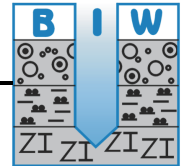




Gutachtliche Stellungnahme

| | |
|-----------------------|---|
| Objekt: | Neubau eines Verwaltungsgebäudes und einer Logistikhalle Carl-Schneider-Straße 1 64372 Ober-Ramstadt / Rohrbach |
| Gegenstand: | Baugrund und Gründung, Deklarationsanalyse |
| Bauherr: | Baier & Michels GmbH & Co. KG Carl-Schneider-Straße 1 64372 Ober-Ramstadt / Rohrbach |
| Datum: | 5. Oktober 2015 |
| Textseiten: | 14 |
| Anlagen: | 5 (3 Pläne und 8 Seiten) |
| Projektnummer: | 6218 – 831 / 179 – 153483 |



1 Vorgang

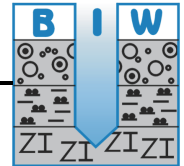
Die Baier & Michels GmbH & Co. KG, Carl-Schneider-Straße 1, 64372 Ober-Ramstadt / Rohrbach plant auf Ihrem Firmengelände den Neubau eines dreigeschossigen Verwaltungsgebäudes und einer Logistikhalle. Die Baugrundinstitut Dr.-Ing. Westhaus GmbH von der Kalis Innovation GmbH, Austraße 7, 74653 Künzelsau im Namen der Bauherrschaft beauftragt, den Baugrund in den Baufeldern zu erkunden und zum Baugrund und zur Gründung der geplanten Bebauung Stellung zu nehmen. Ferner sind über eine orientierende umwelttechnische Untersuchung erste Aussagen zur späteren Entsorgung des Erdaushubs zu machen.

2 Unterlagen

- Unterlagen der Kalis Innovation GmbH, Austraße 7, 74653 Künzelsau:
 - Übersichtslageplan mit Vorschlag der Erkundungspunkte, ohne Maßstab, Datum 14. Juli 2015
 - Außenanlagenplan, Maßstab 1:250, Datum 8. September 2015
 - Übersichtsplan Halle C, D und F, Maßstab 1:200, Datum 14 April 2015
 - Pläne der Logistikhalle F, Maßstab 1:100, Datum 14. April 2015:
 - Grundriss Erdgeschoss
 - Schnitte A-A und B-B
 - Pläne des Verwaltungsgebäudes, Maßstab 1:100, Datum 14. April 2015:
 - Grundriss Erdgeschoss
 - Schnitt A-A
 - Entwässerungsgesuch, Datum 26. August 2015. Zimmermann und Becker GmbH, Frankfurter Straße 8, 74072 Heilbronn:
 - Logistikgebäude Grundleitungen, Maßstab 1:100
 - Verwaltungsgebäude Grundleitungen, Maßstab 1:50
 - Diverse Leitungspläne
- Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen - Zuordnungswert Boden“ Stand 15. Mai 2009, Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel
- Geologische Karte von Hessen, Blatt 6218 Neukirchen

3 Baugelände und Bauvorhaben

Die Baufelder befinden sich auf dem Firmengelände der Baier & Michels GmbH & Co. KG, Carl-Schneider Straße 1, 64372 Ober Rambach / Rohrbach.

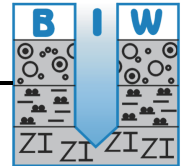


Die Erweiterung des Verwaltungsgebäudes ist am nordwestlichen Rand des Firmengeländes in Verlängerung des bestehenden Verwaltungsgebäudes nach Südwesten geplant. Der Neubau wird im Nordwesten durch die Parkplätze entlang der Carl-Schneider-Straße und im Nordosten durch das bestehende Gebäude A begrenzt. Im Südosten und Südwesten grenzen an das Baufeld eine Verkehrsfläche und eine Grünfläche. Das Baufeld ist weitgehend eben und weist eine Rasenfläche sowie an der südöstlichen Seite eine Parkfläche auf. Es ist der Neubau eines nicht unterkellerten Verwaltungsgebäudes geplant. Das Gebäude soll dreigeschossig mit Grundrissabmessungen von etwa 34 m x 16 m ausgeführt werden. Die Oberkante des Fertigfußbodens im Erdgeschoss soll bei 251,41 mNN liegen.

Das Baufeld für die geplante Logistikhalle F befindet sich im südöstlichen Bereich des Firmengeländes. Die Halle F soll an der südöstlichen Seite der bestehenden Halle D angebaut werden. Das Baufeld geht über die derzeitige Umfriedung des Geländes hinaus und ist im nordwestlichen Bereich teilweise durch Betonplatten befestigt. Im mittleren Bereich weist das Baufeld einen asphaltierten Weg (Kühweg) und im südöstlichen Bereich eine unbefestigte ehemalige Parkfläche auf. Die Höhe des Geländes liegt im nordwestlichen Bereich bei etwa 253,8 mNN, im Bereich des asphaltierten Weges zwischen etwa 255,5 mNN und 256,5 mNN sowie im Bereich der Parkfläche mehr als 3 m höher. Es ist der Neubau einer nicht unterkellerten Logistikhalle F mit Abmessungen von ca. 60 m x 30 m geplant. Ferner ist auf der nordöstlichen Seite der Halle eine befestigte und an der südwestlichen Seite eine unbefestigte Parkfläche beabsichtigt. Die Oberkante des Fertigfußbodens in der Halle soll bei 253,83 mNN liegen. Aufgrund der Geländeneigung soll der Neubau an der nordwestlichen Seite einen ebenerdigen Zugang erhalten und an der südöstlichen Seite etwa 5 m in den Baugrund einbinden.

