Dr. Stefan Weigand Dipl.-Geol.
97072 Würzburg Kleiststraße 2a
0931 / 88 13 47 0171 26 86 0 20
e-Mail: drstefan.weigand@arcor.de

Geotechnisches Büro
Dr. Stefan Weigand
Erkundung • Beurteilung • Beratung

Vogt Wohn- und Gewerbebau GmbH
In den Lachen 7
74235 Erlenbach

08.06.2019
19034_01

Neubau eines Mehrfamilienwohnhauses in 74235 Erlenbach, Weißenhofstraße Fl.Nr.: 3606

GEOTECHNISCHER BERICHT

1. Allgemeines

Die Vogt Wohn- und Gewerbebau GmbH plant in Erlenbach südlich der Weißenhofstraße, auf dem Grundstück Flurstück-Nr.: 3606 den Neubau eines mehrgeschossigen Mehrfamilienwohnhauses. Das durch ein teils überstehendes Untergeschoss (Keller und Tiefgarage) unterkellerte, gegliederte L-formige Bauwerk hat eine Keller-Grundfläche von rund 30-34 • 15-20 m.
Nach den Planunterlagen wird OK Fußboden EG auf 167,80 mNN eingestellt. Das entspricht etwa einer Höhe von 1,5 m über dem Gelände im Umgriff der Kleinbohrung KB 1. Die Fußbodenoberfläche der Unterkellerung bindet dort mit Kote -2,72 rund 1,2 m in den Untergrund ein. UK Bodenplatte des Untergeschosses bindet demnach etwa 1,5 – 2,0 m in den Untergrund ein.

Das Geotechnische Büro Dr. Stefan Weigand wurde durch die Vogt Wohn- und Gewerbebau GmbH beauftragt Untergrunderkundungen durchzuführen und Aussagen über Baugrund und Gründung zu treffen.

2. Untersuchungen

Am 03.06.2019 wurden vom Geotechnischen Büro Dr. Stefan Weigand zur Untergrunderkundung 2 Kleinbohrungen und 3 Rammsondierungen niedergebracht.

Anlage 1 gibt die Lage der Ansatzpunkte der Aufschlüsse wieder. Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Als Höhenbezug diente, da die weiteren Grenzsteine nicht erkennbar waren, OK des südöstlichen Grenzsteins. Dieser hat etwa eine Höhe von 166,0 mNN. Seine Höhe wurde mit 100,00 mIN angenommen.

Die Kleinbohrungen KB 1 und KB 2 wurden mit der Rammkernsonde DN 70 bzw. DN 60 mm ausgeführt. Die Rammkernsondierungen konnten bis zum Aufsitzen (vermutlich in Folge hoher Mantelreibung und von im Verwitterungslehm vorhandener Kalkmergelsteinlagen) bis in 3,2 m und 4,4 m Tiefe geführt werden.
Die Kleinbohrungen sind in Anlage 2 als Schichtenprofile dargestellt.

Die Rammsondierungen RS 1 bis RS 3 wurden mit der mittelschweren Rammsonde DPM 15 (30 kg Fallgewicht, Spitzenquerschnitt 15 cm^2) ausgeführt. Die Rammsondierungen wurden im Verwitterungslehm in Tiefen von 5,0 m, 6,0 m bzw. 7,0 m eingestellt. Die Rammsondierungen sind in Anlage 3 als Rammdiagramme wiedergegeben.

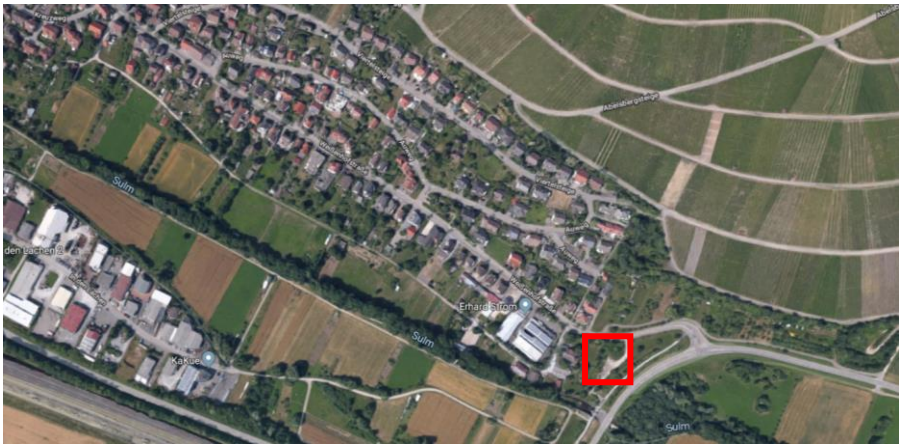
Aus der ermittelten Schichtenfolge wurde ein Geländeschnitt erzeugt (Anlage 4).

Zur Ermittlung der Standfestigkeit des Systems wassergefüllter Hochwasserdamm und ausgeschachtete Baugrube wurde die sich ergebende Böschungssymmetrie unter Berücksichtigung der ermittelten Schichtenfolge in ein Programm zur Ermittlung der Standsicherheit von Böschungen (WINBÖSCH von der Firma IDAT, Darmstadt) eingegeben und die Standsicherheit berechnet.

3. Ergebnis der Untergrunderkundung

Lage, Morphologie

Das Baufeld liegt zwischen der Weißenhofstraße und der südlich fließenden Sulm. Nach Südosten schließt ein Feldweg an, an den der Hochwasserschutzdamm grenzt, auf dem ein Fußweg und die Umgehungsstraße verläuft.



Luftbilder zur Lage des Baufeldes mit Baufeldeinzeichnung

Dieser Damm bildet einen Hochwasserschutzdamm, durch den der Sulmwasserspiegel abstromig bis zu hundertjährigen Hochwässern auf eine Maximalhöhe von 165,1 mNN gehalten wird. Nur bei Extremhochwässern ist ein Anstieg bis auf 165,9 mNN zu erwarten. Jenseits des Damms sind durch das Überlaufbauwerk Einstauhöhen bis zu 169,0 mNN zu erwarten, so dass die Umgehungsstraße im Brückenbereich überflutet wird und dann nur der schmale Fußweg-Damm (Höhe rund 170,5 mNN) als Hochwasserschutzdamm wirkt.

Das Baufeld wird zur Weißenhofstraße durch einen Straßendamm begrenzt. Die an der Grundstücksostgrenze gelegene Zufahrt zum Weg vor dem Hochwasserschutzdamm verläuft auf einem weitern Damm. Außerhalb der Dammbereiche steigt das Baugrundstück nur gemächlich in nördlicher bis nordöstlicher Richtung an und hat eine Höhe zwischen rund 166,0 – 167,5 mNN.

Das relativ ebene Gelände wurde und wird durch die Gemeinde Erlenbach als Stein-Lagerplatz genutzt. Der ehemals vorhandene Mutterboden wurde daher auf dem Großteil der Fläche durch eine Schottertragschicht ersetzt.

3.2 Schichtenverlauf

Der Schichtenverlauf ist in Anlage 4 als Schichtenbilder dargestellt.

Auf dem Baufeld steht zuoberst nur in Randbereichen noch der natürliche **Mutterboden** an. Auf dem Großteil der Fläche bildet **Auffüllung** die Geländeoberfläche. Sie wurde als 0,3 – 0,4 m dicke Schottertragschicht und teils vorhandene weitere Auffüllung erschlossen. Die Auffüllungsbasis wurde in Tiefen zwischen 0,4 – 0,7 m festgestellt. In den Dammbereichen dürfte die Mächtigkeit bis auf um 0,5 m unter ehemaligem Gelände ansteigen.

Auelehm unterlagert die Auffüllung bzw. den Mutterboden. Der Auelehm reicht bis in Tiefen um 1,8 – 3,0 Meter.

Stärker kiesige Sedimente der Sulm unterlagern den Auelehm. Diese „**Sulmschotter**“ wurden bis in Tiefen zwischen 2,5 – 3,3 m erbohrt.

Verwitterungslehm unterlagert die Talfüllung. Er geht in Tiefen um 6 – 7 m langsam in feste Keupergesteine über.

Nach der geologischen Karte ist im Baufeldumgriff, nördlich der Weißenhofstraße der Ausbiss des *Grenzdolomits* (oberste Schicht des Unteren **Keuper**s) zu erwarten. Das westlich gelegene Nachbarhaus gründet nach Aussage des Besitzers jedoch auf Sandsteinlagen. Nach dieser Aussage und der Olivefärbung des Verwitterungslehms ist bereits der *Anaplophora-Komplex* im Untergrund zu erwarten.

3.3 Beschreibung der Böden

Der **Mutterboden** wurde nicht erschlossen. Nach oberflächlichem Befund besteht er als Schluff mit humosen bzw. organischen Anteilen und anteilig wechselnden Beimengungen von Feinsand und Ton.

Die **Schottertragschicht** besteht aus Kies (Kalksteinschotter), dem Sand und etwas Schluff und Ton beigemischt sind. Aufgrund einsetzender Bodenbildung sind ihm in geringem Umfang organisch-humose Anteile beigemengt.
In den Rammsondierungen (DPM 15) wurden für 10 cm Eindringung der Sondenspitze Schlagzahlen zwischen n_{10} = 5 – 25 erzielt. Dies entspricht einer (zumeist) lockeren Lagerung.

Die weitere **Auffüllung** besteht aus Schluff mit anteilig wechselnden Beimengungen von Feinsand, Ton und Kies. An Grobkorn wurden neben Natursteinresten auch Ziegelreste erschlossen.
In den Rammsondierungen (DPM 15) wurden für 10 cm Eindringung der Sondenspitze Schlagzahlen zwischen n_{10} = 4 – 9 erzielt. Dies entspricht einer lockeren Lagerung des leichtplastischen Bodens von (in Folge Austrocknung) halbfester bis fester Konsistenz.

Der **Auelehm** wurde als Schluff mit Beimengungen von Feinsand und Ton und sehr geringen Kiesanteilen angetroffen.
In den Rammsondierungen (DPM 15) wurden für 10 cm Eindringung der Sondenspitze Schlagzahlen zwischen n_{10} = 3 – 10 erzielt. Dies entspricht einer lockeren Lagerung des leichtplastischen Bodens, der steife bis halbfeste Konsistenz besaß.

Der **Sulmschotter** wurde als anteilig wechselndes Schluff-Kies-Gemenge mit Beimengungen von Feinsand und Ton erbohrt.
In den Rammsondierungen (DPM 15) wurden für 10 cm Eindringung der Sondenspitze Schlagzahlen zwischen n_{10} = 5 – 10 erzielt. Dies entspricht bei der angetroffenen steifen bis knapp weichen Konsistenz einer lockeren Lagerung.

Der **Verwitterungslehm** besteht aus einem Schluff-Ton-Kies-Gemisch dem Feinsand beigemengt ist. Einzelne Steine sind vor allem an der Schichtbasis (Übergang zum Keuper) zu erwarten.
In den Rammsondierungen (DPM 15) wurden für 10 cm Eindringung der Sondenspitze Schlagzahlen zwischen n_{10} = 6 – 50 (meist zwischen n_{10} = 10 – 20) erzielt. Dies entspricht einer mitteldichten Lagerung des leicht- bis mittelplastischen Bodens von halbfester Konsistenz.

Der **Keuper** (vermutlich *Anaplophora-Komplex*) besteht nach der allgemeinen Geologie aus „bunten Lettenmergeln“ (oliven bis roten oder grauen Tonmergelsteinen), die teifgründig zu Lehm verwittern und zwischengeschalteten Sandsteinlagen, die linsenartig auskeilen oder zu massigen Schichten anwachsen. Die Sandsteinlagen sind oberflächennah meist stark angewittert und nur geringhart bis mittelhart.

Die angetroffenen Bodenschichten bestehen nach DIN 4022 aus folgenden Hauptbodenarten und sind nach DIN 18300 bzw. DIN 18196 wie folgt zu klassifizieren.

