

GEOTECHNISCHER BERICHT

Bericht-Nr.: 4201-1G04

Projekt: ZETA Straßkirchen

Bezug: Geotechnische Hauptuntersuchung
- Gründungsberatung Phase I

VORABZUG

Datum: 16.08.2023

Auftraggeber: BMW AG
Petuelring 130
80788 München

Verteiler: BMW per E-Mail

Dieser Bericht umfasst 52 Seiten und 6 Anlagen.

Inhaltsverzeichnis:

1.	Einführung	3
2.	Vorhandene Unterlagen und Angaben zur Baumaßnahme	3
3.	Baugrundverhältnisse.....	5
3.1	Untersuchungsprogramm.....	5
3.2	Geländesituation.....	6
3.3	Geologischer Überblick	8
3.4	Baugrundbeschreibung	9
3.5	Bodenmechanische Laborversuche	13
3.5.1	Lösslehme	14
3.5.2	Kiese.....	18
3.5.3	Tone	22
3.6	Hydrogeologische Verhältnisse	23
3.7	Bodengruppen, Homogenbereiche und Frostempfindlichkeitsklassen	25
3.8	Bodenkenngrößen.....	26
4.	Beurteilung der Baugrundverhältnisse	27
5.	Untergrundertüchtigung	28
5.1	Gründungskonzept.....	28
5.2	Bodenaustausch / Bodenstabilisierung.....	29
5.3	Kiessäulen im Rüttelstopfverfahren	30
5.4	CMC-Säulen	32
5.5	Steinsäulen durch dynamische Intensivverdichtung.....	33
5.6	Duktile Gusspfähle.....	35
5.7	Unterbetonsockel / Bohrpfähle	36
6.	Gründung	38
6.1	Fundamente.....	38
6.2	Elastisch gebettete Bodenplatten	41
7.	Aufbau unterhalb der Hallenböden	42
8.	Verkehrsflächen.....	43
9.	Geländemodellierung / Erdbau	43
9.1	Erdbaukonzept	43
9.2	Bodenstabilisierung.....	45
9.3	Witterungsempfindlichkeit.....	46
9.4	Befahrbarkeit	47
9.5	Qualitätssicherung	47
10.	Baugruben	48
11.	Versickerungsfähigkeit	48
12.	Zusammenfassung.....	50

Anlagen:

- 1 Lageplan, Erkundungsprogramm
- 2 Baugrundschnitte
- 3 Digitale Geländemodelle
- 4 Bodenmechanische Laborversuche
- 5 Setzungsberechnungen
- 6 Untersuchungsbericht Bohrpunktfreimessung Kampfmittel

1. Einführung

Die BMW AG plant die Ansiedlung eines Werkes für die E-Modul Fertigung in Straßkirchen.

Die geotechnische Voruntersuchung zur Aufbereitung, Erschließung und allgemeinen Bebaubarkeit des Geländes wurde mit Bericht Nr. 4201-1-G02 vom 20.12.2022 vorgelegt.

Im Zuge einer fortgeschrittenen Planungsphase wurden Dr. Jung + Lang Ingenieure GmbH mit der Durchführung der geotechnischen Hauptuntersuchung, der Gründungsberatung für den 1. Bauabschnitt sowie der Eignungsprüfung zur Bindemittelverbesserung der Lösslehme beauftragt.

Gegenstand des vorliegenden Berichtes sind die Ergebnisse der geotechnischen Hauptuntersuchung und der Gründungsberatung für den 1. Bauabschnitt. Die Eignungsprüfung zur Bindemittelverbesserung wird mit separatem Bericht vorgelegt.

Die Baugrundhauptuntersuchungen wurden während der Erkundungen im April/Mai 2023 aus naturschutzrechtlichen Gründen unterbrochen und werden nach der Ernte der landwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen fortgesetzt.

Bei vorliegendem Bericht handelt es sich diesbezüglich um einen Vorabbericht, welcher den Zwischenstand zum Zeitpunkt des Abschlusses der ersten Phase der Hauptuntersuchung repräsentiert.

Die hydrogeologische und umwelttechnische Untersuchung und Bewertung des Baufeldes ist Gegenstand des bereits vorliegenden Berichtes Nr. 4201-1G01 vom 28.10.2022. Auf die Ergebnisse wird verwiesen. Weitere umwelttechnische Untersuchungen oder abfalltechnische Deklarationsanalysen sind auftragsgemäß nicht Gegenstand des vorliegenden Berichtes.

2. Vorhandene Unterlagen und Angaben zur Baumaßnahme

Der Bearbeitung des vorliegenden Berichtes liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- [1] Lageplan Masterplan 02.60 – ZETA, vom 06.03.2023, Maßstab 1: 1.000
- [2] Auszug aus dem Liegenschaftskataster, Maßstab 1 : 5000
- [3] Geologische Karte von Bayern, GK 25, Blatt 7142 Straßkirchen, Bayrisches Geologisches Landesamt, 1956
- [4] Umwelttechnische und hydrogeologische Standortbewertung, ZETA Phase II, Bericht Nr. 4201-1G01, Dr. Jung + Lang Ingenieure GmbH vom 28.10.2022
- [5] Geotechnische Standortbewertung, ZETA Phase II, Bericht Nr. 4201-1G02, Dr. Jung + Lang Ingenieure GmbH vom 22.12.2022
- [6] Archäologische Prospektion
- [7] Flächenhafte Kampfmittelerkundung, Bericht Nr. 4201-1G03b
- [8] Angaben zur geplanten Werkshöhe, Sehlhoff Ingenieure, erhalten per Email am 27.06.2023
- [9] Lastangaben Gründung ISP-Scholz Ingenieure, erhalten per Email am 04.08.2023

Das Untersuchungsgebiet befindet sich südöstlich von Straßkirchen, südlich der B8 und westlich der Makofener Straße. Begrenzt wird das Untersuchungsgebiet im Süden und Westen durch die St2325.

Das Untersuchungsgebiet umfasst insgesamt 6 Flurstücke und ist unterteilt in den 1. und 2. Bauabschnitt.

Nachfolgende Abbildung zeigt den Lageplan des Untersuchungsgebietes sowie dessen Einteilung in die Bauabschnitte.

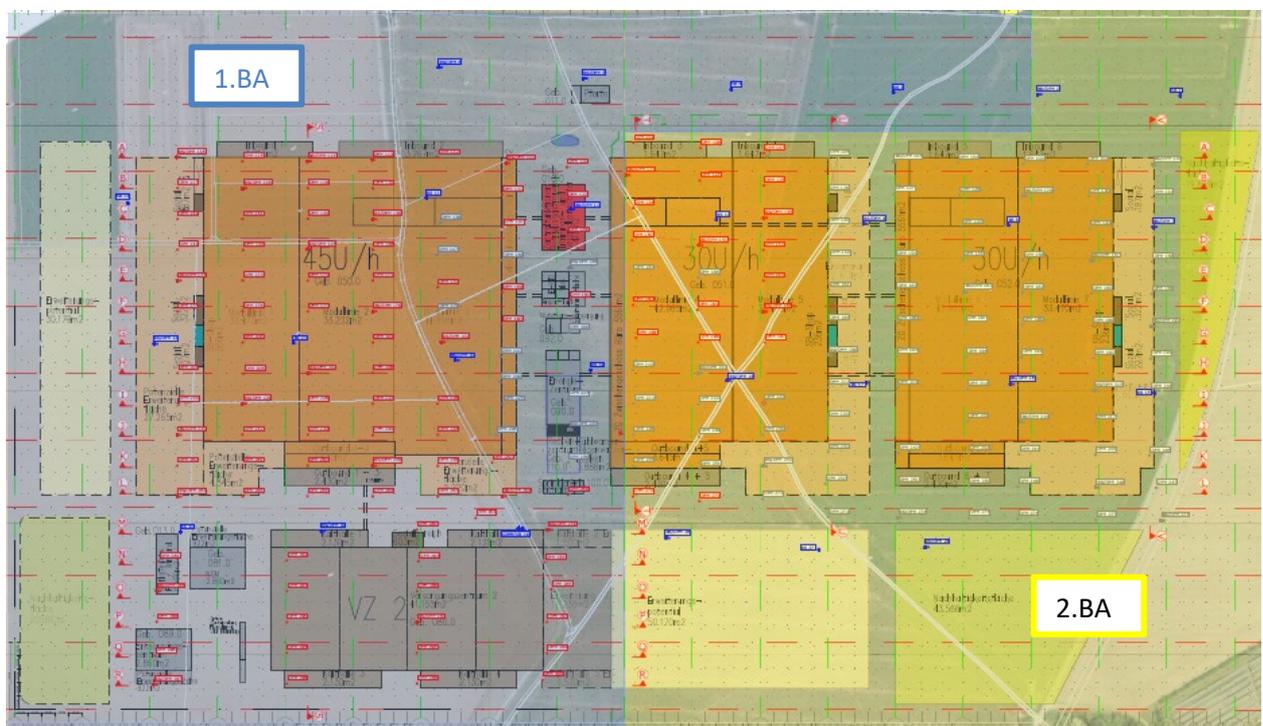


Abb. 1: Lageplan mit markierten Bauabschnitten in Straßkirchen

Die historische Nutzungsrecherche des Grundstückes sowie die Ergebnisse von Schadstoff- und Grundwasseruntersuchungen sind Gegenstand des umwelttechnischen Berichtes [4].

Die untersuchten Grundstücke umfassen eine Fläche von ca. 105 ha.

Nach aktuellem Planungsstand des Werkslayouts ist nach [8] zunächst die Geländemodellierung des gesamten Gebiets (1. + 2. BA) auf die Werkshöhe von 326,85 mNN geplant. Anschließend erfolgt die Bebauung des 1. Bauabschnitts. Die Fläche des 2. Bauabschnittes wird zunächst nicht bebaut.

Zum Ausgleich der Höhenunterschiede im Gelände ist eine Geländemodellierung durch Bodenabtrag und -auftrag auf eine einheitliche Werkshöhe vorgesehen (cut & fill). Dabei wird ein Erdmassenausgleich durch Wiedereinbau der Abtragsmassen in den Auftragsbereichen des Baufeldes angestrebt.

Im Rahmen der Geländemodellierung sollen zudem erdbautechnische Gründungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Der schützenswerte Oberboden wird ergänzend zu den geotechnischen Untersuchungen durch eine bodenkundliche Aufnahme untersucht. Der Oberboden wird im Vorfeld zur Bauausführung abgetragen und entsprechend einer gesonderten bodenkundlichen Planung verwertet.

Eine erste Vermessung des Geländes wurde im Zuge der geotechnischen Standortbewertung [5] durchgeführt. Die Detailvermessung erfolgte im April/ Mai 2023 durch das Planungsbüro SEHLHOFF, welche als Grundlage für alle hier aufgeführten digitalen Geländemodelle (DGM) dient.

3. Baugrundverhältnisse

3.1 Untersuchungsprogramm

Im Zuge der Hauptuntersuchung wurden die rastförmigen Aufschlusspunkte der Voruntersuchung [5] verdichtet. Ziel der Erkundung war vorwiegend eine engmaschigere und detaillierte Feststellung des tragfähigen Kieshorizontes.

Die überlagernden Lösslehme mit geringer Tragfähigkeit sind nach den Ergebnissen der Voruntersuchung mit kleinkalibrigen, rammenden Aufschlussverfahren gut durchhörbar.