4 Durchgeführte Untersuchungen

Am 29. September 2015 zur Baugrunderkundung insgesamt drei Kleinrammbohrungen mit der Rammkernsonde \varnothing 50 mm (RKS 1 bis RKS 4) und fünf Sondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN 4094-3 (DPH 1 bis DPH 5) bis maximal 7 m unter die Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Die Bohrung RKS 1 sowie die Sondierungen DPH 1 und DPH 2 wurden im Bereich des Verwaltungsgebäudes und die Bohrungen RKS 2 und RKS 3 sowie Sondierungen DPH 3 bis DPH 5 wurden im Bereich der Logistikhalle angesetzt. Die zwei weiteren Erkundungspunkte im Bereich des Verwaltungsgebäudes konnten wegen einer 20 kV-Leitung nicht durchgeführt werden, für die im Bereich einer Erweiterung der Halle F nach Südwesten hin vom



Tragwerksplaner empfohlenen Erkundungen fehlen uns Angaben bzw. Maße zum Abstand dieser Punkte zu bekannten Geländepunkten.

Die Bohr- und Sondieransatzpunkte wurden lagemäßig eingemessen. Die Höhe der Ansatzpunkte in mNN wurde anhand von den uns vorliegenden Plänen grob interpoliert. Die acht Ansatzpunkte sind im Lageplan in Anlage 1 skizziert, die Bohrprofile und die Sondierdiagramme liegen in zwei Schnitten in den Anlagen 2.1 und 2.2 bei.

Aus den Kleinrammbohrungen RKS 1 bis RKS 3 wurden Bodenproben aus der Auffüllung entnommen. Aus den Einzelproben wurde eine Mischprobe MP 1 gebildet und der Wessling GmbH zur Analyse auf die Parameter des Merkblatts „Entsorgung von Bauabfällen – Zuordnungswert Boden“, Stand 15. Mai 2009 übergeben.

Die Analyseergebnisse liegen in der Anlage 3, eine Gegenüberstellung der Analysewerte der Bodenproben zu den Zuordnungswerten in den Anlagen 4 und das Probe-nahmeprotokoll in der Anlage 5 diesem Bericht bei.

5 Baugrundaufbau

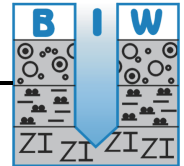
Nach der geologischen Karte von Hessen, Blatt 6218 Neukirchen stehen im Projektgebiet kristallines Grundgebirge und teilweise zumeist humoser Wiesenlehm.

Nach den Baugrunduntersuchungen und unseren Kenntnissen ergibt sich der nachfolgend beschriebene Baugrundaufbau:

5.1 Baugrundaufbau im Bereich des Verwaltungsgebäudes

In der Bohrung RKS 1 wurde unter einem 20 cm dicken Oberboden mit einer Grasnarbe Auffüllung in Form von Schluff mit schwach kiesigen und stark sandigen Anteilen. Die Konsistenz des Schluffs war steif. Die festgestellten, kiesigen Beimengungen werden von Bauschutt und Ziegel gebildet. Ferner wurden in der Auffüllung bis 0,6 m unter GOK schwach organische Anteile in Form von Wurzeln erbohrt. Die hohen Eindringwiderstände der Rammsondierungen im oberen Bereich der Auffüllung zeigen eine sehr dichte Lagerung des Oberbaus der Parkplatzflächen an. Darunter nimmt die Steifigkeit der Auffüllung deutlich ab.

Die Auffüllung wird in der Bohrung RKS 1 ab 1,7 m unter GOK zunächst von stark sandigen und teilweise schwach tonigen Schluff unterlagert. Die Konsistenz dieses Schluffs wurde durchaus als steif angesprochen. Die Unterkante des Schluffs wurde in der Bohrung RKS 1 bei 4,4 m unter GOK erbohrt. Die Eindringwiderstände der



Rammsondierungen deuten auf eine Unterkante des Schluffs bei etwa 6 m im Bereich des Sondierung DPH 1 und bei ca. 4 m unter GOK im Bereich der Sondierung DPH 2.

Unterhalb des Schluffs in der Bohrung RKS 1 wurde schwach kiesiger und schluffiger Sand erbohrt. Nach den Ergebnissen der Sondierungen mit der schweren Rammsonde DPH 1 und DPH 2 weist dieser Sand eine sehr dichte Lagerung auf. Die Unterkante des Sandes wurde in der Bohrung RKS 1 bis zur Endteufe bei 7,0 m unter GOK bzw. bei 244,2 mNN nicht erbohrt.

5.2 Baugrundaufbau im Bereich der Logistikhalle

Die Bohrung RKS 2 und die Sondierung DPH 3 wurden vor dem Bestandsgebäude D angesetzt. Hier wurde zunächst bis 1,6 m unter GOK bzw. bis 252,2 mNN Auffüllung als Schluff mit schwach organischen, kiesigen und stark sandigen Anteilen erbohrt. Die kiesigen Anteile werden von Bauschutt und Ziegel, die organischen von Wurzeln gebildet. Die Konsistenz des Schluffs war halbfest.

