

Gutachten

BV Logistik Immobilie, Gewerbegebiet Lerbeck, Porta Westfalica (Teil 1, Units 1 - 3)

Projekt-Nr: CAL-18-0819
Auftrags-Nr: CAL-10244-19

Auftraggeber: Fiege Logistik Stiftung & Co. KG
Joan-Joseph-Fiege Str. 1
48268 Greven

Auftragsdatum: 15.05.2019

Projektleiter: M. Sc. Geowissenschaften Alexander Schek

Altenberge, 19.07.2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Verwendete Unterlagen.....	5
3	Standortbeschreibung und Bauvorhaben.....	7
3.1	Standortbeschreibung	7
3.2	Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse, Bodenschichtung	9
3.2.1	Örtliche geologische Verhältnisse.....	9
3.2.2	Hydrogeologische Verhältnisse	10
4	Geotechnische Kategorie	11
5	Durchgeführte Untersuchungen.....	11
5.1	Rammkernsondierungen und Rammsondierungen.....	11
5.2	Laboruntersuchungen.....	13
6	Untersuchungsergebnisse	14
6.1	Beschreibung und Darstellung der Untergrundverhältnisse im Untersuchungsgebiet.....	14
6.1.1	Rammkernsondierungen (RKS).....	14
6.1.2	Rammsondierungen (DPH)	16
6.1.2.1	Südlicher Untersuchungsbereich	16
6.1.2.2	Nördlicher Untersuchungsbereich.....	17
6.2	Grundwasser	18
7	Laboruntersuchungen.....	18

7.1	Chemische Analytik.....	18
7.2	Bodenmechanische Laboruntersuchungen.....	21
8	Geotechnische Klassifizierungen der anstehenden Böden	22
8.1	Einstufung der Böden in Bodenklassen/Homogenbereich (DIN 18 300), Bodengruppen (DIN 18 196), Frostempfindlichkeit (ZTV E-StB 17) sowie Verdichtbarkeit (ZTV-A StB 12)	22
8.2	Bodenmechanische Kennwerte	25
9	Erdbebenzone nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 bzw. EC 8 (ehemals DIN 4149:2005-04).....	26
10	Maßnahmen zur Herrichtung des Baugrundes	27
11	Gründungstechnische Folgerungen.....	30
11.1	Gründungsart	30
11.2	Hinweise zur Baugrubensicherung	30
11.3	Bauzeitliche Wasserhaltung	31
11.4	Belastung des Baugrundes.....	31
11.5	Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)	33
11.6	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS).....	35
11.7	Hallenbodenunterbau	35
12	Bautechnische Verwendung des Aushubmaterials	36
13	Abfalltechnische Beurteilung von Bodenaushub.....	37
14	Schutz des Gebäudes gegen Grund- und Oberflächenwasser	39
14.1	Schutz des Gebäudes gegen Grundwasser	39
14.2	Schutz des Gebäudes gegen Oberflächenwasser	39

15	Versickerung von Niederschlagswässern	40
16	Cut & Fill Bereiche (Massenbilanzberechnung)	41
17	Hinweise zur Ausführung von Verkehrsflächen.....	42
18	Allgemeine Hinweise	45

Anlagen

- Anlage 1: Übersichtslageplan
- Anlage 2: Lageplan mit Untersuchungsstellen 1. BA
- Anlage 3: Bohrprofile, Rammdiagramme und Schichtenverzeichnisse
- Anlage 4.1: Profilschnitt S-N (Achse-A)
- Anlage 4.2: Profilschnitt S-N (Achse-E)
- Anlage 4.3: Profilschnitt S-N (Achse-I)
- Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche
- Anlage 6: Setzungsberechnungen Einzel- und Streifenfundamente
- Anlage 7: Chemische Analytik (Prüfbericht CAL19-076060-1)
- Anlage 8: Systemskizze Planungshöhen
- Anlage 9.1: Cut & Fill (Massenbilanzberechnung)
- Anlage 9.2: Digitales Geländemodell (DGM)

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 5 von 45**

1 Einleitung

Die Fiege Logistik Stiftung & Co.KG plant den Neubau von Logistikgebäuden auf einem ca. 87.200 m² großen Grundstück im Gewerbegebiet Lerbeck in Porta Westfalica. Das Grundstück ist in zwei Bauabschnitte von ca. 46.700 m² (1. Bauabschnitt) sowie ca. 40.500 m² (2. Bauabschnitt) unterteilt.

Zur Grundlagenermittlung für weitere Planungen zur Bauausführung und Gebäudestatik wurde die WESSLING GmbH mit der Durchführung von geotechnischen Untersuchungen zur Feststellung der Baugrundverhältnisse und der Klärung möglicher Altlastenverdachtspunkte bzw. abfalltechnischen Beurteilung beauftragt.

Im vorliegenden Bericht werden die Untersuchungen, die Untersuchungsergebnisse sowie die daraus abgeleiteten Empfehlungen für den ersten Bauabschnitt (1. BA, Units 1 - 3) erläutert.

Die Untersuchungen und Untersuchungsergebnisse aus dem Bereich des zweiten Bauabschnitts (2. BA) werden in einem weiteren geotechnischen Gutachten zum Neubau des Logistikgebäudes in Porta Westfalica (2. Bauabschnitt, Units 4 – 5) durch die WESSLING GmbH behandelt und dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

2 Verwendete Unterlagen

Folgende Unterlagen wurden für die Erstellung des vorliegenden Berichtes verwendet:

- [1] Neubau Logistik-Immobilie Porta Westfalica, Maßstab 1:1.000, 09.05.2019, Fiege Logistik Stiftung & Co. KG
- [2] Grohe DC – Gebäudekonzept (Systemskizze der optimierten Höhenlage)
- [3] Vermessungsplan im Maßstab 1:500, Neuenhausen Vermessungsbüro, 22.05.2019
- [4] Ortsbesichtigung und Ergebnisse der Feldarbeiten (03.06 bis 06.06.2019)
- [5] ELWAS-WEB Kartenserver des Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 6 von 45**

- [6] Geologischer Dienst NRW- Webbasiertes GEOportal.NRW
- [7] Statik im Erdbau, Henner Türke, 3. Auflage 1998
- [8] Eurocode 7 (EC 7), Band 1 und Band 2 sowie die entsprechenden nationalen Anhänge
- [9] Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 17.03.1998
- [10] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.07.1999
- [11] LAGA 20 - Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln – (Stand 2004)
- [12] ZTVE-StB 17 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
- [13] RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen. Ausgabe 2012 (RStO 12), Forschungsgesellschaft Straßen- und Verkehrswesen FGSV
- [14] Industrieböden aus Beton, Zement-Merkblatt Tiefbau 1.2006
- [15] Arbeitsblatt DWA-A-138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser 2005

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 7 von 45**

3 Standortbeschreibung und Bauvorhaben

3.1 Standortbeschreibung

Das Baugrundstück befindet sich im Ortsteil Lerbeck nördlich des Stadtzentrums Porta Westfalica. Westlich des Baugrundstücks verläuft in ca. 1 km Entfernung die Weser. An der nördlichen Grundstücksseite grenzt die Bundesstraße 482 (s. Anlage 1 und 2). Südlich des Baugrundstückes steigt das Gelände zum Wiehengebirge an. Die Größe des gesamten Baugrundstücks (1. + 2. BA) beträgt den vorliegenden Planunterlagen ca. 87.200 m². Davon entfallen den vorliegenden Planunterlagen [1] zufolge ca. 46.700 m² auf den 1. Bauabschnitt. Vom Logistikgebäude inkl. Mezzanin Unit 1-3 werden ca. 31.260 m² in Anspruch genommen. Weitere knapp 8.000 m² werden als Verkehrs- und Stellflächen für Lkw und Pkw genutzt und ca. 7.440 m² verbleiben als Grünflächen.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Liegenschaft in der Übersicht mit farblicher Kennzeichnung des Baugrundstücks dargestellt (s. nachfolgende Abb. 1 und Anlage 1).

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 8 von 45

Abb. 1: Übersichtslageplan mit Kennzeichnung der Lage des Baugrundstücks



Quelle Vorlage Lageplan: openstreetmap.org

Das Baugrundstück ist unversiegelt und wurde bislang nur landwirtschaftlich als Ackerfläche genutzt. Das Gelände zeigt mit einem max. Höhenunterschied von min. ca. +48,45 mNN bis max. +57,10 mNN (= 8,65 m) ein deutliches Gefälle in nordöstliche Richtung.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 9 von 45**

Detaillierte Angaben liegen zum derzeitigen Planungsstand nicht vor. Daher liegen derzeit auch keine Angaben über mögliche Bauwerkslasten oder konkrete Gründungsvarianten vor, da sich die weiteren Planungen an den im vorliegenden Bericht dargestellten und bewerteten Untersuchungsergebnissen orientieren werden. Für die weiteren Ausführungen wird gem. [2] zunächst davon ausgegangen, dass die Höhe der OKFF der Hallensohle bei + 51,30 mNN liegt.

Die Untersuchungen wurden während der Planungsphase zur Grundlagenermittlung durchgeführt. Das vorliegende Gutachten geht aufgrund des Umfangs der durchgeführten Feldarbeiten und der weitergehenden Aussagen zum Baugrund und möglichen Bauwerkslasten bzw. Gründungsvarianten über den Umfang einer orientierenden Untersuchung hinaus und entspricht prinzipiell einer Hauptuntersuchung gem. DIN 4020 bzw. EC 7.

Die im vorliegenden Gutachten gemachten Aussagen und Angaben sind jedoch im Zuge weiter fortschreitender Planung und Spezifikationen über Gründungshöhen und Gründungsarten zu überprüfen.

