

5.2 Parkdeck

5.2.1 Planung

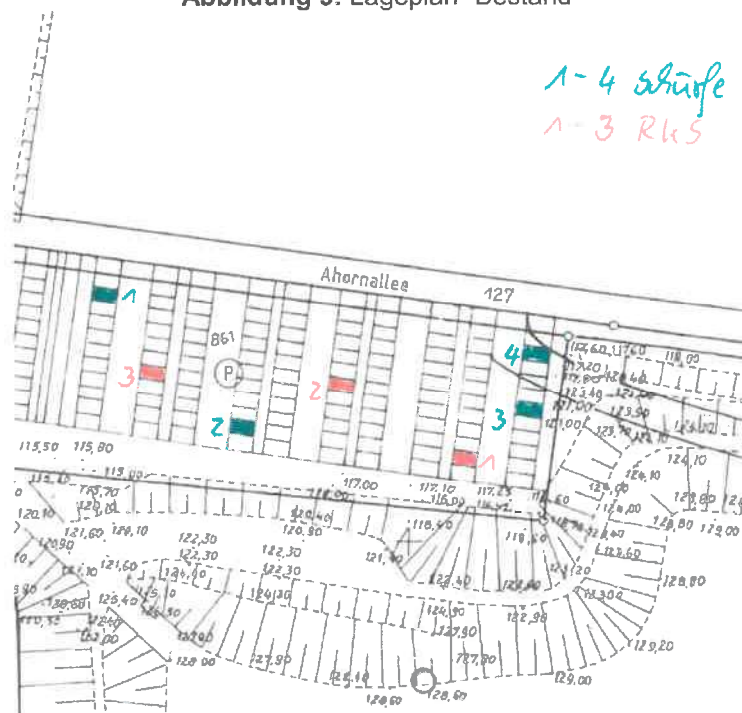
Das Parkdeck soll als freistehender Bau ostseitig der bestehenden Sportanlage angeordnet werden.

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:

$E_{v2} \geq 45 \text{ MN} / \text{m}^2$	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**.

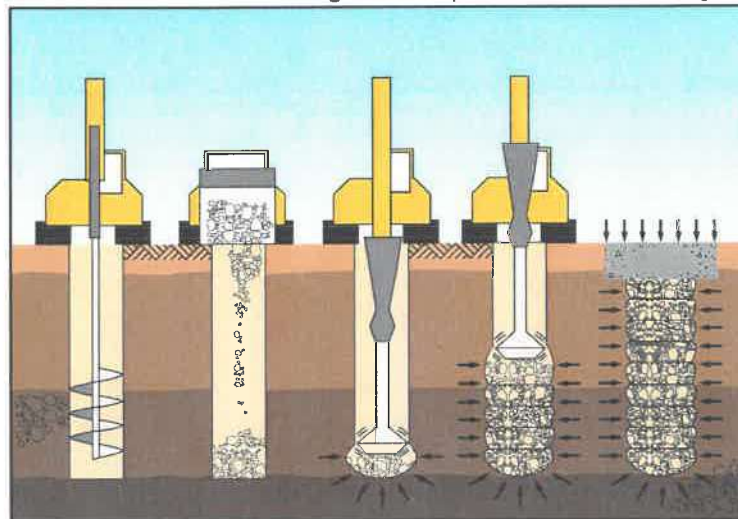
Das Geopier GP3-System verwendet sogenannte Rammed Aggregate Pier® (RAP)-Elemente, auch bekannt als Geopier® - Bohr - Rammsäulen, um die Eigenschaften eines nicht oder geringtragfähigen Baugrundes, wie z.B. weichen bis steifen Schluff und Ton, lockeren bis mitteldichten schluffigen oder tonigen Sand,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

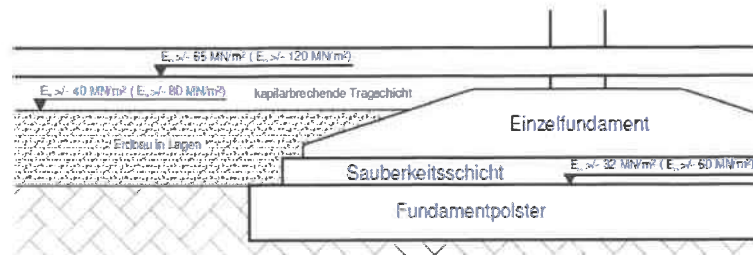
$E_{v2} = 80 \text{ MN} / \text{m}^2$ Verformungsmodul
 $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$ Verhältniswert

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

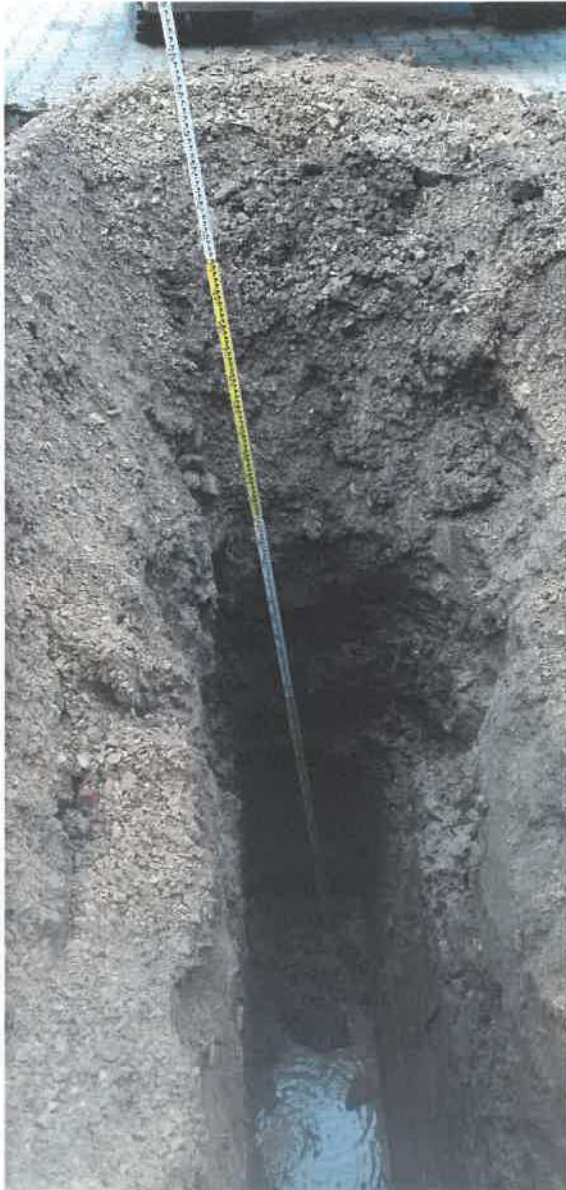


Bild 3: Baggerschurf SCH 3



Bild 4: Baggerschurf 4



Bild 5: Baggerschurf SCH 5

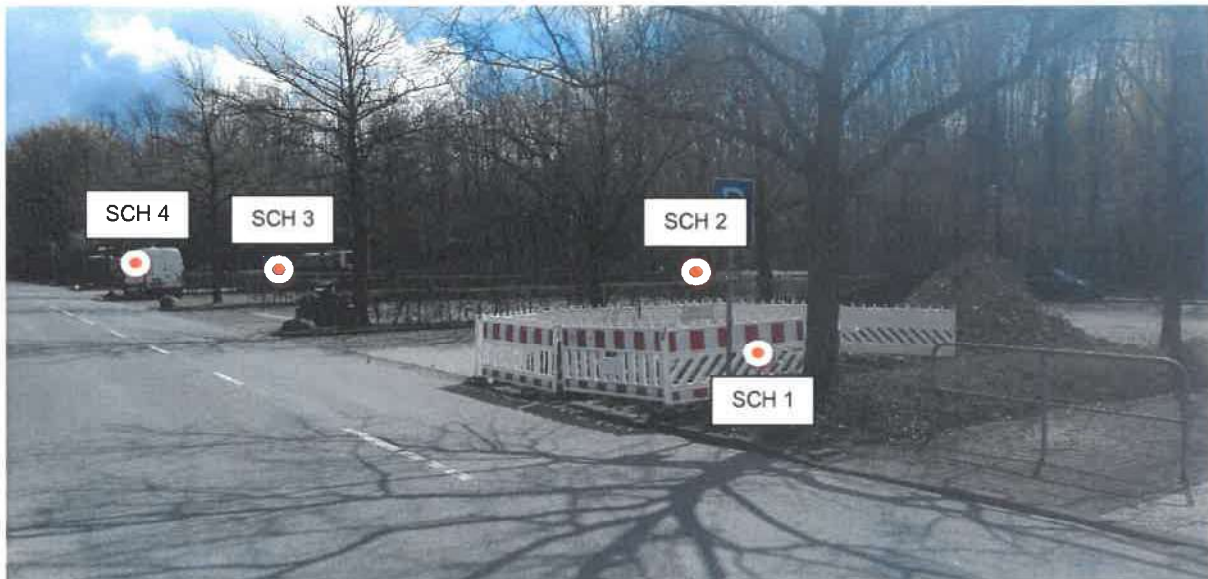


Bild 6: Untersuchungsansatzstellen der Baggerschürfe SCH 1 bis SCH 4 am 12.04.2021



