

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG · Glockenplatz 1 · 34388 Trendelburg

BREMER AG
Jörg Sehrbrock
Grüner Weg 28 - 48

33098 Paderborn

Projektnummer: 221114-1

Ansprechpartner: Dr. Claus Schubert

Datum: 23.04.2021

Telefon: 0 56 71 – 77 97 0

Fax: 0 56 71 – 77 97 10

eMail: info@bbu-schubert.de

www.bbu-schubert.de

INGENIEURGEOLOGISCHES GUTACHTEN

Paderborn, Ahornallee 20 - Ahorn - Sportpark - Neubau einer Baseballhalle und einem Parkdeck

Hier: Orientierende geologische Voruntersuchung nach DIN 4020 mit ingenieurgeologischer Baugrundbeurteilung sowie gründungs- und erdbautechnischen Empfehlungen

Bauvorhaben: Neubau einer Baseballhalle und einem Parkdeck
Ahorn - Sportpark
Ahornallee 20
33106 Paderborn

Bauherr: Ahorn - Sportpark gGmbH
Ahornallee 20
33106 Paderborn

Projektplanung: BREMER AG
Grüner Weg 28 - 48
33098 Paderborn

Auftraggeber: Wie vor

Tragwerksplanung: Wie vor

Nachfolgend wird das Ingenieurgeologische Gutachten mit den Seiten 2 bis 48 und den Anlagen 1.1 bis 4 vorgelegt.



Inhaltsverzeichnis:

1.	Bauvorhaben und Auftrag	3
2.	Grundlagen, Bearbeitungsunterlagen	5
3.	Lage und örtliche Situation	6
4.	Baugrunderkundung.....	7
4.1	Geologische und hydrologische Übersicht, Erkundungsprogramm	7
4.2	Bodenaufbau	8
4.3	Grundwasserverhältnisse	15
4.4	Charakteristische Bodenkennwerte	16
4.5	Bautechnische Einteilung	17
4.6	Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit	20
4.7	Erdbebensicherheit	20
5.	Ingenieurgeologische Beratung.....	21
5.1	Baseballhalle	21
5.1.1	Planung.....	21
5.1.2	Erdarbeiten; Anlegung des Planums	23
5.1.3	Gründungskonzept Fundamente	25
5.1.4	Gründung Fußboden	33
5.2	Parkdeck	35
5.2.1	Planung.....	35
5.2.2	Erdarbeiten; Anlegung des Planums	35
5.2.3	Gründungskonzept Fundamente	39
5.2.4	Gründung Fußboden	44
6.	Analyseergebnis Umweltuntersuchung	47
7.	Schlussbemerkungen.....	48

1. Bauvorhaben und Auftrag

Die **Ahorn - Sportpark gGmbH, Paderborn**, beabsichtigt die Erweiterung ihrer Sportstätte "Ahorn - Sportpark" auf dem Gelände der Ahornallee 20 in Paderborn.

Die Baumaßnahme umfasst im Rahmen des aktuellen Planungsvorhabens den Neubau:

- **Baseballhalle mit Zwischenbau und nordseitiger Angrenzung an das Bestandsgebäude**
- **Parkdeckgebäude, freistehend - ostseitig Bestandsgebäude**

Die nachfolgende Abbildung zeigt in einem Luftbild das Sportgelände und die Verortung der geplanten Neubauten.

Abbildung 1: Luftbild "Sportgelände" und Verortung der gepl. Neubauten



Quelle: BREMER AG, Paderborn

Eine Unterkellerung wird nicht beabsichtigt.



Im Hinblick auf die zu erwartenden Baugrundverhältnisse und als Grundlage für die Beurteilung der Baumaßnahme soll zur Gewährleistung der zulässigen geotechnischen Rahmenbedingungen, insbesondere aber zur Sicherstellung einer technisch einwandfreien und sicheren Gründungsausführung, eine **ingenieurgeologische Voruntersuchung** der anstehenden Boden- und Bodenwasserverhältnisse durchgeführt werden.

In diesem Zusammenhang hat die **BREMER AG** die **BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG** beauftragt, die im Gründungseinwirkungsbereich der Baumaßnahme anstehenden Baugrundverhältnisse in einer orientierenden Erkundung festzustellen und auf deren Grundlage sowie unter Berücksichtigung der Planungsvorgaben eine Empfehlung für die Gründung zu bearbeiten.

Gemäß der vorstehenden Zielsetzung wird das Ergebnis mit nachfolgendem **Ingenieurgeologischen Gutachten** dargestellt, ausgewertet und bekannt gegeben.

Das vorliegende Gutachten beschreibt die Baugrunderkundung, -untersuchung und -bewertung der geologischen Voruntersuchung nach DIN 4020 und entbehrt zur Realisierung von erd- und grundbautechnischen Arbeiten nicht die geologische Hauptuntersuchung nach DIN 4020.

Die schriftliche Ausarbeitung gilt nur nach Verifizierung und vorbehaltlich einer ausreichenden Fachbauleitung bzw. geotechnischen Baustellenbegleitung durch das Unterzeichnerbüro.

Anmerkung: Der örtlich begrenzte Untersuchungsumfang kann Änderungen der außerhalb des Untersuchungsbereiches anstehenden Baugrundverhältnisse, die Einfluss auf die Gebäudegründung sowie die erd- und gründungstechnischen Arbeiten haben können, naturgemäß nicht ausschließen.



2. Grundlagen, Bearbeitungsunterlagen

Als Grundlage zur Bearbeitung wurden die einschlägigen Normen, Regelwerke und sonstigen Bauvorschriften sowie das zugehörige Fachschrifttum herangezogen, unter anderem:

- **DIN 4020**
"Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke"
- **DIN EN ISO 22 475**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung (ersetzt DIN 4021)"
- **DIN EN ISO 14 688**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden (ersetzt DIN 4022 und DIN 4023)"
- **DIN 1997 - 1 (Eurocode EC - 7)**
"Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln" und nationales Anwendungsdokument (NAD)
- **DIN 1997 - 2 (Eurocode EC - 7)**
"Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes" und nationales Anwendungsdokument (NAD)
- **DIN 1054**
"Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau"
- **VOB**
"Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen"
- **DIN 18300**
"Erdarbeiten"
- **DIN 4124**
"Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau"
- **DIN 18533**
"Abdichtung von erdberührten Bauteilen"
- **DIN 4095**
"Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung"
- **DIN 18195, T.4 + T.5**
"Bauwerksabdichtungen; Abdichten gegen Bodenfeuchtigkeit; Bemessung und Ausführung" + "Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser; Bemessung und Ausführung"
- **Prinz, Helmut**
"Abriss der Ingenieurgeologie - 4. Auflage, München, 2006"
- **Grundbau - Taschenbuch**
"Teil 1 bis 3 - 7. Auflage, Berlin, 2009"



Zum Zeitpunkt der Berichtsverfassung standen dem Unterzeichnerbüro folgende Projektunterlagen für die Bearbeitung zur Verfügung:

- **Übersichtsplan (Luftbild) mit Einzeichnung gepl. Neubauten** - BREMER AG - ohne Datumsangabe
- **Angebotspläne Baseballhalle mit Dachkonstruktion Halle, Decke über 1. Obergeschoss, Erdgeschoss, Schnitt, Gründung** - BREMER AG, Paderborn - Massstab M 1 : 333 / 1 : 200 / 1 : 25 - Planstand: 01. / 02.03.2021
- **Lageplan Parkplätze (Baustandort gepl. Parkdeck)** - ohne Autoren-, Maßstabs- und Datumsangabe

Bisherige Ausarbeitung des Unterzeichnerbüros:

- **Stellungnahme zum Baustellentermin / Probenahme am 12. und 13.04.2021** - Andreas Dorndeck - st221114-1 vom 14.04.2021

3. Lage und örtliche Situation

Das Sportstättengelände befindet sich am westlichen Rand der Stadt Paderborn.

Die verkehrstechnische Anbindung erfolgt über die Ahornallee im Osten. Diese verläuft auf der Nordseite des geplanten Parkdeckgebäudes vorbei. Im Norden setzt sich die Verkehrsführung mit der Bezeichnung "Almeaue" fort und führt ostseitig an der geplanten Baseballhalle vorbei.

Im Baubereich der geplanten Neubauten bestehen derzeitig befestigte Parkplätze für PKW.

Die Umgebung gehört zur "Alme - Aue", wobei das Fließgewässer unweit westlich des Baustandes verläuft.



4. Baugrunderkundung

4.1 Geologische und hydrologische Übersicht, Erkundungsprogramm

Der geologische Untergrund im Untersuchungsgebiet besteht aus **Mergeln und Kalkmergeln der Kreidezeit**. Infolge **Verwitterungseinfluss** ist der Deckgebirgshorizont stark bindige zersetzt.

Darüber lagern **Almekiese** in Form von Rundkornmaterial aus Kalksteinen (Hochterrassenablagerungen). Gelegentlich sind auch **quartäre Lößlehme** anzutreffen.

Die grobkörnigen Almekiese fungieren als Grundwasserleitschicht. Während länger andauernden Niederschlägen (auch Starkregenereignissen) reichern sich versickernde Wässer innerhalb der Grobsedimente an und führen zu **Stauwasseransammlungen** über den wassersperrenden tonig zersetzten Verwitterungsbildungen des unterlagernden Gesteins.

Zur Erzielung eines **orientierenden** Überblickes über die tatsächlichen Baugrundverhältnisse im Standortbereich der geplanten Gebäudeneubauten und als Grundlage für die **Vorbeurteilung** der erdbau- und gründungstechnischen Arbeiten wurden am 12. und 13.04.2021 auftragsgemäß:

5 Baggerschürfgruben
(Kurzbezeichnung: **SCH 1 bis SCH 5**)

und

6 Rammkernsondierungen Ø 50 - 80 mm
(Kurzbezeichnung: **RKS 1 bis RKS 6**)

nach DIN 4020, DIN EN ISO 22475 und DIN EN ISO 14688 ausgeführt.

4.2 Bodenaufbau

Das im Verlauf der Erkundungsarbeiten angetroffene Bodenprofil wurde ingenieurgeologisch detailliert aufgenommen. Nachfolgend werden die Profilaufnahmen wiedergegeben.

Baubereich "Parkdeck"

Abbildung 2a: Lage der Erkundungsstellen

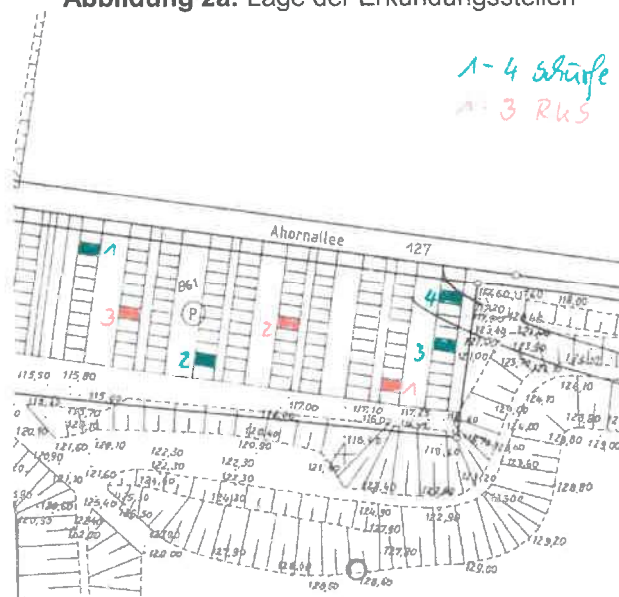
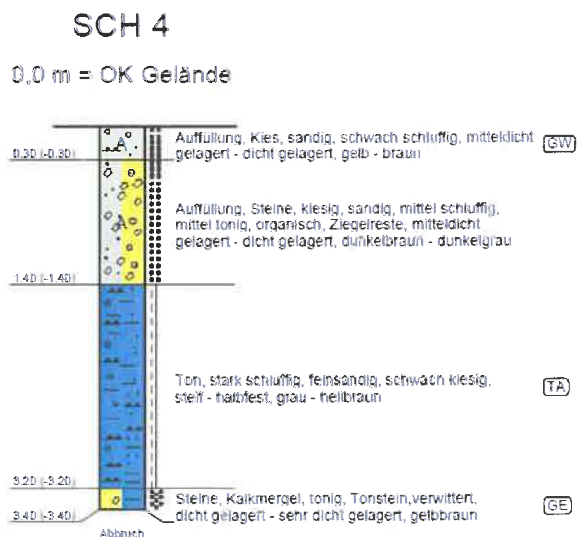
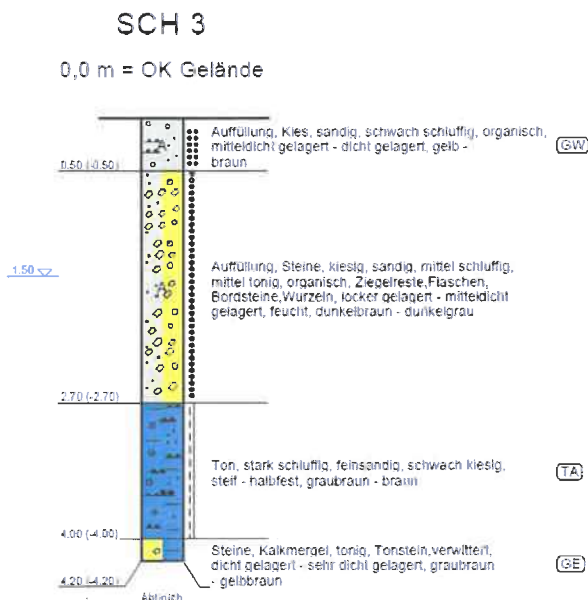
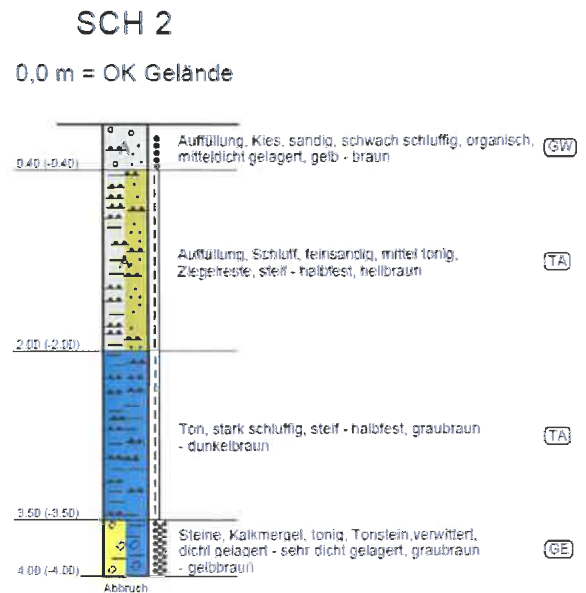
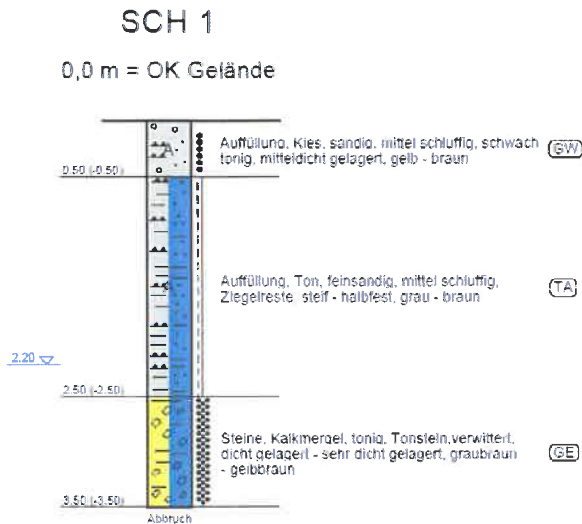


Foto 1: Lage der Baggerschürfe SCH 1 bis SCH 4



Abbildungen 2b bis 2h: Profilbalkendarstellung der Baggerschürfe und Rammkernsondierungen



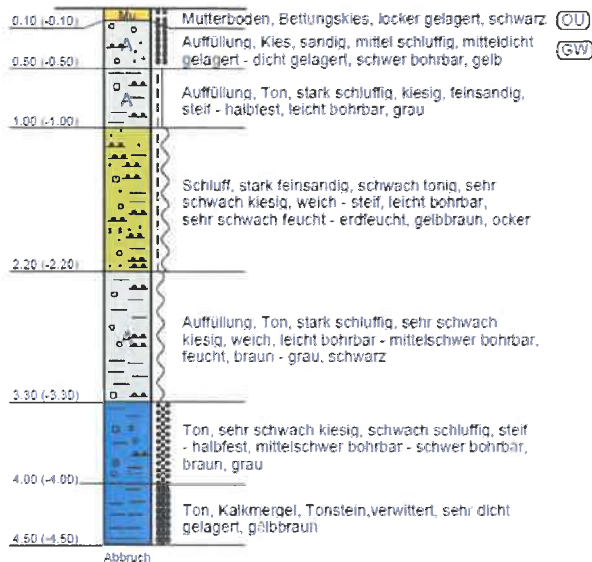
BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



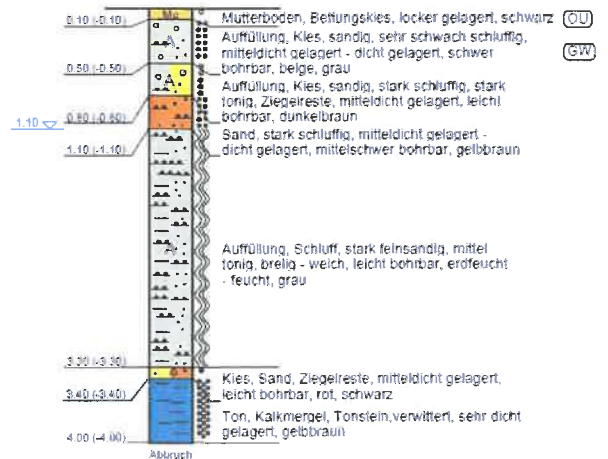
RKS 1

0,0 m = OK Gelände



RKS 2

0,0 m = OK Gelände



RKS 3

0,0 m = OK Gelände

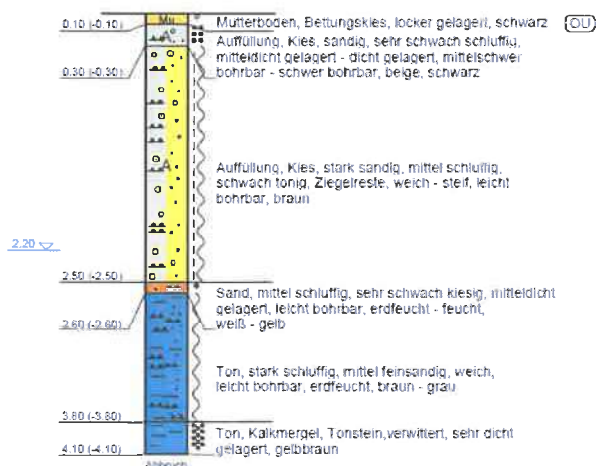


Foto 2: Baggerschurf SCH 1



Foto 3: Baggerschurf SCH 2



Foto 4: Baggerschurf SCH 3



Foto 5: Baggerschurf SCH 4



Baubereich "Baseballhalle"

Abbildung 3a: Lage der Erkundungsstellen

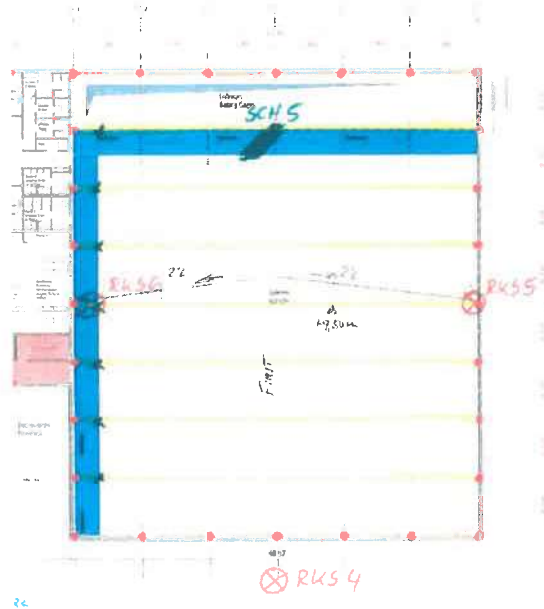


Foto 6: Lage der Rammkernsondierungen RKS 4 bis RKS 6

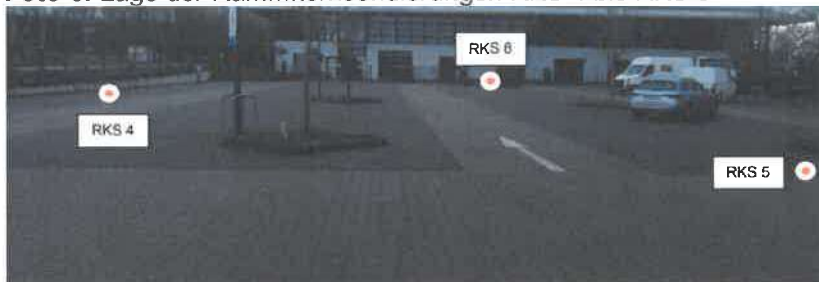


Foto 7: Lage der Baggerschürfgrube SCH 5



Abbildungen 3b bis 3e: Profilbalkendarstellung des Baggerschurfes und Rammkernsondierungen

