

**Babenhhausen,  
Frankfurter Straße**

**Neubau Lebensmittelmarkt**

**- Baugrunduntersuchung -**

**Projekt- Nr. 2023 14866a1**

**Auftraggeber: CMB PA GmbH & Co. KG**

**Gutachter: Dipl.- Geol. Norbert Weller  
B.Sc. Ang. Geow. Jan Legner**

**Datum: 26.09.2023**

**INHALTSVERZEICHNIS**

	Seite
1 AUFTRAG	1
2 UNTERLAGEN / MASSNAHMEN	2
3 SITUATION	2
4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	3
4.1 Schichtenbeschreibung	3
4.2 Einstufungen der Bodenarten und charakteristische Bodenkennwerte	5
5 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	6
5.1 Allgemeines, Grundwasserstände und Schutzgebiete	6
5.2 Bemessungswasserstand	7
5.3 Durchlässigkeiten und Versickerungsvermögen	7
6 BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG	8
6.1 Baugrundverhältnisse	9
6.2 Gründungsempfehlung	9
6.2.1 Bodenpressungen und Setzungen (Streifen- und Einzelfundamente)	10
6.3 Herstellung der Geländeanschüttung	11
6.4 Qualitätssicherung und Verdichtungskontrollen	13
6.5 Fußbodenkonstruktion	14
6.6 Abdichtung und Drainage (gemäß DIN 18533)	14
7 BÖSCHUNG / WASSERHALTUNG	18
7.1 Bau- und Fundamentgruben	18
7.2 Wasserhaltung	18
8 GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG VERKEHRSFLÄCHEN	19
8.1 Unterbau	19
8.2 Verkehrsflächenoberbau	19
9 HINWEISE ZUR EUROPÄISCHEN GRUNDBAUNORMUNG (EC 7)	20
10 ANLAGEN	21

## TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 1	Einstufung der Bodenarten nach ZTV E-StB, ZTV A StB, DIN 18196, DIN 18300, DIN 18301
	5
Tabelle 2	Charakteristische Bodenkenwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte
	6
Tabelle 3	Wasserstände
	6

## 1 AUFTRAG

Die CMB PA GmbH & Co. KG erteilte der Geonorm GmbH am 13.04.2023 den Auftrag, auf dem Untersuchungsgrundstück an der Frankfurter Straße in Babenhausen, für den Neubau eines Lebensmittelmarktes, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und gutachterlich zu bewerten.

Das Baugrundgutachten soll beinhalten:

- Auswertung und Darstellung der Baugrunderkundung sowie der Labor- und Feldversuche
- Dokumentation der Schichtenfolge im baugrundrelevanten Tiefenbereich nach DIN ISO EN 14688-1:2011-06 und DIN EN ISO 22476-2:2005
- geotechnische Klassifikation der Schichten nach DIN 18196, Bodenklassen nach DIN 18300, Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB 17<sup>1</sup>
- Angabe relevanter geotechnischer Boden- und Felskennwerte
- Aussagen zur Grundwassersituation auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse
- Baugrundbeurteilung
- Gründungsempfehlung
- Angabe der zulässigen Bodenpressung / Bettungsmodul sowie überschlägige Setzungs- und Grundbruchberechnungen
- Empfehlung zur Herstellung der Fußbodenunterkonstruktion mit Angaben von Material- und Verdichtungsanforderungen
- Empfehlung zur Gebäudeabdichtung
- Empfehlung zur Herstellung der Baugrube / Empfehlung zur Baugrubensicherung
- Empfehlung zur ggf. erforderlichen Grundwasserhaltung
- Angaben zur Bodendurchlässigkeit / Versickerungsvermögen
- Empfehlung für die Herstellung der Verkehrsflächen mit Angabe der Verdichtungs- und Materialanforderungen
- Empfehlung für die Herstellung der Geländeanschüttung

---

<sup>1</sup> Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

## 2 UNTERLAGEN / MASSNAHMEN

Folgende Unterlagen bzw. Maßnahmen dienen zur Beurteilung der Baugrundsituation:

- [1] Geologische Karte von Hessen, Blatt 6919 (Babenhausen), M 1 : 25.000
- [2] Topographische Karte, Blatt 6919 (Babenhausen), M 1 : 25.000
- [3] Lageplan, M 1 : 500, vom 03.04.2023, zur Verfügung gestellt vom AG
- [4] Ergebnisse der Außenarbeiten vom 26. und 30.05. sowie 07. und 14.06.2023
  - 14 Rammkernsondierungen (RKS) bis max. 6,0 m unter Geländeoberkante (GOK)
  - 1 mittelschwere Rammsondierung (DPM) bis max. 7,0 m unter GOK
  - 2 Versickerungsversuche im Bohrloch
  - Nivellement der Bohransatzpunkte mittels GPS

## 3 SITUATION

Das Untersuchungsareal liegt im Norden von Babenhausen. Der Bauherr plant am Untersuchungsstandort die Errichtung eines Lebensmittelmarktes mit den Maßen von rd. 72,3 m x 48,4 m in 1-geschossiger, nichtunterkellelter Bauweise mit angeschlossenen Parkplätzen. Das Grundstück ist zurzeit unbebaut und wird als Ackerfläche genutzt (siehe Abb. 1).



Abbildung 1: Untersuchungsgebiet mit Blick nach Westen.

Nach den uns vorliegenden Planunterlagen ist für die OK FFB eine Höhe von 125,10 m NHN angesetzt.

## 4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

Nach den Ergebnissen der Außenarbeiten und der geologischen Karte wird der gewachsene Untergrund im Untersuchungsgebiet von quartären Aueablagerungen gebildet. Zuoberst wurden Oberböden erbohrt.

### 4.1 Schichtenbeschreibung

Gemäß der Geländeansprache können im Wesentlichen folgende Bodenhorizonte (vgl. Anlage 2) unterschieden werden:

#### Oberboden

Aufgrund der deutlichen Durchwurzelung und der durch organischen Anteile hervorgerufenen charakteristischen braunen bis dunkelbraunen Färbung können die oberen 0,15 m bis 0,3 m in den Bohrungen als Oberboden eingestuft werden. Bodenmechanisch ist der Oberboden als schwach schluffiger bis schluffiger Sand mit lokal wechselnden kiesigen Anteilen zu beschreiben.

Zur Bestimmung der organischen Anteile im Oberboden wurde, anhand von 4 repräsentativen Einzelproben, der Glühverlust bestimmt. Anhand der Laborergebnisse wurden folgende Glühverluste gemessen (siehe Anlage 3):

Probe RKS 8/1 = 2,67 %

Probe RKS 9/1 = 2,86 %

Probe RKS 10/1 = 2,70 %

Probe RKS 11/1 = 3,89 %

Nach den Versuchsergebnissen weisen die Oberböden geringe organische Gehalte auf (ohne „Wurzelballen“).

#### Aueablagerungen

Unterhalb des Oberbodens folgen überall hellbraune bis dunkelbeige Aueablagerungen, die sich untergeordnet aus Auelehmen und überwiegend aus rolligen Auekiesen und –sanden zusammensetzen.

Typisch für Aueablagerungen ist, dass die horizontale und vertikale Verbreitung der einzelnen Schichten kleinräumigen Schwankungen unterliegt. Es ist mit Wechsellagerungen und daher mit grobkörnigen und ggf. wasserführenden Sedimentbereichen innerhalb der Lehme bzw. Lehmlinsen in den rolligen Böden zu rechnen.

Bodenmechanisch ist der **Lehm** als stark sandiger und schluffiger Ton zu beschreiben. Die angetroffenen Konsistenzen zum Zeitpunkt der Außenarbeiten waren steifplastisch bis halbfest. Die Lehmschicht wurde nur untergeordnet in der Sondierung RKS 7 in einer Tiefenlage von 0,6 m bis 0,95 m unter GOK angetroffen.

Die bindigen Böden lassen sich aufgrund ihrer plastischen Eigenschaften in die Bodengruppe der leicht- bis mittelplastischen Tone und Schluffe sowie schluffigen und tonigen Sande einordnen. Besonders die leichtplastischen Tone und Schluffe (TL/UL) und schluffigen und tonigen Sande (ST\* - SU\*) gelten als sehr wasserempfindlich. Außerdem verfügt das Material über thixotrope Eigenschaften. Die hohe Wasserempfindlichkeit sowie das thixotrope Verhalten des Lehms führen insbesondere bei dynamischen Beanspruchungen dazu, dass das Material durch Gefügezerstörung aus einem steifplastischen Zustand, quasi ohne signifikante Wassergehaltsänderung, in den weichplastischen oder sogar breiigen Zustand (= Bodenklasse 2) wechseln kann.

