausschließlich mit nichtbindigen, „*stark durchlässigen*“ ( $k > 1 \times 10^{-4}$  m/s) Kies-Sanden oder Drainage-Kiesen (8/16 oder 16/32) auszuführen. Die Filterstabilität ist z.B. durch den Einbau eines Trennvlieses zu gewährleisten.

Bei Flächen über 200 m<sup>2</sup> ist nach DIN 4095 eine Flächendrainage mit Drainleitungen vorzusehen.

Bei einer Ausführung der Bodenplatte in WU-Beton (*Beton mit hohem Wassereintragswiderstand*) ist nach WU-Richtlinie (DAfStB: *Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton*) in „*stark durchlässigen*“ Sanden die Beanspruchungsklasse 2 „*Bodenfeuchte*“ anzusetzen. In Böden mit einer Durchlässigkeit  $k \leq 10^{-4}$  m/s ist die Beanspruchungsklasse 1 „*ständig oder zeitweise drückendes Wasser*“ anzusetzen. In Anlehnung an LOHMEYER / EBELING<sup>1)</sup> ist weiterhin die Klassenbezeichnung BK1-zdW „*zeitweise drückendes Wasser*“ anzusetzen.

#### 6.4 Arbeitsraumverfüllung

Bei den Abdichtungsclassen W1.2-E und W2.1-E kann die Arbeitsraumverfüllung mit wenig durchlässigen Böden hergestellt werden.

Dränschichten sind nach DIN 4095 ausschließlich mit nichtbindigen, stark durchlässigen [ $k > 10^{-4}$  m/s] Kies-Sanden oder besser Drainage-Kiesen (8/16 oder 16/32) auszuführen. Die Filterstabilität ist z.B. durch den Einbau eines Trennvlieses zu gewährleisten.

In Bereichen mit statischen Anforderungen (Verkehrsflächen etc.) sind Arbeitsraumverfüllungen aus verdichtbaren Füllböden herzustellen, die auf  $\geq 98$  % der Proctordichte zu verdichten sind. Die Verdichtung entsprechender Schüttungen sollte nach DIN 1997-1 vom Baugrundsachverständigen kontrolliert und nachgewiesen werden.

<sup>1)</sup> Lohmeyer, G. / Ebeling, K., 2018: Weiße Wannen einfach und sicher - Planung und Konstruktion wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton, 11. Auflage, Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf.

## 6.5 Kanalbau

Für den Aushub von Leitungsgräben und Baugruben ist die DIN 4124 maßgebend.

Gräben und Gruben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m sind zur Gewährleistung der Standsicherheit mit ausreichendem Böschungswinkel anzulegen oder zu sichern. Bei größeren Böschungswinkeln ist gemäß DIN 1997-1 bzw. DIN 1054 die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen.

In allen Bereichen, die keine Abböschung zulassen und tiefer als 1,25 m auszuheben sind, werden zur Sicherung Verbaumaßnahmen erforderlich. Dazu können hier übliche Verbauboxen und Kanaldielen eingesetzt werden. Verbauboxen sind im Absenkverfahren einzubringen, wobei der vorausseilende Bodenaushub maximal 50 cm betragen soll. Bei der Planung, Ausschreibung und Ausführung von Verbauarbeiten ist die DIN 18303 maßgebend.

Wasserhaltungsmaßnahmen werden für die kanalbautechnischen Tiefbauarbeiten bzw. bei Aushubtiefen bis etwa 2 m unter OK Gelände nicht erforderlich sein. Bei Aushubtiefen  $> 2$  m bzw.  $\leq 0,3$  m in wassergesättigte Böden sollte eine bauzeitige, offene Wasserhaltung ausreichend sein.

Bei Aushubtiefen  $\geq 0,3$  m in die grundwassergesättigte Bodenzone ist eine vorlaufende Grundwasserabsenkung angezeigt, die über Gravitationsbrunnen auszuführen ist. Grundwasserabsenkungen sind grundsätzlich bis  $\geq 0,5$  m unter die Aushubsohle auszuführen.

Für die Auswahl der Baustoffe für Rohr-Auflager, -Einbettung und -Überschüttung sind die Vorgaben der DIN 1610 (*Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, 1997) und des ATV-DVWK-Arbeitsblattes A 139 (*Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, GFA, Juni 2001) maßgebend.

Die Bettung der Kanalrohre kann nach DIN 1610 gemäß Typ 1 (Regelausführung) erfolgen.

Als Füllböden sind grundsätzlich wasserunempfindliche und verdichtbare Böden bzw. (Kies-) Sande mit einem Schluffanteil  $\leq 5$  % einzubauen.

Die Verfüllung und Verdichtung mittels Grabenwalze sollte grundsätzlich in Lagen von  $\leq 30$  cm erfolgen.

Die Verdichtung der Grabenverfüllung sollte durch Rammsondierungen (DPL<sub>10</sub>, DIN 22476-2) kontrolliert werden. Die Verdichtung der Tragschicht ist unter Ansatz der Verdichtungsziele der RStO 12 und ZTV E-StB 17 durch Plattendruckversuche (DIN 18134) nachzuweisen.

## 6.6 Verkehrsflächenbau

Die Beratung zum Verkehrsflächenbau erfolgt mit Bezug auf die Untersuchungsergebnisse auf der Grundlage der RStO 12 (*Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen*, 2012) und der ZTV E-StB 17 (*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*, 2017).

Das Baufeld liegt in der Frosteinwirkungszone II. Dementsprechend ist eine Minderdicke des Oberbaus von  $d = 5$  cm erforderlich.

Im Erdplanum sind überwiegend „nicht frostempfindliche“ Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zu erwarten. Bereichsweise können jedoch auch „gering bis sehr frostempfindliche“ Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 anstehen.

Unter Ansatz „nicht bis sehr frostempfindlicher“ Böden und ausgehend von den Belastungsklassen Bk0,3 für PKW-Verkehrsflächen und Bk3,2 für Schwerverkehrsflächen ist für die Frosteinwirkungszone II nach RStO 12 ein frostsicherer Oberbau wie folgt zu wählen:

**Tabelle 13: Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus**

Frostempfindlichkeitsklasse	Belastungsklasse [Bk]	Schichtdicke d [cm]
F1	0,3	$\geq 42$
	3,2	$\geq 55$
F2	0,3	$\geq 45$
	3,2	$\geq 55$
F3	0,3	$\geq 55$
	3,2	$\geq 65$

Auf F1-Böden ist für die Belastungsklasse Bk0,3 ein frostsicherer Oberbau in einer Gesamtstärke von  $d \geq 42$  cm ausreichend. Für die Belastungsklasse Bk3,2 ist ein frostsicherer Oberbau von  $d \geq 55$  cm erforderlich.

Auf F2-Böden ist der frostsichere Oberbau in  $d \geq 45$  cm für die Belastungsklasse Bk0,3 bzw. in  $d \geq 55$  cm für die Belastungsklasse Bk3,2 herzustellen.

Auf bindigen und damit „sehr frostempfindlichen“ Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 ist ein frostsicherer Oberbau in  $d \geq 55$  cm für die Belastungsklasse Bk0,3 bzw. in  $d \geq 65$  cm für die Belastungsklasse Bk3,2 angezeigt.

Auf OK Untergrund (Planum) ist in Anlehnung an ZTV E-StB 17 bzw. RStO 12 vor dem Tragschicht-Aufbau durch statische Plattendruckversuche (DIN 18134) ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> nachzuweisen.

Für die nichtbindigen bis schwach bindigen Sande im Erdplanum sollte die o.g. Mindest-Tragfähigkeit nach intensiver dynamischer Verdichtung gegeben sein.

Der Oberbau sollte aus frostsicheren und verdichtungsfähigen Baustoffen (z.B. STS 0/45 und FSS 0/32) hergestellt werden.

Nach Fertigstellung der Frostschutzschicht ist als Ausdruck ausreichender Verdichtung und Tragfähigkeit für die Belastungsklasse Bk0,3 auf OK FSS durch Plattendruckversuche ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 100$  MN/m<sup>2</sup> nachzuweisen. Für die Belastungsklasse Bk3,2 ist ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 120$  MN/m<sup>2</sup> nachzuweisen.

Auf OK Tragschicht ist anschließend ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 120$  MN/m<sup>2</sup> für die Belastungsklasse Bk0,3 und von  $E_{V2} \geq 150$  MN/m<sup>2</sup> für die Belastungsklasse Bk3,2 nachzuweisen. Bei Ausführung in Pflasterbauweise ist für die Belastungsklasse Bk3,2 ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 180$  MN/m<sup>2</sup> erforderlich.

Für den Aufbau von Tragschichten in Verkehrsflächen ist zu empfehlen, nur im unteren Bereich (z.B. in Frostschutzschichten) entsprechend geeignetes bzw. gütegeschütztes RC-Mineralgemisch einzusetzen. Die oberen 0,3 m von Tragschichten sollten grundsätzlich aus natürlichem Mineralgemisch (STS 0/45) erstellt werden.

RC-Baustoffe sollten den „*Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau*“ (TL Gestein-StB 04, FGSV 613) bzw. dem Gütezeichen RAL-RG 501/1 entsprechen.

Beim Einbau von RC-Baustoffen ist das „*Merkblatt über die Wiederverwertung von mineralischen Baustoffen als Recycling-Baustoffe im Straßenbau*“ (M RC, FGSV 616/3) zu beachten.

In Wasserschutzgebieten können die Einsatzmöglichkeiten von RC-Baustoffen eingeschränkt sein, was ggf. wasserrechtlich zu prüfen ist.

Bei der weiteren Planung und Ausführung sind insbesondere die ZTV E-StB 17, TL BuB E-StB 09, ZTV SoB-StB 04, ZTVT-StB 95, ZTV A-StB 12 und die RStO 12 maßgebend.

Bei Pflasterbauweisen sind weiterhin die TL Pflaster-StB 06, ZTV Pflaster-StB 06, die FGSV-Merkblätter M FP und M FPgeb sowie die Arbeitsanleitung ALP Pgeb und die DIN 18318 (*Verkehrswegebauarbeiten - Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen*) zu beachten.

## 7 Bautechnische Hinweise zum Regenrückhaltebecken

Beim Bau von Regenrückhaltebecken sind die Arbeitsblätter DWA-A 117 „*Bemessung von Regenrückhalteräumen*“ und DWA-A 166 „*Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung*“ sowie das Merkblatt DWA-M 176 „*Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung*“ zu beachten.

Im Bereich des RRB (vgl. RKS 8) sind unter dem Mutterboden „*durchlässige*“ Sande zu erwarten. Dementsprechend wird eine Sohl- und Böschungsabdichtung des RRB erforderlich, die z.B. als Tonabdichtung in einer Dicke von  $d = 30$  cm auf einer geosynthetischen Tondichtungsbahn (GTD, z. B. NAUE Bentofix) ausgeführt werden kann.

Wasserhaltungsmaßnahmen werden für den Aushub des RRB voraussichtlich nicht erforderlich werden.

Für eine ausreichende Standsicherheit sollten die Becken-Böschungen in einem Winkel von  $\leq 1:3$  ausgeführt werden.

Der Boden-Aushub sollte im Rückwärtseinschnitt mit glattschneidigen Baggerlöffeln ausgeführt werden.

Für die Bemessung des Regenrückhaltebeckens ist auf ein Planungsbüro mit Schwerpunkt Entwässerungstechnik zu verweisen.

Aufgrund der für eine Versickerung geeigneten Boden- und Grundwasserverhältnisse ist alternativ zum RRB der Bau einer Versickerungsanlage zu empfehlen.

## 8 Versickerungseignung und Berechnung einer Versickerungsmulde

Nach dem maßgebenden DWA-Regelwerk „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ (Arbeitsblatt ATV-DWA A 138) sind Böden mit einer Durchlässigkeit von  $k \geq 1 \times 10^{-6}$  m/s für eine Versickerung geeignet.

Auf der Grundlage von Erfahrungswerten und der aus den Kornverteilungsanalysen abzuleitenden Durchlässigkeiten (vgl. Anlage 4) ist davon auszugehen, dass die Sandböden „durchlässig bis stark durchlässig“ und somit für eine Versickerung von Regenwasser grundsätzlich geeignet sind.

Für die Bemessung und Ausführung von Versickerungsanlagen ist das DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138 maßgebend.

Nach entsprechender Beauftragung wurde im Hinblick auf die Entwässerung des Grundstücks eine Mulde berechnet.

Eine effektive Versickerung von Regenwasser über eine Mulde ist grundsätzlich bei einer Durchlässigkeit des Untergrundes von  $k > 5,0 \times 10^{-6}$  m/s machbar.

Zwischen der Unterkante einer Versickerungsanlage und der grundwassergesättigten Bodenzone ist grundsätzlich ein filterwirksamer Sickerraum von mindestens 1 m einzuhalten. In begründeten Ausnahmefällen ist ein geringerer Sickerraum ( $< 1$  m) vertretbar.

Grundwasser wurde im Bereich der potentiellen Versickerungsfläche bei 1,6 m unter OK Gelände aufgeschlossen (vgl. RKS 8). Der Bemessungswasserstand hinsichtlich Versickerung ist auf der sicheren Seite liegend mit 1,2 m GOK anzusetzen (vgl. Kap. 3.2).

Für die Bemessung der Versickerungsanlage wird eine mittlere Durchlässigkeit von  $k = 8,0 \times 10^{-6}$  m/s angesetzt (vgl. Kap. 4.1).

Die anzuschließende Fläche  $[A_{E,b}, \text{m}^2]$  für den Edeka-Neubau ist nach **U 1** mit  $A_{E,b} = 2.122 \text{ m}^2$  anzugeben. Der Verkehrsflächen-Anteil beträgt  $5.180 \text{ m}^2$ . Die Frei- bzw. Grünfläche des Grundstücks umfasst etwa  $3.678 \text{ m}^2$ .