Zur Feststellung der Schichtgrenzen wurden daher rasterförmig 200 Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO-22476-2 vorgesehen.

Zusätzlich wurden 40 kleinkalibrige Rammkernbohrungen (BS) mit einem Bohrdurchmesser von 60 mm zur Verifizierung der Schichtgrenzen und Gewinnung von Probenmaterial geplant.

Die Detailerkundung wurde in zwei Phasen unterteilt. In der ersten Phase wurden im Zeitraum zwischen dem 24.04. und 09.05.2023 insgesamt 107 Schwere Rammsondierungen (DPH) und 14 kleinkalibrige Rammkernbohrungen (BS) überwiegend im westlichen Teil (1. BA) ausgeführt.

Die Sondierungen wurden ausgerammt bis kein weiterer Sondierfortschritt bei Eindringwiderständen $N_{10} > 100$ erzielt wurde. Die Sondierungen reichen bis in Tiefen zwischen 3 m und 15,7 m unter GOK.

Die Rammkernbohrungen wurden ausgerammt bis kein weiterer Bohrfortschritt erzielt werden konnte und endeten in Tiefen zwischen 3 m bis 5 m unter Ansatzpunkt.

Das Erkundungsprogramm wurde mit BMW, dem Grundstückseigentümer, dem Landratsamt, dem Wasserwirtschaftsamt, der Unteren Naturschutzbehörde sowie dem bayrischen Amt für Denkmalpflege abgestimmt und ist in Anlage 1.2 tabellarisch dargestellt. Die dort rot markierten Aufschlüsse sind Teil der zweiten Erkundungsphase und bisher nicht ausgeführt.

Die Lage der Bohr- und Sondieransatzpunkte ist dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen.

Die chemische Untersuchung der Böden und des Grundwassers sowie die Untersuchung der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft sind dem umwelttechnischen Bericht [4] zu entnehmen.

Für alle Aufschlusspunkte wurde die Kampfmittelfreiheit geprüft und freigegeben (Anlage 6). Eine vollflächige Kampfmitteluntersuchung des Geländes erfolgte Ende April/ Anfang Mai. Die Ergebnisse hierzu sind dem Bericht [7] zu entnehmen.

Die Ergebnisse der ersten Erkundungsphase einschließlich der Voruntersuchung sind in Baugrundschnitten in Anlage 2 dargestellt.

Die darauf aufbauenden digitalen Geländemodelle zur Darstellung des Kieshorizonts in Bezug zu unterschiedlichen Höhenbezugspunkten sind der Anlage 3 zu entnehmen. Alle DGMS sind über das gesamte Untersuchungsgebiet dargestellt, wobei die Erkundungsergebnisse der engmaschigen Hauptuntersuchung nur im westlichen Teilbereich enthalten sind. Der östliche Teilbereich basiert weiterhin auf dem groben Raster der geotechnischen Standortbewertung [5] und kann erst im Zuge der Ergebnisse der zweiten Erkundungsphase spezifiziert werden.

3.2 Geländesituation

Die Gesamtfläche der Ansiedlungsfläche beträgt rund 1,6 km². Das Untersuchungsgebiet befindet sich südöstlich von Straßkirchen, ca. 3 km entfernt von der Donau, welche nördlich bis nordöstlich vom Untersuchungsgebiet verläuft.

Auf den Grundstücken liegt derzeit keine Bebauung vor. Die Flurstücke werden ackerbaulich genutzt. Zum Zeitpunkt der Erkundung waren Teilflächen bereits abgeerntet, Teilbereiche waren mit Steckrüben und Kartoffeln bepflanzt.

Die nördliche Begrenzung des Untersuchungsgebiets bildet die Bundesstraße B8. Auf der gegenüberliegenden Seite der Bundesstraße befindet sich das Gewerbe- und Industriegebiet Ost II. Südlich bzw. südwestlich wird das Untersuchungsgebiet durch die Straße ST2325 begrenzt. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite gibt es keine Bebauung.

Südöstlich des Untersuchungsgebiets befindet sich die IRV Interroh Rohstoffverwertungs GmbH sowie angrenzend der landwirtschaftliche Betrieb Makofen. Östlich des landwirtschaftlichen Betriebs und der IRV Interroh Rohstoffverwertungs GmbH befindet sich das Solarfeld Gänsdorf auf einer Fläche von 1,35 km².

Zwischen den Ackerflächen verlaufen überwiegend geschotterte Feldwege. Am südwestlichen Rand des Untersuchungsgebietes befindet sich ein bewaldetes Grundstück mit Kapelle, das von den Untersuchungen ausgeschlossen war. Im nördlichen Geländebereich verläuft eine Erdgas-Hochdruckleitung der Energienetze Bayern GmbH & Co. KG.

Nachfolgende Fotos zeigen beispielhaft die Örtlichkeit im Zeitraum zwischen dem 21.08.2022 und 09.09.2022.



Abb. 2: Aufschlusspunkt BS/ DPH 44 in
Blickrichtung GWM/ KB 34



Abb. 3: Aufschlusspunkt BS/ DPH 44 in
Blickrichtung Kapelle



Abb. 4: Kreuzung Makofener Straße und
B8, Blickrichtung Nordwesten



Abb. 5: Aufschlusspunkt GWM/KB 4
Blickrichtung Makofen

3.3 Geologischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet gehört zur geologischen Raumeinheit des Dungaues, in der Donauebene, welcher rechtsseitig der Donau durch das Donau-Isar-Hügelland begrenzt ist.

Oberflächennah wird der Untergrund durch pleistozäne Löss- bzw. Lösslehme zum Teil mit Fließerde geprägt (vgl. Abb. 6). Die Lösslehme bestehen aus feinsandigen, karbonatischen oder tonigen, karbonatfreien Schluffen. Die äolischen Sedimente entstanden in der Würmeiszeit.

Bei Makofen und ehemaligem Putzenhofen sowie in Ost-West-Richtung durch das Grundstück der Kapelle verlaufend sind oberflächennah pleistozäne bis holozäne Talauffüllungen in Form von zum Teil kiesigen Lehmen oder Sanden vorzufinden.

Unterlagert werden die Lösslehme von rißzeitlichem Schmelzwasserschotter der Hochterrasse 1 in Form von wechselnd sandigen, steinigen, zum Teil schwach schluffigen Kiesen.

Größere tektonische Störungen sind im Bereich des Untersuchungsgebiets nicht bekannt.

Eine Übersicht über die geologischen Verhältnisse ist nachfolgender Abbildung 6 zu entnehmen.

In der im Onlinekartenwerk des UmweltAtlas Bayern, Geologie, eingetragenen Bohrung (Objekt ID: 7142BG000001) sind unterhalb des Schmelzwasserschotters ab 13,20 m unter GOK olivfarbene, blaue und graue Tone fester Konsistenz aus dem Naab-Braunkohletertiär dokumentiert.

Das Untersuchungsgebiet ist keiner Erdbebenzone nach DIN 4149 zugeordnet.

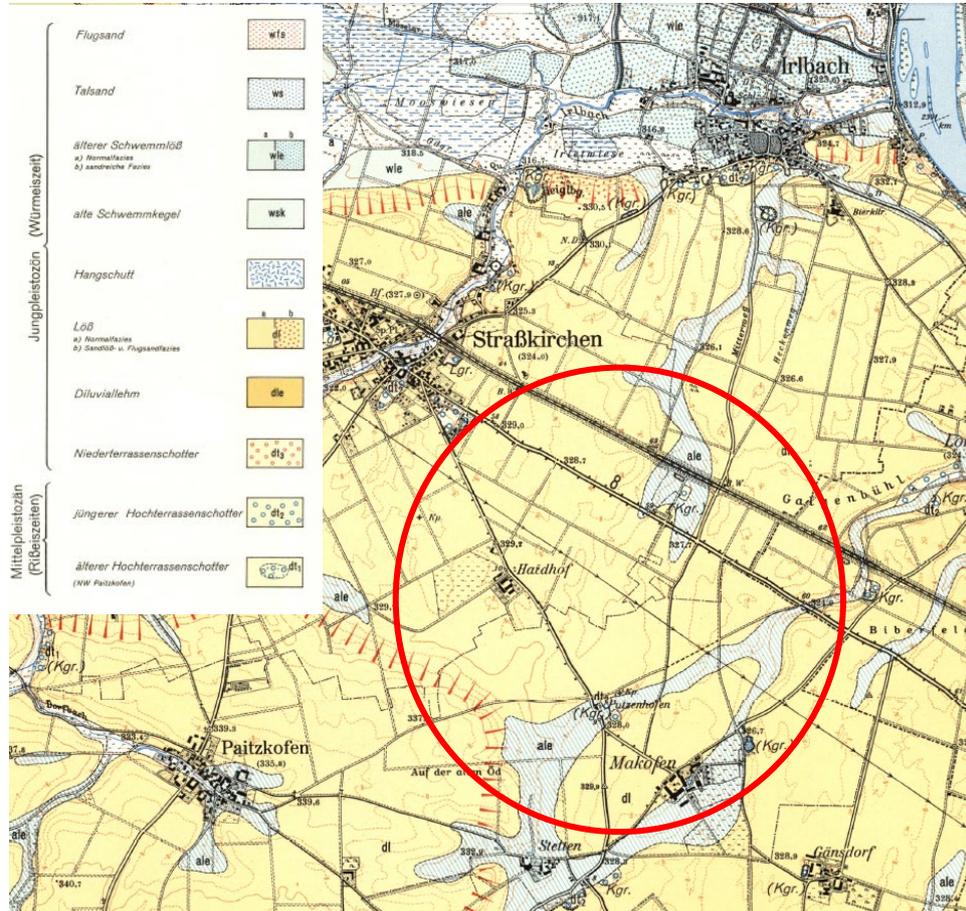


Abb. 6: Ausschnitt aus der Geologischen Karte [3] und markiertem Untersuchungsgebiet, nicht maßstabgetreu

3.4 Baugrundbeschreibung

Mit den Bohrungen wurde folgende Baugrundsichtung festgestellt:

- Oberboden/ Ackerboden
- Lösslehme
- Kiese
- Tone
- Sande

Die Schichten werden nachfolgend beschrieben.

Oberboden/ Ackerboden

In allen Aufschlüssen wurde oberflächennah gemäß nach DIN 18196 Oberboden bis zwischen 30 cm und 90 cm Tiefe unter GOK angetroffen.

Durch die mechanische Bearbeitung sowie Bioturbation des Bodens ist zu beachten, dass eine klare Abgrenzung von Ackerboden und Unterboden zum Teil makroskopisch nicht eindeutig erkennbar ist, weswegen die tatsächlichen Tiefen zum Teil variieren können.

In den Bohrungen erfolgte die Schichtabgrenzung zwischen Ackerboden und Lösslehmen anhand des Anteils organischer Substanzen auf Grundlage des visuellen Befunds.

Infolge der ackerbaulichen Bewirtschaftung und mechanischen Bearbeitung ist jedoch von einer Durchmischung des Ackerbodens mit der Oberzone der unterlagernden Lösslehme bis in Tiefen von 0,90 m auszugehen.

Zur klaren Einteilung in Ober- und Unterboden ist eine bodenkundliche Aufnahme nötig.

Im Bereich von landwirtschaftlichen Wegen ist kein Ackerboden vorhanden. Die Wege sind zum Teil geschottert.