Die **rolligen Auekiese und –sande** können bodenmechanisch als sandige bis stark sandige Kiese sowie als Sande mit wechselnden Gehalten an Kies, Ton und Schluff eingestuft werden. Gemäß dem Sondierfortschritt und den Schlagzahlen der DPM 1 kann die Lagerungsdichte im oberen Meter als sehr locker bis mitteldicht und unterhalb als mind. mitteldicht bis sehr dicht eingestuft werden. Aufgrund großer Steine in den Kiesen (> 5 cm) die systembedingt nicht erbohrt werden können bzw. der hohen Lagerungsdichte, mussten 5 von 14 Sondierungen vorzeitig abgebrochen werden.

Innerhalb der erbohrten Bodenschichten muss erfahrungsgemäß mit dem Vorhandensein größerer Gesteinsbestandteile gerechnet werden, die im Rahmen der punktuellen Sondierungsarbeiten nicht erfasst werden können. Es ist daher in den Sedimenten, insbesondere in den Kiesen, mit größeren Gesteinsbruchstücken zu rechnen, welche je nach Dimension in die Bodenklasse 6 oder 7 eingestuft werden müssen.

Die punktuelle Untersuchung des Geländes mittels Ramm- und Rammkernsondierungen ergibt insgesamt ein repräsentatives Bild von der Untergrundsituation. Es ist erfahrungsge-

mäß davon auszugehen, dass sich in Bezug auf die Schichtenbeschreibung und die angegebenen Schichtgrenzen Abweichungen zwischen den einzelnen Aufschlusspunkten ergeben. Gemäß DIN 4020 sind Aufschlüsse in Boden und Fels als Stichprobe zu bewerten. Sie lassen für zwischen liegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu. Bezüglich des genauen Verlaufs der Schichtgrenzen, der Verbreitung und der Zusammensetzung der Bodentypen wird auf die Bohrprofilardarstellungen in der Anlage 2 verwiesen.

## 4.2 Einstufungen der Bodenarten und charakteristische Bodenkenwerte

**Tabelle 1** Einstufung der Bodenarten nach ZTV E-StB, ZTV A StB, DIN 18196, DIN 18300, DIN 18301

Bodenmaterial	Lagerung bzw. Zustand	Homogenbereich <sup>(1)</sup>	Frostklasse ZTV E-StB	Boden-gruppe DIN 18196	Boden-klassen DIN 18 300	Bohrarbeiten DIN 18301	Verdichtbar-keitsklassen ZTV A-StB
<b>Oberboden</b>	-	O	-	-	-	-	-
<b>Aueablagerungen</b>							
<u>Lehm:</u> Ton, stark sandig, schluffig	steif bis halbfest	B1	F3	/UL/TL /UM/TM	4 <sup>(2) (3)</sup>	BB 2 – 3	V 3
<u>Auekies und-sand:</u> Kies, sandig, und Sand, z.T. kiesig, schluffig, tonig	sehr locker bis sehr dicht	B2	F1 – F3	SW/GW /SU/SU*	3, 5 <sup>(3)</sup>	BN 1 – 2 BS 1 – 4	V 1 – V 2

<sup>(1)</sup> Boden und Fels, der vor dem Lösen für einsetzbare Erdbaugeräte erfahrungsgemäß vergleichbare Eigenschaften und umweltrelevante Inhaltsstoffe aufweist. Zur genaueren Charakterisierung und Ermittlung von Eigenschaften und Kennwerten der Homogenbereiche sind gem. VOB 2012 (Erg. 2015) weitere bodenmechanische Untersuchungen (u.a. Siebungen, Wiegungen, Dichtebestimmungen, Bestimmung der Lagerungsdichte und Zustandsgrenzen, Scherversuche, Druckfestigkeitsbestimmungen) notwendig. Die Durchführung der dafür notwendigen Kernbohrungen und Baggerschürfe sowie die erforderlichen boden- und felsmechanischen Versuche sind mit der Geonorm GmbH abzustimmen.

<sup>(2)</sup> In breiiger Zustandsform sind die bindigen Böden in die Bodenklasse 2 einzuordnen.

<sup>(3)</sup> In den Sedimenten können erfahrungsgemäß auch größere Gesteinsbruchstücke enthalten sein, welche je nach Anzahl und Dimension in die Bodenklasse 6 oder 7 einzustufen sind. Wir verweisen auf die diesbezüglichen Angaben in der DIN 18300.

**Tabelle 2 Charakteristische Bodenkennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte**

Bodenmaterial	Lagerung bzw. Zustand	Homogenbereich <sup>(1)</sup>	Wichte $\gamma_k/\gamma_k'$ <sup>(2)</sup> [kN/m <sup>3</sup> ]	Kohäsion $c_k'$ <sup>(3)</sup> [kN/m <sup>2</sup> ]	undrännierte Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Reibungswinkel $\varphi_k'$ <sup>(4)</sup> [Grad]	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
<b>Oberboden</b>	-	O	-	-	-	-	-
<b>Aueablagerungen</b>							
<u>Lehm:</u> Ton, stark sandig, schluffig	steif halbfest	B1	20/10 20/10	4 – 8 6 – 12	50 – 80 80 – 150	25 – 27,5 25 – 27,5	8 – 12 10 – 14
<u>Auekies und-sand:</u> Kies, sandig, und Sand, z.T. kiesig, schluffig, tonig	sehr locker bis sehr dicht	B2	18-21/ 8-11	0 – 2	0	30 – 37,5	15 – 120

<sup>(1)</sup> (siehe Fußnote Tabelle 1)

<sup>(2)</sup>  $\gamma_k/\gamma_k'$  = charakteristischer Wert für Wichte (erdfeucht) / Wichte unter Auftrieb

<sup>(3)</sup>  $c_k'$  = charakteristischer Wert für die Kohäsion des konsolidierten bindigen Bodens

<sup>(4)</sup>  $\varphi_k'$  = charakteristischer Wert für den inneren Reibungswinkel des nicht bindigen und des konsolidierten bindigen Bodens

## 5 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

### 5.1 Allgemeines, Grundwasserstände und Schutzgebiete

Während der Außenarbeiten im Mai und Juni 2023 konnte in 3 von 14 Aufschlüssen Grundwasser eingemessen werden. Der nachfolgenden Tabelle 3 sind die dokumentierten Wasserstände zu entnehmen.

**Tabelle 3 Wasserstände**

Aufschlusspunkt	GW eingemessen in m unter GOK	GW eingemessen in m NHN	Datum
RKS 2	5,20	118,81	26.05.2023
RKS 8	5,25	119,27	30.05.2023
RKS 10	5,31 gesunken auf 5,39	119,06 gesunken auf 118,98	26.05.2023

Das Grundwasser bewegt sich in den Auekiesen und -sandten. Aufgrund der angetroffenen Bodenfeuchte ist mit kapillar aufsteigendem Wasser zu rechnen. Die Bereiche in denen sich das Wasser diffus bewegt, sind durch nasse Bereiche gekennzeichnet.

Erfahrungsgemäß muss zumindest zeitweise mit Stau- und Schichtwasser in den feinkornarmen Sedimenten gerechnet werden, welches sich auf undurchlässigeren, stärker bindigen Schichten aufstaut.

Die Stau- und Schichtwasserbildung wird erfahrungsgemäß insbesondere durch Niederschläge stark beeinflusst. Es ist daher in Abhängigkeit von den Niederschlagsverhältnissen und besonders im Winterhalbjahr mit einem Auftreten von Stau- und Schichtwasser zu rechnen.

Der nächste Vorfluter ist ein rd. 170 m entfernter, in westlicher Richtung verlaufender unbekannter Graben der nach Süden zur Lache entwässert. Weiterhin ist bauseits in Erfahrung zu bringen, ob die Holcim GmbH im 250 m nördlich gelegenen See eine Grundwasserabsenkung betreibt (Sand und Kiestagebau).

Das Untersuchungsareal liegt nach dem Bearbeitungsstand des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) in der amtlich ausgewiesenen Trinkwasserschutzzone IIIB mit dem Namen „Lange Schneise – Seligenstädter Wald ZWO (WSG-ID: 438-007).

## 5.2 Bemessungswasserstand

Für die Festlegung eines Bemessungswasserstandes sind langjährige Grundwasserbeobachtungen notwendig, die erfahrungsgemäß nicht vorliegen. Unter Berücksichtigung eines üblichen Sicherheitszuschlags von 1,0 m auf den höchsten gemessenen freien Grundwasserstand (119,27 m NHN) liegt der **vorläufige Bemessungswasserstand (HGW) auf 120,27 m NHN**. Erfahrungen aus dem Bestand und der Nachbarbebauung sind unbedingt zu berücksichtigen.