Nach dem DWA-Arbeitsblatt DWA-A 138 kann für flachgeneigte Dachflächen ein Abflussbeiwert  $\psi$  von  $\geq 0,9 - 1,0$  und für die Verkehrsflächen mit Asphalt- und Pflasterbauweise ein Abflussbeiwert von  $\psi = 0,5 - 0,9$  angesetzt werden. Für nicht befestigte Flächen ist bei flachem Gelände ein Abflussbeiwert von  $\psi = 0,10$  anzusetzen.

Die „undurchlässige Fläche“ kann nach:

$$A_u = A_{E,b} \times \psi_{m,b} + A_{E,nb} \times \psi_{m,nb}$$

mit:  $A_u$  = undurchlässige Fläche  $[\text{m}^2]$

$A_{E,b}$  = befestigte Fläche des Einzugsgebiets  $[\text{m}^2]$

$A_{E,nb}$  = nicht befestigte Fläche des Einzugsgebiets  $[\text{m}^2]$

$\psi_{m,b}$  = mittlerer Abflussbeiwert der befestigten Fläche [dimensionslos]

$\psi_{m,nb}$  = mittlerer Abflussbeiwert der nicht befestigten Fläche [dimensionslos]

ermittelt werden. Danach beträgt  $A_u$ :

$$A_u = 2.122 \text{ m}^2 \times 0,95 + 5.180 \text{ m}^2 \times 0,80 + 3.678 \text{ m}^2 \times 0,10 = \mathbf{6.528 \text{ m}^2}$$

Die Berechnung zur Dimensionierung einer Versickerungsanlage erfolgte nach DWA-A 138 unter Ansatz der o.g. Kennwerte für eine 5-jährige Überschreitungswahrscheinlichkeit mit den charakteristischen Regenspende-Werten „Langenhagen-Engelbostel“ (KOSTRA-DWD 2010R).

Mit den o. g. Rahmenparametern ist eine Mulde mit einem **Speichervolumen** von  $V \geq 236 \text{ m}^3$  erforderlich. Bei einer Muldentiefe von 0,20 m beträgt die für die Versickerungsanlage benötigte Fläche  $A_s$  somit  $1.180 \text{ m}^2$ .

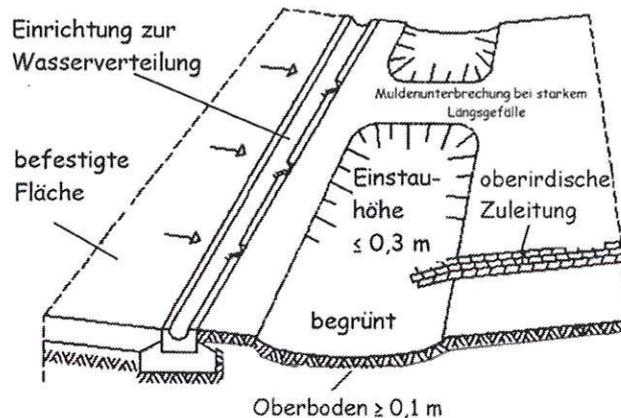
Die maßgebende Regendauer beträgt für eine entsprechende Mulden-Anlage 3 Stunden, die maßgebende Regenspende  $r_{D(0,2)}$  beträgt  $29,7 \text{ l/(s x ha)}$ .

Die Berechnung der Mulde ist dem Bericht in Anlage 7 beigefügt.

Der filterwirksame Sickerraum zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und dem Grundwasser wird für die Mulde eingehalten.

Bei der Herstellung des Mulden-Systems ist darauf zu achten, dass die Durchlässigkeit des aufzutragenden Mutterbodens nicht geringer als die Durchlässigkeit des Untergrunds ist. Der hier aufgeschlossene Mutterboden aus schwach schluffigen bis schluffigen Sanden kann möglicherweise geeignet sein. Die Durchlässigkeit des Mutterbodens ist im Vorfeld durch Kornverteilungsanalysen (DIN 17892-4) zu prüfen.

Für Mulden ist eine Einstauhöhe von maximal 0,3 m zulässig. Langgestreckte und große Mulden sind insbesondere bei starkem Längsgefälle durch Bodenschwellen zu unterbrechen (siehe Abb. 1). Die Schichtdicke des Mutterbodens muss mindestens 0,1 m, vorzugsweise 0,3 m betragen.



**Abb. 1:** Versickerungsmulde, aus: DWA-A 138

In den Grünflächen zwischen den Parkbuchten kann eine Flächenversickerung in Betracht gezogen werden. Der Flächenbedarf für die Versickerungsmulde wird dann geringer ausfallen.

Bei der Flächenversickerung ist ein linienhaft-gleichmäßiges Aufbringen des Wassers auf die Versickerungsfläche zu gewährleisten. Weiterhin ist eine gleichmäßige Begrünung der Fläche erforderlich.

Bei der weiteren Planung und Ausführung sowie Pflege und Wartung von Versickerungsanlagen sind die Hinweise und Empfehlungen in den o.g. ATV-DWA-Regelwerken zu beachten.

## 9 Bodenpressung und Gründung

### 9.1 Streifen- und Einzelfundamente

Planungshöhen und Lastangaben lagen bei Berichtserstellung nicht vor.

Nach DIN 1054 müssen Gründungssohlen frostfrei, mindestens aber 0,8 m unter OK Gelände liegen. Bei einer Gründung über eine lastabtragende Stahlbetonsohle sind die Frostschrüzen entsprechend tief auszuführen.

Locker gelagerte Sande in der Gründungssohle sind intensiv dynamisch zu verdichten.

Mit den in Tabelle 12 genannten Kennwerten wurden auf der sicheren Seite liegend nach EC 7 (ständige Bemessungssituation BS-P) orientierende Setzungs- und Grundbruchberechnungen (DIN 4017, DIN 4019, vgl. Anlage 5) für lotrecht und mittig belastete Streifen- und Einzelfundamente ausgeführt.

Danach können für Streifenfundamente mit einer angenommenen Gründungssohle  $\geq 0,8$  m unter OK Gelände in locker bis mitteldicht gelagerten Sandböden bei akzeptierten Setzungen von  $s \leq 2,0$  cm folgende zulässige Bodenpressungen [ $\sigma_{zul.}$ , kN/m<sup>2</sup>] bzw. Bemessungswerte des Sohlwiderstands [ $\sigma_{R,d}$ , kN/m<sup>2</sup>] und aufnehmbare Streifenlasten [ $_{zul} V$ , kN/m] angesetzt werden:

**Tabelle 14: zulässige Bodenpressungen und Streifenlasten für Streifenfundamente**

Streifenfundamente b [m]	zul. Bodenpressung $\sigma_{zul.}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Streifenlast $V_{E,k}$ [kN/m]	Setzungen s [cm]
0,6	250	150	0,95
0,8	250	200	1,20
1,0	255	255	1,40

**Tabelle 15: Sohlwiderstände und Streifenlasten für Streifenfundamente**

Streifenfundamente b [m]	Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Streifenlast $R_{n,d}$ [kN/m]	Setzungen s [cm]
0,6	350	210	0,95
0,8	355	280	1,20
1,0	365	365	1,40

Für Einzelfundamente können zulässige Bodenpressungen, Sohlwiderstände und aufnehmbare Einzellasten [kN] bei gleichen Rahmenbedingungen wie folgt angesetzt werden:

**Tabelle 16: zulässige Bodenpressungen und Einzellasten für Einzelfundamente**

Einzelfundamente a x b [m]	zul. Bodenpressung $\sigma_{zul.}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Einzellast $V_{E,k}$ [kN]	Setzungen s [cm]
2,0 x 2,0	320	1.280	1,65
2,5 x 2,5	330	2.060	2,00
3,0 x 3,0	290	2.610	2,00

**Tabelle 17: Sohlwiderstände und Einzellasten für Einzelfundamente**

Einzelfundamente a x b [m]	Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Einzellast $R_{n,d}$ [kN]	Setzungen s [cm]
2,0 x 2,0	455	1.820	1,65
2,5 x 2,5	470	2.935	2,00
3,0 x 3,0	420	3.780	2,00

Ohne Kenntnis der tatsächlichen Bauwerkslasten kann für den Neubau in erster Näherung eine ausreichende bis gute Tragfähigkeit des Baugrundes angenommen werden.

## 9.2 Bodenplatte

Für die Bemessung von Betonsohlen ist die Tragfähigkeit des Untergrundes und der Tragschicht maßgebend. Nach LOHMEYER / EBELING („*Betonböden für Produktions- und Lagerhallen*“, 2019) sind unter Betonplatten in Abhängigkeit der Lasten folgende Verformungsmoduln erforderlich:

**Tabelle 18: unter Betonplatten erforderlicher Verformungsmodul  $E_{v2}$**

max. Einzellast $Q_d$ [kN]	$E_{v2}$ auf Untergrund [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{v2}$ auf Tragschicht [MN/m <sup>2</sup> ]
$\leq 40$	$\geq 45$	$\geq 100$
$\leq 80$	$\geq 50$	$\geq 120$
$\leq 100$	$\geq 60$	$\geq 120$
$\leq 140$	$\geq 80$	$\geq 150$

Der Verformungsmodul bzw. die Tragfähigkeit ist nach DIN 1997-1 vom Baugrund-sachverständigen durch Plattendruckversuche (DIN 18134) mit einem  $E_{v2}/E_{v1}$ -Verhältnis  $\leq 2,5$  für den Untergrund bzw.  $\leq 2,2$  für die Tragschicht nachzuweisen.

Für die Bodenplatte kann auf locker bis mitteldicht gelagerten Sandböden bei akzeptierten Setzungen von  $s \leq 2$  cm eine zulässige Bodenpressung von  $\sigma_{zul.} = 390$  kN/m<sup>2</sup> und ein Bettungsmodul von  $k_s = 19,5$  MN/m<sup>3</sup> angesetzt werden.

Nach Bekanntgabe konkreter Ausführungs- und Lastangaben kann eine Konkretisierung der Gründungsberatung erforderlich sein.

## 10 Zusammenfassung

Die **EDEKA-MIHA Immobilien-Service GmbH** beabsichtigt den Bau eines EDEKA-Marktes am Stadtweg in Langenhagen-Engelbostel.

Die geotechnische Untersuchung ergab unter dem Mutterboden bis zur Endteufe nichtbindige Sande lockerer bis mitteldichter Lagerung. Untergeordnet sind in Oberflächennähe auch bindige Sande steifer Konsistenz zu erwarten.

Der Baugrund wird für den Neubau ausreichend bis gut tragfähig sein.

Wasserhaltungsmaßnahmen werden für die gründungstechnischen Tiefbauarbeiten voraussichtlich nicht erforderlich sein.

Die Bauwerksabdichtung kann in „*stark durchlässigen*“ Sanden gegen „*Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser*“ erfolgen. In geringer durchlässigen Sanden ist das Gebäude gegen „*mäßige Einwirkung von drückendem Wasser  $\leq 3$  m Eintauchtiefe*“ oder mit Drainung gegen „*Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser mit Dränung*“ abzudichten.

Die Sandböden sind verwertungs- bzw. abfallrechtlich vollkommen unauffällig und können daher als Z0-Böden wiedereingebaut werden.

Die nichtbindigen Sande sind bautechnisch für einen Wiedereinbau auch in Bereichen mit statischen Anforderungen geeignet. Die schwach bindigen Sande sind ohne Aufbereitung mit Bindemittel für einen Wiedereinbau weniger gut geeignet.

Die Verkehrsflächen können überwiegend unter Ansatz „*nicht frostempfindlicher*“ Böden bemessen werden.

Der Untergrund ist für eine Versickerung von Regenwasser geeignet. Das auf dem Grundstück anfallende Niederschlagswasser kann z.B. über eine Mulde und als Flächenversickerung versickert werden.

Beim Bau eines Regenrückhaltebeckens wird in den „*durchlässigen*“ Sanden eine Sohl- und Böschungsabdichtung erforderlich.

Die beschriebenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sind während der Bauausführung zu kontrollieren. Nach DIN 1997-1 sollte der Baugrundsachverständige im Hinblick auf eine eventuell erforderliche Anpassung der Gründung und Bauwerksabdichtung zur Prüfung und ggf. Abnahme der freigelegten Gründungssohle angefordert werden. Eine entsprechende Prüfung ist insbesondere auch bei Boden- und Grundwasserverhältnissen erforderlich, die von der vorliegenden Beschreibung abweichen.

Mit dem vorliegenden Bericht sind Aufgabenstellung und Auftragsumfang vollständig erfüllt. Im Bericht nicht dargestellte Themen bedürfen ggf. einer gesonderten Untersuchung und Bearbeitung.

Bünde, den 16.05.2019

-GeoAnalytik-



Dr. Hartmut Loh

Kornelia Scholonek, M. Sc. Geow.