Lösslehme (Quartär)

Unterhalb des Ackerbodens folgen quartäre Lösslehme, die übergeordnet als Tone mit variierenden Schluff- und Sandanteilen sowie als Schluffe mit unterschiedlichen Ton- und Sandanteilen ausgebildet sind.

In der Schichtoberzone unmittelbar unterhalb des Ackerbodens sind zum Teil Haarwurzeln bzw. organische Anteile eingelagert, die auf die mechanische Bearbeitung des darüber liegenden Ackerbodens zurück zu führen sind. Die Oberzone der Lösslehme ist dem Ackerboden hinsichtlich Zusammensetzung und Eigenschaften ähnlich und unterscheidet sich lediglich durch einen geringen Anteil eingelagerter Pflanzenreste.

Mit zunehmender Tiefe sind im Übergang zu den unterlagernden Kiesen auch schwach kiesige Anteile enthalten.

Die Korngrößenverteilung der Lösslehme ist weit gestuft.

Die Wassergehalte der Lösslehme unterliegen natürlichen, jahreszeitlich bedingten Schwankung. Allgemein sind sie in niederschlagsarmen Sommer-/ Herbstmonaten geringer als in den Winter-/Frühjahrsmonaten.

Zudem ist in den Sommer-/ Herbstmonaten eine tiefenabhängige Verteilung der Wassergehalte feststellbar. In der Oberzone sind in Sommermonaten tendenziell geringe Wassergehalte bei steifer bis halbfester Konsistenz vorhanden. Zur Tiefe hin nehmen die Wassergehalte zu bei überwiegend weichen bis steifen Konsistenzen.

Im Frühling ist kein Zusammenhang zwischen Wassergehalten und Tiefe erkennbar, die Lösslehme weisen weiche bis weiche-steife Konsistenzen auf.

Nach Auswertung der Rammsondierungen sind die Lösslehme mit Eindringwiderständen der Schweren Rammsonde von im Mittel $N_{10} = 1-6$ Schlägen überwiegend gering tragfähig.

Die Mächtigkeit der Lösslehme variiert zwischen rd. 1 m und 4 m, im Durchschnitt sind die Lösslehme bis in ca. 2,7 m Tiefe unter GOK anzutreffen.

Die Schichtunterkante der Lösslehme sowie der Schichtwechsel zu den unterlagernden Kiesen verläuft bei 1,4 m bis 4,1 m unter vorhandener GOK bzw. bei 322,5 mNN bis 326 mNN.

Der Schichtübergang zwischen Lösslehmen und Kiesen ist in nachfolgender Abbildung 7 schematisch skizziert und in Anlage 3 als Isolinenplan maßstäblich in Bezug auf unterschiedliche Höhenbezugspunkte dargestellt.

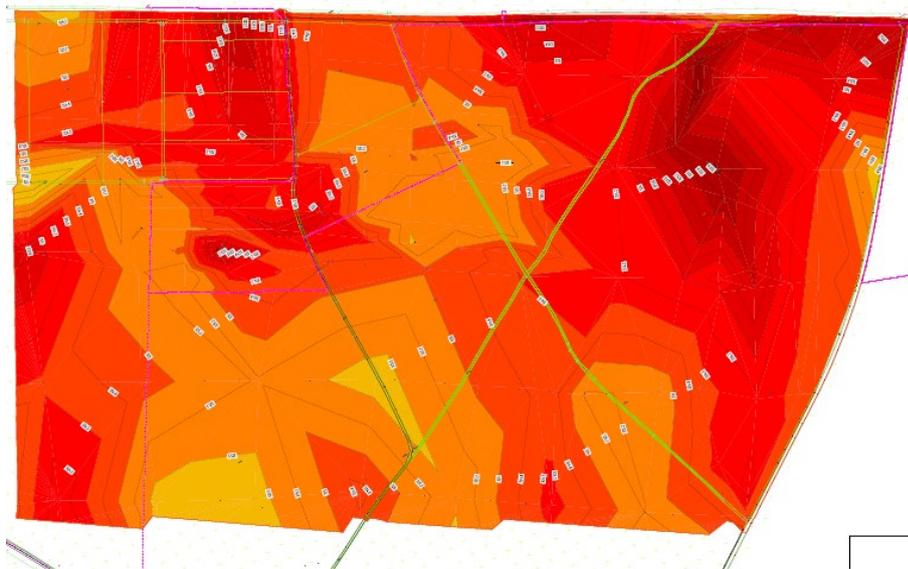


Abb. 7: Schichtübergang Lösslehme zu Kiesen [mNN], Planausschnitt genordet
(rot: niedrigste interpolierte Höhe, gelb: größte interpolierte Höhe, dargestellt in lokalem Koordinatensystem)

Kiese (Quartär)

Unterhalb der Lösslehme folgen Kiese aus fluviatilen Ablagerungen der Schmelzwasserschotter-schichten (Quartär).

Die Kiese enthalten in der Oberzone Sand- und Schluffanteile in unterschiedlichen Mengenanteilen.

Mithilfe der Rammkernbohrungen wurden die Kiese bis in eine Tiefe zwischen 3 m und 6,20 m aufgeschlossen bis kein weiterer Bohrfortschritt erzielt wurde.

Die Kiesmächtigkeit wurde mit den Kernbohrungen im Zuge von [5] festgestellt, womit die Kiese bis zum unterlagernden Tertiär durchteuft wurden. Demnach reichen die Kiese bis in Tiefen zwischen 10,1 m und 13,3 m unter GOK, entsprechend einer Schichtmächtigkeit von im Mittel ca. 8 m.

Die Kiese enthalten mit zunehmender Tiefe auch Steine sowie teilweise auch Tonanteile. Stellenweise sind Tonlinsen eingelagert, die insbesondere hinsichtlich der Durchlässigkeit Unstetigkeiten bilden. Schichtenweise sind auch Sande mit variierenden Kiesanteilen eingelagert.

Die Kiese sind überwiegend feinkornarm, wobei die Kornzusammensetzung starken Schwankungen unterliegt.

Die grau bis braun gefärbten Kiese waren zum Erkundungszeitpunkt oberhalb des Grundwassers schwach feucht bis feucht.

In den Rammkernbohrungen und Sondierungen konnte kein Grundwasser gemessen werden. In den Kernbohrungen wurde Grundwasser in Tiefen zwischen 7,20 m und 8,80 m unter GOK angetroffen. Kiese unterhalb des Grundwasserstandes sind wassergesättigt bzw. nass.

Die Schlagzahlen der Schweren Rammsondierungen belegen den Kiesen in den oberen Dezimetern mit Eindringwiderständen von im Mittel $N_{10} \approx 10-30$ Schlägen eine mitteldichte bis dichte Lagerung. Darunter nehmen die Lagerungsdichten entsprechend einem raschen Anstieg der Eindringwiderstände auf Schlagzahlen $N_{10} > 30$ zu. Die Rammsondierungen endeten bereits überwiegend nach wenigen Dezimetern bis Metern bei Schlagzahlen $N_{10} > 100$ Schlägen in Kiesen mit sehr dichter Lagerung.

Vereinzelt reichten Rammsondierungen (DPH 109, 152, 166, 1792, 264, 266, 267, 271 und 295) in größere Tiefen zwischen 7 m und 15,7 m. Dies deutet auf bereichsweise mitteldichte Lagerungen der Kiese bzw. einen erhöhten Sand- oder Feinkornanteil hin. Die Schlagzahlen variieren hier im Mittel zwischen $N_{10} \approx 10-30$ Schlägen und steigen zur Basis auf Schlagzahlen $N_{10} > 30$ an.

In den Rammdiagrammen ist teilweise anhand geringerer Schlagzahlen von im Mittel $N_{10} \approx 10-20$ Schlägen in Tiefen zwischen 6 m und 8 m das Auftreffen auf den Grundwasserhorizont erkennbar.

Die Kiese sind grundwasserführend.

Im Grundwasserschwankungsbereich wurden im Zuge von [4] teilweise erhöhte Schadstoffgehalte (Kohlenwasserstoffe) im Boden und im Grundwasser festgestellt.

Tone (Tertiär)

Unterhalb der Kiese folgen tertiäre Tone, die mit den Kernbohrungen (außer KB 54) aufgeschlossen wurden. Die Tone sind meist in den oberen Metern braun bis gelblich gefärbt, darunter wurden hellgraue bis dunkelgraue sowie zum Teil auch dunkelbraune Farbtöne festgestellt.

Die Konsistenzen der Tone variieren zwischen weich-steif und halbfest-fest.

Die Tone sind mit porösen weißen Kalktuffen durchsetzt, die teilweise in Kieskorngroße vorliegen und teilweise mürbe zerlegt nur als weiße Streifen erkennbar sind. Die Tone werden teilweise durch lehmige Sandbänder mit Mächtigkeiten zwischen 0,6 m bis 1,7 m unterbrochen.

In den Aufschlüssen KB 29, KB 34 und KB 50 wurden die Tone vollständig durchteuft. Die Basis der Tone verläuft demnach in Tiefen von 18,8 m und 19,4 m unter GOK. Die Schichtmächtigkeit der Tone beträgt demnach 5,7 m und 8,9 m.

Mit den Aufschlüssen KB 1, KB 4, KB 13 und KB 25 wurden die Tone nicht vollständig durchörtet.

Sande (Tertiär)

In den Aufschlüssen KB 29, KB 34 und KB 50 wurden unterhalb der Tone die tertiären Sande angebohrt. Die Sande sind als schwach schluffige bis schluffige Sande ausgebildet und enthalten teilweise auch tonige Nebenbodenarten.

Ein zweites tertiäres Grundwasserstockwerk konnte bis zur Endtiefe der Bohrungen bei 20 m unter GOK nicht festgestellt werden.

3.5 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Absicherung der bodenmechanischen Kenngrößen und der erdbautechnischen Eigenschaften wurden an entnommenen Bodenproben bodenmechanische Laborversuche durchgeführt. Die hier aufgeführten Versuche fassen die Ergebnisse aus dem Bericht [5] sowie der Detailuntersuchung der ersten Untersuchungsphase zusammen.

Die Protokolle und Auswertungen der Laborversuche sind in Anlage 4 und im Bericht [5] in Anlage 3 zu finden.

3.5.1 Lösslehme

Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung der Lösslehme wurde an 12 Proben aus [5] und 10 Proben der Detailuntersuchung der ersten Untersuchungsphase durch Sieb-Schlamm-Analysen nach DIN 18123 untersucht. Die ermittelten Kornverteilungskurven sind in Anlage 3 aus [5] sowie der Anlage 4 grafisch dargestellt.

Nachfolgende Abbildung zeigt den breit gefächerten Körnungsbereich der Lösslehme.