Bodenschicht	Hauptbodenarten nach DIN 4022	Bodenklassen nach DIN 18300(alt)	18196
Mutterboden	Schluff	1	OU
Schottertragschicht	Kies	3, (4)	GU, GW, GU_
Auffüllung (sonstige)	Schluff	4	UL, TL, GU_
Auelehm	Schluff	4	UL, TL
Sulmschotter	Schluff, Kies	4	GU_, TL
Verwitterungslehm	Ton, Kies, Schluff	4, 6	TM, TA, GT_
Keuper	Tonmergelstein, Sandstein, Kalkmergelstein	6, (7)	--

Für diese Böden können erfahrungsgemäß folgende mittlere bodenmechanische Parameter (Feuchtwichte: γ; innerer Reibungswinkel: φ; Kohäsion: c'; Steifemodul: E_s und Durchlässigkeitsbeiwert k_f) als Rechenwerte angenommen werden:

Bodenschicht	γ kN/m³	φ Grad	c´ kN/m²	E_s MN/m²	K_f m/s
Mutterboden	17 - 20	27,5	5 – 10	5 - 10	$1 \cdot 10^{-5}$
Schottertragschicht	19 - 21	30 - 32	1 - 3	40 - 60	$5 \cdot 10^{-6}$
Auffüllung (sonstige)	18 - 20	27,5	2 - 7	10 - 20	$1 \cdot 10^{-6}$
Auelehm	17 - 20	27,5	5 – 15	10 - 15	$5 \cdot 10^{-7}$
Sulmschotter	19 - 22	25	3 – 10	15 - 30	$1 \cdot 10^{-6}$
Verwitterungslehm	19 – 21	25 - 27,5	10 – 20	20 – 40	$1 \cdot 10^{-8}$
Keuper (oberflächennah)	22 - 24	35 - 45	20 - 40	40 - >100	$1 \cdot 10^{-7*}$

* Kluftwasserleiter Durchlässigkeit stark schwankend

3.4 Grundwasserverhältnisse

Grundwasser wurde in den Aufschlüssen nur in RS 1 erreicht und dort in 6,2 m Tiefe festgestellt. Bei diesem Grundwasser handelt es sich um permanentes Grundwasser des Verwitterungslehm-Keuper Übergangsbereiches.

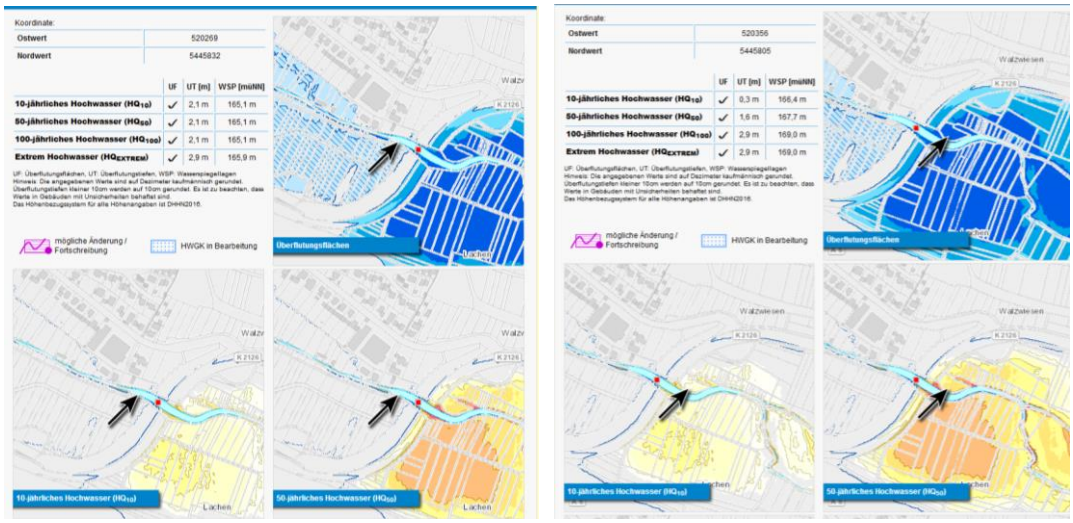
In den Talsedimenten wurde kein Grundwasser erschlossen. Dies legt nahe, dass es sich bei den erschlossenen Sulmschottern um Terrassensedimente des Sulmtales handelt, die nicht oder nur bei Hochwasserereignissen mit dem Talauengrundwasser der Sulm in Verbindung stehen. Eine zumindest zeitweise Wasserführung in den Sulmschottern wird jedoch durch deren nur steife bis weiche Konsistenz belegt.

Obgleich das Baufeld in der randlichen Talaue des Sulmtals liegt, ist durch den angrenzenden Hochwasserdamm keine Überschwemmung des Baugeländes zu erwarten.

Der Hochwasserschutzdamm hält den Sulmwasserspiegel abstromig bis zu hundertjährigen Hochwässern auf eine Maximalhöhe von 165,1 mNN. Nur bei Extremhochwässern ist ein Anstieg bis auf 165,9 mNN zu erwarten.

Oberstromig des Damms sind Hochwässer bis zu 169,0 mNN zu erwarten, so dass die Umgehungsstraße im Brückenbereich überflutet wird und dann nur der schmale Fußweg-Damm (Höhe rund 170,0 mNN) als Hochwasserschutzdamm wirkt.

Ein Auszug der Angaben der Hochwasserrisikokarten-Datenbank Baden-Würtemberg ist nachfolgend für den oberstomigen und unterstromigen Dammbereich wiedergegeben.



Auszug aus der Hochwasserrisikodatenbank Baden-Württemberg

Auch wenn eine direkte Überschwemmung des Baufeldes nicht in Betracht gezogen werden muss, gilt jedoch zu beachten, dass im Untergrund Böden mit wechselnder, teils nur sehr geringer Wasserdurchlässigkeit anstehen. Auf den gering durchlässigen Bodenschichten wird sich zusickerndes Niederschlagswasser stauen und zeitweise Stau- oder Schichtenwasser bilden (temporär auftretendes, schichtgebundenes Grundwasser). Zudem wird es in Baugrubenverfüllungen zur Bildung von Stauwasser kommen.

3.5 Erdstatische Berechnungen

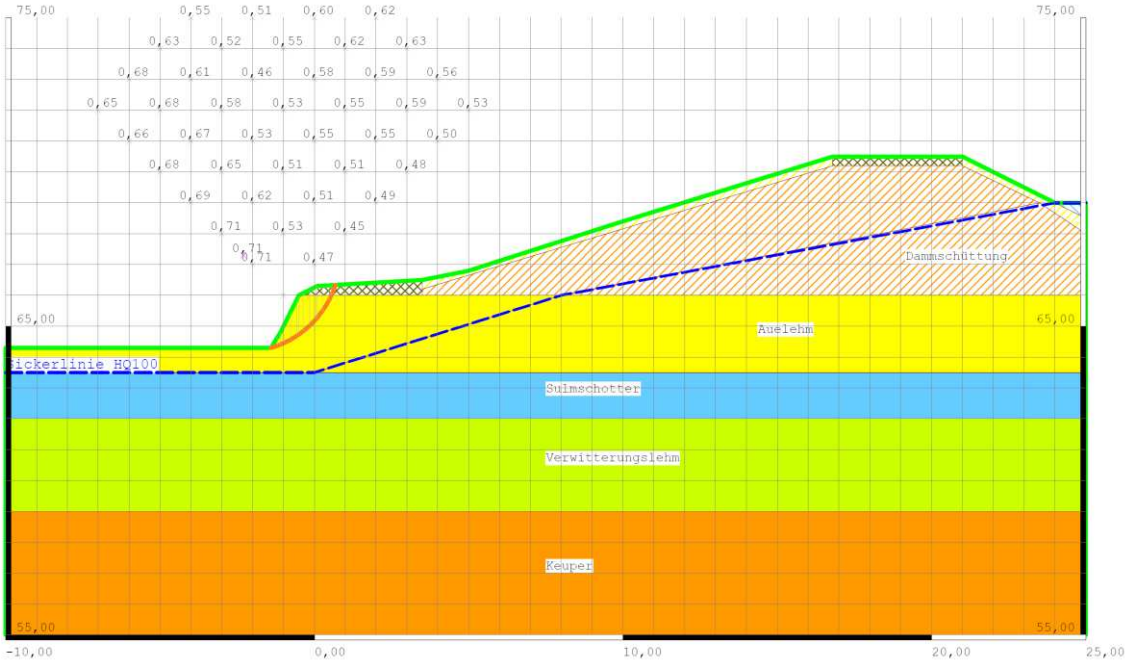
Für die erdstatischen Berechnungen wurden für die anstehenden Böden folgende, auf Erfahrungswerte beruhende bodenmechanische Parameter (Feuchtwichte: γ; Wichte unter Auftrieb: γ'; innerer Reibungswinkel: φ; Kohäsion: c') als Rechenwerte angesetzt:

Bodenschicht	Schicht-Nr:	γ kN/m³	γ' kN/m³	φ Grad	c´ kN/m²
Mutterboden	1, 3, 4	17,5	7,5	27,5	10
Wegschotter	2, 7	21	11	30	0,5
Dammschüttung					
steif	5	19	9	27,5	5
weich	6	19	9	22	3
Auelehm					
steif	8	18,5	8,5	27,5	7
weich	9	18,5	8,5	22	3
Sulmschotter (weich)	10	20	10	22	3
Verwitterungslehm	11	21	11	25	10
Keuper	12	23	13	40	30

Für den Druck aus dem Wassereinstau wurde eine Wichte von 10 kN/m^3 angesetzt.

Bei den Berechnungen wurden relativ hohe Wichten und geringe Kohäsionswerte und Reibungswinkel für die Böden angesetzt. Um die Verhältnisse bei einem Langzeiteinstau auf das Niveau von 169,0 mNN ($HQ_{\geq 100}$) durch die Berechnungen wiederzugeben, wurde eine Sickerlinie angenommen, die auf der Wasserseite des Damms bei 169,0 mNN startend den Damm sehr flach durchdringt und nur wenig neben der Baugrube den Sulmschotter erreicht. Für die unter der Sickerlinie gelegenen Böden wurde eine einem weichen Boden entsprechende Kohäsion von 3 kN/m^2 bei einem Reibungswinkel von nur 20° angenommen. Für die Böden über der Sickerlinie wurde eine lediglich steife bis knapp steife Kohäsion der bindigen Böden angesetzt.

Durch diese Werte werden die Bodenverhältnisse bei Durchsickerung des Damms in Folge mehrwöchigen Einstaus nach langandauernden Regen dargestellt. Die Berechnung gibt somit denkbar ungünstige Verhältnisse wieder.



Anlage 5.1: Einstau HQ_{100} weiche Böden unter Sickerlinie
Ausnutzungsgrad: 0,71
Standsicherheit: 1,41

Durch das Berechnungsprogramm wurde für den über lange Zeit auf ein Niveau von HQ_{100} eingestauten Damm (vgl. Anlage 5.1) ein Ausnutzungsgrad des Systems von 0,71 bzw. eine Standsicherheit von 1,41 errechnet.

Der ungünstigste Gleitkreis liegt hierbei nahe der Böschungskante im Schotterweg. Für den durch den Dammfußbereich und die Baugrubenböschungskante laufenden Gleitkreis, der als Ausgang für die Berechnungen gewählt wurde, ergab sich ein Ausnutzungsgrad von 0,53 (Sicherheit 1,88). Dies zeigt, dass der Damm weit genug von der Abgrabung entfernt ist, so dass ein durch die Abgrabung bedingtes Versagen des Damms ausgeschlossen werden kann.

4. Schlussfolgerungen - Empfehlungen

4.1 Allgemeines zu Baugrund und Gründung

Frostempfindlichkeit der anstehenden Böden

Die anstehenden Böden sind frostempfindlich. Gründungskörper sind deshalb in frostfreie Tiefe abzusetzen. Als maximale Frosteindringtiefe ist 1,0 m anzunehmen. Bodenplatten, die nicht in frostfreier Tiefe liegen, sind mit Frostschürzen zu umgeben, die bis in diese Tiefe unter Gelände reichen. Alternativ kann eine Perimeterdämmung entsprechend weit nach außen gezogen werden.
Eine Wasser- bzw. Eisfreihaltung mittels Dränage kann aufgrund fehlender Anschlussmöglichkeit an eine gesicherte Vorflut (geringe Durchlässigkeit der Böden) nicht verwirklicht werden.

Höheneinstellung des Bauwerks

OK Fußboden EG wird planmäßig auf 167,80 mNN eingestellt. UK Bodenplatte UG bindet demnach 1,5 – 2,0 m in den Untergrund ein.

Tragfähigkeit der Böden

Die Tragfähigkeit **noch zu schüttender Auffüllungen** ist vom verwendeten Material, dem Erreichten Verdichtungsgrad und den Setzungseigenschaften der unterlagernden Böden abhängig. Auf den Aufbau von Schottertragschichten wird in einem eigenen Abschnitt eingegangen.

Der **Auelehm** ist nur locker gelagert. Er ist gering tragfähig und stark zusammendrückbar. Ohne Maßnahmen zur Erhöhung seiner Tragfähigkeit und Verringerung der zu erwartenden Setzungen sollte er für das geplante Bauwerk nicht als Baugrund herangezogen werden.