## **Anlage 1**

Lageplan mit Untersuchungspunkten



Stadtweg

286  
1

286  
3

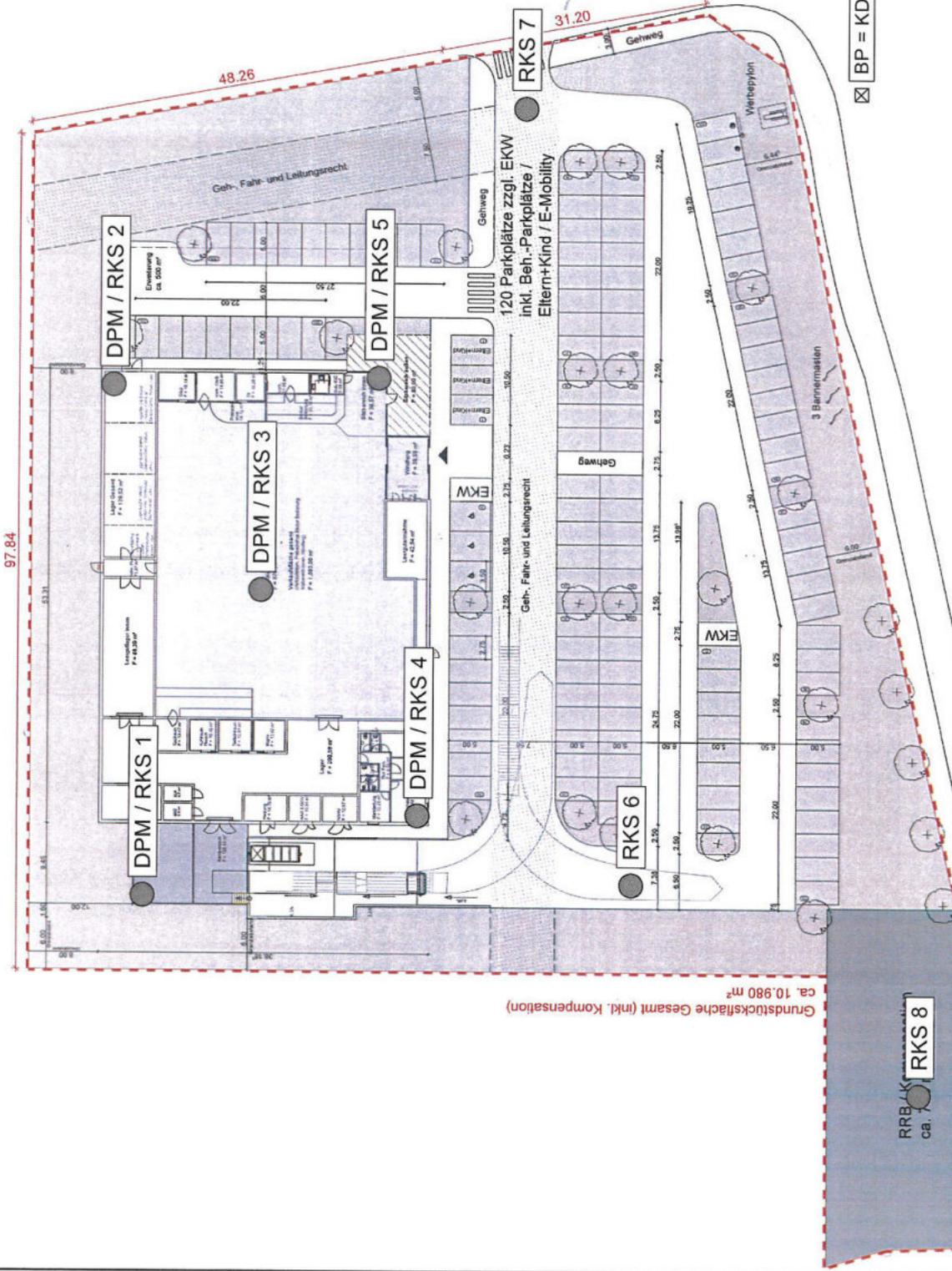
286  
5

285  
1

31.20

48.26

BP = KD 0,00 m rel.



ca. 10,980 m<sup>2</sup>  
Grundstücksfäche Gesamt (inkl. Kompensation)

RRB  
ca. RKS 8

Hannoversche Straße

<p>Neubau EDEKA-Markt am Stadtweg in Langenhagen-Engelbostel Lageplan mit Untersuchungspunkten</p>	<p>Projekt-Nr.: G5263101 Maßstab: rel.</p>
<p>EDEKA-MIHA Wittelsbacherallee 61 32427 Minden</p>	<p>Dr. Hartmut Loh Fahreschweg 32, 32257 Bünde Tel.: 05223 - 522 130, Fax: 05223 - 522 132</p>
<p>Datei: G5263101-LP.bop Datum: 25.03.2019</p>	

Anlage: 1

## **Anlage 2**

Schichtenverzeichnisse (DIN 14688-1 / DIN 14689-1)







Ing.-Büro GeoAnalytik Dr. Loh, Bünde Auftraggeber: EDEKA-MIHA Bohrverfahren: rammend Datum: 20.03.19 Durchmesser: 50 - 36 mm		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Anlage 2.4	
Projekt: Neubau EDEKA am Stadtweg in Langenhagen		Name des qualifizierten Technikers: T. Jording				Aufschluss: RKS 4 Projektnr: G5263101	
1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe	Beschreibung des Bohrfortschritts	Proben Versuche	Bemerkungen	
0.25	Geol. Benennung (Stratigraphie) Mutterboden, Sand, mittel schluffig	schwarzbrown	locker gelagert	leicht bohrbar	411/0.25	feucht - sehr feucht	
	humos / durchwurzel	O					
	Oberboden Holozän						
0.60	Sand, schluffig	hellbraun	steif	leicht bohrbar	412/0.60	sehr feucht	
	Schmelzwassersande Pleistozän	O					
	Sand	hellbraun	locker gelagert	leicht bohrbar	413/0.85	sehr feucht	
0.85	Schmelzwassersande Pleistozän	O					
	Sand, schwach tonig, schwach schluffig	hellbraun	steif	leicht bohrbar - mittelschwer bohrbar	414/1.20	erdfeucht - feucht	
1.20	Schmelzwassersande Pleistozän	O					
	Sand	hellbraun	locker gelagert - mitteldicht gelagert	leicht bohrbar - mittelschwer bohrbar	415/2.50 416/3.60	sehr feucht - naß, GW (2.3), GW in Ruhe (2.3) Bohrloch offen bis 2,35 m GOK	
3.60	Schmelzwassersande Pleistozän	O					
	Sand, schwach kiesig	gelbbrown	mitteldicht gelagert	leicht bohrbar - mittelschwer bohrbar	417/4.70 418/5.80	naß	
7.00	Schmelzwassersande Pleistozän	O			419/7.00		
	Schmelzwassersande Pleistozän						









## **Anlage 3**

Bodenprofile (DIN 4023) und  
Rammsondierungen (DIN 22476-2)

S

N

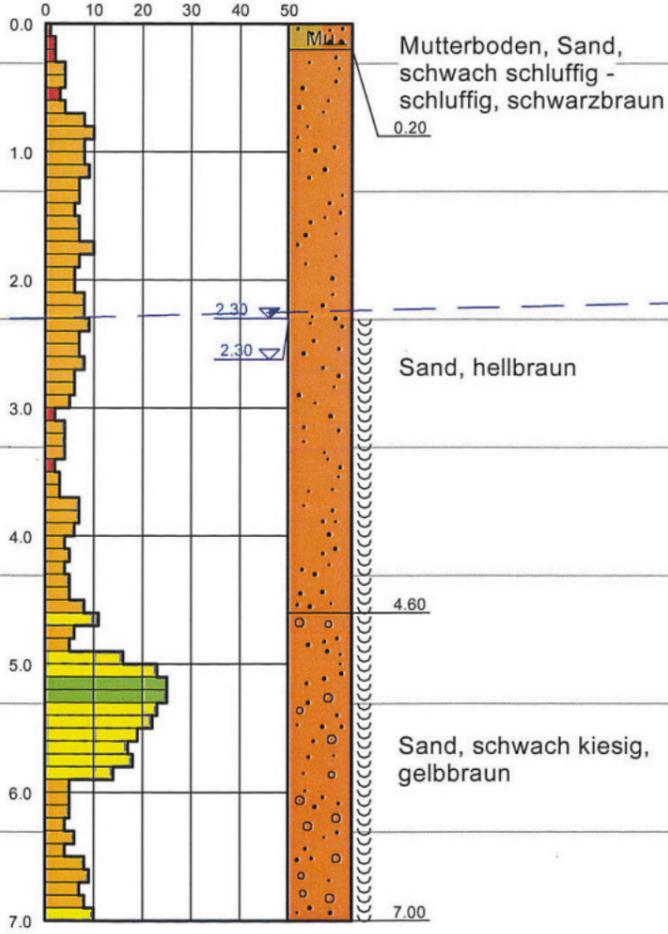
in den Schnitt projiziert

### DPM 1 / RKS 1

-0,69 m / -0,69 m

Schlagzahlen je 10 cm

Tiefe [m]	N <sub>100</sub>
0.10	1
0.20	2
0.30	2
0.40	4
0.50	4
0.60	3
0.70	4
0.80	8
0.90	10
1.00	8
1.10	8
1.20	9
1.30	7
1.40	7
1.50	6
1.60	7
1.70	7
1.80	10
1.90	7
2.00	6
2.10	6
2.20	8
2.30	8
2.40	9
2.50	7
2.60	7
2.70	8
2.80	6
2.90	6
3.00	5
3.10	2
3.20	4
3.30	4
3.40	4
3.50	2
3.60	3
3.70	3
3.80	7
3.90	7
4.00	6
4.10	4
4.20	5
4.30	4
4.40	5
4.50	5
4.60	8
4.70	11
4.80	6
4.90	5
5.00	18
5.10	23
5.20	25
5.30	25
5.40	23
5.50	22
5.60	19
5.70	17
5.80	18
5.90	14
6.00	5
6.10	5
6.20	5
6.30	4
6.40	6
6.50	4
6.60	8
6.70	9
6.80	7
6.90	8
7.00	10

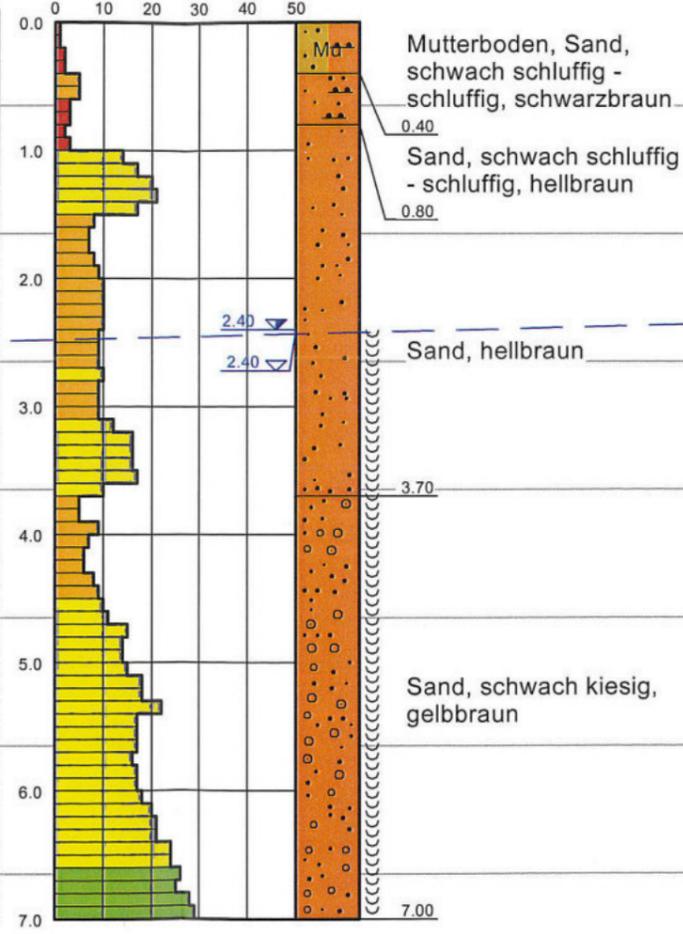


### DPM 3 / RKS 3

-0,35 m / -0,35 m

Schlagzahlen je 10 cm

Tiefe [m]	N <sub>100</sub>
0.10	1
0.20	1
0.30	2
0.40	2
0.50	5
0.60	5
0.70	3
0.80	3
0.90	10
1.00	3
1.10	14
1.20	17
1.30	20
1.40	21
1.50	17
1.60	8
1.70	7
1.80	7
1.90	8
2.00	9
2.10	10
2.20	10
2.30	10
2.40	10
2.50	9
2.60	9
2.70	9
2.80	10
2.90	6
3.00	9
3.10	9
3.20	12
3.30	18
3.40	18
3.50	18
3.60	17
3.70	10
3.80	5
3.90	5
4.00	9
4.10	7
4.20	6
4.30	6
4.40	8
4.50	9
4.60	10
4.70	11
4.80	15
4.90	14
5.00	14
5.10	15
5.20	18
5.30	18
5.40	22
5.50	17
5.60	17
5.70	17
5.80	18
5.90	17
6.00	17
6.10	18
6.20	20
6.30	21
6.40	21
6.50	24
6.60	24
6.70	26
6.80	25
6.90	28
7.00	29

