

Wegener Immobilien GmbH & Co. KG
Hübelstraße 19

33165 Lichtenau-Henglar

Baugrundgutachten, Gründungsberatung,
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau, Güte-
überwachung Mineralstoffe und Recycling-
baustoffe, Untersuchung von Beton, bitumi-
nösen Baustoffen und Sportplatzbaustoffen,
Chemische Bodenuntersuchung, Altlasten-
gutachten, Ausführung von Kernbohrungen
in Beton und Asphalt

Ihr Zeichen

Ihr Schreiben vom

Unsere Zeichen
C/4/I

Tag
14.08.18

GEOTECHNISCHER BERICHT BoG 194/18/1148

BODENUNTERSUCHUNGEN / BESTIMMUNG DER ZULÄSSIGEN BODENPRESSUNG

I. VORBEMERKUNG:

Die Wegener Immobilien GmbH & Co. KG, 33165 Lichtenau-Henglar, plant die Errichtung von drei miteinander verbundenen Gebäudeteilen mit Tiefgarage an der Fröbelstraße in Paderborn. Mit der Erstellung des Geotechnischen Berichtes war die Urbanski & Versmold GmbH, 48165 Münster, durch die Wegener Immobilien GmbH & Co. KG, 33165 Lichtenau-Henglar, beauftragt worden.

II. BEARBEITUNGSUNTERLAGEN:

Der Geotechnische Bericht wurde aufgrund eigener Bodenaufschlüsse und bodenmechanischer Prüfungen anhand folgender Unterlagen / technischer Vorschriften / DIN-Normen erstellt:

II.1 Zeichnungen:

- Lageplan Tiefgarage nach beantragtem B-Plan / M 1 : 200 / Architekten Rehermann, Scherhans PartGmbH 33034 Brakel/Gehrden
- Auszug Katasterplan / ohne Maßstab / Verfasser n.b.

II.2 Bodenmechanische Normen:

- DIN 4020: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
- DIN 4020 Bbl 1: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke / Anwendungshilfen / Erklärungen
- DIN 4021: Baugrund / Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben
- DIN 4022 T 1: Baugrund und Grundwasser / Benennen und Beschreiben von Boden und Fels / Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels
- DIN 4023: Baugrund- und Wasserbohrungen / Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse
- DIN 4094: Baugrund / Erkundung durch Sondierungen

- DIN 4094 Bbl 1: Baugrund / Erkundung durch Sondierungen / Anwendungshilfen, Erklärungen
- DIN 18 123: Baugrund / Untersuchung von Bodenproben / Bestimmung der Korngrößenverteilung
- DIN 18 196: Erd- und Grundbau / Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

II.3 Gründungstechnische Normen:

- EAU 96: Empfehlungen des Arbeitsausschusses **Ufereinfassung** Häfen und Wasserstraßen der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik
- DIN 1054: Baugrund / Zulässige Belastung des Baugrundes
- DIN 1055 T 2: Lastannahmen für Bauten / Bodenkenngrößen / Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel
- DIN 4017 T 1: Baugrund / Grundbruchberechnungen von lotrecht mittig belasteten Flachgründungen
- DIN 4019 T 1: Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittlerer Belastung

II.4 Ausführungstechnische Vorschriften:

- DIN 18 300: Erdarbeiten / Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen
- ZTVE-StB 09: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
- TL SoB-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau
- ZTV SoB-StB 04: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau

III. ANLAGEN:

Dem Geotechnischen Bericht liegen folgende Anlagen bei:

- III.1 Lageplan mit Eintragung der Bodenaufschlüsse (Kleinrammbohrungen/Rammsondierung)
- III.2 Bohrprofile mit Baustoffen und Bodenarten / Rammdiagramm

IV. BAULICHE GEGEBENHEITEN:

Das Grundstück ist zurzeit eine mit Bäumen und Sträuchern sowie mit Rasen bewachsene Gartenfläche.

