



Baugrunduntersuchung

**BV: Wohnquartier
An der Rehwiese 28 a-c
15526 Bad Saarow**

100-128-24

**Auftraggeber: Morgen Management Holding GmbH
Morgensternstraße 2-3
12207 Berlin**

**Auftragnehmer: GEOTOP GbR
Gesellschaft für Baugrund- und Umweltuntersuchungen
Alt-Blankenburg 65
13129 Berlin-Pankow**

Tel. 030 / 9 22 11 363

Gutachter: Dipl.-Geol. Ronald Grube M. Ing. (FH) Sven-Matti Pudwel

Unterschrift:

(geschäftsführender Gesellschafter)

Berlin, den 14.10.2024

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



Inhaltsverzeichnis

1. VERANLASSUNG UND VORGABEN.....	2
2. UNTERSUCHUNGSUMFANG.....	3
3. BAUGRUNDVERHÄLTNISSE AM UNTERSUCHUNGSSTANDORT	4
4. BERECHNUNG DER ZULÄSSIGEN BODENPRESSUNGEN UND DER SETZUNGEN.....	9
5. EMPFEHLUNGEN ZUR GRÜNDUNG UND GRÜNDUNGSBEGLEITENDEN ARBEITEN	13
5.1 ERDBAUARBEITEN UND VERDICHTUNGSARBEITEN	13
5.2 KELLERABDICHTUNG UND REGENWASSERVERSICKERUNG	15

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan	(Maßstab 1: 200)
Anlage 2	Bohrprofile und Rammsondierdiagramme	
Anlage 3	Kornverteilungsanalysen	
Anlage 4	Grundbruch- / Setzungsberechnungen	
Anlage 5	Laborprüfbericht chemische Untersuchungen	

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



1. Veranlassung und Vorgaben

Die Firma GEOTOP GbR – Gesellschaft für Baugrund- und Umweltuntersuchungen wurde am 12.08.2024 von der Morgen Management Holding GmbH beauftragt, eine Baugrunduntersuchung zur Errichtung eines Wohnquartieres auf dem Grundstück An den Rehwiese 28 a-c in 15526 Bad-Saarow durchzuführen. Auf dem Grundstück befindet sich ein Hauptgebäude samt mehrerer kleiner Nebengebäude des ehemaligen Hospizes „zur Furche“. Das Hauptgebäude soll erhalten bleiben und saniert werden, während die verfallenen Nebengebäude zurückgebaut werden sollen.

Das Wohnquartier besteht neben dem Bestandsgebäude aus drei weiteren Mehrfamilienhäusern mit einer Grundfläche von ca. 355 m². Ein Neubau liegt nördlich des Bestandsgebäudes und die übrigen zwei befinden sich südlich. Der nördliche Neubau ist drei-etagig konzipiert, während die südlichen Gebäude nur zwei Etagen haben sollen. Alle Gebäude sind nicht unterkellert konzipiert und sollen mit Flachdach ausgeführt werden. Es werden Streifenfundamente sowie eine Gründung auf einer Bodenplatte betrachtet. Für das nördliche Gebäude betragen die Streifenlasten schätzungsweise 100 bis 150 kN/m und die Gesamtlast wird mit 21.300 kN veranschlagt. Die Streifenlasten für die südlichen Gebäude liegen voraussichtlich zwischen bei 50 und 100 kN/m bei einer Gesamtlast je Gebäude von ca. 14.200 kN. Im Weiteren wird das nördliche Gebäude als Haus 1 bezeichnet. Die südlichen Gebäude werden als Haus 2 und Haus 3 nummeriert, wobei die Nummerierung von Westen nach Osten erfolgt.

Im Rahmen der Baugrunduntersuchungen waren die Baugrundverhältnisse am Standort zu erkunden. Auf der Grundlage von Sondierungen sollten anschließend die zulässigen Bodenpressungen und Setzungen berechnet, Empfehlungen zur Gründung und erdbautechnische Maßnahmen sowie zur Gebäudeabdichtung gegeben werden. Außerdem waren die Möglichkeiten einer Regenwasserversickerung auf dem Grundstück zu eruieren. Eine orientierende abfallrechtliche Untersuchung der Auffüllungssubstrate gemäß EBV war ebenfalls Bestandteil der Untersuchungen.

Grundlage der Untersuchungen bildete das Angebot Nr. 100-128-24.

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



2. Untersuchungsumfang

Der Untersuchungsumfang wurde gemäß den geotechnischen und geologischen Anforderungen nach DIN 4020 für einfache bauliche Anlagen mit mittleren Lasten bei einem mittleren geologischen Schwierigkeitsgrad „**GK 2**“ festgelegt. Zur Ermittlung der Baugrundsichten wurden am 05.09.2024 am Standort zehn Rammkernsondierungen (RKS) bis maximal 7,0 m unter Geländeoberkante (u. GOK) sowie fünf schwere Rammsondierung (DPH) ebenfalls bis maximal 7,0 m unter GOK abgeteuft. Die Höhen und Lage der Ansatzpunkte wurden mit Hilfe von GPS eingemessen. An zwei der entnommenen Bodenproben wurde eine Kornverteilungsanalyse zur Bestimmung eines mathematischen k_f -Wertes durchgeführt. Aus den humosen Substraten (Mutterboden) wurde eine Mischprobe erstellt und orientierend abfallrechtlich untersucht.