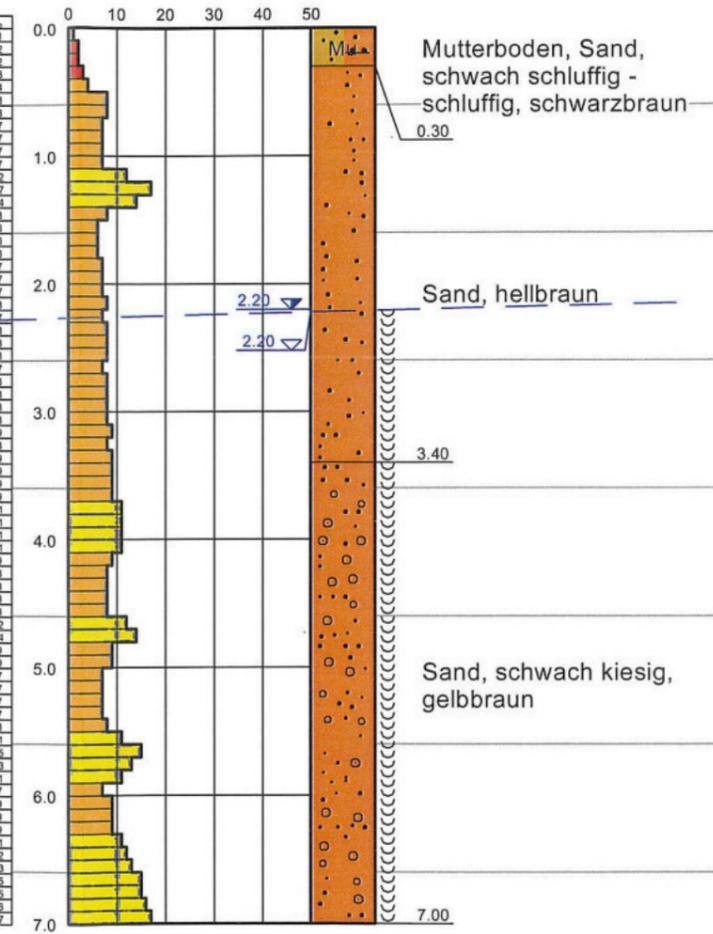


### DPM 2 / RKS 2

-0,40 m / -0,40 m

Schlagzahlen je 10 cm

Tiefe [m]	N <sub>100</sub>
0.10	1
0.20	2
0.30	2
0.40	3
0.50	4
0.60	8
0.70	8
0.80	7
0.90	7
1.00	7
1.10	7
1.20	12
1.30	17
1.40	14
1.50	8
1.60	6
1.70	6
1.80	6
1.90	7
2.00	7
2.10	7
2.20	8
2.30	2
2.40	8
2.50	8
2.60	8
2.70	7
2.80	8
2.90	8
3.00	8
3.10	8
3.20	9
3.30	8
3.40	9
3.50	9
3.60	9
3.70	9
3.80	11
3.90	11
4.00	11
4.10	11
4.20	9
4.30	8
4.40	8
4.50	8
4.60	8
4.70	12
4.80	14
4.90	9
5.00	9
5.10	7
5.20	7
5.30	7
5.40	7
5.50	8
5.60	11
5.70	15
5.80	13
5.90	11
6.00	7
6.10	9
6.20	9
6.30	9
6.40	11
6.50	12
6.60	13
6.70	18
6.80	15
6.90	16
7.00	17



**Lagerungsdichte**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Signaturen und Bodenarten**

- nass
- Mu Mutterboden
- Sand

<b>EDEKA-MIHA</b> Wittelsbacherallee 61 32427 Minden		Neubau EDEKA-Markt am Stadtweg in Langenhagen-Engelbostel Bodenprofile und Rammsondierungen	
<b>Dr. Hartmut Loh</b> Fahreschweg 32, 32257 Bünde Tel.: 05223 - 522 130, Fax: 05223 - 522 132		Projekt-Nr.: G5263101	Maßstab: rel. / rel.
		Datei: G5263101.bop Datum: 14.05.2019	<b>Anlage: 3.1</b>

S

N

in den Schnitt projiziert

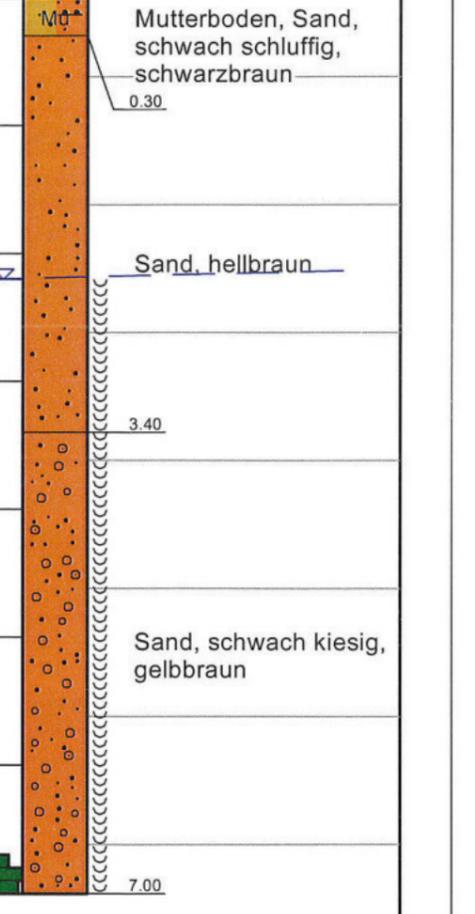
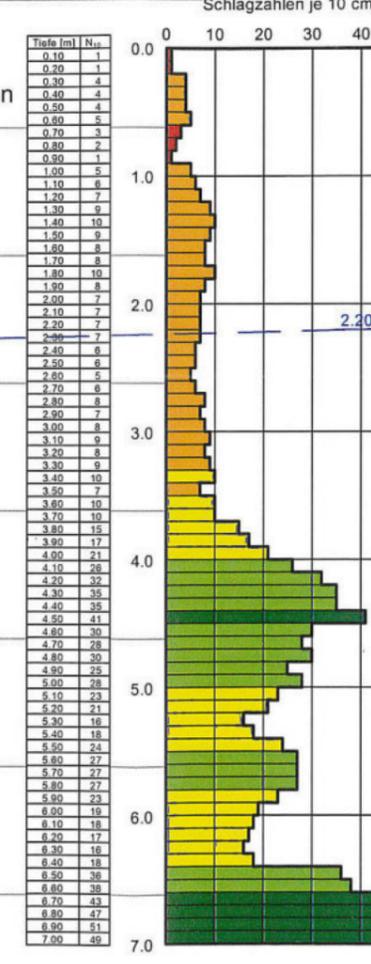
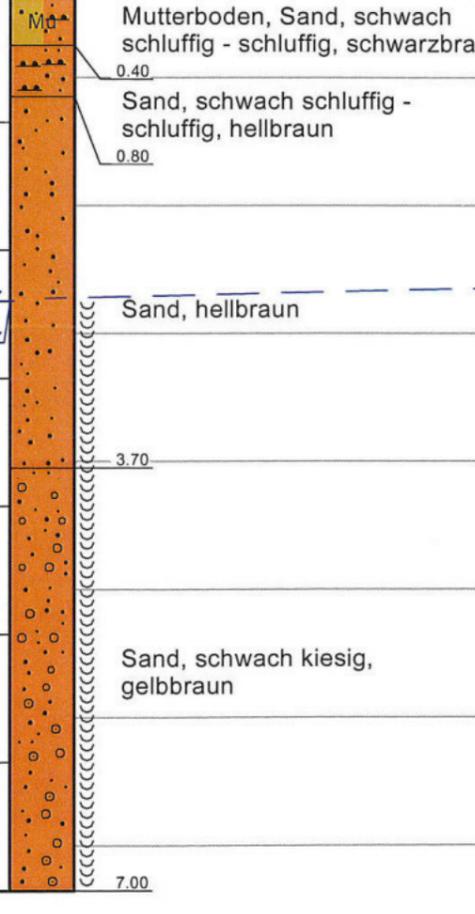
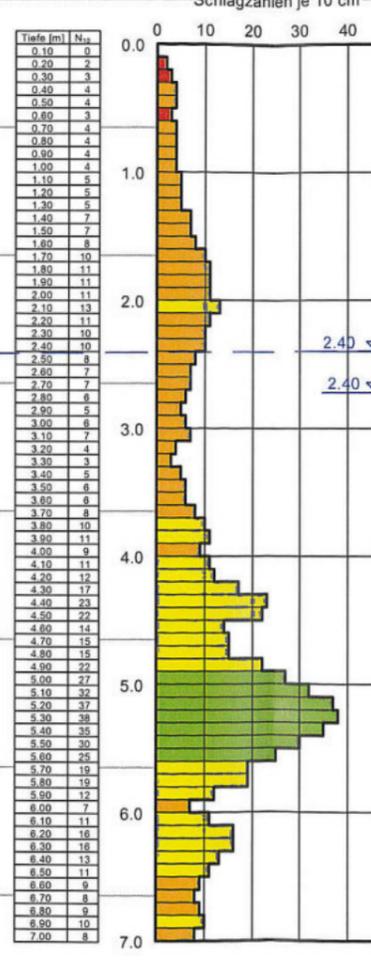
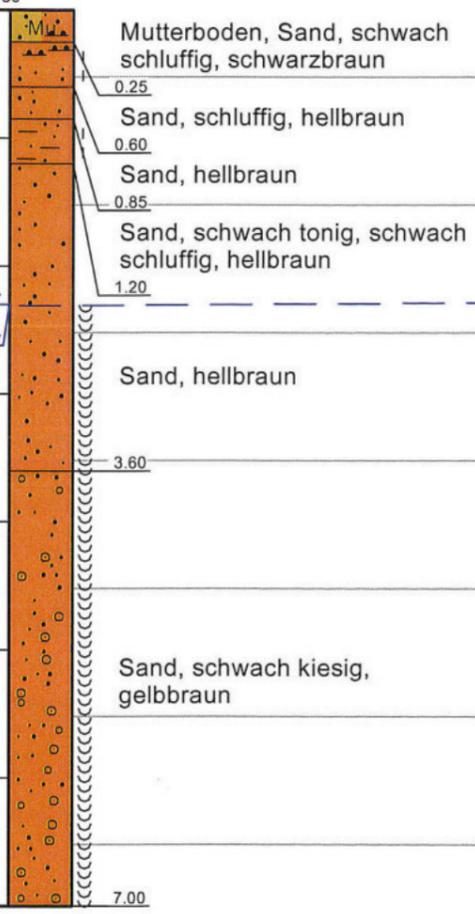
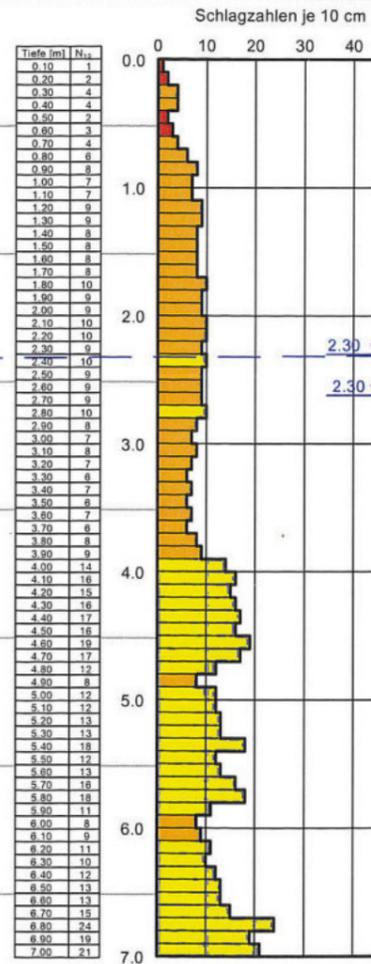
**DPM 4 / RKS 4**  
-0,48 m / -0,48 m

**DPM 3 / RKS 3**  
-0,35 m / -0,35 m

**DPM 5 / RKS 5**  
-0,38 m / -0,38 m

m rel.

0.00  
-1.00  
-2.00  
-3.00  
-4.00  
-5.00  
-6.00  
-7.00  
-8.00



**Lagerungsdichte**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Signaturen und Bodenarten**

- steif
- nass
- Mutterboden (Mu)
- Sand

**EDEKA-MIHA**  
Wittelsbacherallee 61  
32427 Minden

---

**GEOANALYTIK** Dr. Hartmut Loh  
Fahreschweg 32, 32257 Bünde  
Tel.: 05223 - 522 130, Fax: 05223 - 522 132

**Neubau EDEKA-Markt am Stadtweg**  
in Langenhagen-Engelbostel  
Bodenprofile und Rammsondierungen

---

Projekt-Nr.: G5263101	Maßstab: rel. / rel.
Datum: G5263101-1.bop 14.05.2019	<b>Anlage: 3.2</b>

S

N

# Verkehrsflächen

## RKS 7

-0,36 m

m rel.

0.00

## RKS 6

-0,62 m

-1.00

0.25

0.90

0.90

1.90

2.00

2.00

2.20

3.00

3.00

Mutterboden, Sand, schwach schluffig, schwarzbraun

Sand, schwach schluffig, hellbraun

Sand, schluffig, schwach tonig, braun

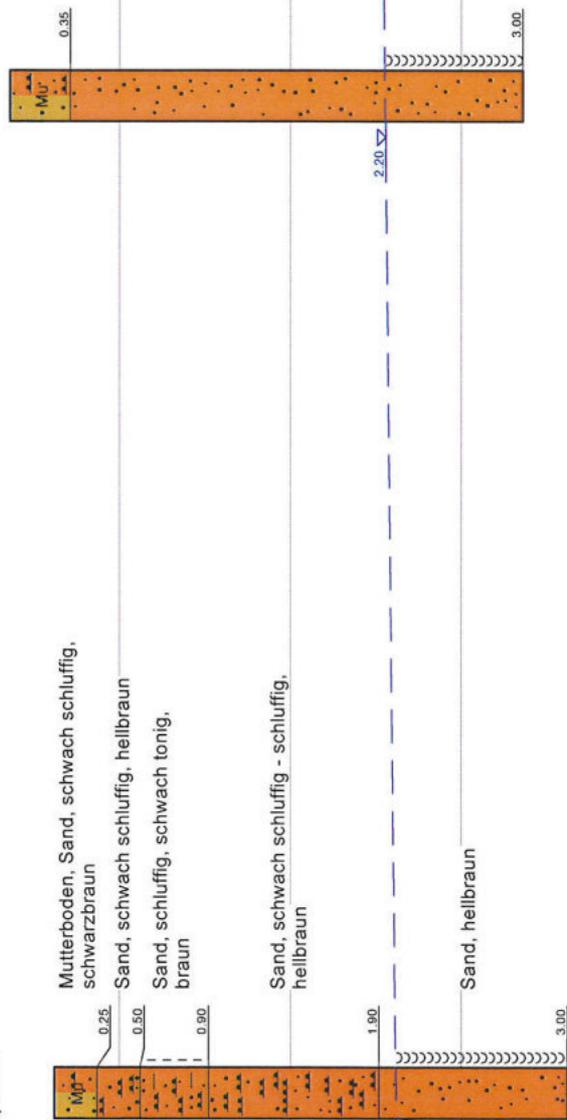
Sand, schwach schluffig - schluffig, hellbraun