## 5.3 Durchlässigkeiten und Versickerungsvermögen

Für das Versickerungsbecken wurde die Durchlässigkeit der Sande im Gelände anhand von zwei Versickerungsversuchen (VV 1 und 2) im Bohrloch in Anlehnung an den open-end-test bestimmt. Die Prüfpositionen sind im Lageplan (Anlage 1) und die Ausführungsprotokolle in Anlage 3 dargestellt. Hierbei wurden folgende Durchlässigkeiten, in 1,90 m und 1,50 m Tiefe

unter jeweiliger GOK, in der ungesättigten Zone nachgewiesen (Korrekturfaktor x 2 ist berücksichtigt):

Versickerungsversuch VV 1  $k_{f,u} = 5,4 \times 10^{-6}$  m/s

Versickerungsversuch VV 2  $k_{f,u} = 2,8 \times 10^{-5}$  m/s

Aus den beiden Versuchen ergibt sich eine gemittelte Durchlässigkeit von:

$$k_{f,u,M} = 1,67 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

Der Sand ist demnach gemäß DIN 18130-1 als durchlässig zu bewerten.

Nach der aktuellen Ausgabe des **Arbeitsblatts DWA-A 138** vom April 2005 wird eine entwässerungstechnische Versickerung in Lockergesteinen bei Durchlässigkeitsbeiwerten von  $k_f = 1 \times 10^{-3}$  m/s bis  $1 \times 10^{-6}$  m/s als sinnvoll angesehen. Bei  $k_f$ -Werten  $< 1 \times 10^{-6}$  m/s besagt o.g. Regelwerk, dass eine Entwässerung ausschließlich durch Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht gewährleistet ist, so dass eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorgesehen werden muss (z.B. Drosselabfluss oder Überlauf an örtliches Kanalnetz).

Aus gutachterlicher Sicht ist eine Versickerung in den feinkornarmen Sanden möglich. Es ist ein hydraulischer Anschluss bis zu den Sanden zu gewährleisten (z.B. Bodenaustausch gegen Sand).

Unabhängig von unseren Empfehlungen, sind unbedingt die zuständigen Fachbehörden bezüglich der zulässigen Rahmenbedingungen bei der Versickerung von Niederschlagswasser zu befragen bzw. die Planung im Vorfeld des eigentlichen Genehmigungsverfahrens mit diesen abzustimmen.

## 6 BAUGRUNDBEURTEILUNG UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG

Gemäß der aktuellen Ausgabe der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 sind für das Untersuchungsgebiet die Erdbebenzone 0 und die geologische Untergrundklasse S ausgewiesen. Nach der Planungskarte zur DIN 4149 des Hessischen Landesamts für Umweltgeologie und Naturschutz wird die Untergrundklasse T empfohlen.

Für die Untergrundverhältnisse sind die Parameter C-S bzw. C-T anzuwenden.

Wie schon in Kapitel 3 beschrieben, wird für die OK FFB eine Höhe von 125,10 m NHN angesetzt.

## 6.1 Baugrundverhältnisse

Der Baugrund wird zunächst von Oberböden aufgebaut, welche überwiegend in die natürlichen, rolligen Sande und Kiese in lockerer bis sehr dichter Lagerung übergehen. Vereinzelt muss mit geringmächtigen Auelehmzwischenlagen in steifplastischer bis halbfester Konsistenz gerechnet werden.

Durchwurzelte Oberböden sind aufgrund der organischen Anteile generell als nicht ausreichend tragfähig einzustufen, sodass zumindest die durchwurzelten Horizonte entfernt werden müssen.

Bei bindigen Böden ist generell die Konsistenz für die Eignung als Baugrund entscheidend. Hierbei sind mindestens steifplastische Konsistenzen als ausreichend bis eingeschränkt (in Abhängigkeit der Lasten und Fundamentdimensionen) und weichplastische Schichten als nicht tragfähig einzustufen.

Die Auesande und -kiese sind in Abhängigkeit der bindigen Anteile und der Lagerungsdichte i.d.R. als ausreichend bis sehr gut tragfähig zu beurteilen.

## 6.2 Gründungsempfehlung

Bei der geplanten Höheneinstellung des Lebensmittelmarktes sind, nach Abtrag der durchwurzelten Zone von rd. 0,15 m bis 0,3 m unter jeweiliger GOK, bis zur frostfreien Gründungssohle (OK FFB -0,8 m) auf 124,30 m NHN, im Bereich der Sondierungen RKS 6 bis 8, 10 und 11 Anschüttungsarbeiten von wenigen dm erforderlich. In den Bohrungen RKS 9 und 11 liegt die frostfreie Gründungssohle in den Auesanden. Demnach wird die Gründungssohle sowohl in der noch herzustellenden Geländeanschüttung als auch in den Auesanden liegen. Sollten lehmige Bodenschichten angetroffen werden sind diese, z.B. durch vorhandenen Kies und Sand, zu ersetzen.

Generell sollten, um gebäudeschädigende Setzungsunterschiede soweit wie möglich zu minimieren, alle Gebäudeteile auf einem Untergrund mit vergleichbarem Setzungsverhalten gegründet werden.

Lastangaben für den geplanten Lebensmittelmarkt liegen uns nicht vor. Aufgrund von Erfahrungen aus vergleichbaren Baumaßnahmen wird vorläufig mit charakteristischen Stützenlasten von bis zu 600 kN und Linienlasten von bis zu 200 kN/m gerechnet.

Auf einer gemäß Kapitel 6.3 hergestellten Geländeanschüttung bzw. den mind. mitteldicht gelagerten Sanden können die Lasten mit einer herkömmlichen Flachgründung über Streifen- und Einzelfundamente abgetragen werden. Bei der Herstellung der Geländeanschüttung sind die Mindestanforderungen bezüglich Verdichtung und Tragfähigkeit zu berücksichtigen. Die Gründungssohlen im Sand sind grundsätzlich nachzuverdichten. Die Herstellung der Geländeanschüttung ist in Kapitel 6.3 beschrieben.

Für die Verfüllung wird auch unter umwelt- und abfalltechnischen Gesichtspunkten empfohlen, ortstypisches Material zu verwenden. Für die abfall- und umwelttechnische Unbedenklichkeit sollte bei Fremdmaterial, unbedingt im Vorfeld zur Freigabe des Liefermaterials, eine Bodenanalyse nach Ersatzbaustoffverordnung (EBV) mit Bericht und Probenahmeprotokoll vorgelegt werden. Die Freigabe kann dann z.B. durch unser Büro erfolgen.

Es wird grundsätzlich empfohlen die Gründungssohle vom Gutachter abnehmen zu lassen.

### 6.2.1 Bodenpressungen und Setzungen (Streifen- und Einzelfundamente)

Bei einer Gründung der Fundamente auf der gemäß Kapitel 6.3 hergestellten Geländeanschüttung bzw. den mind. mitteldicht gelagerten Sanden sollte folgender **maximal aufnehmbarer Sohldruck** nicht überschritten werden (siehe umseitig):

a)  $\sigma_{zul} \leq 210 \text{ kN/m}^2$  für **Streifenfundamente** (entspricht  $\sigma_{R,d} \leq 294 \text{ kN/m}^2$ )

Fundamentbreite = 0,6 m < b < 1,0 m

Fundamenteinbindetiefe frostfrei mind. 0,8 m unter GOK

b)  $\sigma_{zul} \leq 250 \text{ kN/m}^2$  für **Einzelfundamente** (entspricht  $\sigma_{R,d} \leq 350 \text{ kN/m}^2$ )

Seitenverhältnis a/b  $\leq 1,5$ , mit Seitenlängen 1,0 m < b < 2,0 m,

Fundamenteinbindetiefe frostfrei mind. 0,8 m unter GOK

Überschlägige Setzungsberechnungen zeigen, dass bei dieser vorgeschlagenen Gründungsvariante und den dabei zugelassenen maximalen Bodenpressungen sowie den unterschiedlichen Geländeanschüttungsmächtigkeiten mit Setzungen in einer Größenordnung von 1,5 cm zu rechnen ist. Setzungsdifferenzen aufgrund von Unterschieden im Bodenaufbau, Geländeanschüttungsmächtigkeiten und Fundamentabmessungen sowie -auslastungen

können in der Größenordnung der Gesamtsetzungen liegen. Erfahrungsgemäß sind 40 bis 70 % der Gesamtsetzungen nach Beendigung der Rohbauphase abgeklungen.

Die Berechnungen wurden nach EC 7 für den kennzeichnenden Punkt einer Rechtecklast und unter Zugrundelegung der erbohrten Bodenprofile durchgeführt.

Die Berechnung des Grundbruches erfolgte gemäß DIN 4017:2006. Die Grundbruchsicherheit, bezogen auf EC 7, ist für die angegebenen Fundamentabmessungen und Einbindetiefen gewährleistet.

### 6.3 Herstellung der Geländeanschüttung

Um eine ausreichende Tragfähigkeit zu erreichen, ist wie folgt zu verfahren:

#### Geländeanschüttung

- Im gesamten Baufeld des Gebäudes und der Verkehrsflächen (siehe Kap. 8) sind die durchwurzelt Zonen **vollständig**, unter Berücksichtigung des Lastausbreitungswinkels von 45°, abzuschleifen.
- Sollten wider Erwarten aufgeweichte Böden in der Gründungssohle angetroffen werden, sind diese vollständig aus der Aushubsohle zu entfernen und gegen den nachfolgend beschriebenen Polsteraufbau zu ersetzen.  
Es wird empfohlen, die Gründungssohle durch den Gutachter abnehmen zu lassen
- Der Aufbau des Polsters kann anschließend lagenweise (max. 0,3 m vor der Verdichtung) bis zur UK der Fundamente bzw. der UK-Tragschicht der Bodenplatte erfolgen. Es ist vorläufig mit Anschüttungsbeträgen von wenigen dm unter der angenommenen frostfreien Gründungssohle zu rechnen.