Die Lage der Bohransatzpunkte können der Lageskizze (**Anlage 1**) entnommen werden. Die Ergebnisse der Sondierungen sind in **Anlage 2** in Form von Bohrprofilen und Rammsondierdiagrammen dokumentiert. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse wurden die bodenmechanischen Kennwerte der einzelnen Schichten ermittelt und Grundbruch- sowie Setzungsberechnungen (nach DIN 4017 / 4019) durchgeführt (**Anlage 3**). Die Auswertung der Kornverteilungsanalysen können der **Anlage 4** entnommen werden. **Anlage 5** enthält einen Laborprüfbericht zu den durchgeführten orientierenden abfallrechtlichen Untersuchungen.

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



3. Baugrundverhältnisse am Untersuchungsstandort

Das Untersuchungsgebiet liegt strukturgeologisch im nördlichen Bereich der Beeskower Platte, westlich des Scharmützelsees. Der See deutet eine Rinnenstruktur zwischen dem Berliner und dem Baruther Urstromtal an und ist als Durchbruchtal einzustufen. In diesem Bereich wurde das Geschiebe durch abfließendes Schmelzwasser ausgespült und ersetzt. Dementsprechend ist hier mit periglazialen bis glacifluvialen Sedimenten, die sich in Form von sandigen bis schluffigen Ablagerungen bzw. Schmelzwassersanden ausbilden, zu rechnen. Das Gelände prägt sich in seiner Morphologie stark unterschiedlich aus und liegt auf einer Höhenkote zwischen 45,8 und 48,1 m ü. NHN. Im Norden hat das Gelände eine Höhe von ca. 46,5 m ü. NHN und steigt zunächst nach Süden an, erreicht dann bei ca. 48,1 m ü. NHN den höchsten gemessenen Punkt und fällt abschließend wieder auf ca. 47,5 m ü. NHN. Im nördlichen Bereich wurde zusätzlich noch ein West-Ost-Gefälle von ca. 46,5 auf 45,8 m ü. NHN festgestellt. Im südlichen Bereich fällt das Gelände von Nordwest (ca. 48,1 m ü. NHN) nach Südost (47,4 m ü. NHN) ab, während bei 48,1 m ü. NHN eine „Kuppel“ ausgemacht werden konnte. Von dieser fällt das Gelände wiederum gen Westen ab. Die Geländemorphologie wird bei der Gründungstiefe der einzelnen Neubauten berücksichtigt.

Zunächst wird ein grober Überblick über den Baugrund im Untersuchungsbereich gegeben und anschließend erfolgt eine differenzierte Betrachtung für die einzelnen Häuser. Auf dem Grundstück steht ein ca. 0,4 m mächtiger aufgefüllter Mutterbodenhorizont [OH] von lockerer Lagerung an. Teilweise wurden Aufschlüsse auch in den befestigten Bereichen niedergebracht, dort war die Oberfläche mit geringmächtigen Beton- und Asphaltdeckschichten versiegelt. Darunter folgen meist verdichtete Tragschichten [GI] oder umgelagerte Sande [SE]. Dieser Aufbau wird als Deckschicht zusammengefasst. Unter dieser Deckschicht folgen Fein- bis Mittelsande [SE] die vereinzelt von schluffigen bzw. grobschluffigen Sandschichten [SU-SU*] von geringer Mächtigkeit durchzogen sind. Die Sande bilden sich im oberen Bereich überwiegend locker aus. Darunter sind die Sande von mitteldichter Lagerung und vereinzelt konnten auch dichte Lagerungen nachgewiesen werden. Diese Substrate setzen sich meist bis zur Endteufe fort und sind kennzeichnend für die eingangs beschriebene Rinnenstruktur. Im nordwestlichen (RKS 07) und südwestlichen (RKS 03) Bereich wurde vereinzelt Geschiebemergel [UL] erbohrt. Diese bindigen Substrate sind von weicher bis steifer Konsistenz. Es ist davon auszugehen, dass im Bereich RKS 05 auch noch Geschiebe ansteht, welches aufgrund der Geländehöhe noch nicht angeschnitten wurde. Diese Annahme ist in vergleichbaren Wasserständen bezogen auf Aufschluss RKS 07 und RKS 03 begründet.

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



Zusammenfassend kann der Baugrund in zwei Bereiche untergliedert werden - zum einen die Hochfläche der Beeskower Platte im Westen und zum anderen die Rinnenstruktur im Osten. Das Baugrundmodell der Hochfläche wird durch die Aufschlüsse RKS 03, RKS 04, RKS 05, RKS 07 und RKS 09 repräsentiert. Die übrigen Aufschlüsse beschreiben die Rinnenstruktur. Zusätzlich bestärken auch die Grundwasserstände diese Annahme. Auf diese wird zu einem späteren Zeitpunkt genauer eingegangen.