Wird unter Fundamenten, die im Auelehm einbinden, zur Nachverdichtung des Untergrundes, eine mind. 0,2 m dicke Schotterschicht in Fundamentbreite eingebaut, kann auf intensiv nachverdichteter Schotterschicht je nach Breite und Einbindetiefe der Fundamente eine zulässigen Bodenpressungen zwischen σ_{zul} = 180 - 250 kN/m^2 abgesetzt werden. Hierbei sind (nach überschlägiger Setzungsberechnung) Setzungen um 3 cm zu erwarten.

Die Sulmschotter sind wegen ihrer geringen Schichtmächtigkeit und dem Auelehm ähnlicher Voraussetzungen als Gründungshorizont irrelevant.

Der **Verwitterungslehm** ist mäßig bis ausreichend gut tragfähig aber noch deutlich kompressibel. Er kann auf nachverdichteter Aushubsohle je nach Breite und Einbindetiefe der Fundamente mit zulässigen Bodenpressungen zwischen σ_{zul} = 250 - 360 kN/m^2 belastet werden. Hierbei sind (nach überschlägiger Setzungsberechnung) Setzungen um 1 - 2 cm zu erwarten. Er ist aber nur über flache Tiefgründungen zu erreichen.

Der oberflächennahe **Keuper** ist gut tragfähig und wenig kompressibel. Er kann oberflächennah je nach Breite und Einbindetiefe der Fundamente mit zulässigen Bodenpressungen zwischen σ_{zul} = 400 - 800 kN/m^2 belastet werden. Hierbei sind (nach überschlägiger Setzungsberechnung) Setzungen um 1 cm zu erwarten. Er kann jedoch nur über Tiefgründungen erreicht werden.

Aufbau von Schottertragschichten

Kiesschüttungen sind aus gebrochenem Felsgestein z.B. der Körnung 0/32 oder 0/56 mm (Klasse nach DIN 18196: GW oder GU) zu erstellen. Sie sind auf mindestens 100 % D_{Pr} zu verdichten.

Lastverteilungspolster sind so breit anzulegen, dass sich Lasten in ihnen mit 45° ausbreiten können. Als Dränage genutzte Schotter sind durch ein Vlies vor Feinkorneintrag zu schützen.

Alternativ zu Kalksteinschotter könnte aus bautechnischer Sicht auch reines Beton-Recycling verwendet werden. Bei der Verwendung von Recycling-Material ist jedoch ein Abstand der Schüttkörpersohle von > 2 m zum höchsten zu erwartenden Grundwasserspiegel einzuhalten. Da der Sulmschotter zeitweise wasserführend sein wird und das Gelände nur wenig über dem Hochwasserspiegel H_{Q100} liegt, ist der erforderliche Abstand nicht gegeben.

Die ausreichende Verdichtung und Tragfähigkeit der Schüttungen ist durch eine ausreichende Anzahl von Kontrollversuchen nachzuweisen.

Wird in der Baugrubensohle aufgeweichter Lehmböden angetroffen, ist ein 0,2 m tiefer reichender Mehrabtrag vorzunehmen. Die Aushubsohle ist dann mit einer ca. 0,3 m dicken Lage aus Grobkies, Schroppen oder Felsenklein (Körnung z.B. 0-120 mm) zu belegen, die in den Untergrund einzustampfen ist.

4.2 Gründungsempfehlung

Angaben zur Statik, aus denen eine Lastabschätzung für die Ermittlung des erforderlichen Bodenverbesserungs-Aufbaus abgeleitet werden können, liegen dem Gutachter nicht vor.

4.2.1 Gründung über Einzel- und Streifenfundamente

Bei einer Gründung des Bauwerks über Einzel- und Streifenfundamente binden in lediglich frostfreier bzw. konstruktiv erforderlicher Tiefe abgesetzte Fundamente in den locker gelagerten Auelehm ein.
Zur Vereinheitlichung der Setzungsbedingungen und Nachverdichtung des Lehmbodens wird es erforderlich, diesen mit einer mindestens 0,2 m dicken Kiesschicht zu belegen, die intensiv zu verdichten ist.
Werden Kiesschüttungen in Fundamentbreite aufgebaut, so können diese mit Streifenfundamenten mit zulässigen Lasten von $\sigma_{zul} \leq 180$ kN/m^2 und durch Einzelfundamenten mit zulässigen Lasten von $\sigma_{zul} \leq 210$ kN/m^2 belastet werden. Dies entspricht einer Pressung mit einer designten Last von $\boldsymbol{\sigma_{Rd} = 250}$ **kN/m^2** nach der neuen DIN.

Um Fundamente stärker belasten zu können (bzw. die Setzungen zu reduzieren), ist unter den Fundamenten ein Lastverteilungspolster anzuordnen. Dieses ist aus Kies z.B. der Körnung 0/32 oder 0/56 mm (Klasse nach DIN 18196: GW oder GU) in mindestens 0,6 m Dicke zu errichten und auf > 100 % D_{Pr} zu verdichten. Es ist so breit anzulegen, dass sich in ihm die Lasten mit 45° ausbreiten können und deren Sohle nicht mit 180 kN gepresst wird.

Sollen die Setzungen auf deutlich < 2 cm beschränkt werden, sollten die zulässigen Lasten bei Streifenfundamenten auf $\sigma_{zul} \leq 250$ kN/m^2 und bei Einzelfundamenten auf $\sigma_{zul} \leq 300$ kN/m^2 beschränkt werden (entspricht $\boldsymbol{\sigma_{Rd} = 350}$ **kN/m^2**).

Sollen z.B. müssen unter Einzelstützen höhere Lasten abgetragen werden, müssen deutlich dickere Lastverteilungspolster erstellt werden.

4.2.3 Plattengründung

Wird eine Plattengründung des Bauwerks erwogen, ist zur Vereinheitlichung der Setzungsbedingungen und Nachverdichtung des Untergrundes unter der Keller-Bodenplatte ein mind. 0,5 m dickes Schotterpolster anzuordnen. Die Schottertragschichten sind mindestens auf 100 % D_{Pr} zu verdichten.

Die Kiesschüttung ist aus gebrochenem Felsgestein z.B. der Körnung 0/32 oder 0/56 mm (Klasse nach DIN 18196: GW oder GU) zu erstellen.

Wird in der Baugrubensohle aufgeweichter Lehmboden angetroffen, ist ein 0,2 m tiefer reichender Mehrabtrag vorzunehmen. Die Aushubsohle ist dann mit einer ca. 0,3 m dicken Lage aus Grobkies, Schroppen oder Felsenklein (Körnung z.B. 0-120 mm) zu belegen, die in den Untergrund einzustampfen ist.

Soll über der Grobschlag-Schicht zur Verdichtung des Untergrundes (weitestgehend) feinkornfreies Material eingebaut werden, ist sie mit einer 5 cm dicken Schotterschicht der Körnung 0-32 mm zu belegen, die intensiv zu verdichten und mittels Vlies abzudecken ist.

Auf OK Schottertragschichtfläche ist in dynamischen Lastplattendruckversuchen ein E_{Vdyn}-Wert > 40 MN/m^2 bzw. im statischen Versuch ein E_{V2}-Wert von >80 MN/m^2 bei einem Verhältniswert E_{V2}/E_{V1} <2,3 nachzuweisen.

Bei derartigem Vorgehen kann der Bemessung der **Sohlplatte** als elastische gebettete Platte ein Bettungsmodul von **k_s = 15 - 20 MN/m^3** mit maximalen Kantenpressungen von σ_{zul} = 230 kN/m^2 (bei KG-Bodenplatten) zu Grunde gelegt werden (entspricht einem charakteristischem Wert von σ_{Rd} = 350 kN/m^2 nach der neuen DIN). Bei einer solchen Gründung sind Bauwerkssetzungen von um 2 cm zu erwarten.

Unter einer nichttragenden Bodenplatte sollte eine mind. 0,3 m dicke Schotterschicht zur Nachverdichtung und Dränage des Untergrundes angeordnet werden.

Das Bauwerk ist zur Vermeidung von Setzungsunterschieden einheitlich zu gründen. Sollen hohe Lasten abgesetzt werden, die durch eine Flachgründung nur unter erheblichen Aufwand abgesetzt werden können, wird eine Tiefgründung über Pfähle auf dem Keuper oder eine Untergrundverbesserung mit Schottersäulen erforderlich. Hierzu wäre der Gutachter nochmals zu Rate zu ziehen.

4.3 Baugrubensicherung / Leitungsgrabensicherung

Die Baugrubensicherung bzw. Leitungsgrabensicherung kann bei ausreichendem Platzangebot durch Abböschen gemäß DIN 4124 erfolgen. Auffüllungen dürfen jedoch nur mit maximal 45° geböscht werden. Im anstehenden natürlichen Lehmboden sind bei mindestens steifer Konsistenz Böschungsneigungen von bis zu 60° zulässig. In weichen Lehmböden können jedoch nur deutlich flachere Böschungen von um 25°-30° ausgebildet werden.
An der Böschungskante ist ein mind. 1 m breiter Streifen lastfrei zu halten. Bei Böschungshöhen > 3,5 m ist zudem eine mind. 1 m breite Berme erforderlich.

Der anstehende Boden besitzt (bei der angetroffenen Konsistenz) eine ausreichende kurzfristige Standfestigkeit, damit bis etwa 3 m tiefe, bis zu ca. 5 m lange Gruben, die nicht begangen werden müssen, lotrecht ausgeschachtet werden können und Leitungsgrabensicherungen frei eingehoben werden können. Die Standfestigkeit der anstehenden Böden ist wegen der wechselnden Bodenfeuchte mittels Probeschlitz zu erkunden.

Wie das Ergebnis der erdstatischen Berechnungen zeigt, liegt der ungünstigste Gleitkreis nahe der Böschungskante im Feldweg. Für einen bis zum Dammfuß reichenden Gleitkreis ist eine so hohe Sicherheit anzusetzen, dass (auch bei einem Langzeiteinstau auf ein Niveau von 169,0 mNN) ein Dammversagen in Folge der Baugruben-Abgrabung ausgeschlossen werden kann.

4.4 Wasserhaltung

Die Baugrubensohle endet wenig über dem zeitweise wasserführenden Sulmschotter. Grundwasser wird bei der Baumaßnahme nicht erschlossen.
Aufgrund der geringen Durchlässigkeit der anstehenden Böden wird sich Niederschlagswasser in der Baugrube sammeln. Zudem kann es bei extremen Hochwässern zu einer Schichtenwasserzusickerung in die Baugrube kommen.

Es wird empfohlen einen bis ca. 0,5 m unter umgebendes Aushubsniveau reichenden Pumpensumpf anzulegen. Schmutzwasserpumpen sind vorzuhalten.

4.5 Verwertung des Aushubs

Mutterbodenaushub kann nur unter Freiflächen wieder verwendet werden, bei denen nachträgliche Setzungen in Kauf genommen werden können.

Der Schotteraushub ist weitgehend witterungsunabhängig wieder einbaubar und sollte auf dem Baufeld für Bodenverbesserungen verwendet werden. Der anfallende Lehmboden-Aushub ist stark feuchteempfindlich und nur nahe des zur Verdichtung optimalen Feuchtegehaltes ausreichend verdichtbar (Grenzbereich steifer zu halbfester Konsistenz). Zu feuchter oder zu trockener Lehmboden ist nicht verdichtungswillig.

Der zum Zeitpunkt der Bodenuntersuchungen angetroffene Feuchtegehalt lag im Lehmboden bis um 2 m Tiefe etwa im Bereich des Verdichtungsoptimums.

Insbesondere nach längeren Niederschlagsperioden ist jedoch zu feuchter Aushub zu erwarten. Um zu feuchten Lehmboden gut verdichtet einbauen zu können, würden Maßnahmen zur Verbesserung seiner Verdichtungsfähigkeit erforderlich.

Dies kann durch Einbau in Sandwich-Bauweise (ca. 0,2 m dicke Lehmlagen im Wechsel mit ca. 0,3 m dicken Kiesschüttungen) oder durch Kalken des zu feuchten Lehms erfolgen.