#### Ausführungsempfehlungen

- Als Voraussetzung für ein ausreichend tragfähiges Erdplanum und einen erfolgreichen Einbau der Polstermaterialien ist, aufgrund der Wasserempfindlichkeit der vorhandenen Bodenmaterialien, für das gesamte Gelände eine wirksame Schicht- und Tagwasserhaltung einzuplanen.
- Um Auflockerungen zu vermeiden, muss der Aushub mit einem Glattlöffel (Baggerlöffel mit Schneide) erfolgen.
- Auflockerungen in den Sandböden sind durch eine Nachverdichtung zu beseitigen.

- Die Einbaulagen sind waagrecht und die Übergänge sowie Böschungen abgetreppert herzustellen.
- Die freigelegte Gründungssohle ist, um sie vor Witterungseinflüssen zu schützen, sofort nach dem Freilegen mit der Anschüttung zu bedecken.
- Generell und um Fehlmassen auszugleichen, können folgende Materialien für den Aufbau der Geländeanschüttung genutzt werden:
  - a) grobkörnige und gemischtkörnige Böden der Gruppen GW, GI, SW, GU
  - b) feinkörnige und gemischtkörnige Böden mit Kalk-Zement (z.B. Mischbinder 50/50) verbessert. Bei einer Bindemittelzugabe ist erfahrungsgemäß von 2 – 4 Gew. % in Abhängigkeit der bindigen Anteile und des Wassergehalts des Bodens auszugehen (entspricht ca. 35 – 70 kg/m<sup>3</sup>). Die erforderliche Zugabemenge ist im Vorfeld durch entsprechende bodenmechanische Versuche (u.a. Wassergehaltsbestimmung) festzulegen. Es ist darauf hinzuweisen, dass eine Bindemittelverbesserung nur über einer Temperatur von +5°C sicher ausführbar ist. Bei langanhaltender Trockenperiode kann ein zusätzliches Wässern für den Abbindevorgang erforderlich werden. Aufgrund der angrenzenden Bebauung ist auf eine mögliche Staubentwicklung beim Streuen und Einmischen des Bindemittels hinzuweisen. Für das Einmischen von Bindemittel sind geeignete Geräte wie z.B. eine Bodenfräse oder ein Schaufelseparator / Mischlöffel vorzusehen. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass für ein Einfräsen / Einbau von Bindemittel vereinzelt Steine und Blöcke aussortiert werden müssen. Die Bindemittelzugabe hat möglichst unmittelbar vor dem Einbau (Verdichtung) zu erfolgen. Als Reaktionszeiten des Bindemittels ist in Abhängigkeit der hydraulischen Anteile von 1 bis 3 Stunden zwischen Einarbeiten des Bindemittels und der Verdichtung auszugehen. Eine darüberhinausgehende Zwischenlagerung ist unbedingt zu vermeiden. Aufgrund der angrenzenden Bebauung ist auf eine mögliche Staubentwicklung beim Streuen und Einmischen des Bindemittels hinzuweisen.
  - c) u.U. Recyclingbaustoffe (z.B. 0/32 - 0/45), solange sie bauphysikalisch geeignet und abfall- sowie umwelttechnisch den entsprechenden behördlichen Vorschriften entsprechen.
- Nicht verdichtbare Bestandteile wie Holz, größere Bauschuttkomponenten etc. sowie größere Gerölle, die ein Maß von 0,2 m Durchmesser überschreiten, sind vor dem Einbau auszusortieren oder zu zerkleinern.

- Das Anschüttungsmaterial ist lagenweise (max. 0,3 m vor der Verdichtung) aufzubauen und intensiv zu verdichten.
- Zur Verdichtung ist ein geeignetes Verdichtungsgerät einzusetzen. Zur Verringerung des Verhältniswertes ( $E_{v2}/E_{v1}$  aus Lastplattendruckversuchen) und damit das Potential für Setzungen durch Eigenkonsolidation zu minimieren, ist besonders bei rolligen Einbaumaterialien ein mehrmaliges statisches Abwalzen der einzelnen Einbaulagen und ggf. ein vorheriges Wässern vorzunehmen.
- Generell wird empfohlen, die Verdichtungsleistung beim Einbau mittels eines Verdichtungsgeräts mit integrierter Verdichtungsanzeige flächenhaft zu kontrollieren und zu dokumentieren.
- Das Einbaumaterial ist im Bereich der Geländeanschüttung so zu verdichten, dass auf **der OK der Anschüttung ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  (entspricht  $E_{vd} \geq 25 \text{ MN/m}^2$ ) mit einem Verhältniswert  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$  erreicht wird.**

Die Tragfähigkeit ist mittels statischen Lastplattendruckversuchen gemäß DIN 18134 nachzuweisen. Für die Berechnung der zulässigen Bodenpressung wird für die Geländeanschüttung vorläufig eine Steifeziffer  $E_s = 20 \text{ MN/m}^2$  angesetzt. Bei Bedarf kann z.B. durch eine erhöhte Bindemittelzugabe die Festigkeit und damit auch die Steifeziffer erhöht werden.

Eine ausreichende Tragfähigkeit der flächenhaften Bodenverbesserung kann grundsätzlich nur bei fachgerechter Ausführung der Baumaßnahme erreicht werden. Um die fachgerechte Ausführung und die Anforderungen zu gewährleisten, sind unbedingt eine Fremdüberwachung der Erdarbeiten, sowie eine Verdichtungskontrolle durch ein unabhängiges Fachbüro erforderlich.

#### 6.4 Qualitätssicherung und Verdichtungskontrollen

Zur Qualitätssicherung ist es erforderlich, neben der Eigenüberwachung durch den ausführenden Unternehmer, die Verdichtung des Planums bzw. die Verdichtungsleistung beim Einbau der Polster- und Tragschichten mittels Lastplattendruckversuchen als Fremdüberwachung prüfen zu lassen. In Anlehnung an ZTVE-StB 09<sup>2</sup>, Abschnitt 14 sollten für die verschiedenen Bereiche/Positionen folgende Auflagen erfüllt werden:

---

<sup>2</sup> Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

Gründungspolster:           ⇒ auf der OK Geländeanschüttung sollte alle 300 m<sup>2</sup> jeweils mindestens 1 statischer Lastplattendruckversuch gemäß DIN 18134 auszuführen

## 6.5 Fußbodenkonstruktion

Für gebettete Fußböden ist für den weiteren Aufbau auf dem Erdplanum eine Mindesttragfähigkeit erforderlich. Generell ist auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  (entspricht  $E_{vd} \geq 25 \text{ MN/m}^2$ ) bei einem Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$  nachzuweisen (Mindestanforderungen gemäß ZTVE-StB und RStO 12<sup>3</sup>).

Auf einer gemäß Kapitel 6.3 hergestellten Anschüttung werden die Mindestanforderungen erfahrungsgemäß erreicht.

Sofern die Anforderungen an das Planum erfüllt werden ist anschließend bis zur Unterkante der Fußbodenplatte eine mindestens 0,2 m mächtige Schicht aus Mineralgemisch (0/32 – 0/45, ggf. kapillarbrechend) einzubauen und zu verdichten. Auf dem Planum der kapillarbrechenden Schicht ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$  bei einem Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$  (entspricht  $E_{vd} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  gemäß TP BF-StB Teil 8.3) sicherzustellen.

## 6.6 Abdichtung und Dränage (gemäß DIN 18533)

Der **vorläufige Bemessungswasserstand (HGW) liegt auf 120,27 m NHN** (siehe Kapitel 5.2). Der Mindestabstand von 0,5 m der untersten Abdichtungsebene (i.d.R. die OK RFB) zum Bemessungswasserstand, wird bei der geplanten Höheneinstellung von 125,10 m NHN OKFFB eingehalten. Dies gilt auch für die Rampe. Ggf. der Dränage zufließendes Wasser kann erfahrungsgemäß vor Ort im Sand versickert werden.

Generell gilt, sofern der Mindestabstand von 0,5 m zur untersten Abdichtungsebene unterschritten wird, ist gemäß DIN 18533, die Abdichtung bis mindestens 0,3 m über den Bemessungswasserstand nach **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** auszulegen.

Des Weiteren wird der angetroffene Baugrund, gemäß vorgenannter Norm, von nicht ausreichend durchlässigen Bodenmaterialien ( $k_f < 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ) bestimmt.