Sollten während der Erdarbeiten örtlich Abweichungen von den im Baugrundgutachten beschriebenen Verhältnissen angetroffen werden, ist der Gutachter hinzuzuziehen.

3.2 Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse, Bodenschichtung

3.2.1 Örtliche geologische Verhältnisse

Laut der webbasierten geologischen Übersichtskarte [4 und 5], befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich quartärer Ablagerungen der älteren Saale- sowie jüngeren Weichsel-Kaltzeit. Im südlichen Bereich der Untersuchungsfläche konnten Ablagerungen einer Grundmoräne aus der Saale-Kaltzeit bestehend aus sandigen, kiesigen Schluffen z.T. mit Steinen (nordisches Geschiebe) festgestellt werden.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 10 von 45**

Der nördliche Untersuchungsbereich ist gekennzeichnet durch quartäre fluviatile Sedimente der Niederterrasse aus der Weichsel-Kaltzeit bestehend aus kiesigen z.T. schluffigen Sanden. Die Sedimente der Niederterrasse sind weitestgehend überlagert mit Hochflutablagerungen aus tonig, sandigen Schluffen.

Punktuell können kleinräumige Schlufflinsen in den Kiessanden der Niederterrasse eingeschaltet sein (z.B. RKS A9, E7).

Die Basis der Terrasse im nördlichen Untersuchungsbereich wurde im Rahmen der Bohrarbeiten nicht erreicht. Erfahrungsgemäß wird diese bei deutlich > 10 m Tiefe unter Geländeoberkante liegen.

3.2.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Die nahegelegene Weser ist der örtliche und regionale Hauptvorfluter. Das Grundwasser im Bereich des Baugrundstücks wird direkt der Weser zuströmen.

Im Zuge der Untersuchungen konnte bis zur Endteufe von max. 10 m unter GOK kein Grundwasser angetroffen werden.

Gem. [5] bewegt sich das Grundwasser im nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes innerhalb der Terrassensanden, die den Porengrundwasserleiter bilden. Der Grundwasserkörper im nördlichen Untersuchungsbereich kann der „Niederung der Weser“ zugeordnet werden.

Im südlichen Untersuchungsbereich hingegen bewegt sich das Grundwasser nach [5] in den Klüften des kreidezeitlichen Festgesteins und kann dem Grundwasserkörper „Mittlere Weser Festgestein rechts“ zugeordnet werden.

Nach der webbasierten Karte [4] liegt die Untersuchungsfläche außerhalb eines Wasserschutzgebietes und eines festgesetzten Überschwemmungsgebietes.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 11 von 45**

4 Geotechnische Kategorie

Das geplante Bauvorhaben wird aufgrund des Umfangs der Bebauung und der vorgesehenen Flachgründung zunächst in die geotechnische Kategorie „2“ eingeordnet.

5 Durchgeführte Untersuchungen

5.1 Rammkernsondierungen und Rammsondierungen

Im Zuge der Feldarbeiten vom 03. bis 06.06.2019 wurden insgesamt 23 Rammkernsondierungen (RKS) gemäß DIN EN ISO 22475-1 (ehem. DIN 4022) bis in eine maximale Tiefe von 9,3 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Zwei RKS wurden davon im Bereich von geplanten Verkehrsflächen bis in eine Tiefe von 3 m unter GOK abgeteuft. Die Aufnahme der lithologischen Schichtenfolge ist in den Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen in der Anlage 3 bzw. in den Profilschnitten der Anlage 4 dargestellt.

14 der Rammkernsondierungen wurden als kombinierter Baugrundaufschluss zusammen mit schweren Rammsondierungen (DPH) gemäß DIN EN ISO 22476-2 (ehem. DIN 4094) bis in mindestens die gleiche Tiefe bzw. bis zur Geräteauslastung ausgeführt. An drei Untersuchungsstellen wurden oberflächennah zur besseren Auflösung der Schlagzahlen ergänzend leichte Rammsondierungen (DPL) ausgeführt (vgl. DPL 1, DPL I5 und DPL I9). Dabei wurden die Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe ermittelt, die Rückschlüsse über die Lagerungsdichte und damit indirekt die Tragfähigkeit des Bodens erlauben. Die Ergebnisse sind als Rammprofile mit den jeweiligen Rammkernsondierungen zusammen dargestellt und finden sich ebenfalls in der Anlage 3 bzw. 4.

Alle Bohr und Rammansatzpunkte wurden nach Lage und absoluter Höhe mittels GPS-Gerät eingemessen und sind im Lageplan in der Anlage 2 dargestellt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die durchgeführten Rammkernsondierungen und Rammsondierungen zusammenfassend mit den Geländehöhen und Aufschlusstiefen aufgeführt.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 12 von 45
Tabelle 1: Übersicht der durchgeführten Bohr- und Rammarbeiten

Aufschluss	Geländehöhe [mNN]	Bohr-/Rammtiefe [m]
RKS/DPL/DPH 1	57,10	9,3 / 0,8 / 10,0
RKS/DPH 3	54,92	7,0 / 7,0
RKS/DPH A5	53,12	7,0 / 7,0
RKS A7	51,48	5,0
RKS/DPH A9	50,29	6,3 / 7,0
A13	49,62	5,0
RKS/DPH B17	49,18	7,0 / 7,0
RKS D1	56,71	7,0
RKS/DPH D3	54,22	7,0 / 7,0
RKS E5	52,64	5,0
RKS/DPH E7	51,06	6,3 / 7,0
RKS E9	49,80	5,0
RKS/DPH E13	49,14	5,0 / 4,7
RKS E17	48,64	5,0
RKS/DPH I1	55,34	8,4 / 10,0
RKS I3	53,36	7,0
RKS/DPL I5	51,86	7,0 / 7,0
RKS I7	50,44	5,0
RKS/DPL/DPH I9	49,34	6,6 / 2,6 / 6,7
RKS I13	48,84	5,0
RKS/DPH I17	48,45	5,4 / 7,0
VK 1	53,53	3,0
VK 2	49,57	3,0

Ab den in Tabelle 1 angegebenen Tiefen war entweder die geplante Endteufe erreicht oder kein weiterer Ramm- bzw. Bohrfortschritt erzielbar.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 13 von 45**

Alle Rammkernsondierungen wurden schicht- bzw. meterweise beprobt. Die Bodenproben wurden unter anderem zur Bestimmung von Bodengruppen gemäß DIN 18196, Bodenklassen bzw. Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 und der Frostempfindlichkeit gemäß ZTVE-StB 17 genutzt.

Aus den Ergebnissen der Schichtansprache und der Rammsondierungen wurden drei vereinfachte Profilschnitte entlang der Achsen A , E und I angefertigt (s. Anlagen 4.1 – 4.3).

5.2 Laboruntersuchungen

Zur abfalltechnischen Beurteilung wurden aus den Oberbodenproben sowie den darunter anstehenden tonig, sandigen Schluffen der Units 1 - 3 Mischproben zusammengestellt und auf die Parameter der LAGA-Richtlinie (2004) im Feststoff und im Eluat untersucht (s. Kap. 7.1 und Anlage 7).

An sechs ausgewählten Einzelproben wurden im bodenmechanischen Labor Korngrößenverteilungen durchgeführt. An drei weiteren Einzelproben wurde die Fließ und Ausrollgrenze von bindigen Bodenhorizonten bestimmt (s. Kap. 7.2 und Anlage 5). Alle Proben werden für drei Monate bei der WESSLING GmbH, Altenberge, als Rückstellproben gelagert.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / Seite 14 von 45

6 Untersuchungsergebnisse

6.1 Beschreibung und Darstellung der Untergrundverhältnisse im Untersuchungsgebiet

6.1.1 Rammkernsondierungen (RKS)

Die untersuchte Fläche ist eine unversiegelte Ackerfläche mit an der Geländeoberkante anstehenden schwach humosen, stark feinsandigen Schluffen und vereinzelt mit Ziegelbruchresten („Oberboden/Ackerhorizont“).

Im südlichen Untersuchungsbereich konnten unterhalb des Oberbodenhorizontes zunächst Grundmoränenablagerungen aus schwach tonigen, sandigen, stark kiesigen Schluffen z.T. mit Steinen (nordisches Geschiebe) festgestellt werden. Diese werden größtenteils von Einschaltungen mit erhöhtem Feinkornanteil wie tonige Schluffe unterlagert (vgl. RKS 1, 3, A5, D1, D3, E5, I1 und I3). Mit zunehmender Tiefe werden die Schluffe sandiger und konnten in Wechsellagerung mit Feinsanden bis zur Endteufe angetroffen werden.

Im nördlichen Untersuchungsbereich folgen dagegen unterhalb des Oberbodenhorizontes flächendeckend schwach tonige, sandige Schluffe, die mit zunehmender Tiefe in Sandböden mit erhöhten Kiesanteil der Terrassenablagerungen der Weser übergehen.