Darüber hinaus wurde eine weitere von Westen nach Osten verlaufende, anthropogene Rinnenstruktur detektiert. Diese beginnt im Aufschluss RKS 04, verläuft weiter über den Aufschluss RKS 05 und reicht ggf. bis Aufschluss RKS 01. In Aufschluss RKS 04 und RKS 05 wurden bis in eine Tiefenlage von maximal 2,8 m u. GOK (sehr) locker gelagerte, humose Auffüllungen nachgewiesen. Da die Substrate einen Humusanteil von mindestens 5 % haben und teilweise von Wurzeln durchsetzt sind, sind sie von geotechnischer Relevanz. Solche Substrate neigen zu unerwartete Setzungen bzw. Sackungen und dürfen nicht im Baubereich verbleiben. Im Aufschluss RKS 01 wurden zwar keine humosen Auffüllungen angetroffen – nur umgelagerte Sande – jedoch weist die relativ lockere Lagerung ebenfalls auf äußere Einflüsse hin. Vermutlich handelt es sich bei der Struktur um einen verfüllten Graben, der im Zuge der Altbebauung angelegt und verfüllt wurde. Humose Substrate müssen gegen gut verdichtbare Füllsande ausgetauscht und locker gelagerte Sande nachverdichtet werden. Die humosen Substrate werden daher nicht in das Baugrundmodell aufgenommen.

Das Grundwasser wurde in allen tiefen Aufschlüssen angeschnitten und steht im freien Zustand an. Der Grundwasserstand schwankt dabei stark und liegt zwischen 41,96 (RKS 03) und 41,18 m ü. NHN (RKS 01). Es ist ein deutliches Gefälle von Westen nach Osten erkennbar. Demnach strömt das Grundwasser der übergeordneten Rinnenstruktur, dem Scharmützelsee, zu. Auf der Hochfläche wurde der kleinste Grundwassergradient (ca. 0,008) nachgewiesen. Hier fällt das Grundwasser auf einer Strecke von ca. 25 m um ca. 20 cm ab. Anschließend bildet sich ein sehr steiler Gradient (ca. 0,04) aus, der durch ein starkes Absinken des Grundwasserstandes gekennzeichnet ist. In diesem Bereich endet das Geschiebe und das Grundwasser „stürzt“ über die Geschiebeschwelle. Anschließend bildet sich wieder ein etwas flacherer Gradient von $i = 0,016$ aus und das Grundwasser strömt innerhalb der Rinne dem Scharmützelsee zu. Bei dem angetroffenen Grundwasser handelt es sich um einen schwebenden Grundwasserleiter. Laut hydrogeologischen Karte des Land Brandenburgs ist das Grundwasser des Hauptgrundwasserleiters in diesem Bereich bei ca. 40,0 m ü. NHN zu verorten. Daraus ergibt sich eine Differenz zwischen 1,2 und 2,0 m zum tatsächlich vor Ort angetroffenen Wasserstand.

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



Wahrscheinlich handelt es sich bei dem Wasserstand des Kartenwerks um den Bereich innerhalb der Rinne des Durchbruchthales außerhalb der Geschiebeschwelle. Die nächstgelegene und verwendbare Grundwassermessstelle 3750 1761, Wendisch Rietz OP wird genutzt, um HGW und MHGW zu bestimmen. Der HGW liegt bei 41,15 m ü. NHN und MHGW bei 40,30 m ü. NHN. Diese Daten wurden beim Landesamt für Umwelt Brandenburg, Abteilung Wasserwirtschaft 1 abgefragt. Da diese Werte jedoch unterhalb der tatsächlich angetroffenen Wasserstände des schwebenden Grundwasserleiters liegen, müssen diese für die geplanten Bauwerke angepasst werden.

Für den Bereich der Hochfläche wird ein Grundwasserstand von 41,8 m ü. NHN festgelegt. Daraus wird ein HGW von 42,95 und ein MHGW von 42,1 abgeleitet. Für den Bereich der Rinnenstruktur ist ein Wasserstand von 41,3 m ü. NHN maßgebend. Hier wird der HGW auf 42,45 und der MHGW 41,6 m ü. NHN festgelegt. Das Untersuchungsgebiet liegt nicht innerhalb einer Wasserschutzzone.

Die Berechnungen zur Setzung und Bodenpressung werden nach DIN 4017 / 4019 unter Berücksichtigung der in **Kapitel 5** beschriebenen Maßnahmen zur Baugrundverbesserungen (Bodenaustausch bei Auffüllsubstraten, Nachverdichtung) für zwei generalisierte Baugrundmodelle (Tabelle 1) durchgeführt. Das erste Baugrundmodell beschreibt die Hochfläche und das zweite die Rinnenstruktur. Die einzelnen Schichten der Baugrundmodelle sind als Homogenitätsbereiche zu verstehen. Bei einer Gründung auf einer Bodenplatte wird zusätzlich der Einbau einer 0,4 m mächtigen Tragschicht ins Baugrundmodell aufgenommen.