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

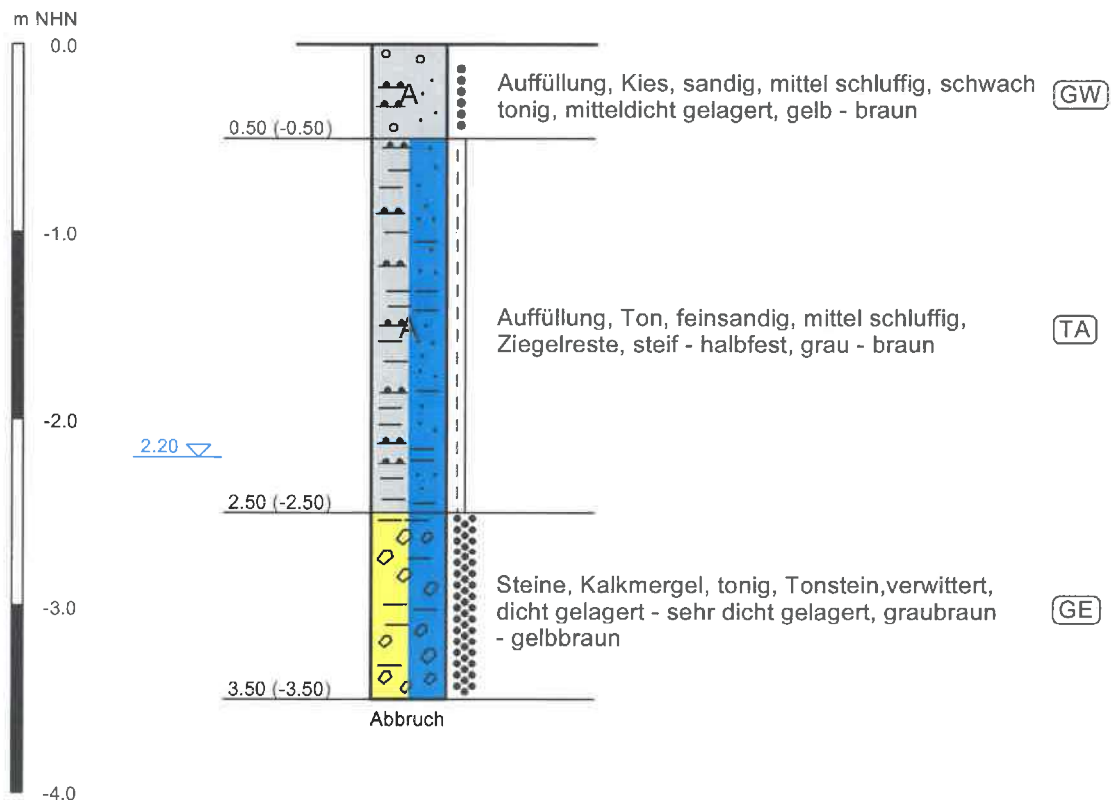
Projektnummer:
 221114

Anlage:
 1.1

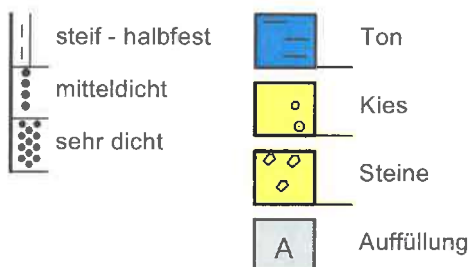
Profil einer Schürfgrube
 Maßstab der Höhe ca.: 1:25

SCH 1

0,0 m = OK Gelände



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Hinweis:

2.20 m Schichtenwasser
 12.04.2021

kein Grundwasser angetroffen am 12.04.2021

Paderborn, Ahornallee 127
 Neubau Parkhaus und Erweiterung Bestandtschalle

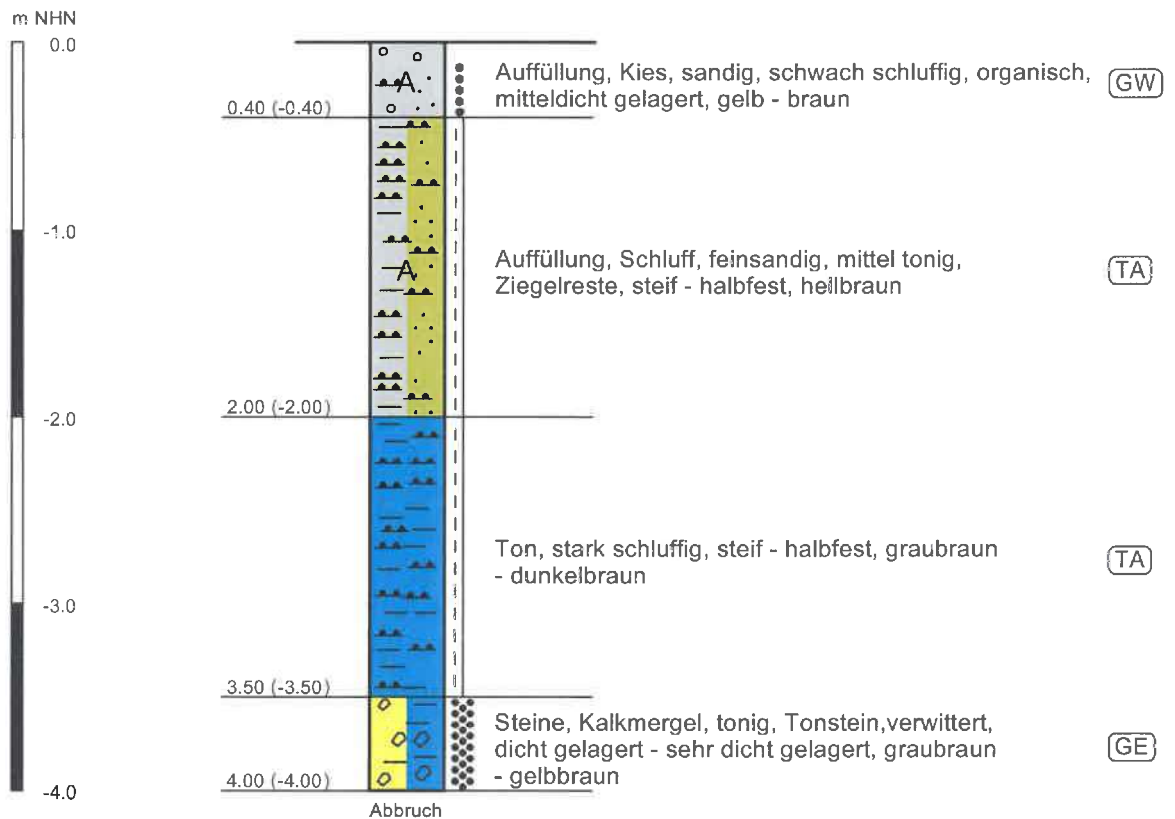
Projektnummer:
 221114

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

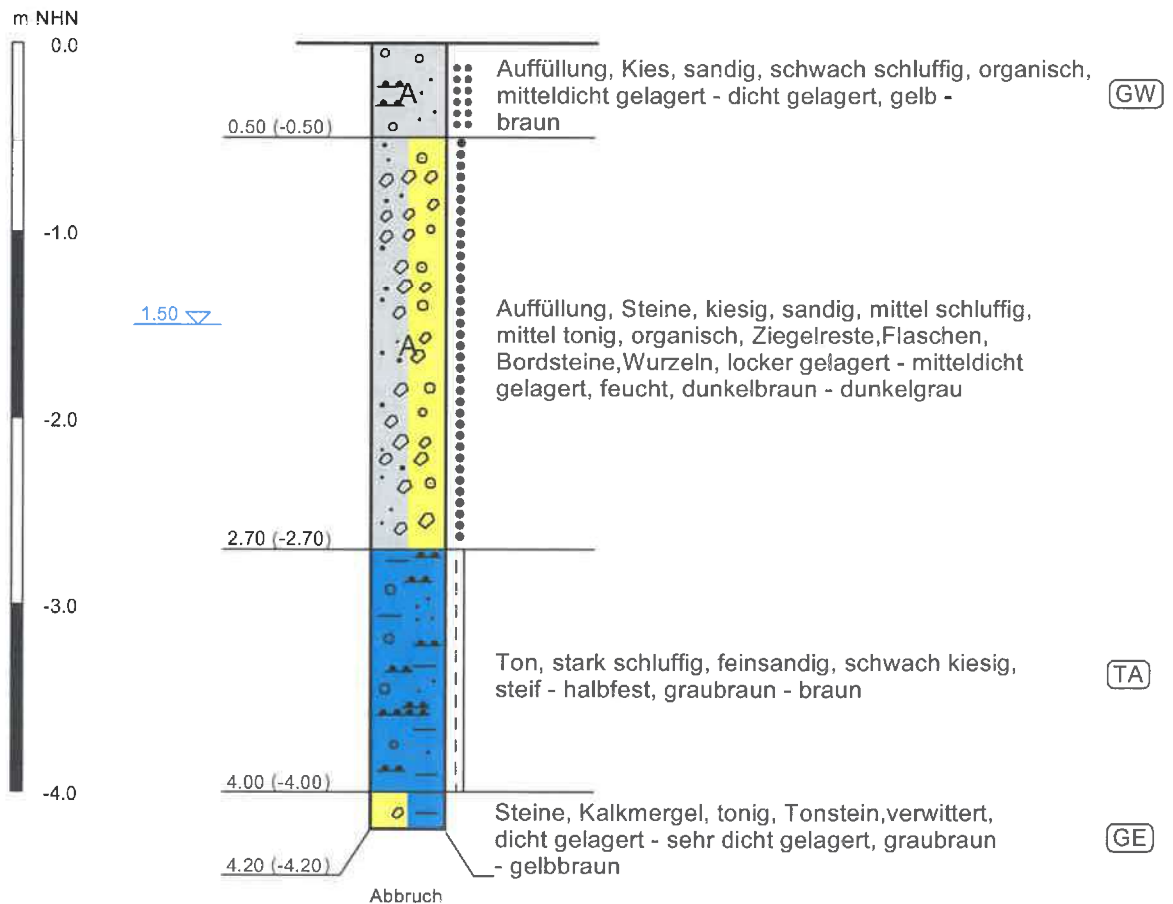
Projektnummer:
 221114