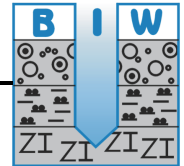
Die Bohrung RKS 3 und die Rammsondierungen DPH 4 und DPH 5 wurden im Bereich der ehemaligen Parkfläche abgeteuft. Hier wurde unterhalb eines 10 cm dicken Oberboden mit Grasnarbe aufgefüllter Schotter in Form von schwach schluffigen und sandigen Kies erbohrt. Der Schotter wird ab 0,6 m unter GOK von stark sandigen Schluff von halbfester Konsistenz unterlagert. Die Unterkante des Schluffs wurde in der Bohrung RKS 3 bei 0,9 m unter GOK festgestellt.

Unterhalb der Auffüllung in der Bohrung RKS 2 bzw. unterhalb des Schluff in der Bohrung RKS 3 wurde schwach kiesiger und schluffiger Sand erbohrt. Nach den Ergebnissen der Sondierungen mit der schweren Rammsonde DPH 3 bis DPH 5 weist dieser Sand eine dichte Lagerung auf. Wegen der hohen Bohr- und Rammwiderstände konnten die Erkundungen im Bereich der Halle nicht bis zur geplanten Tiefe geführt werden.

Weitere Details zum Baugrundaufbau sind den Bohrprofilen und den Sondierdiagrammen der Anlage 2 zu entnehmen.

6 Grundwasser

Im Rahmen der Baugrunderkundung am 29. September 2015 wurde Grundwasser in der Bohrung RKS 1 bei 2,6 m unter GOK bzw. bei 248,6 mNN festgestellt. In den Sondierungen DPH 1 und DPH 2 konnte das Grundwasser nicht eingemessen werden, da die Sondierlöcher nach dem Ziehen der Gestänge stets zufiel. Ferner ist auch



in der Auffüllung auf den wenig durchlässigen Schichten und hier speziell oberhalb der tonigen Schluffhorizonte mit Stauwasser und Schichtwasser speziell nach starken Niederschlägen oder in feuchten Perioden zu rechnen.

7 Bodenklassen und erdstatistische Rechenwerte

Auf der Basis der vorliegenden Untersuchungen, Angaben in der Literatur sowie unseren Erfahrungen gelten folgende Bodenklassen und erdstatistische Rechenwerte:

Auffüllung

| | |
|-----------------------------|---|
| Bodengruppe nach DIN 18 196 | A (GW, GU, SU*, UL, UM) |
| Bodenklasse nach DIN 18 300 | 2 bis 5 bei Bauwerksresten auch 6, 7 |
| Feuchtwichte | cal γ = 19 kN/m ³ |
| Wichte unter Auftrieb | cal γ' = 10 kN/m ³ |
| Ersatzreibungswinkel | cal φ_E = 27,5° |
| Steifemodul | cal E_s = 5 MN/m ² |

Schluff

Schluff, stark sandig, teilweise schwach tonig, meist steif

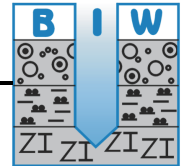
| | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| Bodengruppe nach DIN 18 196 | UL, U, teilweise SU* |
| Bodenklasse nach DIN 18 300 | 3 bis 5 |
| Feuchtwichte | cal γ = 20 kN/m ³ |
| Wichte unter Auftrieb | cal γ' = 10 kN/m ³ |
| Ersatzreibungswinkel | cal φ_E = 27,5° |
| Steifemodul | cal E_s = 12 MN/m ² |

Sand

Sand, schluffig, schwach kiesig, dicht gelagert

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| Bodengruppe nach DIN 18 196 | SE, SW, SU |
| Bodenklasse nach DIN 18 300 | 3 bis 5 Basisgerölle auch 6, 7 |
| Feuchtwichte | cal γ = 20 kN/m ³ |
| Wichte unter Auftrieb | cal γ' = 11 kN/m ³ |
| Reibungswinkel | cal φ' = 32,5° |
| Steifemodul | cal E_s = 100 MN/m ² |

Die Ortsmitte von Rohrbach (PLZ: 64372) in Hessen gehört zur Erdbebenzone 1 und zur Untergrundklasse R. Dies sowie die Baugrundklasse C sind für etwaige statische Nachweise anzusetzen.



8 Gründung der Bauwerke

8.1 Gründung des Verwaltungsgebäudes

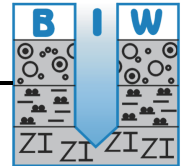
Nach den uns vorliegenden Unterlagen wird das Verwaltungsgebäude nicht unterkellert. Aufgrund des erkundeten Baugrundes wird die Gründung des Verwaltungsgebäudes über eine Bodenplatte empfohlen. Die Oberkante des Fertigfußbodens im Erdgeschoss soll bei 251,4 mNN liegen. Dementsprechend soll die Gründungssohle bei etwa 251 mNN und nach den Ergebnissen der Erkundungen in der Auffüllung gegründet werden. Die lokal nicht ausreichend tragfähige Auffüllung ist oberflächennah auszutauschen. In jedem Fall müssen alle organischen Böden ausgetauscht werden.