Tabelle 1: Schichtgrenzen der Baugrundmodelle für Gründung auf Bodenplatten

Schichten	Hochfläche [m u. GOK]	Rinne [m u. GOK]
Mutterboden [OH], locker	0,4*	0,4*
Tragschicht [GE], dicht	0,4	0,4
[SE/SU], nachverdichtet	1,0/2,8**	1,0/2,5**
[SE], locker-mitteldicht	1,5	1,0*
[SE], mitteldicht	6,0	5,5
[UL], weich-steif	7,0	-
[SE], locker-mitteldicht	-	7,0

*: kommt nur bei einer Gründung auf Streifenfundamenten zum tragen

**: tiefreichender Bodenaustausch in Rinnenstruktur

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



Bei einer Gründung auf Streifenfundamenten sind die locker bis mitteldicht Sande im gründungsrelevanten Bereich (0,8 oder 1,2 m u. GOK) nachzuverdichten. Die entsprechende Schicht rutscht weiter nach unten. Abschließend werden den einzelnen Schichten bodenmechanische Kennwerte zugeschrieben.

Tabelle 2: bodenmechanische Kennwerte

Schichten	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	ϕ [°]	E_s [MN/m ²]
Mutterboden [OH], locker	16,0	8,0	-	30,0	30,0
Tragschicht [GE], dicht	19,0	11,0	-	34,0	80,0
[SE/SU], nachverdichtet/mitteldicht	18,0	10,0	-	32,50	60,0
[SE], locker - mitteldicht	17,5	9,5	-	31,5	40,0
[UL], weich-steif	20,5	10,5	2,0	28,0	8,0

Aufgrund der Geländemorphologie schwanken die Geländehöhen innerhalb eines Baufeldes teilweise stark und es müssen für jeden Neubau Bezugshöhen festgelegt werden. Im Baubereich Haus 1 liegt die Geländehöhe im Westen bei ca. 46,5 und im Osten bei ca. 45,8 m ü. NHN. Es wird davon ausgegangen, dass der Neubau ca. 0,7 m in den Hang hinein gebaut oder das Gelände abgetragen wird und 45,8 m ü. NHN die Bezugshöhe darstellt. Bei Haus 2 wird ebenfalls die geringste Geländehöhe von ca. 47,8 m ü. NHN als maßgebend betrachtet. Die Bezugshöhe für Haus 3 wird mit 47,4 m ü. NHN festgelegt. Aus den festgelegten Bezugshöhen ergeben sich auch für jedes Gebäude unterschiedliche Grundwasserstände, diese können den Berechnungen in **Anlage 3** entnommen werden.

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



4. Berechnung der zulässigen Bodenpressungen und der Setzungen

Für die Gründung der Gebäude wird bei der Bewertung der Baugrundsituation davon ausgegangen, dass die erforderlichen vorbereitenden Gründungsarbeiten gemäß der in **Kapitel 5** beschriebenen Verfahrensweise durchgeführt werden. Die aus der DIN 1055 T2 zugeordneten bodenmechanischen Kennwerte (Tabelle 1) fließen in die EDV-gestützten Bodenpressungs-/Setzungsberechnungen ein. Die Berechnungen für die Fundamente beziehen sich auf eine Grundbruchsicherheit $\eta = 2$ und eine mittige und lotrechte Belastung auf einem ebenen Baugrund.

Haus 1

Da sich Haus 1 über beide Baugrundmodelle erstreckt, muss für jedes eine separate Berechnung durchgeführt werden. Zur Vereinfachung wird das Gebäude in der Mitte geteilt und für je eine Hälfte die Setzung berechnet. Dementsprechend beträgt die Grundfläche jeweils 177,5 m² und die abzutragende Last 10.650 kN je Gebäudehälfte. Für den Bereich auf der Hochfläche steht das Grundwasser bei ca. 4,0 und im Bereich der Rinne bei ca. 4,5 m u. GOK an.

Die zu erwartende Setzung im kennzeichnenden Punkt beträgt auf der Hochfläche rechnerisch ca. 11,3 mm (vgl. Anlage 3.1). Daraus lässt sich eine Bettungsziffer k_s von ca. 5,3 MN/m³ (bzw. 8 MN/m³ im Plattenrandbereich) ableiten. Für den Gebäudeabschnitt im Rinnenbereich, beläuft sich die Setzung auf ca. 5,2 mm (vgl. Anlage 3.2). Die Bettungsziffer k_s beträgt für diese Bodenplatte ca. 11,5 MN/m³ (bzw. 17,25 MN/m³ im Plattenrandbereich). Insgesamt ist ein Setzungsunterschied von ca. 6 mm zu erwarten und ist bei der Bewehrung zu berücksichtigen.