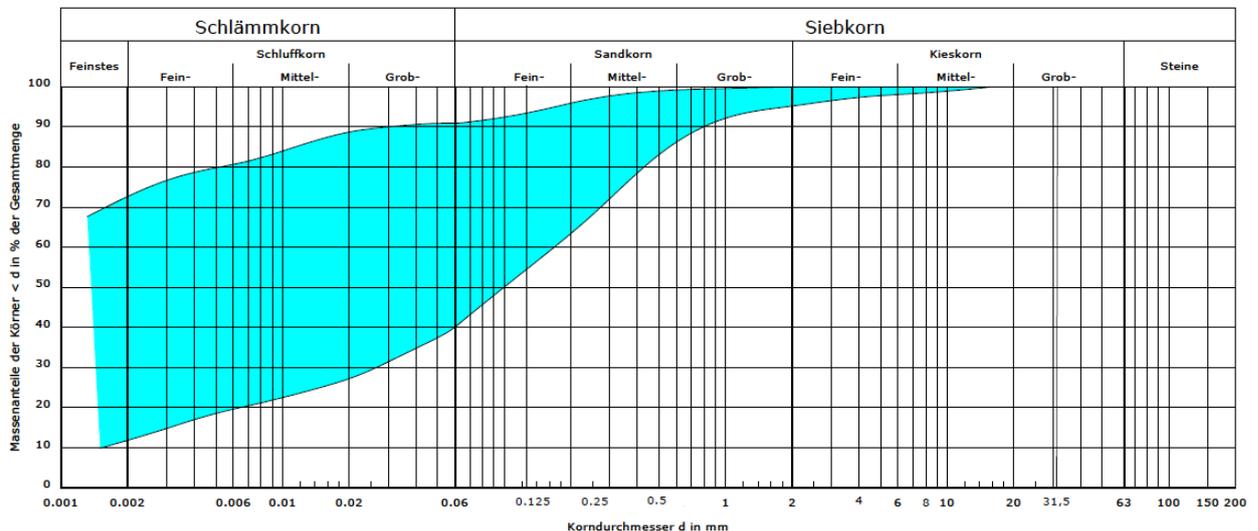


Abb. 8: Körnungsband der Lösslehme

Demnach handelt es sich bei den Lösslehmen nach DIN 4022 übergeordnet um stark schluffige Tone bei Sandgehalten zwischen 5,8 % und 28,4 % bzw. einem Feinkornanteil $d_{0,063\text{mm}} = 71,6 \%$ bis $94,2 \%$.

Vereinzelt sind auch sandige bis stark sandige, schwach tonige, zum Teil schwach kiesige Schluffe mit einem Sandgehalt zwischen 9,3 % und 44 % bzw. einem Feinkornanteil $d_{0,063\text{mm}} = 56 \%$ bis $90,7 \%$ anzutreffen.

Plastizitätseigenschaften

Die Plastizitätseigenschaften der bindigen Lösslehme wurden durch Ermittlung der Zustandsgrenzen nach Atterberg gemäß DIN 18122 untersucht.

Die untersuchten Proben der Lösslehme weisen eine überwiegend geringe Plastizität auf. Der bildsame Bereich zwischen Fließ- und Ausrollgrenze umfasst Wassergehaltsspannen von $I_p = 9,0 - 18,7\%$. Entsprechend der großen Bandbreite der Kornzusammensetzung wurden vereinzelt auch Werte bis $I_p = 26,9\%$ ermittelt.

Die überwiegend geringen Plastizitätszahlen I_p sind charakteristisch für leichtplastische Böden und die damit verbundenen Eigenschaften; die Lösslehme weisen demnach eine hohe Empfindlichkeit gegen Wassergehaltsänderungen auf. Eine Änderung der Konsistenz tritt bereits bei geringer Änderung der Wassergehalte ein. Die Lösslehme neigen bei trockener und warmer Witterung rasch abzutrocknen sowie bei Wasserkontakt (Niederschlag, Stauwasser) rasch aufzuweichen oder gar zu verbreien.

Die Konsistenzen der untersuchten Proben liegen zwischen weich und halbfest bei Konsistenzzahlen $I_c = 0,54 - 1,24$.

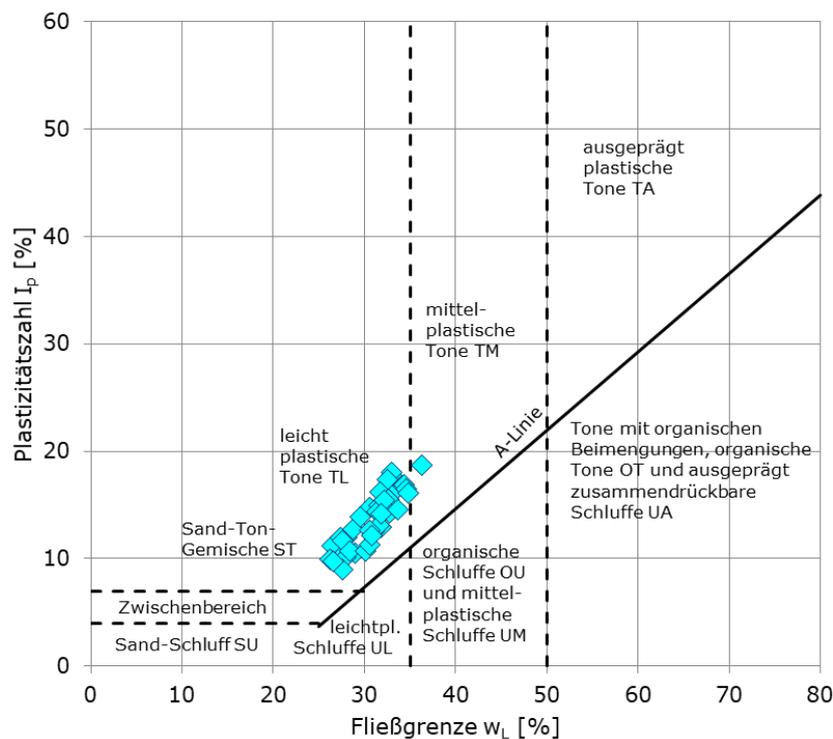


Abb. 9: Plastizitätsbereich der untersuchten Proben der Lösslehme aus [5] und der 1. Phase der Detailerkundung

Verdichtbarkeit

Die Verdichtbarkeit der Lösslehme wurde im Zuge von [5] durch 9 Proctorversuche nach DIN 18127 untersucht. Der zur Verdichtung optimale Wassergehalt beträgt demnach $w_{Pr} = 14,3 \%$ bis $18,6 \%$ bei einer Proctordichte $\rho_{Pr} = 1,7 - 1,9 \text{ t/m}^3$.

Im Zuge der Eignungsprüfungen werden weitere Proctorversuche durchgeführt.

Die Verdichtbarkeit der Lösslehme unterliegt Schwankungen entsprechend der z.T. witterungsbedingten und tiefenabhängigen Schwankung der natürlichen Wassergehalte.

Wassergehalte

Die natürlichen Wassergehalte der Lösslehme wurden an insgesamt 80 Proben durch Ofentrocknung nach DIN 18121 bestimmt. Die Wassergehalte der Lösslehme, welche im Sommer/Herbst 2022 entnommen wurden, betragen $w_n = 9,9 \%$ bis $25,6 \%$.

Die Wassergehalte der Lösslehme, welche im Frühling 2023 beprobt wurden, zeigen mit $w_n = 21,2 \%$ bis $26,1 \%$ eine deutlich geringere Schwankungsbreite.

Die Verteilung der Wassergehalte der Lösslehme über die Tiefe, abhängig des Beprobungszeitpunktes ist nachfolgender Abbildung zu entnehmen.

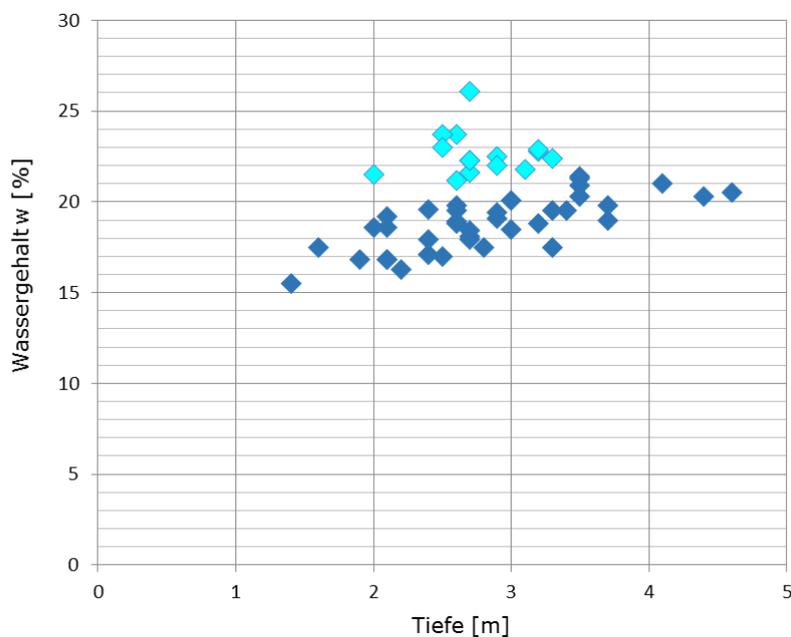


Abb. 10: Wassergehalte der Lösslehme über die Tiefe (hellblau: Frühling, dunkelblau: Sommer/ Herbst)

Setzungsverhalten

Zur Untersuchung des Setzungsverhaltens bzw. zur Absicherung der Steifemodule wurden Kompressionsversuche an ungestörten Proben (Güteklasse 1) in [5] durchgeführt, wobei der dabei ermittelte Steifemodul in Abhängigkeit des Spannungsbereiches in nachfolgender Tabelle 1 aus [5] zusammengefasst ist:

Tabelle 1: Ergebnisse der Kompressionsversuche an Proben der Lösslehme

Probe	E_s [MN/m ²] Spannungsbereich 0-50 kN/m ²	E_s [MN/m ²] Spannungsbereich 50-100 kN/m ²	E_s [MN/m ²] Spannungsbereich 100-200 kN/m ²	E_s [MN/m ²] Spannungsbereich 200-300 kN/m ²	E_s [MN/m ²] Spannungsbereich 300-400 kN/m ²
KB 1: 1,05 – 1,35 m	0,75	3,03	6,76	11,94	19,24
KB 1: 2,30 – 2,60 m	1,04	3,46	6,26	8,08	12,03
KB 4: 1,00 – 1,30 m	7,6	10,79	14,43	20,21	28,65
KB 4: 2,40 – 2,60 m	1,02	2,89	4,94	8,27	12,49
KB 13: 0,40 – 0,70 m	2,50	4,40	6,77	8,46	10,50
KB 13: 1,60 – 1,90 m	6,03	8,03	9,36	11,52	14,74
KB/GWM 29: 1,05 – 1,35 m	1,43	4,10	10,15	15,10	21,59
KB/GWM 29: 2,40 – 2,70 m	3,76	5,08	6,08	9,49	13,75
KB 50: 2,40 – 2,70 m	5,28	5,75	6,62	10,14	14,15
KB 25: 1,70 – 2,00 m	9,71	11,31	12,23	15,74	19,63
KB/GWM 34: 1,10 – 1,40 m	2,43	4,98	10,19	18,50	27,53
KB/GWM 34: 2,70 – 3,00 m	4,29	4,80	6,57	10,44	12,97

Im erwarteten Spannungsbereich der Fundamente von $\sigma_k = 200-300$ kN/m² wurden Steifemodule $E_s = 8-20$ MN/m² ermittelt. Dabei ist eine kontinuierliche Zunahme der Steifigkeit mit der Tiefe nicht festzustellen. Für die Lösslehme liegen damit geringe bis mittlere Steifigkeiten vor, die insgesamt als setzungsempfindlich einzustufen sind.