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

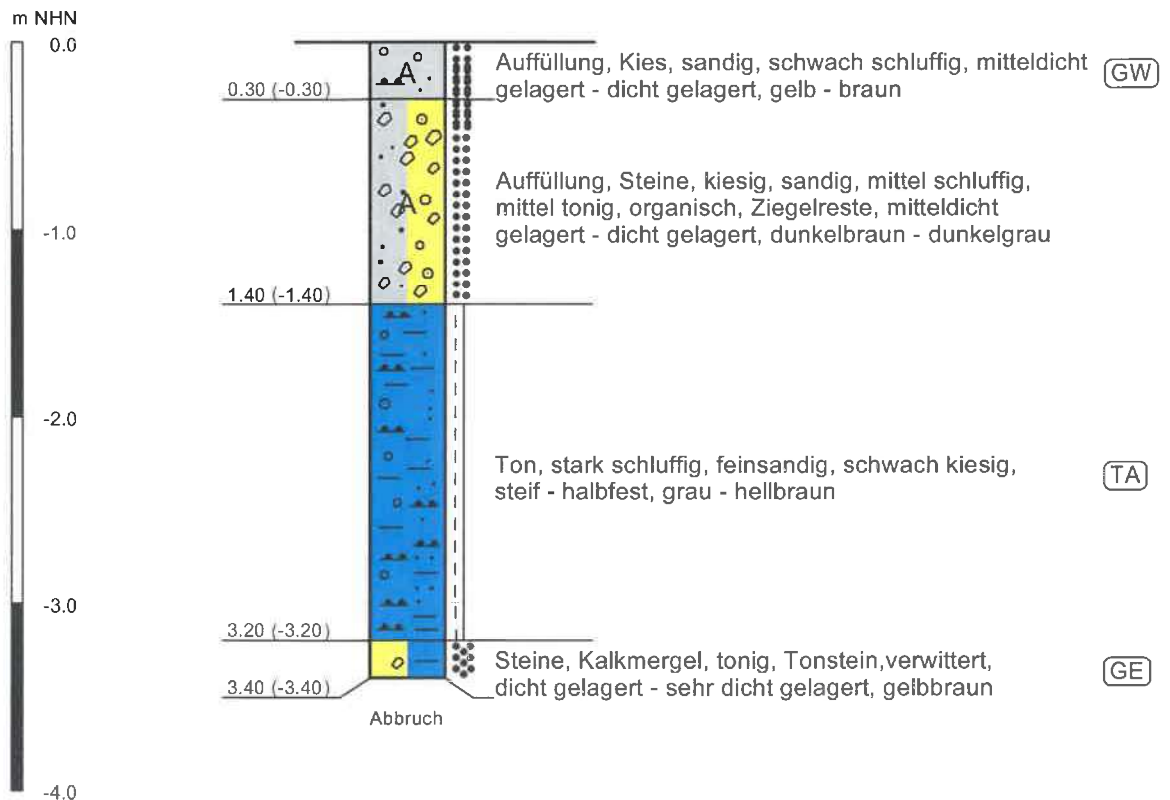
Projektnummer:
 221114

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

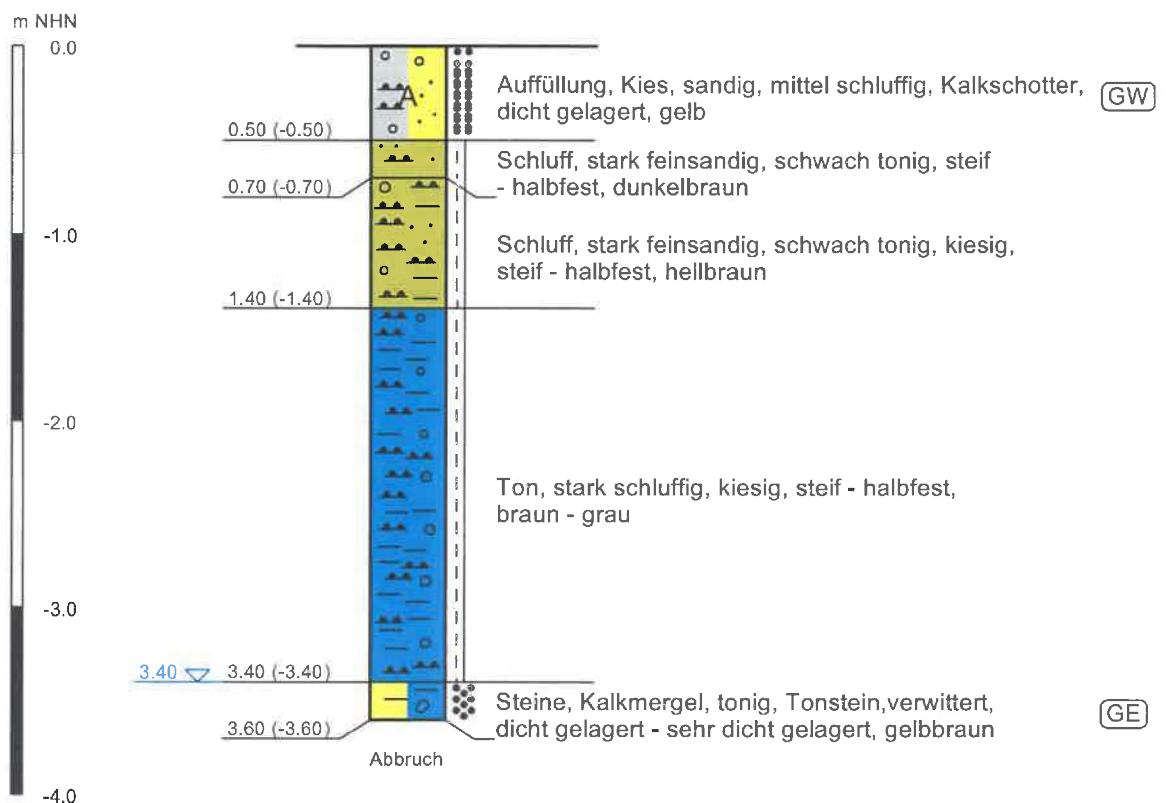
Projektnummer:
 221114

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 Bestandtschale

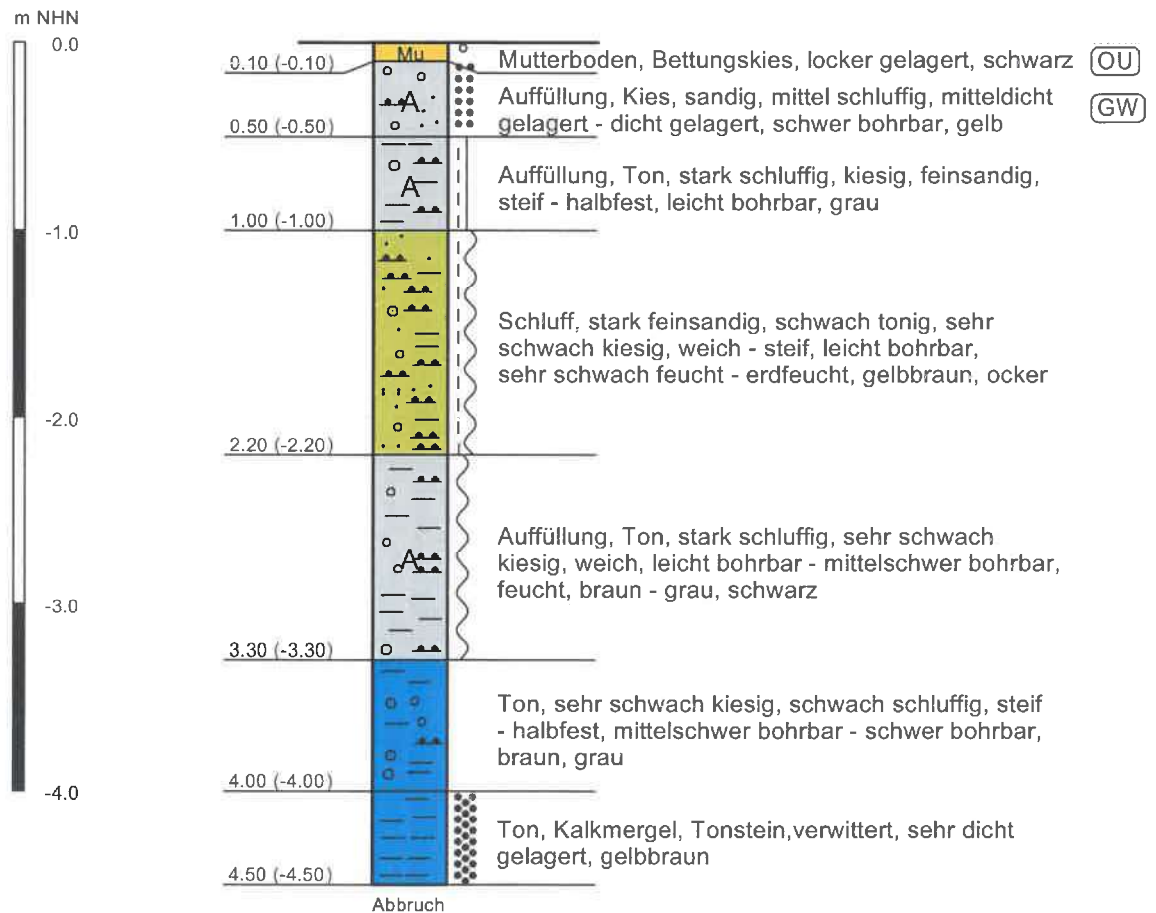
Projektnummer:
 221114

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

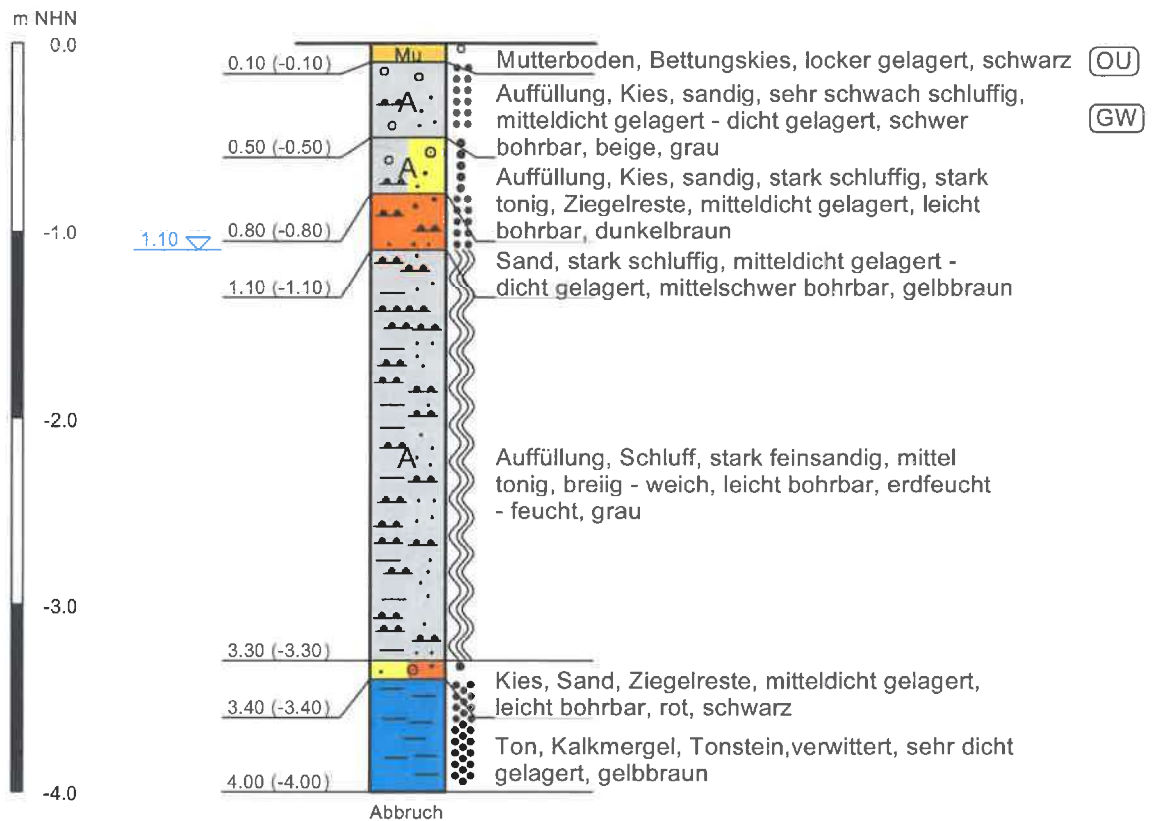
Projektnummer:
 221114

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

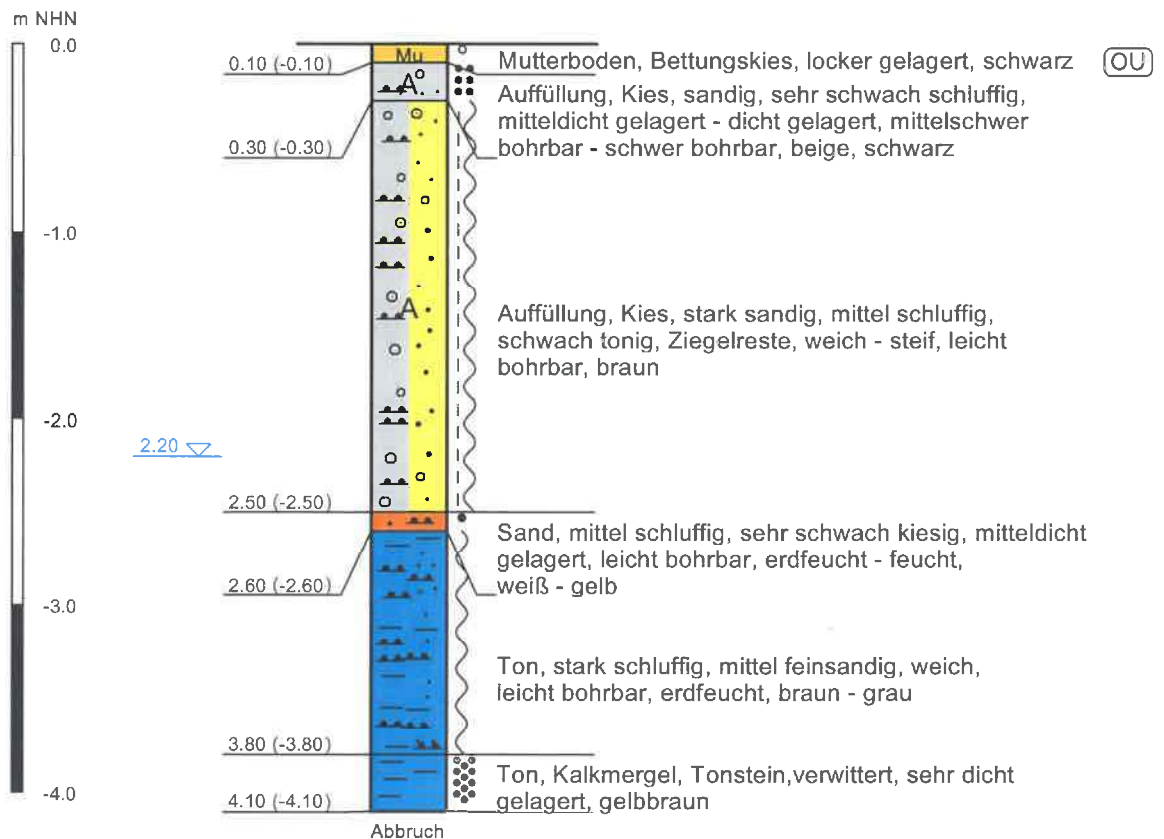
Projektnummer:
221114

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 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