V. BODENAUFSCHLÜSSE:

Durch die Urbanski & Versmold GmbH wurden am 01.08.18 sechs Kleinrammbohrungen \varnothing 36 mm bis in Tiefen von maximal 2,10 m abgeteuft. Hier stand das Bohrgerät trotz Vollauslastung auf den Kalksteinen im Untergrund fest. Die Lagen der Bodenaufschlüsse sind der Zeichnung in der Anlage zu entnehmen. Bei den Kleinrammbohrungen wurden folgende Bodenarten angetroffen:

Bohrung Nr.	Tiefe bis m	Baustoffe / Bodenarten DIN 4022 T 1	Farbe	Lagerungs-dichte / Konsistenz	Bodengruppe DIN 18 196
B 1	0,20	Schluff, stark organisch	dunkelgrau-braun	weich	OU
	0,40	Schluff, stark organisch	dunkelgrau-braun	steif	OU
	1,20	Schluff	hellbraun	steif	UL
	1,50	Schluff	hellbraun	halbfest	UL
	1,80	Kalkstein Bohrrohr steht fest	weiß	halbfest-fest	KST
B 2	0,40	Schluff, stark organisch	dunkelgrau-braun	weich	OU
	0,60	Schluff, schwach organisch	dunkelgrau-braun	steif	UL
	1,30	Schluff	hellbraun	steif	UL
	1,70	Schluff	hellbraun	halbfest	UL
	2,00	Kalkstein Bohrrohr steht fest	weiß	halbfest-fest	KST
B 3	0,40	Schluff, stark organisch	dunkelgrau-braun	weich	OU
	0,50	Schluff, organisch	dunkelgrau-braun	steif	UL/OU
	1,30	Schluff	hellbraun	steif	UL
	1,70	Schluff	hellbraun	halbfest	UL
	2,10	Kalkstein Bohrrohr steht fest	weiß	halbfest-fest	KST
B 4	0,40	Schluff, stark organisch	dunkelgrau-braun	weich	OU
	1,20	Schluff	hellbraun	steif	UL
	1,40	Schluff	hellbraun	halbfest	UL
	1,90	Kies, schwach sandig, schwach schluffig, schwach steinig, kalksteinstückig, plattig	hellgrau	mitteldicht-dicht	GW
	2,10	Kalkstein Bohrrohr steht fest	weiß	halbfest-fest	KST
B 5	0,30	Schluff, stark organisch	dunkelgrau-braun	weich	OU
	1,00	Schluff	hellbraun	steif	UL
	1,20	Schluff	hellbraun	halbfest	UL
	1,40	Kies, schwach sandig, schwach schluffig, schwach steinig, kalksteinstückig, plattig	hellgrau-weiß	mitteldicht-dicht	GW
	1,60	Kalkstein Bohrrohr steht fest	weiß	halbfest-fest	KST

Bohrung Nr.	Tiefe bis m	Baustoffe / Bodenarten DIN 4022 T 1	Farbe	Lagerungsdichte / Konsistenz	Bodengruppe DIN 18 196
B 6	0,30	Schluff, stark organisch	dunkelgrau-braun	weich	OU
	1,00	Schluff	hellbraun	steif	UL
	1,20	Schluff	hellbraun	halbfest	UL
	1,40	Kies, schwach sandig, schwach schluffig, schwach steinig, kalksteinstückig, plattig	hellgrau-weiß	mitteldicht-dicht	GW
	1,50	Kalkstein Bohrrohr steht fest	weiß	halbfest-fest	KST

Bei den Bodenaufschlüssen wurde eine organoleptische Prüfung auf Kontamination vorgenommen. Organoleptisch auffällige Böden wurden nicht ermittelt.

Ein geschlossener Grundwasserhorizont wurde zum Zeitpunkt der Bohrungen nicht angetroffen. Aufgrund der anstehenden Kalksteine im Untergrund ist gegebenenfalls mit Schicht- und Kluftwasser zu rechnen.

