F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH
Geotechnik • Grundbau • Bodenmechanik • Umwelttechnik

F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH • Hans-Böckler-Str. 21 • 40764 Langenfeld

Bogies Pflanzenwelt GmbH
Düsseldorfer Straße 197

40667 Meerbusch

- Baugrunduntersuchungen
- Geotechnische Untersuchungen
- Baugrund- und Bodengutachten
- Hydrogeologie
- Grundbaustatik
- Fachbauleitung Tiefbau
- Deklarationsanalytik
- Altlastenuntersuchung / Altlastenbewertung
- Erdbaulabor

Auftrag/Projekt-Nr.	Datei	unser Zeichen	Datum
A 5478	FGM_A5478BG05012022	BjM/FGM	05.01.2022

Bauvorhaben: **Meerbusch, Düsseldorfer Straße 197**
Errichtung einer Gärtnerei und eines Supermarktes

Baugrundgutachten

Inhalt:

1. Allgemeines
2. Baugrund
3. Allgemeine Angaben für die Planung des Bauvorhabens
4. Angaben für die Planung und Ausführung
5. Straßen- und Kanalbau
6. Zusammenfassung

Verzeichnis der Anlagen:

5478/01	Lageplan, Maßstab ~ 1:500 mit Eintragung der Bohransatzpunkte
5478/02 - 05	Ergebnisse der Baugrunderkundung, Maßstab 1:100
5478/05	Bemessungsdiagramm Einzelfundamente a/b = 1, a/b = 2, Streifenfundamente

1. Allgemeines

1.1 Beauftragung und Aufgabenstellung

Die F.G.M. Ingenieurgesellschaft Müller mbH für Geotechnik, Grundbau und Bodenmechanik erhielt von der Bogies Pflanzenwelt GmbH, Meerbusch den Auftrag zur Ausarbeitung eines Baugrundgutachtens für obiges Bauvorhaben mit Vorschlägen für eine technisch einwandfreie und wirtschaftliche Gründung.

Des Weiteren sollen Angaben übe die Wasseraufnahmefähigkeit (Versickerungsfähigkeit) der anstehenden Bodenschichtungen Aussagen gemacht werden. Im Rahmen des Baugrundgutachtens sollen weiterhin Angaben zur Ausführung des Straßen- und Kanalbaues getroffen werden.

1.2 Baugelände

Das hier relevante Baugrundstück liegt in Meerbusch an der Düsseldorfer Straße 197.

Das Gelände wird z.Z. als Gärtnerei mit Verkaufsräumen, wie z.B. Gewächshäusern etc. genutzt. Das Außengelände in diesen z.Z. bebauten Flächen wird als Zuwegungen bzw. Parkflächen genutzt. Diese Flächen sind überwiegend mit Verbundsteinpflaster bzw. Rasengittersteinen befestigt.

Die neu geplante Baumaßnahme erstreckt sich über die z.Z. bestehende Bebauung bis zum rückwärtig gelegenen Gelände, dass in diesen Bereichen z.Z. noch landwirtschaftlich genutzt wird.

Ausgehend von der Düsseldorfer Straße fällt das Gelände von ca. NHN+34,5 m auf ca. NHN+33,1 m ab.

Ein Lageplan des Baugeländes mit eingetragener zukünftiger Bebauung ist als Anlage 5478/01 diesem Gutachten beigefügt.

1.3 Bearbeitungsunterlagen

Zur Ausarbeitung dieses Gutachtens wurden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Lageplan mit eingetragener Bebauung, ohne Maßstab
- Lageplan ohne Eintragung der geplanten Bebauung, jedoch mit Angaben von geodätischen Höhen bezogen auf NHN

1.4 Beschreibung des Bauvorhabens

Geplant ist die Errichtung eines neuen Gärtnereibetriebes mit entsprechenden Verkaufsräumen und Gewächshäusern. Des Weiteren ist die Errichtung eines Supermarktes geplant. Alle geplanten Gebäude werden nicht unterkellert.

Die höhenmäßige Lage der fertigen Erdgeschossfußböden ist noch nicht bekannt oder fetgelegt. Sie werden von den Unterzeichnern bei der Kote NHN+33,90 m angenommen.

Diese Höhenangabe gilt für alle hier geplanten Gebäude. Diese Annahme ist planseits zu überprüfen und ggfs. zu korrigieren.

Bei Beibehaltung der Höhenlage liegt die Oberkante des fertigen Erdgeschossfußbodens überwiegend geringfügig oberhalb des jetzigen Geländeniveaus; z.T. jedoch auch noch deutlich darüber.

Die Gründung erfolgt über Einzel- bzw. Streifenfundamente. Die Mindestgründungstiefe wird vorerst einheitlich bei 1,2 m unter OK Erdgeschossboden angenommen.

Die Ausbildung des Erdgeschossfußbodens ist z.Z. noch nicht bekannt. Sie wird im Bereich der Gärtnerei aus Stahlbeton, alternativ auch als Stahlfaserbeton, evtl. auch als Pflasterung hergestellt werden. Im Bereich des Supermarktes wird der Erdgeschossboden wahrscheinlich aus Stahlbeton ausgeführt.

Über die Belastung aus der geplanten Gebäudesubstanz auf den Baugrund liegen z.Z. noch keine Angaben vor.

2. Baugrund

2.1 Baugrunderkundung

Um in dem geplanten Planbereich der hier vorgesehenen Baumaßnahme den Boden näher zu erkunden, wurden im Oktober 2021 insgesamt 19 Rammkernbohrungen (RKB 1 bis RKB 19) sowie 19 Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL 1 bis DPL 19) abgeteuft.

Des Weiteren wurden 4 Rammkernbohrungen in dem Bereich der vorgesehenen Versickerungsanlagen bis 3 m unter Gelände hergestellt. Darin wurde der sog. Durchlässigkeitskoeffizient mittels der Infiltrationsmethode festgestellt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in einem gesonderten Gutachten mitgeteilt.

→ Bei einer Rammkernbohrung wird eine Rammsonde mit Kernvorsatz in den Boden gerammt. Die Bohrung erfolgt unverrohrt, wobei der Bohrdurchmesser sich nach unten zur Verringerung der Mantelreibung an den Bohrlochwandungen verjüngt. Der Anfangsdurchmesser beträgt dabei 50 mm, der Enddurchmesser im Regelfalle 35 mm.

→ Bei einer Rammsondierung wird ein Stab mit einer verdickten Spitze bei gleichbleibender Rammenergie in den Untergrund getrieben. Gleichzeitig werden die erzielten Schlagzahlen für je 10 cm Eindringung (N_{10}) gezählt. Diese Schlagzahlen geben bei nichtbindigen Böden einen Anhalt über die vorhandene Lagerungsdichte, bei bindigen Böden einen Anhalt über die vorhandene Zustandsform (Konsistenz) der jeweiligen Bodenschicht und damit eine Aussagemöglichkeit über die Festigkeit (Zusammendrückbarkeit) des Baugrundes.

Die technischen Daten der hier eingesetzten Rammsonde gehen aus folgender Tabelle hervor: Rammsonde nach DIN 4094 – Teil 3 sowie DIN EN ISO 2246-2

Sonde	Spitzen-durchmesser	Spitzenquer-schnitt	Masse des Fallbären	Fallhöhe
	[cm]	[cm²]	[kg]	[cm]
DPL	2,52	5	10	50

Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind auf den Anlagen 5474/02 bis 05 höhengerecht dargestellt. Die Auftragung erfolgte in Form von Bohrprofilen nach DIN 4023 (Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen) bzw. als Rammdiagramme nach DIN 4094 –Teil 3 (Baugrund – Felduntersuchungen – Teil 3 Rammsondierungen)

2.2 Beschreibung des Baugrundes

Im Bereich der jetzigen gewerblichen Nutzung des Geländes wurde unterhalb von Verbundsteinpflaster bzw. Rasengittersteinen der entsprechende Unterbau in Form von Sanden, Kiesen, z.T. auch Schotter festgestellt. Diese geringmächtigen Auffüllungen beinhalten örtlich auch Ziegel- und Betonbruch. Vorgenannte Auffüllungen reichen bis i.M. 0,5 m unter jetzigem Geländeniveau. Tieferreichende Auffüllungen, die z.T. bis 2,1 m unter Geländeoberkante festgestellt wurden, bestehen ebenfalls überwiegend aus Sanden und Kiesen die ebenfalls mit Ziegel- und Betonbruch sowie auch mit örtlich vorhandenen Aschen und Schlacken vermischt sind.

In der z.Z. landwirtschaftlich genutzten Fläche wurde eine Oberbodenschicht (Mutterboden) in Stärken von bis zu 0,40 m festgestellt. Die Dicke der Oberbodenschicht kann jedoch örtlich variieren. Innerhalb des Oberbodens wurden örtlich auch Ziegel- und Betonreste sowie geringfügig Aschen festgestellt.

Der gewachsene Boden besteht unterhalb der Auffüllungen bzw. unterhalb des Oberbodens aus einem anfangs anstehenden Schluff mit feinsandigen, z.T. auch schwach tonigen Fraktionen. Diese Bodenschichtung reicht bis i.M. 1,0 m unter jetzigem Geländeniveau, örtlich jedoch bis 1,7 m unter Geländeniveau.

Darunter bzw. bereits auch schon unterhalb der tieferreichenden Auffüllungen steht dann ein sandiger bis stark sandiger Kies bzw. ein kiesiger Sand bis zumindest 5 m unter jetzigem Geländeniveau an. Nach Kenntnis der Unterzeichner reicht diese nicht bindige Bodenschichtung auch bis in größerer Tiefe.

Aufgrund der durchgeführten Rammsondierungen ist festzustellen, dass die Auffüllungen äußerst unterschiedliche Lagerungsdichten aufweisen. Sie reichen von locker bis mitteldicht.