Hierzu ist die Auffüllung bis auf eine Tiefe von mindestens 1,5 m unter GOK bzw. bis mindestens 249,5 mNN auszuheben. Anschließend ist die fehlende Aufbauhöhe mit Recyclingmaterial / Schotter aufzufüllen. Das Aufbaumaterial ist in max. 30 cm dicken Lagen einzubauen und jeweils auf 103 % Proctordichte zu verdichten. Der ordnungsgemäße Einbau ist lagenweise durch z.B. statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuweisen. Es ist ein E_{V2} -Wert von mindestens 60 MN/m² bei einem Verhältniswert von $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ je Einbaulage nachzuweisen, sofern durch den Tragwerksplaner keine höheren Werte gefordert werden. Der Schotteraufbau bietet dann für die Gründung über eine Bodenplatte eine ausreichende Tragfähigkeit.

Vor dem Einbau des Schotters / Recyclingmaterials sind die Gründungssohlen statisch nachzuverdichten, ggfs. aufgeweichte oder organische Bereiche sind komplett zu entfernen. Dies gilt insbesondere für die tiefer reichenden Wurzeln der größeren Bäume im Baufeld, die für die Neubauten vollständig zu entfernen sind.

Als Recyclingmaterial ist Betonbruch ohne Fremdstoffe mit Feinkornanteilen ($d \leq 0,063$ mm) von maximal 15 % zu verwenden. Das Recyclingmaterial muss eine stetige Körnungslinie aufweisen, Ausfallkörnungen sind nicht zulässig. Die geotechnische Eignung des Recyclingmaterials sollte anhand von Körnungslinien und Proctorversuchen nachgewiesen werden. Umwelttechnisch ist die Unbedenklichkeit des Materials durch eine LAGA-Analyse nachzuweisen. Es sollte nur Material der Einbauklassen Z 0 bis maximal Z 1.1 eingebaut werden.

Aufgrund der geringen Plastizität sind die an der Aushubsohle anstehenden Böden sehr wasserempfindlich. Schon geringe Wasserzutritte genügen, um aus einem steifen Schluff einen weichen oder gar breiigen Boden zu machen. Auch reagieren die Böden empfindlich auf mechanische und insbesondere dynamische Beanspruchungen beim Baubetrieb. Die Aushubsohlen sind deshalb unmittelbar nach dem



Freilegen durch mindestens 20 cm Recyclingmaterial / Schotter zu versiegeln. Es ist ein Geotextil $\geq 200 \text{ g/m}^2$ zwischen dem anstehenden Boden und dem Schotter einzubauen. Die Arbeiten sind nur bei trockener Witterung durchzuführen.

Um die Frostsicherheit des Neubaus zu gewährleisten, sind umlaufend um die Bodenplatte Frostschrüzen auszubilden, die mindestens 0,8 m unter die spätere GOK einbinden, sofern der eingebaute Schotter nicht frostsicher sein sollte.

Für die Gründung **des Verwaltungsgebäudes** über eine Bodenplatte kann für die Vordimensionierung auf der Grundlage von grob geschätzten Lasten ein Bettungsmodul von 8 MN/m^3 angesetzt werden, der an den freien Rändern auf einem 1 m breiten Streifen auf 13 MN/m^3 erhöht werden kann. Es werden zunächst grob geschätzt Setzungen bis 2 cm erwartet.

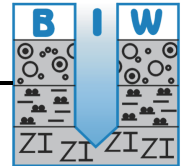
Der Neubau ist durch eine druckwasserdichte, konsequente Fuge vom bestehenden Gebäude zu trennen, um Mitnahmesetzungen durch eine Haftreibung zu vermeiden. Die Setzungsunterschiede am Übergang von Bestandsgebäude zum Neubau sind zu berücksichtigen.

Es wird um Übersendung der Berechnung der Bodenplatten gebeten, um die o.g. Angaben überprüfen und ggfs. modifizieren zu können. Erst in Kenntnis der Lasten etc. können genaue Angaben zu den Setzungen und den Setzungsunterschieden gemacht werden.

Vor dem Herstellen der Sauberkeitsschicht bzw. der Bodenplatte ist sicher zu stellen, dass die Gründungssohle in der wie oben beschrieben verdichteten Verfüllung liegt. Es wird dringend empfohlen, nach Freilegen der Aushubsohle den Baugrundgutachter zur Abnahme der Aushubsohle bzw. der Verdichtung zu bestellen.

8.2.1 Gründung der Lagerhalle

Die Hallenerweiterung wird nach den vorliegenden Unterlagen nicht unterkellert. Nach den uns vorliegenden Informationen soll die Oberkante des Fußbodens auf dem Niveau der angrenzenden Halle D bei etwa 253,83 mNN liegen. Die Gründung erfolgt somit nach den Ergebnissen der Erkundungen bei einer frostfreien Einbindung von der Geländeoberkante von mindestens 80 cm im nordwestlichen Bereich in der Auffüllung und im südöstlichen Bereich wahrscheinlich in den dichten gelagerten, schwach kiesigen und schluffigen Sanden. Allerdings haben wir hier das Gründungsniveau nicht erreichen können, weshalb wir unbedingt eine Abnahme der Gründungssohle durchführen müssen.