Insgesamt sind somit auf der Untersuchungsfläche Ablagerungen aus unterschiedlichen geologischen Zeitabschnitten (Saale-/Weichselkaltzeit) festzustellen (vgl. Anlagen 4.1 – 4.3)

Der Schichtenaufbau im südlichen sowie nördlichen Untersuchungsgebiet, die Mächtigkeit der jeweiligen Schichten und die Grenze der Schichtunterkanten wurden demnach getrennt beschrieben und sind in den folgenden Tabellen 2.1 und 2.2 zusammenfassend dargestellt.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 15 von 45

Tabelle 2.1: Übersicht über den Schichtaufbau im südlichen Untersuchungsgebiet (Ablagerungen der Saale-Kaltzeit)

Schicht	Lithologie	Mächtigkeit [m]	Unterkante [m u. GOK]	Lagerungsdichte / Konsistenz (*)
Schicht 0: Auffüllungen; Oberboden	Schluff, stark feinsandig, schwach humos + einzelne Kiese, Kiese = Ziegelbruch- stücke	ca. 0,3 – 1,3	max. ca. 1,3	locker
Schicht 1: Schluff, sandig	Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, schwach kiesig	ca. 0,6 – 1,8	ca. 1,1 – 2,1	locker bis mitteldicht bzw. steif
Schicht 2 : Schluff, kiesig	Schluff, kiesig, sandig schwach tonig, steinig Lokal: Lagen von Sand, kiesig, schwach steinig (z.B. RKS 3, A5)	ca. 1,1 – 4,2	ca. 2,9 – 4,7	mitteldicht bzw. steif
Schicht 3: Schluff, schwach tonig	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig	ca. 0,6 – 3,0	ca. 5,2 – 5,9	weich bis steif
Schicht 4 Feinsand/Schluff	Feinsand, schluffig, kiesig + Schluff feinsandig, kiesig (wechsellaagernd) Lokal: Lagen von Schluff, kiesig, sandig und Schluff, schwach tonig feinsandig (vgl. I 1)	-	>7	mitteldicht

(*) gemäß Ansprache Bohrgut bzw. Schlagzahlen der DPH

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 16 von 45

Tabelle 2.2: Übersicht über den Schichtaufbau im nördlichen Untersuchungsgebiet (Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit)

Schicht	Lithologie	Mächtigkeit [m]	Unterkante [m u. GOK]	Lagerungsdichte / Konsistenz (*)
Schicht 0: Auffüllungen; Oberboden	Schluff, stark feinsandig, schwach humos + einzelne Kiese, Kiese = Ziegelbruchstücke	ca. 0,3 – 0,5	max. ca. 0,5	locker
Schicht 1: Schluff, sandig	Schluff, stark feinsandig schwach tonig, einzelne Kiese	ca. 0,6 – 1,8	ca. 1,4 – 3,1	locker bis mitteldicht bzw. steif
Schicht 2 : Terrassensande; Sand, kiesig	Sand, stark kiesig, schwach steinig Lokal: Feinsand, schluffig (vgl. A9, E9, E17, I 9)	-	>7	mitteldicht bis dicht

(*) gemäß Ansprache Bohrgut bzw. Schlagzahlen der DPH

6.1.2 Rammsondierungen (DPH)

6.1.2.1 Südlicher Untersuchungsbereich

Im südlichen Untersuchungsbereich werden zur Beurteilung der Tragfähigkeit, die Schlagzahlen der Rammsondierungen ab dem vorgesehenen Gründungsniveau bewertet. Die Schlagzahlen oberhalb des Gründungsniveaus sind zur Beurteilung der Tragfähigkeit nicht relevant, da diese Böden ausgehoben bzw. umgelagert werden. Innerhalb der z.T. steinig, kiesigen, sandigen sowie lokal schwach tonigen Schluffe und der unterlagernden Feinsanden/Schluffen zeigten sich bis zur Endteufe Schlagzahlen der schweren Rammsondierung (DPH) von N_{10} zwischen ca. 3 bis ≥ 10 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe. Die Schlagzahlen belegen somit insgesamt eine mindestens mitteldichte Lagerung und somit eine ausreichende Tragfähigkeit ab ca. 51,30 mNN im südlichen Untersuchungsbereich.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 17 von 45**

6.1.2.2 Nördlicher Untersuchungsbereich

Im nördlichen Untersuchungsbereich erfolgt die Bewertung der Tragfähigkeit ab OK Gelände. Unter Berücksichtigung des geplanten Gründungsniveaus, ist nämlich zum Erreichen des Planniveaus im nördlichen Untersuchungsbereich eine Geländeauffüllung erforderlich.

Innerhalb des Oberbodens und den unterlagernden sandigen Schluffen zeigten sich bereichsweise bis ca. 2,5 m unter Geländeniveau Schlagzahlen der schweren Rammsondierung von N_{10} zwischen 1 - 4 Schläge je 10 cm Eindringtiefe. Somit belegen die Schlagzahlen eine lockere Lagerung bzw. nach Ansprache der Bohrmeisterst eine weich bis steife Zustandsform und somit eine verringerte Tragfähigkeit der oberflächennah anstehenden Böden im südlichen Untersuchungsbereich.

Beim Antreffen der Terrassensande steigen die Schlagzahlen der schweren Rammsondierung (DPH) bis zur Endteufe von max. 7,0 m unter GOK auf N_{10} zwischen ca. 3 bis ≥ 15 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe. Die Schlagzahlen belegen somit eine mitteldichte bis dichte Lagerung der Terrassensande und somit eine gute Tragfähigkeit ab ca. 2,5 m unter GOK.

Insgesamt belegen die Schlagzahlen der schweren Rammsondierung bis ca. 2,5 m unter GOK eine verringerte Tragfähigkeit der anstehenden Böden an (vgl. DPH E7, DPH A9, DPH I9).

Ab max. 2,5 m unter GOK bis zur Endteufe von max. 7,0 m unter GOK belegen die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen weitestgehend eine mitteldichte bis dichte Lagerung und somit insgesamt ab dieser Tiefe eine gute Tragfähigkeit an.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 18 von 45**

6.2 Grundwasser

Im Rahmen der Feldarbeiten wurde bis zur max. Untersuchungstiefe von 9,3 m unter GOK kein freier Grundwasserspiegel angetroffen (s. Anlage 3 und 4). Die Bildung von Stauwasser auf den angetroffenen bindigen Bodenhorizonten ist aufgrund des Gefälles nicht wahrscheinlich, da das anfallende Wasser bei dem derzeitigen Geländere relief voraussichtlich an der Geländeoberkante abfließt.

Im Zuge der Erdarbeiten bzw. der Geländeprofilierung wird das natürliche Gefälle nicht mehr vorhanden sein, wodurch in regenreichen Zeiten lokal die Bildung von Stauwasser im Bereich der angetroffenen bindigen Böden mit geringen Durchlässigkeiten nicht auszuschließen ist.

7 Laboruntersuchungen

7.1 Chemische Analytik

Zur orientierenden altlasten- und abfalltechnischen Beurteilung von potentiell Boden-aushubmaterial wurden insgesamt sechs Bodenmischproben aus dem oberflächennahen Oberboden sowie den darunter anstehenden tonig, sandigen, z.T. kiesigen Schluffen im Bereich der Unit 1 – 3 auf die Parameter der LAGA Boden 2004 untersucht.

Die Zusammenstellung und die Ergebnisse der Mischproben sind in den nachfolgenden Tabellen zusammenfassend aufgeführt. Die Ergebnisse können detailliert dem Prüfbericht CAL19-076060-1 der Anlage 7 entnommen werden.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 19 von 45
Tabelle 3.1: Zusammenstellung der Mischproben

Mischprobe	Einzelproben
MP1-Oberboden-Unit 1 (0,0 – max. 0,5 m)	VK 1/1 (0,0 - 0,45 m), RKS 1/1 (0,0 - 0,35 m), RKS 3/1 (0,0 - 0,30 m), D1/1 (0,0 - 0,50 m), D3/1 (0,0 - 0,50 m), I 1/1 (0,0 - 0,45 m) I 3/1 (0,0 – 0,5 m)
MP2-Schluff, kiesig-Unit 1 (min. 0,3 – max. 2,1 m)	VK 1/2 (0,45 – 1,0 m), VK 1/3 (1,0 – 1,5 m) RKS 1/2 (0,35 – 1,0 m), RKS 1/3 (1,0 – 2,0 m) RKS 3/2 (0,3 – 1,0 m), RKS 3/3 (1,0 – 1,3 m) D1/2 (0,5 – 0,9 m), D1/3 (0,9 – 2,0 m), D3/2 (0,5 – 1,1 m), D3/3 (1,1 – 2,1 m), I 1/2 (0,45 – 1,0 m), I 1/3 (1,0 – 1,4 m)
MP3-Oberboden-Unit 2 (0,0 – max. 1,0 m)	A5/1 (0,0 – 0,3 m), A7/1 (0,0 – 0,4 m), A9/1 (0,0 – 0,45 m), E5/1 (0,0 – 0,4 m), E7/1 (0,0 – 0,35 m), E9/1 (0,0 – 0,3 m) I 5/1 (0,0 – 0,35 m), I 7/1 (0,0 – 1,0 m), I 9/1 (0,0 – 0,35 m)
MP4-Schluff, kiesig-Unit 2 (min. 0,3 – max. 2,3 m)	A5/2 (0,3 – 1,0 m), A5/3 (1,0 – 1,6 m), A7/2 (0,4 – 1,0 m), A7/3 (1,0 – 1,9 m) A9/2 (0,45 – 1,0 m), A9/3 (1,0 – 2,3 m) E5/2 (0,4 – 1,0 m), E5/3 (1,0 – 1,6 m) E7/2 (0,35 – 1,0 m), E7/3 (1,0 – 2,1 m), E9/2 (0,4 – 1,0 m), E9/3 (1,0 – 2,1 m), I 5/2 (0,35 – 1,1 m), I 5/3 (1,1 – 2,2 m), I 7/2 (1,0 – 1,3 m), I 7/3 (1,3 – 2,1 m), I 9/2 (0,35 – 1,0 m), I 9/3 (1,0 – 1,6 m)
MP5-Oberboden-Unit 3 (0,0 – max.0,5 m)	VK 2/1 (0,0 – 0,5 m), A13/1 (0,0 – 0,4 m) B17/1 (0,0 – 0,5 m), E15/1 (0,0 – 0,4 m) E17/1 (0,0 – 0,5 m), I 13/1 (0,0 – 0,4 m) I 17/1 (0,0 – 0,3 m)
MP6-Schluff, sandig-Unit 3 (min. 0,35 – max. 1,1 m)	VK 2/2 (0,5 – 1,0 m), A13/2 (0,4 – 1,0 m) B17/2 (0,5 – 1,0 m), E13/2 (0,4 – 1,0 m), E17/2 (0,35 – 1,0 m), I 13/2 (0,4 – 1,1 m) I 17/2 (0,4 – 1,0m)