---

<sup>3</sup> Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

Die Abdichtung muss gemäß DIN 18533 daher generell, oberhalb von 0,3 m über dem Bemessungswasserstand, nach **Wassereinwirkungsklasse W1.2-E** bzw. **W2-E** erfolgen. Dies bedeutet, dass entweder:

- a) Gemäß **W1.2-E** ein Aufstauen von Niederschlagswasser (auch für vorübergehende Ereignisse) durch eine auf Dauer funktionsfähige Drainage gemäß DIN 4095, zuverlässig verhindert,
- b) oder gemäß **W2-E** gegen eine Einwirkung von drückendem Wasser (Grund-, Stau- und Sickerwasser) abgedichtet werden muss.

Bei einer Abdichtung nach **W2-E** ist die **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** für Einbindetiefen bis 3,0 m maßgebend.

Bei einer Abdichtung nach **W2-E** können folgende Möglichkeiten als **alternative Varianten** zur Abdichtung nach DIN 18533-1, in Betracht gezogen werden, wenn die jeweilige Gleichwertigkeit beachtet und nachgewiesen wird (siehe umseitig).

- Ausführung der Bodenplatte in Beton mit hohem Wassereindringwiderstand gemäß WU-Richtlinie<sup>4</sup> und Abdichtung der erdberührten Außenwände nach **Wassereinwirkungsklasse W2-E**
- Ausführung der Bodenplatte und der erdberührten Außenwände in WU-Beton gemäß WU-Richtlinie („Weiße Wanne“)

Bei der Ausbildung und Bemessung von Bauteilen aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand (WU-Beton „Weiße Wanne“) sind grundsätzlich die Regeln der WU-Richtlinie einzuhalten. Es ist für die Bemessung des WU-Betonbauwerks die Beanspruchungsklasse 1 „Druckwasser“ zu wählen.

Weitere bemessungsrelevante Aspekte (Nutzungsanforderungen, Nutzungsklasse, etc.) sind planerisch zu berücksichtigen.

Aufgrund der nicht ausreichenden Durchlässigkeit des Untergrundes (gemäß Anforderungen der DIN 18533  $k_f < 1 \times 10^{-4}$  m/s) muss ein möglicher Wassereinstau am Bauwerk, dessen Höhe nicht zuverlässig prognostiziert werden kann, berücksichtigt werden. Ein möglicher Einstau von Wasser (z.B. im Arbeitsraum) bis Oberkante Gelände kann somit nicht ausge-

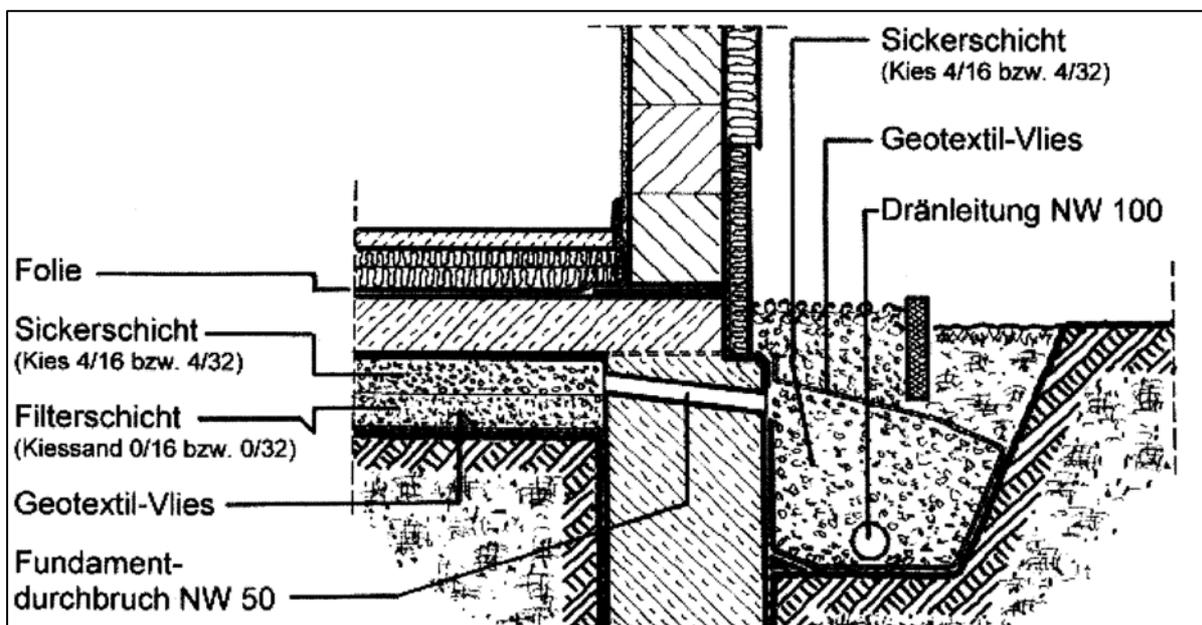
---

<sup>4</sup> WU-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DafStb)

geschlossen werden. Ohne Dränung ist gemäß DIN 18533 daher die OK Gelände als Bemessungswasserstand anzusetzen.

Eine sachgerechte Dränung nach DIN 4095 erfordert filterfeste Dränschichten, Spül- und Kontrollvorrichtungen und eine rückstausichere Ableitung des anfallenden Wassers in eine zuverlässige Vorflut.

Gemäß Merkblatt DRÄNUNG ZUM SCHUTZ BAULICHER ANLAGEN<sup>5</sup>, wird für nicht unterkellerte Gebäude bei unzureichender Sickerfähigkeit des anstehenden Bodens, sofern die Oberkante der Bodenplatte  $\leq 10$  cm über GOK liegt, die Anordnung von Dränanlagen vor den Außenfundamenten der Bodenplatte als sinnvoll angesehen. In Anlehnung an die Ausbildung der Dränung am Fuß der Fundamente von unterkellerten Gebäuden, sind die Streifenfundamente des nicht unterkellerten Gebäudes mit einer ausreichend tief angeordneten Dränleitung auszustatten (siehe Abbildung)



Des Weiteren ist die Ausführung der angrenzenden Freiflächen (z.B. Gefälle, Versiegelung) planungsseitig zu berücksichtigen.

Als Mindestumfang muss das Zufließen von Oberflächen- und Stauwasser zum Gebäude wirkungsvoll verhindert werden

<sup>5</sup> Baupraktische Hinweise zur DIN 4095 vom Januar 2018, Herausgeber: Verband baugewerblicher Unternehmer Hessen e.V. Bauunternehmensberatung Hessen-Thüringen GmbH

### *Ausführungsempfehlung Dränage nach DIN 4095*

Um das Gebäude aufgrund der wenig durchlässigen Bodenmaterialien ( $k_f < 1 \times 10^{-4}$  m/s) bei einer Abdichtung gemäß DIN 18533 nach **Wassereinwirkungsklasse W1.2-E** gegen Bodenfeuchtigkeit zu schützen, muss ein Aufstauen des Stau- und Sickerwassers sowie zeitweise lokal auftretendem Schichtwassers verhindert werden. Hierzu sind alle erdberührten Fußböden und Wandflächen entsprechend Kapitel 8.5.1 der DIN 18533 abzudichten und z.B. mit Dränplatten zu versehen, welche an eine umlaufend angeordnete Ringdränage anzuschließen sind.

Die Dränage ist mindestens 20 cm unter OK Rohbodenplatte außerhalb des Fundament-Druckausbreitungsbereichs anzuordnen und muss ein Mindestgefälle von 0,5 % aufweisen. Um eine ausreichende Filterstabilität zwischen den anstehenden Böden und dem Dränrohr zu gewährleisten, sind Dränleitungen in Abhängigkeit des genutzten Materials allseitig mindestens 0,10 bis 0,15 m dick mit filterfestem Material (z.B. Kiessand Sieblinie B 32 mit  $d = 0,15$  m) zu ummanteln. Bei nicht filterfestem Material (z.B. Grobkies, Grobschotter) ist, gemäß DIN 4095, eine Filterschicht (Sand / Geotextil) vollflächig und lückenlos auf und um die Sickerschicht zu verlegen. Der Einbau der Sickerschicht ist vollflächig mit staufreiem Anschluss an die Dränageleitung auszuführen.

Gemäß DIN 4095 sind Dränleitungen so zu verlegen, dass sie in ihrer gesamten Länge jederzeit gereinigt werden können (Gefahr durch Verschlammen durch Feinbestandteile). Hierzu sind bei Richtungswechsel der Rohre, seitlichen Anschlüssen bei Hoch- und Tiefpunkt, mindestens jedoch alle 50 m Schächte anzuordnen, um eine regelmäßige Wartung durchführen zu können.