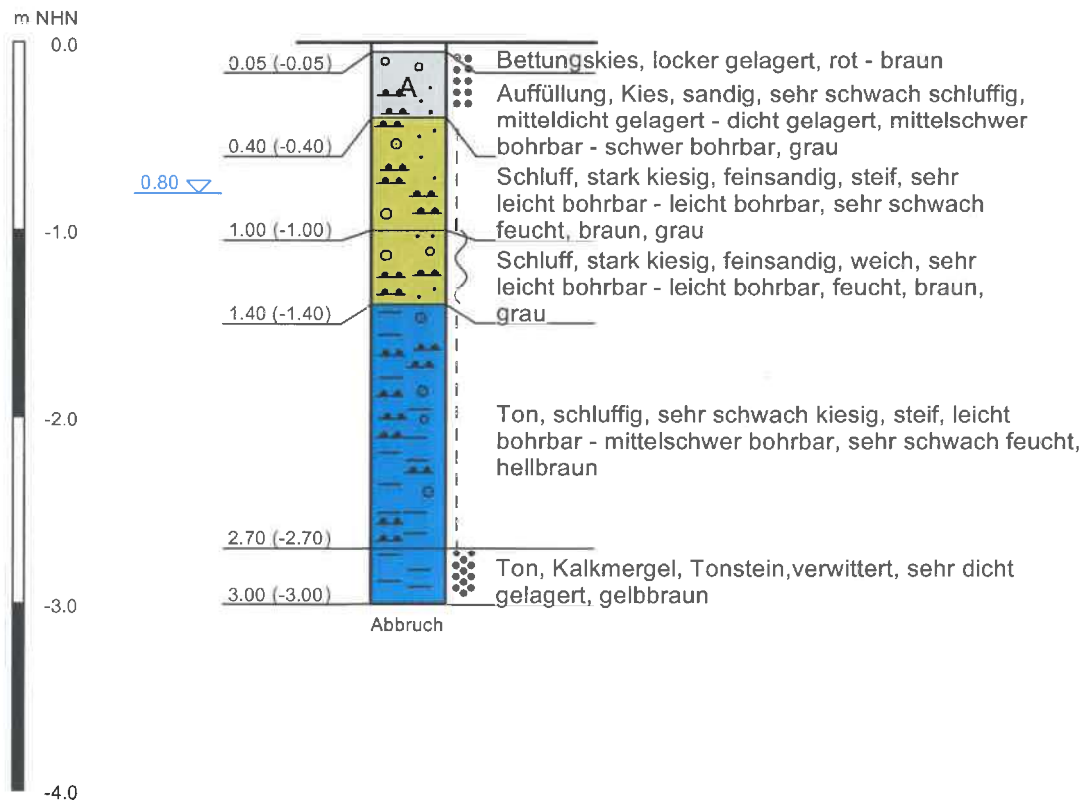
Projektnummer:
 221114

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 Bestandtschalle

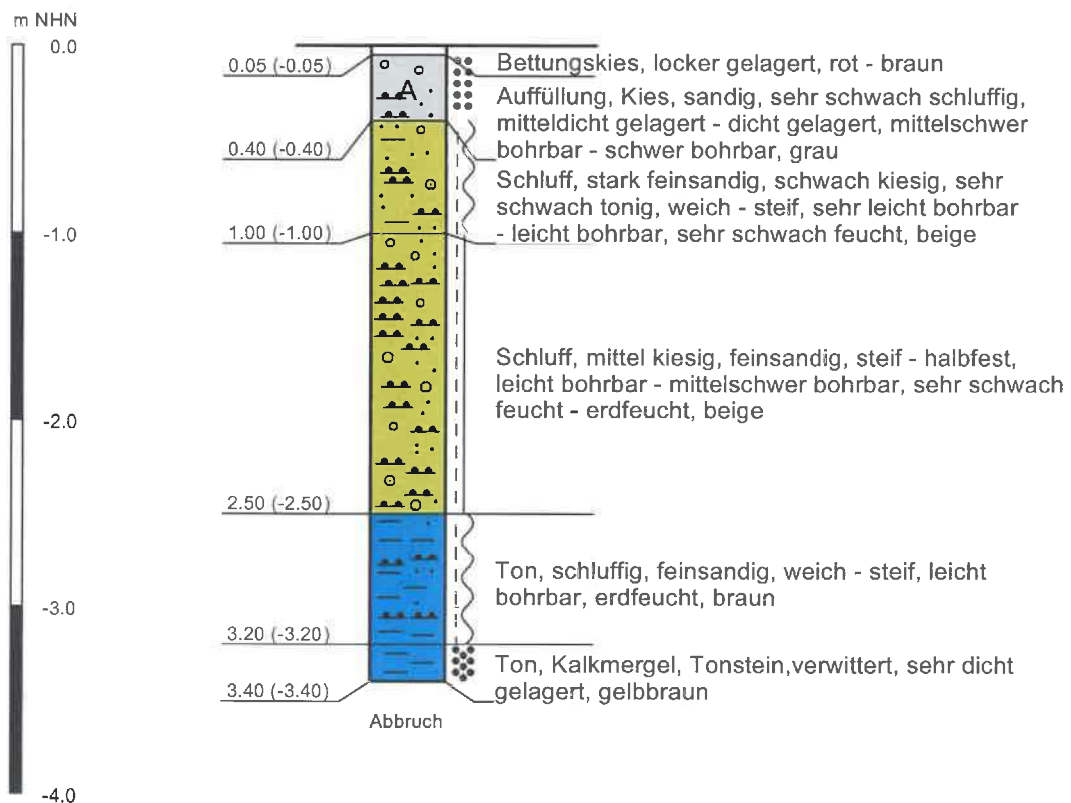
Projektnummer:
 221114

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 Bestandtschalle

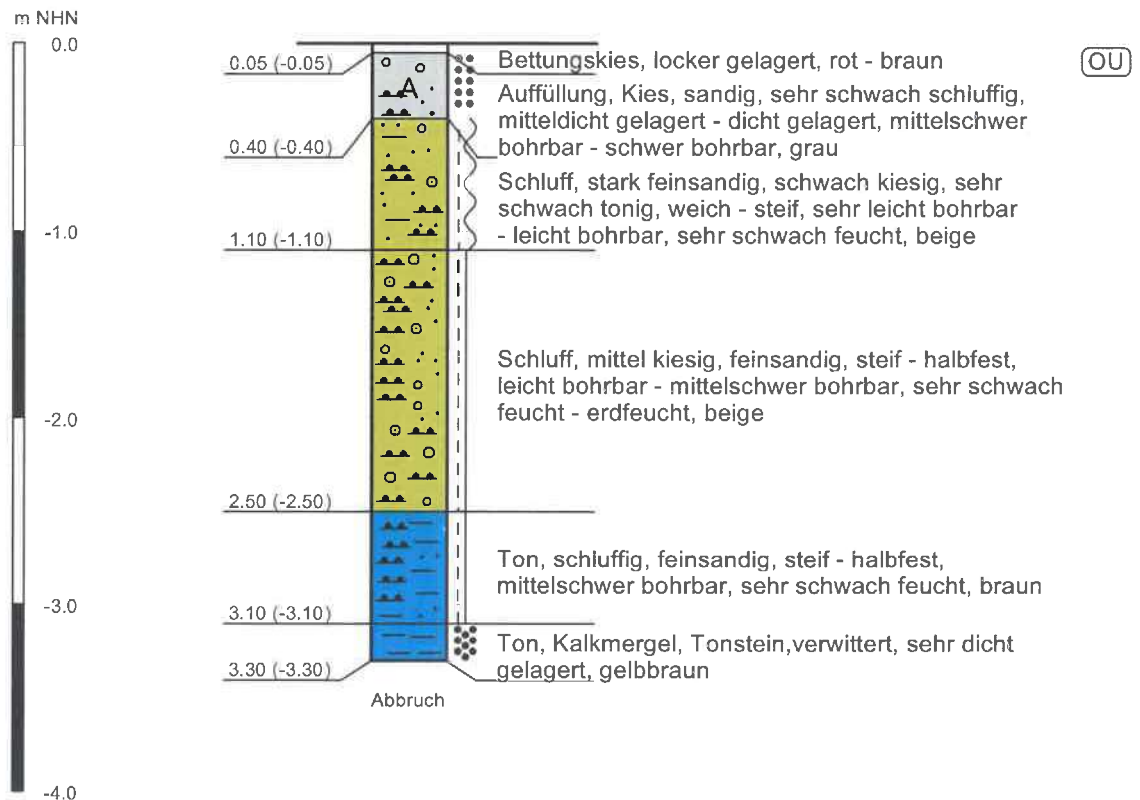
Projektnummer:
 221114

Anlage:
 1.11

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

RKS 6

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 3,10 m unter OK Ansatz

Ahorn - Sportpark

Baseballhalle

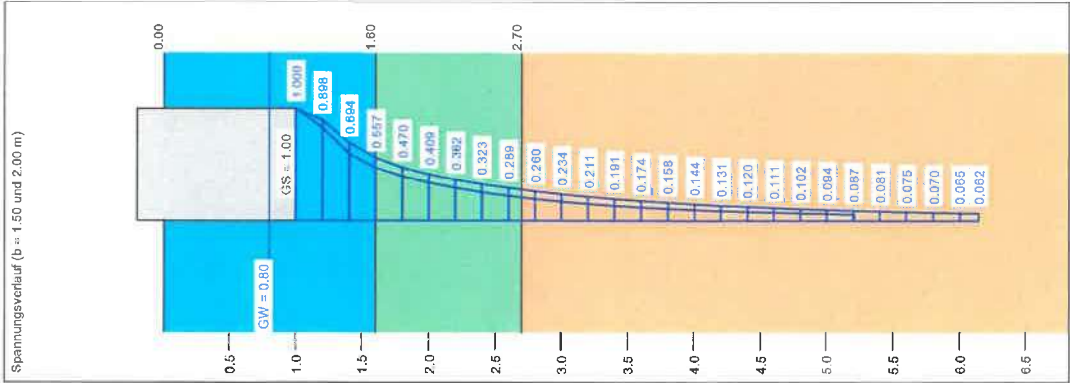
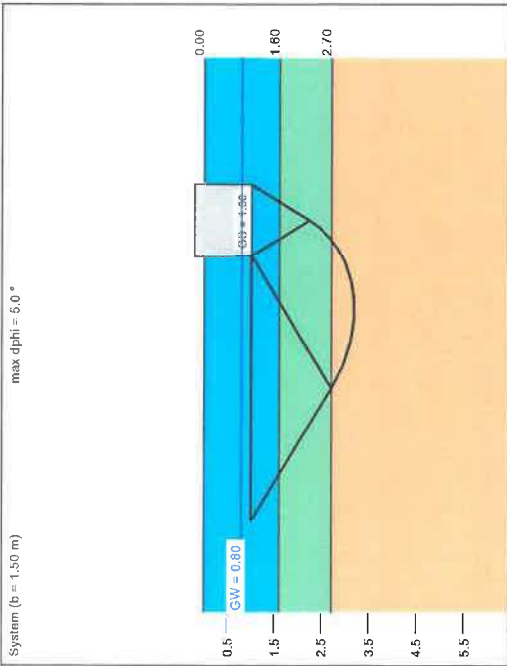
Einzelfundamente 1,5x1,5 u. 2,0x2,0m

- Gründungspolster d = 0,60 m bei SCH 5 -

Projekt: 221114-1

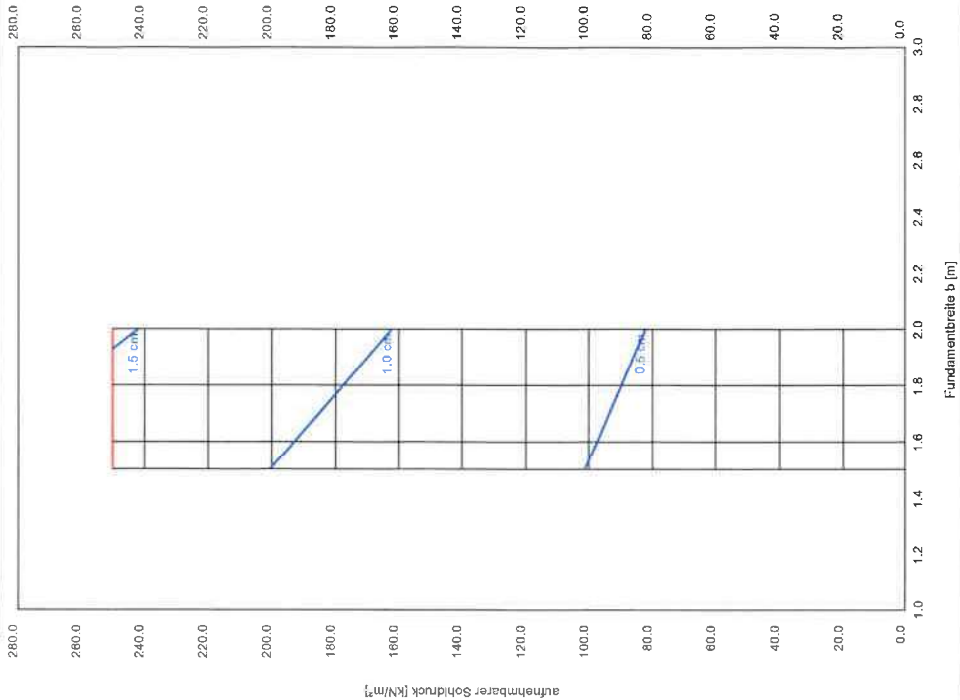
Anlage: 2.1

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	80.0	0.00	1.000	Gründungspolster
	20.5	10.5	22.5	35.0	8.0	0.00	1.000	Ton
	22.0	12.0	45.0	0.0	150.0	0.00	1.000	Steine, Kalkmergel