Sand, hellbraun

Sand, hellbraun

Mutterboden, Sand, schwach schluffig, schwarzbraun

Sand, hellbraun



**Signaturen und Bodenarten**

steif	Mu Mutterboden
nass	S Sand

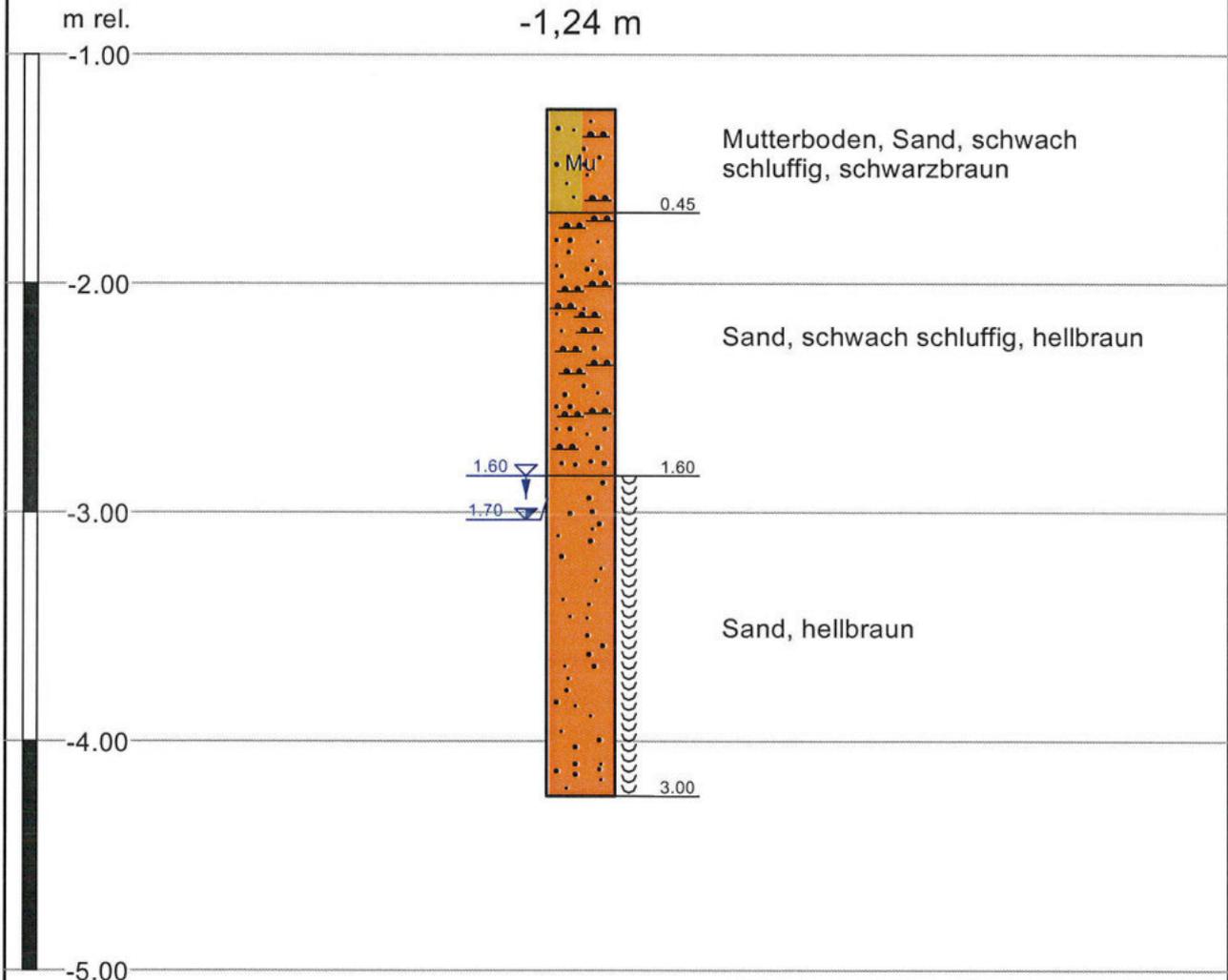
<b>EDEKA-MIHA</b> Wittelsbacherallee 61 32427 Minden <b>GEoANALYTIK</b> Dr. Hartmut Loh Fahreschweg 32, 32257 Bünde Tel.: 05223 - 522 130, Fax: 05223 - 522 132	<b>Neubau EDEKA-Markt am Stadtweg</b> in Langenhagen-Engelbostel Bodenprofile	
	Projekt-Nr.: G5263101 Maßstab: rel.	Datei: G5263101-2.bop Datum: 14.05.2019

Anlage: 3.3

# Regenrückhaltebecken

## RKS 8

-1,24 m



**Signaturen und Bodenarten**

	nass		Mutterboden
			Sand

EDEKA-MIHA  
Wittelsbacherallee 61  
32427 Minden

Neubau EDEKA-Markt am Stadtweg  
in Langenhagen-Engelbostel  
Bodenprofil

**GEOANALYTIK** Dr. Hartmut Loh  
Fahreschweg 32, 32257 Bünde  
Tel.: 05223 - 522 130, Fax: 05223 - 522 132

Projekt-Nr.: G5263101  
Datei: G5263101-3.bop  
Datum: 25.03.2019

Maßstab: rel.  
**Anlage: 3.4**

## **Anlage 4**

Bodenmechanische Laboranalysen  
(DIN 17892-1, DIN 17892-4)

GeoAnalytik Dr. H. Loh  
 Fahrschweg 32  
 32257 Bünde  
 Tel.: 05223 - 522130, Fax: 05223 - 522132

Bearbeiter: S.Amelung M.Sc. Geow. Datum: 08.04.2019

# Körnungslinie EDEKA-MIHA

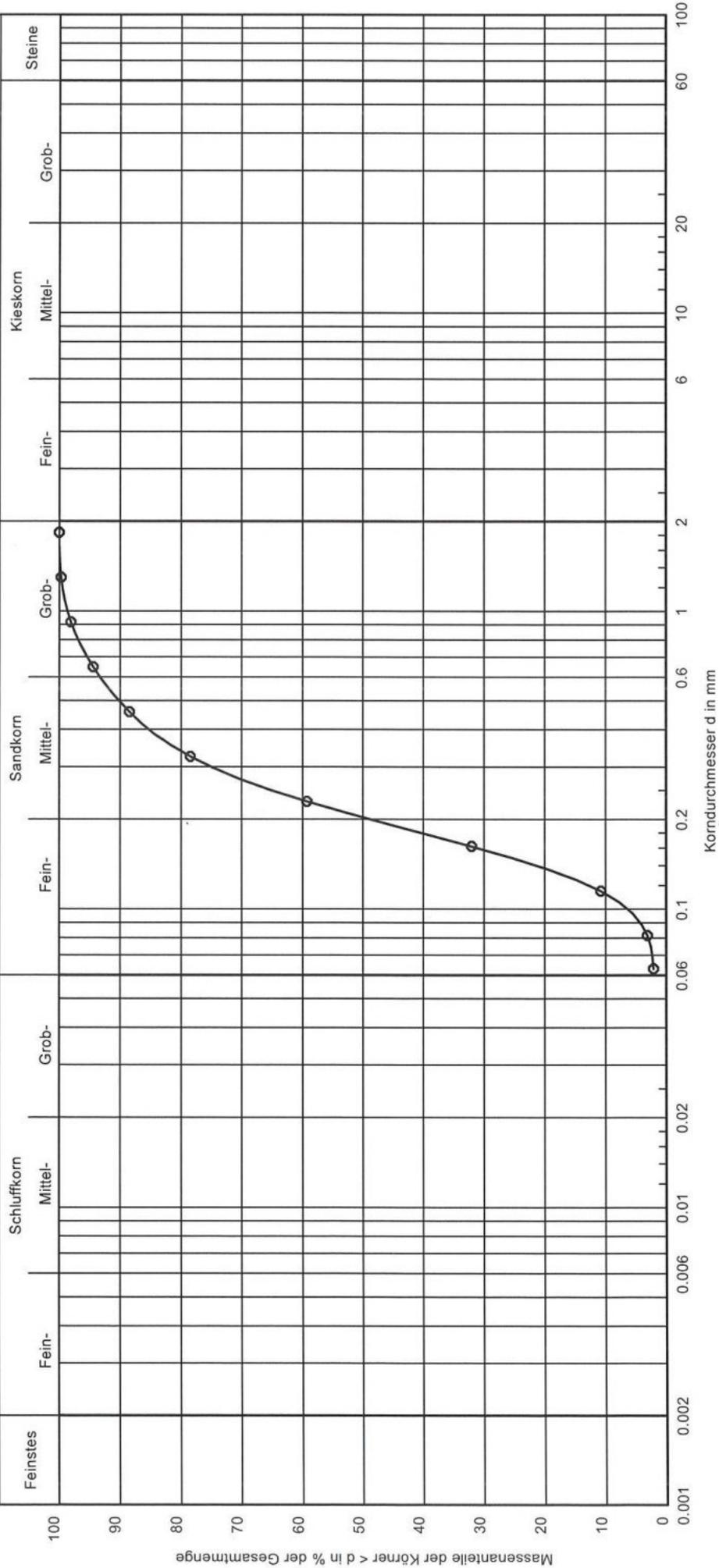
Neubau EDEKA am Stadtweg in Langenhagen

Prüfungsnummer: G5263101  
 Probe entnommen am: 20.03.2019  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Siebanalyse

Datei  
 G5263101-1.kvs

## Schlammkorn

## Siebkorn



Bezeichnung:	RKS 1/3
Bodenart:	fS, mS, gs'
Tiefe:	1.30 - 2.40 m
k [m/s] (USBR):	$3.7 \cdot 10^{-5}$
U/Cc	2.1/1.0
T/U/S/G [%]:	- / - / 100.0 / -
Bodengruppe:	SE

Bemerkungen:  
 k [m/s] (Hazen): 1.5E-4  
 k [m/s] (Beyer): 1.3E-4

Bericht:  
 G5263101  
 Anlage:  
 4.1

GeoAnalytik Dr. H. Loh

Fahreschweg 32  
32257 Bünde

Tel.: 05223 - 522130, Fax: 05223 - 522132

Bearbeiter: S.Amelung M.Sc. Geow.

Datum: 08.04.2019

# Körnungslinie

## EDEKA-MIHA

### Neubau EDEKA am Stadtweg in Langenhagen

Prüfungsnummer: G5263101

Probe entnommen am: 20.03.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse

Datei:  
G5263101-2.kvs

### Schlammkorn

Schluffkorn

Feinstes

Fein-

Mittel-

Grob-

Sandkorn

Fein-

Mittel-

Grob-

Siebkorn

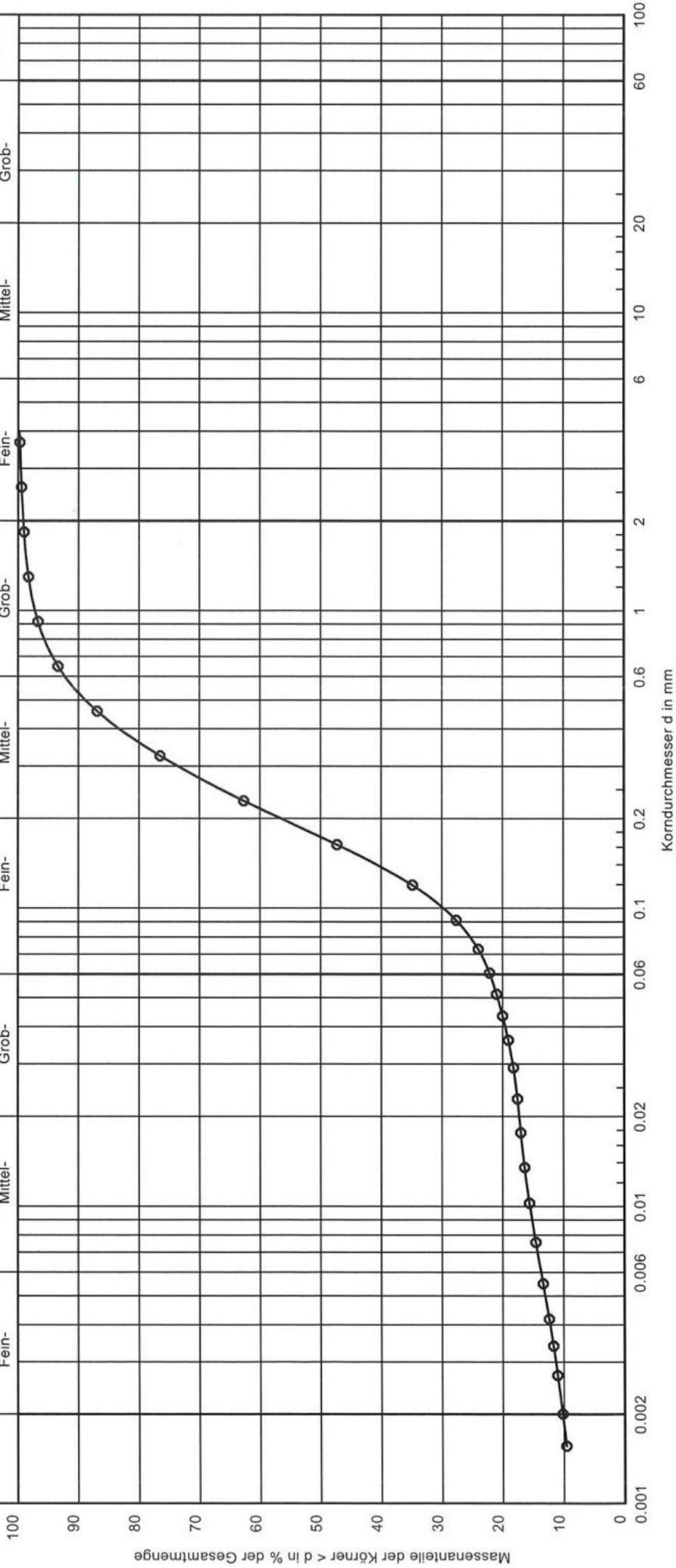
Fein-

Kieskorn

Mittel-

Grob-

Steine



Bezeichnung:

Bodenart:

Tiefe:

k [m/s] (USBR):

U/Cc

TU/US/G [%]:

Bodengruppe:

RKS 4/4

S, t, u'

0.85 - 1.20 m

$2.7 \cdot 10^{-6}$

116.5/25.4

10.2/11.9/77.0/0.9

SU\*

Bemerkungen:

k [m/s] (Hazen): keine Gültigkeit

k [m/s] (Beyer): keine Gültigkeit

Bericht:  
G5263101  
Anlage:  
4.2

GeoAnalytik Dr. H. Loh  
 Fahrschweg 32  
 32257 Bünde  
 Tel.: 05223 - 522130, Fax: 05223 - 522132

Bearbeiter: S.Amelung M.Sc. Geow. Datum: 08.04.2019

# Körnungslinie

## EDEKA-MIHA

Neubau EDEKA am Stadtweg in Langenhagen

Prüfungsnummer: G5263101  
 Probe entnommen am: 21.03.2019  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse

Datei  
 G5263101-3.kvs

### Schlammkorn

Schluffkorn

Fein- Mittel- Grob-

Sandkorn

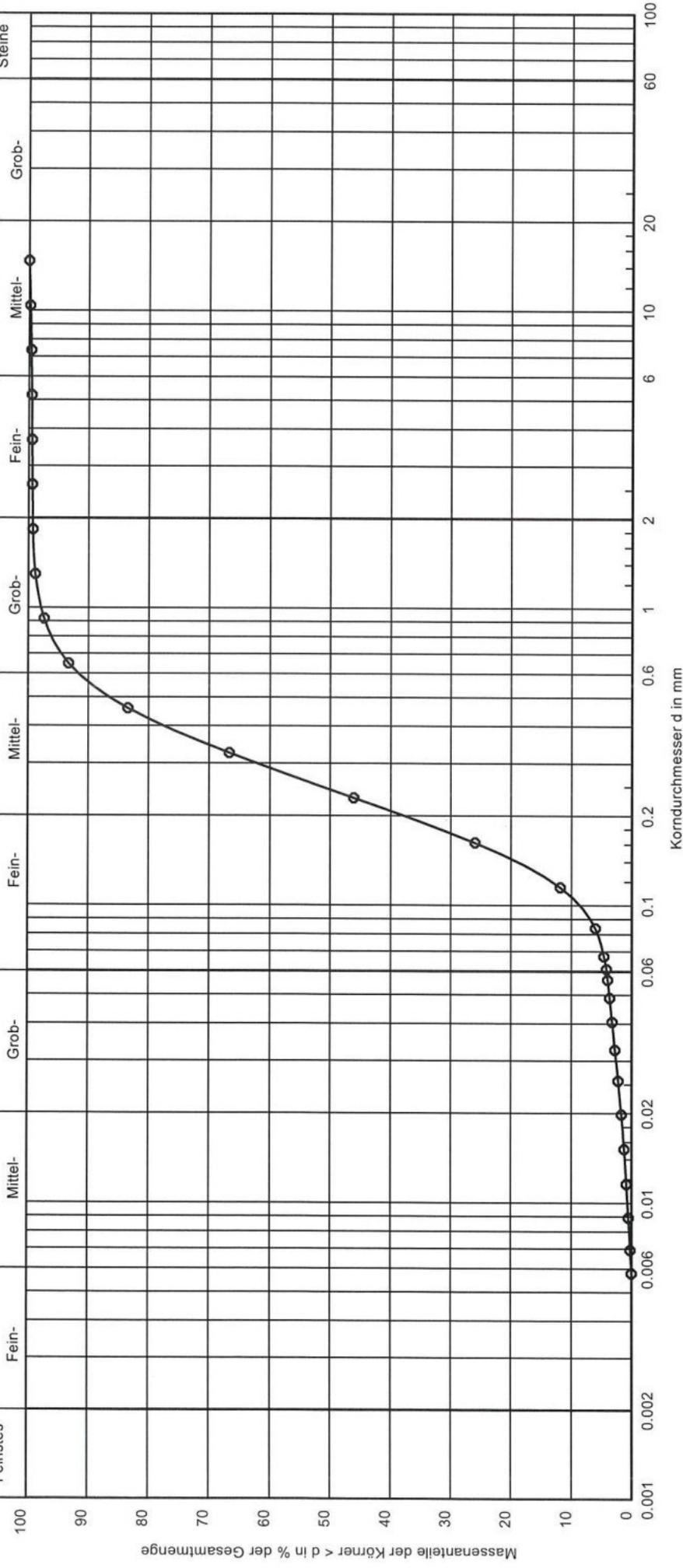
Fein- Mittel- Grob-

Kieskorn

Fein- Mittel- Grob-

Steine

Steine



Bezeichnung:	RKS 5/2
Bodenart:	mS, fs, gs'
Tiefe:	0.30 - 2.20 m
k [m/s] (USBR):	4.1 · 10 <sup>-5</sup>
U/Cc	2.7/1.0
TU/S/G [%]:	- /4.1/95.1/0.8
Bodengruppe:	SE

Bericht:  
 G5263101  
 Anlage:  
 4.3

Bemerkungen:  
 k [m/s] (Hazen): 1.3E-4  
 k [m/s] (Beyer): 1.1E-4

GeoAnalytik Dr. H. Loh

Fahreschweg 32  
32257 Bünde

Tel.: 052223 - 522130, Fax: 052223 - 522132

Bearbeiter: S.Amelung M.Sc. Geow.

Datum: 08.04.2019

# Körnungslinie

## EDEKA-MIHA

### Neubau EDEKA am Stadtweg in Langenhagen

Prüfungsnummer: G5263101

Probe entnommen am: 20.03.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse

Datei:  
G5263101-4.kvs

### Schlammkorn

Schluffkorn

Feinstes

Fein-

Mittel-

Grob-

### Siebkorn

Sandkorn

Fein-

Mittel-

Grob-

Kieskorn

Fein-

Mittel-

Grob-

Steine

100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

0

Massenanteile der Körner < d in % der Gesamtmenge

0.001

0.002

0.006

0.01

0.02

0.06

0.1

0.2

0.6

1

2

6

10

20

60

100

Korndurchmesser d in mm

Bezeichnung:

RKS 8/2

Bodenart:

fS, mS, u'

Tiefe:

0.45 - 1.60 m

k [m/s] (USBR):

$2.0 \cdot 10^{-5}$

U/Cc

2.9/1.1

T/U/S/G [%]:

- /5.5/94.5/ -

Bodengruppe:

SU

Bemerkungen:

k [m/s] (Hazen): 6.3E-5

k [m/s] (Beyer): 5.5E-5

Bericht:  
G5263101  
Anlage:  
4.4

**Wassergehalt** nach DIN 17892-1

**EDEKA-MIHA**

**Neubau EDEKA am Stadtweg in Langenhagen**

Bearbeiter: S. Amelung M.Sc. Geow.

Datum: 08.04.2019

Prüfungsnummer: G5263101

Entnahmestelle: vgl. Bezeichnung

Tiefe: vgl. Bezeichnung

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: siehe Schichtenverzeichnisse

Proben entnommen am: 20. + 21.03.2019

Probenbezeichnung:	RKS 1/3 1,30 - 2,40 m	RKS 2/2 0,30 - 1,20 m	RKS 3/2 0,40 - 0,80 m	RKS 4/4 0,85 - 1,20 m	RKS 5/2 0,30 - 2,20 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	316.40	147.03	141.34	107.56	260.70
Trockene Probe + Behälter [g]:	283.80	140.26	128.84	97.44	248.10
Behälter [g]:	74.58	9.23	9.30	9.32	73.20
Porenwasser [g]:	32.60	6.77	12.50	10.12	12.60
Trockene Probe [g]:	209.22	131.03	119.54	88.12	174.90
Wassergehalt [%]	15.58	5.17	10.46	11.48	7.20

Probenbezeichnung:	RKS 8/2 0,45 - 1,60 m				
Feuchte Probe + Behälter [g]:	316.70				
Trockene Probe + Behälter [g]:	288.70				
Behälter [g]:	73.60				
Porenwasser [g]:	28.00				
Trockene Probe [g]:	215.10				
Wassergehalt [%]	13.02				

Probenbezeichnung:					
Feuchte Probe + Behälter [g]:					
Trockene Probe + Behälter [g]:					
Behälter [g]:					
Porenwasser [g]:					
Trockene Probe [g]:					
Wassergehalt [%]					

Probenbezeichnung:					
Feuchte Probe + Behälter [g]:					
Trockene Probe + Behälter [g]:					
Behälter [g]:					
Porenwasser [g]:					
Trockene Probe [g]:					
Wassergehalt [%]					

## **Anlage 5**

Probennahmeprotokoll (LAGA PN 98)

## Probennahmeprotokoll nach LAGA PN 98

<b>Auftraggeber:</b> EDEKA-MIHA, Wittelsbacherallee 61, 32427 Minden
<b>Projektname:</b> Neubau eines EDEKA-Marktes am Stadtweg in Langenhagen-Engelbostel
<b>Projektnummer:</b> G5263101

<b>Abfallherkunft bzw. Probennahmeort:</b> im Baufeld anstehend, an der Kreuzung Stadtweg und Hannoversche Straße in Langenhagen
<b>Datum:</b> 20.03. und 21.03.2019
<b>Zweck der Probenahme:</b> Baugrunduntersuchung mit Deklarationsanalyse nach LAGA TR Boden

<b>Lagerungsdauer:</b> archäologisch bzw. moderne anthropogene Genese / erdgeschichtlich
<b>vermutete Schadstoffe, potentielle Gefährdungen:</b> keine konkreten Hinweise
<b>Einflüsse auf das Probenmaterial:</b> keine witterungsbedingten Einflüsse, da Probenahme aus Rammkernsondierungen (in-situ)
<b>Probenbezeichnung: Allgemeine Beschreibung (Abfallart, Farbe, Geruch, etc.):</b> <u>BMP Sandböden:</u> Boden-Mischprobe aus natürlich gewachsenen Sandböden (Sand, schwach schluffig bis schluffig, schwach kiesig), hellbraun bis braun oder gelbbraun, organoleptisch unauffällig.
<b>Probenahme-Gerät:</b> Rammkernsonde
<b>Gesamtvolumen:</b> unbekannt
<b>Form der Lagerung:</b> natürliche Schichtung
<b>Anzahl der Einzelproben:</b> -
<b>Anzahl der Mischproben:</b> 1
<b>Anzahl der Einzelproben pro Mischprobe:</b> 17
<b>Rückstellproben:</b> 17
<b>Labor für chemische Untersuchungen:</b> WESSLING GmbH (Altenberge)
<b>Probenversand:</b> 05.04.2019

<b>Lageskizze:</b> vgl. Lageplan in Anlage 1
<b>Zeugen / Anwesende Personen:</b> -

<b>Probennehmer / Qualifikation:</b> Geotechniker T. Jording, Sachkundiger nach LAGA PN 98
--

— Dr. Ing. H. Loh — GeoAnalytik —  
Telefon: 05223 - 522130 · Fax: 522132  
Fahreschweg 32 · 32257 Bünde

16.05.19

i.A.



Datum, Unterschrift, Stempel

## **Anlage 6**

Protokoll der chemisch-physikalischen Laboranalysen

WESSLING GmbH, Oststr. 7, 48341 Altenberge

Ingenieurbüro GeoAnalytik Dr. Loh  
Herr Dr. Loh  
Fahreschweg 32  
32257 Bünde

Geschäftsfeld: Umwelt  
Ansprechpartner: G. Averagesch  
Durchwahl: +49 2505 89 182  
Fax: +49 2505 89 185  
E-Mail: guido.averesch@wessling.de

## Prüfbericht

**Auftraggeber: EDEKA-MIHA**  
**Projekt: Neubau EDEKA-Markt am Stadtweg in Langenhagen-Engelbostel**  
**Projekt-Nr.: G5263101**

Prüfbericht Nr. **CAL19-044322-1** Auftrag Nr. **CAL-07590-19** Datum **15.04.2019**

Probe Nr.	<b>19-057512-01</b>		
Eingangsdatum	08.04.2019		
Bezeichnung	BMP Sandböden		
Probenart	Sand		
Probenahme	05.04.2019		
Probenahme durch	Auftraggeber		
Probengefäß	PE-Beutel		
Anzahl Gefäße	1		
Untersuchungsbeginn	08.04.2019		
Untersuchungsende	15.04.2019		

### Probenvorbereitung

Probe Nr.	<b>19-057512-01</b>		
Bezeichnung	BMP Sandböden		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	<b>1000</b>
Frischmasse der Messprobe	g	OS	<b>111</b>
Königswasser-Extrakt		TS	<b>10.04.2019</b>
Feuchtegehalt	%	TS	<b>10,3</b>

### Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	<b>19-057512-01</b>		
Bezeichnung	BMP Sandböden		
Trockenrückstand	Gew%	OS	<b>90,6</b>

Prüfbericht Nr. **CAL19-044322-1** Auftrag Nr. **CAL-07590-19** Datum **15.04.2019**
**Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)**

Probe Nr.	19-057512-01		
Bezeichnung	BMP Sandböden		
Benzol	mg/kg	TS	<0,1
Toluol	mg/kg	TS	<0,1
Ethylbenzol	mg/kg	TS	<0,1
m-, p-Xylol	mg/kg	TS	<0,1
o-Xylol	mg/kg	TS	<0,1
Styrol	mg/kg	TS	<0,1
Cumol	mg/kg	TS	<0,1
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	-/-