Die festgestellten bindigen Bodenschichtungen in Form der sandigen Schluffe sind in ihrer Konsistenz als steif zu bezeichnen. Die Sande und Kiese sind mindestens mitteldicht, örtlich auch dicht gelagert.

2.3 Bodenklassifizierung und Bodenkennwerte

Den auf dem Gelände angetroffenen Bodenarten können aufgrund der Bestimmung den Bodenproben bei den Rammkernbohrungen und den Rammsondierungen die nachfolgend aufgeführten bodenmechanischen Kennwerte zugeordnet werden.

Die Angabe der Bodenklasse nach DIN 18 300 erfolgt auf Grundlage der Ausgabe September 2012 (”alte” Bodenklassen).

Oberboden (Mutterboden)

für die Gründung nicht relevant

Bodenklasse nach DIN 18 300	**1** (Oberboden)

Auffüllungen

für die Gründung ebenfalls nicht relevant

Bodenklasse nach DIN 18 300[3)]	**3 - 4** (leicht bis mittelschwer lösbare Bodenart)

3) sofern keine zusammenhängenden Reste einer Altbebauung oder großvolumige Abbruchmaterialien darin
vorhanden sind

Schluff, feinsandig

Bodenklasse nach DIN 18 300	**4** (mittelschwer lösbare Bodenart)		
Frostempfindlichkeit [1)]	**F 3** (sehr frostempfindlich)		
Verdichtungsfähigkeit [2)]	**V 3** (schwer verdichtungsfähig)		
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	**19**	[kN/m³]
Wichte unter Auftrieb	$\gamma`_{k`}$	**10**	[kN/m³]
Reibungswinkel	$\varphi`_k$	**30,5**	[°]
Kohäsion	c` k	**2,5**	[kN/m²]
Steifemodul	$E_{s,k}$	**10.000**	[kN/m²]

1) nach ZTVE StB 94/97, Tab.1 (F1 = nicht frostempfindlich → F3 = sehr frostempfindlich)
2) nach ZTVA StB 97, Tab. 2 (V1 = verdichtungsfähig → V3 = schwer verdichtungsfähig)

Kies, sandig bzw. **Sand,** kiesig

Bodenklasse nach DIN 18 300	**3** (leicht lösbare Bodenart)		
Frostempfindlichkeit [1)]	**F 1** (nicht frostempfindlich)		
Verdichtungsfähigkeit [2)]	**V 1** (verdichtungsfähig)		
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	**19**	[kN/m³]
Wichte unter Auftrieb	$\gamma`_{k`}$	**10**	[kN/m³]
Reibungswinkel	$\varphi`_k$	**32,5**	[°]
Kohäsion	c` k	**0**	[kN/m²]
Steifemodul	$E_{s,k}$	**55.000**	[kN/m²]

1) nach ZTVE StB 94/97, Tab.1 (F1 = nicht frostempfindlich → F3 = sehr frostempfindlich)
2) nach ZTVA StB 97, Tab. 2 (V1 = verdichtungsfähig → V3 = schwer verdichtungsfähig)

2.4 Hydrogeologie

Bei der Baugrunderkundung im Oktober 2021 wurde in den Baugrundaufschlüssen, die bis 5,0 m unter Gelände abgeteuft wurden bzw. vereinzelt in geodätisch tiefliegenden Bohrungen bis 3,0 m Tiefe, ein eingespiegelter Grundwasserhorizont festgestellt.

Nach Auswertung umliegender Pegeldaten von Grundwassermessstellen mit langjährigen Datensätzen können für das hier relevante Projektgebiet folgende Grundwasserstände für die weitere Planung herangezogen werden:

MHGW = NHN+29,50 m

HHGW = NHN+31,00 m

3. Angaben für die Planung des Bauvorhabens

3.1 Vorschläge für die Gründung

Es wird empfohlen, die Gründung grundsätzlich über Streifen- bzw. Einzelfundamente bei allen hie geplanten Bauvorhaben durchzuführen.

Bei einer vorerst angenommenen Mindestkonstruktionshöhe der Fundamente, gemessen von OK fertigem Hallenboden (NHN+33,90 m) von 1,20 m liegt die Gründungsebene dann mindestens bei der Kote NHN+32,70 m sofern die Höhenlage des fertigen Erdgeschossfußbodens beibehalten wird. Die konstruktive Gründungsebene liegt bei dieser Tiefenlage dann überwiegend in den gewachsenen Sanden bzw. Kiesen, z.T. jedoch auch noch in den festgestellten Auffüllungen und der bindigen Deckschicht.

Hinsichtlich eines weitgehend gleichmäßigen Setzungsverhaltens muss die Gründungsebene in den festgestellten mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden bzw. Kiesen liegen. In den Bereichen, in denen die konstruktiven Gründungsebene noch in den Auffüllungen bzw. in der bindigen Deckschicht liegt, sind diese bis auf die Sande bzw. Kiese auszukoffern und die Differenzhöhe bis UK konstruktives Fundament mit Unterbeton aufzufüllen.

Grundsätzlich müssen alle Aufstandsebenen, die dann alle in den Sanden und Kiesen liegen, mit einem entsprechenden Verdichtungsgerät in mehreren Übergängen nachverdichtet werden.

Es wird davon ausgegangen, dass an den Außenrändern der Bodenplatte Streifenfundamente, mit Gründungsebene wie zuvor angegeben, hergestellt werden müssen, so dass in diesen Bereichen keine Frostschürzen aus Beton notwendig werden.

3.2 Angaben zur Bemessung der Gründungselemente, Setzungen und Setzungsdifferenzen

Die Angabe der zulässigen Sohlspannung ist abhängig von der Tragfähigkeit des anstehenden Bodens (Steifemodul), der jeweiligen Fundamentbreite, der zulässigen Setzung und der Einhaltung der Grundbruchsicherheit.

Im Nachfolgenden werden die aufnehmbaren Sohldrücke unter o.g. Randbedingungen und bei einer Einbindung aller Fundamente von 1,2 m unter Hallenboden bzw. 1,0 m vom zukünftigem Außengelände angegeben.

Die Sohlspannungen werden für Einzelfundamente mit Seitenverhältnissen a/b = 1, a/b = 2 und für Streifenfundamente angegeben.

In der Anlagen 5478/06 sind die zulässigen Sohlspannungen in Abhängigkeit der Fundamentbreiten grafisch dargestellt.

Unabhängig von den in den Grafiken angegebenen Sohlspannungen und unter Berücksichtigung der daraus resultierenden Setzungen wird generell die max. zulässige Sohldruck mit $\sigma_{zul., max.}$ = 350 kN/m² begrenzt.

Beispiele für den Ansatz der maximalen Sohlspannung:

	Einzelfundament **a/b = 1** **min. Einbindung 1,0 m gemessen von zuk. GOK**	**Streifenfundament** **l ~ 10 m** **min. Einbindung 1,0 m gemessen von zuk. GOK**
Fundamentbreite b (m)	2,0	0,6
$\sigma_{, zul.}$ **(kN/m²)**	max. σ = 350 kN/m² maßgebend	max. σ = 350 kN/m² maßgebend
daraus res. Setzung (cm)	< 1,0	< 1,0

Die obere schräg verlaufende Linie (in der Grafik rot dargestellt = 350 kN/m²) darf nicht überschritten werden.

Das hier relevante Baugebiet liegt gem. DIN 4149, Bauten in deutschen Erdbebengebieten in der
Erdbebenzone: 1
Untergrundklasse: T *1)
Baugrundklasse: B, Scherwellengeschwindigkeiten liegen etwa zwischen 350 m/s und 800 m/s

*1) Gebiete, denen gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau ein Intensitätsintervall von 6,5 bis < 7,0 zugeordnet ist. Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung beträgt 0,4 m/s².

4. Angaben für die Planung und Bauausführung

Bei der Planung und Durchführung des Bauvorhabens sind aus erd- und grundbautechnischen sowie aus bodenmechanischer Sicht die nachfolgenden Angaben sorgfältig und gewissenhaft zu beachten.

4.1 Hallenboden/Erdgeschossboden

Es ist z.Z. noch nicht bekannt, ob der Erdgeschossboden in Stahlbeton, Stahlfaserbeton oder aber in Pflasterung hergestellt wird.

Unterhalb des Erdgeschossbodens, wie auch immer dieser ausgebildet wird, ist grundsätzlich eine Tragschicht in einer Stärke von 0,60 m Dicke vorzusehen.

Das Planum dieser Tragschicht ist dann überwiegend in den Sanden und Kiesen bzw. noch in den vorhandenen Auffüllungen. Diese Aushubebene ist dann vor Einbringung der Tragschicht in mehreren Übergängen mit einem geeigneten Verdichtungsgerät nachzuverdichten.

Sofern das Planum noch in der bindigen Schluffschicht liegt, ist die Dicke der Tragschicht auf 1,00 m zu erhöhen.

Die Tragschicht selbst hat aus einem Kalksteinmaterial der Körnung etwa 0/45 bzw. aus einem frostbeständigen Kies-Sand-Gemisch zu bestehen. Alternativ kann auch RCL-Material eingebaut werden, sofern hierfür eine wasserrechtliche Genehmigung vorliegt.

Die Verdichtung der Tragschicht ist unmittelbar unterhalb der Bodenplatte nachzuweisen. Sofern die Erdgeschossbodenplatte in Stahlbeton hergestellt wird, ist ein Widerbelastungsmodul von $E_{V\ stat}$ ≥ 70 MN/m² bei einem Verhältnis von $E_{V\ 2}$ / $E_{V\ 1}$ von 2,6 erforderlich.

Bei Verwendung der dynamischen Druckplatte wird ein $E_{V\ dyn}$ ≥ 35 MN/m² erforderlich.

Sofern der Erdgeschossboden in Stahlfaserbeton hergestellt wird, sind die Anforderungen der ausführenden Firma maßgebend. Im Regelfall wird hier ein Wiederbelastungsmodul von E_{V2} ≥ 120 MN/m² bei einem Verhältnis E_{V2}/E_{V1} ≤ 2,6 erforderlich. Sofern der Nachweis mittels der dynamischen Druckplatte durchgeführt wird ein $E_{V\ dyn}$ ≥ 60 MN/m² erforderlich.