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 20 von 45

Entsprechend der ermittelten Untersuchungsergebnisse ergeben sich folgende Einstufungen:

Tabelle 3.2: Zusammenfassendes Ergebnis Analytik Bodenproben

Probe	LAGA Boden Feststoff	LAGA Boden Eluat	Prüfwerte BBodSchV (*)	Vorsorgewerte BBodSchV (**) Lehm/Schluff
MP1-Oberboden-Unit 1 (0,0 – max. 0,5 m)	Z1 (TOC)	Z0	eingehalten	eingehalten
MP2-Schluff, kiesig-Unit 1 (min. 0,3 – max. 2,1 m)	Z0	Z0	eingehalten	eingehalten
MP3-Oberboden-Unit 2 (0,0 – max. 1,0 m)	Z1 (TOC)	Z0	eingehalten	eingehalten
MP4-Schluff, kiesig-Unit 2 (min. 0,3 – max. 2,3 m)	Z0	Z0	eingehalten	eingehalten
MP5-Oberboden-Unit 3 (0,0 – max.0,5 m)	Z2 (TOC)	Z0	eingehalten	eingehalten
MP6-Schluff, sandig-Unit 3 (min. 0,35 – max. 1,1 m)	Z1 (TOC)	Z0	eingehalten	eingehalten

(*) = Prüfwerte Wirkungspfad Boden – Mensch, Direktkontakt, Nutzung Industrie- und Gewerbeflächen

(**) = Vorsorgewerte Bodenart Lehm/Schluff

7.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur Bestimmung von Bodengruppen gemäß DIN 18 196 und Bodenklassen bzw. Homogenbereichen gemäß DIN 18 300 wurden an sechs Einzelproben Untersuchungen zur Korngrößenverteilung durchgeführt. An drei weiteren Einzelproben der bindigen Bodenhorizonte wurden die Fließ- und Ausrollgrenzen bestimmt. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind in den nachfolgenden Tabellen 4.1 und 4.2 zusammengefasst aufgeführt und können im Einzelnen der Anlage 5 entnommen werden.

Folgende Ergebnisse wurden ermittelt.

Tabelle 4.1: Ergebnisse bodenmechanischer Laboruntersuchungen

Probe	Tiefe [m]	Bodenart	Bodengruppe	kf-Wert [m/s]	Wassergehalt [%]
RKS 1/4	2,0 – 3,0	U, mg, t', fs', ms', gs', fg'	UL, GU*	~ (1 x 10 ⁻⁶ bis 1 x 10 ⁻⁷)	12,0
A 9/3	1,0 – 2,3	U, t', ms, fs'	UL, UM	~ (1 x 10 ⁻⁷ bis 1 x 10 ⁻⁸)	17,5
B17/3	1,0 – 1,8	U, ms, t', fs'	UL, SU*	~ (5 x 10 ⁻⁷ bis 1 x 10 ⁻⁸)	14,2
I 17/5	1,8 – 3,0	S, G	GI	3,4 x 10 ⁻⁴	7,1
I 9/5	2,0 – 3,1	S, G, u'	GU	~ (5 x 10 ⁻⁵ bis 1 x 10 ⁻⁶)	6,5
E7/4	2,1 – 3,4	S, u, mg, fg', gg'	SU	~(1 x 10 ⁻⁶ bis 5 x 10 ⁻⁶)	7,0

G/g = Kies / kiesig, S/s = Sand / sandig, U/u = Schluff / schluffig, T/t = Ton / tonig;

f = fein, m = mittel, g = grob, * = stark, ` = schwach

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 22 von 45

Tabelle 4.2: Zustandsgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenzen)

Bodenproben	Fließgrenze [W _L %]	Ausrollgrenze [W _p %]	Konsistenzzahl [I _c %]	Wasserg. [W _n %]	Bodengruppe
I5/4 (2,2 – 3,2 m)	32,10	18,50	1,17	16,1	TL / UL
A5/6 (3,4 – 4,2 m)	39,80	21,40	1,09	19,7	TM / TL
D3/7 (5,1 – 6,4 m)	26,80	18,30	0,90	19,1	TL / UL

8 Geotechnische Klassifizierungen der anstehenden Böden

8.1 Einstufung der Böden in Bodenklassen/Homogenbereich (DIN 18 300), Bodengruppen (DIN 18 196), Frostempfindlichkeit (ZTV E-StB 17) sowie Verdichtbarkeit (ZTV-A StB 12)

Die erbohrten Böden können wie folgt in die Bodenklassen/Homogenbereiche gem. DIN 18 300, Bodengruppen gem. DIN 18 196, Frostempfindlichkeit gem. ZTV E-StB 17 sowie Verdichtbarkeit gem. ZTV-A StB 12 eingestuft werden.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 23 von 45

Tabelle 5.1: Geotechnische Klassifizierungen der Böden im südlichen Untersuchungsgebiet

Boden-schicht	Bodenklasse (DIN 18300: 2012-09)	Bodenklasse (DIN 18 300: 2015-08)	Boden-gruppe (DIN 18 196)	Frostempfind-lichkeit (ZTV E-StB17)	Verdicht-barkeit (ZTV-A StB 12)
Schicht 0: Auffüllungen; Oberboden	3 - 4 (bei erhöhten bindigen Anteilen und bei Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c < 0,5$ auch Bodenklasse 2)	Homogenbereich A	A:[OU, UL, SU*, SU]	F2 - F3 (mittel bis stark frostempfindlich)	V2 – V3 (mittel bis schlecht verdichtbar)
Schicht 1: Schluff, sandig	4 (bei erhöhten bindigen Anteilen und bei Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c < 0,5$ auch Bodenklasse 2)	Homogenbereich B	UL, UM, SU*, SU	F2 - F3 (mittel bis stark frostempfindlich)	V2 – V3 (mittel bis schlecht verdichtbar)
Schicht 2 : Schluff, kiesig	3 - 4 (unter Wasser bzw. bei Wassersättigung im aufgelockerten fließfähigen Zustand auch Bodenklasse 2)	Homogenbereich C	GU*, UL	F3 (stark frostempfindlich)	V2 – V3 (mittel bis schlecht verdichtbar)
Schicht 3: Schluff, schwach tonig	4 bei erhöhten bindigen Anteilen und bei Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c < 0,5$ auch Bodenklasse 2)	Homogenbereich D	TL, TM, UL, UM	F3 (stark frostempfindlich)	V3 (schlecht verdichtbar)
Schicht 4 Feinsand/Schluff	3 - 4 (unter Wasser bzw. bei Wassersättigung im aufgelockerten fließfähigen Zustand auch Bodenklasse 2)	Homogenbereich E	SU, SU*, UL	F2 – F3 (mittel bis stark frostempfindlich)	V1 – V3 (gut bis schlecht verdichtbar)

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 24 von 45

Tabelle 5.2: Geotechnische Klassifizierungen der Böden im nördlichen Untersuchungsgebiet

Boden-schicht	Bodenklasse (DIN 18300: 2012-09)	Bodenklasse (DIN 18 300: 2015-08)	Boden-gruppe (DIN 18 196)	Frostempfind-lichkeit (ZTV E-StB17)	Verdicht-barkeit (ZTV-A StB 12)
Schicht 0: Auffüllungen; Oberboden	3 - 4 (bei erhöhten bindigen Anteilen und bei Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c < 0,5$ auch Bodenklasse 2)	Homogenbereich A	A:[OU, UL, SU*, SU]	F2 -F3 (mittel bis stark frostempfindlich)	V2 – V3 (mittel bis schlecht verdichtbar)
Schicht 1: Schluff, sandig	4 (bei erhöhten bindigen Anteilen und bei Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c < 0,5$ auch Bodenklasse 2)	Homogenbereich B	UL, UM, SU*, SU	F2 - F3 (mittel bis stark frostempfindlich)	V2 – V3 (mittel bis schlecht verdichtbar)
Schicht 2 : Terrassensande; Sand, kiesig	3 (unter Wasser bzw. bei Wassersättigung im aufgelockerten fließfähigen Zustand auch Bodenklasse 2)	Homogenbereich F	SW,SI, GI, GU	F1 – F2 (nicht bis mittel frostempfindlich)	V1 (gut verdichtbar)

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 25 von 45

8.2 Bodenmechanische Kennwerte

Die nachfolgend angegebenen bodenmechanischen Kennwerte wurden auf der Grundlage der DIN 1055 sowie Erfahrungswerten abgeschätzt. Die Werte gelten für die beschriebenen Hauptbodenschichten im ungestörten Lagerungsverband, d.h. ohne z.B. baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen.