In Hinblick auf die große Spreizung der Wertebereiche für den Steifemodul ist bei ähnlicher statischer Beanspruchung der Lehme von Setzungsunterschieden auszugehen.

Die feinkörnigen Lösslehme sind schwach bis sehr schwach durchlässig nach DIN 18130.

Sie reagieren auf statische Beanspruchung mit zeitlich verzögerter Zusammendrückung (Konsolidierung). Bei Durchführung der Kompressionsversuche wurde daher auch das zeitliche Setzungsverhalten der Lösslehme messtechnisch registriert und ausgewertet.

Die Setzungen waren bei einer Probenhöhe von ca. $h_1 = 20$ mm nach Aufbringen der Laststufen von 200-300 kN/m² innerhalb von $t_{50} = 15$ Min. bis 30 Min. zu 50% abgeklungen.

In der Probe aus KB 29 wurde davon abweichend eine längere Zeit von $t_{50} = 2$ Std. bis zum Abklingen der Setzungen auf 50% registriert.

Die Umrechnung der Laborergebnisse auf Baustellenverhältnisse unter Anwendung der Modellformel ergibt für eine exemplarische Schichtdicke der Lösslehme von $h_2 = 1,0$ m Konsolidierungszeiten (50%) von $t_2 = t_1/(h_1)^2 \cdot (h_2)^2 = 26$ Tage bis 52 Tage. Bei einer Schichtdicke von 2,0 m resultieren rechnerische Konsolidierungszeiten (50%) von bis 104 bis 208 Tage, entsprechend etwa 15 bis über 30 Wochen.

Auf Grundlage der Versuchsergebnisse ist somit bei statischer Beanspruchung der Lösslehme von lang anhaltenden Setzungen auszugehen.

Glühverluste

In der Oberzone der Lösslehme sind visuell erkennbare organische Substanzen eingelagert. Der Anteil organischer Substanzen wurde in [5] durch Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128 an 25 Proben quantitativ untersucht.

Die Glühverluste betragen demnach $V_{gl} = 3,9 - 7,1$ M.-%. In einer der untersuchten Proben war kein Glühverlust feststellbar. Im Mittel liegen die Glühverluste bei 4,6 M.-%.

3.5.2 Kiese

Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung der quartären Kies-Sand-Gemische wurde an 45 Proben in [5] sowie 6 Proben im Rahmen des ersten Teils der Detailerkundung durch Sieb-Analysen nach DIN 18123 untersucht. Die ermittelten Kornverteilungskurven sind in Anlage 4 grafisch dargestellt und in nachfolgendem Körnungsband zusammengefasst.

Bei dem dargestellten Körnungsband ist zu berücksichtigen, dass Proben aus der Oberzone tendenziell einen höheren Sandanteil und geringeren Anteil Grobkiese enthalten als Proben aus größeren Tiefen.

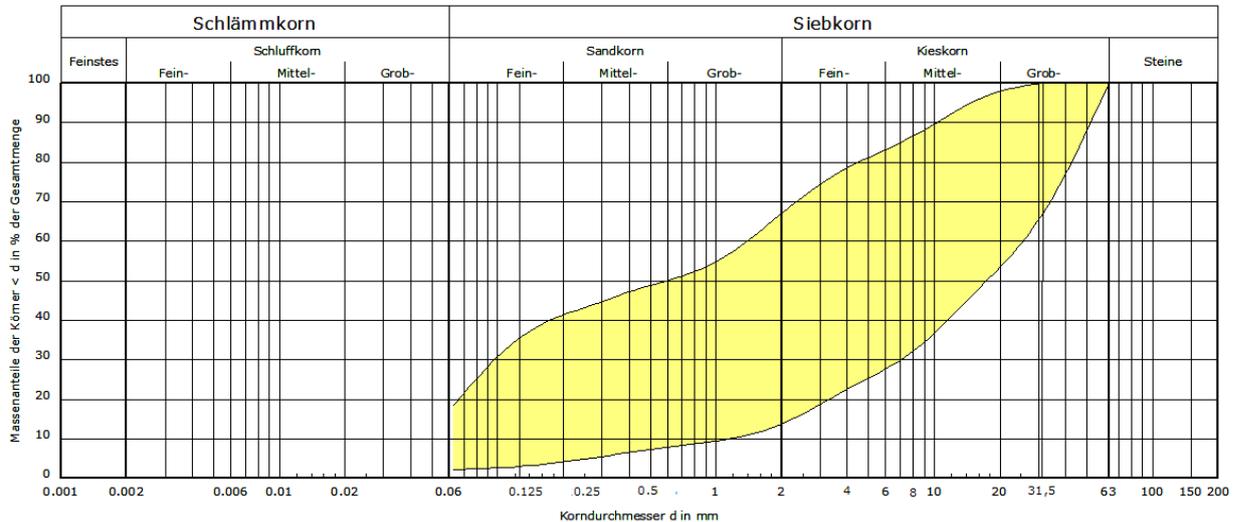


Abb. 11: Körnungsband der Kiese

Hinsichtlich der Korngrößenverteilung handelt es um sandige bis stark sandige, zum Teil schwach schluffige bis schluffige Kiese der Bodengruppen GW, GI, GU und GU* nach DIN 18196 sowie um schwach bis stark schluffige und zum Teil kiesige Sande (Bodengruppe SU-SU* nach DIN 18196).

Die Feinkorngehalte der Proben betragen $d_{0,063} = 1,8\%$ bis $37,9\%$, wobei erhöhte Feinkorngehalte insbesondere in der Oberzone der Kiese (verlehmt) sowie als eingelagerte bindige Partien oder Bänder vorliegen.

Verdichtbarkeit

Die Verdichtbarkeit der aufgeschlossenen Kiese wurde in [5] durch 8 Proctorversuche nach DIN 18127 untersucht. Die Kiese besitzen demnach einen zur Verdichtung optimalen Wassergehalt $w_{Pr} = 5,1\%$ bis $6,8\%$ bei einer Proctordichte $\rho_{Pr} = 2,2 - 2,3 \text{ t/m}^3$.

Wassergehalte

Die natürlichen Wassergehalte der Kiese wurden in [5] an 48 Proben sowie an 7 Proben aus der ersten Detailerkundungsphase durch Ofentrocknung nach DIN 1812 bestimmt. Der überwiegende Teil (85%) weist einen natürlichen Wassergehalt zwischen $w_n = 1,9\%$ und $7,2\%$ auf. Dabei handelt es sich um ungesättigte Kiese oberhalb des Grundwasserspiegels.

Wassergesättigte Kiese unterhalb des Grundwasserspiegels sowie Kiese mit höheren Feinkornanteilen weisen einen höheren Wassergehalt von $w_n = 8,2\%$ bis $15,8\%$ auf.

Die Verteilung der Wassergehalte der Kiese über die Tiefe ist nachfolgender Abbildung zu entnehmen.

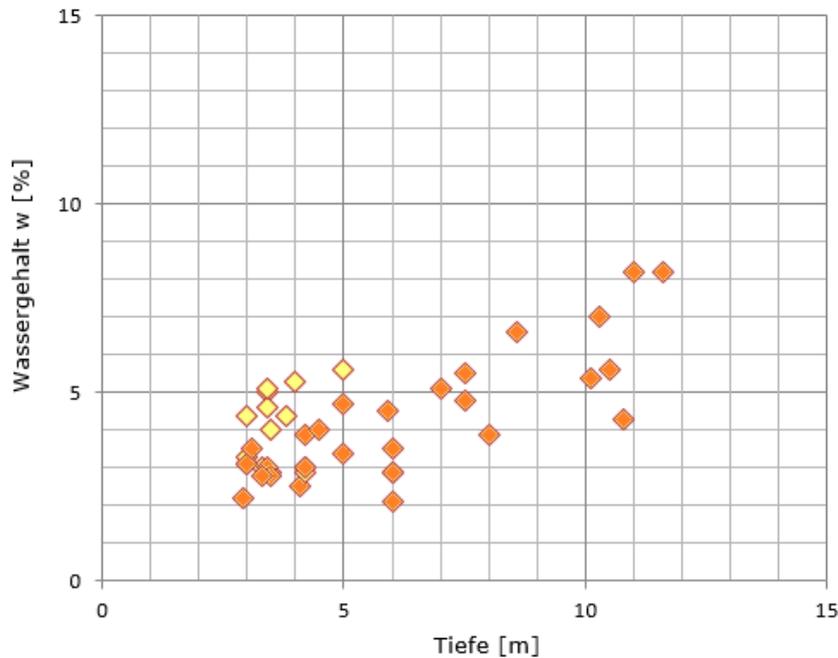


Abb. 12: Wassergehalte der Kiese abhängig der Tiefe (gelb: Frühling, orange: Sommer/Herbst)

In der Abbildung 12 ist ebenfalls ein eindeutiger jahreszeitlich abhängiger Trend zu beobachten. Im Sommer/ Herbst sind die Wassergehalte tendenziell in den oberen Kieshorizonten niedriger und nehmen zur Tiefe hin stetig zu. Ein sprunghafter Anstieg der Wassergehalte ist unterhalb Grundwasserspiegels bei ca. 8 m erkennbar.

Im Frühling sind die Wassergehalte im ungesättigten Kies relativ gleichmäßig mäßig verteilt und höher als im Sommer/ Herbst.

Die festgestellten Wassergehalte oberhalb des Grundwasserstandes liegen bei einem mittleren Wassergehalt von $w_n = 3,5 \%$ übergeordnet unter dem zur Verdichtung optimalen Wassergehalt ($w_n < w_{Pr}$).

Scherfestigkeit

Die Scherfestigkeit der Kiese wurde an ungestörten Proben durch Triaxialversuche in [5] im Labor untersucht.

Bei Triaxialversuchen gemäß DIN 18137-2 werden zylindrische Proben allseitig belastet, so dass sich Scherflächen frei ausbilden können. Dabei werden die Vertikalspannungen σ_1 ausgehend von einem isotropen Spannungszustand solange erhöht bis ein Bruch der Probe eintritt. Die Triaxialversuche wurden als konsolidierte, drainierte Versuche ausgeführt (CD-Versuch). Die Versuchsgeschwindigkeit betrug zwischen 0,01 – 0,02 mm/min.

Die Ergebnisse der Triaxialversuche sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 2: Scherparameter Kiese (Laborergebnisse) aus [5]

Aufschluss/ Tiefe [m]	Bodenart	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c [kN/m ²]
KB 13: 3,0-3,3 m	kiesiger Sand	47,8	3,2
KB 25; 3,2-3,5 m	Kies/ Sand	47,6	0,7
KB 29; 3,0-3,3 m	Kies und Grobsand	44,0	0,5
KB 50: 3,1-3,4 m	schluffiger Feinsand	36,0	9,5

Die bestimmten Reibungswinkel können als plausibel für die dicht gelagerten Kiese angesehen werden.

Unter Berücksichtigung der festgestellten Schwankungen sowie einer Abminderung der Laborwerte in Anlehnung an die EAU (Empfehlungen des Arbeitskreises Ufereinfassungen der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik) ist für Standsicherheitsnachweise ein charakteristischer Wert des Reibungswinkels von $\varphi_k = 40,0^\circ$ ansetzbar.