Sofern der Erdgeschossboden in Pflasterung ausgeführt werden soll, wird ein $E_{V\ stat}$ ≥ 150 MN/m² bei einem Verhältnis von $E_{V\ 2}$ / $E_{V\ 1}$ von < 2,6 erforderlich.

Vor Einbau dieser Tragschicht sollte jedoch ein Probefeld mit einer anfänglichen Einbaudicke von 0,60 m hergestellt werden. Sofern die o.g. Verdichtungskriterien ohne Weiteres einzuhalten werden, kann ggfs. eine Reduzierung der Einbaustärke vorgenommen werden.

Sofern Recyclingmaterialien als Tragschicht eingebaut werden, sind die oberen 0,15 m als kapillarbrechende Schicht auszubilden. Es wird darauf hingewiesen, dass der Einbau von RCL-Materialien wasserrechtlich genehmigungspflichtig ist.

4.2 Sicherung der erdberührenden Bauteile gegen Nässe

Gemäß DIN 18 533 – 1, Abdichtung von erdberührenden Bauteilen – Teil 1. Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze (07/2017 – maßgebliche DIN), sind die erdberührenden Bauteile gem. W1.1–E, Bodenfeuchte bei Bodenplatten, abzudichten.

Sofern die Bodenplatte aus statischen Gründen "wasserundurchlässig" hergestellt wird, kann auf eine separate kapillarbrechende Schicht verzichtete werden.

5. Straßen- und Kanalbau

5.1 Straßenbau

Das Bauvorhaben liegt gemäß RStO in der Frosteinwirkungszone I. Der anstehende Boden im Bereich der geplanten Straße ist der Frostempfindlichkeitsklasse F 3, stark frostempfindlich, zuzuordnen.

Dies gilt vorsorglich auch für die Bereiche, in denen die Straße in einem Geländeauftrag errichtet werden.

Demnach wird im Weiteren von einem noch festzulegenden Gesamtaufbau der Straße von 0,70 – 0,80 m inkl. Frostschutzschicht ausgegangen.

Sofern die Oberkante der Straße bei der Kote NHN+33,90 m, entsprechend der Oberkante der Erdgeschossfußböden liegt, liegt das Aushubplanum unterhalb des Oberbodens in den zuvor beschriebenen Auffüllungen bzw. in den steifen Schluffen.

Auf dem Aushubniveau ist gemäß RStO ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 45$ MN/m² nachzuweisen. In den Auffüllungen bzw. Schluffen ist dieser Verformungsmodul nicht zu erreichen.

Es wird daher empfohlen, wenn aus konstruktiven Gründen nicht schon vorhanden, das Aushubplanum bis auf die unterlagernden Kiese zu verlegen. In dieser Ebene ist der geforderte Verformungsmodul bei entsprechender Nachverdichtung bei guten Witterungsbedingungen des Planums möglich.

Ungünstige Wasserverhältnisse liegen vor, wenn Wasser von angrenzenden Bereichen seitlich (z.B. von Nebenstreifen, Mittelstreifen) oder durch den Oberbau dem frostempfindlichen Boden zusickern kann. Der eigentliche Straßenaufbau ist gemäß der z.Z. gültigen Normen und Richtlinien herzustellen.

5.2 Kanalbau

Für die weitere Planung und Ausführung ist die DIN EN 1610 mit ATV, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen sowie das Regelwerk ATV-DVWK-A139, Einbau und Prüfung von Kanälen zu beachten.

Für den Kanalbau wird ein Grabenverbau gem. DIN 4124, Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau erforderlich, sofern der Rohrgraben nicht in abgeböschter Form, in diesem Fall unter 60° in den bindigen Schluffen bzw. 45° im unterlagernden Sand/Kies hergestellt wird.

Eine obligatorische offene Tag-/ Schichtwasserhaltung ist vorzusehen.

Für die Rohrstatik ist gemäß ATV A 127 die Bodengruppe G 3 anzusetzen. Die Rohre sind einzusanden. Ein Rohrauflager ist nach statischen Erfordernissen zu wählen.

Das Aushubmaterial in Form der überlagernden Auffüllungen bzw. Schluffe ist zur späteren Verfüllung der Arbeitsräume nicht geeignet. Der unterlagernde Kies eignet sich als Kanalgrabenverfüllung.

Die Verdichtung der Grabenverfüllung ist nachzuweisen. Zweckmäßiger Weise sollte die Verdichtung mit der leichten Rammsonde (Künzelstab) mit einem Spitzenquerschnitt von 10 cm² durchgeführt werden. Die zu erzielenden Schlagzahlen pro 10 cm Eindringung sind materialabhängig. Sie können nach Bekanntsein der Einbaumaterialien angegeben werden. Von einer Mindestschlagzahl von 8 -10 pro 10 cm Eindringung sollte jedoch ausgegangen werden.

Alternativ kann die Verdichtung auch mittels Lastplattendruckversuche in jeder dritten Verdichtungslage nachgewiesen werden. Es ist dann ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 45$ MN/m² und einem Verhältnis $E_{V2}/E_{V1} < 2{,}5$ zu erreichen (alternativ $E_{v\,dyn} > 25$ MN/m²).

6. Zusammenfassung

In Meerbusch, Düsseldorfer Straße 197 ist die Errichtung eines Gartencenter sowie eines Supermarktes geplant. Die geplanten Gebäude werden nicht unterkellert.

Zur Zeit bestehen im Grundrissbereich örtlich noch Altbausubstanzen, die zu gegebener Zeit rückgebaut werden.

Die durchgeführte Baugrunderkundung hat ergeben, dass unter Oberboden bzw. unter geringmächtigen Auffüllungen eine bindige Deckschicht in Form eines sandigen Schluffes ansteht. Darunter folgt dann ein mitteldicht bis dicht gelagerter Sand bzw. Kies.

Es wird empfohlen, die Gründung über Einzel- bzw. Streifenfundamente in einer Tiefe von mindestens 1,2 m, gemessen von OK zukünftigem Erdgeschossboden vorzunehmen. Es ergibt sich damit eine Gründungsebene für alle Fundamente bei NHN+32,70 m sofern die Höhenlage der Erdgeschossböden, wie von den Unterzeichnern angenommen, beibehalten werden.

Die Fundamentaufstandsflächen müssen alle in den mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden bzw. Kiesen liegen. Ggfs. ist die Differenzhöhe bis UK konstruktivem Fundament mit Unterbeton aufzufüllen.

Angaben zur Bemessung der Gründungselemente werden in dem vorliegenden Gutachten für unterschiedliche Fundamentabmessungen gemacht.

Unterhalb der Erdgeschossböden ist eine Tragschicht in einer Stärke von mindestens 0,60 m vorzusehen. Sofern in der Planumsebene noch bindige Bodenschichtungen in Form der feinsandigen Schluffe anstehen, ist die Dicke des Planums auf 1,00 m zu erhöhen.

Das Grundwasser hat keinen Einfluss auf das nicht unterkellerte Gebäude.

Des Weiteren wurden Angaben zum Straßen- und Kanalbau gemacht.

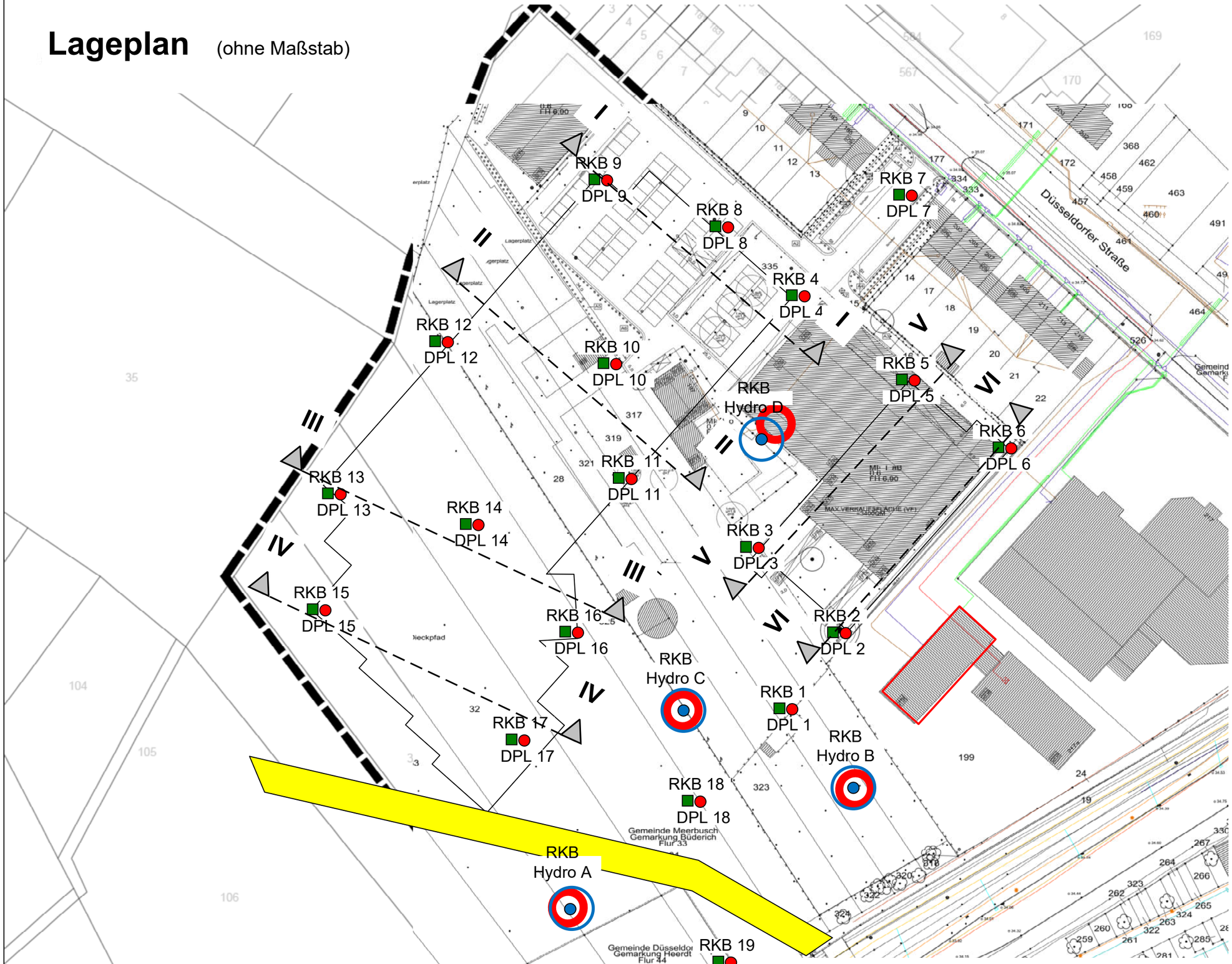
Es sind die Angaben zur weiteren Planung und Bauausführung zu beachten.