VI. BODENMECHANISCHE PRÜFUNGEN:

Für die Durchführung der Grundbruch- und Setzungsberechnungen wurden bodenmechanische Prüfungen durchgeführt und die Bodenkennwerte der DIN 1055 T 2 / EAU 96 entnommen.

VI.1 Rammsondierung:

Zur Bestimmung der Lagerungsdichte der örtlich aufgefüllten und anstehenden Böden wurde eine Rammsondierung mit der leichten Rammsonde nach DIN 4094, bei einem Spitzen-Ø von 3,56 cm (10,0 cm²) und einem Spitzen-Winkel von 90°, durchgeführt. Die Widerstandslinie beim Sondieren (Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe) ist aus der Anlage ersichtlich.

Die zulässigen Bodenpressungen nach Tabellen 1 und 2 der DIN 1054 können in Ansatz gebracht werden, wenn die Werte nach Abs. 4.2.1 der DIN 1054 erreicht werden. Nach Abs. 4.2.1 müssen bei grob- und gemischtkörnigen Böden mit geringem Feinkornanteil Lagerungsdichten $D \geq 0,30$ bzw. $D \geq 0,45$ vorliegen. In Anlehnung an DIN 4094 Bbl 1 sind den v.g. Lagerungsdichten Rammwiderstände $N_{10} \geq 7$ bzw. $N_{10} \geq 12$ zuzuordnen. Unterhalb des Grundwasserspiegels sind näherungsweise Rammwiderstände $N_{10} \geq 6$ bzw. $N_{10} \geq 8$ zu erreichen.

Zum weiteren werden in der DIN 4094 Bbl 1 bei fein- und gemischtkörnigen Böden den Rammwiderständen N_k keine Lagerungsdichten D / Verdichtungsgrade D_{Pr} zugeordnet. Aufgrund von Großversuchen / Vergleichsuntersuchungen sind folgende Rammwiderstände für eine dichte Lagerung der Böden in Ansatz zu bringen:

$N_{10} \geq 15$ bei fein- und gemischtkörnigen (bindigen) Böden steifer Konsistenz

$N_{10} \geq 25$ bei Böden wie vor, jedoch bei halbfester Bodenkonsistenz

Aus der durchgeführten Rammsondierung ergibt sich, dass die oberflächennah gelagerten Schluffe eine weiche Konsistenz und darunter eine steife Konsistenz aufweisen. Diese Böden gehen dann in halbfeste Schluffe über, die von einem halbfest bis festen Kalkstein unterlagert werden.

VI.2 Bodenmechanische Kennwerte:

Weitere bodenmechanische Prüfungen wurden nicht durchgeführt. Für die Grundbruch- und Setzungsberechnungen wurden aufgrund der durchgeführten Bodenaufschlüsse und bodenmechanischen Prüfungen die Bodenkennwerte der DIN 1055 T 2 bzw. der EAU 96 entnommen und durch Erfahrungswerte angepasst.

Schluffe, organisch (OU), steif:

Wichte über Wasser cal γ :	17,0 kN/m ³
Wichte unter Wasser cal γ' :	7,0 kN/m ³
Reibungswinkel cal φ' :	15,0 °
Kohäsion cal C':	0,0 kN/m ²
Kohäsion cal C _u :	20,0 kN/m ²
Steifeziffer cal E _s :	4,0 MN/m ²
Bodenklasse:	1/4

Schluffe (UL), weich:

Wichte erdfeucht cal γ_k :	20,0 kN/m ³
Wichte unter Wasser cal γ'_{k} :	10,0 kN/m ³
Reibungswinkel cal φ'_{k} :	27,5 °
Kohäsion cal C' _k :	0,0 kN/m ²
Kohäsion cal C' _{u,k} :	0,0 kN/m ²
Steifeziffer cal E _S :	0,0 MN/m ²
Bodenklasse:	4

Schluffe (UL), steif:

Wichte über Wasser cal γ :	17,0 kN/m ³
Wichte unter Wasser cal γ' :	7,0 kN/m ³
Reibungswinkel cal φ' :	15,0 °
Kohäsion cal C':	0,0 kN/m ²
Kohäsion cal C _u :	20,0 kN/m ²
Steifeziffer cal E _s :	4,0 MN/m ²
Bodenklasse:	1/4

Schluffe (UL), halbfest:

Wichte erdfeucht cal γ_k :	21,0 kN/m ³
Wichte unter Wasser cal γ'_{k} :	11,0 kN/m ³
Reibungswinkel cal φ'_{k} :	27,5 °
Kohäsion cal C' _k :	10,0 kN/m ²
Kohäsion cal C' _{u,k} :	15,0 kN/m ²
Steifeziffer cal E _S :	15,0 MN/m ²
Bodenklasse:	4

Kalkstein, verwittert (KST), halbfest-fest:

Wichte über Wasser cal γ :	21,5 kN/m ³
Wichte unter Wasser cal γ' :	11,5 kN/m ³
Reibungswinkel cal φ' :	35,0 °
Kohäsion cal C':	7,5 kN/m ²
Kohäsion cal C _u :	50,0 kN/m ²
Steifeziffer cal E _s :	> 100,0 MN/m ²
Bodenklasse:	6/7

VII. VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT:

Entsprechend Beauftragung sollte die Versickerungsfähigkeit der Böden am Bauvorhaben überprüft werden. Aus den einzelnen Kleinrammbohrungen wurden Einzelproben entnommen, die zu einer Mischprobe vereint wurden, da durchweg im versickerungstechnisch relevanten Bereich steife Schluffmaterialien anstehen. Die Böden wurden im Labor der Urbanski & Versmold GmbH hinsichtlich ihrer Wasserdurchlässigkeit mit dem Kompressionsdurchlässigkeitsgerät untersucht. Die Böden weisen einen k_f -Wert von $3,2 \times 10^{-7}$ m/s auf. Der versickerungstechnisch relevante Bereich liegt entsprechend ATV 138 in einer Größenordnung von 1×10^{-3} - 1×10^{-6} m/s. Dieser Wert wird von den Böden nicht erreicht. Eine oberflächennahe Versickerung ist daher nicht möglich.

In den Bohrungen B 4, B 5 und B 6 wurden schwach schluffige, schwach sandige Kiese angetroffen, die hinsichtlich ihrer Wasserdurchlässigkeit im Versuchszylinder mit Standrohren nach Abs. 7.2 der DIN 18 130-1 untersucht wurden. Ermittelt wurde für diese Böden ein k_f -Wert von $8,6 \times 10^{-5}$ m/s. Die Böden weisen einen ausreichend großen k_f -Wert auf. Sie sind aber erst in einer Tiefe von 1,20 - 1,40 m angetroffen worden und weisen teilweise nur Mächtigkeiten von 20 - 50 cm auf. Hier könnten gegebenenfalls Schachtversickerungen vorgenommen werden. Alternativ ist auch die Verlegung einer tiefer liegenden Rigole im versickerungstechnisch günstigen Bereich in Tiefen ab ca. 0,80 m unter OK Gelände möglich.

Während der Bauzeit sollte bei der Erstellung des Kellers gegebenenfalls durch Schürfungen die Mächtigkeiten der Kiesschichten genauer ermittelt werden. Möglicherweise weisen auch die Kalksteine eine ausreichende Klüftung auf, sodass das Wasser hier abfließen kann.

VIII. ERSTELLUNG DES ZU UNTERKELLERNDEN MEHRFAMILIENHAUSES:

VIII.1 Vorbemerkung:

Die zulässigen Bodenpressungen und die Gründungsart wurden aufgrund der ermittelten Baugrundsichtung / bodenmechanischen Prüfungen und der zur Verfügung stehenden Unterlagen ermittelt.