Unterhalb der Fußbodenplatte ist ein Flächenfilter aus kapillARBrechendem Schottermaterial (z.B. der Körnung 0/32 ggf. ohne 0-Anteil) mit einer Durchlässigkeit von  $k_f > 1 \times 10^{-4}$  m/s vorzusehen. Es wird eine Mindestschichtstärke von 0,2 m empfohlen. Um ein „Verschlammen“ des Flächenfilters zu vermeiden, ist als Trennlage zwischen anstehendem Boden und dem Flächenfilter ein Geovlies anzuordnen. Bei einer Grundrissfläche von  $> 200$  m<sup>2</sup> sind darüber hinaus in den Flächenfilter Dränleitungen einzulegen (je nach zu erwartendem Wasserandrang, Durchmesser DN 50 und Abstand ca. 5 bis 10 m). Der Anschluss der Flächendränage an die Ringdränage bzw. einen ableitenden Dränagestrang ist z.B. mittels Fundamentdurchbrüchen zu gewährleisten.

## 7 BÖSCHUNG / WASSERHALTUNG

### 7.1 Bau- und Fundamentgruben

In Abhängigkeit von der Geländeneigung können Baugruben mit einer Tiefe bis zu 1,25 m nach DIN 4124 senkrecht geschachtet werden. Es ist ein mindestens 0,6 m breiter möglichst waagerechter Schutzstreifen anzuordnen. Mit nachbrechenden Grubenwänden und damit verbundenen Mehrmassen muss gerechnet werden. Bei größeren Einbindetiefen kann im Bauzustand (Lastfall 2 bzw. BS-T) oberhalb des Grundwassers und weiteren in DIN 4124 definierten Randbedingungen, unter folgenden maximal zulässigen Winkeln geböscht werden (siehe umseitig):

Lehm, mind. steifplastisch	$\beta \leq 60^\circ$
Sand, Kies	$\beta \leq 45^\circ$

Die Standsicherheit von Böschungen ist nach DIN EN 1997-1, DIN 1054 bzw. DIN 4084 nachzuweisen, wenn die Standsicherheit von Gebäuden, Leitungen, anderen baulichen Anlagen oder Verkehrsflächen gefährdet werden kann sowie Baugruben und/oder Böschungen von  $\geq 5$  m Höhe erstellt werden. Daraus ergeben sich erfahrungsgemäß flachere Böschungswinkel oder erforderliche Sicherungsmaßnahmen. Diese und weitere in der DIN 4124 definierte Randbedingungen sind unbedingt zu beachten.

Dauerhafte Böschungen, wie sie ggf. für spätere Geländeanpassungen der Anschüttung erforderlich werden, sind mit einem Winkel von  $\beta \leq 30^\circ$  herzustellen.

### 7.2 Wasserhaltung

Nach den Ergebnissen der Außenarbeiten können zumindest temporär, abschnittsweise Wasser haltende Maßnahmen, aufgrund von lokalen Stau- und Schichtwasserzuflüssen, während der Bauphase nicht ausgeschlossen werden. Anfallendes Grund- und Schichtwasser sowie Tagwasser ist mittels offener Wasserhaltung über Drainagegräben, Pumpensümpfe und leistungsstarke Schmutzwasserpumpen filterstabil zu fassen und kontrolliert abzuleiten. Speziell während anhaltender Niederschläge können verstärkt Schicht-, Sicker- und Oberflächenwasserzutritte erfolgen.

## 8 GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG VERKEHRSFLÄCHEN

Es wird generell empfohlen, den Aufbau von Verkehrsflächen gemäß den Empfehlungen der RStO 12<sup>6</sup> auszuführen.

### 8.1 Unterbau

Für Verkehrsflächen ist für den weiteren Aufbau auf dem Erdplanum eine Mindesttragfähigkeit erforderlich. Gemäß ZTVE-StB und RStO 12<sup>7</sup> ist auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  bei einem Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$  nachzuweisen (Mindestanforderungen an das Erd- bzw. Auffüllungsplanum).

Bei einer sich am Gebäude orientierenden Höheneinstellung werden die Unterkanten der Verkehrsflächen, nach Abtrag der durchwurzelten Zone, im Niveau der noch herzustellenden Geländeanschüttung liegen.

Auf einer gemäß Kapitel 6.3 hergestellten Geländeanschüttung werden die oben genannten Mindestanforderungen erfahrungsgemäß erreicht.

### 8.2 Verkehrsflächenoberbau

Unter der Voraussetzung, dass das Unterbauplanum eine ausreichende Tragfähigkeit ( $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  mit  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ ) aufweist, wird empfohlen, den Aufbau entsprechend der Belastungsklassenzuordnung nach RStO vorzunehmen. Der vorgesehene Aufbau ist planungsseitig im Hinblick auf die Ergebnisse der Baugrunderkundung zu überprüfen. Es wird die Anlage von Probefeldern (z.B. mit Gesamtaufbau) empfohlen.

Informationen über die Belastungsklasse der geplanten Verkehrsfläche liegen uns zum jetzigen Zeitpunkt nicht vor. Die RStO 12 gibt für die Dicke des frostsicheren Oberbaus in Abhängigkeit der Belastungsklassen folgende Richtwerte an (Tabelle 6 der RStO angenommen F 3):

Belastungsklasse 100 bis 10 = 65 cm

Belastungsklasse 3,2 bis 1,0 = 60 cm

---

<sup>6</sup> Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

<sup>7</sup> Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

Durch die Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse wie Frosteinwirkungszone, Lage der Gradienten, Lage der Trasse, Wasserverhältnisse und Ausführung der Randbereiche (Tabelle 7 der RStO) ergeben sich Mehr- oder Minderdicken, die seitens des Planers auf der Grundlage örtlicher Kenntnisse festzulegen sind. Aus der untersuchten Bodensituation und den uns vorliegenden Informationen ergeben sich zusätzlich folgende Randbedingungen:

- die Frostempfindlichkeitsklasse F3
- ungünstige Wasserverhältnisse (Schicht- und Stauwasser) +5 cm
- Frosteinwirkungszone I +0 cm

Nach den vorgenannten Randbedingungen sind die o.g. Richtwerte für die Dicke des frostsicheren Oberbaus am Untersuchungsstandort um 5 cm zu erhöhen. Der vorgesehene Aufbau ist planungsseitig im Hinblick auf die Ergebnisse der Baugrunderkundung zu überprüfen.

Die Anforderungen an Verdichtungsgrad und 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 Bauweise (Frostschutzschicht, Kies- oder Schottertragschicht, hydraulisch gebundene Tragschicht oder Bodenverfestigung) sowie insbesondere die Art der geplanten Fahrbahndecke (Bitumendecke, Betondecke, Pflasterdecke, usw.) zu berücksichtigen.

Grundsätzlich sind Schottertragschichten und Frostschutzschichten aus frostsicherem, natürlichem gebrochenem Schottermaterial der Körnung 0/32 bis 0/45 aufzubauen und lagenweise mit einem dynamisch wirkenden Verdichtungsgerät zu verdichten. Die gemäß RStO 12 bzw. ZTVE StB geforderten Verformungsmoduln auf Oberkante Tragschicht (i.d.R. min.  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  unter Asphalt und min.  $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$  unter Pflaster, Verhältniswert  $\leq 2,2$ ) sind mittels Lastplattendruckversuchen gemäß DIN 18134 nachzuweisen.

Alternativ ist gemäß RStO 12 auch ein **vollgebundener Asphaltoberbau** möglich. Die Mindestschichtstärken sind den Belastungsklassen entsprechend der RStO, Tafel 4 zu entnehmen. Für den Unterbau gelten weiterhin die zuvor genannten Angaben.

## 9 HINWEISE ZUR EUROPÄISCHEN GRUNDBAUNORMUNG (EC 7)

Die geplante Baumaßnahme ist gemäß DIN 1054 / DIN 4020 aufgrund der bisherigen Erkundungsergebnisse, Projektinformationen und Annahmen (Lasten, Geländeanschüttung

etc.) in Verbindung mit den Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen. Das vorliegende Gutachten ist daher nach DIN 4020 formal als Geotechnischer Entwurfsbericht einzuordnen. Im Hinblick auf die seit Juli 2012 geltende europäische Grundbaunormung ergeben sich hieraus weitere Planungs- sowie Kontrollpflichten für die Bauausführung (siehe auch DIN EN 1997-1:2009-09 (EC 7-1), Kapitel 2.8 und 4).

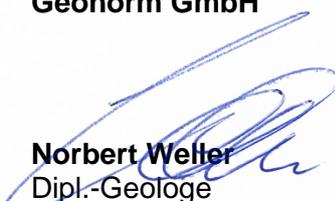
Nach Vorlage weiterer Planungsdetails bzw. Überprüfung der angenommenen Lasten (u.a. Lastangaben von Stützen, Wänden sowie Vorgaben an das Setzungsverhalten) ist die Verbindlichkeit der, in dem vorliegenden Entwurfsbericht ausgearbeiteten Empfehlungen, zu prüfen. Ggf. sind dann für konkrete Ausführungs- und Gründungsempfehlungen ergänzende Erkundungen (z.B. Baggerschürfe) auszuführen, welche dann insgesamt in einem weiteren Geotechnischen Bericht (Endplanung) zusammengefasst werden müssen. Für die Bauphase ergeben sich Kontrollpflichten z.B. in Form von Verdichtungskontrollen und Baugrundabnahmen.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Die Weitergabe des Gutachtens darf nur ungekürzt vorgenommen werden. Gegenüber Dritten besteht Haftungsausschluss.