**Summenparameter**

Probe Nr.	19-057512-01		
Bezeichnung	BMP Sandböden		
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	0,17
EOX	mg/kg	TS	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg	TS	<50
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	TS	<50
TOC	Gew%	TS	0,15

**Polychlorierte Biphenyle (PCB)**

Probe Nr.	19-057512-01		
Bezeichnung	BMP Sandböden		
PCB Nr. 28	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 52	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 101	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 118	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 138	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 153	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 180	mg/kg	TS	<0,01
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	-/-
PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)	mg/kg	TS	-/-
Summe der 7 PCB	mg/kg	TS	-/-

**Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)**

Probe Nr.	19-057512-01		
Bezeichnung	BMP Sandböden		
Dichlormethan	mg/kg	TS	<0,1
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS	<0,1
Trichlormethan	mg/kg	TS	<0,1
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS	<0,1
Tetrachlormethan	mg/kg	TS	<0,1
Trichlorethen	mg/kg	TS	<0,1

Prüfbericht Nr.	<b>CAL19-044322-1</b>	Auftrag Nr.	<b>CAL-07590-19</b>	Datum	<b>15.04.2019</b>
Probe Nr.	19-057512-01				
Tetrachlorethen	mg/kg	TS	<0,1		
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS	-/-		

**Im Königswasser-Extrakt****Elemente**

Probe Nr.	19-057512-01				
Bezeichnung	BMP Sandböden				
Arsen (As)	mg/kg	TS	<2,0		
Blei (Pb)	mg/kg	TS	5,2		
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	<0,4		
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	8,7		
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	<5,0		
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	6,6		
Thallium (Tl)	mg/kg	TS	<0,4		
Zink (Zn)	mg/kg	TS	15		
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,1		

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

Probe Nr.	19-057512-01				
Bezeichnung	BMP Sandböden				
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,02		
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,02		
Acenaphthen	mg/kg	TS	<0,02		
Fluoren	mg/kg	TS	<0,02		
Phenanthren	mg/kg	TS	<0,02		
Anthracen	mg/kg	TS	<0,02		
Fluoranthren	mg/kg	TS	<0,02		
Pyren	mg/kg	TS	<0,02		
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,02		
Chrysen	mg/kg	TS	<0,02		
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,02		
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,02		
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	<0,02		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,02		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,02		
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	TS	<0,02		
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	-/-		

**Im Eluat**

Prüfbericht Nr. **CAL19-044322-1** Auftrag Nr. **CAL-07590-19** Datum **15.04.2019**
**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.	19-057512-01		
Bezeichnung	BMP Sandböden		
pH-Wert	W/E	6,8	
Messtemperatur pH-Wert	°C	W/E	21
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	18,3

**Kationen, Anionen und Nichtmetalle**

Probe Nr.	19-057512-01		
Bezeichnung	BMP Sandböden		
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	<1,0
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	W/E	2,0

**Elemente**

Probe Nr.	19-057512-01		
Bezeichnung	BMP Sandböden		
Arsen (As)	µg/l	W/E	<5,0
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<2,0
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,2
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<5,0
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	<5,0
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<5,0
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2
Zink (Zn)	µg/l	W/E	<5,0

**Summenparameter**

Probe Nr.	19-057512-01		
Bezeichnung	BMP Sandböden		
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01

Prüfbericht Nr.	CAL19-044322-1	Auftrag Nr.	CAL-07590-19	Datum	15.04.2019
-----------------	----------------	-------------	--------------	-------	------------

19-057512-01

Eine parameterspezifische Analysenprobe zur Bestimmung leichtflüchtiger organischer Stoffe, d.h. eine mit Methanol überschichtete Stichprobe, ist nicht angeliefert worden. Minderbefunde der vorgenannten Stoffe können nicht ausgeschlossen werden. Ergänzend ist anzumerken, dass die Entnahme einer parameterspezifischen Analysenprobe in Abhängigkeit von der Körnigkeit des zu beprobenden Materials u.U. nicht möglich ist.

**Abkürzungen und Methoden**

Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen	DIN EN 14346 Verf. A (2007-03) <sup>A</sup>
Königswasser-Extrakt vom Feststoff (Abfälle)	DIN ISO 13657 (2003-01) <sup>A</sup>
Metalle/Elemente in Feststoff	DIN EN ISO 11885 (2009-09) <sup>A</sup>
Quecksilber (AAS) in Feststoff	DIN EN ISO 12846 (2012-08) <sup>A</sup>
Cyanide gesamt und leichtfreisetzbar im Boden (CFA)	DIN ISO 17380 (2013-10) <sup>A</sup>
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) in Abfall	DIN EN 13137 (2001-12) <sup>A</sup>
Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)	DIN 38414 S17 (2017-01) <sup>A</sup>
Kohlenwasserstoffe in Abfall und Boden	DIN EN 14039 i.V. mit LAGA KW/04 (2005-01 / 2009-12) <sup>A</sup>
LHKW (leichtfl. halogen. Kohlenwasserstoffe)	DIN ISO 22155 (2013-05) <sup>A</sup>
BTEX (leichtfl. arom. Kohlenwasserst.)	DIN ISO 22155 (2013-05) <sup>A</sup>
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	DIN EN 15308 (2008-05) <sup>A</sup>
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	DIN EN 18287 (2006-05) <sup>A</sup>
Auslaugung, Schüttelverfahren WF-10 l/kg	DIN EN 12457-4 (2003-01) <sup>A</sup>
Feuchtegehalt	DIN EN 12457-4 (2003-01) <sup>A</sup>
pH-Wert in Wasser/Eluat	DIN 38404-5 (2009-07) <sup>A</sup>
Leitfähigkeit, elektrisch	DIN EN 27888 (1993-11) <sup>A</sup>
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) <sup>A</sup>
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) <sup>A</sup>
Cyanide gesamt	DIN EN ISO 14403-2 (2012-10) <sup>A</sup>
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 17294-2 (2005-02) <sup>A</sup>
Quecksilber (AAS), in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 12846 (2012-08) <sup>A</sup>
Phenol-Index in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 14402 (1999-12) <sup>A</sup>
OS	Originalsubstanz
TS	Trockensubstanz
W/E	Wasser/Eluat

**ausführender Standort**

Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik München
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Rhein-Main



Guido Aversch  
 Dipl.-Ing. Chemie  
 Sachverständiger Umwelt

## Anhang zu Prüfbericht CAL19-044322-1

Aufschlüsselung der gemessenen Parameter zu den verwendeten Methoden.

---

Methode **Metalle/Elemente in Wasser/Eluat**

Norm **DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO 17294-2 (2009-09 / 2005-02)**

Parameter	Probe 19-057512-01
Arsen (As)	DIN EN ISO 17294-2 (2005-02)
Blei (Pb)	DIN EN ISO 17294-2 (2005-02)
Cadmium (Cd)	DIN EN ISO 17294-2 (2005-02)
Chrom (Cr)	DIN EN ISO 17294-2 (2005-02)
Zink (Zn)	DIN EN ISO 17294-2 (2005-02)
Kupfer (Cu)	DIN EN ISO 17294-2 (2005-02)
Nickel (Ni)	DIN EN ISO 17294-2 (2005-02)

## Anhang zu Prüfbericht CAL19-044322-1

Aufschlüsselung der gemessenen Parameter zu den verwendeten Methoden.

---

Methode **Metalle/Elemente in Feststoff**

Norm **DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO 17294-2 (2009-09 / 2005-02)**

Probe	19-057512-01
Parameter	
Arsen (As)	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Blei (Pb)	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Cadmium (Cd)	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Thallium (Tl)	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Chrom (Cr)	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Zink (Zn)	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Kupfer (Cu)	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Nickel (Ni)	DIN EN ISO 11885 (2009-09)

## **Anlage 7**

Berechnung einer Versickerungsmulde

Ingenieurbüro GeoAnalytik Dr. Loh

Fahreschweg 32

32257 Bünde

Telefon: 05223 - 522 130

Telefax: 05223 - 522 132

Anlage: 7

Projekt: BV EDEKA-Markt in Langenhagen

Bearbeiter: K. Scholonek

G4950178-1

Muldenversickerung

Durchlässigkeit =  $8.000 \cdot 10^{-6}$  m/s

Grundwasserflurabstand = 1.20 m

Zuschlagsfaktor = 1.20

Häufigkeit  $n [1/a] = 0.200$

5-jährige Überschreitungshäufigkeit

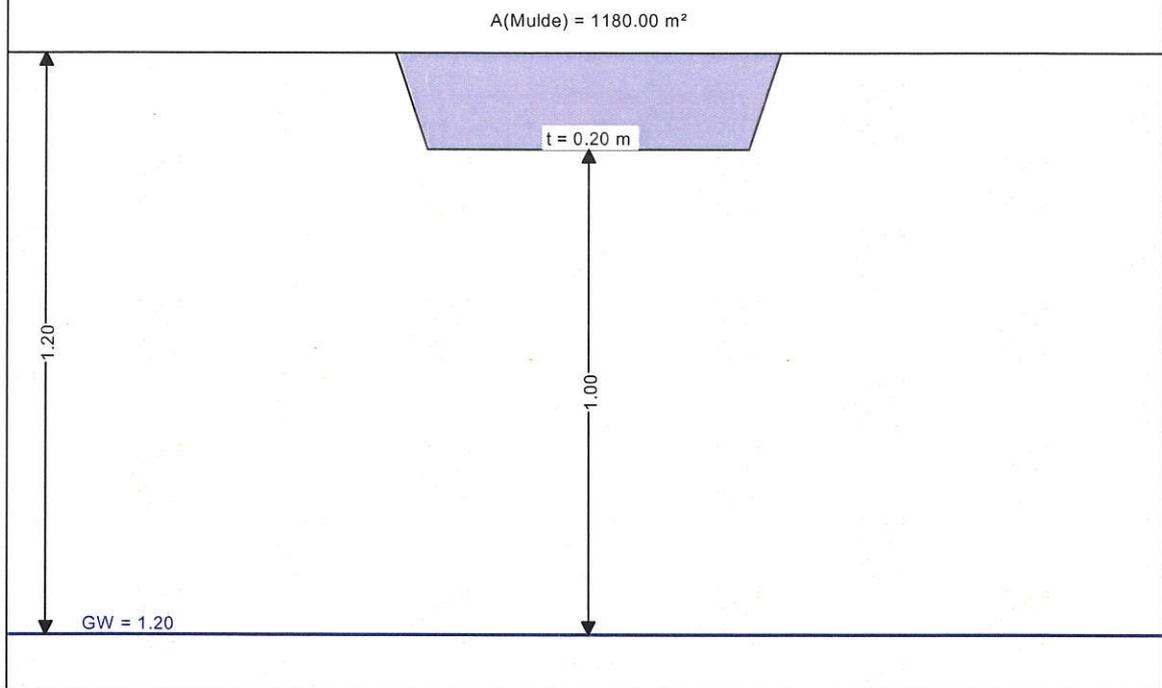
$A(u) = 6528.0 \text{ m}^2$

Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m

Vorh. Versickerungsfläche = 1180.0 m<sup>2</sup>

Datei: G5263101neu.vrs

### Muldenversickerung



### Ergebnis

Erforderliche Muldentiefe = 0.20 m

Erforderliches Speichervolumen = 235.52 m<sup>3</sup>

Maßgebende Regendauer = 180.0 Minuten

Regenspende = 29.7 Liter/(sec·ha)

Entleerungszeit = 13.9 Stunden

Langenhagen-Engelbostel

D	$r_{0.2}$ [l/(s·ha)]	V [m <sup>3</sup> ]
5 min	276.7	75.08
10 min	204.2	109.93
15 min	166.0	133.09
20 min	141.2	149.93
30 min	110.2	173.28
45 min	84.3	195.24
60 min	69.0	209.37
90 min	50.5	221.65
2 h	40.5	228.94
3 h	29.7	235.52
4 h	23.8	235.44
6 h	17.5	227.29
9 h	12.8	200.09
12 h	10.3	166.89
18 h	7.5	82.50
24 h	6.0	-9.87
48 h	3.7	-387.36
72 h	2.7	-820.78

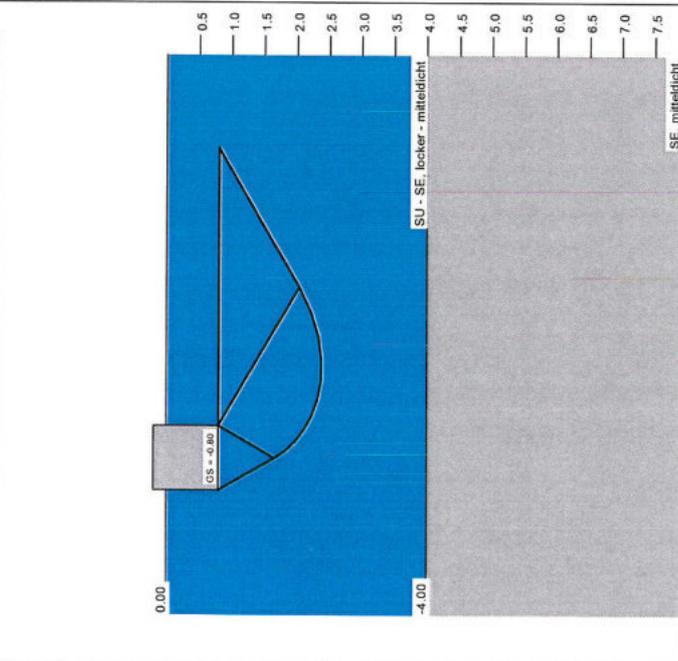
## **Anlage 8**

Setzungs- und Grundbruchberechnungen (DIN 4017, DIN 4019)