Die erforderliche Zugabemenge von Bindemittel ist durch Eignungsprüfungen zu bestimmen und an den vorliegenden Feuchtegehalt anzupassen. Für eine Schütthöhe von 20 cm sind als Faustformel folgende Zugabemengen von Feinkalk erforderlich (Zwischenwerte können interpoliert werden):

- bei 1 % zu hohem Wassergehalt: Kalkzugabe von 1 kg/m^2;
- bei 3 % zu hohem Wassergehalt: Kalkzugabe von 5,5 kg/m^2;
- bei 5 % zu hohem Wassergehalt: Kalkzugabe von 10 kg/m^2

Wird eine qualifizierte Bodenverfestigung gewünscht (z.B. unter Bauwerken), so ist bei den angetroffenen Böden bei einer Verbesserungsschicht von 0,3 m Dicke eine Zugabe von etwa 21 – 26 kg/m^2 Zement-Kalk-Mischbinder Verhältnis z.B. 70/30 erforderlich.

Die Verwertung von nicht wieder zum Einbau vorgesehenem Aushub kann erst nach Vorliegen der Analysenergebnisse erfolgen. Die einzelnen Bodenschichten sind beim Aushub zu separieren und auf getrennten Halden zur Probennahme und Analyse zwischenzulagern.

Mutterboden ist hierzu zwingend separat zu behandeln. Mutterbodenaushub sollte wieder als solcher verwertet werden.

Die Aushubhalden der Überschussmassen sind nach PN 98 zu beproben und nach Eckpunktepapier Bayern zu untersuchen. Der Verwertungsweg ist entsprechend der Stoffgehalte festzulegen.

Der erforderliche Laborprobenaufwand richtet sich nach den Vorgaben der PN 98 und ist von der Materialmenge und deren Homogenität abhängig (siehe hierzu LfU-Merkblatt: Boden- und Bauschutthaufwerke – Beprobung, Untersuchung und Verwertung vom April 2016); bei homogenen bis 500 m^3-Haufwerken sind mind. 2 Mischproben zu analysieren, bei Inhomogenität sind bei Haufwerken von <500 m^3 die übrigen bis zu 7 weitere zu entnehmenden Mischproben zumindest auf die relevanten Parameter zu untersuchen.

Generell gilt, dass Auffüllungsaushub mindestens als Z 1.1- oder Z 1.2-Material zu verwerten ist.

Der anstehende natürliche Boden weist im Feststoff oft geogen bedingte (natürliche) um den Z 0-Grenzwert gelegene Gehalte der Schwermetalle Nickel, Chrom und Kupfer auf. Diese können die Verwertbarkeit beschränken.

4.6 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Bei der Planung von Versickerungsanlagen sind die ATV-DVWK-Regelwerke bzw. Merk- oder Arbeitsblätter ATV-DVWK-M 153: "Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser" und ATV-A 138 "Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser" zu beachten.

Niederschlagswässer von Dachflächen oder Verkehrsflächen dürfen hiernach nur über eine Retentions- und Reinigungsanlage wie z.B. eine Mutterbodenpassage (mittels mutterbodengefüllter Versickerungsmulde) zur Versickerung gebracht werden. Es sollte hierfür sandiger, organikreicher, gut durchlässiger Mutterboden verwendet werden. Die erforderliche Dicke der Mutterbodenschicht (≥0,3 m) ist von der zu erreichenden Reinigungswirkung abhängig und nach ATV-DVWK-M 153 zu ermitteln.

Da ein mehrtägiger Einstau zum Absterben des Bodenlebens und Zusetzen der Bodenporen führt, sind belebte Sickermulden so anzulegen, dass die maximale Einstauhöhe 0,3 m nicht übersteigt.

Versickerungen sind nur im mäßig bis gering durchlässigen Decklehm möglich. Für diesen kann nur ein dauerhafter Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 5 \cdot 10^{-7}$ m/s angesetzt werden.

Da Mindestabstände zu Bauwerken und Grundstücksgrenzen eingehalten werden müssen, wird eine Dachflächenwasser-Versickerung vermutlich nicht möglich sein.

4.7 Schutz des Bauwerks vor Wasser

Die Baugrubensohle endet oberhalb des Grundwassers. Sie bindet jedoch unter das Überflutungsniveau der angrenzenden Grundstücke in den Untergrund ein und es stehen gering durchlässige Bodenschichten an.

In der Baugrubenhinterfüllung ist auf dem wenig durchlässigen Auelehm ein Ansammeln bzw. Aufstauen von Sickerwasser zu erwarten. Zudem werden sich oberflächennahe Schichtenwässer in der Baugrube sammeln. Vor allem werden auch hohe oder/und langanhaltende Hochwasserereignisse zu Wasserzusickerungen in die Baugrube(-Verfüllung) führen.

Es ist daher eine zumindest zeitweise Grundwasser-Einbindung des Untergeschosses zu erwarten (Wassereinwirkungsklasse W2.1-E).

Die Vermeidung von Bauwerksschäden durch Stau- und Schichtenwasser kann nicht durch eine Dränung des Untergrundes gemäß DIN 4095 verhindert werden, da ein Anschluss an eine gesicherte Vorflut weder durch eine Dränagewasserausleitung, noch durch eine Dränagewasserversickerung verwirklicht werden kann.

Es wird für erdeinbindende Bauteile daher eine Weise Wanne empfohlen. Eine Dränage muss dann nicht ausgeführt werden.

Da zumindest bei (langandauernden) Extremhochwässern damit gerechnet werden muss, dass ein Wasserspiegelanstieg bis auf Kote 166,0 mNN stattfindet. Bis zum hundertjährigen Hochwasser ist mit Wasserspiegeln um 165,1 mNN zu rechnen. Als Bemessungswasserspiegel für die Auftriebssicherheit sollte mindestens eine Wasserstandshöhe von 165,5 mNN angesetzt werden.

Wird wie geplant ein Pflasterbelag in der Tiefgarage ausgeführt und deren Oberfläche auf 165,1 mNN eingestellt, muss bei Extremhochwässern von einem Wasseranstau bis auf / wenig über OK Pflaster ausgegangen werden.

4.8 Verkehrsflächenbau

Die Baumaßnahme liegt in der Frosteinwirkungszone II. Zur Ermittlung des notwendigen frostsicheren Straßenaufbaus ist aufgrund der Lehmanteile in den zuoberst anstehenden Böden die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 anzusetzen.
Bei durch PKW (und Kleintransporter) genutzten Verkehrsflächen ist mit einer Belastung von bis zu 0,3 Mio. äquivalente 10-t-Achsübergängen auszugehen. Dies entspricht der Belastungsklasse 0,3 (früher Bauklasse VI). Wird von 0,3 bis 1 Mio. äquivalente 10-t-Achsübergängen ausgegangen, entspricht dies der Belastungsklasse >0,3 - 1 (früher Bauklasse V).

Der Richtwert für die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12 bzw. ZTVE-StB 09 beträgt für die Belastungsklasse 0,3 und >0,3 - 1 (bzw. Bauklassen V und VI) 60 cm.
Werden planungsseitig mehr äquivalente 10-t-Achsübergänge angesetzt, ist eine höhere Belastungsklasse nach ZTVE-StB 09 bautechnisch zu verwirklichen. Da sich hieraus eine Einstufung von mind. Belastungsklasse 1,8 (entspricht Bauklasse IV) ergibt, sind dann mindestens 70 cm frostsicherer Straßenaufbau erforderlich. Dieser ist unter den bestehenden Verkehrsflächen gegeben.
Wegen des Auftretens von Schichtenwassers (ungünstige Wasserverhältnisse gemäß ZTVE-StB 09), wäre dieser Aufbau um mindestens 5 cm zu erhöhen.

Auch bei erfolgter Nachverdichtung der Lehmböden wird der nach ZTVE-StB 09 für das Planum geforderte Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 45$ MN/m^2 nicht immer sicher erreicht werden. Insbesondere bei vorangegangener ungünstiger Witterung wird auf dem anstehenden Lehm eine 20 cm dicke Planumsverbesserungsschicht (mit Schotter Körnung z.B. 0-56 mm) erforderlich. Bei Einbau einer entsprechenden Planumsverbesserungsschicht kann der erforderliche frostsichere Aufbau um 10 cm reduziert werden.

Weitere Zuschläge bzw. Abschläge sind planungsseitig nach den Kriterien der RStO zu prüfen. Werden Verdrückungen in Kauf genommen, ist eine Reduzierung des Aufbaus möglich.

Auf OK mineralischer Tragschicht ist für die Belastungsklasse 0,3 ein Verformungsmodul von E_{V2} von ≥ 100 MN/m^2 und ab der Belastungsklasse >0,3 – 1 (und höher) ein Verformungsmodul von E_{V2} von ≥ 120 MN/m^2 nachzuweisen. Der Verhältniswert E_{V2} / E_{V1} sollte < 2,3 sein. Ein höherer Verhältniswert ist jedoch materialbedingt oder bei entsprechend hohem E_{V1}-Wert zulässig.
Kontrollprüfungen sind in ausreichender Anzahl vorzunehmen.

4.9 Sonstiges

Bei Durchführung der Erd- und Gründungsarbeiten sind die aufgeschlossenen Schichten mit dem Ergebnis dieser Untersuchungen zu vergleichen.

Bei neuen Erkenntnissen, bei größeren Umplanungen, bei weiter auftauchenden Fragen sollte der Bodengutachter nochmals hinzugezogen werden.

Dr. Stefan Weigand

(Diplom-Geologe)

Anlagen:
1. Lage der Aufschlüsse
2. Schichtenprofile
3. Rammdiagramme
4. Schichtenbilder
5. Erdstatische Berechnung

Geotechnisches Büro
Dr. Stefan Weigand

97072 Würzburg; Kleiststraße 2a
0931/88 13 47 drstefan.weigand@arcor.de

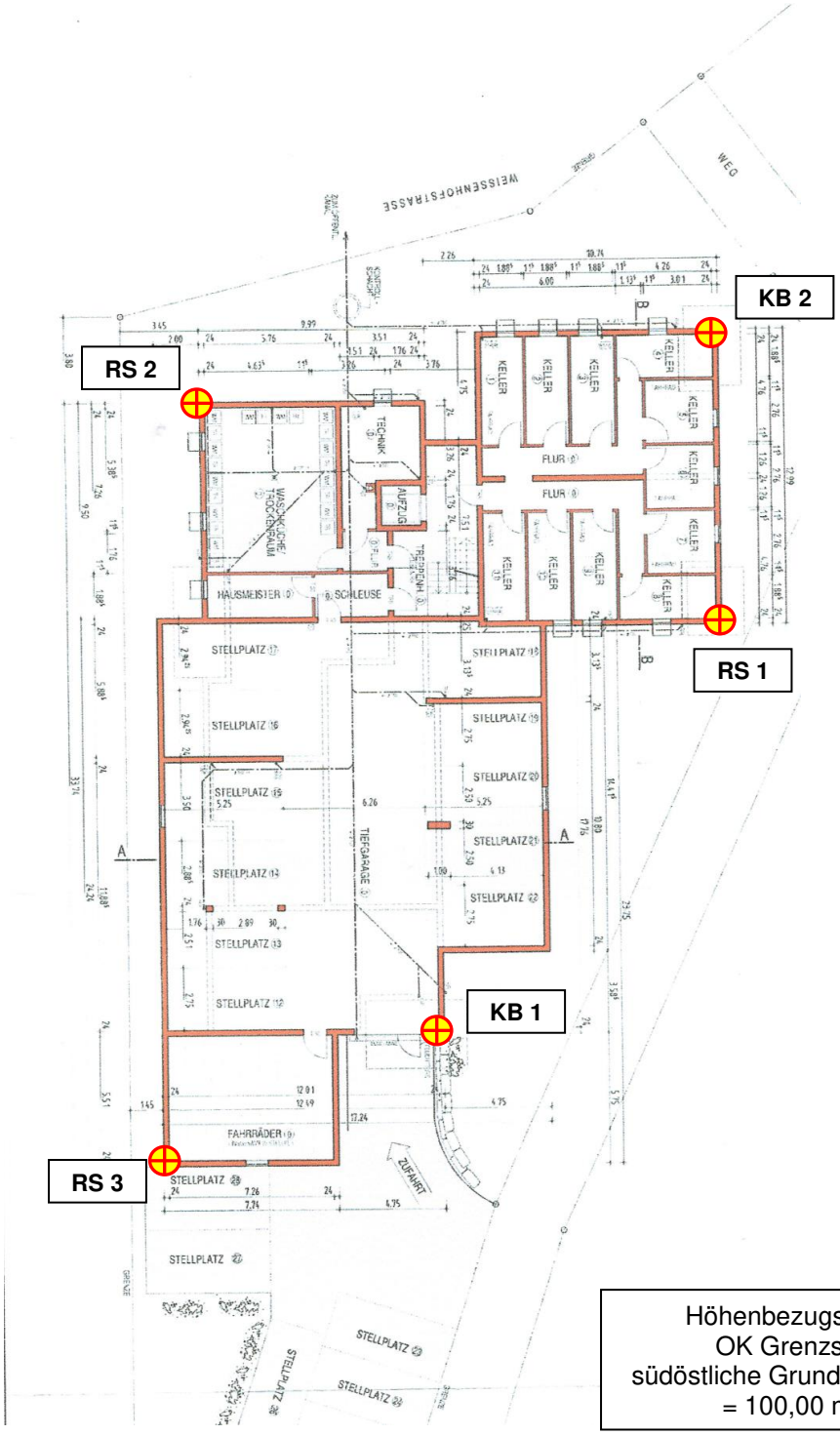
Projekt:

Vogt Wohn- und Gewerbebau GmbH
Neubau eines Mehrfamilienwohnhauses
in Erlenbach, Weißenhofstraße, Fl.-Nr.: 3606

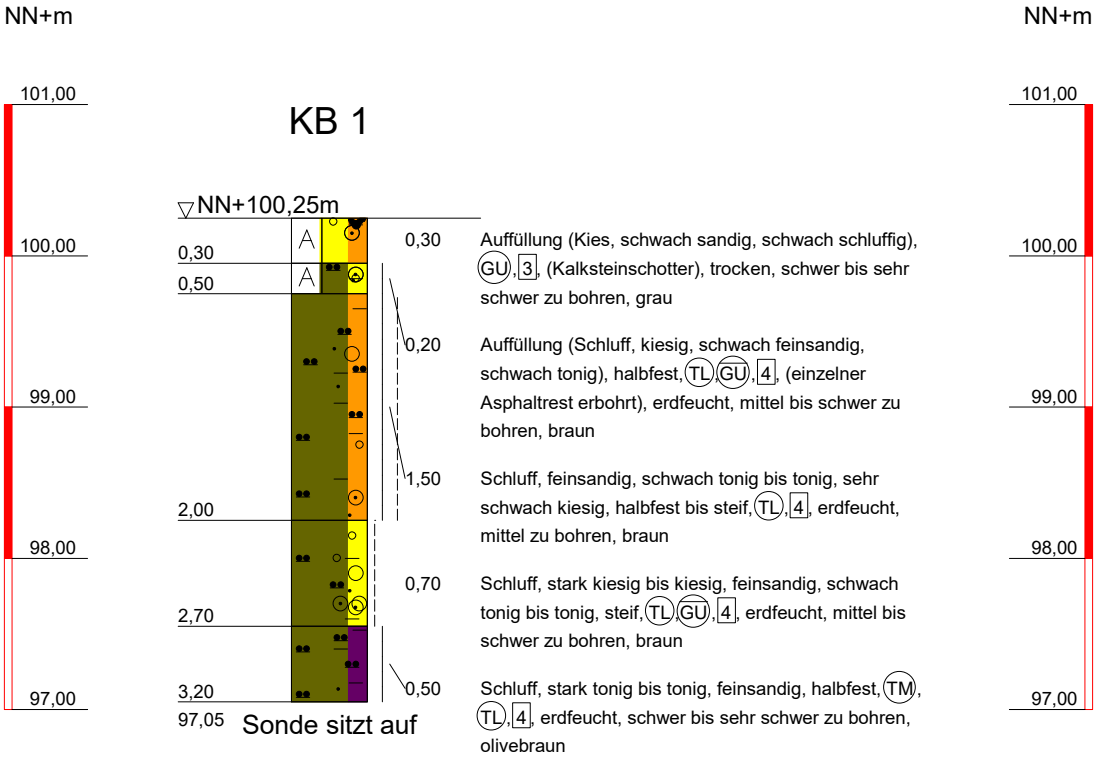
Projekt-Nr.: 19034

Lage der Aufschlüsse

Anlage 1



Höhenbezugspunkt:
OK Grenzstein
südöstliche Grundstücksecke
= 100,00 mIN



Dr. Stefan Weigand
Geotechnisches Büro
Kleiststraße 2a
97072 Würzburg
0931 88 13 47
drstefan.weigand@arcor.de

Bauvorhaben:
BHG Vogt, Neubau Mehrfamilienwohnhaus
74235 Erlenbach, Weißenhofstr FlNr:3606

Planbezeichnung:
Schichtenprofil

Plan-Nr:	2.1
Projekt-Nr:	19034
Datum:	03.06.2019
Maßstab:	1 : 50
Bearbeiter:	Dr. Weigand

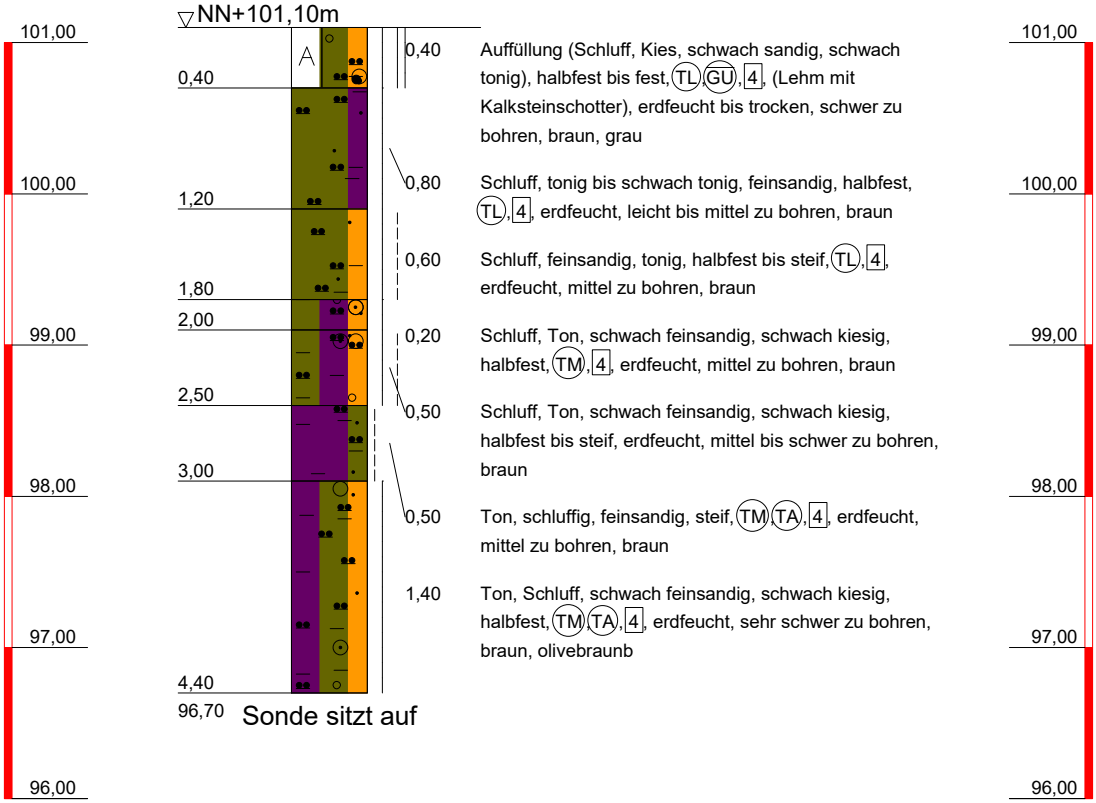
Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - C:\Users\User\Documents\Dr Stefan Weigand\Geotechnisches Büro\Gutachten_Berichte\2019\19034_Erlenbach_Weißenhofstr\19034_Erlenbach_Weißenhofstr\2_1_Profil_19034_KB 1.bop

KB 2

NN+m

NN+m

▽NN+101,10m



Auffüllung (Schluff, Kies, schwach sandig, schwach tonig), halbfest bis fest, TL, GU, 4, (Lehm mit Kalksteinschotter), erdfeucht bis trocken, schwer zu bohren, braun, grau

Schluff, tonig bis schwach tonig, feinsandig, halbfest, TL, 4, erdfeucht, leicht bis mittel zu bohren, braun

Schluff, feinsandig, tonig, halbfest bis steif, TL, 4, erdfeucht, mittel zu bohren, braun

Schluff, Ton, schwach feinsandig, schwach kiesig, halbfest, TM, 4, erdfeucht, mittel zu bohren, braun

Schluff, Ton, schwach feinsandig, schwach kiesig, halbfest bis steif, erdfeucht, mittel bis schwer zu bohren, braun

Ton, schluffig, feinsandig, steif, TM, TA, 4, erdfeucht, mittel zu bohren, braun

Ton, Schluff, schwach feinsandig, schwach kiesig, halbfest, TM, TA, 4, erdfeucht, sehr schwer zu bohren, braun, olivebraunb

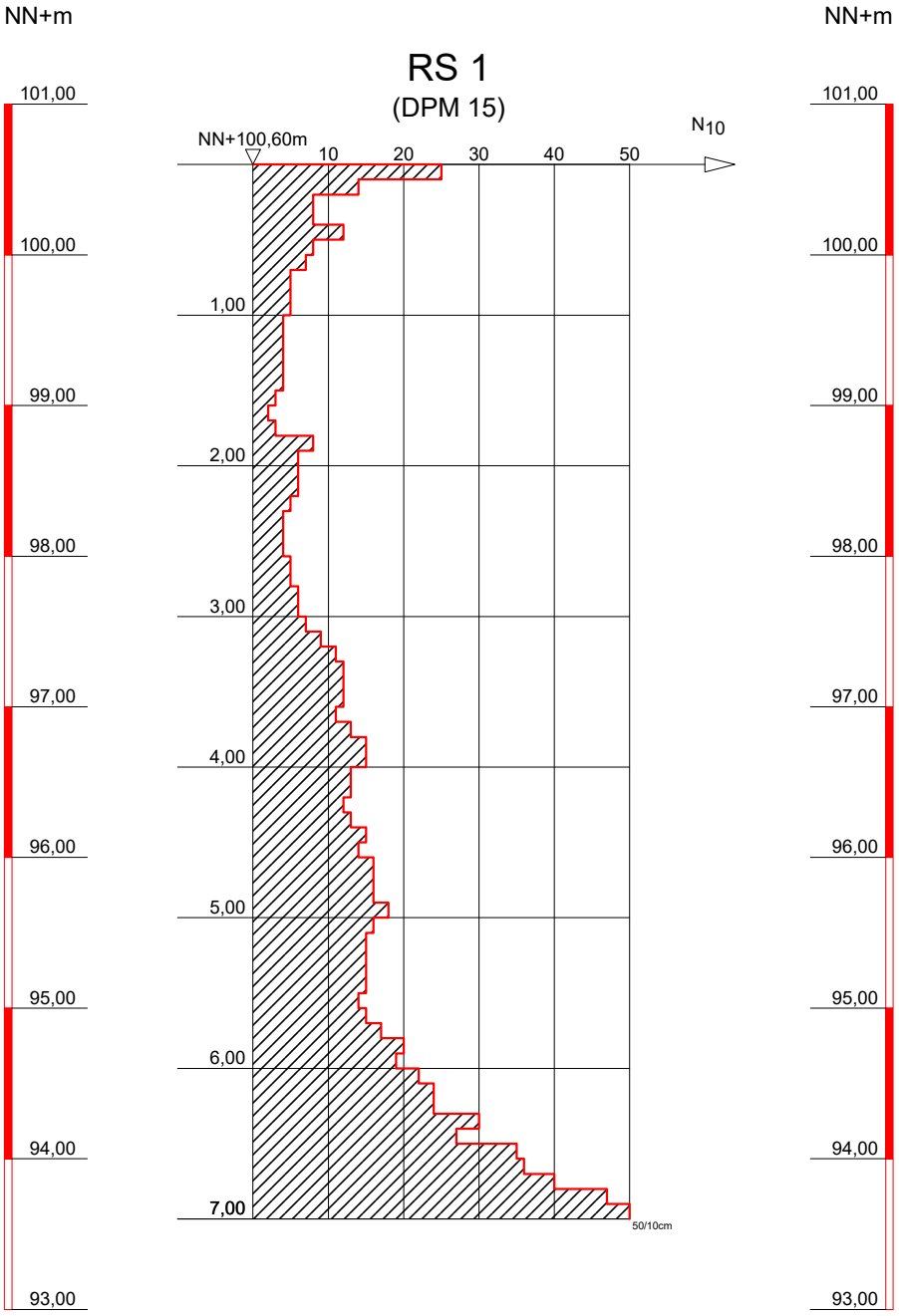
Dr. Stefan Weigand
Geotechnisches Büro
Kleiststraße 2a
97072 Würzburg
0931 88 13 47
drstefan.weigand@arcor.de