Tabelle 6.1: Bodenmechanische Kennwerte (südliches Untersuchungsgebiet)

Bodenschicht	Wichte γ [KN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [KN/m ³]	Reibungs- winkel φ [°]	Kohäsion c' [KN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]	Durchlässigkeit k_f [m/s]
Schicht 0: Auffüllungen; Oberboden	17 - 19	7 - 9	22,5 – 27,5	2 - 5	10 - 15	$1 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-8}$
Schicht 1: Schluff, sandig	20,5 – 21,5	10,5 – 11,5	27,5 – 30	2 - 5	20 - 30	$5 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-7}$
Schicht 2 : Schluff, kiesig	21,5 – 22	11 – 12	27,5 - 30	2 - 5	35 - 45	$5 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-7}$
Schicht 3: Schluff, schwach tonig	19 - 20	9 - 10	22,5 – 27,5	5 - 10	15 - 20	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-8}$
Schicht 4 Feinsand/ Schluff	20 - 21	10 - 12	30 – 32,5	0 - 2	30 - 40	$5 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-7}$

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 26 von 45
Tabelle 6.2: Bodenmechanische Kennwerte (nördliches Untersuchungsgebiet)

Bodenschicht	Wichte γ [KN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [KN/m ³]	Reibungs- winkel φ [°]	Kohäsion c' [KN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]	Durchlässigkeit kf [m/s]
Schicht 0: Auffüllungen; Oberboden	17 - 19	7 - 9	22,5 – 27,5	2 - 5	10 - 15	$1 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-8}$
Schicht 1: Schluff, sandig	20,5 – 21,5	10,5 – 11,5	27,5 – 30	2 - 5	20 - 30	$5 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-7}$
Schicht 2 : Terrassen- sande; Sand, kiesig	19 - 21	11 – 12	32,5 – 35	0	50 - 70	$5 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-5}$

9 Erdbebenzone nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 bzw. EC 8 (ehemals DIN 4149:2005-04)

Für Bauten in deutschen Erdbebengebieten werden in einer Karte der Erdbebenzonen nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 bzw. EC 8 sowie für den Nationalen Anhang zum Eurocode 8 (Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben) Teil 1 (Grundlagen, Erdbebenwirkungen und Regeln für Hochbau) die Bereiche ausgewiesen, in denen mit Gefährdungen durch seismische Aktivitäten zu rechnen ist.

Danach befindet sich das Untersuchungsgebiet nicht in einer Erdbebenzone.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / Seite 27 von 45

10 Maßnahmen zur Herrichtung des Baugrundes

Eine Baunullhöhe bzw. eine Höhe der OK Fertigfußboden wurde noch nicht endgültig festgelegt. Nach [2] wird zunächst planerisch eine OKFF des Hallfußbodens für den BA.1 (Unit 1 – 3) bei 51,30 mNN vom AG angegeben. Bei Ansatz einer Bodenplattenstärke von 0,2 m und einem Unterbau von 0,3 m (kapillarbrechende Trag- bzw. Ausgleichsschicht), liegt das herzurichtende Erdplanum bei ca. +50,80 mNN.

Die Herstellung des Baugrundes unterhalb des geplanten Gebäudes kann wie folgt vorgenommen werden:

1. Abschieben des im Mittel ca. 0,4 m mächtigen humosen Oberbodens (Ackerhorizont) auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Separate seitliche Lagerung zur späteren Verwendung in Grünflächen auf dem Baugrundstück oder direkte Abfuhr und externe Entsorgung / Verwertung. Bei externer Entsorgung sind ggfls. nachträglich ergänzende abfalltechnische bzw. deponietechnische Parameter zu untersuchen.
2. Unter Berücksichtigung eines max. Geländehöhenunterschieds von ca. 8,65 m vom südlichen zum nördlichen Untersuchungsbereich werden flächenhafte Bodenbewegungen bzw. Bodenumlagerungen erforderlich. Gemäß der Geländevermessung [3] und der Höheneinmessung der Untersuchungsstellen, ist davon auszugehen, dass zur Herrichtung des Gründungsniveaus für die Hallen im südlichen Untersuchungsbereich ein Bodenabtrag von bis zu 6 m erforderlich wird. Im nördlichen Untersuchungsbereich ist dagegen zum Erreichen des Gründungsniveaus, nach Abschieben des Oberbodens, ein Auftrag von Bodenmaterial bis zu 3 m notwendig. Weitere Hinweise folgen in Kap. 16

Für die weiteren Ausführungen wird zunächst angenommen, dass die profilierte Höhe bei ca. +50,80 mNN liegen wird (die tatsächliche Höhe ergibt sich ggfls. erst im Rahmen der Bauausführung)

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 28 von 45**

Im Anschluss ist das gesamte Rohplanum durch mindestens drei Walzgänge nachzuverdichten. Es wird vorausgesetzt, dass durch die Verdichtungsarbeiten eine mindestens mitteldichte Lagerung im Sinne der DIN 22476-2 bzw. DIN 1054 erreicht wird.

3. Zur Verhinderung von Aufweichungen der freigelegten Bodenschichten / des freigelegten Rohplanums (Bodenklasse 2) durch die Aufnahme von Niederschlagswasser, zur Herstellung der Befahrbarkeit des Rohplanums sowie zur Erreichung eines E_{V2} -Wertes von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf der Oberkante des Rohplanums sind ggfls. Maßnahmen zur Bodenverbesserung durchzuführen.

Hierzu wird die flächenhafte Vermörtelung mit einem Bindemittel aus einem Kalk-Zementgemisch empfohlen. Erfahrungsgemäß kann vorbehaltlich separater Laboruntersuchungen zunächst von einer Bindemittelzugabe von 3 % bei einem Mischungsverhältnis von 30 % Kalk und 70 % Zement ausgegangen werden. Zur optimalen Bindemittelzugabe sind jedoch ggfls. ergänzende Laboruntersuchungen durchzuführen. Des Weiteren ist das Freilegen des Rohplanums abschnittsweise durchzuführen.

4. Bei einer Nachverdichtung der anstehenden Böden bzw. einem Bodenaustausch vernässter oder weicher Aushubbereiche ist das Bodenaustauschmaterial im Vorkopf-Verfahren aufzubringen und schonend zu verdichten, um nicht das Porenwasser zu mobilisieren. Bei Beginn der Erdarbeiten im Winterhalbjahr sind daher erschwerte Bedingungen bei Herstellung des Erdplanums einzukalkulieren. Das Befahren und Bearbeiten freigelegter Flächen sollte minimiert werden und in schonender Weise erfolgen. Ggfls. ist ein Trennvlies einzukalkulieren.

Die Bodenersatzmassen sind lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Mächtigkeit der einzelnen Schichten sollte 0,3 m nicht übersteigen. Oberflächennah sind ggfls. die Anforderungen an die Frostempfindlichkeit des Materials zu berücksichtigen.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 29 von 45**

5. Für das Tragschichtmaterial von +50,80 mNN bis +51,10 mNN (+51,10 mNN = Auflager der Bodenplatte) sollten gemischtkörnige Kiessande oder Natursteinschotter, Grubenkiese etc. der Korngrößen 0/45 mm, 0/32 mm verwendet werden.

Die Verwendung von Recyclingbaustoffen als Tragschichtmaterial sollte im Vorfeld der Baumaßnahme mit den zuständigen Genehmigungsbehörden abgestimmt werden. Voraussichtlich ist dazu eine wasserrechtliche Erlaubnis zu beantragen. Aus gutachterlicher Sicht ist die Verwendung von RC-Materialien bei dieser Bauausführung voraussichtlich möglich, da flächendeckend eine bindige Decksicht oberhalb der grundwasserführenden Sande und Kiessande der Niederterrasse ausgebildet ist und der Flurabstand $\gg 1$ m beträgt. Sollte der Einsatz von RC-Material nicht möglich sein, ist bei Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen die Beschaffung von sauberem Natursteinmaterial (Lockergesteine wie Sand, Kies oder HKS) einzuplanen.

6. Die Gründung von Fundamenten erfolgt auf einem nicht bindigen, gut durchlässigen, gut verdichtbaren und umweltverträglichen Lockergesteinsmaterial der Körnung 0/45 mm oder 0/32 mm. Eine einheitliche Ausgleichsschicht von ca. 0,3 m Mächtigkeit unterhalb von Fundamenten ist unter Berücksichtigung der heterogenen Untergrundverhältnisse mit unterschiedlichen Feinkornanteilen zu empfehlen.
7. Verdichtungskontrollen mittels statischer oder dynamischer Lastplattendruckversuche sind grundsätzlich zu empfehlen. Auf der Oberkante der Tragschichten unterhalb von Bodenplatten und von lastabtragenden Bauteilen (Fundamente) sollte ein EV2-Wert von mindestens 80 MN/m² nachgewiesen werden. Spezifische Anforderungen des Herstellers von Gebäudefußböden können einen höheren Wert als EV2 = 80 MN/m² erfordern. Der Verhältniswert EV2 / EV1 sollte $\leq 2,4$ sein.

Grundsätzlich sind im Rahmen der Erdarbeiten die Vorgaben der ZTVE-StB 17 zu berücksichtigen. Es wird in diesem Zusammenhang auf eine gutachterliche Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten hingewiesen.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 30 von 45**

11 Gründungstechnische Folgerungen

11.1 Gründungsart

Die nachfolgenden Ausführungen gehen von einer konventionellen Gründung aus, bei der zunächst die Baureifmachung des Grundstücks erfolgt (s. Kap. 10), und anschließend bewehrte Einzel- und Streifenfundamente mit bewehrten Betonsohlen in vom Tragwerksplaner noch anzugebenden Stärken zur Ausführung kommen. Die max. Einbindetiefe von Einzelfundamenten wird dabei mit ca. 2 m angenommen, d.h. einer Gründungstiefe bei + 49,30 mNN (z.B. an den Gebäudeaußenseiten zur Gewährleistung der Kippsicherheit gegen horizontal angreifende Windlasten).