Die höheren Setzungen im Baugrundmodell "Hoch" sind den relativ weichen Geschiebemergeln geschuldet, die in einer Tiefe von ca. 5,3 m unter GOK Bezugsniveau anstehen. Der Übergang in die Rinnenstruktur erfolgt aber nicht abrupt. Durch den Einbau einer Tragschicht lassen sich Setzungsunterschiede weitestgehend minimieren. Für die Bemessung der Fundamente sollte die Bettungsziffer des "schlechteren" Baugrundmodells berücksichtigt werden.

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



Anschließend werden die Berechnungsergebnisse für Streifenfundamente tabellarisch zusammengefasst. Dabei wurden frostfreie Gründungstiefen bei 0,8 und 1,2 m u. GOK angesetzt.

Tabelle 3: Streifenfundamente Haus 1 Gründungstiefe 0,8 m u. GOK (vgl. Anlage 3.5 & 3.6)

Modell	Breite b [m]	Länge a [m]	Zulässige Boden- pressung δ_{zul} [kN/m ²]	Zulässige Strei- fenlast V_{zul} [kN/m]	vorhandene Strei- fenlast V [kN/m]	Setzung s [mm]
Hoch	0,5	24,5	241,2	120,6	100	ca. 3,2
	0,6		254,9	152,9	150	ca. 5,3
Rinne	0,5	24,5	233,7	116,9	100	ca. 3,1
	0,7		261,1	182,5	150	ca. 4,6

- Die zul. Bodenpresswerte multipliziert mit Faktor 1,4 entsprechen dem auch nach EURO-Code 7 eingeführten „Sohlwiderstand“

Bei einer Gründungstiefe von 0,8 m u. GOK wird ein 0,5 m breites Streifenfundament benötigt, um eine Streifenlast von 100 kN/m sicher abtragen zu können. Diese Breite kann in beiden Modellen angesetzt werden. Die Setzungen liegen bei ca. 3 mm. Für eine Last von 150 kN/m wird ein Streifenfundament von 0,6 (Hochflächen) und 0,7 m (Rinne) benötigt. Die zu erwartenden Setzungen liegen bei ca. 5 mm. An dieser Stelle sei erwähnt, dass im Bereich der Rinne ein 0,6 m breites Fundament eine Last von 148,5 kN/m sicher abtragen kann. Die Setzungen sind vergleichbar. Durch den Statiker ist zu prüfen, ob diese zulässige Maximallast ausreicht. Ggf. ist eine Breite von 0,6 m auch ausreichend.

Tabelle 4: Streifenfundamente Haus 1 gründungstiefe 1,2 m u. GOK (vgl. Anlage 3.7 & 3.8)

Modell	Breite b [m]	Länge a [m]	Zulässige Boden- pressung δ_{zul} [kN/m ²]	Zulässige Strei- fenlast V_{zul} [kN/m]	vorhandene Strei- fenlast V [kN/m]	Setzung s [mm]
Hoch	0,4	24,5	314,2	125,7	100	ca. 3,5
	0,5		328,2	164,1	150	ca. 6,5
Rinne	0,4	24,5	233,7	116,9	100	ca. 3,3
	0,5		261,1	182,5	150	ca. 5,0

- Die zul. Bodenpresswerte multipliziert mit Faktor 1,4 entsprechen dem auch nach EURO-Code 7 eingeführten „Sohlwiderstand“

Bei einer größeren Einbindetiefe von 1,2 m u. GOK reduziert sich die erforderliche Fundamentbreite auf 0,4 bzw. 0,5 m, um Lasten von 100 bzw. 150 kN/m sicher abtragen zu können. Bei Lasten von 100 kN/m treten vergleichbare Setzungen von 3 mm auf. Bei 150 kN/m liegen die Setzungen bei 6,5 bzw. 5,0 mm. Die Setzungsunterschiede sind jedoch unproblematisch.

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



Haus 2

Haus 2 liegt gänzlich auf der Hochfläche, dementsprechend ist nur eine Berechnung notwendig. Für das Gebäude beträgt die Setzung im kennzeichnenden Punkt 3,2 mm (vgl. Anlage 3.3). Die sich daraus ableitende Bettungsziffer k_s liegt bei 12,5 MN/m³ (bzw. 18,75 MN/m³ im Plattenrandbereich). Obwohl auch unter diesem Gebäude aufgeweichte Geschiebe ab ca. 6 m Tiefe anstehen, wirkt sich das offenbar nicht negativ auf die Setzungen aus. Aufgrund der Fundamentgeometrie und der geringeren Bodenpressungen gegenüber Haus 1 reichen die Fundament-Lasten nicht in die aufgeweichten Geschiebe hinein.

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die Berechnungsergebnisse für Streifenfundamente Haus 2 zusammengefasst.