Bauvorhaben:
BHG Vogt, Neubau Mehrfamilienwohnhaus
74235 Erlenbach, Weißenhofstr FlNr:3606

Planbezeichnung:
Schichtenprofil

Plan-Nr:	2.2
Projekt-Nr:	19034
Datum:	03.06.2019
Maßstab:	1 : 50
Bearbeiter:	Dr. Weigand

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - C:\Users\User\Documents\Dr Stefan Weigand\Geotechnisches Büro\Gutachten_Berichte\2019\19034_Erlenbach_Weißenhofstr\19034_Erlenbach_Weißenhofstr\2_2_Profil_19034_KB 2.bop



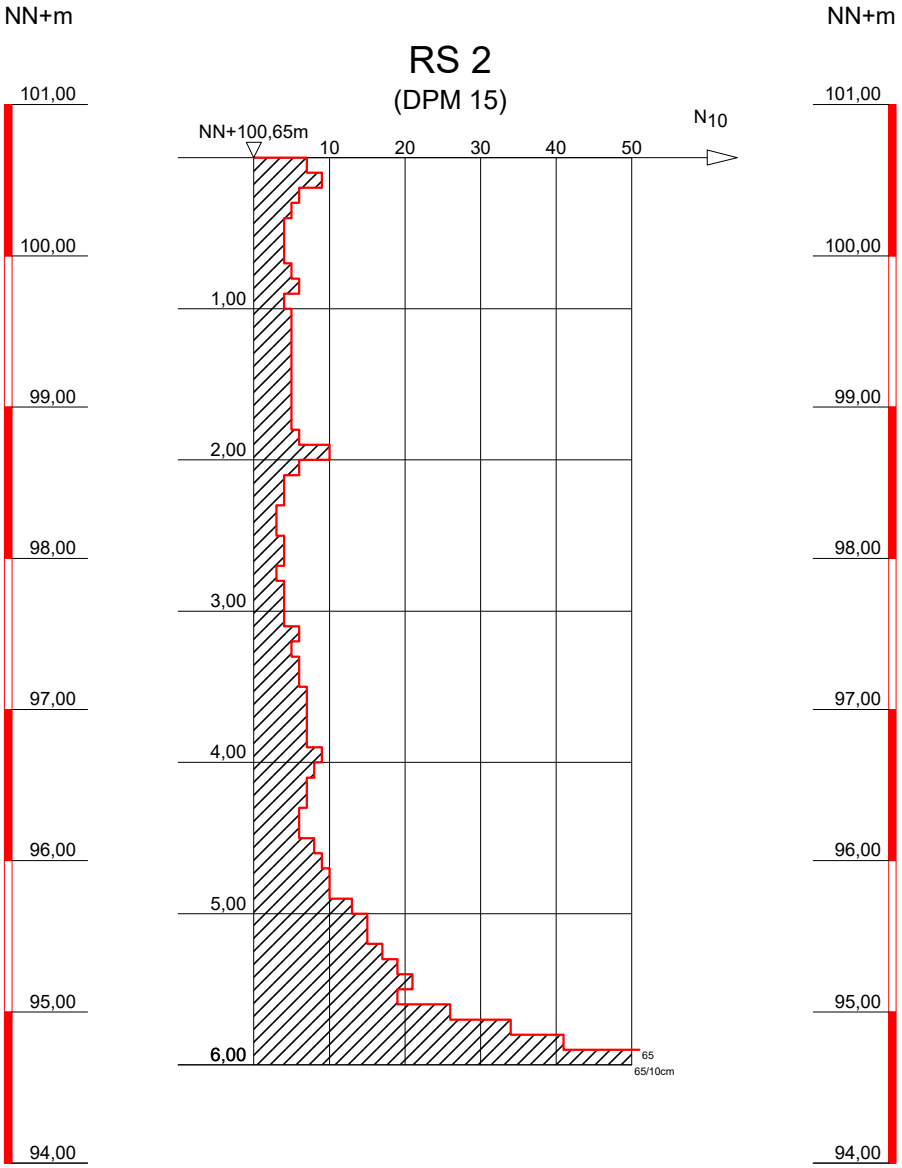
Dr. Stefan Weigand
Geotechnisches Büro
Kleiststraße 2a
97072 Würzburg
0931 88 13 47
drstefan.weigand@arcor.de

Bauvorhaben:
BHG Vogt, Neubau Mehrfamilienwohnhaus
74235 Erlenbach, Weißenhofstr FlNr:3606

Planbezeichnung:
Rammdiagramm

Plan-Nr:	3.1
Projekt-Nr:	19034
Datum:	03.06.2019
Maßstab:	1 : 50
Bearbeiter:	Dr. Weigand

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - C:\Users\User\Documents\Dr Stefan Weigand\Geotechnisches Büro\Gutachten_Berichte\2019\19034_Erlenbach_Weißenhofstr\19034_Erlenbach_Weißenhofstr\3_1_Rammung_19034_RS 1.bop



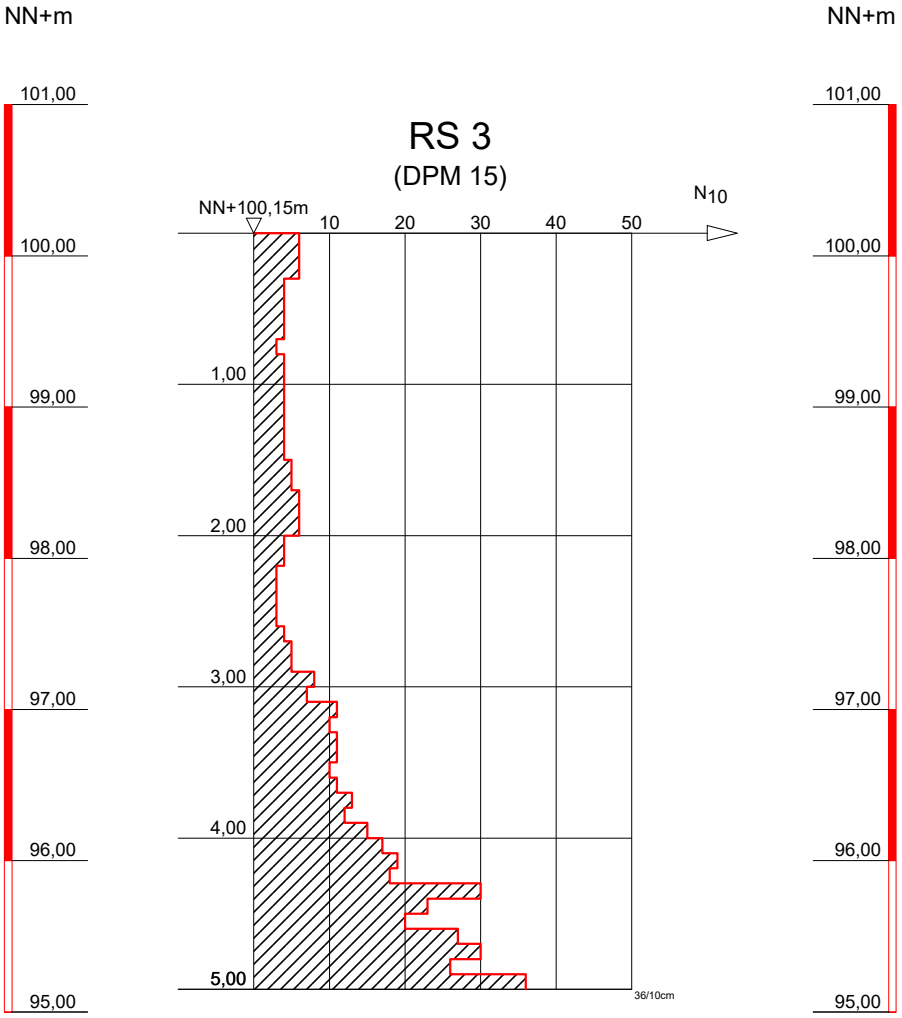
Dr. Stefan Weigand
Geotechnisches Büro
Kleiststraße 2a
97072 Würzburg
0931 88 13 47
drstefan.weigand@arcor.de

Bauvorhaben:
BHG Vogt, Neubau Mehrfamilienwohnhaus
74235 Erlenbach, Weißenhofstr FlNr:3606

Planbezeichnung:
Rammdiagramm

Plan-Nr:	3.2
Projekt-Nr:	19034
Datum:	03.06.2019
Maßstab:	1 : 50
Bearbeiter:	Dr. Weigand

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - C:\Users\User\Documents\Dr Stefan Weigand\Geotechnisches Büro\Gutachten_Berichte\2019\19034_Erlenbach_Weißenhofstr\19034_Erlenbach_Weißenhofstr\3_2_Rammung_19034_RS 2.bop



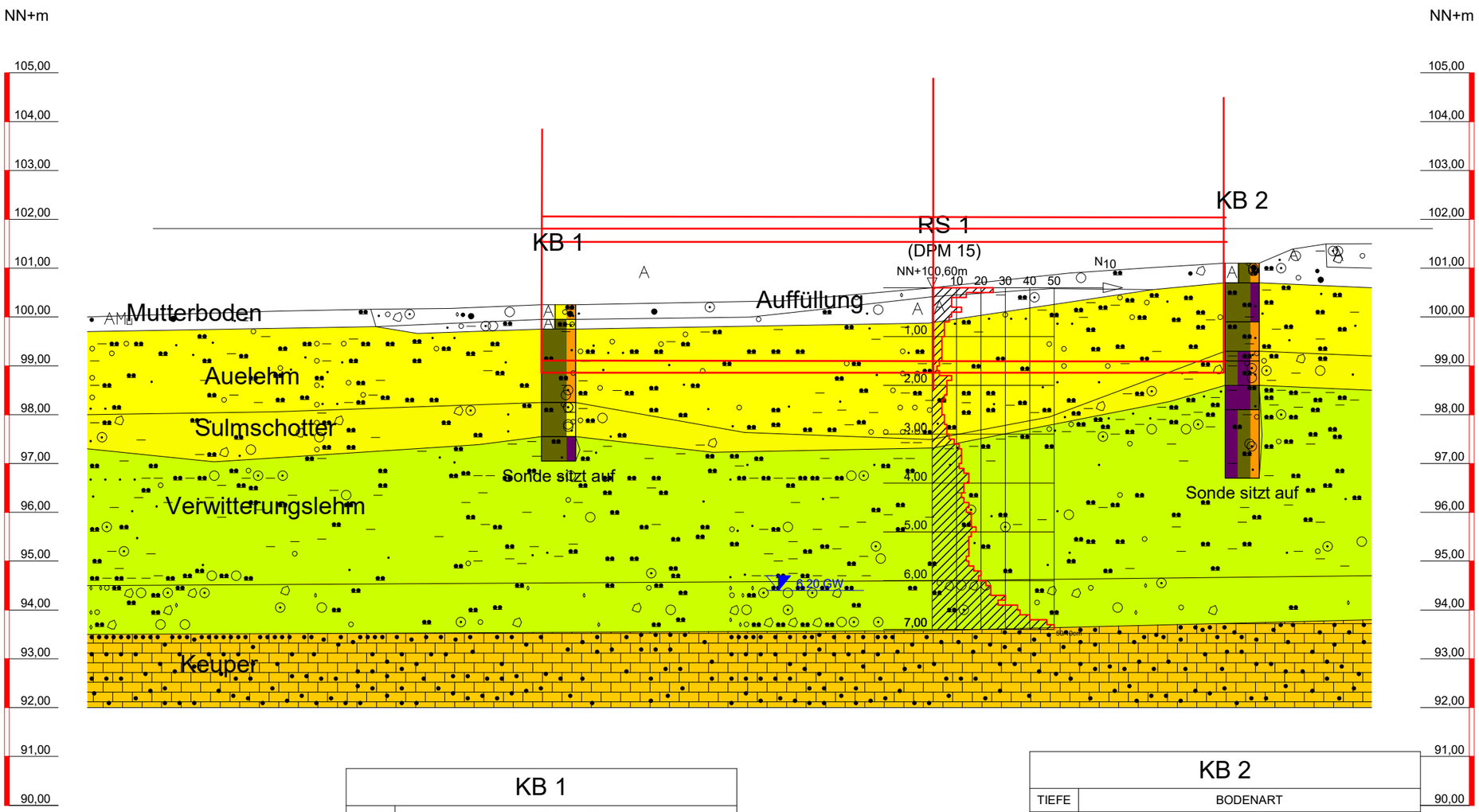
Dr. Stefan Weigand
Geotechnisches Büro
Kleiststraße 2a
97072 Würzburg
0931 88 13 47
drstefan.weigand@arcor.de