VIII.1.1 Gründungsart:

Der Neubau der Gebäude wird unterkellert bzw. erhält eine Tiefgarage. Im Bereich der geplanten Unterkellerung, die mit einer Tiefe $> 2,0$ unter OK Ansatzpunkt angenommen wird, stehen die halbfest bis festen Kalksteine an, die zur Aufnahme der Lasten aus den Gründungskörpern geeignet sind.

VIII.1.2 Gründungsebene / Frostsicherheit:

Die Gründungstiefe hat mindestens frostfrei $\geq 0,8$ m unter Gelände zu erfolgen.

VIII.1.3 Zulässige Bodenpressung:

Unter Berücksichtigung der DIN 4017 T 1 (DIN 1054) kann auf den verwitterten und plattigen Kalksteinen eine Bodenpressung von

500 kN/m²

grundbruchsicher angesetzt werden.

Die angegebene Bodenpressung kann zu Setzungen führen, die bei Fundamentbreiten bis 2,0 m ein Maß von 1,5 cm und bei breiteren Fundamenten ein Maß von 2,5 cm nicht überschreiten werden. Der Setzungsunterschied zwischen benachbarten Fundamenten wird unter einem Maß von 0,5 cm liegen.

VIII.1.4 Fundamentsohlen / Fundamentvertiefungen:

Organische, aufgeweichte und aufgelockerte Bodenschichten dürfen unterhalb der Gründungssohlen nicht verbleiben. Sie sind durch Magerbeton C 12 / 15 zu ersetzen.

Um eine Verschlechterung der Zustandsform der örtlich anstehenden Böden zu verhindern, sind die Fundamentsohlen nach Erreichen der Solltiefe bei Durchführung von Fundamentvertiefungen mit einem Magerbeton abzudecken bzw. die Fundamente direkt zu erstellen.

VIII.1.5 Druckpolster:

Unterhalb der Betonplatte des zu unterkellernden Mehrfamilienhauses kann auf die Erstellung eines Druckpolsters verzichtet werden, wenn durchweg die plattig, verwitterten Kalksteine anstehen. Dann ist lediglich ein Druckpolster aus Magerbeton C 12/15 als Höhenausgleich zu erstellen.

Für die Bemessung der Betonsohlen / Betonböden können folgende Werte in Ansatz gebracht werden:

Steifeziffer E_s:	20,0 MN/m²
Bettungszahl k_s:	30,0 MN/m³

VIII.1.6 Wasserhaltung:

Grundwasser wurde während der Bohrarbeiten nicht festgestellt. Aus dem Kalkstein kann es gegebenenfalls zum Austritt von Schichten- oder Kluftwasser kommen. Dieses Wasser ist im Bereich der Baugrube über einen oder mehrere Pumpensümpfe zu entwässern. Sollte an mehreren Stellen der Baugrube Wasserzutritt erfolgen, so ist zusätzlich am Böschungsfuß eine Ringdränage zu verlegen, die die einzelnen Pumpensümpfe untereinander verbindet.

VIII.1.7 Verfüllen der seitlichen Arbeitsräume:

Für das Verfüllen der seitlichen Arbeitsräume können die Schluffe (UL) nach DIN 18 196 wiederverwendet werden. Voraussetzung für die Wiederverwendung der Böden ist eine ausreichende Entwässerung. Handelt es sich um weiche oder durch Oberflächenwasser durchnässte bindige Böden, sind Sande der Bodengruppen SE/SU/SW nach DIN 18 196 für das Verfüllen seitlicher Arbeitsräume anzuliefern. Grundsätzlich sind alle Erdbaustoffe lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Verfüllung und Verdichtung der seitlichen Arbeitsräume hat so zu erfolgen, dass das für die Verfüllung verwendete Bodenmaterial auf $D_{Pr} \geq 98$ % verdichtet wird.