Die Kohäsion ist bei den überwiegend feinkornarmen Kiesen auf kapillare Saugspannungen zurückzuführen (sog. Kapillarkohäsion), die bei Wasserkontakt/Wassersättigung oder Austrocknung teilweise oder gar vollständig verloren geht. Eine Berücksichtigung dieser Kapillarkohäsion ist für Standsicherheitsnachweise gemäß EC7 daher nicht zulässig. Die Kohäsion der Kiese ist somit nicht ansetzbar ($c = 0$).

Aus dem Übergangsbereich der Lösslehme zu den Kiesen wurde aus der Bohrung KB 50 eine Probe aus schluffigem Feinsand mit bindigem Charakter untersucht, für die ein Reibungswinkel $\varphi = 36^\circ$ und eine "echte" Kohäsion $c = 9,5 \text{ kN/m}^2$ ermittelt wurde. Für den Winkel der Gesamtscherfestigkeit (aus Reibung und Kohäsion) ist hier ebenfalls ein Wert $\varphi_s \approx 40^\circ$ zutreffend.

Die Volumenänderungslinien belegen den Kiesen ein stark schwankendes, dilatantes Verhalten (Volumenvergrößerung bei Scherbeanspruchung) mit einem Dilatanzwinkel von im Mittel $\psi \approx \varphi$. Bei der Probe aus den bindigen Feinsanden wurde im Versuch demgegenüber reine Kontraktanz beobachtet ($\psi=0$), die in der Bodenmechanik für feinkornreiche Böden charakteristisch ist und den bindigen Charakter belegt.

3.5.3 Tone

Wassergehalte

Die natürlichen Wassergehalte der tertiären Tone wurden an 5 Proben durch Ofentrocknung nach DIN 18121 bestimmt und betragen $w_n = 18,2\%$ bis $20,7\%$.

Die Verteilung der Wassergehalte der Tone über die Tiefe ist nachfolgender Abbildung zu entnehmen.

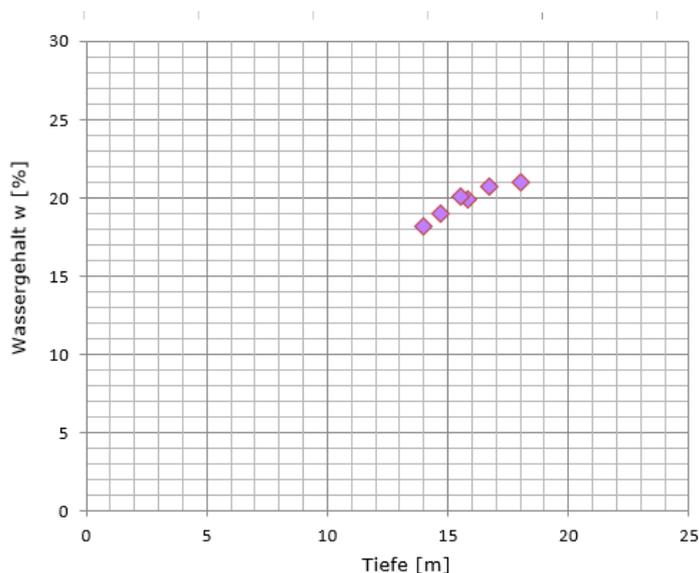


Abb. 13: Wassergehalte der Tone abhängig der Tiefe

Mit der Tiefe nimmt der Wassergehalt der Tone tendenziell zu.

Die festgestellten Wassergehalte liegen bei einem mittleren Wassergehalt von $w_n = 19,3\%$.

Plastizitätseigenschaften

Die Plastizitätseigenschaften der tertiären Tone wurden durch Ermittlung der Zustandsgrenzen nach Atterberg gemäß DIN 18122 untersucht.

Die Ergebnisse sind im Plastizitätsdiagramm in nachfolgender Abbildung dargestellt und belegen den untersuchten Tertiärtonen eine überwiegend mittlere Plastizität.

Die Konsistenzen der untersuchten Proben liegen zwischen steif und halbfest bei Konsistenzzahlen $I_c = 0,86 - 1,06$.

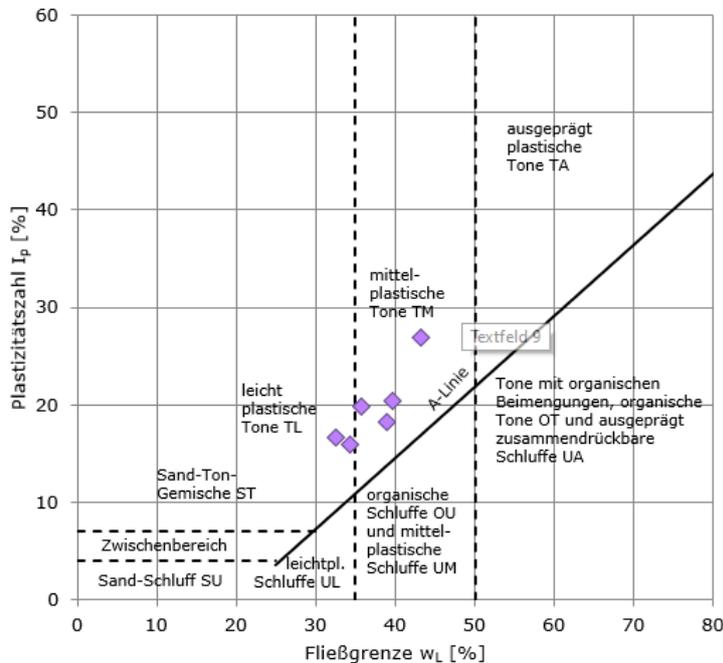


Abb. 14: Plastizitätsbereich der untersuchten Proben der tertiären Tone

3.6 Hydrogeologische Verhältnisse

Im Rahmen der Erkundungen im Zuge von [4, 5] im September 2022 wurden in den Kernbohrungen eingespiegelte Grundwasserstände in Tiefen von 7,20 m bis 8,80 m unter GOK gemessen.

Dies entspricht der geodätischen Höhe zwischen 318,84 mNN und 321,6 mNN.

Der aus den gemessenen Grundwasserständen interpolierte Grundwassergleichenplan ist dem Bericht [5] der Anlage 1.6 zu entnehmen.

Nördlich des Untersuchungsgebietes verläuft die Donau in einer Entfernung von ca. 7 km. Die Pegelstände der Donau in Pfelling schwankten zum Zeitpunkt der Erkundung zwischen 310,41 mNN und 312,54 mNN.

Der bisher höchste gemessene Pegelstand der Donau in Pfelling betrug 2002 ca. 317 mNN. Das Untersuchungsgebiet liegt somit nicht im Überschwemmungsgebiet der Donau und ist keine Hochwassergefahrenfläche.

Zur Abschätzung des Grundwasserschwankungsbereiches müssten im Zuge einer längerfristig angelegten Messkampagne die Grundwasserstände gemessen werden. Dies kann allerdings aufgrund der kurzen Planungsphase nicht umgesetzt werden.

Zur Abschätzung des Grundwasserschwankungsbereiches werden Messreihen der Grundwassermessstelle Kleinweichs 330A (16 km südöstlich des Untersuchungsgebiets) herangezogen, welche den gleichen Aquifer durchteuft und ungefähr denselben mittleren Wasserstand seit 1969 von 320,16 mNN zeigen [4]. Der Grundwasserschwankungsbereich in dieser Messstelle beträgt 2,01 m.

Da die Grundwassermessstände am Ende der Sommermonate gemessen wurden, ist davon auszugehen, dass diese als minimale Wasserstände angenommen werden können.

Beruhend auf der Messzeitreihe der Grundwassermessstelle Kleinweichs 330A und einem Sicherheitszuschlag von 0,5 m für das Baufeld kann ausgehend von den Messdaten der Messstelle Kleinweichs 330A ein Bemessungswasserstand für den Endzustand als auch für die Bauzeit von ca. 2 m über gemessener bzw. interpolierter Grundwasseroberfläche angenommen werden.

Ausgehend von den gemessenen Grundwasserständen und den daraus resultierenden interpolierten Grundwasserständen entspricht dies einer geodätischen Höhe zwischen 320,7 mNN bis 323,4 mNN (vgl. [5] Anlage 1.7).

Das Untersuchungsgebiet liegt außerhalb eines festgesetzten Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiets.

Im Grundwasser wurden in den Grundwassermessstellen teilweise erhöhte Schadstoffgehalte (Kohlenwasserstoffe) festgestellt, siehe [4]. Die Schadstoffe sind auch in den Böden im Grundwasserschwankungsbereich eingelagert.

Die Nutzung oder Entnahme von Grundwasser ist nach derzeitigem Kenntnisstand nicht vorgesehen. Für ggf. dennoch geplante Grundwassernutzung sind unter dem Aspekt der teilweise erhöhten Schadstoffgehalte im Wasser und im Boden insbesondere auch die umwelttechnische Verträglichkeit und die Genehmigungsfähigkeit zu prüfen.

Stahl-/Betonaggressivität:

Zur Beurteilung der Stahlaggressivität gemäß DIN 50929-3 sowie der auf Betonaggressivität nach DIN 4030 wurden Pumpwasserproben aus den Grundwassermessstellen im Zuge von [4] entnommen und chemisch analysiert.

Die Analysen ergaben für alle Proben eine sehr geringe Mulden- und Lochkorrosionswahrscheinlichkeit.

Die Betonaggressivität des Grundwassers ist als nicht angreifend einzustufen.

3.7 Bodengruppen, Homogenbereiche und Frostempfindlichkeitsklassen

Die aufgeschlossenen Schichten wurden den jeweiligen Bodengruppen nach DIN 18196 und Bodenklassen nach DIN 18300 zugeordnet.

Die Einstufung in die Frostempfindlichkeitsklassen erfolgte nach ZTVE-StB 17 Tabelle 1. Die Zuordnung entspricht der Schichtenzusammenfassung in den Aufschlussprofilen.

Tabelle 3: Bodengruppen, Homogenbereiche, Frostempfindlichkeitsklassen

Homogenbereich	Zuordnungen	Einstufungen
O1	Schicht, geologische/ortsübliche Bezeichnung	Oberboden/ Ackerboden
	Bodengruppe nach DIN 18196	OH, TL, TM, UL
	Bodengruppe nach DIN 18915	1,5
	Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	-
B1	Schicht, geologische/ortsübliche Bezeichnung	Lösslehme
	Benennung/Beschreibung nach DIN EN ISO 14688-1	Ton, schwach schluffig bis schluffig, schwach sandig bis stark sandig ; vereinzelt Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandige bis stark sandig
	Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	-
	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	Ton: weich - halbfest
	Korngrößenverteilung	Ton: $d_{0,063} = 71,6 - 94,2 \%$ Schluff: $d_{0,063} = 56,0 - 90,7 \%$
	organischer Anteil	Vgl = 3,9 - 7,1 M.-%
	Wassergehalt [%]	wn = 9,6 - 26,1 %
	Bodengruppe nach DIN 18196	TL, TM, UL,UM
	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 17	F3

Fortsetzung Tabelle 3:

Homogenbereich	Zuordnungen	Einstufungen
B2	Schicht, geologische/ortsübliche Bezeichnung	Kiese (Schmelzwasserschotter)
	Benennung/Beschreibung nach DIN EN ISO 14688-1	Kies, schwach bis stark sandig, schwach bis stark schluffig, schwach steinig, vereinzelt schwach tonig, Sand, schwach bis stark kiesig, schwach bis stark schluffig, vereinzelt schwach tonig
	Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	Steinanteil: 15 % Blockanteil: -
	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	mitteldicht bis sehr dicht
	Korngrößenverteilung	$d_{0,063} = 1,8 - 37,9 \%$
	organischer Anteil	gering
	Wassergehalt [%]	$w_n = 1,9 - 15,8 \%$
	Bodengruppe nach DIN 18196	GW, GI, GU, GT, GT*, SW, SU, SU*, ST, ST* bindige Einlagerungen TL, TM
	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 17	F1-F3

3.8 Bodenkenngrößen

Auf der Grundlage vorhandener Erfahrungswerte und der durchgeführten Laborversuche wurden den definierten Schichten Bodenkenngrößen zugeordnet.