Dipl.-Ing. Björn Müller

Dipl.-Ing. Fred G. Müller

Anlage: 01

Lageplan (ohne Maßstab)



Ingenieurgesellschaft Müller mbH
Grundbau • Bodenmechanik • Geotechnik

Hans-Böckler-Straße 21
40764 Langenfeld
Telefon: (02173) 99 311 70
Fax: (02173) 99 311 79
E-Mail: info@fgm-ing.de

Blattinhalt: Lageplan	
Bearb.: FGM / LM	Datum: 05.01.2022
Bauherr / Bauvorhaben: Meerbusch, Düsseldorfer Straße, Bogie GmbH	Auftrag Nr.: **5478**
	Anlage Nr.: **01**

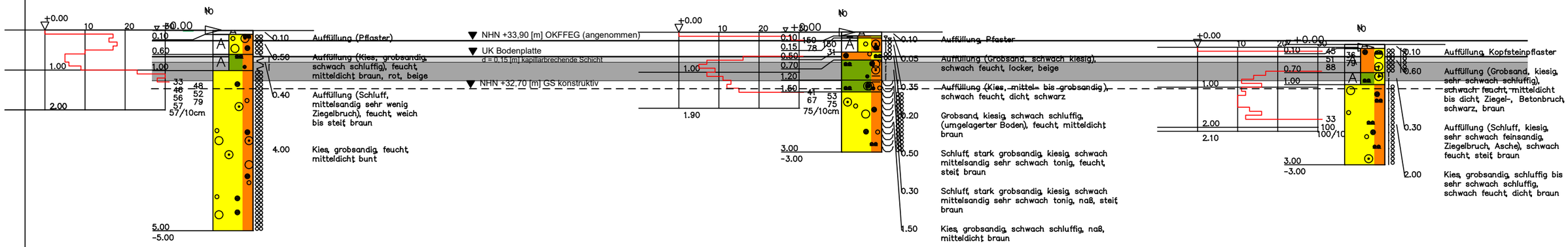
Anlage: 02

Schnitt I - I (Maßstab x-Richtung: ohne y-Richtung: 1:100)

DPL 9 / RKB 9
NHN +34,14 [m]

DPL 8 / RKB 8
NHN +34,12 [m]

DPL 4 / RKB 4
NHN +33,70 [m]



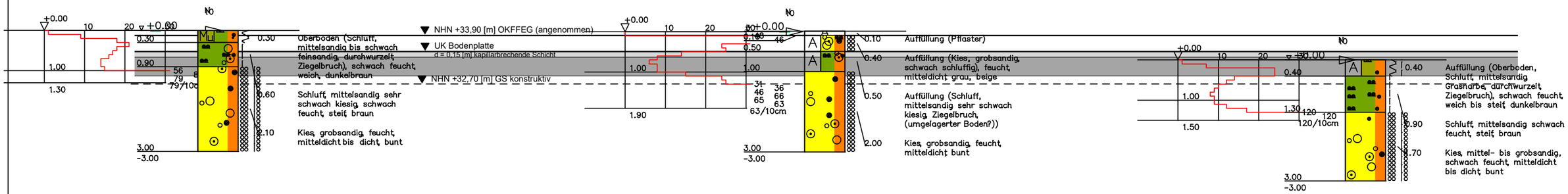
Schnitt II - II (Maßstab x-Richtung: ohne y-Richtung: 1:100)

DPL 12 / RKB 12
NHN +34,00 [m]

DPL 10 / RKB 10
NHN +33,98 [m]

0,60 [m] Tragschicht. Sofern in dem Aushubplanum noch bindige Böden (Schluff) anstehten, ist die Dicke der Tragschicht auf 1,00 [m] zu erhöhen !

DPL 11 / RKB 11
NHN +33,30 [m]



y
x

Ingenieurgesellschaft Müller mbH
Grundbau • Bodenmechanik • Geotechnik
Hans-Böckler-Straße 21
40764 Langenfeld
Telefon: (02173) 99 311 70
Fax: (02173) 99 311 79
E-Mail: info@fgm-ing.de

Blattinhalt:
Ergebnisse der Baugrunderkundung

Bearb.: FGM / LM

Datum: 05.01.2022

Bauvorhaben / Bauherr :
Meerbusch, Düsseldorfer Straße, Bogie GmbH

Auftrag Nr.: **5478**

Anlage Nr.: **02**

Anlage: 03

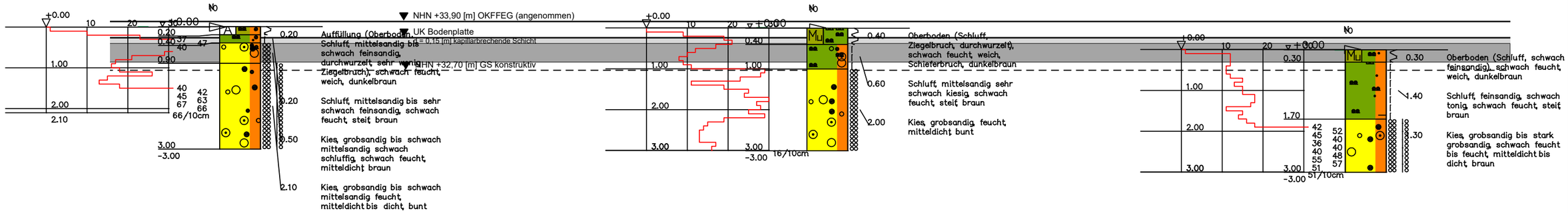
Schnitt III - III

(Maßstab x-Richtung: ohne
y-Richtung: 1:100)

DPL 13 / RKB 13
NHN +33,77 [m]

DPL 14 / RKB 14
NHN +33,75 [m]

DPL 16 / RKB 16
NHN +33,20 [m]



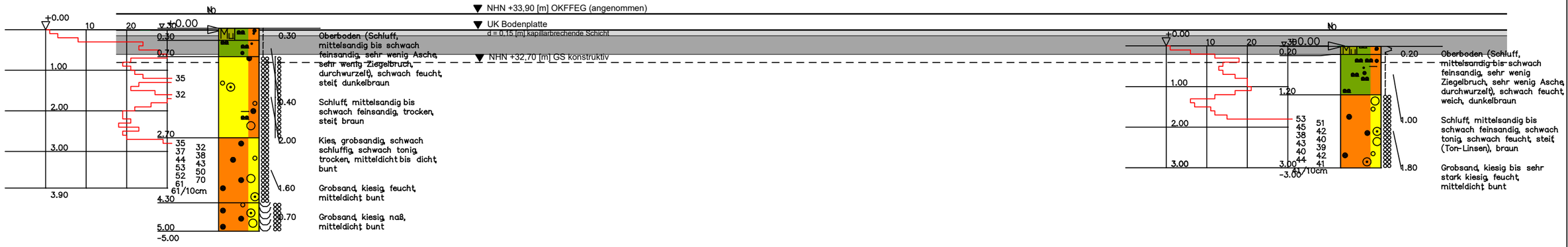
Schnitt IV - IV

(Maßstab x-Richtung: ohne
y-Richtung: 1:100)

0,60 [m] Tragschicht. Sofern in dem Aushubplanum noch bindige Böden (Schluff) anstehten, ist die Dicke der Tragschicht auf 1,00 [m] zu erhöhen !