Bauvorhaben:
BHG Vogt, Neubau Mehrfamilienwohnhaus
74235 Erlenbach, Weißenhofstr FlNr:3606

Planbezeichnung:
Rammdiagramm

Plan-Nr:	3.3
Projekt-Nr:	19034
Datum:	03.06.2019
Maßstab:	1 : 50
Bearbeiter:	Dr. Weigand

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - C:\Users\User\Documents\Dr Stefan Weigand\Geotechnisches Büro\Gutachten_Berichte\2019\19034_Erlenbach_Weißenhofstr\19034_Erlenbach_Weißenhofstr\3_3_Rammung_19034_RS 3.bop



KB 1

TIEFE	BODENART
0,30	Auffüllung (Kies, schwach sandig, schwach schluffig), GU, 3, (Kalksteinschotter), trocken, schwer bis sehr schwer zu bohren, grau
0,50	Auffüllung (Schluff, kiesig, schwach feinsandig, schwach tonig), halbfest, TL, GU, 4, (einzelner Asphaltrest erbohrt), erdfeucht, mittel bis schwer zu bohren, braun
2,00	Schluff, feinsandig, schwach tonig- tonig, sehr schwach kiesig, halbfest bis steif, TL, 4, erdfeucht, mittel zu bohren, braun
2,70	Schluff, stark kiesig- kiesig, feinsandig, schwach tonig- tonig, steif, TL, GU, 4, erdfeucht, mittel bis schwer zu bohren, braun
3,20	Schluff, stark tonig- tonig, feinsandig, halbfest, TM, TL, 4, erdfeucht, schwer bis sehr schwer zu bohren, olivebraun

KB 2

TIEFE	BODENART
0,40	Auffüllung (Schluff, Kies, schwach sandig, schwach tonig), halbfest bis fest, TL, GU, 4, (Lehm mit Kalksteinschotter), erdfeucht bis trocken, schwer zu bohren, braun, grau
1,20	Schluff, tonig- schwach tonig, feinsandig, halbfest, TL, 4, erdfeucht, leicht bis mittel zu bohren, braun
1,80	Schluff, feinsandig, tonig, halbfest bis steif, TL, 4, erdfeucht, mittel zu bohren, braun
2,00	Schluff, Ton, schwach feinsandig, schwach kiesig, halbfest, TM, 4, erdfeucht, mittel zu bohren, braun
2,50	Schluff, Ton, schwach feinsandig, schwach kiesig, halbfest bis steif, erdfeucht, mittel bis schwer zu bohren, braun
3,00	Ton, schluffig, feinsandig, steif, TM, TA, 4, erdfeucht, mittel zu bohren, braun
4,40	Ton, Schluff, schwach feinsandig, schwach kiesig, halbfest, TM, TA, 4, erdfeucht, sehr schwer zu bohren, braun, olivebraunb

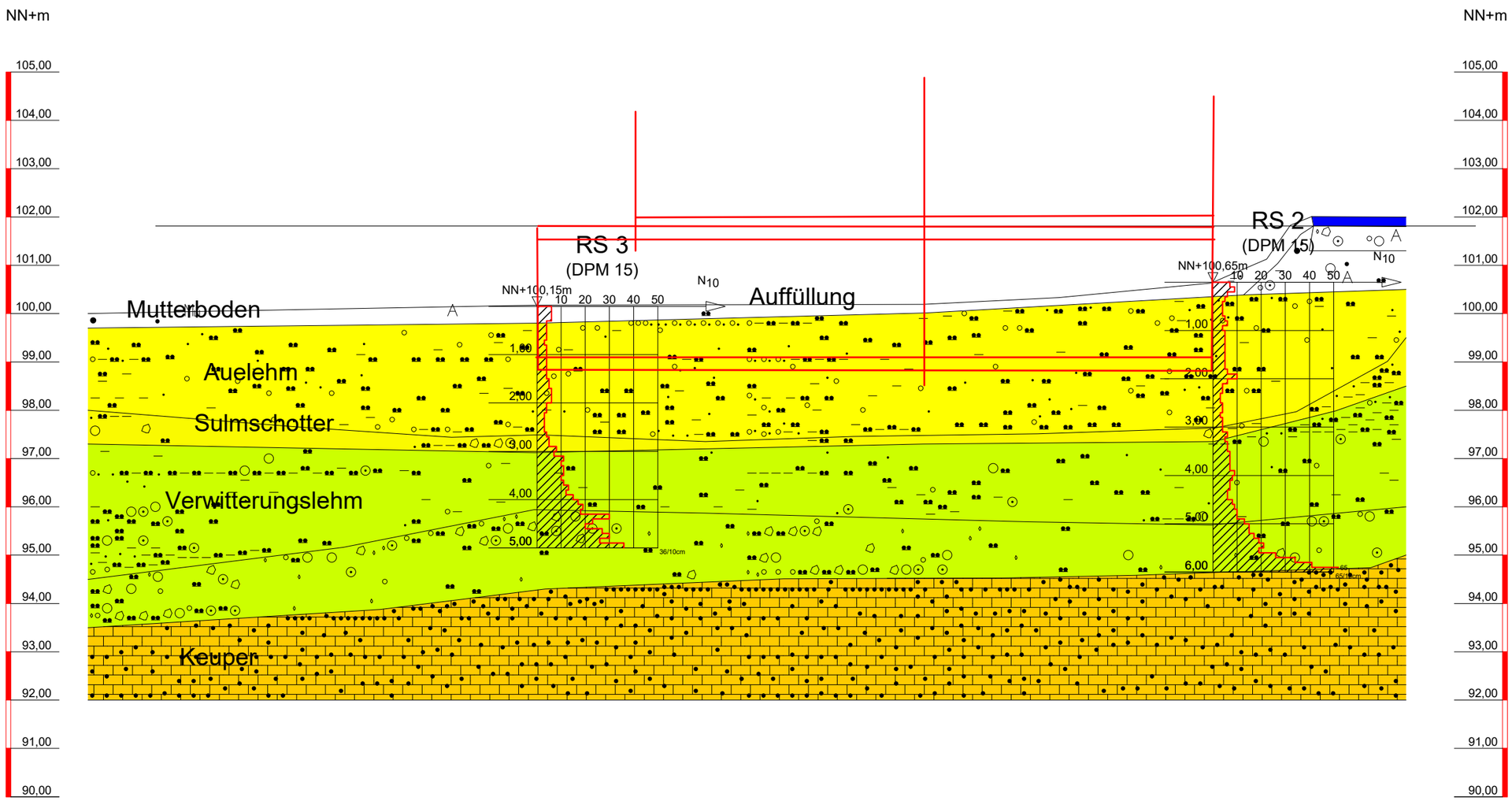
Dr. Stefan Weigand
Geotechnisches Büro
Kleiststraße 2a
97072 Würzburg
0931 88 13 47
drstefan.weigand@arcor.de

Bauvorhaben:
BHG Vogt, Neubau Mehrfamilienwohnhaus
74235 Erlenbach, Weißenhofstr FlNr:3606

Planbezeichnung:
Schichtenbild

Plan-Nr:	4.1
Projekt-Nr:	19034
Datum:	03.06.2019
Maßstab:	1 : 100
Bearbeiter:	Dr. Weigand

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - C:\USERS\USER\DOCUMENTS\DR STEFAN WEIGAND\GEOTECHNISCHES BÜRO\GUTACHTEN_BERICHTE\2019\19034_ERLENBACH_WEIßENHOFSTR\19034_ERLENBACH_WEIßENHOFSTR\4



Dr. Stefan Weigand
Geotechnisches Büro
Kleiststraße 2a
97072 Würzburg
0931 88 13 47
drstefan.weigand@arcor.de

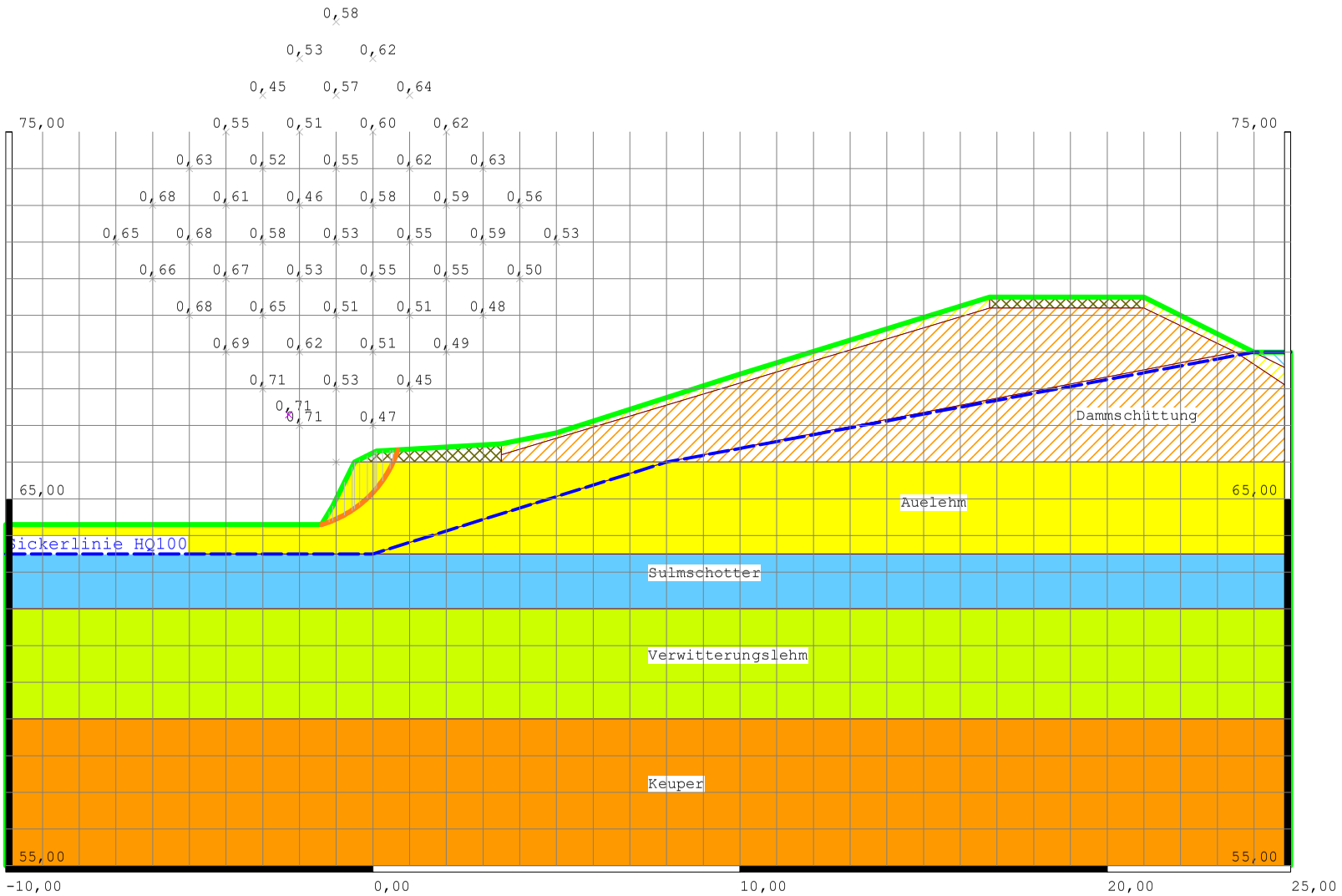
Bauvorhaben:
BHG Vogt, Neubau Mehrfamilienwohnhaus
74235 Erlenbach, Weißenhofstr FlNr:3606

Planbezeichnung:
Schichtenbild

Plan-Nr:	4.2
Projekt-Nr:	19034
Datum:	03.06.2019
Maßstab:	1 : 100
Bearbeiter:	Dr. Weigand

Copyright © 1994-2010 IDAT GmbH - C:\Users\User\Documents\Dr Stefan Weigand\Geotechnisches Büro\Gutachten_Berichte\2019\19034_Erlenbach_Weißenhofstr\19034_Erlenbach_Weißenhofstr\4_2_Bild_19034_2.bop

GEOMETRIE



Norm:	EC 7	Bauvorhaben:	Vogt GmbH MFWH Erlenbach Weißenhofstraße	Plan:	Standsicherheit Hochwasserdamm	Dr. Stefan Weigand Geotechnisches Büro Kleiststraße 2a 97072 Würzburg drstefan.weigand@arcor.de 0171-2686020 0931/881347
Ausnutzungsgrad:	0,71			Plan-Nr.:	5.1	
Kreismittelpunkt x, y:	-2,29 m, 67,29 m	Projekt-Nr.:	19034	Bearbeiter:	Dr. Weigand	
Kreisradius:	3,12 m	Datum:	08.06.2019	Maßstab:	1:172	

Protokoll der Standsicherheitsberechnung
Standsicherheitsberechnung für eine kreisförmige Gleitfläche
nach Bishop.