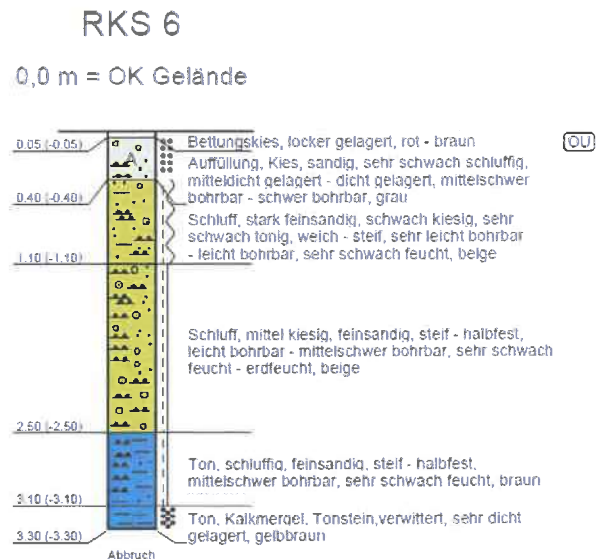
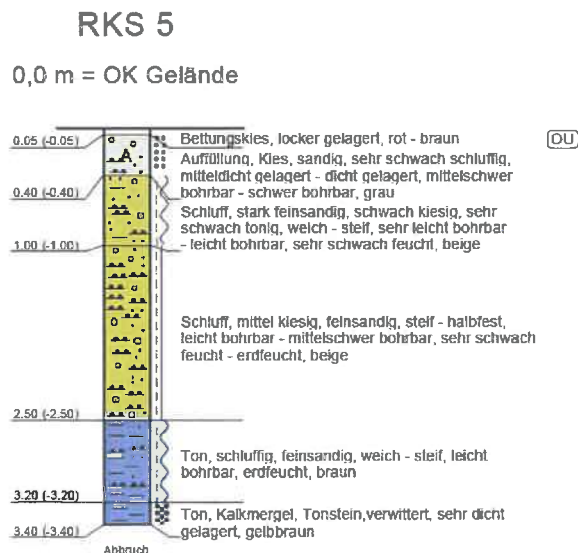
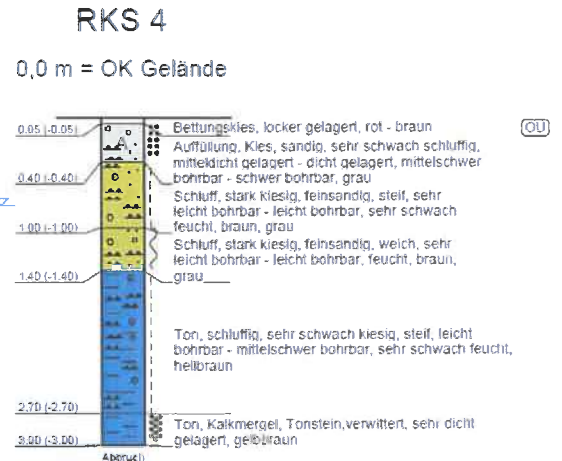
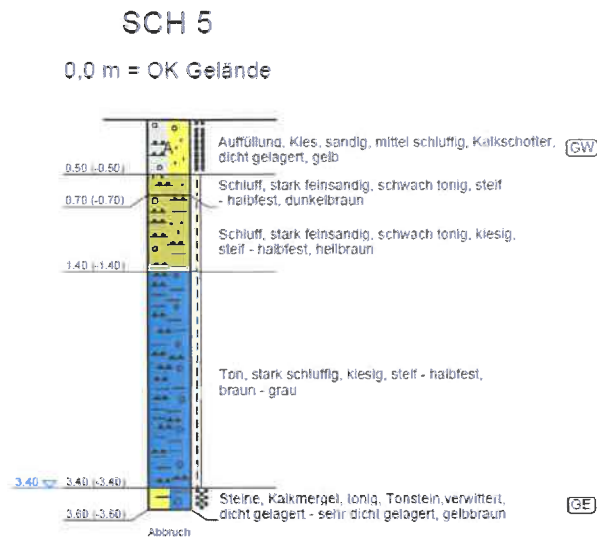


Foto 8: Baggerschurf SCH 5



Zusammenfassung:

Baubereich Parkdeck: Die Geländeoberfläche an den Erkundungsstellen (außerhalb der Verbundsteinoberfläche angesetzt) ist zunächst durch Kalkschotter abgedeckt ($d = 0,3$ bis $0,5$ m). Örtlich besteht Oberboden aus Mutterboden und Bettungskies. Darunter hat der Erkundungsbefund Auffüllungen (z.T. als Bauschutt) bis in Tiefen zwischen $2,0$ und $3,4$ m unter GOK festgestellt. Ab deren Basis befinden sich vorwiegend weiche bis steife, örtlich auch halbfeste Ton- und Schluffböden. Den Abschluss des erkundeten Bodenprofils bilden dicht bis sehr dicht gelagerte Kalkmergel / Tonsteine ab Tiefen zwischen $2,5$ und $4,0$ m unter GOK.



Baubereich Baseballhalle: Nach ca. 0,5 m Kalksteinschotterbefestigung der Oberfläche (außerhalb der Verbundsteinoberfläche) folgen Schluffe und Tone in teils weicher, meist jedoch steif bis halbfester Konsistenz. Ab Tiefen zwischen 2,7 und 3,4 m unter GOK beginnt auch hier der dicht bis sehr dicht gelagerter Schichthorizont aus Kalkmergel / Tonstein.

4.3 Grundwasserverhältnisse

Während den Erkundungsarbeiten konnte in einigen Schürf- und Bohrstellen Grundwasser eingemessen werden wie folgt:

Baubereich "Parkdeck"

Schurf / Bohrung	Wasserstand m u. GOK	Bemerkungen
SCH 1	2,20	-----
SCH 2	n.a.	-----
SCH 3	1,60	-----
SCH 4	n.a.	-----
RKS 1	n.a.	Bohrloch zugefallen bei 1,70 m unter GOK
RKS 2	1,10	Bohrloch zugefallen bei 2,95 m unter GOK
RKS 3	2,20	Bohrloch zugefallen bei 3,90 m unter GOK

Tabelle 1a: Ergebnisse Grundwassermessung

n.a. = nicht angetroffen

Baubereich "Baseballhalle"

Schurf / Bohrung	Wasserstand m u. GOK	Bemerkungen
SCH 5	3,40	-----
RKS 4	0,80	Bohrloch zugefallen bei 1,00 m unter GOK
RKS 5	n.a.	Bohrloch zugefallen bei 2,70 m unter GOK
RKS 6	n.a.	Bohrloch zugefallen bei 3,10 m unter GOK

Tabelle 1b: Ergebnisse Grundwassermessung

n.a. = nicht angetroffen

Bei den Einzelwasserführungen handelt es sich um Schichtenwasser, welches sich kavernös über geringer durchlässigen Bodenzonen staut.



Generell gilt es zu beachten, dass die aktuelle Situationserhebung lediglich die Gegebenheiten zum Zeitpunkt der Erkundungsdurchführung widerspiegeln. Langzeitmessungen liegen nicht vor.

Im Verlauf länger andauernder Niederschläge und Anreicherung aus dem umliegenden Niederschlagseinzugsgebiet können vermehrt Grundwasserführungen auftreten. In diesem Zusammenhang sollte beachtet werden, dass die tonig zersetzten Verwitterungsbildungen wasserstauend wirken, d.h. versickerndes Niederschlagswasser kann nicht oder nur sehr zeitversetzt in tiefere Untergrundregionen abgeführt werden.

Beim Anschnitt sind somit im ungünstigsten Fall Wasserzutritte nicht auszuschließen. Dies betrifft vor allem die niederschlagsreicheren Frühjahrsmonate. Demgegenüber kann in den niederschlagsdefizitären Sommermonaten jeglicher Wassereinfluss ausbleiben.

Langfristige Aussagen der bodenhydrologischen Gegebenheiten können nur nach Herstellung von verrohrten Messpegeln bzw. -brunnen erfolgen. Die u.s. Empfehlungen sind daher vorbehaltlich einer eingehenderen und langfristigeren Grundwasserbeobachtung zu sehen.

4.4 Charakteristische Bodenkennwerte

Auf der Grundlage der bodenkundlichen Prüfungen werden die bis zur maximalen Erkundungstiefe angetroffenen Bodenschichten hinsichtlich ihrer wahrscheinlichen Kennwerte abgeleitet und sind **Mittelwerte**. Die Tabellenwerte gelten für den natürlichen, d.h. ungestörten Zustand.

Bodenschicht	Wichte γ / γ' kN / m ³	Reibungs- winkel φ' Grad	Steife- modul E_s kN / m ²	Kohäsion c' / c_u kN / m ²
Mutterboden (Oberboden)	17,0 / 7,0	17,5	kein Lastboden	0,0 / 15,0
Kies (Kalkschotter - Auffüllung)	18,5 / 8,5	37,5	60.000	0,0 / 0,0
Ton (Auffüllung)	19,5 / 9,5	22,5	5.000	25,0 / 75,0
Schluff (Auffüllung)	19,5 / 9,5	22,5	5.000	5,0 / 25,0

Fortsetzung nächste Seite

--	--	--	--	--



Kies, schluffig (Auffüllung)	19,0 / 9,0	35,0	20.000	0,0 / 2,0
Sand, schluffig (Verwitterungslehm)	19,0 / 9,0	30,0	20.000	0,0 / 2,0
Schluff (Verwitterungslehm)	19,5 / 9,5	22,5	5.000	5,0 / 25,0
Ton (Verwitterungslehm)	20,5 / 10,5	22,5	8.000	35,0 / 75,0
Ton, Kalkmergel, Tonstein (Verwitterungszone, Kreide)	21,0 / 11,0	30,0	80.000	15,0 / 35,0
Steine, Kalkmergel, Tonstein (Verwitterungshorizont Kreide)	22,0 / 12,0	>45,0	150.000	0,0 / 0,0

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte

4.5 Bautechnische Einteilung

Bis zur maximalen Tiefe der Erkundungsstellen werden die angetroffenen Bodenschichten hinsichtlich ihrer wahrscheinlichen Kennwerte abgeleitet und sind **Mittelwerte**. Die Kennwerte der Tabelle gelten für den natürlichen, d.h. ungestörten Zustand.

Bodenschicht	Boden- gruppe DIN 18196	Klassifikation DIN 18196	Boden- klasse DIN 18300	Homogen- bereich "Erdarbeiten" *)	Frost- empfindlichkeit ZTVE-StB
Mutterboden (Oberboden)	OU	Böden mit organischen Beimengungen	1	A	F 2
Kies (Kalkschotter - Auffüllung)	GW	bindige, feinkörnige und bindige, gemischt- körnige Böden	3	B	F 1
Ton (Auffüllung)	TM - TA	bindige, feinkörnige und schwach bindige, gemischt- körnige Böden	4 - 5	C	F 3

Fortsetzung nächste Seite

		bindige,			
--	--	----------	--	--	--



Kies, schluffig (Auffüllung)	GU	gemischt- körnige Böden	3	B	F 2
Sand, schluffig (Verwitterungslehm)	SU - SU*	bindige, feinkörnige Böden	4	C	F 3
Schluff (Verwitterungslehm)	UL	bindige, feinkörnige Böden	4	C	F 3
Ton (Verwitterungslehm)	TM - TA	bindige, feinkörnige Böden	4 + 5	C	F 3
Ton, Kalkmergel, Tonstein (Verwitterungszone, Kreide)	-----	-----	6	D	F 3
Steine, Kalkmergel, Tonstein (Verwitterungshorizont Kreide)	-----	-----	6	D	F 3

Tabelle 3: Bautechnische Einteilung
Charakter

*) Vorschlag - ohne VOB - rechtswirksamen

Erläuterungen zu den Einteilungen

➤ Bodengruppen (DIN 18196)

- GE: enggestufte Kiese GW: weitgestufte Kies - Sand - Gemische GI: intermittierend gestufte Kies - Sand - Gemische
- SE: enggestufte Sande SW: weitgestufte Sand - Kies - Gemische SI: intermittierend gestufte Sand - Kies - Gemische
- GU bzw. GU*: Kies - Schluff - Gemische GT bzw. GT*: Kies - Ton - Gemische
- SU bzw. SU*: Sand - Schluff - Gemische ST bzw. ST*: Sand - Ton - Gemische
- UL: leicht plastische Schluffe UM: mittelpastische Schluffe UA: ausgeprägt plastische Schluffe
- TL: leicht plastische Tone TM: mittelpastische Tone TA: ausgeprägt plastische Tone
- OU: Schluffe mit organischen Beimengungen OT: Tone mit organischen Beimengungen
- OH: grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art HN: nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
- HZ: zersetzte Torfe A: Auffüllungen

➤ Bodenklassen (DIN 18300 und VOB "Erdarbeiten"):

- **Bodenklasse 1:** Oberboden (Mutterboden) - oberste Bodenschicht, die neben anorganischen Stoffen auch Humus und Bodenlebewesen enthält.
- **Bodenklasse 2:** Fließende Bodenarten - von flüssiger bis zähflüssiger Beschaffenheit, die das Wasser schwer abgeben.
- **Bodenklasse 3:** Leicht lösbare Bodenarten - nicht bindige bis schwach bindige Sande, Kiese, und Sand - Kies - Gemische mit bis zu 15 Gewichtsprozent Beimengungen an Schluff und Ton und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen über 63 mm Korngröße und bis zu 0,01 m³ Rauminhalt. Organische Bodenarten mit besserer als breiiger Konsistenz sowie Torfe.
- **Bodenklasse 4:** Mittelschwer lösbare Bodenarten - Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-%, sowie bindige von leichter bis mittlerer Plastizität und höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.
- **Bodenklasse 5:** Schwer lösbare Bodenarten - Bodenarten nach den Bodenklassen 3 und 4, jedoch mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt. Ebenso nicht bindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis fest sind.
- **Bodenklasse 6:** Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind, sowie vergleichbare verfestigte bindige und nicht bindige Bodenarten, wie sie z.B.

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



durch Austrocknen, Gefrieren oder chemischen Bindungen hervorgerufen werden; nicht bindige und bindige Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt.

- **Bodenklasse 7:** Schwer lösbarer Fels - Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügefestigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind. Festgelagerter, unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, Schlackenhalde der Hüttenwerke sowie dergleichen.

➤ Homogenbereiche (DIN 18300 (2015) und VOB / C "Erdarbeiten"):

- **Definition:** Gemäß ATV DIN 18304 (2012) sind Boden und Fels in Homogenbereiche (Schichteneinteilung) einzuteilen. Ein Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und DIN EN 1997, T. 2, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.
- Die DIN 18300 (2012) wurde zurückgezogen - die Einteilung in Bodenklassen (bisher 1 - 7) entfällt.

➤ Frostepfindlichkeit (ZTVE - StB 09):

- **Frostepfindlichkeitsklasse F1:** nicht frostepfindlich
- **Frostepfindlichkeitsklasse F2:** gering bis mittel frostepfindlich
- **Frostepfindlichkeitsklasse F3:** sehr frostepfindlich

Hinweise:

Die Abschätzung der Werte für die Homogenbereiche erfolgt auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen und der Erfahrung aus Projekten mit ähnlichen / vergleichbaren Böden sowie auf Grundlage von Literatur- und Tafelwerten. Die Angabe der nach DIN 18300 vorgesehenen Kennwerte für die Homogenbereiche ist mit entsprechender Genauigkeit und Aussagekraft nur auf der Grundlage eines entsprechenden Umfangs an Feld- und Laboruntersuchungen möglich.

Homogenbereich A: Oberboden - Die ATV DIN 18300 gilt nicht für Oberbodenarbeiten und Rodungsarbeiten sowie den Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen (siehe ATV DIN 18915 / DIN 18320 - "Landschaftsbauarbeiten") Umweltrelevante Inhaltsstoffe sind zu beachten. Es sind zudem die Belange des Bodenschutzes im Rahmen einer bodenkundlichen Fachbauleitung im Zuge des Projektes zu berücksichtigen.

4.6 Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit

Zur Bestimmung der hydraulischen Leitfähigkeit (= Wasserdurchlässigkeit) für den Untergrund oberhalb der Grundwasseroberfläche ist es notwendig den k_f - Wert (so genannter "Durchlässigkeitsbeiwert") festzustellen.

Für die Bodenschichten bis in maximale Tiefe des Erkundungsaufschlusses werden die Durchlässigkeiten nach Erfahrung wie folgt abgeschätzt:

Bodenschicht	k_f - Wert m / s	Durchlässigkeit nach DIN 18130
Mutterboden (Oberboden)	10^{-5} - unter 10^{-6}	durchlässig bis schwach durchlässig
Kies (Kalkschotter - Auffüllung)	10^{-3} - 10^{-4}	stark durchlässig
Ton (Auffüllung)	unter 10^{-8}	sehr schwach durchlässig
Kies, schluffig (Auffüllung)	10^{-5} - unter 10^{-6}	durchlässig bis schwach durchlässig
Sand, schluffig (Verwitterungslehm)	10^{-5} - unter 10^{-6}	durchlässig bis schwach durchlässig
Schluff (Verwitterungslehm)	unter 10^{-6} - unter 10^{-8}	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Ton (Verwitterungslehm)	unter 10^{-8}	sehr schwach durchlässig
Ton, Kalkmergel, Tonstein (Verwitterungszone, Kreide)	unter 10^{-8}	sehr schwach durchlässig
Steine, Kalkmergel, Tonstein (Verwitterungshorizont Kreide)	unter 10^{-8}	sehr schwach durchlässig

Tabelle 4: Abschätzung Durchlässigkeit

4.7 Erdbebensicherheit

Nach DIN EN 1998-1 / NA: 2011-01 und der aktuellen zugehörigen "Karte der Erdbebenzonen in der Bundesrepublik Deutschland" gehört die Umgebung zu keiner Erdbebenzone.

5. Ingenieurgeologische Beratung

5.1 Baseballhalle

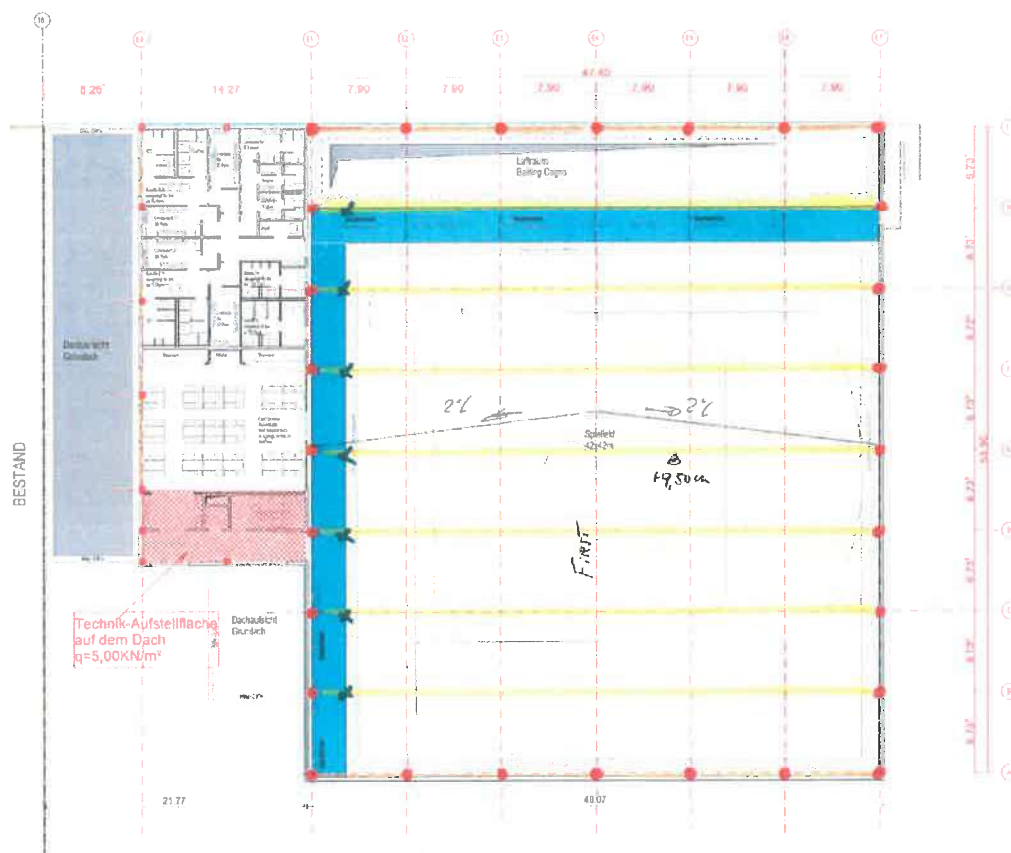
5.1.1 Planung

Die Anordnung erfolgt auf der Nordseite an das bestehende Sportstättengebäude zunächst über einen ein- bis zwei- geschossigen Zwischenbau, an dem sich die Baseballhalle anschließen soll.

Die Halle erhält die Abmessungen zwischen den Außenachsen von $L = 53,90$ m Länge und $B = 47,40$ m Breite. Eine Unterkellerung wird nicht beabsichtigt. Geplant ist, die Fußbodenoberkante des Erdgeschosses durchlaufend anzuordnen. Eine Höheneinstellung ist noch nicht festgelegt.

Die nachstehende Abbildung zeigt mit dem zur Verfügung gestellten Grundriss "Dachkonstruktion Halle" die Draufsicht auf das geplante Gebäude.