DPL 15 / RKB 15
NHN +33,50 [m]

DPL 17 / RKB 17
NHN +33,10 [m]



y
x

Ingenieurgesellschaft Müller mbH
Grundbau • Bodenmechanik • Geotechnik
Hans-Böckler-Straße 21
40764 Langenfeld
Telefon: (02173) 99 311 70
Fax: (02173) 99 311 79
E-Mail: info@fgm-ing.de

Blattinhalt:
Ergebnisse der Baugrunderkundung

Bearb.: FGM / LM

Datum: 05.01.2022

Bauvorhaben / Bauherr :
Meerbusch, Düsseldorfer Straße, Bogie GmbH

Auftrag Nr.: **5478**

Anlage Nr.: **03**

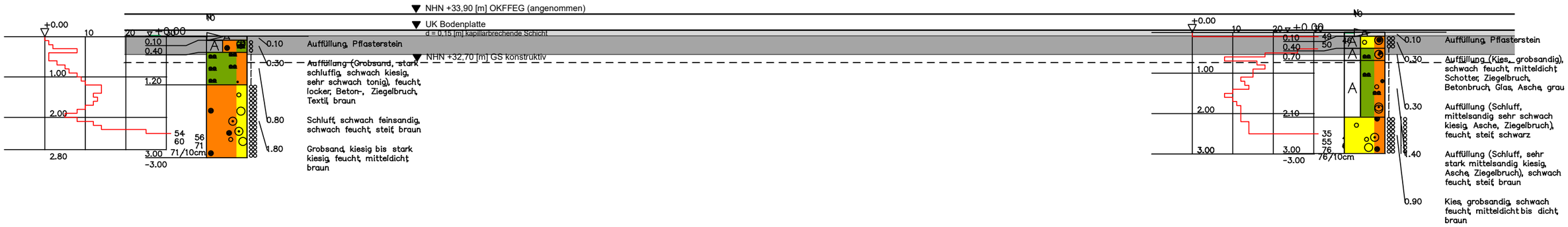
Anlage: 04

Schnitt V - V

(Maßstab x-Richtung: ohne
y-Richtung: 1:100)

DPL 3 / RKB 3
NHN +33,37 [m]

DPL 5 / RKB 5
NHN +33,43 [m]



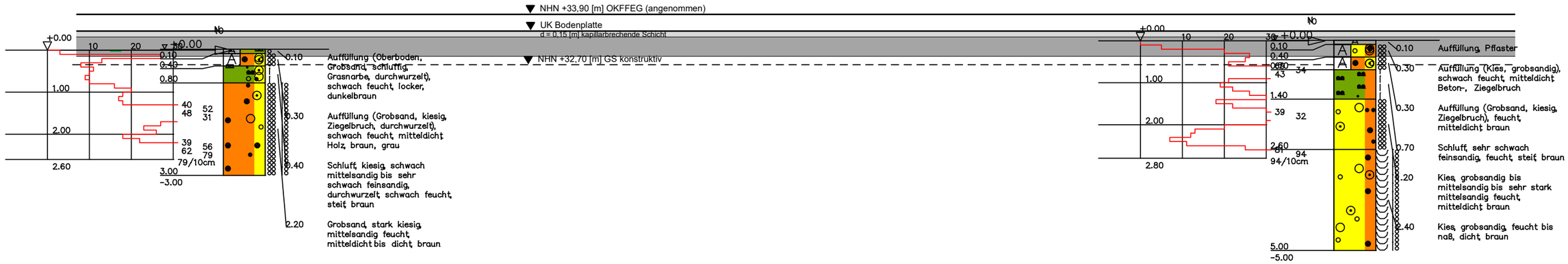
Schnitt VI - VI

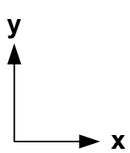
(Maßstab x-Richtung: ohne
y-Richtung: 1:100)

0,60 [m] Tragschicht. Sofern in dem Aushubplanum noch bindige Böden (Schluff) anstehen, ist die Dicke der Tragschicht auf 1,00 [m] zu erhöhen !

DPL 2 / RKB 2
NHN +33,02 [m]

DPL 6 / RKB 6
NHN +33,28 [m]





Ingenieurgesellschaft Müller mbH
Grundbau • Bodenmechanik • Geotechnik

Hans-Böckler-Straße 21
40764 Langenfeld
Telefon: (02173) 99 311 70
Fax: (02173) 99 311 79
E-Mail: info@fgm-ing.de

Blattinhalt:
Ergebnisse der Baugrunderkundung

Bearb.: FGM / LM

Datum: 05.01.2022

Bauvorhaben / Bauherr :
Meerbusch, Düsseldorfer Straße, Bogie GmbH

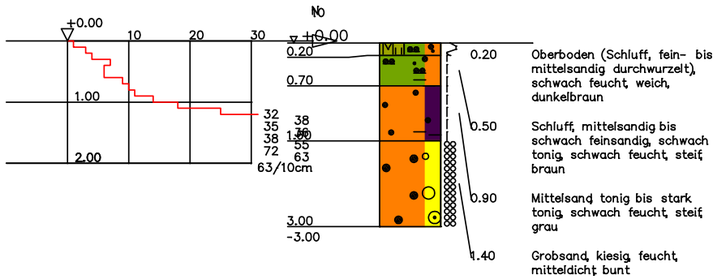
Auftrag Nr.: **5478**

Anlage Nr.: **04**

Anlage: 05

Bohrprofile (Maßstab 1:100)

DPL 1 / RKB 1
NHN +33,10 [m]



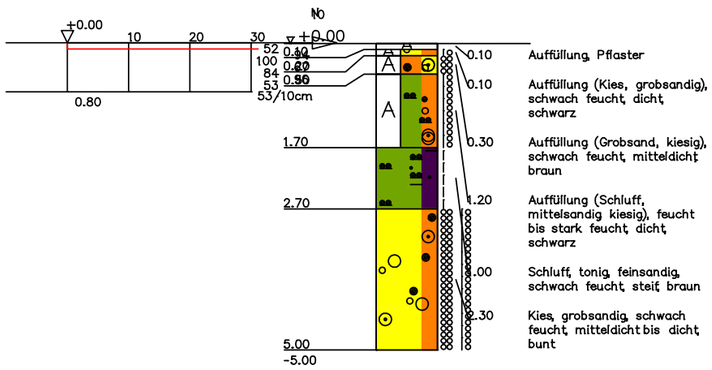
Oberboden (Schluff, fein- bis mittelsandig durchwurzelt), schwach feucht, weich, dunkelbraun

Schluff, mittelsandig bis schwach feinsandig, schwach tonig, schwach feucht, steif, braun

Mittelsand, tonig bis stark tonig, schwach feucht, steif, grau

Grobsand, kiesig, feucht, mitteldicht, bunt

DPL 7 / RKB 7
NHN +34,47 [m]



Auffüllung, Pflaster

Auffüllung (Kies, grobsandig), schwach feucht, dicht, schwarz

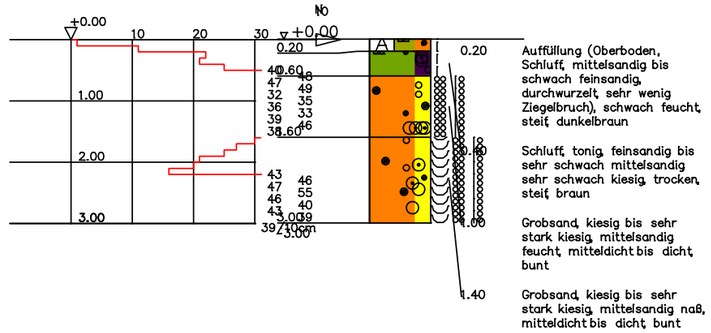
Auffüllung (Grobsand, kiesig), schwach feucht, mitteldicht, braun

Auffüllung (Schluff, mittelsandig kiesig), feucht bis stark feucht, dicht, schwarz

Schluff, tonig, feinsandig, schwach feucht, steif, braun

Kies, grobsandig, schwach feucht, mitteldicht bis dicht, bunt

DPL 18 / RKB 18
NHN +32,61 [m]



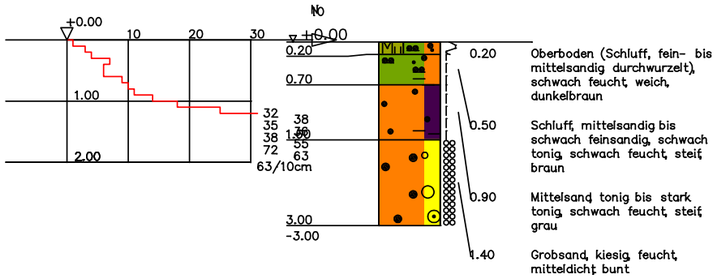
Auffüllung (Oberboden, Schluff, mittelsandig bis schwach feinsandig, durchwurzelt, sehr wenig Ziegelbruch), schwach feucht, steif, dunkelbraun

Schluff, tonig, feinsandig bis sehr schwach mittelsandig sehr schwach kiesig, trocken, steif, braun

Grobsand, kiesig bis sehr stark kiesig, mittelsandig feucht, mitteldicht bis dicht, bunt

Grobsand, kiesig bis sehr stark kiesig, mittelsandig naß, mitteldicht bis dicht, bunt

DPL 19 / RKB 19
NHN +32,10 [m]



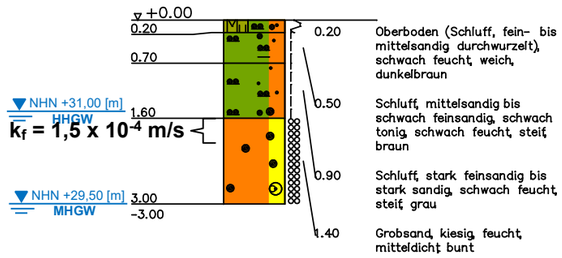
Oberboden (Schluff, fein- bis mittelsandig durchwurzelt), schwach feucht, weich, dunkelbraun

Schluff, mittelsandig bis schwach feinsandig, schwach tonig, schwach feucht, steif, braun

Mittelsand, tonig bis stark tonig, schwach feucht, steif, grau

Grobsand, kiesig, feucht, mitteldicht, bunt

RKB Hydro A
NHN +32,48 [m]



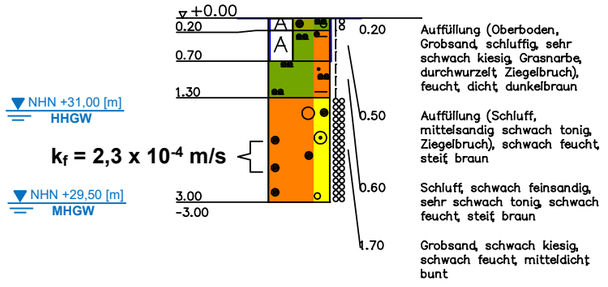
Oberboden (Schluff, fein- bis mittelsandig durchwurzelt), schwach feucht, weich, dunkelbraun

Schluff, mittelsandig bis schwach feinsandig, schwach tonig, schwach feucht, steif, braun

Schluff, stark feinsandig bis stark sandig, schwach feucht, steif, grau

Grobsand, kiesig, feucht, mitteldicht, bunt

RKB Hydro B
NHN +32,50 [m]