Koordinaten der Geländeoberkante (GOK):

Geländepunkt	x [m]	y [m]
1	-10,00	55,00
2	-10,00	59,00
3	-10,00	62,00
4	-10,00	63,50
5	-10,00	64,30
6	-1,40	64,30
7	-1,10	64,80
8	-0,50	66,00
9	0,10	66,30
10	3,50	66,50
11	5,00	66,80
12	10,00	68,40
13	16,80	70,50
14	21,00	70,50
15	24,00	69,00
16	25,00	69,00
17	25,00	68,50
18	25,00	68,00
19	25,00	66,00
20	25,00	63,50
21	25,00	62,00
22	25,00	59,00
23	25,00	55,00

Koordinaten der Schichtgrenzen:

Schichtpunkt	x [m]	y [m]
Schicht 1		
1	3,50	66,50
2	5,00	66,80
3	10,00	68,40
4	16,80	70,50
5	16,80	70,20
6	3,50	66,20
7	3,50	66,50
Schicht 2		
1	16,80	70,50
2	21,00	70,50
3	21,00	70,20
4	16,80	70,20
5	16,80	70,50
Schicht 3		
1	21,00	70,50
2	24,00	69,00
3	23,50	69,00
4	21,00	70,20
5	21,00	70,50

© by IDAT GmbH 1998-2013

Dr. Stefan Weigand
Geotechnisches Büro
Kleiststraße 2a
97072 Würzburg
drstefan.weigand@arcor.de
0171-2686020 0931/881347

Koordinaten der Schichtgrenzen:

Schichtpunkt	x [m]	y [m]
Schicht 4		
1	25,00	68,50
2	25,00	68,00
3	23,50	69,00
4	24,00	69,00
5	25,00	68,50
Schicht 5		
1	3,50	66,00
2	3,50	66,20
3	16,80	70,20
4	21,00	70,20
5	23,50	69,00
6	8,00	66,00
7	3,50	66,00
Schicht 6		
1	25,00	68,00
2	25,00	66,00
3	8,00	66,00
4	23,50	69,00
5	25,00	68,00
Schicht 7		
1	0,10	66,30
2	3,50	66,50
3	3,50	66,20
4	3,50	66,00
5	-0,50	66,00
6	0,10	66,30
Schicht 8		
1	-1,40	64,30
2	-1,10	64,80
3	-0,50	66,00
4	3,50	66,00
5	8,00	66,00
6	0,00	63,50
7	-10,00	63,50
8	-10,00	64,30
9	-1,40	64,30
Schicht 9		
1	25,00	66,00
2	25,00	63,50
3	0,00	63,50
4	8,00	66,00
5	25,00	66,00
Schicht 10		
1	25,00	63,50
2	25,00	62,00
3	-10,00	62,00
4	-10,00	63,50
5	0,00	63,50
6	25,00	63,50
Schicht 11		
1	25,00	62,00

© by IDAT GmbH 1998-2013

Dr. Stefan Weigand
Geotechnisches Büro
Kleiststraße 2a
97072 Würzburg
drstefan.weigand@arcor.de
0171-2686020 0931/881347

Koordinaten der Schichtgrenzen:

Schichtpunkt	x [m]	y [m]
2	25,00	59,00
3	-10,00	59,00
4	-10,00	62,00
5	25,00	62,00
Schicht 12		
1	25,00	59,00
2	25,00	55,00
3	-10,00	55,00
4	-10,00	59,00
5	25,00	59,00
Schicht 13		
1	24,00	69,00
2	25,00	69,00
3	25,00	68,50
4	24,00	69,00

Zusammenstellung der Schichtkennwerte:

Schicht	Wichte [kN/m³]	Wichte unter Auftrieb [kN/m³]	Reibungs-winkel [°]	Kohäsion [kN/m²]	Neulast-faktor [-]	Konsoli-dierungs-verzug	Beschreibung
Schicht 1	18,00	8,00	27,50	5,00	0,00	0,00	
Schicht 2	21,00	11,00	30,00	0,50	0,00	0,00	
Schicht 3	19,00	9,00	27,50	5,00	0,00	0,00	
Schicht 4	19,00	9,00	27,50	5,00	0,00	0,00	
Schicht 5	19,00	9,00	27,50	5,00	0,00	0,00	
Schicht 6	19,00	9,00	22,00	3,00	0,00	0,00	Dammschüttung
Schicht 7	21,00	11,00	30,00	0,50	0,00	0,00	
Schicht 8	18,50	8,50	27,50	7,00	0,00	0,00	
Schicht 9	19,00	9,00	22,00	3,00	0,00	0,00	Auelehm
Schicht 10	20,00	10,00	22,00	3,00	0,00	0,00	Sulmschotter
Schicht 11	21,00	11,00	25,00	10,00	0,00	0,00	Verwitterungslehm
Schicht 12	23,00	13,00	40,00	30,00	0,00	0,00	Keuper
Schicht 13	10,00	10,00	0,01	0,00	0,00	0,00	

Koordinaten der Sickerlinie:

Punkt	x [m]	y [m]
1	-10,00	63,50
2	0,00	63,50
3	8,00	66,00
4	24,00	69,00
5	25,00	69,00

BERECHNUNG NACH EC 7
Berechnung nach Eurocode 7: EN 1997-1 für den Grenzzustand der Tragfähigkeit STR/GEO
mit Berücksichtigung des Nation.Anhangs Deutschland: DIN EN 1997-1/NA
(Nachweisverfahren 3, Teilsicherheiten auf Einwirk. [nicht auf Beansp.], Bemessungssituation 2)
(A2 "+" M2 "+" R3)

© by IDAT GmbH 1998-2013

Dr. Stefan Weigand
Geotechnisches Büro
Kleiststraße 2a
97072 Würzburg
drstefan.weigand@arcor.de
0171-2686020 0931/881347

- Teilsicherheitsbeiwerte:
  Teilsicherheitsbeiwert für ungünstige ständige Einwirkungen = 1,00
  Teilsicherheitsbeiwert für günstige ständige Einwirkungen = 1,00
  Teilsicherheit für ungünstige veränderliche Einwirkungen = 1,20
  Teilsicherheitsbeiwert für günstige veränderliche Einwirkungen = 0,00
  Teilsicherheitsbeiwert für den Reibungswinkel (tan Phi) = 1,15
  Teilsicherheitsbeiwert für Kohäsion (dränierter Boden) = 1,15
  Teilsicherheitsbeiwert für undränierte Scherfestigkeit = 1,15
  Teilsicherheit für Wichte = 1,00
  Teilsicherheitsbeiwert für den Herausziehwiderstand der Anker = 1,10
  Teilsicherheitsbeiwert für den Herausziehwiderstand der Geotextilien = 1,30

Gleitflächendaten für eine kreisförmige Gleitfläche:
Gewählte Kreiseingabe:
ein Variationspunkt: -1,40 m; 64,30 m
Kreismittelpunkt: -1,00 m; 72,00 m
Kreisradius: r = 7,71 m

Variation des Gleitkreises ausgehend vom Kreismittelpunkt: x = -1,00 m; y = 72,00 m
3 Schritt(e) in x-Richtung mit einer Schrittweite von dx = 1,00 m und
3 Schritt(e) in y-Richtung mit einer Schrittweite von dy = 1,00 m.

x [m]	y [m]	Kreisradius [m]	Ausnutzungsgrad [-]
-1,00	72,00	9,71	0,53
-2,00	73,00	8,72	0,46
-3,00	74,00	9,83	0,52
-4,00	75,00	11,01	0,55
0,00	71,00	8,84	0,55
1,00	70,00	7,18	0,51
2,00	69,00	6,80	0,49
0,00	73,00	10,81	0,58
-1,00	74,00	11,71	0,55
-2,00	75,00	12,72	0,51
-3,00	76,00	11,81	0,45
1,00	72,00	9,07	0,55
2,00	71,00	8,51	0,55
3,00	70,00	8,20	0,48
1,00	74,00	11,99	0,62
0,00	75,00	12,79	0,60
-1,00	76,00	13,71	0,57
-2,00	77,00	14,71	0,53
2,00	73,00	10,34	0,59
3,00	72,00	9,87	0,59
4,00	71,00	8,61	0,50
2,00	75,00	12,23	0,62
1,00	76,00	13,94	0,64
0,00	77,00	14,78	0,62
-1,00	78,00	15,71	0,58
3,00	74,00	11,65	0,63
4,00	73,00	11,24	0,56
5,00	72,00	10,01	0,53
-2,00	71,00	6,73	0,53
-3,00	72,00	7,86	0,58

© by IDAT GmbH 1998-2013

Dr. Stefan Weigand
Geotechnisches Büro
Kleiststraße 2a
97072 Würzburg
drstefan.weigand@arcor.de
0171-2686020 0931/881347

x [m]	y [m]	Kreisradius [m]	Ausnutzungsgrad [-]
-4,00	73,00	9,08	0,61
-5,00	74,00	10,35	0,63
-1,00	70,00	7,71	0,51
0,00	69,00	6,90	0,51
1,00	68,00	5,41	0,45
-3,00	70,00	5,92	0,65
-4,00	71,00	7,19	0,67
-5,00	72,00	8,50	0,68
-6,00	73,00	9,84	0,68
-2,00	69,00	4,74	0,62
-1,00	68,00	3,72	0,53
0,00	67,00	4,04	0,47
-4,00	69,00	5,37	0,69
-5,00	70,00	6,74	0,68
-6,00	71,00	8,13	0,66
-7,00	72,00	9,52	0,65
-3,00	68,00	4,03	0,71
-2,00	67,00	2,77	0,71

Der größte Ausnutzungsgrad der Tabelle 0,71 ergibt sich für den Kreismittelpunkt x=-3,00 m; y=68,00 m mit dem Radius von 4,03 m.

Die Suche nach dem maximalen Ausnutzungsgrad innerhalb eines Rasters um den Kreismittelpunkt ergibt ein maximalen Ausnutzungsgrad von 0,71 für den Gleitkreis
mit dem Mittelpunkt x = -2,29 m; y = 67,29 m und dem Radius von 3,12 m.
Für diesen Gleitkreis:

Bemessungswert der Widerstände R = 27,22 kN/m
Bemessungswert der Einwirkungen E = 19,41 kN/m

Die Grenzzustandsbedingung (E <= R) ist erfüllt.

Lamellenkennwerte:

Lamelle	x-Links	Breite [m]	Höhe [m]	Gewicht [kN/m]	Gleit-flächen-winkel [°]	Reibungs-winkel [°]	Kohäsion [kN/m²]	Poren-wasserdruck [kN/m²]	Porenwasser-überdruck [kN/m²]
1	0,55	0,13	0,18	0,48	68,59	26,66	0,43	0,00	0,00
2	0,47	0,08	0,41	0,65	63,86	24,35	6,09	0,00	0,00
3	0,26	0,21	0,66	2,70	58,41	24,35	6,09	0,00	0,00
4	0,10	0,16	0,92	2,90	52,41	24,35	6,09	0,00	0,00
5	0,06	0,04	1,03	0,88	49,38	24,35	6,09	0,00	0,00
6	0,00	0,06	1,06	1,13	47,99	24,35	6,09	0,00	0,00
7	-0,15	0,15	1,12	3,23	45,22	24,35	6,09	0,00	0,00
8	-0,36	0,21	1,20	4,67	40,70	24,35	6,09	0,00	0,00
9	-0,50	0,14	1,25	3,24	36,61	24,35	6,09	0,00	0,00
10	-0,57	0,07	1,22	1,54	34,27	24,35	6,09	0,00	0,00
11	-0,78	0,21	1,03	3,97	31,26	24,35	6,09	0,00	0,00
12	-0,98	0,21	0,73	2,82	26,89	24,35	6,09	0,00	0,00
13	-1,10	0,12	0,48	1,04	23,61	24,35	6,09	0,00	0,00
14	-1,19	0,09	0,34	0,57	21,54	24,35	6,09	0,00	0,00
15	-1,40	0,21	0,14	0,54	18,61	24,35	6,09	0,00	0,00

© by IDAT GmbH 1998-2013

Dr. Stefan Weigand
Geotechnisches Büro
Kleiststraße 2a
97072 Würzburg
drstefan.weigand@arcor.de
0171-2686020 0931/881347