Tabelle 5: Streifenfundamente Haus 2 (vgl. Anlage 3.9 & 3.10)

Einbindung t_E [m u. GOK]	Breite b [m]	Länge a [m]	Zulässige Boden- pressung δ_{zul} [kN/m ²]	Zulässige Strei- fenlast V_{zul} [kN/m]	vorhandene Strei- fenlast V [kN/m]	Setzung s [mm]
0,8	0,5	24,5	221,6	110,8	100	ca. 3,4
	0,7		251,3	175,9	150	ca. 5,3
1,2	0,4	24,5	306,8	122,7	100	ca. 3,2
	0,5		320,7	160,4	150	ca. 5,6

- Die zul. Bodenpresswerte multipliziert mit Faktor 1,4 entsprechen dem auch nach EURO-Code 7 eingeführten „Sohlwiderstand“

Durch die Berechnungsergebnisse wird deutlich, dass sich bei einer größeren Einbindetiefe die erforderlichen Fundamentbreiten deutlich reduzieren, während die Setzungen vergleichbar bleiben. So wird bei einer Einbindetiefe von 0,8 m u. GOK und einer Streifenlast von 150 kN/m ein 0,7 m breites Fundament benötigt. Bei einer höheren Einbindetiefe reduziert sich die Fundamentbreite auf 0,5 m. Die zulässigen Streifenlasten für andere Fundamentbreiten können den Anlagen 3.9 und 3.10 entnommen werden. Die Fundamentbreite ist entsprechend der tatsächlichen Lasten zu wählen.

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



Haus 3

Haus 3 liegt im Bereich der Rinnenstruktur. Die Setzung im kennzeichnenden Punkt fällt hier mit 3,1 mm (vgl. Anlage 3.4) vergleichbar zu Haus 2 aus. Die Bettungsziffer k_s beläuft sich auf ca. 12,9 MN/m³ (bzw. 19,3 MN/m³ im Plattenrandbereich).

Abschließend werden die Berechnungsergebnisse für Haus 3 bei einer Gründung auf Streifenfundamenten im Bereich der Rinnenstruktur zusammengefasst.

Tabelle 5: Streifenfundamente Haus 3 (vgl. Anlage 3.11 & 3.12)

Einbindung t_E [m u. GOK]	Breite b [m]	Länge a [m]	Zulässige Boden- pressung δ_{zul} [kN/m ²]	Zulässige Strei- fenlast V_{zul} [kN/m]	vorhandene Strei- fenlast V [kN/m]	Setzung s [mm]
0,8	0,5	24,5	233,7	116,9	100	ca. 3,2
	0,7		161,1	182,8	150	ca. 4,5
1,2	0,4	24,5	308,0	123,2	100	ca. 3,2
	0,5		322,0	161,0	150	ca. 4,9

- Die zul. Bodenpresswerte multipliziert mit Faktor 1,4 entsprechen dem auch nach EURO-Code 7 eingeführten „Sohlwiderstand“

Die Berechnungsergebnisse sind mit denen für Haus 2 vergleichbar. Es lässt sich bei den betrachteten Rahmenparametern kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Baugrundmodellen ausmachen. Ein Unterschied lässt sich erst bei deutlich größeren Lasten erkennen. In diesem Fall wären im Bereich der Hochfläche größere Setzungen zu erwarten.

Allgemein ist festzuhalten, dass sich bei größeren Einbindetiefen die erforderlichen Fundamentbreiten reduzieren und vergleichbare Lasten abgetragen werden können.

Der Baugrund ist für die geplante Bebauung unter Berücksichtigung der in **Kapitel 5** beschriebenen Maßnahmen als ausreichend bis gut tragfähig einzustufen.

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



5. Empfehlungen zur Gründung und gründungsbegleitenden Arbeiten

5.1 Erdbauarbeiten und Verdichtungsarbeiten

Bei einer Gründung auf Bodenplatten sind die humosen Auffüllsubstrate gänzlich zu entfernen. Diese erreichen in der Regel eine vertikale Ausdehnung zwischen 0,4 und 0,5 m u. GOK. In dieser Tiefenlage stehen locker bis mitteldicht gelagerte Sande an. Diese sind nachzuverdichten. Um eine ausreichende, bis ca. 1,0 m u. GOK reichende Verdichtung gewährleisten zu können, sollte eine schwere Rüttelplatte zum Einsatz kommen. Ggf. ist eine Schicht aus gut verdichtbaren Füllsanden ($U > 3$) aufzubringen und zu verdichten, um das angestrebte Gründungsniveau zu erreichen. Auf dem Erdplanum ist anschließend ein E_{vd} -Wert von mindestens 24 MN/m² nachzuweisen. Anschließend kann die Schotter-Tragschicht (0/32 oder 0/45) aufgebracht werden. Auf der Tragschicht ist ein E_{vd} -Wert von 40 MN/m² (entspricht 100% Proctordichte) zu erreichen.