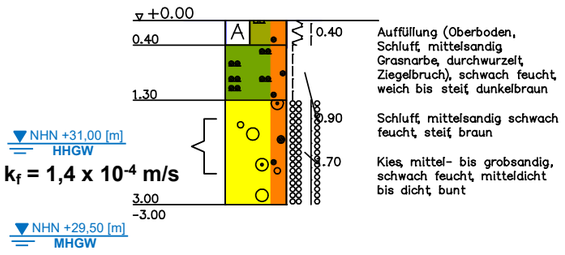
Auffüllung (Oberboden, Grobsand, schluffig, sehr schwach kiesig, Grasnarbe, durchwurzelt, Ziegelbruch), feucht, dicht, dunkelbraun

Auffüllung (Schluff, mittelsandig schwach tonig, Ziegelbruch), schwach feucht, steif, braun

Schluff, schwach feinsandig, sehr schwach tonig, schwach feucht, steif, braun

Grobsand, schwach kiesig, schwach feucht, mitteldicht, bunt

RKB Hydro C
NHN +33,00 [m]

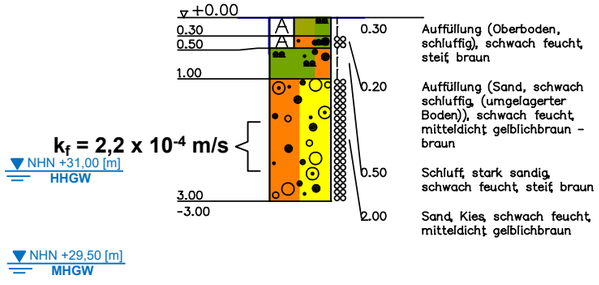


Auffüllung (Oberboden, Schluff, mittelsandig, Grasnarbe, durchwurzelt, Ziegelbruch), schwach feucht, weich bis steif, dunkelbraun

Schluff, mittelsandig schwach feucht, steif, braun

Kies, mittel- bis grobsandig, schwach feucht, mitteldicht bis dicht, bunt

RKB Hydro D
NHN +33.50 [m]



Auffüllung (Oberboden, schluffig), schwach feucht, steif, braun

Auffüllung (Sand, schwach schluffig, (umgelagerter Boden)), schwach feucht, mitteldicht, gelblichbraun - braun

Schluff, stark sandig, schwach feucht, steif, braun

Sand, Kies, schwach feucht, mitteldicht, gelblichbraun

Ingenieurgesellschaft Müller mbH
Grundbau • Bodenmechanik • Geotechnik

Hans-Böckler-Straße 21
40764 Langenfeld
Telefon: (02173) 99 311 70
Fax: (02173) 99 311 79
E-Mail: info@fgm-ing.de

Blattinhalt:
Ergebnisse der Baugrunderkundung

Bearb.:	Datum:
FGM / LM	05.01.2022

Bauvorhaben / Bauherr :
Meerbusch, Düsseldorfer Straße, Bogie GmbH

Auftrag Nr.:	Anlage Nr.:
5478	**05**

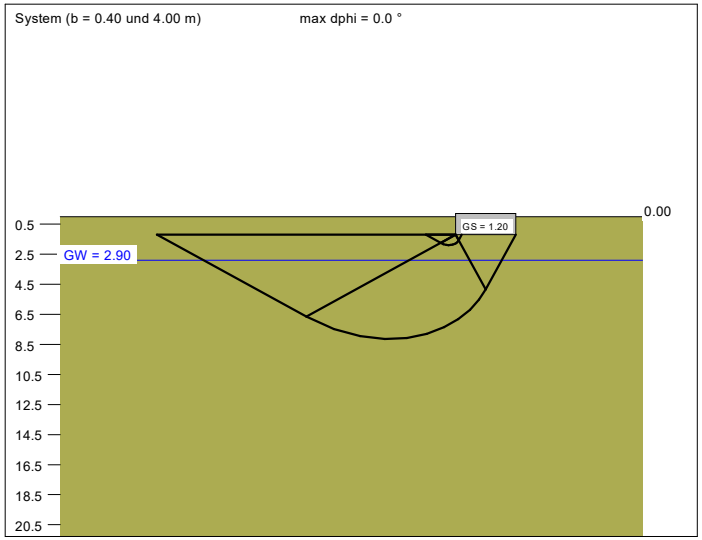
Anlage: 06

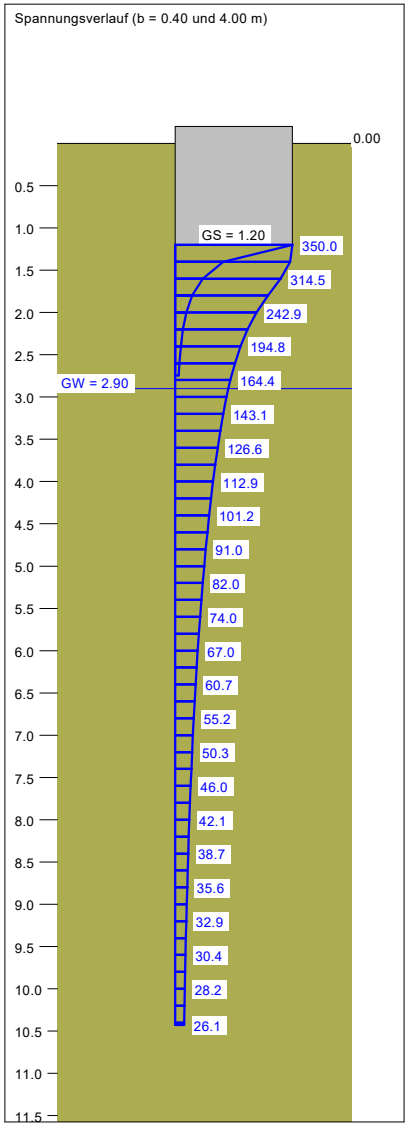
Boden	γ [kN/m³]	γ ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	32.5	0.0	65.0	0.00	Sand

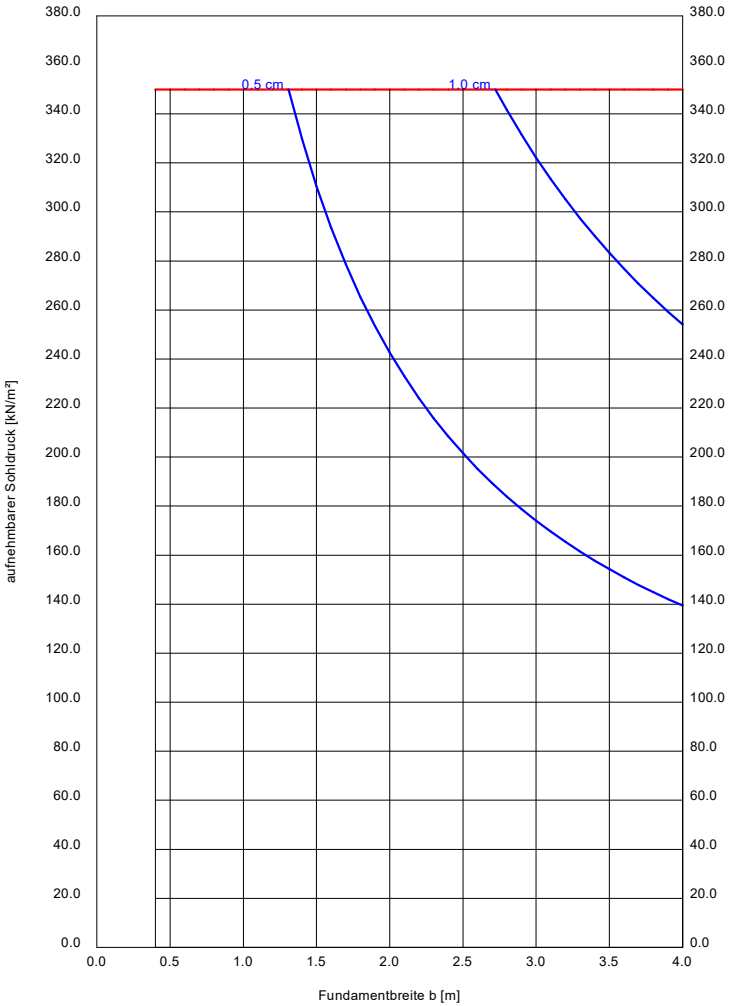
Einzelfundament: A/B = 1,0 --> charakteristischer Werte

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
zul sigma auf 350.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 1.20 m
Grundwasser = 2.90 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
aufnehmbarer Sohldruck
Setzungen