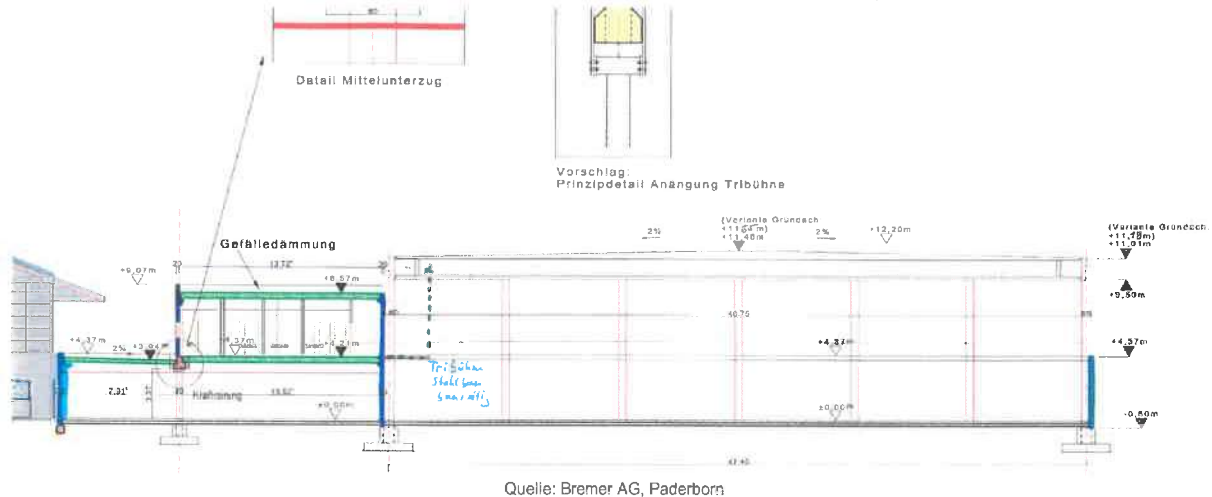
Abbildung 4: Dachkonstruktion Halle (Planstand: 02.03.2021)



Quelle: Bremer AG, Paderborn

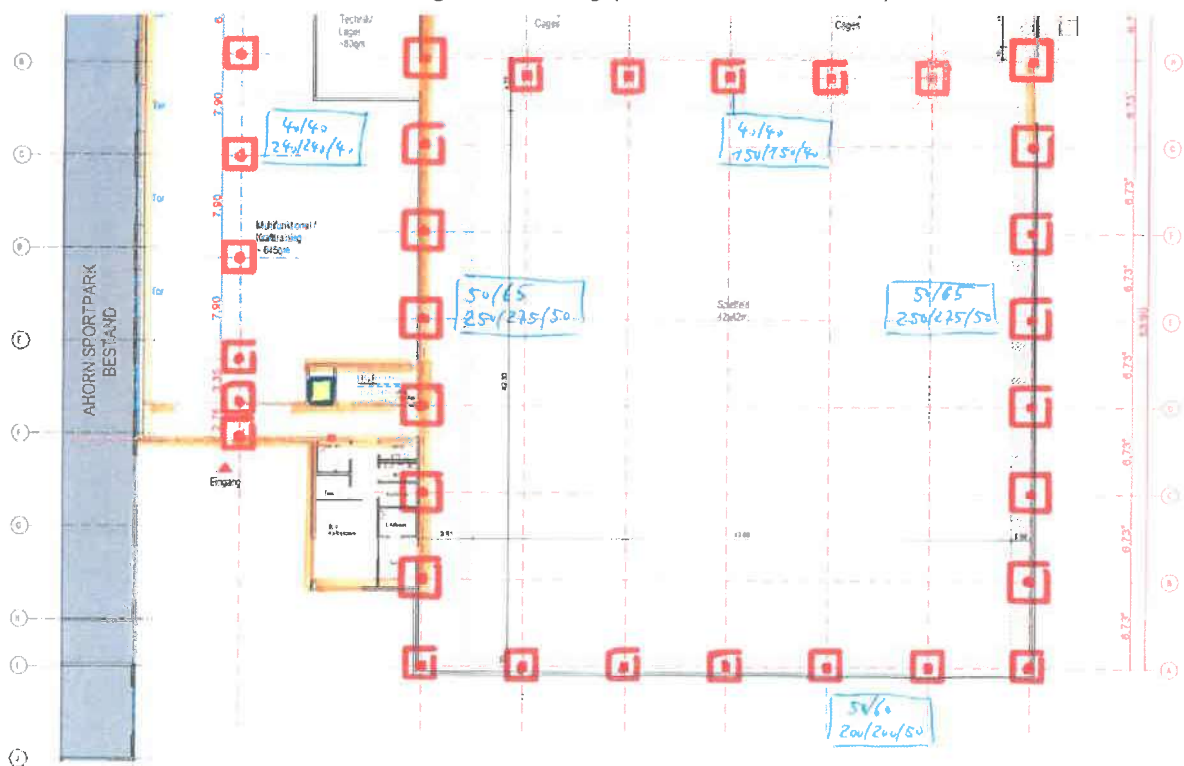
Die nächste Abbildung zeigt einen Schnitt durch das Gebäude.

Abbildung 5: Schnitt (Planstand: 02.03.2021)



Die Gründung ist über Einzelfundamente im Stützenrastersystem über angeformte Gründungskörper konzipiert. Zudem werden Raumwände des Zwischenbaus mit Ortbeton - Streifenfundamenten gegründet. Die nachstehende Abbildung zeigt das entwickelte Konzept.

Abbildung 6: Gründung (Planstand: 01.03.2021)



Innerhalb des Zwischenbaus wird ein Aufzug integriert.



Den zur Verfügung gestellten Unterlagen ist zu entnehmen, dass zur Bemessung eine vorläufige zulässige mittlere Bodenpressung von zul. $\sigma_k = 250 \text{ kN} / \text{m}^2$ zugrunde liegt. Das Steifemodul wird mit $E_{s,k} = 30 \text{ MN} / \text{m}^3$ angesetzt.

5.1.2 Erdarbeiten; Anlegung des Planums

Das Baufeld im Bereich der geplanten Baseballhalle liegt in den überwiegenden Flächenbereichen über einer bisher als PKW - Parkplatz genutzten Fläche. Die Fläche ist mit Pflaster und Schotter befestigt. Richtung Westen schließt sich eine Geländefläche mit Gehölzbestand an.

Eine exakte Höheneinmessung des Geländes liegt noch nicht vor. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass die topografischen Verhältnisse +/- eben ausgeprägt sind. Höhenunterschiede dürften sich im wenigen Zentimeter- bis Dezimeterbereich bewegen.

Unterhalb des Pflasterbelags mit unterlagerndem Bettungskies ($d = 0,05 \text{ m}$) oder geländeabdeckender Kalkschotterschicht ($d = 0,50 \text{ m}$) schließt sich am Nordrand (SCH 5) steif bis halbfestkonsistenter Schluff bis Tiefe von $1,40 \text{ m}$ an. Die an den Ost-, West- und Südrändern des Hallengrundrisses angesetzten Rammkernsondierungen RKS 4 bis 6 haben aufgefüllten sandig - sehr schwach schuffigen Kies bis Tiefe von $0,40 \text{ m}$ angetroffen. Darunter folgen in allen Untersuchungsstellen unterschiedlich sandig - kiesige Schluffe in weich bis halbfester Konsistenz. Ab Tiefen zwischen $2,70$ und $3,40 \text{ m}$ unter Gelände wechselt der Untergrund zu verwitterten Gesteinen aus Kalkmergeln und Tonsteinen. Diese liegen im Schichthorizont in tonig zersetzter Matrix vor. Nach sensibler Einschätzung sind die Böden dicht bis sehr dicht gelagert.

Eine konkrete Höheneinstellung für die Fußbodenoberkante lag während der Bearbeitung noch nicht vor. Auch Angaben zum geplanten Fußbodenaufbau sind aktuell noch nicht bekannt.

Wird vorerst von einem Konstruktionsaufbau für Fußboden und kapillarbrechendem Kiesunterbau von insgesamt $0,50 \text{ m}$ ausgegangen und erfolgt die Höheneinstellung in Oberkante derzeitigem Gelände, erreicht das Niveau des Planums den Schichthorizont der weich bis halbfesten Schluffe.

Übliche Tragfähigkeitsanforderungen für das Planum umfassen:

$E_{v2} \geq 45 \text{ MN} / \text{m}^2$	Erdplanum
$E_{v2} / E_{v1} = 2,5$	Verdichtungsverhältnis

Die flächendeckende Prüfung erfolgt über Lastplattendruckversuche nach DIN 18134.



Für Flächenabschnitte mit eingeschränkter Konsistenz (z.B. "weich bis steif") sind erfahrungsgemäß Tragfähigkeiten zwischen $E_{v2} = 12$ bis 15 MN / m^2 zu erwarten, so dass für derartige Bereiche Verbesserungen der Tragfähigkeitseigenschaften angezeigt sind. Zu diesem Zweck bieten sich folgende Varianten an:

Variante 1: Austausch der konsistenzabgeminderten Böden in Schichtdicke von $d = 0,30 \text{ m}$ und Ersatz durch gleichmäßig kornabgestufte und raumbeständig verdichtbare mineralische Erdbaustoffe. Denkbar wäre für diesen Zweck die vorab abgetragenen und separierten mineralischen Oberbauschichten der bisherigen Oberflächenbefestigung zu verwenden, deren Eignung für diesen Zweck erwartet wird. Die Erdbaustoffen sind intensiv in Längs- und Querrichtung sowie überlappenden Übergängen zu verdichten. Die Qualität der Verdichtung ist durch Lastplattendruckversuche nachzuweisen.

Variante 2: Verbesserung der Verdichtbarkeit und Tragfähigkeit des anstehenden bindig, feinkörnigen Bodens durch Einarbeiten von Kalk. Hierzu wird dem Boden je nachvorliegendem natürlichen Wassergehalt Feinkalk oder Kalkhydrat hinzugefügt (Hauptziel: Sofortwirkung), homogenisiert und anschließend verdichtet. Die derart verbesserte Schicht sollte eine Dicke von $d = 0,30 \text{ m}$ umfassen. Zur Festlegung der Kalkmenge werden baubegleitend Bestimmungen des natürlichen Wassergehaltes w_n und der Proctordichte D_{pr} erforderlich.

Aufgrund der örtlichen Bedingungen ist zu beachten, dass bindige oder stark verdichtete Böden zu Stauwasserbildungen und in dessen Folge zu Aufweichungen bis hin zu Verbreitungen neigen. Daher ist grundsätzlich im Hinblick auf die Befahrbarkeit, Bearbeitbarkeit und die Tragfähigkeit des Erdplanums für die betreffenden Geländebereiche eine Tagwasserhaltung mittels Dränagen, Pumpensäumpfen und Schmutzwasserpumpen vorzusehen, um Oberflächenwasser effektiv abzuführen.

Allgemeine Eigenschaften der anstehenden Böden

Für die geländenah anstehenden Schluffe ist zu beachten, dass diese stark wasserempfindlich sind. Jegliche Wassergehaltsänderung bewirkt eine Veränderung der Eigenschaften. Insbesondere bei erhöhter Feuchteanreicherung (z.B. im Verlauf länger andauernder Niederschläge) kann eine Verschlechterung der bodenphysikalischen Eigenschaften zur Folge haben. Die Lehme gelten im Allgemeinen als nur mäßig durchlässig.

Aufgrund seiner Kornstruktur besitzt dieser Boden jedoch eine recht hohe Aufnahmekapazität gegenüber Wasser. Diese Eigenschaft bewirkt ein schwammartiges Aufsaugen von einwirkenden Sickerwasser bis zum Sättigungspunkt. Danach tritt eine Stauwirkung auf, da der Boden das Wasser nur langsam zur Tiefe hin abgeben kann. Ist der Boden bereits wassergesättigt, ist mit einer stark verminderten Aufnahmekapazität zu rechnen.

Er reagiert somit sehr empfindlich auf geringfügige Erhöhungen des natürlichen Wassergehaltes, z.B. durch Niederschläge oder Zutritt von Grundwasser, sowie auf



dynamische Beanspruchung, z.B. durch Befahren mit schwerem Gerät oder durch dynamisches Verdichten. Durch beide Vorgänge vermindert sich die Konsistenz bis hin zur Verbreiung.

Plötzliche Belastung und dynamische Beanspruchung von durchfeuchteten Böden führen zum Ausquetschen und Grundbruch. Beim Befahren des durchfeuchteten Bodens mit schwerem Gerät, wie z.B. Raupen- oder Radbagger, wird dieser durchwahlt. Es entsteht eine teigartige Masse, eine Emulsion aus feinstverteiltem Wasser, Luftbläschen und Erdstoff. Diese teigartige Masse ist im Übrigen auch für Rohrbettungen oder als Untergrund von Verkehrsflächen völlig ungeeignet.

Außerdem sind die Böden darüber hinaus sehr frost- und witterungsempfindlich.

Die Verdichtbarkeit der feinkörnigen Böden ist je nach Konsistenz mäßig bis schlecht. Weiche und breiig bis weiche Böden sind nicht verdichtbar.

Die bindigen Böden müssen vor einem Wiedereinbau mechanisch aufbereitet (Fräsen) und mit Branntkalk oder Mischbinder versetzt werden.

Den Schluffen schließen sich Tone an. Sie sind ähnlich zu bewerten wie die Schluffe. Im Unterschied zum Schluff reagieren Tone, insbesondere die ausgeprägt plastischen Tone, bei Abnahme ihres Wassergehaltes durch erhebliche Volumenminderung und schrumpfen. Je größer die Plastizität eines Gesteins ist, desto mehr kann dieses bei Wasserentzug schrumpfen. Sie sind darüber hinaus sehr frost-, witterungs- und erosionssempfindlich. Frostempfindlichkeit und Erosionssempfindlichkeit der ausgeprägt plastischen Tone sind deutlich geringer.

Tone lassen sich nur schlecht verdichten und sind daher für den Wiedereinbau wenig bis ungeeignet.

Das unterste erkundete Schichtglied wird von verwitterten Mergelgesteinen bestimmt. Die Verwitterungsbildungen sind als "dicht bis sehr dicht" beschrieben worden. Bodenmechanisch zeigte sich der Boden im Baggerschurf in Form von tonig durchsetzten Steinen. Es handelt sich um einen gut belastungsfähigen Baugrund. Bei Lasteinleitung wird eine geringe Verformungsempfindlichkeit erwartet.

5.1.3 Gründungskonzept Fundamente



Im Folgenden wird auf der Grundlage der vorliegenden Erkundungsergebnisse ein Gründungskonzept vorgestellt. Hierbei gilt besonders zu beachten, dass der statischen Bemessung des Gründungssystems die maßgebliche Interaktion zwischen Bauwerk und Baugrund zugrunde liegt. Für die Gründung des Bauvorhabens sind neben den projektspezifische Lasten und Konstruktionsbesonderheiten auch die Nutzungsanforderungen des Bauwerkes zu berücksichtigen.

Vom Grundsatz her ist zudem zu beachten, dass die Gründung des Bauvorhabens zur Gewährleistung gleichartiger Bedingungen innerhalb eines ausreichend tragfähigen Baugrundes erfolgt.

Die Region befindet sich in Anlehnung an das Regelwerk RStO 12 - *"Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen"* innerhalb der **Frosteinwirkungszone II**. Nach FLOSS, Kirschbaum-Verlag, 3. Auflage, Bild 54, wird bei Zone I, Gebiet 2, die Berücksichtigung einer Frosteindringtiefe von >90 bis 95 cm empfohlen, d.h. Gründungskörper sollten mit ihrer Sohle eine seitliche Erdüberdeckung entsprechend der angegebenen Tiefe aufweisen.

Da bisher noch keine detaillierten Auskünfte hinsichtlich der statischen Fundament - Absetztiefen vorliegen, wird vorerst von einer frostfreien Konstruktionshöhe von 1 m für Fußboden und statischen Fundament ausgegangen.

Wird dieses Niveau als Bearbeitungsgrundlage bestätigt, stehen an im Bereich der Erkundungsstellen:

- | | |
|--------------|--|
| SCH 5 | → Schluff - steif bis halbfest |
| RKS 4 | → Schluff, stark kiesig - weich |
| RKS 5 | → Schluff - steif bis halbfest |
| RKS 6 | → Schluff, stark feinsandig - weich bis steif / Übergang |
| Schluff - | steif bis halbfest |

Die unmittelbare Einwirkung der Bauwerkslasten erreicht somit bindige, feinkörnige und somit plastisch reagierende Untergrundverhältnisse. Zudem sind teilweise unterschiedlich steife Böden zu beachten. Schließlich ist die Tiefe der mittelbaren Lasteinwirkung bedeutsam, die etwa der 1,5 - fachen Fundamentbreite entspricht. Hier sind Tone in steif bis halbfester Konsistenz anzutreffen, die zwar als Baugrund geeignet sind, jedoch keine ausreichenden Steifemodule (Maß der Verformbarkeit) aufweisen.

Gemäß den Vorgaben wird für die Lastabtragung vorläufig die mittlere Bodenpressung von zul. $\sigma_k = 250 \text{ kN} / \text{m}^2$ angestrebt. Demgegenüber wird die



aufnehmbare Bodenpressung (Sohldruck) des anstehenden Bodens mit $\sigma_k = 150 \text{ kN} / \text{m}^2$ zu begrenzen sein (Ton maßgebend).

Als sichere und optimierte Gründung ist eine Tragfähigkeitsverbesserung über den Einbau eines **mineralischen Gründungspolsters** unterhalb der Fundamente in die Diskussion einzuführen.

Zu diesem Zweck wird ein gleichmäßig kornabgestuftes, hohlraumarm verdichtbares und raumbeständiges Brechkorngemisch prismatisch unterhalb der Fundamente hergestellt (z.B. Körnung 0 - 32 oder 0 - 45 mm).

Qualifizierte Erdbaustoffe finden in Anlehnung an die TL SoB-StB - *"Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"* bzw. ZTV SoB-StB - *"Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"* ihre Anwendung.

Folgende mittlere bodenphysikalische Kennwerte werden bei Verwendung eines mineralischen Gesteins der Bodengruppe GW und Gewährleistung einer dichten Lagerung ($D_{Pr} = 103 \%$) abschätzend erwartet:

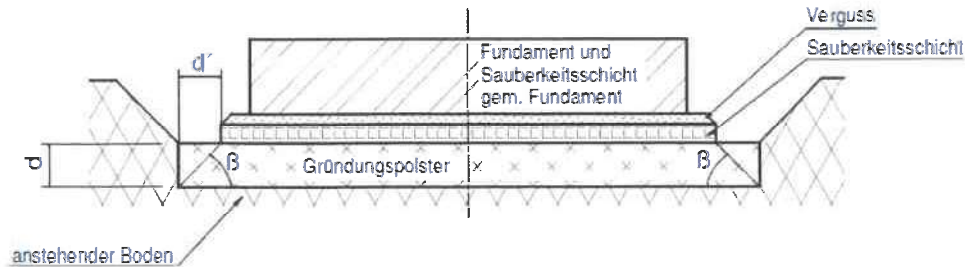
γ / γ'	=	19,0 / 12,0 kN / m ³	Wichte
ϕ	=	37,5 °	Reibungswinkel
c	=	0,0 kN / m ²	Kohäsion
E_s	=	80.000 kN / m ²	Steifemodul

Der Steifemodul (Maß der Verformbarkeit) ist demnach deutlich günstiger anzusetzen, als bei den geogenen Schluffen und Tonen. Somit geht dieser Wert in die geotechnischen Nachweise als setzungsreduzierender Wert ein.

Der Einbau erfolgt grundsätzlich im Lastausbreitungswinkel von 45° ab Fundamentrand nach unten. Zweck dieser Maßnahme ist die Erreichung einer verbreiterten Aufstandsfläche zur Verteilung der Lasten auf einer größeren Gründungsebene. Gegebenenfalls empfiehlt sich das durchgehende Profilieren eines Grabens entlang der Einzelfundamente, da hier eine Erleichterung der erd- und gründungstechnischen Arbeiten erreicht werden kann.

Nachstehende Abbildung zeigt das Prinzip der Gründung.

Abbildung 7: Prinzip Einzelfundamentgründung



- Material : verdichtungsfähiger Boden, gem. ZTV A-StB, oder nach Angabe/ Freigabe
- Einbau : Fundamentgrube an Baugrund und örtliche Verhältnisse anpassen.
DIN 4124 ist zu beachten.
Gründungspolster lagenweise einbauen und verdichten.
ZTV E-StB ist zu beachten.
- Einbauqualitäten : Verdichtung DPr. >/- 100 %
Verformungsmodul EV2 60 MN/m²
Verhältniswert EV2 / EV1 >/- 2,3
oder nach Angabe
- Geometrie : Stärke d nach Angabe, seitlicher Überstand d' entsprechend Tabelle

Stärke d	Lastausbreitungswinkel β	Überstand d'
0 - 50	45°	d' = d
> 50	-	d' = 50 cm

Quelle: BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Zur Ermittlung der erforderlichen Schichtmächtigkeit des Gründungspolsters und zur Prüfung der Zulässigkeit des gewählten Gründungssystems wurde mit Hilfe des Programmes "GGU - Footing" eine orientierende rechnerische Prognose hinsichtlich der zu erwartenden Setzungen und Grundbruchsicherheiten durchgeführt. Das Ergebnis wird als Rechnerausdrucke in den **Anlagen 2.1 bis 2.3** dargestellt.