Im Bereich der von Westen nach Osten gerichteten anthropogenen Rinnenstruktur (RKS 04 & RKS 05) müssen wahrscheinlich umfangreichere Bodenaustauschmaßnahmen durchgeführt werden. Nachdem hier die oberen 0,4 bis 0,5 m der humosen Auffüllung bzw. die Asphaltdecke samt Tragschicht entfernt wurden, kann an der hellgrauen bis braungrauen Färbung des Bodens die horizontale Ausbreitung bzw. der Verlauf des Grabens visuell ausgemacht werden. Wenn die räumliche Eingrenzung dieser Auffüllung erfolgte, muss sie bis auf eine Tiefenlage zwischen 2,8 und 2,2 m u. GOK gegen gut verdichtbare Füllsande ($U > 3$) ausgetauscht werden. Beim Einbau der Füllsande ist lagenweise vorzugehen, dabei sollten Sandschichten von maximal 0,5 m eingebaut und verdichtet werden. Je nach Fläche des auszutauschenden Bodens, kann ggf. über eine Unterkellerung nachgedacht werden, da der Boden zwangsweise ausgetauscht werden muss. Nach dem der Oberboden abgezogen wurde, ist zu prüfen, ob es sich bei den Substraten im Bereich des Aufschlusses RKS 01 ebenfalls um Auffüllungen handelt. Die nachgewiesene (sehr) lockere Lagerung spricht dafür, allerdings wurden keine humosen oder bauschutthaltigen Substrate nachgewiesen. Wenn es sich lediglich um umgelagerte Sande handelt, können diese ebenfalls lagenweise eingebaut und verdichtet werden. Bei humosen Auffüllungen sind diese gegen Füllsande auszutauschen. In diesem Bereichen ist ebenfalls ein E_{vd} -Wert von mindestens 24 MN/m² auf dem Erdplanum nachzuweisen. Bei Bedarf können wir die Erdbauarbeiten begleiten und vor Ort weitere Einschätzungen und Handlungsempfehlungen geben.

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



Bei einer Gründung auf Streifenfundamenten ist prinzipiell eine Gründungstiefe von 0,8 m u. GOK ausreichend. Durch eine tiefere Einbindung kann die benötigte Fundamentbreite, wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, verringert werden. Im Bereich des verfüllten Grabens ist bei einer Gründung auf Streifenfundamenten analog zur vorherigen Beschreibung vorzugehen. D.h. der Boden zwischen den Streifen muss ausgetauscht und verdichtet werden um einen sicheren Fußbodenaufbau gewährleisten zu können. Abschließend ist auf dem Erdplanum zwischen den Streifen ein E_{vd} -Wert von 40 MN/m² (entspricht 100% Proctordichte) nachzuweisen.

Weiterhin ist prüfen, ob die Bestandsgebäude im Baubereich unterkellert sind. Bei einer Unterkellerung ist es wichtig, dass der alte Fußboden ausreichend zertrümmert oder gänzlich ausgeräumt wird. Da dieser ansonsten wie ein Sperrschicht wirken und es zu aufstauendem Sickerwasser kommen kann. Bei der Verfüllung ist ebenwise lagenweise vorzugehen.

Bei auszukoffernden Bodensubstraten handelt es sich hauptsächlich um leicht lösbare Böden der Bodenklasse 3 (Sand, z.T. Tragschichten), ferner um humose Böden der Bodenklasse 1 mit geringen Bauschuttanteilen zwischen 5 und 10%. Die unterschiedlichen Böden sollten getrennt voneinander abgelegt werden. Die untersuchte Mischprobe aus Mutterboden-Substraten entsprach einem BM-F1-Material aufgrund leicht erhöhter PAK-Gehalte im Eluat. Ohne Eluat-Parameter würden die BM-0-Grenzwerte und demzufolge auch die Vorsorgewerte der BBodSchV eingehalten. Ein Wiedereinbau der humosen Substrate in die belebte Bodenzone ist möglich.

Festlegungen zur Sicherung der Baugrube mittels Verbaumaßnahmen sollten nach DIN 4124 gewählt werden. Grundsätzlich sind hier 3 Varianten realisierbar:

1. Holzbohlenverbau (z.B. Berliner Verbau)
2. Spundwand
3. Böschung 45° (sandige Böden)

Im Bereich Haus 1 ist eine Baugrubensicherung nicht zwingenderforderlich, da diese erst ab einer Tiefe von 1,25 m u. GOK verpflichtend ist. Falls dennoch Sicherungsmaßnahmen getroffen werden sollen ist hier eine Regelböschung ausreichend. Auch der westliche Bereich im „Hang“ sollte mit einer Böschung gesichert werden. Im Baubereich für Haus 2 und Haus 3 sollte die Baugrubensicherung mittels eines Holzbohlenverbaus gesichert werden, zumindest im Bereich der tiefreichenden Bodenaustauschmaßnahmen. In den übrigen Bereichen ist eine Baugrubensicherung mittels Regelböschung ausreichend.