Dabei handelt es sich um charakteristische Werte gemäß DIN 1054 bzw. EC 7.

Tabelle 4: Charakteristische Bodenkenngrößen

Bodenart	Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte u.A. γ'_k [kN/m ³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]	Durchlässigkeit k_f [m/s]
Lösslehme	19	10	25	0-10	8-20	$10^{-6} - 10^{-10}$
Kiese	21	13	40	0	150-200*	$2,6 \cdot 10^{-3} - 2,7 \cdot 10^{-6}$
Tone	22	12	15-25	10-25	20-50	$10^{-8} - 10^{-11}$

* Bindige Einschlüsse: $E_s = 10-20$ MN/m²

Zur Versickerungsfähigkeit der Böden siehe Kap. 11.

4. Beurteilung der Baugrundverhältnisse

Der Baugrund wird im Baufeld unterhalb des Ackerbodens durchgängig von Lösslehmen gebildet, die eine Mächtigkeit von rd. 1 – 4 m aufweisen.

Die Lösslehme sind gering tragfähig und setzungsempfindlich. Sie neigen bei statischer Beanspruchung zu großen, lang anhaltenden Setzungen und sind zum Abtrag konzentrierter Bauwerkslasten daher ohne weitere Maßnahmen nicht geeignet.

Darunter folgen sandige bis stark sandige Kiese mit überwiegend dichter Lagerung. Die Kiese sind grundwasserführend.

Der Kieshorizont verläuft in Tiefen von 1 m bis 5 m unter Geländeoberkante bzw. bei 322,5 mNN bis 326,5mNN.

Die Kiese besitzen eine hohe Tragfähigkeit und sind zum setzungsarmen Abtrag auch höherer Gründungslasten grundsätzlich geeignet.

Die unterhalb der Kiesschichten ab 10 m bis >20 m Tiefe anstehenden, tertiären Tone werden durch die Geländeaufbereitung und Flachgründungen der Bebauung nicht tangiert.

Im Rahmen der Geländemodellierung wird das Baufeld des 1. und 2. Bauabschnittes auf eine ebene Planumshöhe von voraussichtlich 326,85 mNN modelliert [8]. Hierbei befindet sich das Baufeld des 1. Bauabschnittes überwiegend im Abtragsbereich, das Baufeld des 2. Bauabschnittes überwiegend im Auftragsbereich.

Im Zuge der Geländemodellierung werden die Lösslehme im 1. Bauabschnitt teilweise abgetragen. Nach Abschluss der Geländemodellierung wird der Baugrund im 1. Bauabschnitt übergeordnet von Lösslehmen mit reduzierter Mächtigkeit sowie teilweise bereits von tragfähigen Kiesen gebildet.

Eine Flachgründung der vorgesehenen Bebauung ist grundsätzlich möglich.

Für Gründungen im Kies sind hoch beanspruchte Einzelfundamente bei lediglich geringen Setzungen ohne weitere Maßnahmen ausführbar.

Für Gründungen im Bereich verbleibender Lösslehme sind Maßnahmen / Ertüchtigungen zur Beschränkung der Setzungen erforderlich. Geeignete Maßnahmen werden nachfolgend bauwerksbezogen aufgeführt.

Die Ausführung von Flachgründungen nach [9] erfolgt oberhalb des Grundwasserstandes.

5. Untergrundertüchtigung

5.1 Gründungskonzept

Die Bebauung im 1. Bauabschnitt umfasst nach [1, 9] folgende Hallen und Gebäude:

▪ TEM	Geb. 50.0
▪ Versorgungszentrum (VZ)	Geb. 80.0
▪ Communication Center (CC)	Geb. 10.0
▪ Pforte	Geb. 11.0
▪ Feuerwehr	Geb. 13.0
▪ Nichtserienmaterial (NSM)	Geb. 81.0
▪ Entsorgungszentrum (ENT)	Geb. 89.0
▪ Energiezentrale (EZ)	Geb. 90.0
▪ Notstromversorgung (NSV)	Geb. 92.0
▪ Sprinklerzentrale (SPZ)	Geb. 100.0
▪ Rechenzentrum (RZ)	Geb. 110.0

Nach [9] ist eine Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten sowie teilweise auch auf tragender Bodenplatte geplant. Gründungstiefen und Lastangaben wurden im Zuge von [9] durch die Tragwerksplanung vorgelegt.

Setzungen und Setzungsdifferenzen sind auf max. rd. 2 cm zu beschränken.

Die Gründungssohlen der Fundamente liegen im südlichen Bereich des TEM/VZ sowie im Bereich der Feuerwehr bereits in tragfähigen Kiesen, so dass hier lediglich geringe Setzungen/ Setzungsdifferenzen $< 0,5$ cm resultieren und keine gesonderten Gründungsmaßnahmen notwendig werden.

In den übrigen Bereichen des Baufeldes kommt die Gründungssohle durchgängig in Lösslehmen mit geringer Tragfähigkeit zu liegen. Aus den Lösslehmen resultieren rechnerische Setzungen von rd. 4-5 cm die für die geplante Bebauung unverträglich sind und mit Schäden an der Tragkonstruktion sowie Beeinträchtigungen der Gebrauchstauglichkeit einhergehen können. Zur Beschränkung der Setzungen auf $s \leq 2$ cm sind die Lösslehme daher im Einflussbereich der Fundamente bis zur erforderlichen Tiefe auszutauschen oder zu ertüchtigen.

Die erforderliche Austausch- bzw. Ertüchtigungstiefe wird in den nachfolgenden Kapiteln für die jeweiligen Bauteile auf Grundlage von Setzungsprognosen rechnerisch ermittelt. Sie ist abhängig von den einwirkenden Lasten und wird beschränkt durch das Auftreffen auf den tragfähigen Kieshorizont.

Der Bodenaustausch kann durch Aushub der Lösslehme und Einbau von Kiespolstern oder qualifizierte Bodenverbesserung (Bodenstabilisierung) der Lösslehme durch Beimischung hydraulischer Bindemittel (Zement, Kalk-Zement-Gemische, Mischbinder) erfolgen. Zur Bodenstabilisierung siehe Kap. 9.2.

Die Ausführung des Bodenaustausches kann im Zuge der vorlaufenden Geländemodellierung erfolgen. Hinweise zur Planung und Ausführung der Geländemodellierung siehe Kap. 9.

Alternativ zum Bodenaustausch sind auch Baugrundertüchtigungen durch säulenartige Elemente (z.B. CMC Säulen, Betonsäulen im Vollverdrängungsverfahren) sowie eine Durchgründung mit Unterbetonsockeln geeignet. Die Verfahren werden nachfolgend beschrieben und für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen vordimensioniert. Die Vordimensionierung ersetzt jedoch nicht die erforderliche detaillierte Tragwerks-/Objektplanung.

Für den Einsatz großer Baugeräte aus dem Spezialtiefbau (z.B. Bohrgeräte, Rüttelstopfgeräte, etc.) ist nach Ausführung der Geländemodellierung von einer geringen Tragfähigkeit der Geländeoberfläche auszugehen. In Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen während der Ausführung kann es daher erforderlich werden, eine tragfähige Arbeitsebene aus Kies oder gebrochenem Material (z. B. Schüttung 0/100) herzustellen, wobei die Mächtigkeit dieser Schicht mit etwa 0,8 m abgeschätzt werden kann.

Zusammenfassend sind zur Gründung der geplanten Bauwerke bei den festgestellten Baugrundverhältnissen folgende Maßnahmen geeignet:

- Flachgründung in Verbindung mit (Teil-)Bodenaustausch bzw. Bodenstabilisierung
- Flachgründung in Verbindung mit einer Untergrundertüchtigung mittels pfahlartiger Elemente, z.B. Rüttelstopfsäulen, CMC-Säulen, Steinsäulen
- Tiefgründung auf duktilen Gusspfählen (Ramppfähle)
- Flachgründung auf Unterbetonsockeln

Die Maßnahmen werden nachfolgend diskutiert und bewertet. Die Wirtschaftlichkeit ist im Zuge der weiteren Planung zu prüfen.

5.2 Bodenaustausch / Bodenstabilisierung

Der Teilbodenaustausch unterhalb der Fundamente ist grundsätzlich durch Aushub der Lösslehme und Austausch durch Kiese der Bodengruppe GW, GU, GT nach DIN 19196 möglich.

Zur Minimierung der erforderlichen Transporte, zur Schonung von Deponieraum und der Kiesressourcen wird empfohlen, die Lösslehme in definierter Mächtigkeit durch Beimischung hydraulischer Bindemittel qualifiziert zu verbessern (Bodenstabilisierung), so dass der anfallende Bodenaushub im Rahmen des Bodenaustausches vollständig zum Wiedereinbau verwendet werden kann.

Die Bodenstabilisierung ist im Lastausbreitungsbereich der Fundamente (45° ab Fundamentaußenkante) mit einem seitlichen Überstand auszuführen.

Bei der Bodenstabilisierung kann der Steifemodul der Böden gezielt durch die Festlegung der Art und Dosierung des Bindemittels im Zuge von Eignungsprüfungen erhöht werden. Hierzu ist eine Mindestdosierung Zement erforderlich; erfahrungsgemäß werden bei den vorhandenen Lösslehmen bereits bei geringen Zementzugaben von 2-3 M.% Steifemodule von $E_s \geq 80 \text{ MN/m}^2$ erzielt, was im Rahmen der Eignungsprüfung durch Laborversuche nachzuweisen ist.

Gleichzeitig wird durch die Bindemittelbeimischung die Witterungsempfindlichkeit der Böden und damit das witterungsbedingte Ausführungsrisiko reduziert.

Die Mächtigkeit der erforderlichen Bodenstabilisierung ergibt sich aus rechnerischen Setzungsprognosen zur Einhaltung maximaler Setzungen und Setzungsdifferenzen von ≤ 2 cm. Die Festlegung erfolgt in Abs. 6 für die einzelnen Gebäude unter Berücksichtigung der tatsächlichen Lasteinwirkungen gemäß [9].

Insbesondere bei Fundamenten mit großer Einbindetiefe steht der Kieshorizont teilweise nur wenige Dezimeter unterhalb der Gründungssohle an. Die Bodenstabilisierung beschränkt sich dann auf die Mächtigkeit verbleibenden Lösslehme (Kiese müssen nicht stabilisiert werden).

Die Bodenstabilisierung sollte zur Nutzung von Synergien im Rahmen der Geländemodellierung ausgeführt werden. Zur Ausführung der Bodenstabilisierung und Qualitätsanforderungen siehe Abs. 9.

5.3 Kiessäulen im Rüttelstopfverfahren

Zur Ertüchtigung der Lösslehme ist prinzipiell das Einbringen von Kies-/ Schottersäulen im Rüttelstopfverfahren geeignet.