a [m]	b [m]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
0.40	0.40	350.0	56.0	0.16	32.5	0.00	19.00	22.80	2.75	1.89
0.50	0.50	350.0	87.5	0.20	32.5	0.00	19.00	22.80	3.05	2.07
0.60	0.60	350.0	126.0	0.24	32.5	0.00	19.00	22.80	3.36	2.24
0.70	0.70	350.0	171.5	0.27	32.5	0.00	19.00	22.80	3.65	2.41
0.80	0.80	350.0	224.0	0.31	32.5	0.00	19.00	22.80	3.93	2.59
0.90	0.90	350.0	283.5	0.35	32.5	0.00	19.00	22.80	4.21	2.76
1.00	1.00	350.0	350.0	0.39	32.5	0.00	18.98	22.80	4.47	2.93
1.10	1.10	350.0	423.5	0.42	32.5	0.00	18.68	22.80	4.73	3.11
1.20	1.20	350.0	504.0	0.46	32.5	0.00	18.30	22.80	4.98	3.28
1.30	1.30	350.0	591.5	0.50	32.5	0.00	17.92	22.80	5.22	3.45
1.40	1.40	350.0	686.0	0.53	32.5	0.00	17.55	22.80	5.46	3.63
1.50	1.50	350.0	787.5	0.57	32.5	0.00	17.20	22.80	5.69	3.80
1.60	1.60	350.0	896.0	0.61	32.5	0.00	16.87	22.80	5.92	3.98
1.70	1.70	350.0	1011.5	0.64	32.5	0.00	16.57	22.80	6.14	4.15
1.80	1.80	350.0	1134.0	0.68	32.5	0.00	16.29	22.80	6.36	4.32
1.90	1.90	350.0	1263.5	0.71	32.5	0.00	16.03	22.80	6.58	4.50
2.00	2.00	350.0	1400.0	0.75	32.5	0.00	15.79	22.80	6.79	4.67
2.10	2.10	350.0	1543.5	0.78	32.5	0.00	15.57	22.80	6.99	4.84
2.20	2.20	350.0	1694.0	0.82	32.5	0.00	15.36	22.80	7.20	5.02
2.30	2.30	350.0	1851.5	0.85	32.5	0.00	15.17	22.80	7.40	5.19
2.40	2.40	350.0	2016.0	0.89	32.5	0.00	14.99	22.80	7.59	5.36
2.50	2.50	350.0	2187.5	0.92	32.5	0.00	14.82	22.80	7.79	5.54
2.60	2.60	350.0	2366.0	0.96	32.5	0.00	14.67	22.80	7.98	5.71
2.70	2.70	350.0	2551.5	0.99	32.5	0.00	14.52	22.80	8.17	5.88
2.80	2.80	350.0	2744.0	1.03	32.5	0.00	14.38	22.80	8.36	6.06
2.90	2.90	350.0	2943.5	1.06	32.5	0.00	14.25	22.80	8.54	6.23
3.00	3.00	350.0	3150.0	1.10	32.5	0.00	14.12	22.80	8.72	6.40
3.10	3.10	350.0	3363.5	1.13	32.5	0.00	14.01	22.80	8.90	6.58
3.20	3.20	350.0	3584.0	1.16	32.5	0.00	13.90	22.80	9.08	6.75
3.30	3.30	350.0	3811.5	1.20	32.5	0.00	13.79	22.80	9.25	6.92
3.40	3.40	350.0	4046.0	1.23	32.5	0.00	13.69	22.80	9.43	7.10
3.50	3.50	350.0	4287.5	1.26	32.5	0.00	13.60	22.80	9.60	7.27
3.60	3.60	350.0	4536.0	1.30	32.5	0.00	13.51	22.80	9.77	7.44
3.70	3.70	350.0	4791.5	1.33	32.5	0.00	13.42	22.80	9.93	7.62
3.80	3.80	350.0	5054.0	1.36	32.5	0.00	13.34	22.80	10.10	7.79
3.90	3.90	350.0	5323.5	1.40	32.5	0.00	13.27	22.80	10.27	7.96
4.00	4.00	350.0	5600.0	1.43	32.5	0.00	13.19	22.80	10.43	8.14

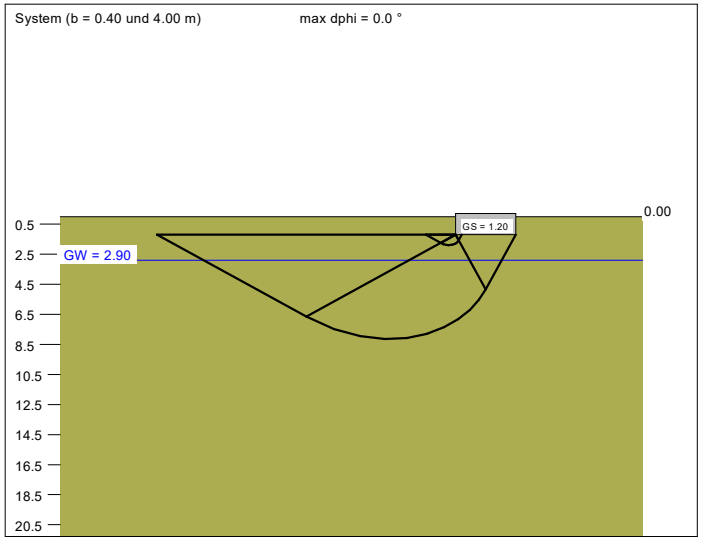
zul $\sigma = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

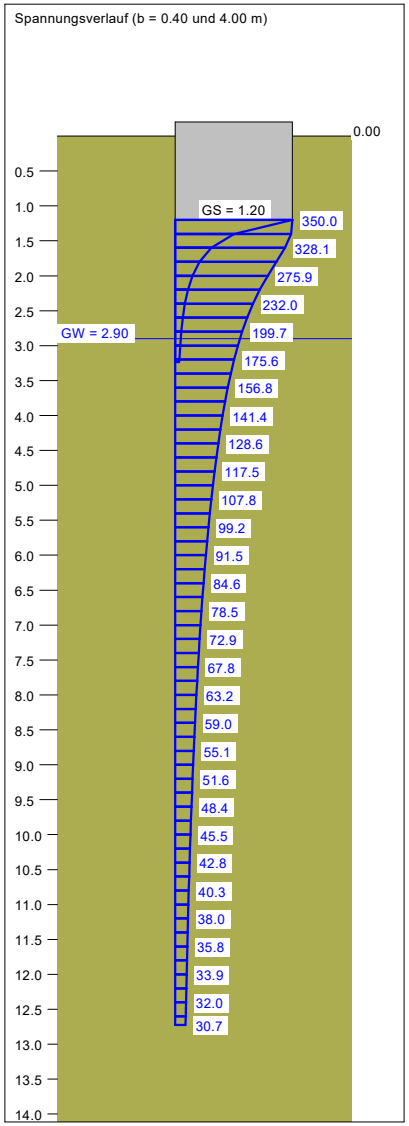
Boden	γ [kN/m³]	γ ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	32.5	0.0	65.0	0.00	Sand

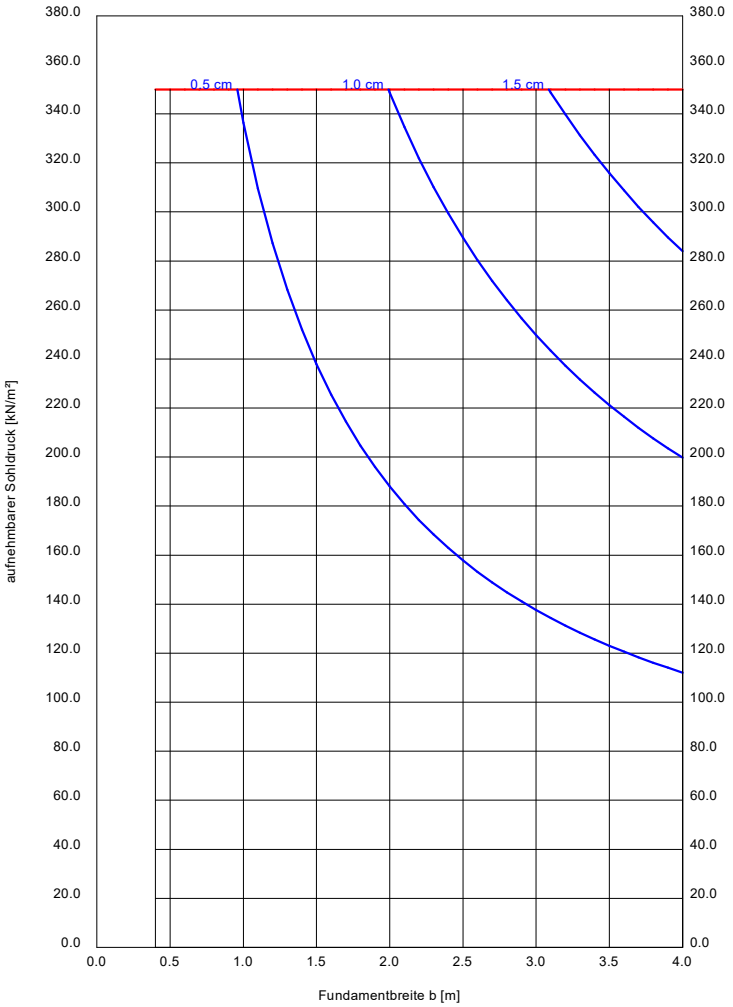
Einzelfundament: A/B = 2,0 --> charakteristischer Werte

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 2.00)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
zul sigma auf 350.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 1.20 m
Grundwasser = 2.90 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
aufnehmbarer Sohldruck
Setzungen