Berechnet werden:

Einzelfundamente 1,50 x 1,50 m und 2,00 x 2,00 m bei:

SCH 5 Bodenprofil (Anlage 2.1)

Einzelfundament 2,50 x 2,75 m bei:

RKS 5 Bodenprofil (Anlage 2.2)

Streifenfundament Grenzwand Zwischenbau 36,31 x 0,40 m (0,60 / 0,80 m) bei:

RKS 6 Bodenprofil (Anlage 2.3)

In die Berechnung fließt ein:



250 kN / m ²	aufnehmbarer (charakteristischer) Sohldruck (DIN 1054, 2005)
0,00 m	Oberkante Fertigfußboden (OK FFB) = Oberkante Gelände
-1,00 m	Unterkante Fundamente
d = 0,60 / 0,90	Dicke Gründungspolster

Bodenkennwerte Gründungspolster:

γ / γ'	=	19,0 / 12,0 kN / m ³	Wichte
ϕ	=	37,5 °	Reibungswinkel
c	=	0,0 kN / m ²	Kohäsion
E_s	=	80.000 kN / m ²	Steifemodul

Bodenkennwerte ab Unterkante Gründungspolster:

- gemäß Tabelle 2 - "charakteristische Bodenkennwerte" -

0,50	Verhältnis Veränderliche / Gesamtlasten
------	---

**Abbildung 8a: Ergebniszusammenstellung Gründungspolster d = 0,60 m -
Einzelfundamente bei Schurf SCH 5**

a [m]	b [m]	$\sigma_{\alpha,k}$ [kN/m ²]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_a [MN/m ³]
1.50	1.50	498.7	250.0	562.5	1.25	27.5 *	14.07	11.25	17.60	5.21	3.18	20.0
2.00	2.00	498.7	250.0	1000.0	1.55	27.5 *	10.30	11.35	17.60	6.14	3.91	16.1

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert

zul $\sigma = \sigma_{\alpha,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{\alpha,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{\alpha,k} / 1.99$

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

**Abbildung 8b: Ergebniszusammenstellung Gründungspolster d = 0,90 m -
Einzelfundament bei RKS 5**

a [m]	b [m]	$\sigma_{\text{eff},k}$ [kN/m ²]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_0 [m]	UK LS [m]	k_0 [MN/m ²]
2.75	2.50	498.7	250.0	1718.8	2.38	26.2 *	13.79	19.85	19.00	6.11	4.49	10.5
2.75	2.75	498.7	250.0	1890.6	2.46	26.2 *	13.88	19.93	19.00	6.30	4.84	10.1
3.00	3.00	498.7	250.0	2250.0	2.62	26.2 *	13.98	20.01	19.00	6.67	5.19	9.5

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert

zul $\sigma = \sigma_{\text{eff},k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{\text{eff},k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{\text{eff},k} / 1.99$

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

**Abbildung 8c: Ergebniszusammenstellung Gründungspolster d = 0,60 m -
Streifenfundamente bei RKS 6**

a [m]	b [m]	$\sigma_{\text{eff},k}$ [kN/m ²]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_0 [m]	UK LS [m]	k_0 [MN/m ²]
36.31	0.40	352.7	176.8	70.7	1.04	28.4 *	0.00	19.00	19.00	3.87	1.60	17.0
36.31	0.60	399.5	200.3	120.2	1.66	27.5 *	2.31	19.09	19.00	4.80	1.87	12.1
36.31	0.80	387.8	194.4	155.5	1.99	26.3 *	2.92	19.16	19.00	5.33	2.12	9.8

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert

zul $\sigma = \sigma_{\text{eff},k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{\text{eff},k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{\text{eff},k} / 1.99$

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Für die Einzelfundamente 1,50 x 1,50 m und 2,00 x 2,00 m auf der Nord- und Südseite genügt demnach eine Polsterstärke von $d = 0,60$ m. Hingegen sollte für die Fundamente der Abmessungen 2,75 x 2,50 m die Schichtdicke auf $d = 0,90$ m erhöht werden. Streifenfundamente des Zwischenbaus sind auf einem Gründungspolster $d = 0,60$ m zu gründen.

Bei Fundamenten anderer Abmessungen und Lasten sind Abweichungen gegenüber den rechnerisch prognostizierten Setzungen und Grundbruchsicherheiten einzukalkulieren.

Zur Bemessung der Fundamente wird unter der Voraussetzung, dass die Gründung wie empfohlen ausgeführt, geprüft und freigegeben wird, der aufnehmbare Sohldruck mit

$\sigma_{zul.} = 250 \text{ kN} / \text{m}^2$ aufnehmbarer Sohldruck

bestätigt (DIN 1054, 2005).

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes ($\sigma_{R,d}$) nach EC 7 kann für die unterschiedlichen Bemessungssituationen durch Multiplikation des aufnehmbaren Sohldrucks mit nachstehend aufgeführten Faktoren ermittelt werden.

- BS - P (Ständige Bemessungssituation) = 1,4
- BS - T (Vorübergehende Bemessungssituation) = 1,5
- BS - A (Außergewöhnliche Bemessungssituation) = 1,7
- BS - E (Bemessungssituation infolge von Erdbeben) = entfällt

Für Fundamentüberschüttungen gelten folgende Anforderungen:

Verwendung eines einbau- und verdichtungsfähigen sowie raumbeständig verdichtbaren Bodenmaterials (z.B. Körnung 0 - 32 mm).

D_{pr} = 98 % Verdichtungsgrad

ersatzweise

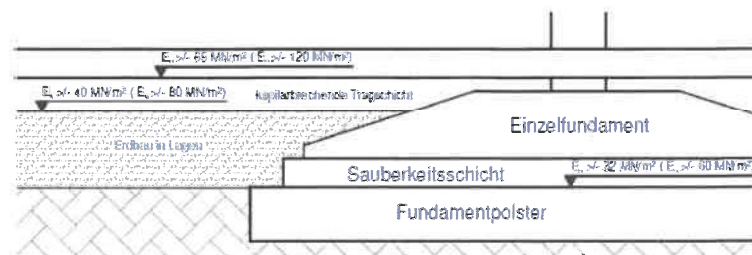
E_{v2} = 80 MN / m^2 Verformungsmodul
 E_{v2} / E_{v1} $\leq 2,5$ Verhältniswert

Die Prüfung der Verdichtung erfolgt über Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 oder über dynamische Plattendruckversuche mit Hilfe des leichten Fallgewichtsgerätes nach TP BF-StB, Teil 8.3. Kontrollprüfungen sollten zweckmäßigerweise durch das Büro des Baugrundsachverständigen oder einem anderen öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen durchgeführt werden.

Nachstehende Abbildung zeigt zeichnerisch die Anforderungen an die Tragfähigkeit und die Verdichtung.

Abbildung 8: Anforderungen Tragfähigkeit und Verdichtung

Hallenbereich



Quelle: BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Das Planum der Fundamentgruben und -gräben ist vor dem Einbau der Erdbaustoffe für das Gründungspolster handgeführt intensiv zu verdichten. Anschließend sollten die Planien vom Baugrundsachverständigen abgenommen und vor Beginn der weiteren Arbeiten freigegeben werden.

Der nachfolgende Einbau der Erdbaustoffe erfolgt lagenweise ($d = 0,30 \text{ m}$), wobei jede Lage verdichtet wird.

Streifenfundamente sollten zum Ausgleich von naturbedingt nicht erfassbaren Steifigkeitsunterschieden im Untergrund und möglichen Belastungswechseln aus der Bauwerkskonstruktion mit einer konstruktiven Bewehrung $6 \text{ } \varnothing 14$ oben und unten sowie Bügel als Mattenkorb R 188A verstärkt werden (einschließlich Eck- und Kreuzungspunkte).

Entlang der Angrenzung des Zwischenbaus an die Bestandshalle ist zu beachten:

- keine Zusatzbelastung auf bestehende Fundamente und Fußboden ohne vorherige Prüfung (Gründung Bestandshalle prüfen! - Lasten ermitteln / recherchieren!)
- kein durchgehendes Freilegen von bestehenden Fundamenten! - ggf. DIN 4123 - "Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen" beachten! - Sollten Bauzustände entstehen, die nicht durch die DIN 4123 gedeckt sind, ist der Baugrundsachverständige hiervon unverzüglich in Kenntnis zu setzen



Bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen (Tagwässer und lokal nicht auszuschließende Schichtenwässer) sind in Anpassung an die örtlichen Verhältnisse auszuführen. Prinzipiell gilt, dass Wässer innerhalb der Fundamentgruben und -gräben fernzuhalten sind.

Fundamentgruben und -gräben können prinzipiell mit Kleinbaggergerät ausgehoben werden. Bei durchlaufender Grabenprofilierung der äußeren Fundamentreihen erfolgt ein entsprechend leistungsfähiger Maschineneinsatz.

Die Abgrabungsneigung orientiert sich dabei an den Eigenschaften der kohäsionsintensiven Schluffe und Tone. Nach Einschätzung wird die Eigenstandsicherheit kurzzeitig senkrecht möglich sein.

Gruben und Gräben mit Tiefen >1,25 m dürfen nicht begangen werden. Umlaufend ist ein Streifen in Breite von $b = 1 \text{ m}$ lastfrei zu halten.

5.1.4 Gründung Fußboden

Angaben zur Höheneinstellung der Fußbodenoberkante der Halle und zum Konstruktionsaufbau des Fußbodens lagen während der Bearbeitung noch nicht vor.

Nach Sichtung der zur Verfügung gestellten Angebotspläne ("Dachkonstruktion Halle" vom 02.03.2021 - BREMER AG) liegt der Bemessung ein Steifemodul für die Auflagerung der Bodenplatte von $E_{s,k} = 30 \text{ MN / m}^2$ zugrunde.

Der Untergrund muss daher sicherstellen, dass dieser zur Aufnahme der Lasten aus der Fußbodenkonstruktion und betriebsbedingter Lasten über ausreichend verformungsarme Eigenschaften verfügt. Diese sind in Abhängigkeit der Belastungssituation zu beurteilen.

Ausgehend von der Vorgabe für die Tragfähigkeit des Planums eines üblicherweise einzuhaltenden Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN / m}^2$ (s. Abschnitt 5.1.2 - "Erdarbeiten; Anlegung des Planums") erfolgt anschließend der Aufbau der obligatorischen kapillarbrechenden Kiesschicht und hiernach die planungsgemäße Fußbodenkonstruktion.

Aufgrund der erwarteten geringen Flächengleichlast wird oberhalb des Erdplanums bis zum Erreichen der Konstruktionssohle des Fußbodens nach derzeitiger Einschätzung kein zusätzlicher mineralischer Unterbau (Trag- und Lastverteilungsschicht) benötigt.

Zur Bemessung der Hallenfußbodenkonstruktion wird bei bestimmungsgemäßer Herstellung, Prüfung und Freigabe des Planums und der kapillarbrechenden Schicht abschätzend angegeben:



Bemessung nach dem Bettungsmodulverfahren

$k_{s,k} = 10.000 \text{ kN} / \text{m}^3$ Bettungsmodul

(Das Bettungsmodul wird auf der Basis der Funktion $k_s = \sigma_{\text{vorh}} / s$ (vorhandener Sohldruck σ_{vorh} / Setzung s ermittelt. Zur Optimierung des Bemessungswertes wird die Angabe der genauen Lastbeanspruchung erforderlich).

Bemessung nach dem Steifemodulverfahren

$E_{s,k} = 60 \text{ MN} / \text{m}^2$ kapillarbrechende Schicht

$E_{s,k} = 40 \text{ MN} / \text{m}^2$ Erdplanum bei $E_{v2} = 45 \text{ MN} / \text{m}^2$

$E_{s,k} = 5 \text{ MN} / \text{m}^2$ Untergrund Schluff - weich bis halbfest (ungünstig)

Das geforderte Steifemodul $E_{s,k} = 30 \text{ MN} / \text{m}^2$ wird somit als zulässig beurteilt.

Zum Schutz des Hallenfußbodens vor Durchfeuchtung bzw. kapillar aufsteigender Grundfeuchte gelten die Bestimmungen der **DIN 4095** (Dränung erdberührter Bauwerke) und **DIN 18533** (Abdichtung von erdberührten Bauteilen).

Unterhalb der Fußbodenkonstruktion ist hiernach der Einbau einer kapillarbrechenden Schicht vorzusehen.

Im Regelfall erfolgt unterhalb von Bodenplatten folgender flächiger Aufbau:

mind. $d = 0,10 \text{ m}$ Filterschicht z.B. $0 / 4 \text{ mm}$ ($0 / 4 \text{ a n. DIN 4226, T. 1}$)

und

mind. $d = 0,10 \text{ m}$ Sickerschicht z.B. $4 / 16 \text{ mm}$ (n. DIN 4226, T. 1)

oder

mind. $d = 0,15 \text{ m}$ Kies z.B. $8 / 16$ (n. DIN 4226, T.1) und Geotextil

Vor dem Gießen der Bodenplatte muss eine PE - Folie zum Schutz der Schicht vor einsickernden Betonschlämmen ausgelegt werden.

Auf die Frostsicherheit entlang der Außenwände und im Bereich von Wandöffnungen (Tore usw.) ist zu achten. Ggf. sind Frostschrzen aus frostsicheren und -beständigen Erdbaustoffen herzustellen.

5.2 Parkdeck

5.2.1 Planung

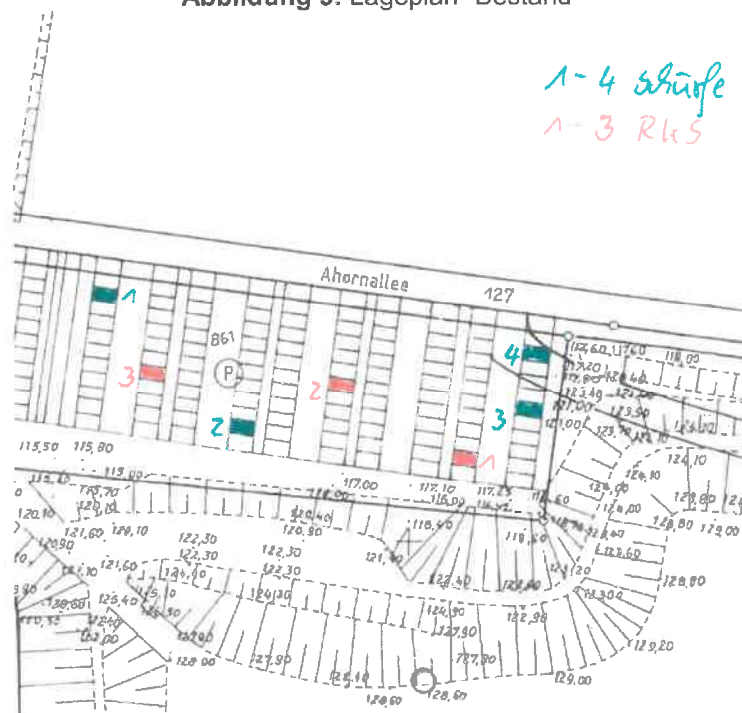
Das Parkdeck soll als freistehender Bau ostseitig der bestehenden Sportanlage angeordnet werden.

Über die geplante Bauweise liegen derzeit noch keine Informationen vor. Im Hinblick auf vergleichbare Bauvorhaben wäre denkbar, die Ausführung in Skelettbauweise vorzunehmen und den Komplex nach üblicher Bauweise mit versetzten Geschossebenen auszuführen. Die Trennung der Ebenen erfolgt in der Längsachse des Gebäudes. Die wechselseitige Zu- bzw. Abfahrt zu den Ebenen erfolgt über Rampen. Da es sich um spekulative Annahmen handelt, sollte die Planung abgewartet werden.

5.2.2 Erdarbeiten; Anlegung des Planums

Das Baufeld im Bereich des geplanten Parkdeckgebäudes liegt in den überwiegenden Flächenbereichen über einer bisher als PKW - Parkplatz genutzten Fläche. Die Fläche ist mit Pflaster und Schotter befestigt. Richtung Osten und Süden schließen sich Böschungen mit Gehölzbestand an. Die nachstehende Abbildung zeigt die örtlichen Verhältnisse.

Abbildung 9: Lageplan "Bestand"



Quelle: unbekannt



Eine exakte Höheneinmessung des unmittelbaren Baufeldbereichs liegt noch nicht vor. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass die topografischen Verhältnisse +/- eben ausgeprägt sind. Höhenunterschiede dürften sich im wenigen Zentimeter- bis Dezimeterbereich bewegen. Ob der Grundriss des Neubaus in das nach Süden geböschte Gelände hineinreicht, ist bislang noch nicht bekannt.

Unterhalb der geländeabdeckender Schotterschicht ($d = 0,30$ bis $0,50$ m) und örtlich vorhandenem Oberboden mit Bettungskies ($d = 0,10$ m) schließen sich aufgefüllte Böden an. Es handelt sich dabei um Tone, Schluffe, Kiese / Steine und vereinzelt Sand, denen örtlich Ziegelreste, organische Bestandteile, Flaschen, Bordsteine und Wurzeln beigemischt sind. Nebenkornanteile schwanken in weiten Grenzen. Während die bindig dominierten Böden vorwiegend als steif bis halbfest beschrieben worden sind, zeigten die Grobkornablagerungen lockere bis dichte Lagerungsverhältnisse. Die Basis der anthropogenen Auffüllungen konnten innerhalb den Erkundungsstellen in Tiefen zwischen $1,0$ und $3,4$ m unter Gelände eingemessen werden.

Ab der Auffüllungsuntergrenze schließen sich in einigen Erkundungsstellen weiche, vorwiegend jedoch steif bis halbfeste Tone an. Darunter, wie in den übrigen Erkundungsstellen ab Basis der Auffüllung, zeigte sich ein Übergang in verwitterte Gesteine aus Kalkmergeln und Tonsteinen. Diese liegen im Schichthorizont teils in tonig zersetzter Matrix vor. Nach sensibler Einschätzung sind die Böden dicht bis sehr dicht gelagert.

Eine konkrete Höheneinstellung für die Fußbodenoberkante lag während der Bearbeitung noch nicht vor. Auch Angaben zum geplanten Fußbodenaufbau sind aktuell noch nicht bekannt.

Wird vorerst von einem Konstruktionsaufbau für Fußboden und kapillarbrechendem Kiesunterbau von insgesamt $0,50$ m ausgegangen und erfolgt die Höheneinstellung in Oberkante derzeitigem Gelände, erreicht das Niveau des Planums heterogene Auffüllungsböden.

Übliche Tragfähigkeitsanforderungen für das Planum umfassen:

$E_{v2} \geq 45 \text{ MN / m}^2$	Erdplanum
$E_{v2} / E_{v1} = 2,5$	Verdichtungsverhältnis

Die flächendeckende Prüfung erfolgt über Lastplattendruckversuche nach DIN 18134.

Für die Flächenabschnitte ist anhand der sehr unterschiedlichen Auffüllungen mit stark variierenden Beschaffenheiten zu rechnen. Das Spektrum der Tragfähigkeiten dürfte daher in weiten Grenzen erwartet werden. Eine erfahrungsgemäße Abschätzung ist daher nicht zweckmäßig und sollte der genannten Prüfung vorbehalten werden.



Für den Fall, dass für einzelne Flächenbereiche die erforderliche Tragfähigkeit nicht nachgewiesen wird, kommen Maßnahmen zur Verbesserung zum Tragen. Zu diesem Zweck bieten sich folgende Varianten an:

Variante 1: Austausch unzureichend tragfähiger Böden i Schichtdicke von $d = 0,30$ m und Ersatz durch gleichmäßig kornabgestufte und raumbeständig verdichtbare mineralische Erdbaustoffe. Denkbar wäre für diesen Zweck die vorab abgetragenen und separierten mineralischen Oberbauschichten der bisherigen Oberflächenbefestigung zu verwenden, deren Eignung für diesen Zweck erwartet wird. Die Erdbaustoffen sind intensiv in Längs- und Querrichtung sowie überlappenden Übergängen zu verdichten. Die Qualität der Verdichtung ist durch Lastplattendruckversuche nachzuweisen.

Variante 2: Verbesserung der Verdichtbarkeit und Tragfähigkeit bei anstehendem bindig, feinkörnigem Boden durch Einarbeiten von Kalk. Hierzu wird dem Boden je nachvorliegendem natürlichen Wassergehalt Feinkalk oder Kalkhydrat hinzugefügt (Hauptziel: Sofortwirkung), homogenisiert und anschließend verdichtet. Die derart verbesserte Schicht sollte eine Dicke von $d = 0,30$ m umfassen.

Zur Festlegung der Kalkmenge werden baubegleitend Bestimmungen des natürlichen Wassergehaltes w_n und der Proctordichte D_{pr} erforderlich.

Bei nicht bindigem Boden sollte eine intensive Nachverdichtung durchgeführt werden (nach mind. 3 Tage niederschlagsfreiem Wetter).

Aufgrund der örtlichen Bedingungen ist zu beachten, dass bindige oder stark verdichtete Böden zu Stauwasserbildungen und in dessen Folge zu Aufweichungen bis hin zu Verbreiungen neigen. Daher ist grundsätzlich im Hinblick auf die Befahrbarkeit, Bearbeitbarkeit und die Tragfähigkeit des Erdplanums für die betreffenden Geländebereiche eine Tagwasserhaltung mittels Dränagen, Pumpensämpfen und Schmutzwasserpumpen vorzusehen, um Oberflächenwasser effektiv abzuführen.

Allgemeine Eigenschaften der anstehenden Böden

Bei den Auffüllungen aus anthropogenen Ablagerungen handelt es sich um sehr unterschiedliche Böden. Die Eigenschaften hängen prinzipiell davon ab, ob es sich um verdichtungsfähige Böden handelt und die Materialien planungsgemäß eingebaut, verdichtet und geprüft worden sind. Nach den bisherigen Feststellungen wird jedoch davon auszugehen sein, dass teilweise Abschnitte zu finden sind, die nicht nur inhomogen zusammengesetzt, sondern auch unzureichend verdichtet sind. Schließlich sind plastische Bodenhorizonte vorgefunden worden, die durch geringe Steifigkeiten gekennzeichnet sind und ein entsprechendes Setzungspotential bei Lastaufbringung aufweisen.



Eine Lastabtragung kann unkalkulierbar große und insbesondere im Falle unterschiedlicher Verformungen bauwerksschädigende Baugrundverformungen auslösen. Nach derzeitiger Einschätzung sollten die Auffüllungen als unzureichend belastungsfähiger Baugrund beurteilt werden.

Für die örtlich anstehenden Tone ist zu beachten, dass diese stark wasserempfindlich sind. Jegliche Wassergehaltsänderung bewirkt eine Veränderung der Eigenschaften. Insbesondere bei erhöhter Feuchteanreicherung (z.B. im Verlauf länger andauernder Niederschläge) kann eine Verschlechterung der bodenphysikalischen Eigenschaften zur Folge haben. Die lehmartigen Böden gelten als sehr schwach durchlässig.

Er reagiert sehr empfindlich auf geringfügige Erhöhungen des natürlichen Wassergehaltes, z.B. durch Niederschläge oder Zutritt von Grundwasser, sowie auf dynamische Beanspruchung, z.B. durch Befahren mit schwerem Gerät oder durch dynamisches Verdichten. Durch beide Vorgänge vermindert sich die Konsistenz bis hin zur Verbreiung.