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



5.2 Regenwasserversickerung und Gebäudeabdichtung

Der Standort ist prinzipiell für die Versickerung von Niederschlagswasser geeignet, besonders die Rinnenstruktur im Osten bietet sich dafür an. In diesem Bereich steht das Grundwasser bei 41,3 m ü. NHN bzw. bei ca. 4,5 m u. GOK im Norden und bei ca. 6,1 m u. GOK im Süden an. Da das Untersuchungsgebiet nicht innerhalb einer Wasserschutzzone liegt, ist der MHGW für die Festlegung der maximalen Gründungstiefe einer Versickerungsanlage heran zu ziehen. Zu diesem ist ein Abstand von 1,0 m einzuhalten. Daraus ergibt sich eine maximale Gründungstiefe von 42,6 m ü. NHN. Bei Geländehöhen von 45,8 (Nord) und 47,4 m ü. NHN (Süd) kann der erforderliche Abstand problemlos gewahrt werden.

Eine weitere wichtige Größe zur Dimensionierung von Versickerungsanlagen ist die Durchlässigkeit des Bodens. Dazu wurden an zwei Proben Kornverteilungsanalysen zur Bestimmung eines mathematischen k_f -Wertes durchgeführt. Aus dem nördlichen Bereich wurde die Probe RKS 08-4 und aus dem südlichen die Probe RKS 01-3 untersucht. Die Probe RKS 08-4 beschreibt eine grobschluffige Zwischenschicht und stellt die ungünstigste Sandschicht in diesem Bereich dar. Diese Schicht liegt in einer Tiefenlage zwischen 1,5 und 1,8 m u. GOK und wurde ausgewählt, da herkömmliche Rigolen meist nur bis ca. 1,0 m u. GOK reichen. Die Schicht ist mit einem k_f -Wert von $3,4 \cdot 10^{-5}$ m/s als wasserdurchlässig zu klassifizieren. Die darüber und darunter anstehenden Sande sind mit einem k_f -Wert von $\geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s als gut wasserdurchlässig einzustufen. Daher sollte eine Versickerungsanlage in diesem Bereich mit mindestens 50 cm Abstand zur grobschluffigen Feinsand-Schicht ausgeführt oder tiefer als 1,8 m u. GOK gründen, um in die gut durchlässigen Sande entwässern zu können. Im Bereich des Aufschlusses RKS 01 wurden die Mittelsande unterhalb der Auffüllung untersucht. Diese sind mit einem k_f -Wert von $4,7 \cdot 10^{-4}$ m/s ebenfalls als gut wasserdurchlässig einzustufen und eignen sich für die Verbringung von Niederschlagswasser. Prinzipiell ist auch im Bereich der Hochfläche eine Versickerung möglich, die über dem Geschiebe anstehende Sande sind in Körnung und Mächtigkeit dafür geeignet. In diesem Bereich ist eine maximale Gründungstiefe von 43,1 m ü. NHN zu berücksichtigen.

Allgemein müssen Versickerungsanlagen einen Mindestabstand von 2,0 m zu Grundstücksgrenzen und zu unterkellerten Gebäuden den 1,5-fachen Abstand zwischen Sohle Baugrube und GOK bzw. Oberkante Versickerungsanlage einhalten. Weiterhin müssen an der Sohle der Versickerungsanlage die Vorsorgewerte nach BBodSchV eingehalten werden. Dazu ist eine Sohlbeprobung unterhalb der geplanten Versickerungsanlage notwendig.

Baugrunduntersuchung

BV: Wohnquartier, An den Rehwiese 28 a-c
in 15526 Bad Saarow



Niederschlagswasser von Verkehrsflächen darf nicht direkt in eine Rigole eingeleitet werden und bedarf einer Vorreinigung. Diese kann durch eine ca. 30 cm Mutterbodenpassage einer Sickermulde oder durch einen geeigneten Reinigungsschacht gewährleistet werden. Weiterhin ist zwischen Rigolen und Bäumen ein Abstand des halben maximalen Kronendurchmessers einzuhalten (min 2,5 m). Durch eine Dachbegrünung kann das zu versickernde Wasser weiter reduziert werden. Herkömmliche Rigolenelemente (z.B. Firma Graf oder fränkische Rohrwerke) bestehen aus Rigolen-Elementen mit einer Seitenlänge von 0,8 m und einer Höhe von 0,7 m. Bei einer Gründungstiefe von 1,0 m u. GOK ist die Mindestüberdeckung gewährleistet und die Rigolen entsprechen der Belastungsklasse „begehrbar/PKW“.

Bei Bodenplatten ist eine Abdichtung nach DIN 18533 gemäß Lastfall W1.1-E für Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser ausreichend. Die Tragschicht unterhalb der Bodenplatte sollte kapillarbrechend ausgeführt werden. Bei einer Unterkellerung mit einer Gründungstiefe > 3 m ist der Lastfall W2.1-E für potenziell drückendes Wasser maßgebend. Streifenfundamente sind mittels einer horizontalen Kapillarsperre gegen aufsteigendes Wasser abzudichten.

Sven-Matti Pudwel, Ronald Grube