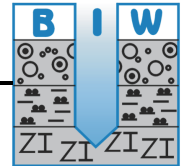
Die Auffüllung im nordwestlichen Bereich ist bis auf die dichten Sande (z.B. im Bereich der Bohrung RKS 2 bis 1,6 m und im Bereich der Sondierung DPH 3 bis 1,5 m unter GOK) auszuheben. Die Aushubsohle ist intensiv nachzuverdichten, ggfs. aufgeweichte oder organische Bereiche sowie etwaige Bauwerksreste sind komplett zu entfernen. Insbesondere sind die tiefer reichenden Wurzeln der größeren Bäume im Baufeld vollständig zu entfernen sind. Anschließend ist die fehlende Aufbauhöhe mit Recyclingmaterial oder Magerbeton aufzufüllen. Das Recyclingmaterial ist in max. 30 cm dicken Lagen einzubauen und jeweils auf 103 % Proctordichte zu verdichten. Der ordnungsgemäße Einbau ist lagenweise durch z.B. statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuweisen. Es ist ein E_{V2} -Wert von mindestens 60 MN/m² bei einem Verhältniswert von $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ je Einbaulage nachzuweisen, sofern durch den Tragwerksplaner keine höheren Werte gefordert werden.

Als Recyclingmaterial ist Betonbruch ohne Fremdstoffe mit Feinkornanteilen ($d \leq 0,063$ mm) von maximal 15 % zu verwenden. Das Recyclingmaterial muss eine stetige Körnungslinie aufweisen, Ausfallkörnungen sind nicht zulässig. Die geotechnische Eignung des Recyclingmaterials sollte anhand von Körnungslinien und Proctorversuchen nachgewiesen werden. Umwelttechnisch ist die Unbedenklichkeit des Materials durch eine LAGA-Analyse nachzuweisen. Es sollte nur Material der Einbauklassen Z 0 oder Z 1.1 eingebaut werden.

Im südöstlichen Bereich sind die Gründungssohlen intensiv nachzuverdichten, ggfs. aufgeweichte oder organische Bereiche sind zu entfernen und durch nicht organischen Sand bzw. geeignetes Recyclingmaterial zu ersetzen.

Der oben beschriebene Aufbau (im nordwestlichen Bereich) und die dichten Sande (im südöstlichen Bereich) bieten für die geplante Gründung eine ausreichende Tragfähigkeit. Es wird eine Abnahme der Aushub- bzw. der Gründungssohlen dringend empfohlen. Dies gilt insbesondere für den höher liegenden, südöstlichen Bereich.

Unter Beachtung der vorgenannten Hinweise, kann für lotrechte, mittige Lasten bei mindestens frostsicherer Einbindung von 80 cm zur Vordimensionierung in Abhängigkeit von der Fundamentbreite folgende zulässige Bodenpressung σ_{zul} (charakteristisch) angesetzt werden:



für Streifenfundamente:

| Fundamentbreite | σ_{zul} | erwartete Setzungen |
|-----------------|-------------------------|---------------------|
| 60 cm | 330 kN / m ² | ~ 0,5 cm |
| 80 cm | 350 kN / m ² | < 1,0 cm |
| 120 cm | 400 kN / m ² | < 1,0 cm |

und für die Einzelfundamente bei einem Seitenverhältnis a/b = 1:

| Fundamentbreite | σ_{zul} | Erwartete Setzungen |
|-----------------|-------------------------|---------------------|
| 80 cm | 420 kN / m ² | < 0,5 cm |
| 100 cm | 430 kN / m ² | ~ 0,5 cm |
| 120 cm | 450 kN / m ² | < 1,0 cm |

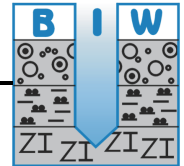
Zwischenwerte können interpoliert werden. Geneigte oder außermittige Lasten sind gemäß DIN 1054 zu berücksichtigen. Bei Ansatz der Bemessungswerte (design Werte) können die oben aufgeführten Werte mit dem Faktor 1,4 multipliziert werden. Voraussetzung für die vorgenannten Angaben sowie die Gründung ist, dass nach dem Aushub die Oberfläche des Sandes intensiv nachverdichtet wird und dadurch die Gründungssohlen im mindestens dichten Sand oder im wie oben beschrieben verdichteten Aufbau liegen. Etwaige Auffüllungen oder organische Schichten unten den Gründungssohlen sind zu entfernen.

Es wird um Vorlage eines Fundament- und Lastenplanes gebeten, um die o.g. Werte zu prüfen und die Kennwerte zu bestätigen bzw. ggfs. zu modifizieren. Erst in Kenntnis des Gründungskonzeptes können genauere Angaben zu den Setzungen gemacht werden.

Der Neubau ist durch eine druckwasserdichte, konsequente Fuge vom bestehenden Gebäude zu trennen, um Mitnahmesetzungen durch eine Haftreibung zu vermeiden. Die Setzungsunterschiede am Übergang von Bestandsgebäude zum Neubau sind zu berücksichtigen.

Der Verdichtungsdruck auf das Bestandgebäude ist zu berücksichtigen. Ferner sind der **Verdichtungs- und der aktive Erddruck** im südöstlichen Bereich der Halle zu beachten.