Plötzliche Belastung und dynamische Beanspruchung von durchfeuchteten Böden führen zum Ausquetschen und Grundbruch. Beim Befahren des durchfeuchteten Bodens mit schwerem Gerät, wie z.B. Raupen- oder Radbagger, wird dieser durchwinkt. Es entsteht eine teigartige Masse, eine Emulsion aus feinstverteiltem Wasser, Luftbläschen und Erdstoff. Diese teigartige Masse ist im Übrigen auch für Rohrbettungen oder als Untergrund von Verkehrsflächen völlig ungeeignet.

Im Unterschied zu einem Schluff reagieren Tone, insbesondere die ausgeprägt plastischen Tone, bei Abnahme ihres Wassergehaltes durch erhebliche Volumenminderung und schrumpfen. Je größer die Plastizität eines Gesteins ist, desto mehr kann dieses bei Wasserentzug schrumpfen. Sie sind darüber hinaus sehr frost-, witterungs- und erosionsempfindlich. Frostempfindlichkeit und Erosionsempfindlichkeit der ausgeprägt plastischen Tone sind deutlich geringer.

Tone lassen sich nur schlecht verdichten und sind daher für den Wiedereinbau wenig bis ungeeignet.

Das unterste erkundete Schichtglied wird von verwitterten Mergelgesteinen bestimmt. Die Verwitterungsbildungen sind als "dicht bis sehr dicht" beschrieben worden. Bodenmechanisch zeigte sich der Boden in den Baggerschürfen in Form von tonig durchsetzten Steinen oder in Tondominanz mit eingelagerten Kalkmergeln und Tonsteinen. Es handelt sich um einen gut belastungsfähigen Baugrund. Bei Lasteinleitung wird eine geringe Verformungsempfindlichkeit erwartet.



5.2.3 Gründungskonzept Fundamente

Im Folgenden wird auf der Grundlage der vorliegenden Erkundungsergebnisse ein vorläufiges Gründungskonzept vorgestellt, welches nach entsprechender Planungsreife projektbezogen zu überarbeiten ist. Generell gilt dabei, dass der statischen Bemessung des Gründungssystems die maßgebliche Interaktion zwischen Bauwerk und Baugrund zugrunde liegt. Für die Gründung des Bauvorhabens sind neben den projektspezifischen Lasten und Konstruktionsbesonderheiten auch die Nutzungsanforderungen des Bauwerkes zu berücksichtigen.

Vom Grundsatz her ist zudem zu beachten, dass die Gründung des Bauvorhabens zur Gewährleistung gleichartiger Bedingungen innerhalb eines ausreichend tragfähigen Baugrundes erfolgt.

Die Region befindet sich in Anlehnung an das Regelwerk RStO 12 - *"Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen"* innerhalb der **Frosteinwirkungszone II**. Nach FLOSS, Kirschbaum-Verlag, 3. Auflage, Bild 54, wird bei Zone I, Gebiet 2, die Berücksichtigung einer Frosteindringtiefe von >90 bis 95 cm empfohlen, d.h. Gründungskörper sollten mit ihrer Sohle eine seitliche Erdüberdeckung entsprechend der angegebenen Tiefe aufweisen.

Da bisher noch keinerlei Projektdaten und insbesondere detaillierte Angaben hinsichtlich der statischen Fundament - Absetztiefen vorliegen, wird vorerst von einer frostfreien Konstruktionshöhe von 1 m für Fußboden und statischen Fundament ausgegangen.

Wird dieses Niveau als Bearbeitungsgrundlage bestätigt, stehen an im Bereich der Erkundungsstellen:

- | | | |
|--------------|---|--|
| SCH 1 | → | Ton - steif bis halbfest (Auffüllung) |
| SCH 2 | → | Schluff - steif bis halbfest (Auffüllung) |
| SCH 3 | → | Steine, kiesig - locker bis mitteldicht (Auffüllung) |
| SCH 4 | → | Steine, kiesig - mitteldicht bis dicht (Auffüllung) |
| RKS 1 | → | Schluff, stark feinsandig - weich bis steif |
| RKS 2 | → | Sand, stark schluffig - mitteldicht bis dicht (Auffüllung) /
Übergang Schluff, stark feinsandig - breiig bis weich (Auffüllung) |
| RKS 3 | → | Kies, stark sandig - weich bis steif (Auffüllung) |

Die unmittelbare Einwirkung der Bauwerkslasten erreicht somit sehr unterschiedliche und inhomogene Böden. Die Steifigkeitsverhältnisse variieren in weiten Grenzen.



Zudem ist die Tiefe der mittelbaren Lasteinwirkung bedeutsam, die etwa der 1,5 - fachen Fundamentbreite entspricht. In diesem Zusammenhang ist die Fortsetzung der Auffüllungen teilweise bis in Tiefen zwischen 2,50 und 3,40 m unter Gelände zu beachten.

In Ermangelung entsprechender Angaben wird vorerst für die Lastabtragung die erforderliche mittlere Bodenpressung mit erf. $\sigma_k = 250 \text{ kN} / \text{m}^2$ angenommen. Demgegenüber wird die aufnehmbare Bodenpressung (Sohldruck) des anstehenden Bodens mit $\sigma_k = 100 \text{ kN} / \text{m}^2$ zu begrenzen sein (anthropogene Auffüllung maßgebend).

Die Abtragung der Gebäudelasten in die anthropogenen Auffüllungen bergen ein hohes Baugrundrisiko. Im Hinblick auf die Lasteinwirkungen durch ein mehrgeschossiges Parkdeckgebäude sollte zur Gewährleistung ausreichender Standsicherheitsverhältnisse vorsorglich der anstehende Kalkmergel als Gründungsuflager genutzt werden. Die Tiefen, ab denen mit ausreichend belastungsfähigem Baugrund zu rechnen ist wurde in den Erkundungsaufschlüssen ab 3,5 bis 4,5 m unter Gelände eingemessen.

Für die Überbrückung zwischen statischer Fundamentunterkante und ausreichend belastungsfähigem Gründungsuflager bietet sich nach vorläufiger Einschätzung im Hinblick auf die Differenzhöhen zwischen etwa 2,5 und 3,5 m der Ausgleich mit Hilfe von Bohr - Rammsäulen an. Gegenüber den Schotter - Rammsäulen soll dieses Verfahren Hindernisse wie zwischengelagerte Stein- und Kieslagen sowie höherkonsistente Bodenzonen durchfahren.

Vorgeschlagen wird die Baugrundverbesserung mit **Geopier GP3™-Bohr - Rammsäulen**.

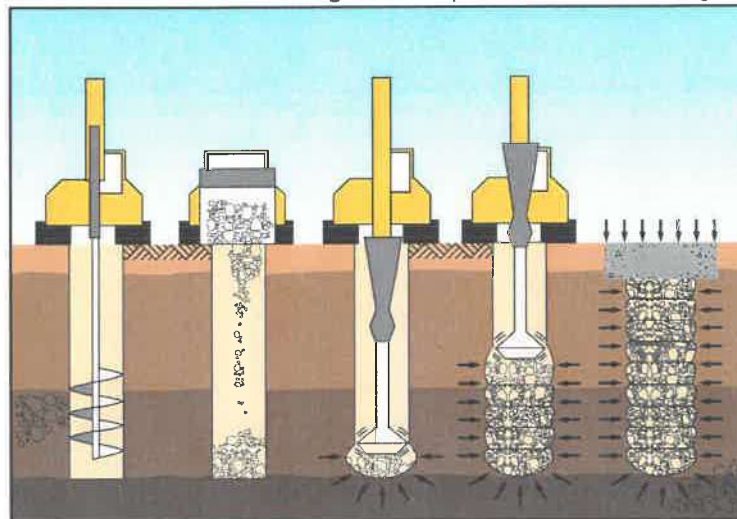
Das Geopier GP3-System verwendet sogenannte Rammed Aggregate Pier® (RAP)-Elemente, auch bekannt als Geopier® - Bohr - Rammsäulen, um die Eigenschaften eines nicht oder geringtragfähigen Baugrundes, wie z.B. weichen bis steifen Schluff und Ton, lockeren bis mitteldichten schluffigen oder tonigen Sand, Böden mit organischen Beimengungen sowie anthropogene Auffüllungen, zu verbessern.

Geopier GP3-Bohrrammsäulen bieten eine Möglichkeit, um sowohl die Gesamtsetzung als auch Setzungsunterschiede zu limitieren sowie die Tragfähigkeit zu erhöhen und so den projektspezifischen Anforderungen gerecht zu werden. Die Herstellung der Geopier GP3 Bohr -Rammsäulen erfolgt folgendermaßen:

- Zunächst wird ein Hohlraum mit einem Durchmesser von 60 cm bzw. 75 cm erbohrt. Übliche Tiefen liegen zwischen 2 m und 7 m. Sowohl der Durchmesser als auch die Länge der Säulen richtet sich nach den projektspezifischen Gegebenheiten und Anforderungen. Der Bohrprozess erlaubt eine in Augenscheinnahme des erbohrten Materials. So kann sichergestellt werden, dass die Schottersäulen bis auf den tragfähigen Boden geführt werden.

- Nach dem Bohrvorgang wird lagenweise ein geeignetes Schottermaterial in den erbohrten Hohlraum gefüllt. Jede Lage wird dann durch vertikale Rammenergie mittels eines Verdichtungsstellers hochgradig verdichtet. Dies resultiert in einer hohen Steifigkeit sowie einer verbesserten Tragfähigkeit der Gründungsebene. Des Weiteren wird das Schottermaterial durch die spezielle Form des Verdichtungsstellers seitlich in und gegen den anstehenden Baugrund gedrückt. Dadurch entsteht zum einen ein sehr guter Verbund zwischen Boden und Schottermaterial, zum anderen wird auf diese Weise ein hoher Seitendruck erzeugt, der ganz wesentlich zum Tragverhalten der Schottersäulen beiträgt.
- Die Lasten werden zum Großteil von den im Vergleich zum anstehenden Baugrund wesentlich steiferen Geopier GP3-Bohr - Rammsäulen aufgenommen. Auf diese Weise lassen sich diese Bohrrammsäulen sowohl zur Setzungsreduzierung und Tragfähigkeitserhöhung von Einzel- und Streifenfundamenten sowie von Bodenplatten als auch zur Stabilisierung von Böschungen und Dämmen einsetzen.

Abbildung 10: Schematische Darstellung des Geopier GP3 - Herstellungsverfahrens



Quelle: Geopier Spezialtiefbau GmbH, Bebra

Die wesentlichen Vorteile des Verfahrens sind:

- Beschleunigter Bauablauf
- Zuverlässigkeit
- Wirtschaftlichkeit
- Qualitätskontrolle durch visuelle Begutachtung des Bohrgutes sowie durch Probelastungen
- Außer einer Arbeitsebene ist keine Baustelleninfrastruktur erforderlich
- Tragfähigkeitserhöhung



- Setzungsreduktion
- Hohe Einzeltragfähigkeit

Das Last - Verformungsverhalten der Geopier - Bohr - Rammsäulen hängt ab von den vorliegenden Baugrundeigenschaften sowie den aufzunehmenden Lasten. Im Rahmen der Bemessung wird die Kapazität im Sinne des Last - Verformungsverhaltens der Säulen auf Grundlage der vorliegenden Baugrundeigenschaften ermittelt. Dies erfolgt mit Hilfe fundierter Erfahrungswerte für die unterschiedlichsten Baugrundverhältnisse. So wird sichergestellt, dass die von den Säulen aufzunehmenden Lasten in dem prognostizierten Last - Verformungsverhalten resultieren. Dabei werden die Lasten der Einzelsäulen auf der Grundlage eines Federmodells ermittelt, wonach der Boden als weiche Feder und die Geopier GP3-Bohr - Rammsäulen als steife Federn betrachtet werden. Aufgrund der höheren Steifigkeit der Säulen gegenüber dem anstehenden Boden kommt es im Bereich der Säulen zu einer Spannungskonzentration, die sich aufgrund theoretischer Überlegungen in Kombination mit Forschungsergebnissen sowie Erfahrungswerten ermitteln lässt.

Bei Bedarf kann das Last - Verformungsverhalten projektspezifisch anhand von Probelastungen überprüft und somit die im Rahmen der Bemessung getätigten Annahmen verifiziert werden.

Aus den Kennwerten der Geopier GP3 - Bohr - Rammsäulen und denen des umgebenden Bodens werden entsprechend den Verhältniswerten verbesserte Berechnungskennwerte ermittelt, auf deren Grundlage dann die üblichen erdstatischen Nachweise geführt sowie das Setzungsverhalten prognostiziert werden kann.

Bei der Herstellung von Geopier GP3-Bohr - Rammsäulen wird i.d.R. kein Zement verwendet, so dass eventuelle Abbindezeiten nicht zu berücksichtigen sind.

Verfahrensbedingt fällt bei der Herstellung Bohrgut an, welches entsprechend zu entsorgen ist.

Die Bemessung, der Entwurf und die Ausführung von Bohr - Rammsäulen erfolgt ausschließlich durch lizenzierte Bauunternehmen.

Im Falle, dass dieses Verfahren zur Ausführung kommt, wird das detaillierte Konzept mit Dimensionierung des Gründungssystems von der beauftragten Fachbaufirma durchgeführt und sollte dem Unterzeichner zur Prüfung vorgelegt werden. Zur Sicherstellung der bestimmungsgemäßen Ausführung ist eine permanente baubegleitende Ausführungsüberwachung durch den Baugrundsachverständigen oder einem Vertreter dringend anzuraten.

Für die Bemessung der frostfrei zu gründenden Fundamente kann für eine erste Einschätzung angesetzt werden:



$\sigma_{zul.} = 250 \text{ kN} / \text{m}^2$ aufnehmbarer Sohldruck (DIN 1054, 2005).

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes ($\sigma_{R,d}$) nach EC 7 kann für die unterschiedlichen Bemessungssituationen durch Multiplikation des aufnehmbaren Sohldrucks mit nachstehend aufgeführten Faktoren ermittelt werden.

- BS - P (Ständige Bemessungssituation) = 1,4
- BS - T (Vorübergehende Bemessungssituation) = 1,5
- BS - A (Außergewöhnliche Bemessungssituation) = 1,7
- BS - E (Bemessungssituation infolge von Erdbeben) = entfällt

Die Zulässigkeit des Gründungskonzeptes setzt die Angabe aller erforderlichen Konstruktionsdaten voraus. Zu nennen sind hierfür der Konstruktionsaufbau des Fußbodens, die statischen Fundamentabmessungen und die zugehörigen Lasten in der Sohlfuge (ständige Einwirkungen G_k und veränderliche Einwirkungen $Q_{k,N}$). Hiernach erfolgt die finale Bearbeitung der geotechnischen Nachweise hinsichtlich der zu erwartenden Setzungen nach DIN 4019 und der Grundbruchsicherheit nach DIN 4017.

Nach dem Einbau der Baugrundverbesserung und vor dem Einbau der Fundamente sind die Säulenköpfe intensiv zu verdichten. eine Verdichtungskontrolle durch Ausführung von schwere Rammsondierungen (DPH) wird angeraten.

Bei der Herstellung von angeformten Fundamenten gelten für Fundamentüberschüttungen folgende Anforderungen:

Verwendung eines einbau- und verdichtungsfähigen sowie raumbeständig verdichtbaren Bodenmaterials (z.B. Körnung 0 - 32 mm).

$D_{pr} = 98 \%$ Verdichtungsgrad

ersatzweise

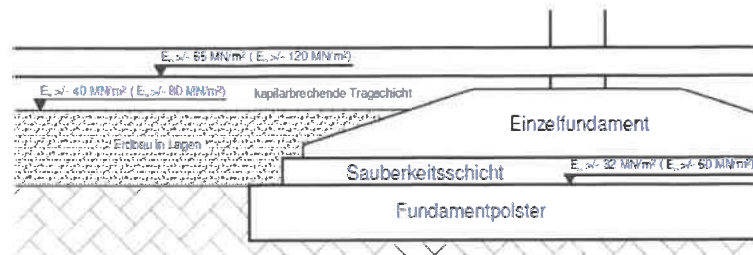
$E_{v2} = 80 \text{ MN} / \text{m}^2$ Verformungsmodul
 $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$ Verhältniswert

Die Prüfung der Verdichtung erfolgt über Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 oder über dynamische Plattendruckversuche mit Hilfe des leichten Fallgewichtsgerätes nach TP BF-StB, Teil 8.3. Kontrollprüfungen sollten zweckmäßigerweise durch das Büro des Baugrundsachverständigen oder einem anderen öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen durchgeführt werden.

Nachstehende Abbildung zeigt zeichnerisch die Anforderungen an die Tragfähigkeit und die Verdichtung.

Abbildung 11: Anforderungen Tragfähigkeit und Verdichtung

Hallenbereich



Quelle: BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen (Tagwässer und lokal nicht auszuschließende Schichtenwässer) sind in Anpassung an die örtlichen Verhältnisse auszuführen. Prinzipiell gilt, dass Wasser innerhalb der Fundamentgruben und -gräben fernzuhalten sind.

Fundamentgruben und -gräben können prinzipiell mit Kleinbaggergerät ausgehoben werden.

Gruben und Gräben mit Tiefen >1,25 m dürfen nicht begangen werden. Umlaufend ist ein Streifen in Breite von $b = 1$ m lastfrei zu halten.

5.2.4 Gründung Fußboden

Angaben zur Höheneinstellung der Fußbodenoberkante des Gebäudes und zum Konstruktionsaufbau des Fußbodens lagen während der Bearbeitung noch nicht vor.

Auch sind bislang Vorgaben zum erforderlichen Steifemodul zur Bemessung und Auflagerung der Bodenplatte unbekannt.

Der Untergrund muss sicherstellen, dass dieser zur Aufnahme der Lasten aus der Fußbodenkonstruktion und betriebsbedingter Lasten über ausreichend verformungsarme Eigenschaften verfügt. Diese sind in Abhängigkeit der Belastungssituation zu beurteilen.



Ausgehend von der Vorgabe für die Tragfähigkeit des Planums eines üblicherweise einzuhaltenden Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN / m}^2$ (s. Abschnitt 5.2.2 - "Erdarbeiten; Anlegung des Planums") erfolgt anschließend der Aufbau der obligatorischen kapillarbrechenden Kiesschicht und hiernach die planungsgemäße Fußbodenkonstruktion.

Aufgrund der erwarteten erhöhten Flächenbelastung durch PKW - Parkflächen ist evtl. vorab der Einbau einer Trag- und Lastverteilungsschicht anzuraten. Diese sollte erfahrungsgemäß eine Gesamtschichtdicke von $d = 0,30 \text{ m}$ nicht unterschreiten (einschl. kapillarbrechende Schicht). Zur Verwendung kommen unterhalb der kapillarbrechenden Schicht gleichmäßig kornabgestufte und raumbeständig verdichtbare mineralische Brechkornmischungen (z.B. Körnung 0 - 32 mm).

Tragfähigkeitsanforderungen in Oberkante Trag- und Lastverteilungsschicht:

$E_{v2} \geq 100 \text{ MN / m}^2$ Verformungsmodul

$E_{v2} / E_{v1} \geq 2,3$ Verdichtungsverhältnis

Die Prüfung erfolgt über Lastplattendruckversuche nach DIN 18134.

Zur Bemessung der Hallenfußbodenkonstruktion wird bei bestimmungsgemäßer Herstellung, Prüfung und Freigabe des Planums und des mineralischen Unterbaus abschätzend angegeben:

Bemessung nach dem Bettungsmodulverfahren

$k_{s,k} = 15.000 \text{ kN / m}^3$ Bettungsmodul

(Das Bettungsmodul wird auf der Basis der Funktion $k_s = \sigma_{\text{vorh}} / s$ (vorhandener Sohldruck σ_{vorh} / Setzung s ermittelt. Zur Optimierung des Bemessungswertes wird die Angabe der genauen Lastbeanspruchung erforderlich).

Bemessung nach dem Steifemodulverfahren

$E_{s,k} = 60 \text{ MN / m}^2$ kapillarbrechende Schicht

$E_{s,k} = 60 \text{ MN / m}^2$ Trag- und Lastverteilungsschicht

$E_{s,k} = 40 \text{ MN / m}^2$ Erdplanum bei $E_{v2} = 45 \text{ MN / m}^2$

$E_{s,k} = 5 \text{ MN / m}^2$ Untergrund anthropogene Auffüllung (ungünstig)



Zum Schutz des Hallenfußbodens vor Durchfeuchtung bzw. kapillar aufsteigender Grundfeuchte gelten die Bestimmungen der **DIN 4095** (Dränung erdberührter Bauwerke) und **DIN 18533** (Abdichtung von erdberührten Bauteilen).

Unterhalb der Fußbodenkonstruktion ist hiernach der Einbau einer kapillarbrechenden Schicht vorzusehen.

Im Regelfall erfolgt unterhalb von Bodenplatten folgender flächiger Aufbau:

mind. d = 0,10 m Filterschicht z.B. 0 / 4 mm (0 / 4 a n. DIN 4226, T. 1)

und

mind. d = 0,10 m Sickerschicht z.B. 4 / 16 mm (n. DIN 4226, T. 1)

oder

mind. d = 0,15 m Kies z.B. 8 / 16 (n. DIN 4226, T.1) und Geotextil

Vor dem Gießen der Bodenplatte muss eine PE - Folie zum Schutz der Schicht vor einsickernden Betonschlämmen ausgelegt werden.

Auf die Frostsicherheit entlang der Außenwände und im Bereich von Wandöffnungen (Tore usw.) ist zu achten. Ggf. sind Frostschrzen aus frostsicheren und -beständigen Erdbaustoffen herzustellen.