**Geonorm GmbH**

Gießen, 26.09.2023



**Norbert Weller**  
Dipl.-Geologe



**Jan Legner**  
B.Sc. Angewandte Geowissenschaften

## 10 ANLAGEN

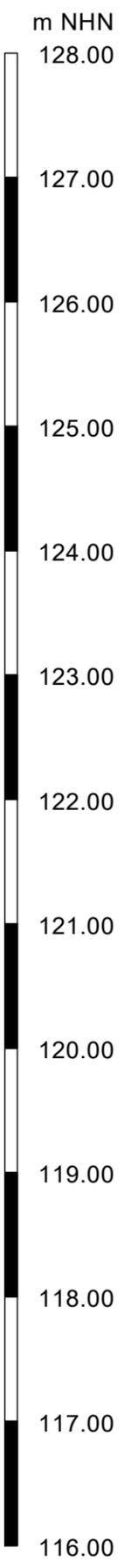
- Anlage 1      Lageplan, mit Eintragung der Aufschlusspositionen, M 1 : 500
- Anlage 2      Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile nach DIN ISO EN 14688-1:2011-06 und Sondierdiagramme der Rammsondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-2:2005
- Anlage 3      Bestimmung des Glühverlustes gemäß DIN 18128



Legende  
 2.45 GW - Ende Bohrarbeiten  
 (20.05.2022)

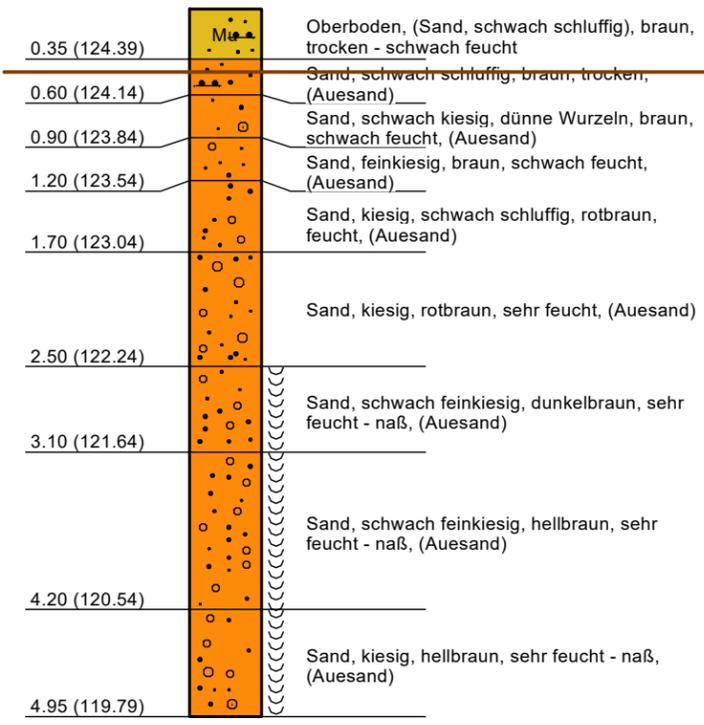
Legende

steif - halbfest	Mu	Oberboden
nass	Kies	Kies
	Sand	Sand
	Schluff	Schluff



### RKS 11

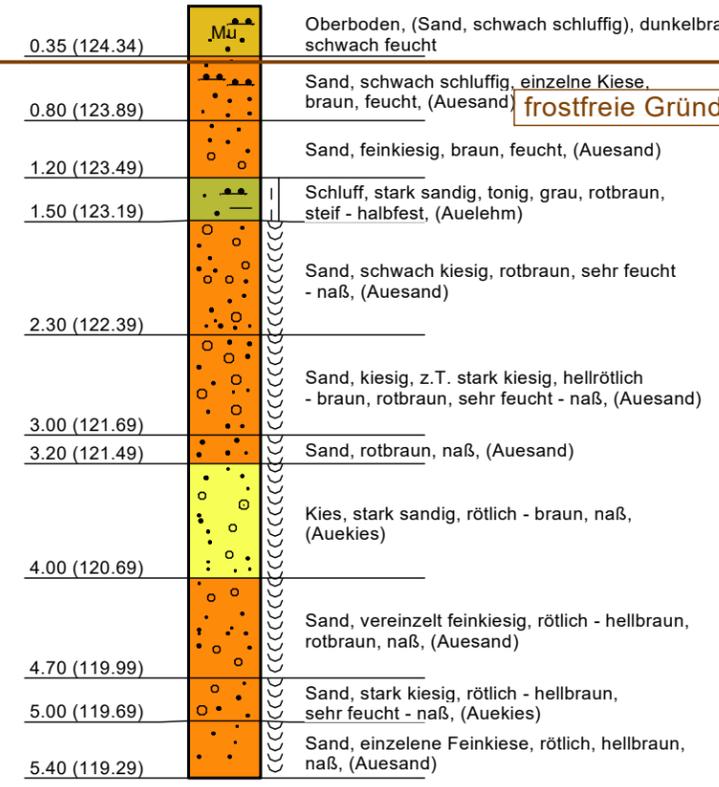
124,74 m NHN



fest  
bei 4,28 m zugefallen

### RKS 9

124,69 m NHN



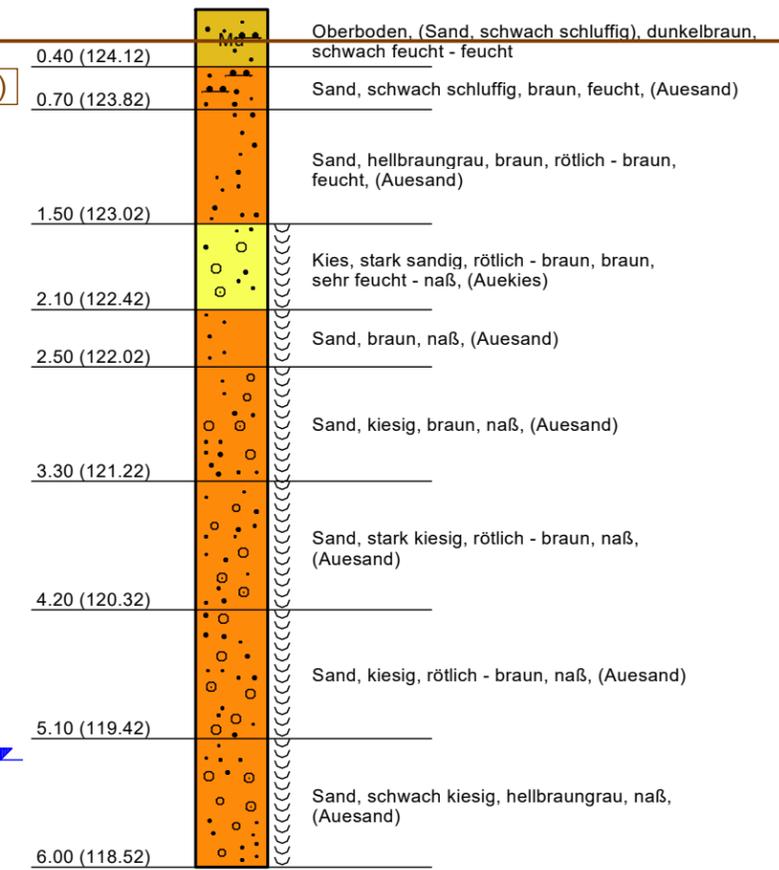
fest  
bei 5,03 m zugefallen

OK FFB (125,10 m NHN)

frostfreie Gründungssohle (124,30 m NHN)

### RKS 8

124,52 m NHN



fest  
bei 5,33 m zugefallen

5.25 (119.27) GW - Ende Bohrarbeiten  
(30.05.2023)

gepl. Marktgebäude

 Ursulum 18 35396 Gießen Tel.: 0641/94360-0 Fax: 0641/94360-40	Projekt: Babenhausen, Frankfurter Straße	gezeichnet: 28.06.2023	K. Heine
	Projekt-Nr.: 2023 14866 a 1	geprüft:	
		Sp-Nr.: 14866a1_1	Maßstab 1 : 50

m NHN  
128.00  
127.00  
126.00  
125.00  
124.00  
123.00  
122.00  
121.00  
120.00  
119.00  
118.00  
117.00  
116.00

**Legende**  
2.45 (20.05.2022) GW - Ende Bohrarbeiten  
2.45 (20.05.2022) GW - angetroffen

**Legende DPM (gilt nur für rollige Böden)**  
sehr locker gelagert  
locker gelagert  
mitteldicht gelagert  
dicht gelagert  
sehr dicht gelagert