Vor dem Herstellen der Gründungen bzw. des Aufbaus ist sicher zu stellen, dass die Aushubsohle in dem ausreichend nachverdichteten Sand liegt. Es wird dringend empfohlen, nach Freilegen der Gründungssohlen den Baugrundgutachter zur Abnahme der Gründungssohle und zur Kontrolle der Verdichtung zu bestellen.



8.2.2 Hallenboden der Logistikhalle

Unter der Bodenplatte der Logistikhalle sind organisches bzw. mit Wurzeln durchsetztes Material, Oberflächenversiegelungen sowie die organischen Böden vollflächig zu entfernen. Größere massive Bauwerksreste müssen bis 50 cm unter die Bodenplatte entfernt und durch homogenes Material ersetzt werden. Der anstehende Sand ist bis auf das erforderliche Niveau abzuschieben und das so entstandene Planum intensiv nachzuverdichten. Ggfs. fehlende Aufbauhöhe kann durch an anderer Stelle ausgehobenen, nicht organischen Sand, durch Recyclingmaterial oder Schotter ersetzt werden. Als Recyclingmaterial ist Betonbruch z.B. der Körnung 0/32 ohne Fremdstoffe mit einem Feinkornanteil ($d \leq 0,063$ mm) von maximal 15 % zu verwenden. Das Recyclingmaterial muss eine stetige Körnungslinie aufweisen, Ausfallkörnungen sind nicht zulässig. Beim Einbau von Recyclingmaterial sind die umwelttechnischen Randbedingungen zu beachten. Es wird empfohlen, nur Material bis maximal Z 1.1 einzubauen.

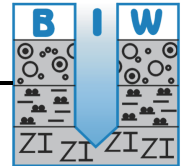
Die Eignung des Recyclingmaterials ist mittels Körnungslinien und Proctorversuchen nachzuweisen. Alle eingebauten Böden sind auf mindestens 100 % Proctordichte, im Bereich des Gebäudes auf mindestens 103 % Proctordichte zu verdichten. Die vorgenannten Angaben gelten auch für Naturschotter.

Auf der Oberfläche des Sandes ist ein Verformungsmodul E_{V2} von mindestens 80 MN/m² nachzuweisen, jeweils bei einem Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} < 2,2$ im Bereich des Neubaus und außerhalb $E_{V2}/E_{V1} < 2,3$. Im nordwestlichen, tieferen Bereich ist hierfür ggfs. bis ca. 50 cm unter UK Bodenplatte ein Schotteroberbau einzubauen.

Unter der Bodenplatte sind die oberen 20 cm mit gut abgestuftem Schotter aufzubauen und auf mind. $E_{V2} = 100$ MN/m² bei einem Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} < 2,2$ zu verdichten. Sofern durch den Tragwerksplaner höhere Anforderungen an den Oberbau gestellt werden, ist der Aufbau entsprechend zu ändern. Der ordnungsgemäße Einbau ist z.B. durch Plattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuweisen.

Es ist eine Frostschräge umlaufend (an den freien Seiten) auszubilden, die mindestens 80 cm unter die spätere Geländeoberkante einbindet.

Für die Angabe eines Bettungsmoduls wird um Angabe der Lasten auf die Bodenplatte aus der Logistikhalle gebeten.



9 Baugrube

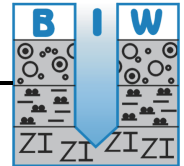
Für die Herstellung der Baugrube ist die DIN 4124 zu beachten. Soweit die Baugrube einen ausreichenden Abstand zu Ver- und Entsorgungsleitungen im Untergrund oder den Nachbargrundstücken aufweist, kann die Baugrube geböscht angelegt werden. Diese Böschungen können bis zu einer Höhe von 5 m ohne Nachweis unter 60° im mind. Steifen Schluff und unter 45° in der Auffüllung und im Sand geböscht werden.

Alle Böschungsoberflächen sind mit Baufolien abzudecken und zu sichern. Der Standort des Krans und die weitere Baustellenreinrichtung sind auf das Baugrubenkonzept abzustimmen.

Im Bereich zum Nachbargrundstück im Süden muss im Vorfeld geklärt werden, ob ggfs. eine geringfügige Böschung auf dieses Grundstück möglich ist. Ansonsten wäre ein „Verbau“ erforderlich.

An der nordöstlichen Seite des geplanten Verwaltungsgebäudes und an der nordwestlichen Seite der geplanten Halle F grenzen die Neubauten direkt an die Nachbargebäude. Nach unserem Kenntnisstand sind die Bestandsgebäude in diesem Bereich nicht unterkellert. Hier ist die ausgeführte Gründungstiefe der Bestandsbebauung vorab zu prüfen. Sollte die ausgeführte Gründungstiefe oberhalb von 0,5 m unter der geplanten Gründung- bzw. Aushubsole liegen, wäre hier eine Sicherung z.B. mittels Unterfangung nach DIN 4123 erforderlich.