6. Analyseergebnis Umweltuntersuchung

Auf der Grundlage der Auftragsvorgabe sollte festgestellt werden, ob eventuell Verunreinigungen in den Böden vorliegen. Nach den LAGA - Probenahmenvorschriften (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall - M20) wurden zur orientierenden Erstbewertung Proben entnommen und wie folgt zu einer Mischprobe zusammengestellt:

Die Proben wurden von der AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg, chemischen Untersuchungen gemäß den in der **Anlage 3** wiedergegebenen Analysemethoden unterzogen (LAGA Boden Feststoff u. Eluat, sowie die ergänzenden Parameter nach Deponieverordnung DepV).

Nachfolgend wird das Ergebnis des Analysebefundes gemäß dem Mindestuntersuchungsprogramm nach LAGA M20, Tabelle II. 1.2-1 (Mindestumfang ohne Fremdbestandteile) wiedergegeben. Maßgeblich sind zur Beurteilung nur die höchsten Überhöhungswerte und Bewertung für Boden bzw. Bauschutt (Feststoff und Eluat).

Mischprobe	Analytik / auffälliges Messergebnis	Zuordnungswert nach LAGA M 20 Tab. II. 1.4-5 / II. 1.4.6
MP 1	-----	Z 0

Tabelle 5: Analyseergebnis LAGA M 20

Gemäß der Einordnung der Proben in den LAGA - Zuordnungswert Z0 kann eine Verwertung des Materials in eigener Verantwortung des Bauherrn in Aussicht gestellt werden. Verwertungen in eigener Verantwortung des Bauherrn sollten mit der für die vorgesehene Baumaßnahme zuständigen Bauaufsichtsbehörde abgestimmt werden.

Das Protokoll gem. DIN 19747 und Deponieverordnung ist in der **Anlage 4** enthalten.



7. Schlussbemerkungen

Nach Fertigstellung der endgültigen Planung und der statischen Berechnung wird um Vorlage gebeten, um die bisherigen Hinweise und Empfehlungen erforderlichenfalls projektbezogen überarbeiten zu können.

Sollten während den Arbeiten Abweichungen von den gewonnenen Erkundungsfeststellungen angetroffen werden, bitten wir rechtzeitig um Benachrichtigung.

Das Gutachten gilt nur vollständig und nach Prüfung bzw. Abnahme der Empfehlungen sowie den Hinweisen zur Bauausführung durch den Baugrundsachverständigen. Wir bitten um Verständnis, dass nur nach örtlicher Prüfung während der bautechnischen Arbeiten Gewähr für die Richtigkeit des Gutachtens sowie der umgesetzten Baugrundbeurteilungen übernommen werden kann.

Für weitere ingenieurgeologische Beratungen stehen wir Ihnen selbstverständlich gerne zur Verfügung.

Aufgestellt:

Trendelburg, den 23.04.2021

Dr. Claus Schubert
Geschäftsführer & Öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger der IHK KS für das Bestellungsgebiet
2450, Baugrund- Erkundung, Untersuchung & Bewertung
www.bbu-schubert.de

Anlage 1.1 bis 1.11	-	Profilbalkendarstellungen der Baggerschürfe und Rammkernsondierungen
Anlage 2.1 bis 2.3	-	Setzungsprognosen
Anlage 3	-	Analysebefund der umwelttechnischen Bodenbeprobung
Anlage 4	-	Protokoll zur Deponieverordnung

Wir bitten Sie freundlichst um Beachtung folgenden Hinweises:

Das Kopieren und Weiterleiten des Gutachtens an Dritte ist weder vollständig noch auszugsweise **ohne ausdrückliche schriftliche Zustimmung des Entwurfsverfassers** zulässig. Dies gilt insbesondere auch für die elektronische Verbreitung digitaler Dateien über Datenträger oder Internet.

Fotodokumentation zum Ortstermin vom 12. bzw. 13.04.2021



Bild 1: Baggerschurf SCH 1



Bild 2: Baggerschurf 2

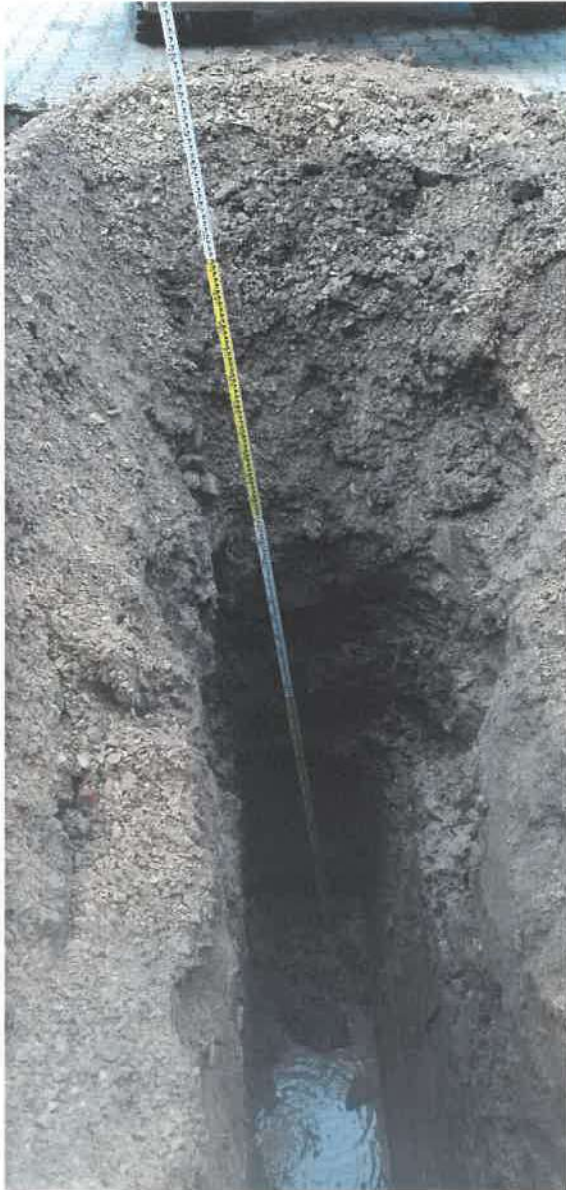


Bild 3: Baggerschurf SCH 3



Bild 4: Baggerschurf 4



Bild 5: Baggerschurf SCH 5

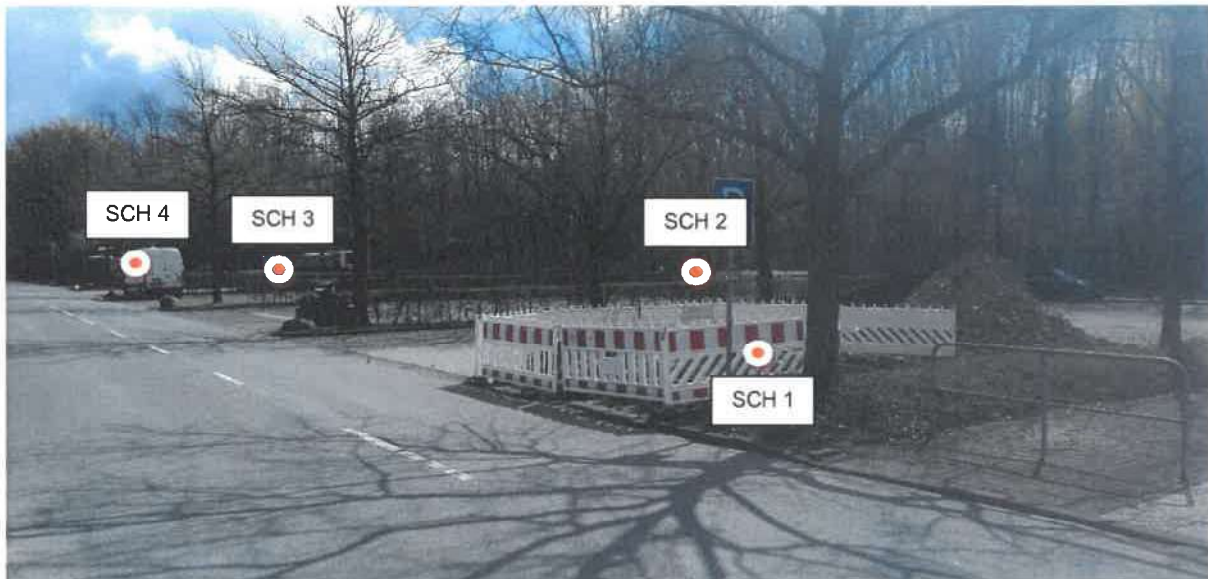


Bild 6: Untersuchungsansatzstellen der Baggerschürfe SCH 1 bis SCH 4 am 12.04.2021



Bild 7: Untersuchungsansatzstelle des Baggerschurfs SCH 5 am 12.04.2021



Bild 8: Durchführung von Rammkernsondierungen am 13.04.2021



Bild 9: Untersuchungsansatzstellen der Rammkernsondierungen RKS 4 bis RKS 6

Paderborn, Ahornallee 127
 Neubau Parkhaus und Erweiterung Bestandthalle

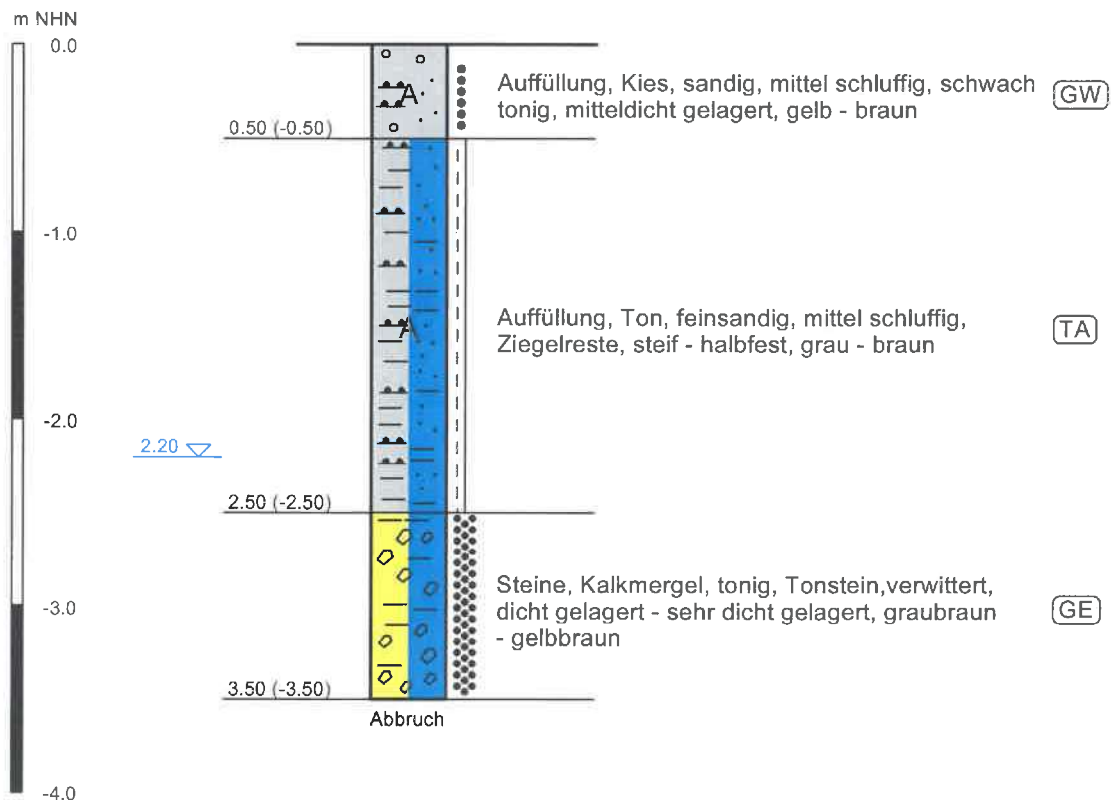
Projektnummer:
 221114

Anlage:
 1.1

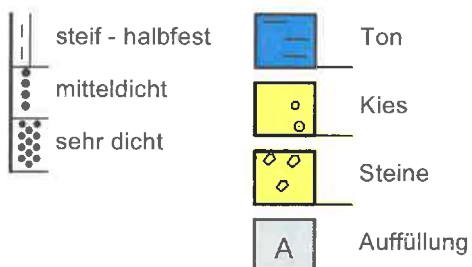
Profil einer Schürfgrube
 Maßstab der Höhe ca.: 1:25

SCH 1

0,0 m = OK Gelände



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Hinweis:

2.20 m NHN Schichtenwasser
 12.04.2021

kein Grundwasser angetroffen am 12.04.2021

Paderborn, Ahornallee 127
 Neubau Parkhaus und Erweiterung Bestandtschalle

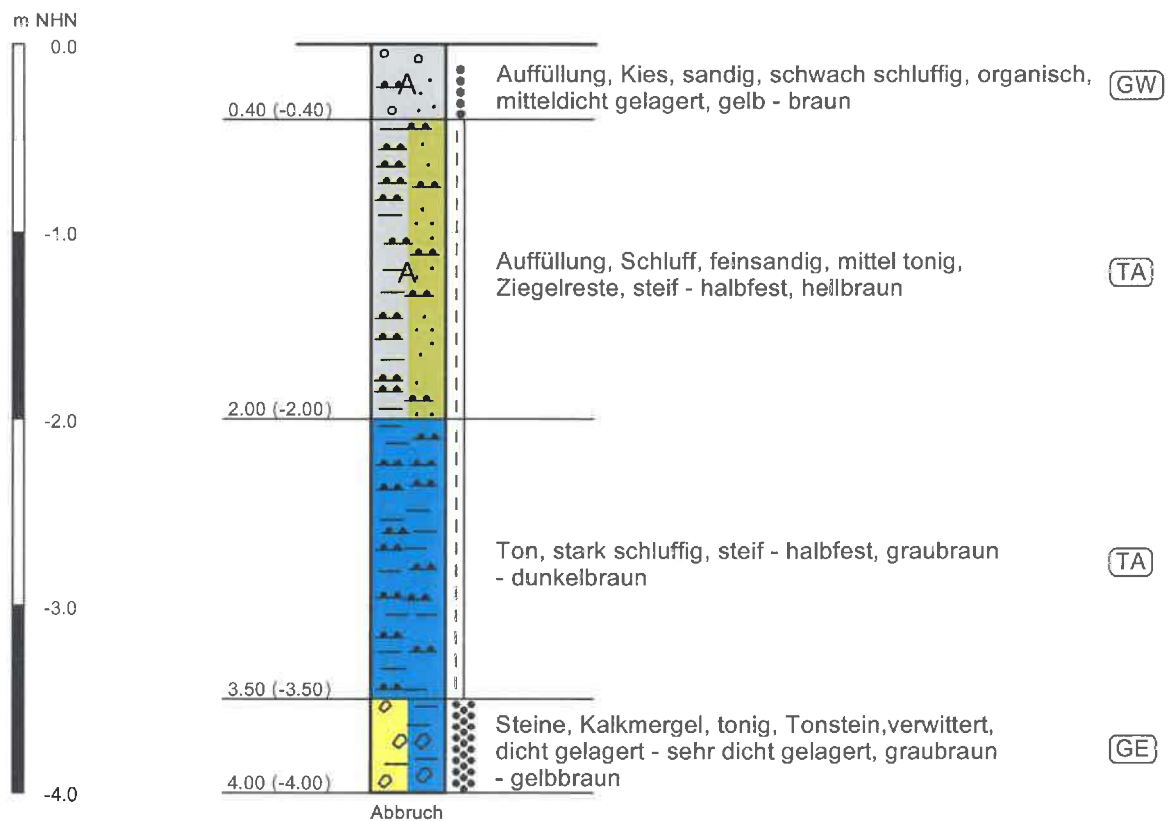
Projektnummer:
 221114

Anlage:
 1.2

Profil einer Schürfgrube
 Maßstab der Höhe ca.: 1:25

SCH 2

0,0 m = OK Gelände



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif - halbfest		Ton		Auffüllung
	mitteldicht		Schluff		
	sehr dicht		Kies		
			Steine		

Hinweis:

kein Grundwasser angetroffen am 12.04.2021

Paderborn, Ahornallee 127
 Neubau Parkhaus und Erweiterung Bestandtschalle

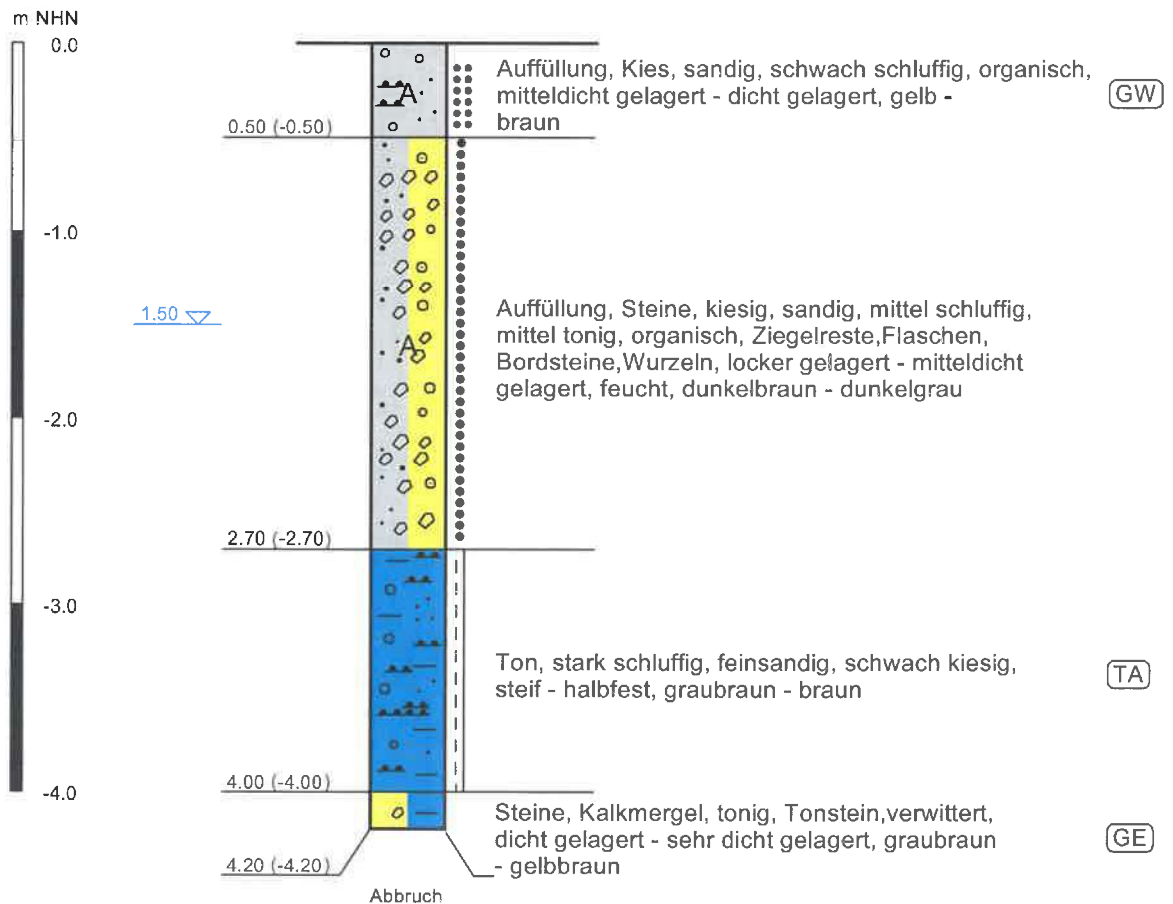
Projektnummer:
 221114

Anlage:
 1.3

Profil einer Schürfgrube
 Maßstab der Höhe ca.: 1:25

SCH 3

0,0 m = OK Gelände



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

steif - halbfest	Ton
mitteldicht	Kies
dicht	Steine
	Auffüllung

Hinweis:

1.50 m Schichtenwasser
 12.04.2021

kein Grundwasser angetroffen am 12.04.2021

Paderborn, Ahornallee 127
 Neubau Parkhaus und Erweiterung Bestandtschalle

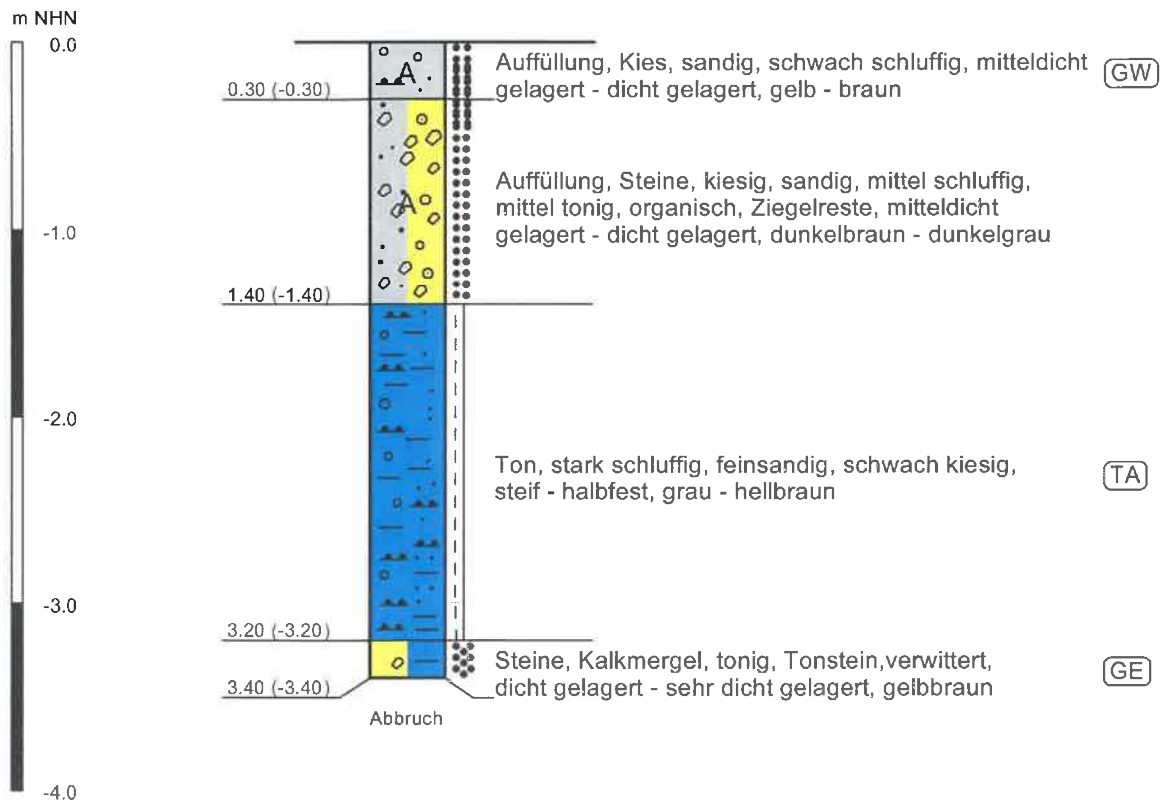
Projektnummer:
 221114

Anlage:
 1.4

Profil einer Schürfgrube
 Maßstab der Höhe ca.: 1:25

SCH 4

0,0 m = OK Gelände



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif - halbfest		Ton
	dicht		Kies
	sehr dicht		Steine
			Auffüllung