System (b = 1,00 m) max dphi = 0.0°

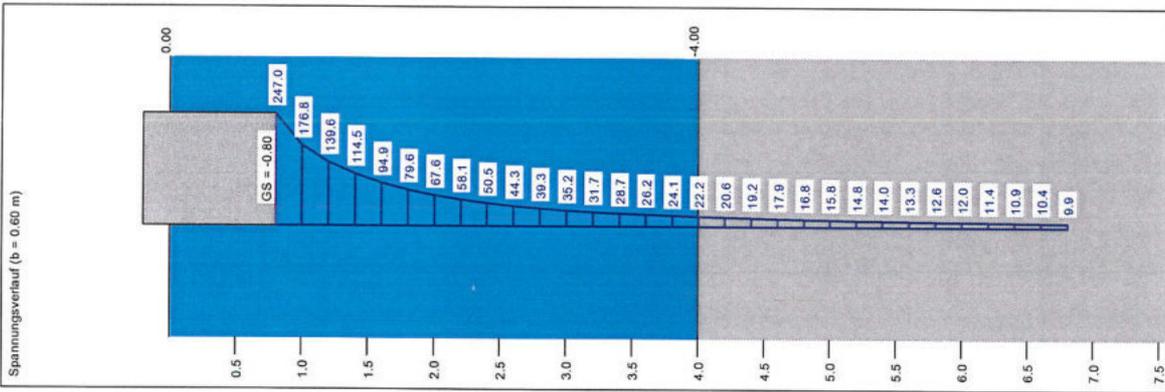
Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$\psi$ [°]	$c$ [kN/m²]	$E_s$ [MN/m²]	$v$ [-]	Bezeichnung
-4.00	17.5	9.5	30.0	0.0	25.0	0.00	SU - SE, locker - mitteldicht
<-4.00	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	0.00	SE, mitteldicht

Oberkante Gelände = 0.00 m



a [m]	b [m]	$\sigma_{Gk}$ [kN/m²]	$\sigma_{Gd}$ [kN/m²]	$R_{s,d}$ [kN/m]	$\sigma_{Gk}$ [kN/m²]	$\sigma_{Gd}$ [kN/m²]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m²]	$\gamma_2$ [kN/m³]	$\sigma_{Gd}$ [kN/m²]	$\gamma_0$ [m]	$R_{sk}$ [MN/m²]
10.00	0.60	492.8	352.0	211.2	247.0	0.98*	30.0	0.00	0.00	17.50	14.00	6.80	25.3
10.00	0.80	498.0	356.4	285.1	250.1	1.18*	30.0	0.00	0.00	17.50	14.00	6.80	21.2
10.00	1.00	513.7	366.9	366.9	257.5	1.39*	30.0	0.00	0.00	17.18	14.00	6.80	18.6

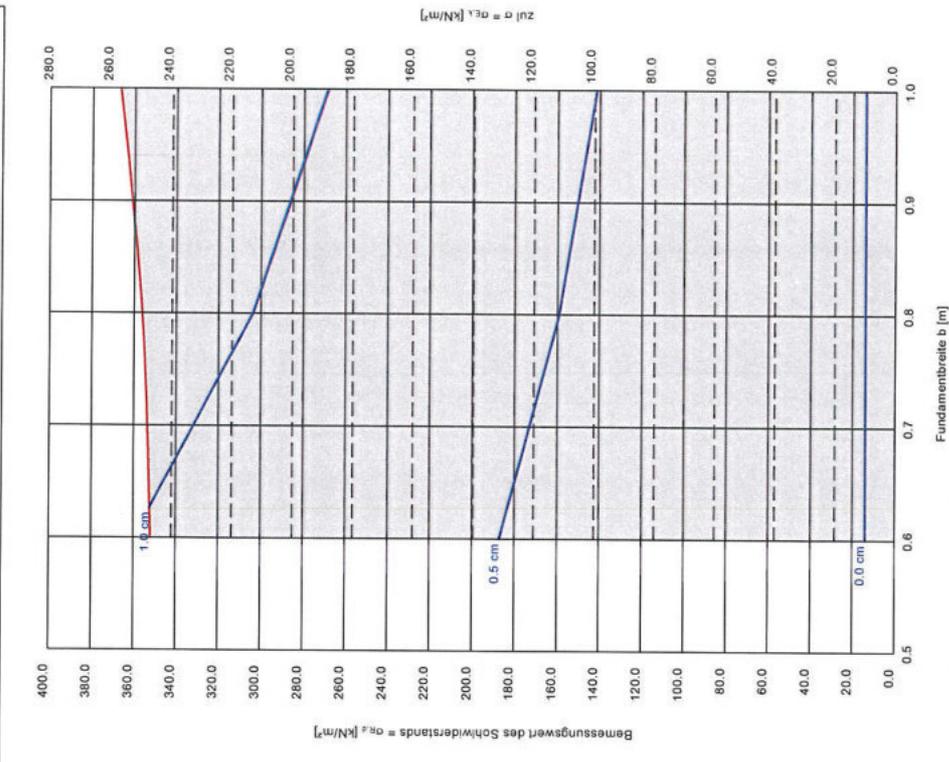
\* Vorbelastung = 10.0 kN/m²  
 $\sigma_{Gk} = \sigma_{Gk} / (h_{sk} \cdot \gamma_{Gk}) = \sigma_{Gk} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{Gk} / 1.99$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(G)/Gesamlasten(G+O) [ ] = 0.50



**Berechnungsgrundlagen:**  
 RKS 1 - RKS 5  
 Norm: EC 7  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G+O)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_Q$   
 $\gamma_{(G+O)} = 1.425$

Tiefenbewerte nach: IEG7 (SE)  
 Oberkante Gelände = 0.00 m  
 Gründungssohle = -0.80 m  
 Grundwasser = -2.20 m  
 Vorbelastung = 10.0 kN/m²  
 Grenztiefe mit festem Wert von 6.00 m u. GS  
 Grundbruch mit Tiefenbewerten  
 Datei: G5263101-SF.gdg  
 Datum: 10.05.2019

— Sohlrdruck  
 — Setzungen



**EDEKA-MIHA**  
 Wittelsbacherallee 61  
 32427 Minden

**Neubau EDEKA-Markt**  
 am Stadtweg in Langenhagen  
 Streifenfundamente

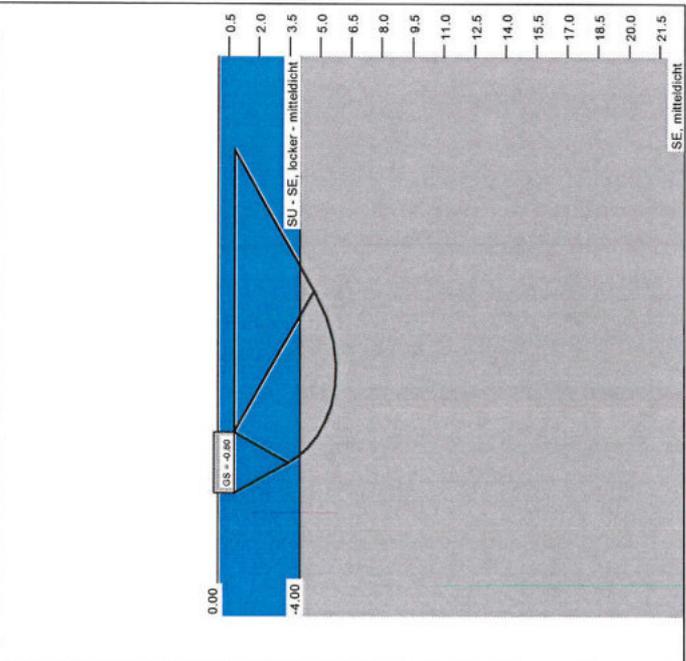
Ing.-Büro Dr. Hartmut Loh  
 Fahreschweg 32, 32257 Bünde

Anlage: 8.1

System (b = 3.00 m)      max dphi = 1.5 °

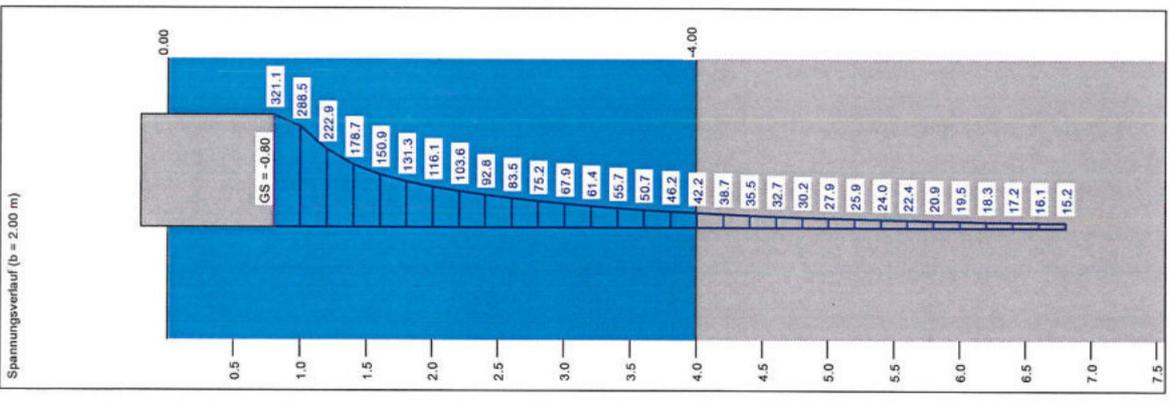
Tiefe [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
-4.00	17.5	9.5	30.0	0.0	25.0	0.00	SU - SE, locker - mitteldicht
<-4.00	18.0	10.0	32.5	0.0	40.0	0.00	SE, mitteldicht

Oberkante Gelände = 0.00 m



a [m]	b [m]	$\sigma_{Gk}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{Ed}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{sd}$ [kN]	$\sigma_{Gk}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma'_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$i_g$ [m]	$k_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
2.00	2.00	640.6	457.6	1830.4	321.1	1.65*	30.0	0.00	14.23	14.00	6.80	19.4
2.50	2.50	759.4	542.4	3390.0	380.6	2.31*	31.0	0.00	13.36	14.00	6.80	16.5
3.00	3.00	825.8	589.9	5308.8	413.9	2.85*	31.3	0.00	12.82	14.00	6.80	14.5

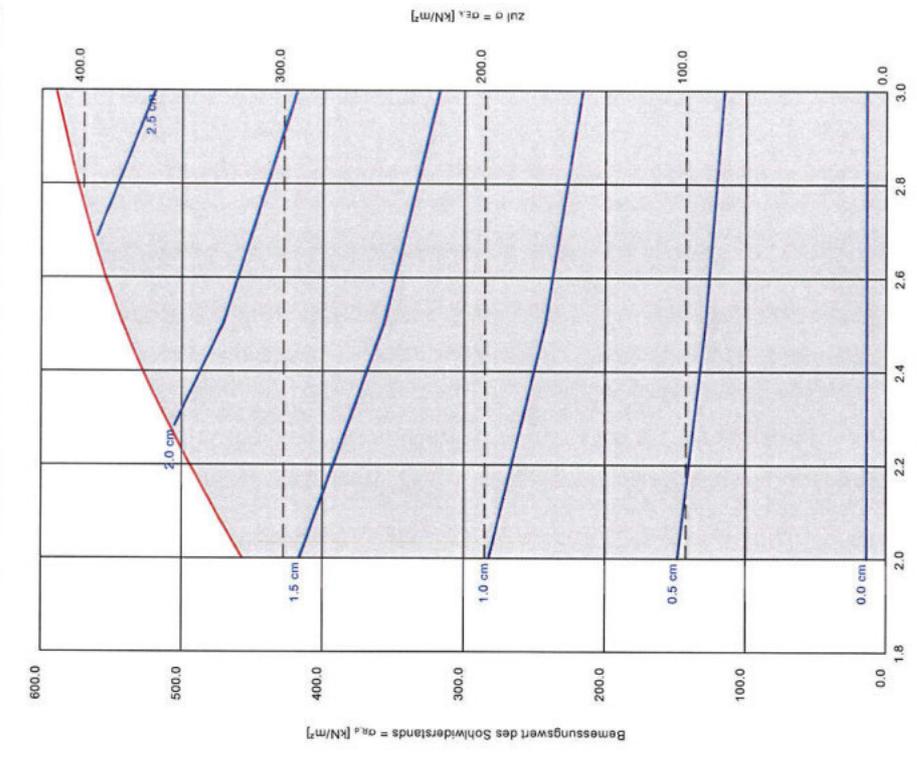
\* Vorbelastung = 10.0 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma'_{Gk} = \sigma_{Gk} / (\gamma_{Gk} \cdot \gamma_{G(O)}) = \sigma_{Gk} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{Gk} / 1.99$  (für Setzungen)  
 $\gamma_{G(O)} = \text{Verhältnis Veränderliche(O)/Gesamtlaste(O)} = 0.50$



**Berechnungsgrundlagen:**  
 RKS 1 - RKS 5  
 Norm: EC 7  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,O)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_Q$   
 $\gamma_{(G,O)} = 1.425$

Tiefenbeiwerte nach: IEG7 (SE)  
 Oberkante Gelände = 0.00 m  
 Gründungssohle = -0.80 m  
 Grundwasser = -2.20 m  
 Vorbelastung = 10.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Grenztiefe mit festem Wert von 6.00 m u. GS  
 Grundbruch mit Tiefenbeiwerten  
 Datei: G5263101-EF.gdg  
 Datum: 10.05.2019

— Sohldruck  
 — Setzungen



EDEKA-MIHA  
 Wittelsbacherallee 61  
 32427 Minden

Neubau EDEKA-Markt  
 am Stadtweg in Langenhagen  
 Einzelfundamente

Ing.-Büro Dr. Hartmut Loh  
 Fahreschweg 32, 32257 Bünde

Anlage: 8.2