a [m]	b [m]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
0.80	0.40	350.0	112.0	0.22	32.5	0.00	19.00	22.80	3.24	1.89
1.00	0.50	350.0	175.0	0.27	32.5	0.00	19.00	22.80	3.65	2.07
1.20	0.60	350.0	252.0	0.32	32.5	0.00	19.00	22.80	4.04	2.24
1.40	0.70	350.0	343.0	0.37	32.5	0.00	19.00	22.80	4.42	2.41
1.60	0.80	350.0	448.0	0.42	32.5	0.00	19.00	22.80	4.77	2.59
1.80	0.90	350.0	567.0	0.47	32.5	0.00	19.00	22.80	5.12	2.76
2.00	1.00	350.0	700.0	0.52	32.5	0.00	18.98	22.80	5.45	2.93
2.20	1.10	350.0	847.0	0.57	32.5	0.00	18.68	22.80	5.77	3.11
2.40	1.20	350.0	1008.0	0.62	32.5	0.00	18.30	22.80	6.08	3.28
2.60	1.30	350.0	1183.0	0.67	32.5	0.00	17.92	22.80	6.39	3.45
2.80	1.40	350.0	1372.0	0.72	32.5	0.00	17.55	22.80	6.68	3.63
3.00	1.50	350.0	1575.0	0.77	32.5	0.00	17.20	22.80	6.97	3.80
3.20	1.60	350.0	1792.0	0.81	32.5	0.00	16.87	22.80	7.25	3.98
3.40	1.70	350.0	2023.0	0.86	32.5	0.00	16.57	22.80	7.52	4.15
3.60	1.80	350.0	2268.0	0.91	32.5	0.00	16.29	22.80	7.79	4.32
3.80	1.90	350.0	2527.0	0.96	32.5	0.00	16.03	22.80	8.06	4.50
4.00	2.00	350.0	2800.0	1.00	32.5	0.00	15.79	22.80	8.31	4.67
4.20	2.10	350.0	3087.0	1.05	32.5	0.00	15.57	22.80	8.57	4.84
4.40	2.20	350.0	3388.0	1.10	32.5	0.00	15.36	22.80	8.82	5.02
4.60	2.30	350.0	3703.0	1.14	32.5	0.00	15.17	22.80	9.06	5.19
4.80	2.40	350.0	4032.0	1.19	32.5	0.00	14.99	22.80	9.30	5.36
5.00	2.50	350.0	4375.0	1.24	32.5	0.00	14.82	22.80	9.54	5.54
5.20	2.60	350.0	4732.0	1.28	32.5	0.00	14.67	22.80	9.77	5.71
5.40	2.70	350.0	5103.0	1.33	32.5	0.00	14.52	22.80	10.00	5.88
5.60	2.80	350.0	5488.0	1.37	32.5	0.00	14.38	22.80	10.23	6.06
5.80	2.90	350.0	5887.0	1.42	32.5	0.00	14.25	22.80	10.45	6.23
6.00	3.00	350.0	6300.0	1.46	32.5	0.00	14.12	22.80	10.67	6.40
6.20	3.10	350.0	6727.0	1.51	32.5	0.00	14.01	22.80	10.89	6.58
6.40	3.20	350.0	7168.0	1.55	32.5	0.00	13.90	22.80	11.10	6.75
6.60	3.30	350.0	7623.0	1.60	32.5	0.00	13.79	22.80	11.31	6.92
6.80	3.40	350.0	8092.0	1.64	32.5	0.00	13.69	22.80	11.52	7.10
7.00	3.50	350.0	8575.0	1.68	32.5	0.00	13.60	22.80	11.73	7.27
7.20	3.60	350.0	9072.0	1.73	32.5	0.00	13.51	22.80	11.93	7.44
7.40	3.70	350.0	9583.0	1.77	32.5	0.00	13.42	22.80	12.13	7.62
7.60	3.80	350.0	10108.0	1.81	32.5	0.00	13.34	22.80	12.33	7.79
7.80	3.90	350.0	10647.0	1.86	32.5	0.00	13.27	22.80	12.53	7.96
8.00	4.00	350.0	11200.0	1.90	32.5	0.00	13.19	22.80	12.72	8.14

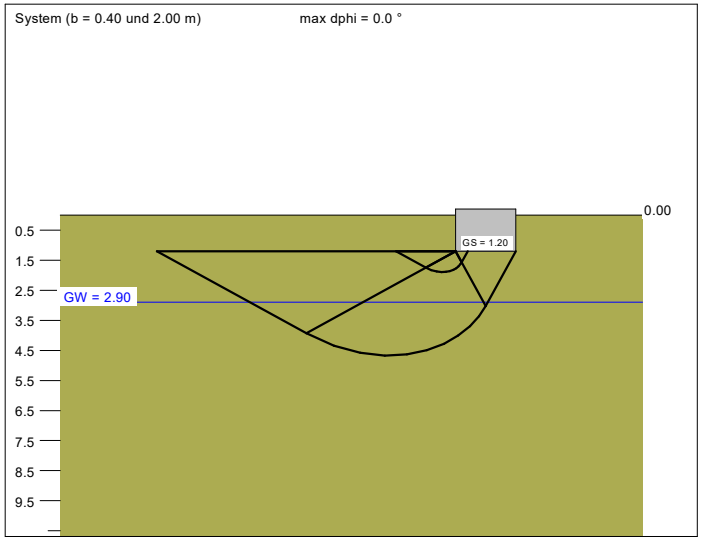
zul $\sigma = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

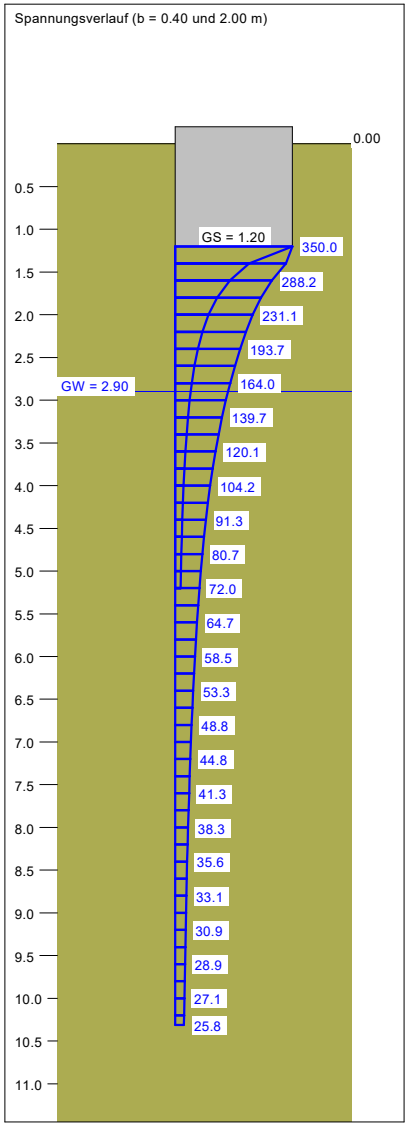
Boden	γ [kN/m³]	γ ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	32.5	0.0	65.0	0.00	Sand

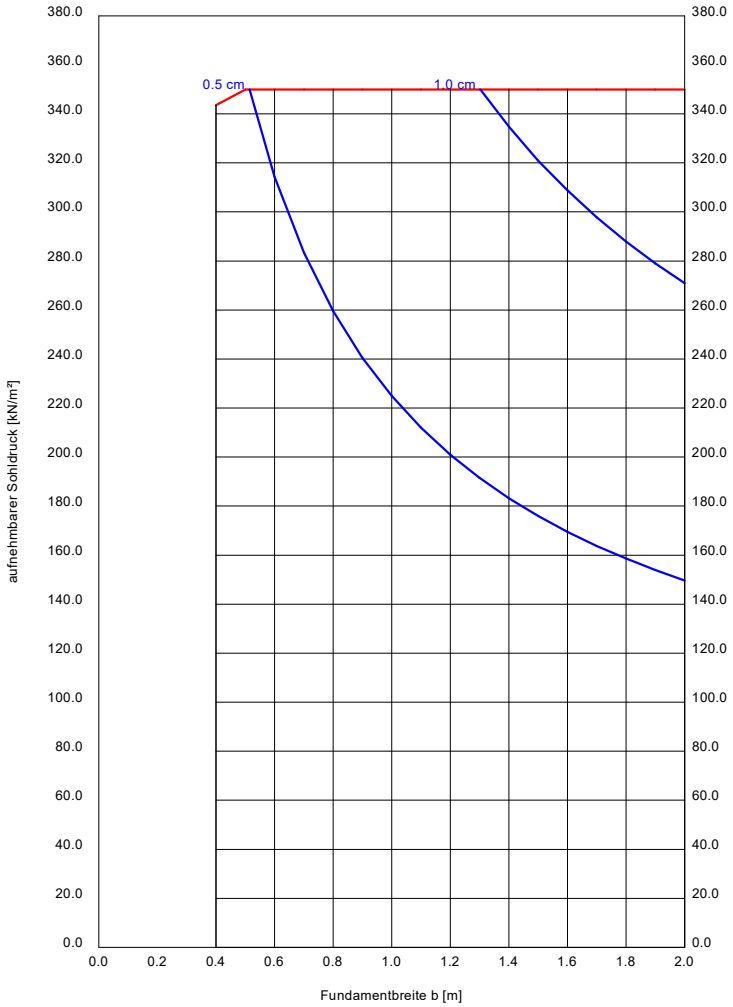
Streifenfundament: I ~ 10 Meter --> charakteristischer Werte

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
zul sigma auf 350.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 1.20 m
Grundwasser = 2.90 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
aufnehmbarer Sohldruck
Setzungen







a [m]	b [m]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{ü}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.40	343.6	137.4	0.40	32.5	0.00	19.00	22.80	5.20	1.89
10.00	0.50	350.0	175.0	0.49	32.5	0.00	19.00	22.80	5.77	2.07
10.00	0.60	350.0	210.0	0.56	32.5	0.00	19.00	22.80	6.23	2.24
10.00	0.70	350.0	245.0	0.64	32.5	0.00	19.00	22.80	6.66	2.41
10.00	0.80	350.0	280.0	0.70	32.5	0.00	19.00	22.80	7.05	2.59
10.00	0.90	350.0	315.0	0.77	32.5	0.00	19.00	22.80	7.41	2.76
10.00	1.00	350.0	350.0	0.83	32.5	0.00	18.98	22.80	7.75	2.93
10.00	1.10	350.0	385.0	0.89	32.5	0.00	18.68	22.80	8.07	3.11
10.00	1.20	350.0	420.0	0.94	32.5	0.00	18.30	22.80	8.37	3.28
10.00	1.30	350.0	455.0	1.00	32.5	0.00	17.92	22.80	8.65	3.45
10.00	1.40	350.0	490.0	1.05	32.5	0.00	17.55	22.80	8.92	3.63
10.00	1.50	350.0	525.0	1.10	32.5	0.00	17.20	22.80	9.18	3.80
10.00	1.60	350.0	560.0	1.15	32.5	0.00	16.87	22.80	9.42	3.98
10.00	1.70	350.0	595.0	1.20	32.5	0.00	16.57	22.80	9.66	4.15
10.00	1.80	350.0	630.0	1.25	32.5	0.00	16.29	22.80	9.89	4.32
10.00	1.90	350.0	665.0	1.29	32.5	0.00	16.03	22.80	10.10	4.50
10.00	2.00	350.0	700.0	1.34	32.5	0.00	15.79	22.80	10.31	4.67

zul $\sigma = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50