Hinweis:

kein Grundwasser angetroffen am 12.04.2021

Paderborn, Ahornallee 127
 Neubau Parkhaus und Erweiterung Bestandtschalle

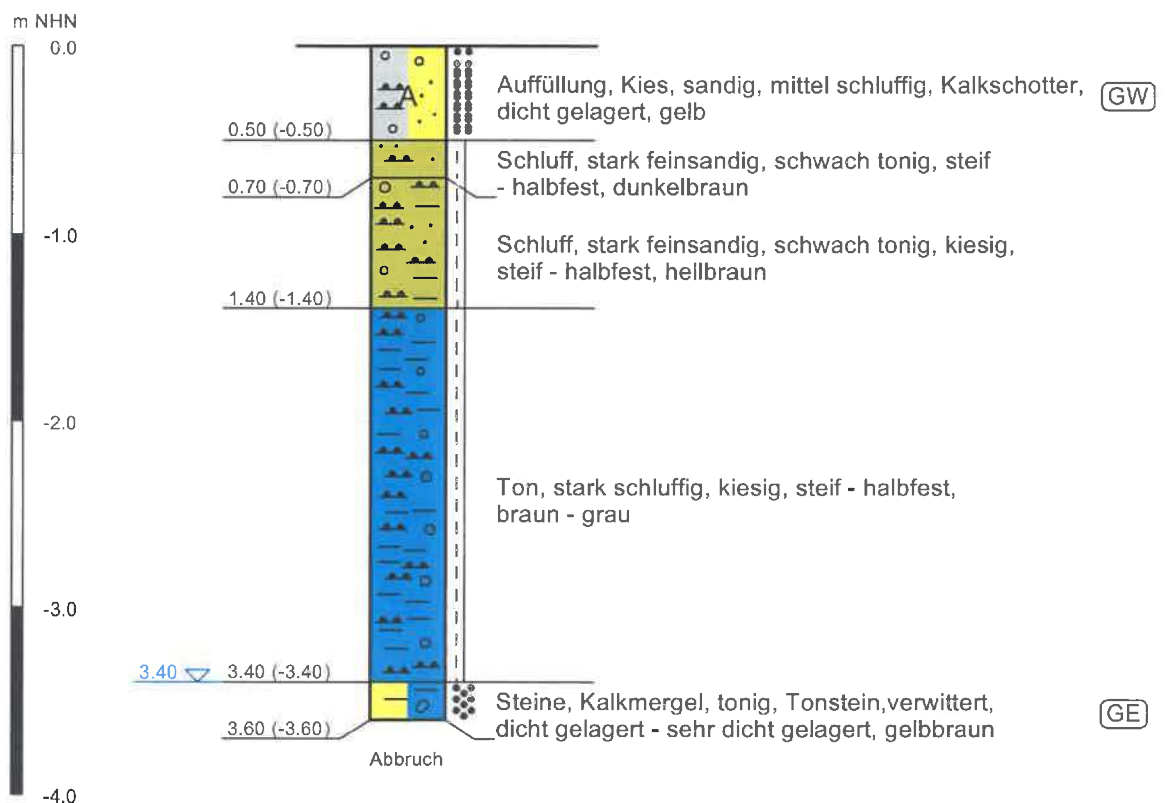
Projektnummer:
 221114

Anlage:
 1.5

Profil einer Schürfgrube
 Maßstab der Höhe ca.: 1:25

SCH 5

0,0 m = OK Gelände



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif - halbfest		Ton		Auffüllung
	dicht		Schluff		
	sehr dicht		Kies		
			Steine		

Hinweis:

3.40  Schichtenwasser
 12.04.2021

kein Grundwasser angetroffen am 12.04.2021

Paderborn, Ahornallee 127
 Neubau Parkhaus und Erweiterung Bestandtschalle

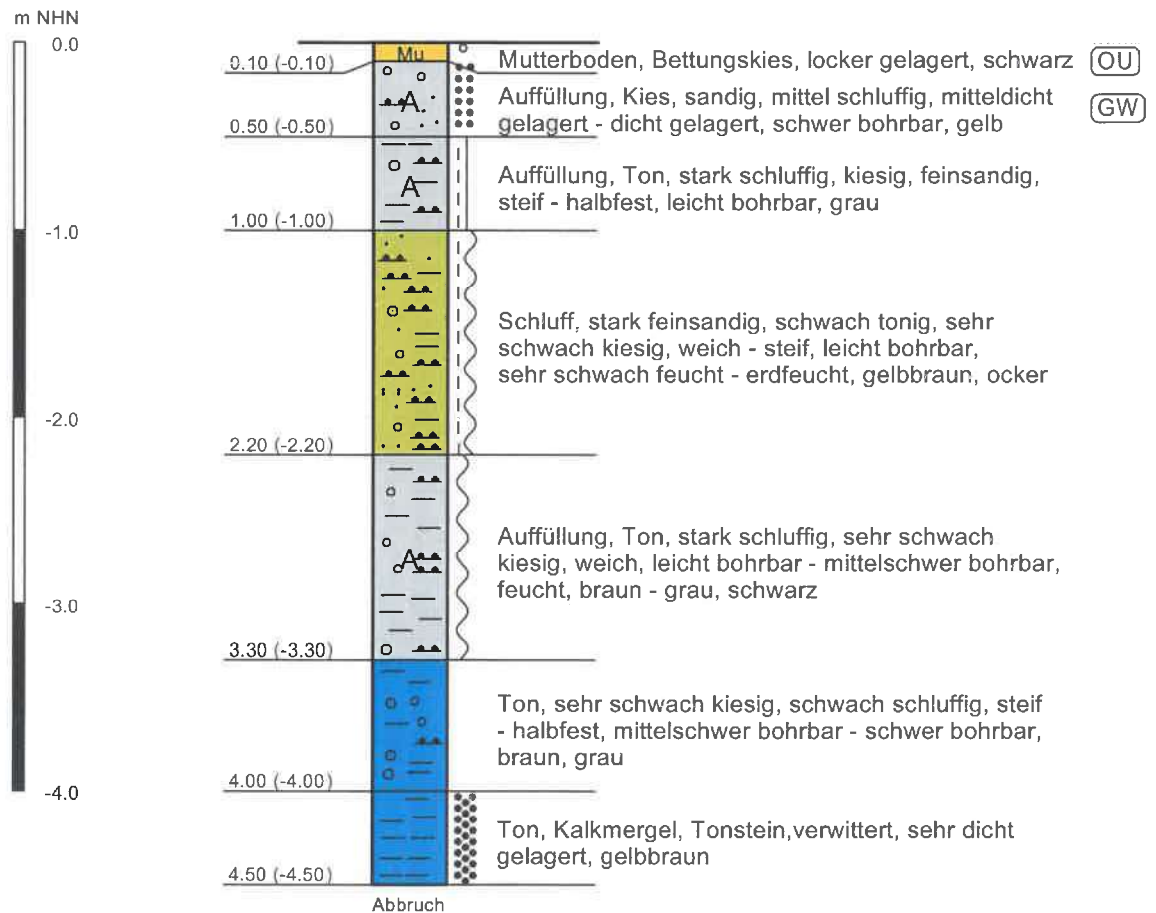
Projektnummer:
 221114

Anlage:
 1.6

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:25

RKS 1

0,0 m = OK Gelände



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif - halbfest		Ton		Auffüllung
	weich - steif		Schluff		
	weich		Kies		
	locker		Mutterboden		
	dicht				
	sehr dicht				

Hinweis:

kein Grundwasser angetroffen am 12.04.2021

Bohrloch zugefallen bei 1,70 m unter OK Ansatz

Paderborn, Ahornallee 127
Neubau Parkhaus und Erweiterung Bestandtschalle

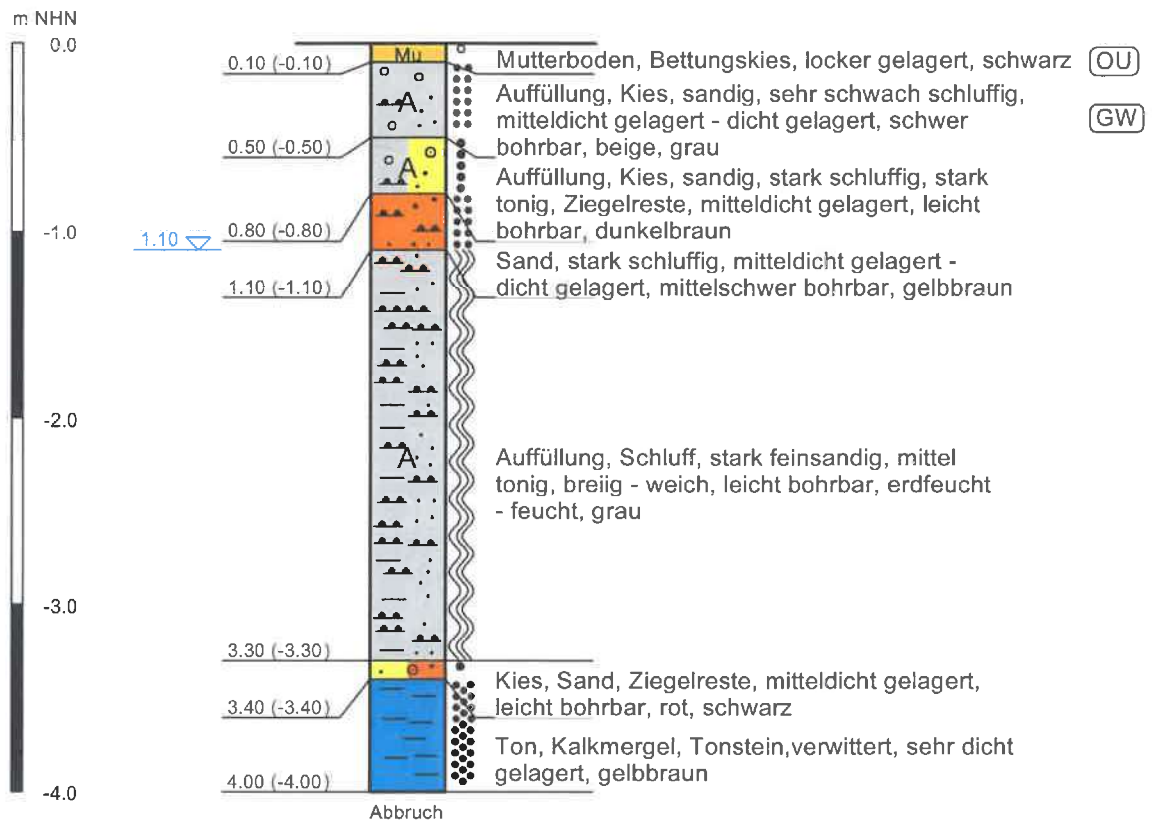
Projektnummer:
221114

Anlage:
1.7

Profil einer Rammkernsondierung
Maßstab der Höhe ca.: 1:25

RKS 2

0,0 m = OK Gelände



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	breiig - weich		Ton		Mutterboden
	locker		Schluff		Auffüllung
	mitteldicht		Sand		
	dicht		Kies		
	sehr dicht				

Hinweis:

1.10 m Schichtenwasser
12.04.2021

kein Grundwasser angetroffen am 12.04.2021

Bohrloch zugefallen bei 2,95 m unter OK Ansatz

Paderborn, Ahornallee 127
 Neubau Parkhaus und Erweiterung Bestandtschalle

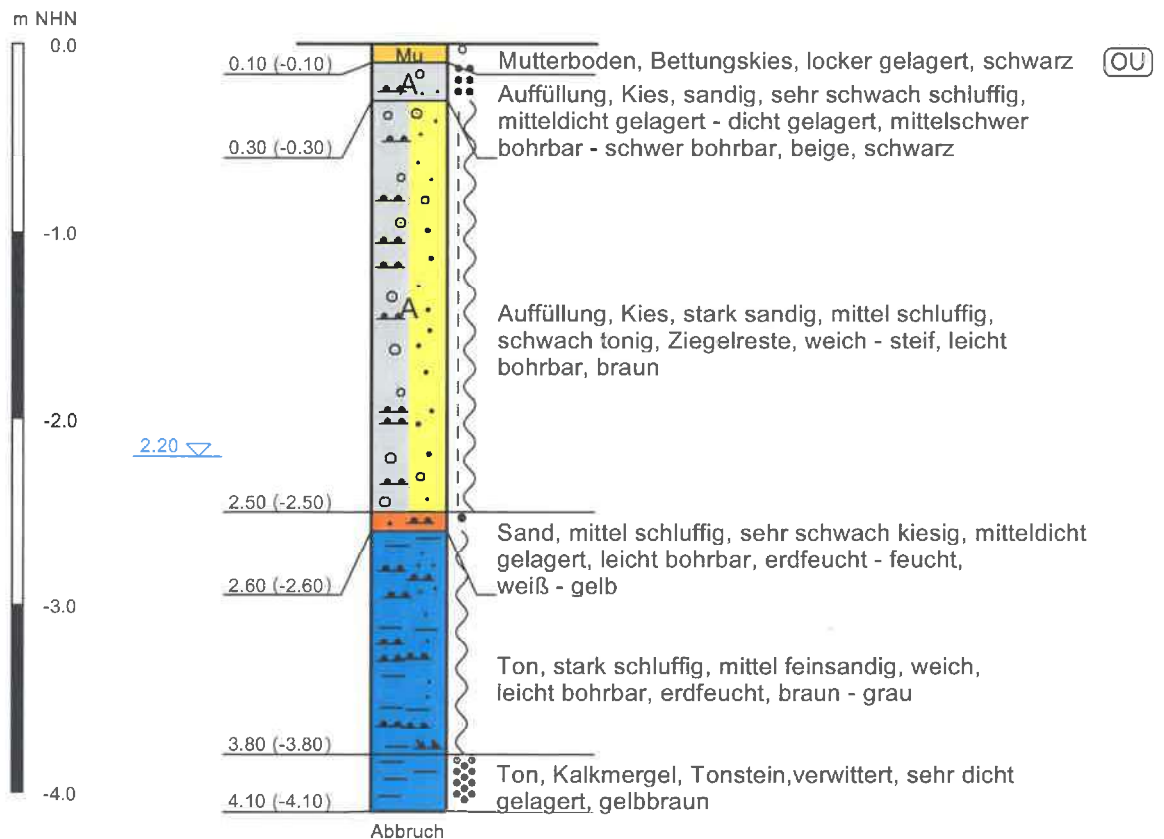
Projektnummer:
 221114

Anlage:
 1.8

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:25

RKS 3

0,0 m = OK Gelände



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	weich - steif		Ton		Auffüllung
	weich		Sand		
	locker		Kies		
	mitteldicht		Mutterboden		
	dicht				
	sehr dicht				

Hinweis:

2.20 m Schichtenwasser
 12.04.2021

kein Grundwasser angetroffen am 12.04.2021

Bohrloch zugefallen bei 3,90 m unter OK Ansatz

Paderborn, Ahornallee 127
 Neubau Parkhaus und Erweiterung Bestandtschalle

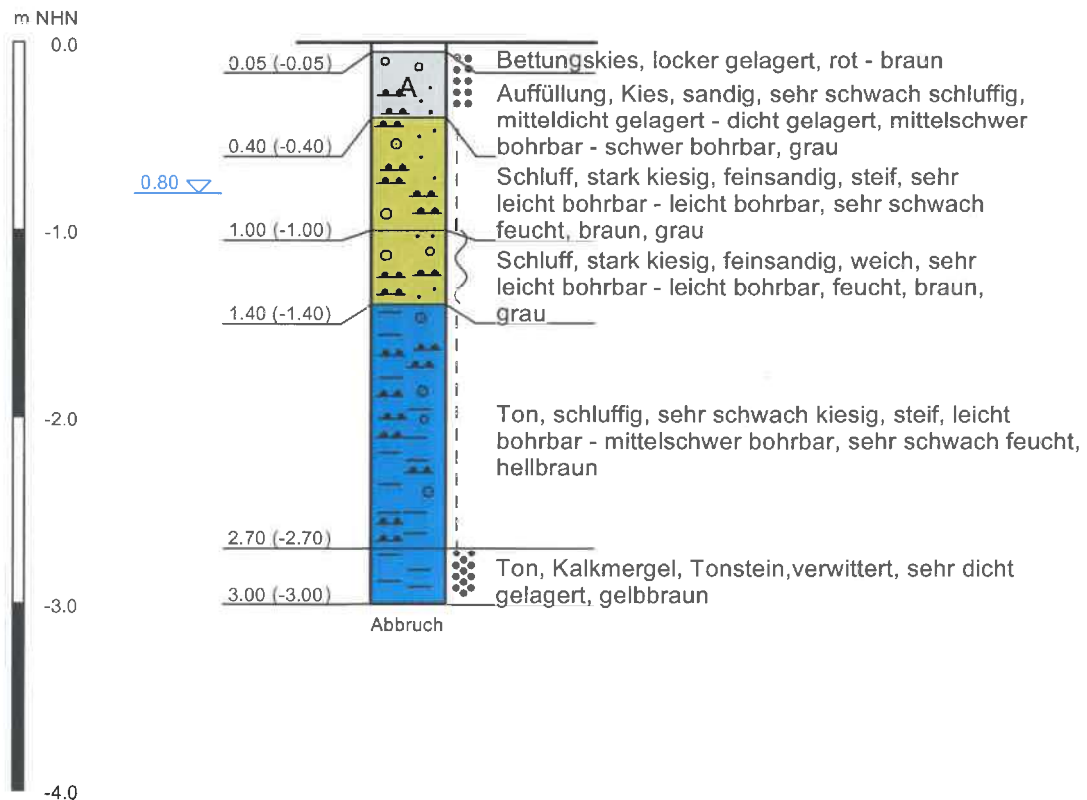
Projektnummer:
 221114

Anlage:
 1.9

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:25

RKS 4

0,0 m = OK Gelände



OU

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

steif	Ton
weich	Schluff
locker	Kies
dicht	Auffüllung
sehr dicht	

Hinweis:

0.80 m Schichtenwasser
 12.04.2021

kein Grundwasser angetroffen am 12.04.2021

Bohrloch zugefallen bei 1,00 m unter OK Ansatz

Paderborn, Ahornallee 127
 Neubau Parkhaus und Erweiterung Bestandthalle

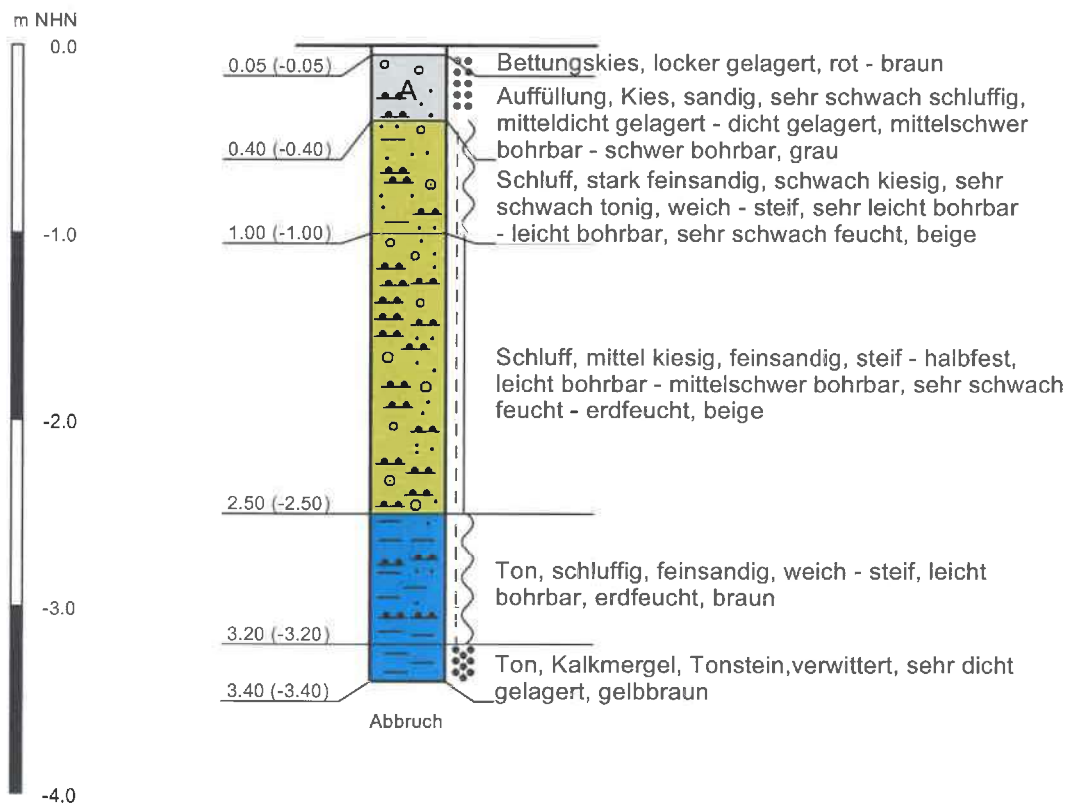
Projektnummer:
 221114

Anlage:
 1.10

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:25

RKS 5

0,0 m = OK Gelände



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif - halbfest		Ton
	weich - steif		Schluff
	dicht		Kies
	sehr dicht		Auffüllung