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament ($a/b = 1,00$)
 $\gamma_{k,s} = 1,40$
 $\gamma_G = 1,35$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0,500
 $\gamma(\alpha,\phi) = 0,500 \cdot \gamma_G + (1 - 0,500) \cdot \gamma_k$

$\gamma(\alpha,\phi) = 1,425$
 zul sigma auf 250,00 kN/m² begrenzt
 Gründungsohle = 1,00 m
 Grundwasser = 0,80 m
 Grenztiefe mit $p = 20,0$ %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



a	b	σ_{fs}	zul σ	zul R	σ	cal ϕ	cal c	γ_k	α, ϕ	t_g	UK L.S.	k_s
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	468,7	250,0	1000,0	1,56	27,5 *	10,30	11,35	17,60	6,14	3,91	18,1

* phi wegen 6° Bedingung abgemindert:
 zul $\alpha = \sigma_{fs} / (\gamma_{k,s} \cdot \gamma_{G,\phi}) = \sigma_{fs} / (1,40 \cdot 1,43) = \sigma_{fs} / 1,99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlaster(G+Q) $t_g = 0,50$

Ahorn - Sportpark Baseballhalle

Einzelfundament 2,75x2,50m

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

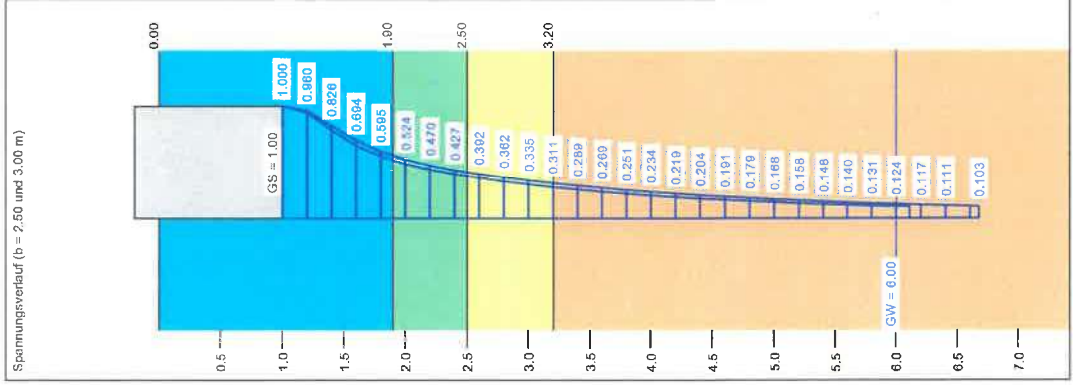
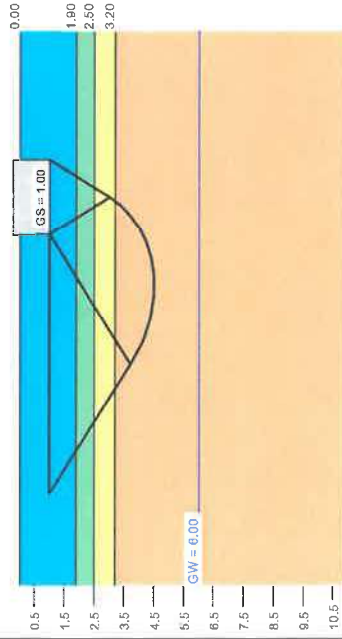
Projekt: 221114-1

Anlage: 2.2

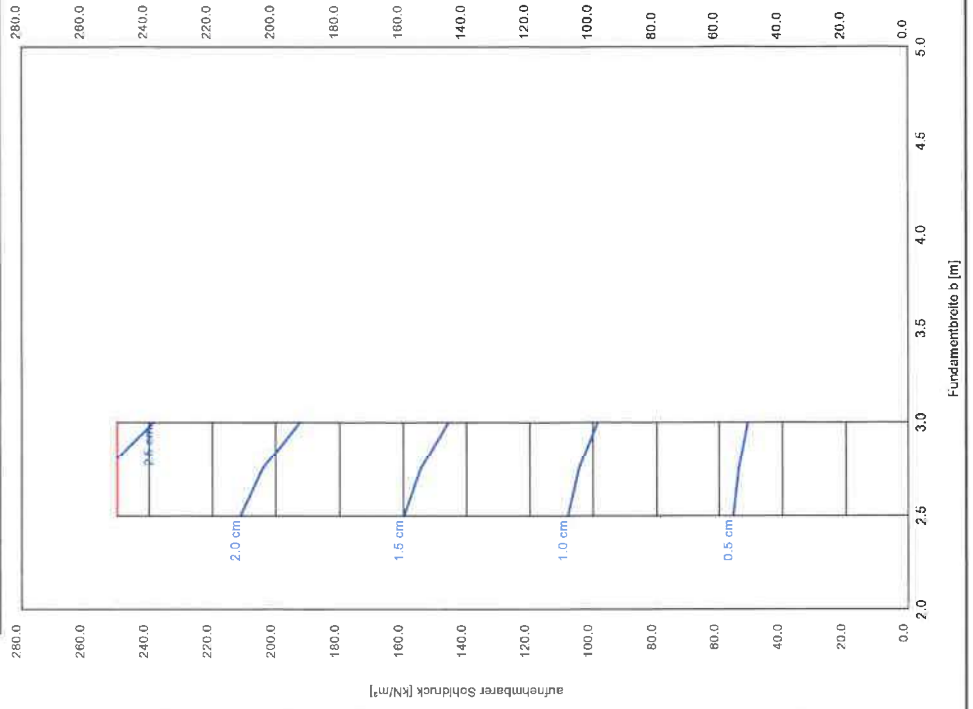
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	κ [-]	Bezeichnung
	19,0	12,0	37,5	0,0	80,0	0,00	1,000	Gründungspolster
	19,5	9,5	22,5	5,0	5,0	0,00	1,000	Schluff
	20,5	10,5	22,5	35,0	8,0	0,00	1,000	Ton
	21,0	11,0	30,0	15,0	80,0	0,00	1,000	Ton, Kalkmergel