11.2 Hinweise zur Baugrubensicherung

Bei Aushub der anstehenden Böden bis ca. 1,25 m unter derzeitigem Geländeniveau sind Maßnahmen zur Baugrubensicherung nicht erforderlich.

Gemäß DIN 4124 sind Baugruben und Gräben ab einer Tiefe von 1,25 m abzuböschern oder abzustützen. Bei Baugrubentiefen bis 5,0 m ist für nicht bindige Böden ohne rechnerischen Nachweis eine Böschungsneigung von $\beta = 45^\circ$ zulässig. Für bindige Böden kann ggf. ein Böschungswinkel von 60° vorgesehen werden.

Für Auffüllungen und gewachsene Böden mit lockerer Lagerungsdichte wird eine wesentlich geringere Böschungsneigung von max. 30° erforderlich. Geringere Böschungsneigungen sind gemäß DIN 4124 auch vorzusehen, wenn z. B. Verkehrslasten, Bauwerkslasten, Erschütterungen, Wasserzutritte etc. die Standsicherheit gefährden. Bei Baugrubentiefen $> 5,0$ m ist eine Berme von mindestens 1,5 m Breite vorzusehen. Auf dem Rand der Baugrube ist ein lastfreier Streifen von 0,6 m Breite einzuhalten.

Eine Auflockerung der Baugrubensohle ist zu vermeiden. Sämtliche Gründungs- und Baugrubensohlen in Gründungsbereichen sind sorgfältig auf mindestens mitteldichte Lagerung im Sinne der DIN 1054 zu verdichten. Im Bau- und Betriebszustand sind die Baugrubensohle und -wände durch Abdecken mit Planen, Anlage von Entwässerungen oder Filterschichten zu sichern, um zu verhindern, dass die Böden aufweichen bzw. schollenartig ausbrechen oder ausfließen.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / Seite 31 von 45

Unter Berücksichtigung des vorgesehenen Gründungsniveaus und des damit einhergehenden Geländeerschnitts von bis zu 6 m im südlichen Grundstücksbereich, ist zur Baugrubensicherung voraussichtlich eine Böschung zur Straße „Zur Porta“ mit den o.g. Vorgaben der DIN 4124 erforderlich (vgl. Anlage 9).

Ist aufgrund von Platzverhältnissen eine Böschung nicht möglich, ist eine Baugrubensicherung mittels Verbau einzukalkulieren. Durch das Fehlen von Grundwasser bis in die bautechnisch relevante Tiefe, wird dies voraussichtlich über einen Trägerbohlwandverbau oder einer Spundwand möglich sein. Wird ein verformungsarmer Verbau gefordert ist ggfls. eine Schlitzwand oder Bohrpfahlwand einzukalkulieren. Hierzu ist voraussichtlich im Vorfeld ein statischer Nachweis bzw. eine Vorbemessung des Verbaus mit spezieller geotechnischer Software erforderlich. Sofern eine Verankerung vorgesehen wird, die bis außerhalb der Grundstücksgrenzen bzw. bis in den Straßenbereich reicht, sind Abstimmungen mit den zuständigen Behörden zu empfehlen.

11.3 Bauzeitliche Wasserhaltung

Für die bauzeitliche Wasserhaltung ist lediglich eine offene Wasserhaltung vorzuhalten. Das anfallende Wasser (Tagwasser) ist in Pumpensümpfen zu fassen und abzuführen.

11.4 Belastung des Baugrundes

Auf der Grundlage der in Kap. 8.2 aufgeführten Bodenkennwerte werden zur Ermittlung der zulässigen Belastungen sowie Angabe der korrespondierenden Setzungen folgende Voraussetzungen angenommen:

- Die OK der Fußbodenplatte liegt bei +51,30 mNN, die UK der tiefer einbindenden Fundamente bei 49,30 mNN.
- die nach dem Abschieben des Oberbodens zur Profilierung umgelagerten Böden werden durch eine Nachverdichtung oder aber eine Vermörtelung bis ca. 0,5 m Tiefe baugrundtechnisch soweit verbessert, dass mindestens eine mitteldichte Lagerung anzusetzen ist.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 32 von 45

Es ist darauf hinzuweisen, dass insgesamt auf der Untersuchungsfläche heterogene Untergrundverhältnisse bzw. unterschiedliche Ablagerungen im Bereich der südlichen und nördlichen Untersuchungsfläche festgestellt werden konnten.

Für eine Setzungsberechnung von Einzel- und Streifenfundamenten wird für die gesamte Untersuchungsfläche ein einheitliches Baugrundmodell zugrunde gelegt. Dabei werden unter Berücksichtigung der heterogenen Untergrundverhältnisse ein eher auf der ungünstigen Seite liegendes Baugrundmodell für eine Setzungsberechnungen angenommen.

Unter diesen Voraussetzungen ergibt sich ein Baugrundmodell für Streifen- und Einzel-fundamente mit folgenden Bodenkennwerten als Eingangsdaten für eine Setzungsbe-rechnung:

Tabelle 7: Baugrundmodell

Schicht	Mächtigkeit / Tiefe [m / mNN]	Wichte γ / unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungs-winkel ϕ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Schottertragschicht unter Bodenplatte	0,3/50,8	19 / 11	35	0	80
Erdplanum / Umgela-gelter Boden (vermörtelt) Schluff kiesig, sandig, tonig	0,5 / 50,30	21,5 / 11,5	30	8	45
Schluff, kiesig, sandig, tonig (z.T. umgelagert)	0,8 / 49,5	21,0 / 11,0	27,5	3	35
Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig	1,5 / 48,0	19/ 10	25	5	15
Feinsand, schluffig, kiesig	- / < 40,0	20 / 10	32,5	2	30

11.5 Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)

Bei einer Gründung mit Einzel – bzw. Streifenfundamenten, können die in den nachfolgenden Tabellen angegebenen Bemessungswerte der Sohlwiderstände ($\sigma_{R,d}$) für mittig und vertikal belastete Fundamente, die sich aus der charakteristischen Grundbruchspannung $\sigma_{0,f,k}$ (ermittelt nach DIN 4017) dividiert durch den maßgeblichen Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_R = 1,35$ für die Bemessungssituation BS-P (bisher Lastfall 1) ergeben, angesetzt werden. Die maximal zulässige Setzung wurde dabei auf ein allgemein bauwerksverträgliches Maß von $s = 2$ cm begrenzt.

Eine ausreichende Grundbruchsicherheit gilt als nachgewiesen, wenn die Bedingung

$$\sigma_{E,k} \leq \sigma_{R,d}$$

eingehalten wird.

- $\sigma_{E,k}$ - charakteristischer Wert der Sohldruckbeanspruchung
- $\sigma_{R,d}$ - Bemessungswert des Sohlwiderstandes

Der Wert für $\sigma_{E,k}$ ergibt sich aus der Gebäudestatik, bzw. wird durch den Statiker ermittelt.

Für Einzel- und Streifenfundamente ergeben sich die in den nachfolgenden Tabellen angegebenen Setzungsbeträge in Bezug zu den angegebenen Fundamentabmessungen. und den jeweiligen Bemessungswerten des Sohlwiderstandes. Die Berechnungsergebnisse können im Einzelnen den Anlagen 6.1 – 6.3 entnommen werden.

Tabelle 8.1: Setzungsberechnung flache Einzelfundamente (1m)

Fundamentbreite (a/b = 1)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
$\sigma_{R,d}$ zul. [kN/m ²]	632	427	419	520	430	380
$\sigma_{E,k}$ zul. [kN/m ²]	468	316	311	380	320	275
Setzungen [cm]	0,5	0,8	1,2	2,0	2,0	2,0
Bettungsziffer k_s [MN/m ³]	101	42	27	19	16	14

(Angaben gerundet, vgl. Anlage 6.1)

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 34 von 45
Tabelle 8.2: Setzungsberechnung tiefe Einzelfundamente (2m)

Fundamentbreite (a/b = 1)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
$\sigma_{R,d}$ zul. [kN/m ²]	678	733	630	490	405	355
$\sigma_{E,k}$ zul. [kN/m ²]	501	543	460	360	300	260
Setzungen [cm]	0,7	1,6	2,0	2,0	2,0	2,0
Bettungsziffer k_s [MN/m ³]	73	34	23	18	15	13

(Angaben gerundet, vgl. Anlage 6.2)

Tabelle 8.3: Setzungsberechnung Streifenfundamente (1m)

Fundamentbreite	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
$\sigma_{R,d}$ zul. [kN/m ²]	522	357	346	350	305
$\sigma_{E,k}$ zul. [kN/m ²]	387	264	256	260	225
Setzungen [cm]	1,0	1,2	1,6	2,0	2,0
Bettungsziffer k_s [MN/m ³]	38	22	16	13	11

(Angaben gerundet, vgl. Anlage 6.3)

Es sei darauf hingewiesen, dass sich der angegebene Bettungsmodul auf den charakteristischen Wert $\sigma_{E,k}$ bezieht.

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Die rechnerisch eintretenden Setzungsdifferenzen liegen somit bei den getroffenen Annahmen im unkritischen Bereich. Unzulässige Setzungsdifferenzen sind somit bei den getroffenen Annahmen und Randbedingungen nicht zu erwarten.

Falls aufgrund der Nutzungsanforderungen bzw. der tatsächlichen Nutzung ein höherer Sohldruck anzusetzen ist, sind die voran stehenden Angaben in den Tabellen 8.1 – 8.3 unter Angabe der tatsächlichen Gebäudelasten und der Bauausführung zu prüfen.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 35 von 45**

Für die Bemessung einer Bodenplatte (Stärke 0,2 m) ist unter Annahme von Teilplatten mit Abmessungen von ca. 15 m x 15 m und einer Flächenlast von ca. 70/50 kN/m² ($\sigma_{R,d}/\sigma_{E,k}$) ein Bettungsmodul von $k_s \sim 6 \text{ MN/m}^3$ anzusetzen. Die Setzungen liegen dabei rechnerisch bei ca. 0,9 cm.