Hinweis:

kein Grundwasser angetroffen am 12.04.2021
 Bohrloch zugefallen bei 2,70 m unter OK Ansatz

Paderborn, Ahornallee 127
 Neubau Parkhaus und Erweiterung Bestandthalle

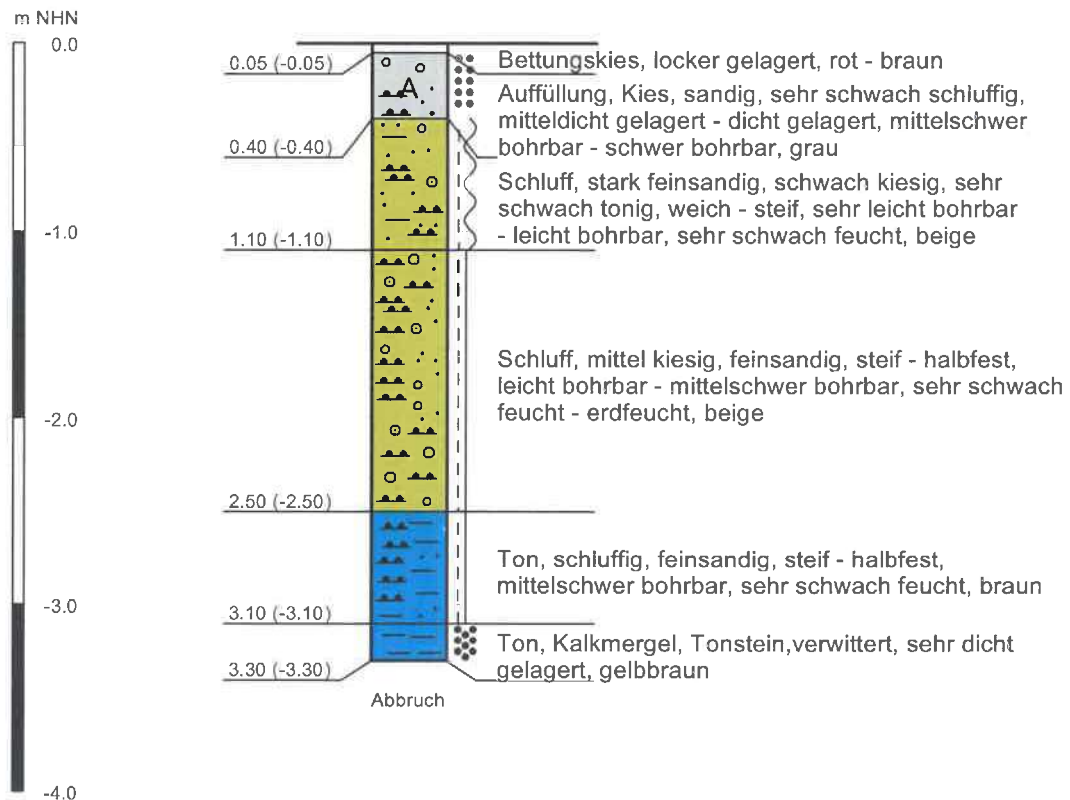
Projektnummer:
 221114

Anlage:
 1.11

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:25

RKS 6

0,0 m = OK Gelände



OU

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif - halbfest		Ton
	weich - steif		Schluff
	dicht		Kies
	sehr dicht		Auffüllung

Hinweis:

kein Grundwasser angetroffen am 12.04.2021
 Bohrloch zugefallen bei 3,10 m unter OK Ansatz

Ahorn - Sportpark Baseballhalle

Einzelfundament 2,75x2,50m

- Gründungspolster d = 0,90 m bei RKS 5 -

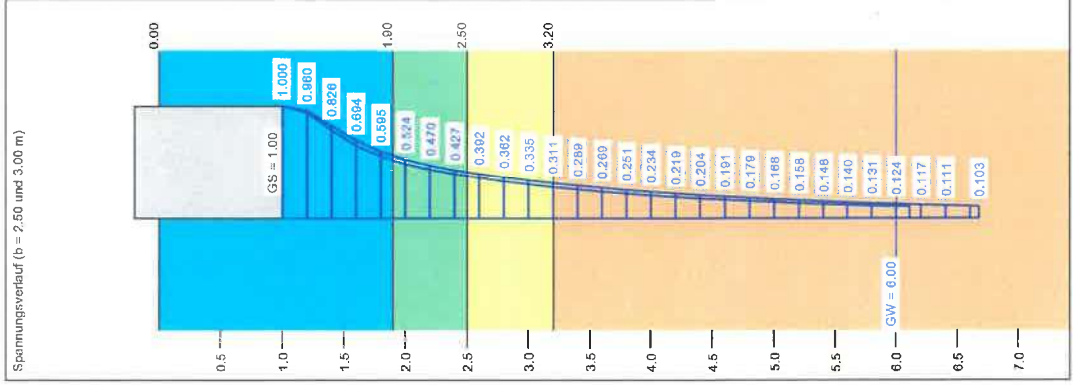
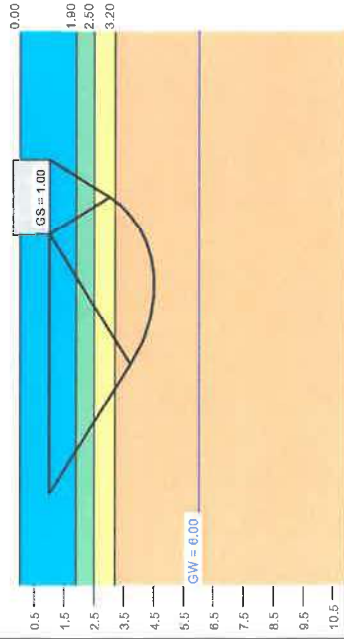
Projekt: 221114-1

Anlage: 2.2

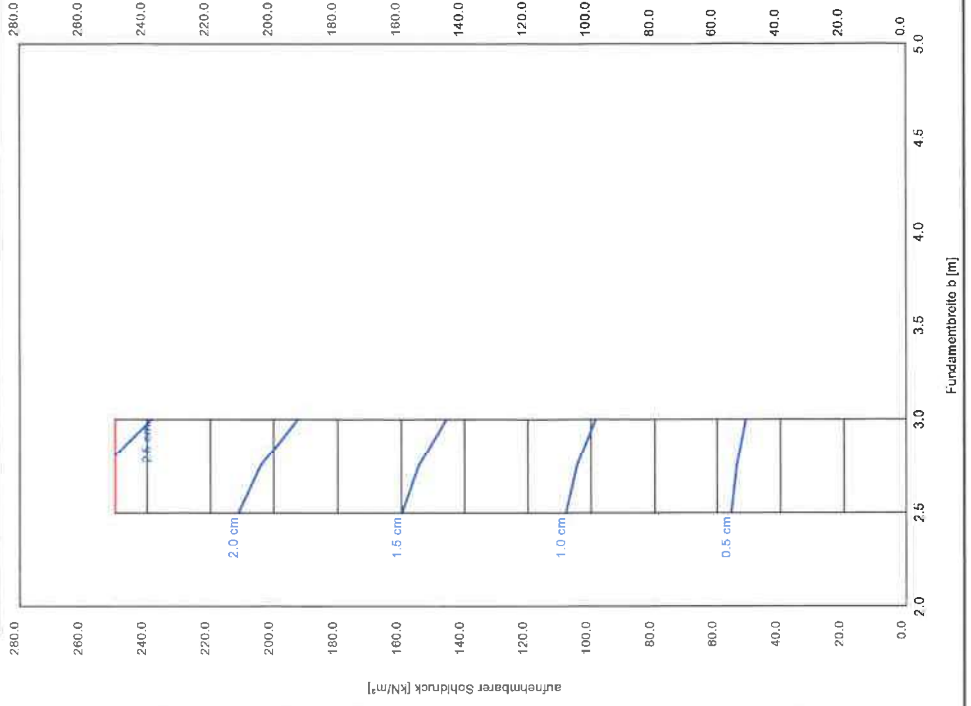
Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	κ [-]	Bezeichnung
	19,0	12,0	37,5	0,0	80,0	0,00	1,000	Gründungspolster
	19,5	9,5	22,5	5,0	5,0	0,00	1,000	Schluff
	20,5	10,5	22,5	35,0	8,0	0,00	1,000	Ton
	21,0	11,0	30,0	15,0	80,0	0,00	1,000	Ton, Kalkmergel

System (b = 2,50 m)

max dphi = 5,0 °



Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a ≈ 2,75 m)
 $\gamma_{R,s} = 1,40$
 $\gamma_G = 1,35$
 $\gamma_Q = 1,50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0,500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0,500 \cdot \gamma_G + (1 - 0,500) \cdot \gamma_Q$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1,425$
zul. sigma auf 250,00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 1,00 m
Grundwasser = 6,00 m
Grenztiefe mit p = 20,0 %
Grenzstellen spannungsvariabel bestimmt
aufnehmbarer Sohldruck
Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{G,K}$ [kN/m²]	zul. σ [kN/m²]	zul. R [kN]	a [cm]	cal. φ [°]	cal. c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UKLS [m]	k_{σ} [MN/m²]
2,75	2,50	498,7	250,0	1718,8	2,38	26,2 *	13,79	19,85	19,00	0,11	4,49	10,5
2,75	2,75	498,7	250,0	1890,8	2,48	26,2 *	13,88	19,93	19,00	0,30	4,84	10,1
3,00	3,00	498,7	250,0	2250,0	2,62	26,2 *	13,98	20,01	19,00	0,67	5,19	9,5

* phi wegen S' Bedingung abgemindert
zul. $\sigma = \sigma_{G,K} / (\gamma_{R,s} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G,K} / (1,40 \cdot 1,43) = \sigma_{G,K} / 1,99$
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) = 0,50

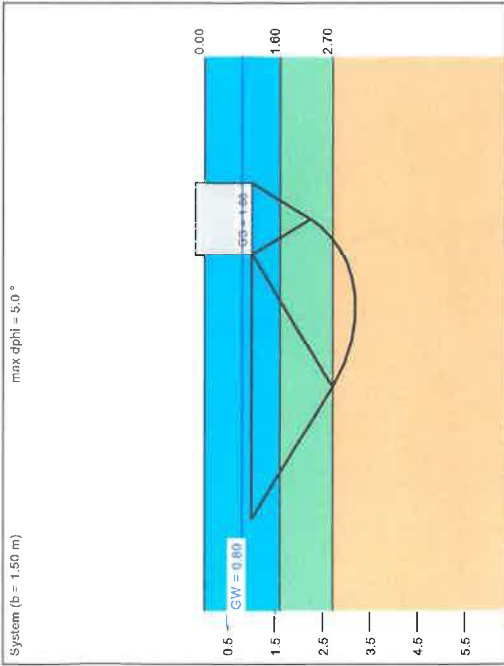
Ahorn - Sportpark
Baseballhalle

Einzelfundamente 1,5x1,5 u. 2,0x2,0m
- Gründungspolster d = 0,60 m bei SCH 5 -

Projekt: 221114-1

Anlage: 2.1

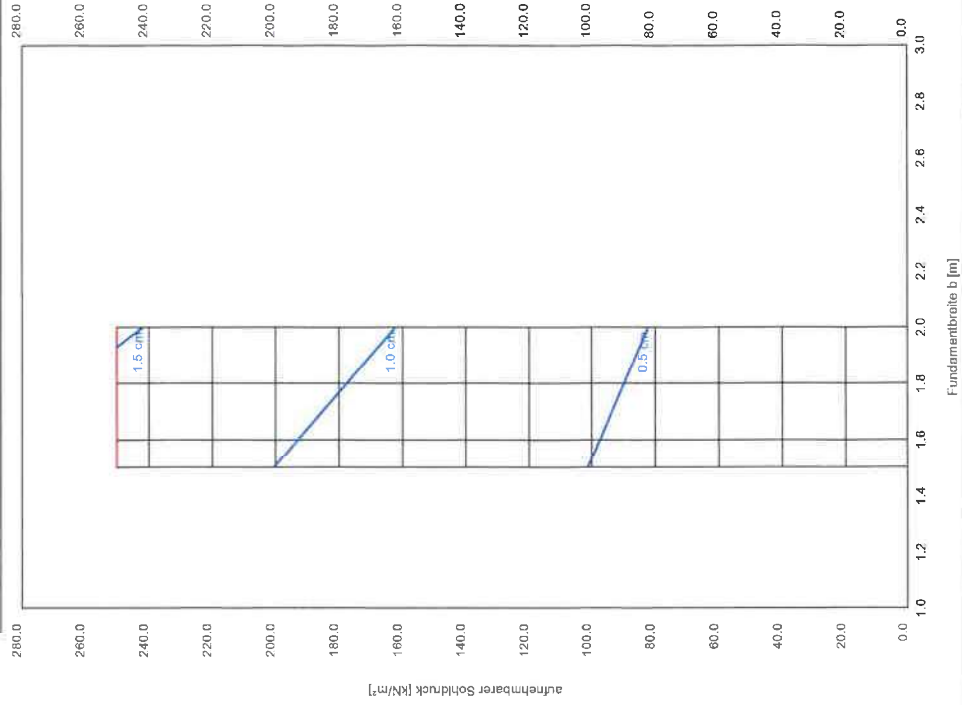
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	κ [-]	Bezeichnung
19.0	12.0	37.5	0.0	0.00	1.000	0.00	1.000	Gründungspolster
20.5	10.5	22.5	35.0	8.0	0.00	0.00	1.000	Ton
22.0	12.0	45.0	45.0	150.0	0.00	0.00	1.000	Steine, Kalkmergel



a	b	σ_{gk}	σ_{gk}	zul σ	zul R	a	cal ϕ	cal c	γ_2	σ_0	t_g	UK/LS	k_g
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[MN/m ²]
1.50	1.50	498.7	250.0	962.5	1.25	27.5 *	14.07	11.25	17.80	5.21	3.18	20.0	
2.00	2.00	498.7	250.0	1000.0	1.55	27.5 *	10.30	11.35	17.60	6.14	3.91	16.1	

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
zul $\sigma = \sigma_{gk} / (\gamma_{gk} \cdot \gamma_{acc}) = \sigma_{gk} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{gk} / 1.99$
Verhältnis Veränderlicher(Q)/Gesamtlasten(G+Q) = 0.50

Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{gk} = 1.40$
 $\gamma_Q = 1.35$
 $\gamma_{(a,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_g$
 $\gamma_{(a,Q)} = 1.425$
zul sigma auf 250.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 1.00 m
Grundwasser = 0.80 m
Grenztiere mit p = 20.0 %
Grenztiere spannungsvariabel bestimmt
aufnehmbarer Sohldruck
Setzungen



Ahorn - Sportpark Baseballhalle

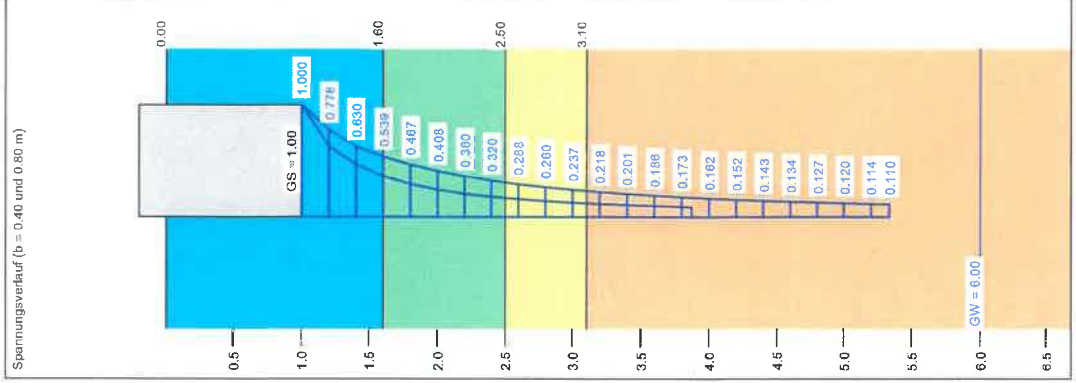
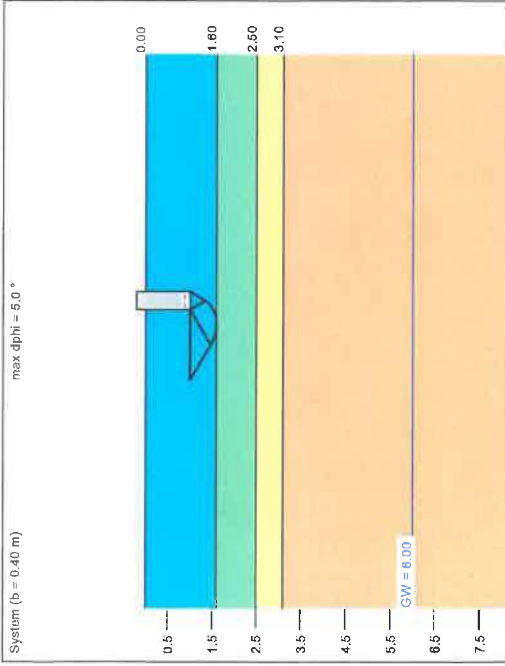
Streifenfundamente $b = 0,40\text{--}0,80\text{m}$

- Gründungspolster $d = 0,60\text{m}$ bei RKS 6 -

Projekt: 221114-1

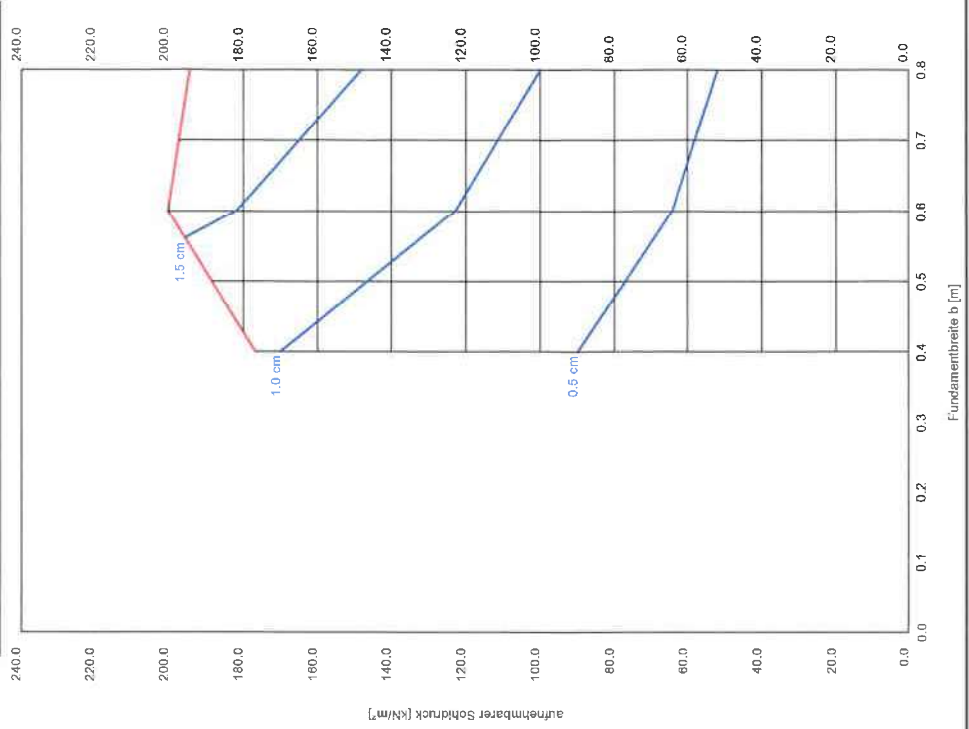
Anlage: 2.3

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	κ [-]	Bezeichnung
	19.0	12.0	37.5	0.0	80.0	0.00	1.000	Gründungspolster
	19.5	9.5	22.5	5.0	5.0	0.00	1.000	Schluff
	20.5	10.5	22.5	35.0	8.0	0.00	1.000	Ton
	21.0	11.0	30.0	15.0	80.0	0.00	1.000	Ton, Kalkmergel



Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament ($a = 36,31\text{ m}$)
 $\gamma_{k,s} = 1,40$
 $\gamma_a = 1,35$
 $\gamma_d = 1,50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0,500
 $\gamma_{(e_0)} = 0,500 \cdot \gamma_s + (1 - 0,500) \cdot \gamma_g$

$\gamma_{(e_0)} = 1,425$
zul σ auf $250,00\text{ kN/m}^2$ begrenzt
Gründungssohle = $1,00\text{ m}$
Grundwasser = $6,00\text{ m}$
Grenztiefe mit $p = 20,0\text{ \%}$
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
— aufnehmbarer Sohldruck
— Setzungen



a	b	$\sigma_{k,s}$ [kN/m ²]	zul σ' [kN/m ²]	zul R _s [kN/m]	a	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_d [kN/m ³]	$\sigma_{1,0}$ [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_{σ} [MN/m ²]
36.31	0.40	342.7	176.8	70.7	1.04	28.4*	0.00	19.00	19.00	3.87	1.60	17.0
36.31	0.60	399.5	200.3	120.2	1.66	27.5*	2.31	19.09	10.00	4.80	1.87	12.1
36.31	0.80	387.8	194.4	155.5	1.99	26.3*	2.92	19.16	10.00	5.33	2.12	9.8

* gilt wegen 5° Eindringung abgemindert
zul $\sigma = \sigma_{k,s} / [\gamma_{k,s} \cdot \gamma_{(e_0)}] = \sigma_{k,s} / (1,40 \cdot 1,43) = \sigma_{k,s} / 1,99$
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0,50