System (b = 2,50 m)

max dphi = 5,0 °



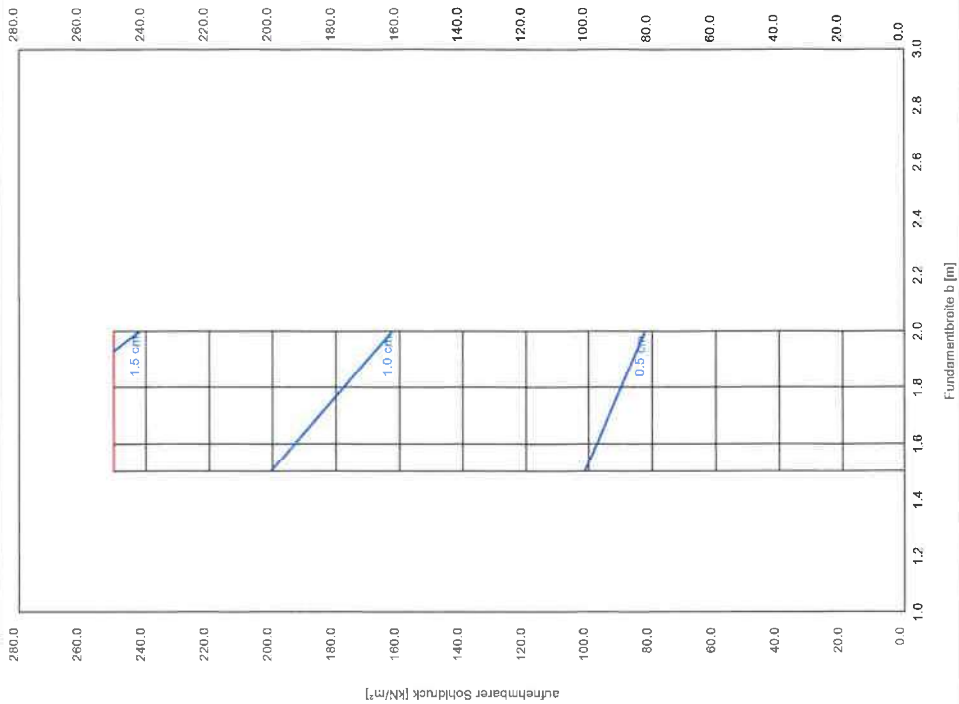
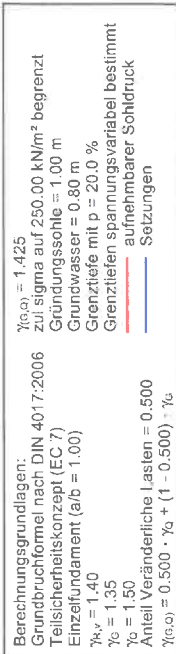
Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a ≈ 2,75 m)
 $\gamma_{R,s} = 1,40$
 $\gamma_G = 1,35$
 $\gamma_Q = 1,50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0,500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0,500 \cdot \gamma_G + (1 - 0,500) \cdot \gamma_Q$
 $\gamma_{(G,Q)}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



a [m]	b [m]	$\sigma_{G,K}$ [kN/m ²]	zul. σ [kN/m ²]	zul. R [kN]	a [cm]	cal. φ [°]	cal. c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]	k_{σ} [MN/m ²]
2,75	2,50	498,7	250,0	1743,8	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
--	----------------------------------



" phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zu $\sigma = \sigma_{TK} / (\eta_{TK} \cdot \chi_{(0,2)}) = \sigma_{TK} / (1,40 \cdot 1,43) = \sigma_{TK} / 1,99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0,50

Ahorn - Sportpark Baseballhalle

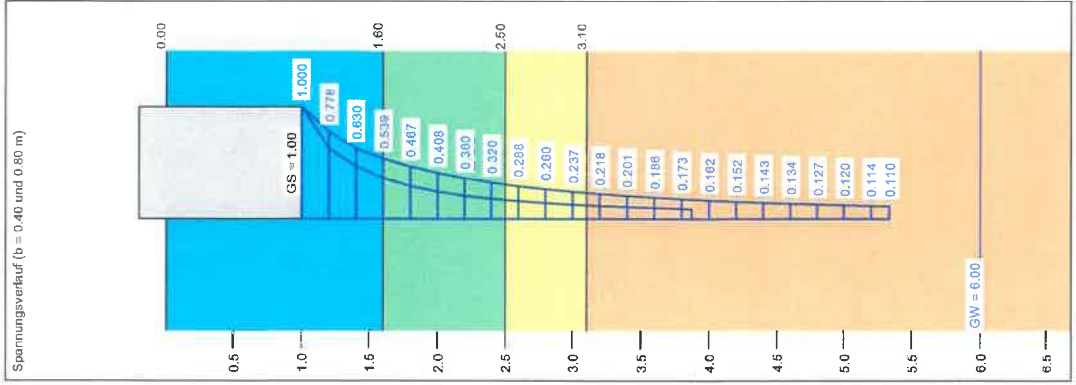
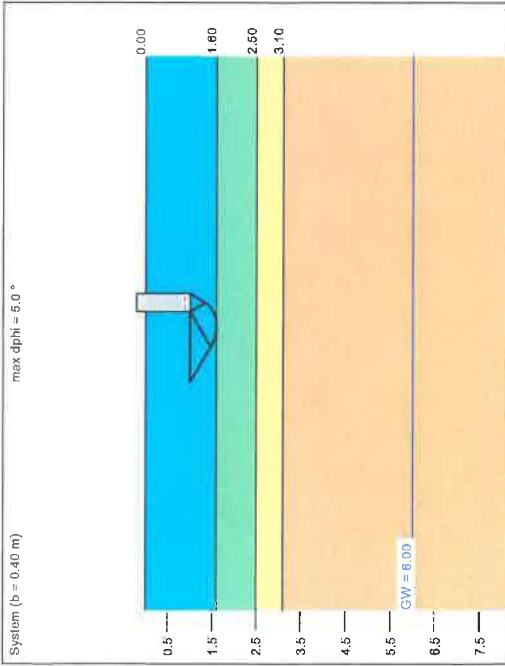
Streifenfundamente $b = 0,40\text{--}0,80\text{m}$

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

Projekt: 221114-1

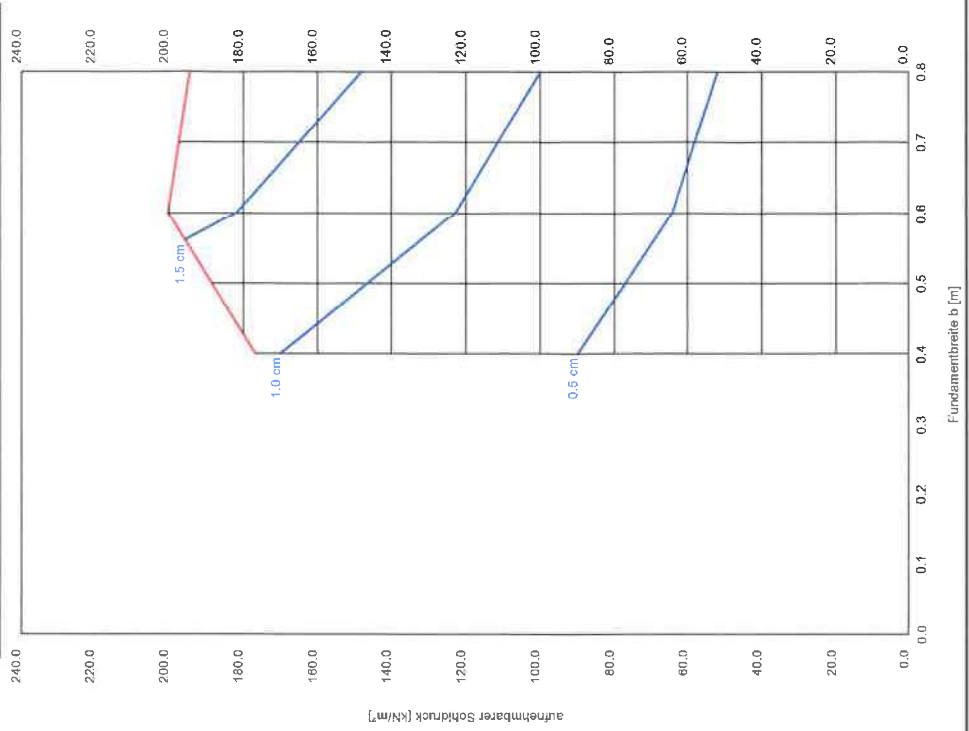
Anlage: 2.3

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 ($a = 36,31\text{ m}$)
 $\gamma_{k,s} = 1,40$
 $\gamma_a = 1,35$
 $\gamma_a = 1,50$
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 $p = 20,0\%$
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
— aufnehmbarer Sohldruck
— Setzungen



a	b	$\sigma_{k,s}$ [kN/m ²]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	a	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_s [kN/m ³]	$\sigma_{(0)}$ [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_{ϕ} [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