Sofern im Zuge der fortschreitenden Planungen genauere Lastangaben, Ausführungsdetails etc. vorliegen, ist dieser Wert zu überprüfen und ggfls. anzupassen.

Sobald Baukoten endgültig durch den Planer festgelegt sind, ist das voran stehende Baugrundmodell zu überprüfen, ggfls. anzupassen und dann die durchgeführten Setzungsberechnungen mit den festgelegten Randbedingungen ggfls. erneut durchzuführen. Nach Ausarbeitung einer Statik (Lasten-, Fundamentplan, Spannungsverteilung in der Bodenplatte) durch den Statiker ist somit eine Überprüfung der hier gemachten Angaben durch den Bodengutachter zu empfehlen.

11.6 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

Bei Einhaltung der o.a. Bemessungswerte der Sohlwiderstände ist i.d.R. nicht mit unzulässigen Verformungen zu rechnen, die zu Schäden führen werden.

11.7 Hallenbodenunterbau

Die kapillarbrechende Tragschicht aus gebrochenem Schottermaterial oder Kies der Körnung 0/32 oder 0/45 ist fachgerecht einzubauen und zu verdichten. Nach [14] sind für den Untergrund und die Tragschicht unter der Betonplatte folgende Verformungsmoduln nachzuweisen (Bedingung $E_{V2}/E_{V1} < 2,4$):

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
 19.07.2019 / ash / Seite 36 von 45

Tabelle 9: Verformungsmodul in Abhängigkeit der max. Einzellasten

Einzellast [kN]	Verformungsmodul E_{v2} [MN/m ²]	
	Untergrund	Tragschicht
32,5	30	80
60	45	100
100	60	120
150	80	150
200	100	180

Im Anfangsstadium der Baustelle sollten für den Unterbau der Hallenböden Probefelder angelegt und auf den Probefeldern Plattendruckversuche gemäß DIN 18134 durchgeführt werden.

Die erforderliche Mächtigkeit der Tragschichten sollte anhand der Ergebnisse der Plattendruckversuche festgelegt werden.

12 Bautechnische Verwendung des Aushubmaterials

Aufgrund des angenommenen Höhenniveaus des Neubaus (OKFF = 51,30 mNN), ist in Verbindung mit den derzeitigen Geländehöhen davon auszugehen, dass flächenhaften Bodenbewegungen erforderlich werden. Zur Profilierung des Geländes sind insbesondere Bodenmassen aus dem südlichen Untersuchungsgebiet abzutragen (vgl. Kap. 16).

Aushubböden aus den im südlichen Untersuchungsbereich anstehenden Bodenschichten der Bodengruppe GU, GU* (Schluff, kiesig, sandig, tonig, z.T. steinig), sind bei erdfeuchtem Zustand bzw. bei mindestens steifer Konsistenz bautechnisch zum Wiedereinbau geeignet. Ggfls. ist bei erhöhtem Feinkornanteil oder einer aufgeweichten Zustandsform eine Optimierung der Aushubböden durch Bindemittelzugabe erforderlich.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 37 von 45**

Sofern an einigen Bodenmassen eine Bindemittelzugabe vorgesehen ist, sind ggfls. ergänzende bodenmechanische Laboruntersuchungen zur Bestimmung der optimalen Bindemittelzugabe bzw. zur Festlegung des Kalk-Zement-Verhältnisses des Stabilisierungsmittels durchzuführen.

Alle einzubauenden Böden (Aushubböden und Fremdmaterial) sind in Lagenstärken bis maximal 0,3 m einzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf 98 % bis 100 % der Proctordichte zu verdichten. Für die zum Wiedereinbau vorgesehenen Böden sind im Vorfeld Proctorversuche zur Ermittlung der Proctordichte und des optimalen Wassergehalts zu empfehlen. Der zum Wiedereinbau vorgesehenen Boden ist durch Folienabdeckungen gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Hierzu ist eine gutachterliche Begleitung der Erdarbeiten zu empfehlen.

13 Abfalltechnische Beurteilung von Bodenaushub

Wie im Kap. 7 zusammenfassend aufgeführt und im Prüfbericht CAL19-076060-1 dokumentiert, ist durch die Unterschreitung der Prüf- und Vorsorgewerte der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) [10] der Altlastverdacht ausgeräumt. Nach BBodSchV ist damit eine gefahrlose und uneingeschränkte Nutzung der Fläche möglich. Aushubmaterial kann damit aus bodenschutzrechtlicher Sicht auf der Fläche wiederverwertet werden.

Die abfalltechnische Beurteilung des oberflächennahen humosen Oberbodens MP1 (Unit1), MP3 (Unit 2) und MP5 (Unit 3) ergibt aufgrund eines erhöhten TOC-Gehaltes von 1,30 Gew.-% in der MP1 und MP3 eine Einstufung in die LAGA-Zuordnungsklasse Z1. In der MP5 erfolgt aufgrund eines TOC-Gehalts von 1,6 Gew.-% eine Einstufung in die LAGA-Zuordnungsklasse Z2.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 38 von 45**

Diese Einstufungen gelten jedoch nur, wenn:

- Bodenmaterial bzw. Aushubmaterial des Oberbodenhorizontes nicht auf der Fläche selbst wieder verwertet und extern entsorgt wird und
- die Entsorgung im Sinne einer Beseitigung erfolgt.

Sofern eine externe Entsorgung des Oberbodenhorizontes zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht erfolgt, ist der Parameter TOC nicht relevant bzw. unterliegt dieses Bodenmaterial den bodenschutzrechtlichen Bestimmungen. D.h. dass eine externe Verwendung des Oberbodens als kulturfähiger Boden möglich ist.

Für die MP2 (Unit1) und MP4 (Unit 2) des natürlich gewachsenen Bodens erfolgt aufgrund der Einhaltung der Grenzwerte im Feststoff und Eluat eine Einstufung in die Zuordnungsklasse Z0. Somit ist eine uneingeschränkte Verwendung dieser Böden möglich.

Durch eine geringe Überschreitung beim Parameter TOC im Feststoff ist die MP6 (Unit 3) des gewachsenen Bodens in die LAGA Zuordnungsklasse Z1 einzustufen. Somit ist nach der LAGA-Richtlinie [11] für den gewachsenen Boden (MP6) ein eingeschränkter offener Einbau in technischen Bauwerken auch bei ungünstigen hydrogeologischen Bedingungen möglich.

Sofern Aushubböden extern im Sinne einer Beseitigung entsorgt werden sollen, sind ggfls. ergänzende Parameter der Deponieverordnung (DepV) zu untersuchen. Dann ist der Parameter TOC wieder zu berücksichtigen.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 39 von 45**

14 Schutz des Gebäudes gegen Grund- und Oberflächenwasser

14.1 Schutz des Gebäudes gegen Grundwasser

Unter der Annahme, dass das Tragschichtmaterial unter dem Gebäude von der Kornzusammensetzung gesehen eine kapillarbrechende Wirkung aufweist, sind die Vorgaben der seit Juli 2017 anzuwendenden DIN 18 533:2017-07 (Teile 1-3), welche die alte DIN 18 195 Teil 4 "Abdichtungen gegen Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser" ersetzt, zu berücksichtigen.

14.2 Schutz des Gebäudes gegen Oberflächenwasser

Aufgrund des hohen Versiegelungsgrades der Fläche ist bei einem Starkregenereignis von einer erheblichen Wassermenge von den Dachflächen etc. auszugehen. Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass im südlichen Bereich durch die ggfls. vorgesehene Böschung mit erhöhtem Oberflächenabfluss zu rechnen ist. Ggfls. ist im südlichen Bereich durch den Außenanlageplaner eine Drainage zu prüfen.

Unter Berücksichtigung der ca. 63.000 m² versiegelten Fläche (Gesamtgrundstück mit 1. + 2. BA) sollte die Aufnahmekapazität des vorhandenen Regenwasserkanals geprüft werden. Ggfls. ist durch den Außenanlagenplaner die Möglichkeit eines Regenrückhaltebeckens mit gedrosseltem Abfluss in den Regenwasserkanal zu prüfen.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / Seite 40 von 45

15 Versickerung von Niederschlagswässern

Anhand der Untersuchungsergebnisse erfolgt die Bewertung zur Versickerung von Niederschlagswässern am Standort in Porta Westfalica 1. BA.

Nach DWA-A-138 [15] liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich etwa in einem k_f -Wert Bereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s. Dabei sollte die Mächtigkeit des Sickerraums, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, grundsätzlich mindestens 1 m betragen.

Die Versickerung von Niederschlagswässern ist aufgrund der unterschiedlichen geologischen Ablagerungen im Untersuchungsgebiet aus gutachterlicher Sicht nur im nördlichen Grundstücksbereich des 1.BA in den weitestgehend gut durchlässigen Terrassenablagerungen der Weser, einhergehend mit Durchlässigkeiten von $k_f > 1 \times 10^{-5}$ m/s und einem ausreichenden Grundwasserabstand voraussichtlich möglich (s. Tab.4.1, I 17/5).

Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass dazu die teilweise verlehnten oberflächennahen Böden mit k_f -Werten von $< 1 \times 10^{-6}$ (vgl. Tab. 4.1) entweder zu entfernen oder aber Sickerschlitze einzufräsen sind, über die das Niederschlagswasser in die darunter anstehenden Kiessande versickern kann. Bei fortschreitender Planung der Außenanlagen durch den Entwässerungsplaner sind ggfls. Versickerungsversuche zur genauen Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte in vorgesehenen Versickerungsbereichen durchzuführen. Hierzu ist eine Abstimmung mit dem Entwässerungsplaner und der Behörde zu empfehlen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass für die Versickerung von Niederschlagswässern eine wasserrechtliche Erlaubnis bei der zuständigen Behörde einzuholen ist.

16 Cut & Fill Bereiche (Massenbilanzberechnung)

Aufgrund der großen Fläche des Untersuchungsgebietes des 1.BA (Units 1-3) von ca. 46.700 m² und einem Geländehöhenunterschied von bis zu 8,65 m vom südlichen zum nördlichen Untersuchungsbereich werden flächenhafte Geländeprofilierungen mit Abtrags- und Auftragsbereichen zur Herrichtung des Gründungsniveaus erforderlich (vgl. Anlage 9). Dabei werden voraussichtlich großen Aushubmassen anfallen die, sofern nicht auf den nördlichen Grundstücksbereichen verwertet werden können, voraussichtlich extern zu entsorgen bzw. zu verwerten sind.

Als Anhaltspunkt für Größenordnungen von Aushubmassen für den Auftraggeber, wurde auf der Grundlage der Vermessungsdaten nach [3] ein digitales Geländemodell erstellt. Dabei wurde zunächst der Oberboden rechnerisch entfernt d.h. die Bezugsebene der cut & fill Berechnung wurde insgesamt um 0,4 m tiefer als die derzeitige GOK angesetzt. Daraufhin wurde das Gelände im Bereich des Gebäudes mit der Höhenlage 50,80 mNN OK Erdplanum (Bereich Hallen) und 49,50 mNN OK Erdplanum (Bereich Verkehrsflächen) verschnitten. Die sich daraus rechnerisch ermittelten Geländeeinschnitte ("cuts") und Massendefizite ("fills") sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend aufgeführt (vgl. Anlage 9).

Tabelle 11: Massenbilanzen bei Zielniveau OK Erdplanum 50,80 mNN (Hallen) und 49,50 mNN OK Erdplanum(Verkehrsflächen)

Zielniveau in mNN	Aushub ("cuts") in m ³	Defizit ("fills") in m ³	Bilanz in m ³
50,80 und 49,50	ca. 63.167 (gewachsener Boden)	ca. - 34.239	ca. +28.928 (gewachsener Boden)
	(zzgl. Oberboden)* ca. 18.680*		(zzgl Oberboden)* ca.+ 18.680.

(*) humoser Ackerhorizont

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 42 von 45**

Es sei ergänzend darauf hingewiesen, dass die voranstehenden Angaben sich auf gerade Ebenen eines Erdplanums über die gesamte Fläche beziehen. Lokale Tieferausschachtungen, wie z.B. bei punktuellen tiefer reichenden bautechnisch nicht geeigneten Böden, Fundamentausschachtungen oder ein abgesenkter Andienungsbereich wurden nicht berücksichtigt.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Lockergesteinsmaterialien bzw. RC-Materialien, die zum Einbau der Tragschichten im Bereich der Hallen und Verkehrsflächen angeliefert werden, nicht in der Massenbilanzberechnung berücksichtigt wurden.

Die grafischen Darstellungen des digitalen Geländemodells sowie der Verschneidungen können den Anlagen 9.1 und 9.2 entnommen werden.

17 Hinweise zur Ausführung von Verkehrsflächen

Das Baugelände gehört gem. RStO-12 der Frosteinwirkzone I an. Die im oberflächennahen Bereich anstehenden schwach tonigen, sandig bis kiesigen Schluffe sind gem. ZTVE-StB 17 in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 bis F3 (mäßig bis stark frostempfindlich) zu stellen.

Die Stärke und der Aufbau der Umfahrten und des Flächenoberbaus richten sich nach der vom Planer festzulegenden Belastungsklasse, der Ausführung der Tragschicht und der Art der Fahrbahndecke. Für die Herstellung der Außenanlagen sind für den Planer die RStO-12, ZTVE-StB 17 sowie die ZTVT-StB 95 maßgebend.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 43 von 45**

Die Mindeststärke für einen frostsicheren Straßenunterbau auf den Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 und F3 beträgt gem. RStO-12, Tabellen 6 und 7, für die Belastungsklassen

Bk 0,3	40 cm / 50 cm
Bk 3,2 bis Bk 1,0	50 cm / 60 cm
Bk 10 bis Bk 100	55 cm / 65 cm

Um die Tragfähigkeitsbeiwerte gem. ZTVE-StB 17 bzw. der RStO-12 erreichen zu können, ist auf dem Untergrund der befestigten Außenanlagen (Rohplanum) ein E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Kann der E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ unter der Frostschutzschicht nicht nachgewiesen werden, sind Bodenverbesserungen wie Bodenaustauscharbeiten in Stärken zwischen ca. 0,1 m bis 0,3 m mit ggfls. unterlagerndem Geotextil (GRK 3) oder Bodenstabilisierungen mit hydraulischen Bindemitteln erforderlich.

Der Bodenaustausch erfolgt gegen nicht bindige, verdichtungsfähige, wasserdurchlässige und umweltverträgliche Lockergesteinsmaterialien. Für die Durchführung von Bodenstabilisierungen mittels hydraulischen Bindemitteln sind die Angaben des "Merkblattes für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln" der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) sowie der ZTVE-StB 17 maßgebend.

Sofern ggfls. im Rahmen von Geländeprofilierung die oberflächennahen F2 – F3 Böden in den Außenbereichen entfernt werden, ist von einem Wiederaufbau mit einem gut durchlässigen Lockergesteinsmaterial der Frostsicherheitsklasse F1 auszugehen.

Bei den folgenden Empfehlungen gehen wir davon aus, dass auf dem Erdplanum die Mindestanforderungen gemäß den einschlägigen Vorschriften (ZTVE-StB 17, RStO 12) mit einem Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erfüllt werden.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 44 von 45**

Gemäß RStO-12 kann die Schotter- oder Kiestragschicht gemäß Tafel 1, Zeile 5, bzw. Tafel 2, Zeile 3, bzw. Tafel 3, Zeile 3 unmittelbar auf dem F 1-Boden angeordnet werden. Der F1-Boden muss hierbei eine Dicke aufweisen, die gemäß Abschnitt 3.2 der RStO für die Frostschutzschicht auf einem Boden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 bzw. F3 erforderlich ist.

Durch die Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse wie Frosteinwirkungszone, Lage der Gradienten, Lage der Trasse, Wasserverhältnisse und Ausführung der Randbereiche (Tabelle 7 der RStO 12) ergeben sich Mehr- oder Minderdicken, die seitens des zuständigen Fachplaners auf der Grundlage örtlicher Kenntnisse festzulegen sind. Die Belastungsklasse ist ebenfalls durch den Fachplaner festzulegen.

Die Anforderungen an den Verdichtungsgrad und den Verformungsmodul des Oberbaus und des Untergrundes bzw. Unterbaus sind in den genannten einschlägigen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien enthalten und richten sich ebenfalls nach den Belastungsklassen.

Außerdem sind die Bauweisen (Frostschutzschicht, Kies- oder Schottertragschicht, hydraulisch gebundene Tragschicht oder Bodenverfestigung) sowie insbesondere die Art der Fahrbahndecke (Bitumendecke, Betondecke, Pflasterdecke, usw.) zu berücksichtigen. Als Material für die Tragschichten ist qualifiziertes Schottertragschichtmaterial mit der Körnung 0/32 mm, 0/45 mm, 0/56 mm oder gleichwertig zu verwenden. Hierzu sind die Vorgaben der aktuellen ZTV-SoB bzw. TL SoB-StB zu beachten. Das Material ist lagenweise (max. Stärke der Einzellagen in unverdichtetem Zustand: 0,4 m) aufzubauen und mit einem dynamisch wirkenden Verdichtungsgerät zu verdichten.

Die gemäß RStO 12 bzw. ZTVE StB 17 geforderten Verformungsmoduln (i. d. R. auf Erdplanum $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ und $E_{v2} \geq 120$ bis 150 MN/m^2 auf Tragschicht, Verhältniswert $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$; $DPr \geq 103\%$) sind mittels Lastplattendruckversuchen gemäß DIN 18134 nachzuweisen.

CAL-10244-19 / Fiege Logistik Stiftung & Co. KG / BV Logistik, Porta Westfalica (Teil 1, Unit 1-3)
19.07.2019 / ash / **Seite 45 von 45**

18 Allgemeine Hinweise

Die ausgeführten Baugrundaufschlüsse geben nur für den jeweiligen Bohransatzpunkt die lithologische Abfolge bzw. der Baugrundverhältnisse wieder. Sollten während der Erdarbeiten Abweichungen von den im Baugrundgutachten beschriebenen Verhältnissen angetroffen werden, ist der Gutachter hinzu zu ziehen.

Bei Abweichungen von den in diesem Gutachten getroffenen Annahmen ergeben sich, vor allem im Hinblick auf zu erwartenden Setzungsdifferenzen im Gründungshorizont, möglicherweise Änderungen in der Gründungsempfehlung. Daher sollte nach Ausarbeitung einer Statik (Lasten-, Fundamentplan, Spannungsverteilung in der Bodenplatte) für die spätere Ausführungsplanung durch den Statiker / Architekten eine Überprüfung der hier gemachten Angaben durch den Bodengutachter erfolgen.

**Rolf Bögeholz**Diplom-Geologe
Leitender Sachverständiger**Alexander Schek**M. Sc. Geowissenschaften
Projektleiter