Auf die Randbedingungen der DIN 4123 wird hingewiesen. Eine Unterfangung ist gemäß der DIN 4123 abschnittsweise an einer Gebäudeseite beginnend in maximal bis 1,25 m breiten Gräben durchzuführen. Zwischen gleichzeitig hergestellten Gräben ist ein Abstand von mindestens der dreifachen Breite eines Stichgrabens einzuhalten. Eine sichere Kraftübertragung zwischen Unterfangungs- und Gründungskörper des Bestandsgebäudes muss sichergestellt werden. Hohlräume sind direkt mit Magerbeton bei Zugabe eines Quellmittels kraftschlüssig zu verfüllen. Es ist darauf zu achten, dass das Material unter der Nachbargründung nicht ausrieselt. Das Erreichen der Betonfestigkeiten ist zwischen den einzelnen Abschnitten abzuwarten. Es ist sicher zu stellen, dass die zu unterfangende Wand als Scheibe wirkt. Öffnungen sind ggfs. zu schließen oder aber auszusteifen. Die Unterfangung ist mit den o.g. Bodenkennwerten statisch nachzuweisen. Verformungen an den Gebäuden infolge einer Unterfangung sind nicht auszuschließen, können durch eine fachgerechte Durchführung allerdings auf ein Minimum begrenzt werden. Vor Beginn einer Unterfangung wäre eine Beweissicherung durchzuführen.



Sollte die Gründungssohle der Logistikhalle lokal tiefer als 5 m unter der derzeitigen Geländeoberkante liegen, muss die Baugrubenböschung erdstatisch nachgewiesen werden.

Beim Aushub der Baugrube muss im Bereich der Auffüllung ggfs. mit grobem Bau-schutt gerechnet werden. Deshalb sollte bereits in der Ausschreibung darauf und auf die Bodenklassen 6 und 7 hingewiesen werden. Die Einheitspreise für Lösen / Laden der Bodenklassen 6 und 7 sind im Vorfeld zu vereinbaren.

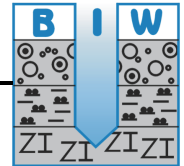
Wie bereits im Kapitel 8, Gründung erwähnt, sind alle aus der Vornutzung verbliebenen Gebäudereste etc. unter der geplanten Bodenplatte bis mindestens 50 cm unter Gründung rückzubauen, um unterschiedliche Lagerungsbedingungen unter der Neugründung und dadurch eine Schiefstellung des Neubaus zu minimieren.

Der Arbeitsraum sollte z.B. mit Recyclingschotter, Schotter oder Kiessand verfüllt werden, wobei eine Trennung gegen den teilweise anstehenden bindigen Boden durch ein Geovlies erforderlich wird. Bei Verwendung von Kiessand oder Recyclingmaterial ist dafür zu sorgen, dass keine „Wassersäcke“ entstehen. Der Einbau des Materials muss lagenweise in maximal bis 30 cm dicken Schichten erfolgen. Es ist zu berücksichtigen, dass das Größtkorn des eingebauten Materials $2/3$ der vorgegeben Schütthöhe nicht überschreitet.

Der Einbauwassergehalt muss etwa dem optimalen Wassergehalt entsprechen oder besser auf der trockenen Seite der Proctorkurve liegen. Der eingebaute Boden muss dort, wo er anschließend überbaut wird, auf 103 % Proctordichte, ansonsten auf 100 % verdichtet werden. Die erreichte Verdichtung ist durch Plattendruckversuche nach DIN 18134 in jeder zweiten Lage zu prüfen und zu dokumentieren. Es ist ein Verhältniswert $E_{V2} / E_{V1} \leq 2,2$ (in Bereichen mit erf. 103 % Proctordichte) bzw. 2,3 (in Bereichen mit erf. 100 % Proctordichte) nachzuweisen.

10 Trockenhaltung der Baugrube und des Bauwerks

Im Rahmen der Baugrunderkundung am 29. September 2015 wurde das Grundwasser in der Bohrung RKS 1 bei 2,6 m unter GOK bzw. bei 248,6 mNN festgestellt. Der Grundwasserstand ist für das nicht unterkellerte Bauwerk nicht maßgebend. Das Niederschlagswasser und das etwaige Schichtwasser muss unmittelbar gefasst und schadlos abgeleitet werden. Dafür ist eine Tagwasserhaltung vorzuhalten.



Etwaige in den Boden einbindende Bauteile müssen wegen der recht geringen Wasserdurchlässigkeit des Bodens von weniger als 10^{-4} m/s gegen zeitweise aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18195-6 und ab einer Einbindetiefe von 3 m unter der späteren GOK oder hangseitig gegen drückendes Wasser nach DIN 18195-6 abgedichtet werden. Dies ist insbesondere bei der Logistikhalle zu beachten.

Bei einer Ausbildung als weiße Wanne ist zu beachten, dass Beton kein absolut dichter Baustoff ist und eine Restwasserdiffusion bzw. Restwasserkapillarität erhalten bleibt. Dieser kann allerdings durch ausreichende Lüftung entgegengewirkt werden.

Beim Vorliegen einer besonderen Anforderung an die Räumlichkeiten (Technik, Archiv, etc.), ist die Weiße Wanne bzw. der wasserundurchlässige Beton ggfs. zusätzlich nach DIN 18195-6 z.B. mit polymermodifiziertem Bitumen abzudichten. Dieses elastische Material würde auch bei einer möglichen Rissbildung eine Überbrückung der Schwachstellen bis zu einem gewissen Grad übernehmen können.

Vor dem Wiederverfüllen der Arbeitsräume sind diese von sämtlichen Fremdmaterialien wie Folien, Betonresten, Mörtel, Resten von Beschichtungen, etc. zu befreien. Zugeschlammte Bereiche sind bis auf den gewachsenen Boden zu entfernen. Nur so wird das zusätzliche Aufstauen von Sickerwasser wirksam verhindert.