VIII.1.8 Herstellen der Baugrube / Verbau:

Baugruben können mit geböschten Wänden angelegt werden. Wenn die Baugrube nur eine relativ kleine Grundfläche und Aushubtiefe (z.B. im Falle der Fundamentgräben) hat, sind Böschungen mit einer Neigung von 90° bei ausreichender Wasserhaltung kurzfristig standsicher. In den bindigen Böden der Bodengruppe UL sind Neigungen von $\beta \leq 60^\circ$ noch ausreichend standsicher, wenn die Böden eine steife Konsistenz aufweisen. Innerhalb der festen Kalksteine können Böschungsneigungen von $\beta \leq 80^\circ$ ausgeführt werden, wenn die Kalksteine einen inneren mineralischen Zusammenhalt aufweisen. Die gemäß DIN 4124 geforderten Mindestböschungsneigungen werden hierbei nicht überschritten. Die Böschungsneigungen entsprechend DIN 4124 und die Mindestabstände zur Nachbarbebauung sind zu beachten. Werden diese unterschritten, so ist ein Verbau zu errichten. Dies kann ein Trägerbohlwandverbau (Berliner Verbau) sein.

VIII.1.9 Trockenhaltung erdberührender Bauteile und Bauwerke:

Das Gebäude erhält einen Keller, sodass Wände und Sohlen Kontakt zu dem zum Arbeitsraum zulaufenden Oberflächen-, Stau- bzw. Schichtenwasser haben. Aus diesem Grund sind Maßnahmen zur Trockenhaltung der erdberührenden Bauwerke gegen drückendes Wasser vorzusehen. Der Keller sollte als Sperrbetonkonstruktion (Weiße Wanne) errichtet werden. Aufgrund der vorgefundenen Böden am Bauvorhaben ist die Wassereinwirkungsklasse W2-E entsprechend DIN 18 533-1 anzusetzen. Aufgrund der Einbindetiefe des Kellergeschosses in den Untergrund ist zu überprüfen, ob es die Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser $\leq 3,0$ m Eintauchtiefe) oder aber die Wassereinwirkungsklasse W 2.2-E (hohe Einwirkung von drückendem Wasser $\geq 3,0$ m Eintauchtiefe) anzusetzen ist.

Die DIN 18 533-1 /-2 /-3 sind bei den Maßnahmen zur Trockenhaltung der erdberührenden Bauteile zu beachten.

IX. BAUGRUNDRISIKO:

Bodenaufschlüsse liefern immer nur eine exakte Aussage für den eigentlichen Untersuchungspunkt. Für die dazwischen liegenden Bereiche sind nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich. Daher wächst die Wahrscheinlichkeit einer Aussage über den Aufbau bzw. den Untergrund mit dem Untersuchungsumfang, d.h. mit der Anzahl der Aufschlüsse und nimmt mit der Wechselhaftigkeit des Baugrundes ab. Es bleibt immer ein Risiko, dass im Untergrund Abweichungen von dem zu erwartenden und zu den tatsächlichen Baugrundverhältnissen vorhanden sind. Dieses Risiko wird als Baugrundrisiko bezeichnet.

X. ZUSAMMENFASSUNG:

Die Auswertung der Baugrundaufschlüsse führt zu dem Ergebnis, dass eine Flachgründung des Mehrfamilienhauses mit Tiefgarage möglich ist.

Die entsprechenden Angaben über Gründung, zulässige Bodenpressung, Wasserhaltung usw. sind dem Geotechnischen Bericht zu entnehmen.

Die bautechnischen Aussagen beziehen sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Geotechnischen Berichtes bekannten Planungsstand. Bei Änderung der Planung sind die entsprechenden Unterlagen der Urbanski & Versmold GmbH zur ergänzenden Beurteilung zuzusenden.

XI. VERTEILER:

Der Geotechnische Bericht wurde in zweifacher Ausfertigung erstellt, die an die Wegener Immobilien GmbH & Co. KG, 33165 Lichtenau-Henglar, gingen.



Prüfstellenleiter / Vertreter