**Legende**  
Oberboden  
Kies  
Sand  
Ton

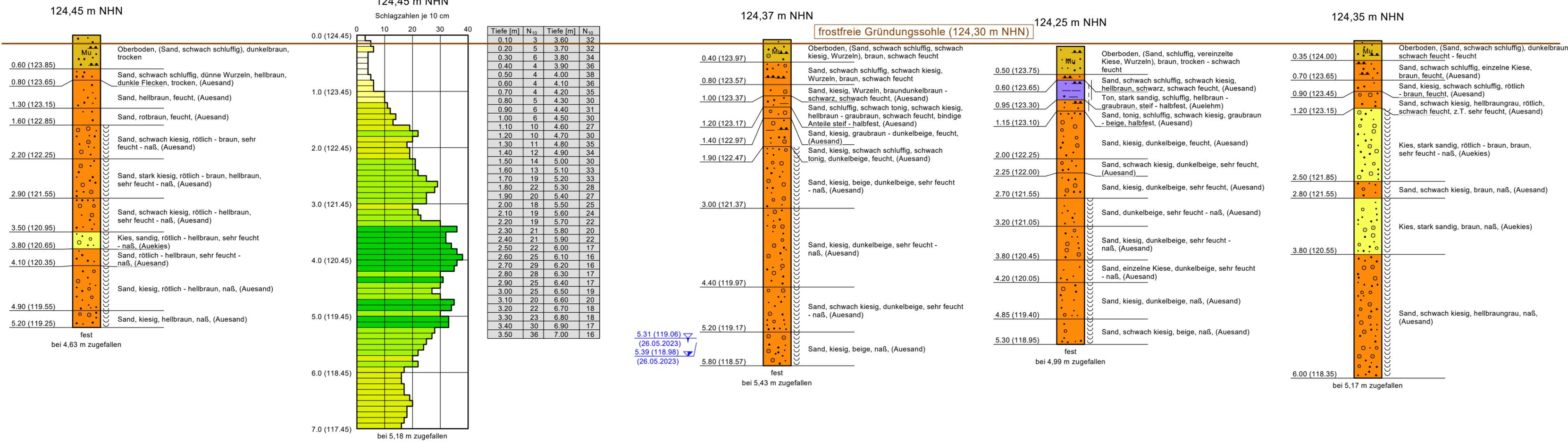
**RKS 12**

**DPM 1**  
bei RKS 12

**RKS 10**

**RKS 7**

**RKS 6**



**gepl. Marktgebäude**

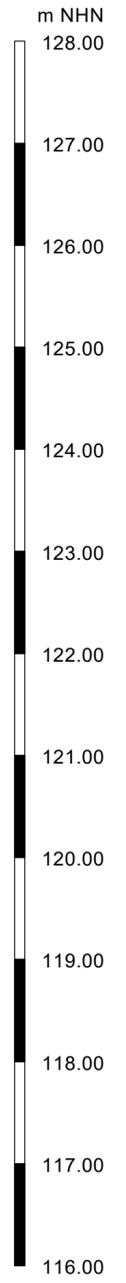
 Ursulum 18 35396 Gießen Tel.: 0641/94360-0 Fax: 0641/94360-40	Projekt: Babenhausen, Frankfurter Straße	gezeichnet: 28.06.2023	K. Heine
	Projekt-Nr.: 2023 14866 a 1	geprüft:	
	Sp-Nr.: 14866a1_2	Maßstab 1 : 50	Anlage 2

Legende  
 2.45 GW - Ende Bohrarbeiten  
 (20.05.2022)

Legende  
 Mu Oberboden  
 Kies  
 Sand

Sickerbecken

Parkflächen



RKS 13/VV 1

RKS 14/VV 2

RKS 5

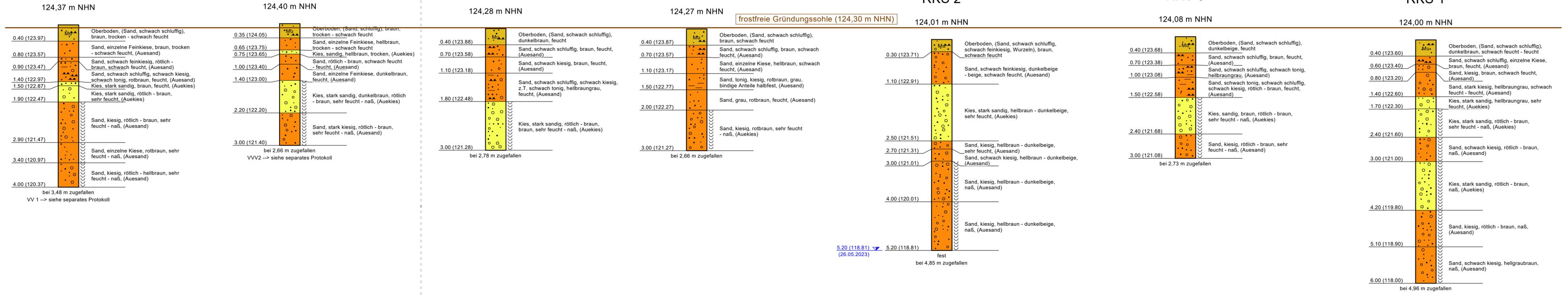
RKS 4

OK FFB (125,10 m NHN)

RKS 2

RKS 3

RKS 1



gepl. Außenanlagen

Ursulum 18 35396 Gießen Tel.: 0641/94360-0 Fax: 0641/94360-40	Projekt: Babenhausen, Frankfurter Straße Projekt-Nr.: 2023 14866 a 1	gezeichnet: 28.06.2023	K. Heine
		geprüft:	
		Maßstab 1 : 50	
		Sp-Nr.: 14866a1_3 Anlage 2	

## ***Anlage 3***

## Bestimmung des Glühverlustes gemäß DIN 18128



**Projekt:** Babenhausen, Frankfurter Straße

**Entnahme am:**

**Projekt-Nr.:** 2023 14866 a 1

**durch:**

**Bearbeiter:** JT

**Datum:** 14.09.2023

**Proben Nr:** 8/1

Probenbezeichnung		T1	T2	
Masse d. ungeglühten Probe m. Behälter	$m_d + m_B$	35,55	38,87	g
Masse d. geglühten Probe m. Behälter	$m_{gl} + m_B$	35,09	38,24	g
Masse des Behälters	$m_B$	17,19	16,64	g
Massenverlust	$\Delta m_{gl} = (m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	0,46	0,63	g
Trockenmasse d. Bodens v. d. Glühen	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	18,36	22,23	g
Glühverlust	$V_{gl} = \Delta m_{gl} / m_d$	2,51	2,83	%
Glühverlust: Mittelwert	$V_{gl}$	<b>2,67</b>		%

**Proben Nr:** 9/1

Probenbezeichnung		T3	T4	
Masse d. ungeglühten Probe m. Behälter	$m_d + m_B$	36,37	36,49	g
Masse d. geglühten Probe m. Behälter	$m_{gl} + m_B$	35,75	35,92	g
Masse des Behälters	$m_B$	15,07	16,23	g
Massenverlust	$\Delta m_{gl} = (m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	0,62	0,57	g
Trockenmasse d. Bodens v. d. Glühen	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	21,30	20,26	g
Glühverlust	$V_{gl} = \Delta m_{gl} / m_d$	2,91	2,81	%
Glühverlust: Mittelwert	$V_{gl}$	<b>2,86</b>		%

## Bestimmung des Glühverlustes gemäß DIN 18128



**Projekt:** Babenhausen, Frankfurter Straße

**Entnahme am:**

**Projekt-Nr.:** 2023 14866 a 1

**durch:**

**Bearbeiter:** JT

**Datum:** 14.09.2023

**Proben Nr:** 10/1

Probenbezeichnung		T5	T6		
Masse d. ungeglühten Probe m. Behälter	$m_d + m_B$	37,91	39,74		g
Masse d. geglühten Probe m. Behälter	$m_{gl} + m_B$	37,31	39,07		g
Masse des Behälters	$m_B$	15,39	15,19		g
Massenverlust	$\Delta m_{gl} = (m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	0,60	0,67		g
Trockenmasse d. Bodens v. d. Glühen	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	22,52	24,55		g
Glühverlust	$V_{gl} = \Delta m_{gl} / m_d$	2,66	2,73		%
Glühverlust: Mittelwert	$V_{gl}$	<b>2,70</b>			%

**Proben Nr:** 11/1

Probenbezeichnung		T7	T8		
Masse d. ungeglühten Probe m. Behälter	$m_d + m_B$	40,65	39,61		g
Masse d. geglühten Probe m. Behälter	$m_{gl} + m_B$	39,69	38,78		g
Masse des Behälters	$m_B$	16,03	18,27		g
Massenverlust	$\Delta m_{gl} = (m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	0,96	0,83		g
Trockenmasse d. Bodens v. d. Glühen	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	24,62	21,34		g
Glühverlust	$V_{gl} = \Delta m_{gl} / m_d$	3,90	3,89		%
Glühverlust: Mittelwert	$V_{gl}$	<b>3,89</b>			%