11 Verkehrsflächen

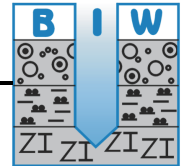
Für den Unterbau von Verkehrsflächen sind die ZTVE-StB und die RStO 12 zu beachten. Der Schluff und die Auffüllung sind wegen der bindigen Anteile im oberflächennahen Bereich in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 einzustufen.

In Anlehnung an die Belastungsklasse 3,2 sollte eine Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus von 60 cm gewählt werden. Der ordnungsgemäße Einbau der Tragschichten ist z.B. durch Plattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuweisen.

Bei Ansatz einer Belastungsklasse 3,2 sind bei einer Asphaltbauweise auf dem Planum ein Verformungsmodul $E_{V2} = 45 \text{ MN/m}^2$ und auf der Tragschicht von $E_{V2} = 120 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$ nachzuweisen.

12 Umwelttechnische Untersuchungen

Für die Entsorgung der Aushubmassen sind die Zuordnungswerte des Merkblattes „Entsorgung von Bauabfällen - Zuordnungswert Boden“ maßgebend. Diese stellen die Obergrenzen der jeweiligen Einbauklassen bei der Verwendung und Entsorgung



von Boden dar. Die Gehalte bis Z 0 kennzeichnen einen unbelasteten Boden und somit einen uneingeschränkten Einbau. Der Zuordnungswert Z 1 stellt die Obergrenze für den offenen Einbau unter bestimmten Nutzungseinschränkungen dar. Erdaushub bis Z 1.1 wird i.d.R. ohne Zusatzkosten entsorgt. Bis Z 2 ist ein Einbau nur unter definierten technischen Sicherungsmaßnahmen möglich, werden die Z 2 - Werte überschritten ist ein Einbau / Ablagerung nur auf Deponien zulässig.

Aus den Kleinrammbohrungen RKS 1 bis RKS 3 wurden Bodenproben aus der Auffüllung entnommen. Aus den Einzelproben wurde eine Mischprobe MP 1 gebildet und der Wessling GmbH zur Analyse auf die Parameter des Merkblatts „Entsorgung von Bauabfällen - Zuordnungswert Boden“, Stand 15. Mai 2009 übergeben.

Die Analyseergebnisse liegen in der Anlage 3, die Gegenüberstellung von den Analysewerten der Bodenproben zu den Zuordnungswerten in den Anlagen 4 und das Probenahmeprotokoll in der Anlage 5 diesem Bericht bei.

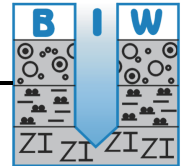
Nach den Analysen ist die Mischprobe MP 1 als in die **Zuordnungsklasse Z 1.1** nach LAGA Boden infolge des Kohlenwasserstoffgehaltes (110 mg/kg) im Feststoff einzustufen.

Das Material ist nach den vorliegenden Analyseergebnissen zu verwerten bzw. zu entsorgen.

Es wird empfohlen, zu Beginn der Erdbauarbeiten im Raster von ca. 500 m³ Aushub weitere Deklarationsanalysen des Aushubs durch den Baugrundsachverständigen getrennt nach Auffüllung und anstehendem Boden ausführen zu lassen. Diese noch erforderlichen Analysen sollten im Vorfeld der Baumaßnahme vor Beginn der Aushubarbeiten erfolgen, um Verzögerungen des Bauablaufs zu vermeiden

Die zuvor genannten Maßnahmen sollten in der Ausschreibung berücksichtigt werden. Mit dem Erdbauer sollte in jedem Fall der Einheitspreis für Material der Einbauklassen Z 0 und Z 1.1 nach LAGA je Tonne vereinbart werden.

Bei der Preisbildung ist zu berücksichtigen, dass Material bis Z 1.1 fast uneingeschränkt offen z.B. beim Straßenbau, beim Verfüllen von Gruben und anderen Erdbaumaßnahmen wieder eingebaut werden kann, wenn das Schutzgut Grundwasser entsprechend den Vorgaben berücksichtigt wird.



Ferner sollten auch die Einheitspreise für Materialien der Zuordnungswerte Z 1.2, Z 2 und > Z 2 (DK 0 bis DK III) nach LAGA bzw. der Deponieverordnung mit dem Erdbauer je Tonne vereinbart werden.

13 Sicherung der Nachbarbebauung

Bei sachgerechter Ausführung der Erd- und Rohbauarbeiten ist nicht mit nennenswerten Schäden im Umfeld der Baumaßnahme zu rechnen. Verformungen an den Gebäuden infolge einer Unterfangung sind nicht auszuschließen, können durch eine fachgerechte Durchführung allerdings auf ein Minimum begrenzt werden. Um für ggfs. aufkommende Diskussionen eine verhandlungsfähige Basis zu schaffen, wird empfohlen, den Zustand der angrenzenden Gebäude und der angrenzenden Wege, Straße und Grundstücksgrenzen zumindest fotografisch zu dokumentieren.

A handwritten signature in blue ink that reads 'Averkamp'.

Dipl.-Ing. Markus Averkamp

A handwritten signature in blue ink that reads 'Westhaus'.

Dr.-Ing. Tilman Westhaus