Die Kiessäulen sind bis in den tragfähigen Kies auszuführen und mind. 1 m in die Kiese einzubinden.

Die Länge und das Raster der Säulen sind in Abhängigkeit von der Belastung zu planen.

Die Säulen sind vollflächig auch unter dem Hallenboden TEM/VZ, Feuerwehr und Communication Center anzuordnen.

Über den Säulen ist eine lastverteilende Ausgleichsschicht aus Sand-Kies-Gemischen oder Schotter herzustellen. Die Mächtigkeit der lastverteilenden Schicht ist vom Säulenraster abhängig und kann für die weitere Planung zunächst mit rd. 0,6 m abgeschätzt werden.

Im Hinblick auf die geringe Tragfähigkeit der Lehme wird empfohlen, die Ausgleichsschicht im Vorfeld zur Ausführung der Schottersäulen aufzubringen, um eine ausreichende Standfestigkeit der Baugeräte zu gewährleisten.

Die prinzipielle Herstellung der Rüttelstopfsäulen ist im nachfolgenden Schnitt skizziert.

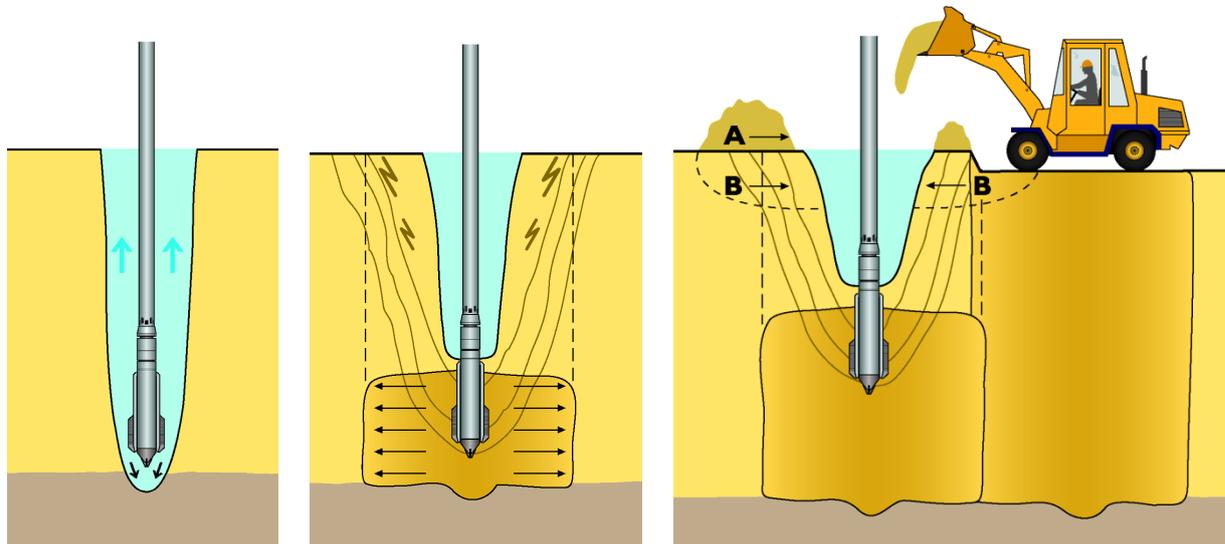


Abbildung 15: Untergrundertüchtigung mittels Rüttelstopfsäulen (Quelle: Keller Grundbau)

Durch die Rüttelstopfverdichtung wird der rechnerische mittlere Steifemodul der Lösslehme erhöht, so dass die Gründung planmäßig als Flachgründung ausgeführt werden kann. Setzungsberechnungen ergaben eine erforderliche Verdopplung des Steifemoduls E_s (siehe Anlage 5.7). Daraus ergibt sich für die Planung und Dimensionierung der Untergrundertüchtigung eine Zielgröße des Baugrundverbesserungsfaktors $n = E_{s,nachher} / E_{s,vorher} \geq 2,0$.

Unter Annahme eines geschätzten Säulendurchmessers von ca. 0,7m wurde eine überschlägige Vordimensionierung mit dem Bemessungsverfahren nach *Priebe* durchgeführt.

Diese ergab ein erforderliches flächiges Dreiecksraster der Säulen $d_E = 1,5m$ sowie Anordnung von Säulen unterhalb von Lastkonzentrationen. Die Säulenlänge beträgt dem Abstand der Gründungssohle zum Kieshorizont (gemäß DGM), zuzüglich 1m Einbindung im Kies.

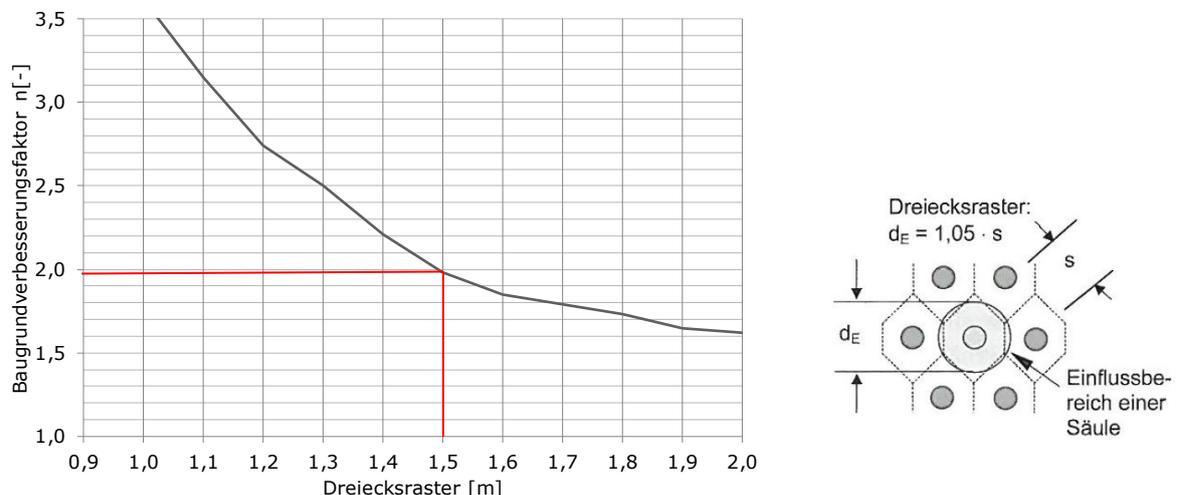


Abb. 16: Vordimensionierung Säulenraster RSV

5.4 CMC-Säulen

CMC-Säulen sind erschütterungsfrei, vollverdrängend hergestellte pfahlartige Tragelemente aus Beton zur Baugrundverbesserung.

Die Herstellung erfolgt im Schneckenbohrverfahren.

Die CMC-Säulen bestehen aus unbewehrten Betonsäulen, die über eine lastverteilende Schicht von der Bauwerkskonstruktion getrennt sind.

Die Lastabtragung in den tieferen Baugrund erfolgt über die CMC-Säulen sowie über den umliegenden Baugrund, der durch das Vollverdrängungsverfahren bei Herstellung der Säulen eine Nachverdichtung erfährt.

Zur Säulenordnung, zur Ausführung und zur Herstellung der lastverteilenden Tragschicht gelten die Hinweise zur Rüttelstopfverdichtung analog, wobei Säulen auch verdichtet im Bereich von Lastkonzentrationen und unterhalb von Gründungselementen anzuordnen sind.

Gegenüber den vorgenannten Kiessäulen im Rüttelstopfverfahren wird die Bauwerkslast durch die größere Steifigkeit der CMC-Säulen stärker in den Säulen konzentriert. Eine schadlose Lastabtragung setzt daher eine sichere Einbindung der Säulen von mind. 1m im dicht gelagerten Kies voraus.

Die Untergrundertüchtigung im CMC-Verfahren ist in nachfolgender Prinzipskizze dargestellt.

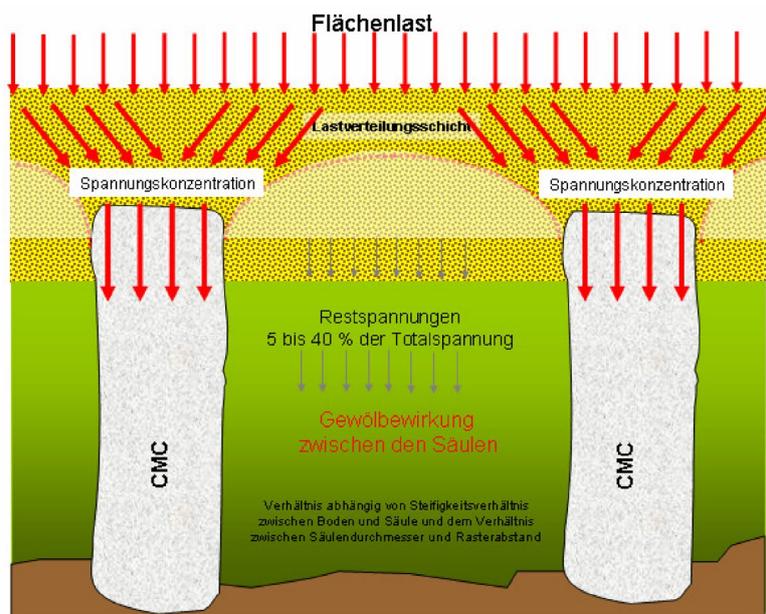


Abbildung 17: Untergrundertüchtigung mittels CMC-Säulen (Quelle: Menard®)

Die Tragfähigkeit (Vertikallasten) der CMC-Säulen beträgt erfahrungsgemäß ca. 400 kN/Säule und ist durch Probelastungen zu bestätigen.

Unter Annahme mittlerer Fundamentpressungen von rd. 400 kN/m² wird zur Lastabtragung unterhalb der Fundamente eine Säule je m² erforderlich.

Unterhalb der Hallenböden / Bodenplatten kann eine Säulanordnung analog zur RSV angenommen werden. Darüber hinaus ist unter den Hallenböden / Bodenplatten die lastverteilende Tragschicht (ca. 0,6m Schotter) über den Säulenköpfen zu berücksichtigen, um statisch ungünstige Punktauflager zu vermeiden.

5.5 Steinsäulen durch dynamische Intensivverdichtung

Eine Ertüchtigung der Lösslehme ist grundsätzlich durch Einschlagen von Steinsäulen mittels dynamischer Intensivverdichtung (Fallplattenverdichtung) möglich.

Dabei werden Fallgewichte aus einer definierten Höhe auf die zuvor modellierte Geländeoberfläche aufgeschlagen. Die dabei entstehenden Schlagtrichter werden jeweils mit Steinen oder Kiesen verfüllt und durch die nächsten Schläge sukzessive bis zum Kieshorizont nach unten gedrückt.

Zur Auffüllung geeignet sind Sand-Kies-Gemische und Steinschüttungen mit einem maximalen Feinkornanteil $d_{0,063\text{mm}} \leq 15\%$ (Bodengruppe SW, GW, SU, GU nach DIN 18196).

Durch das Einbringen der Steinsäulen werden die Lösslehme seitlich verdrängt, was auch mit einer Verdichtung der Lösslehme einhergeht.

Die prinzipielle Vorgehensweise bei der dynamischen Intensivverdichtung ist nachfolgender Skizze dargestellt.

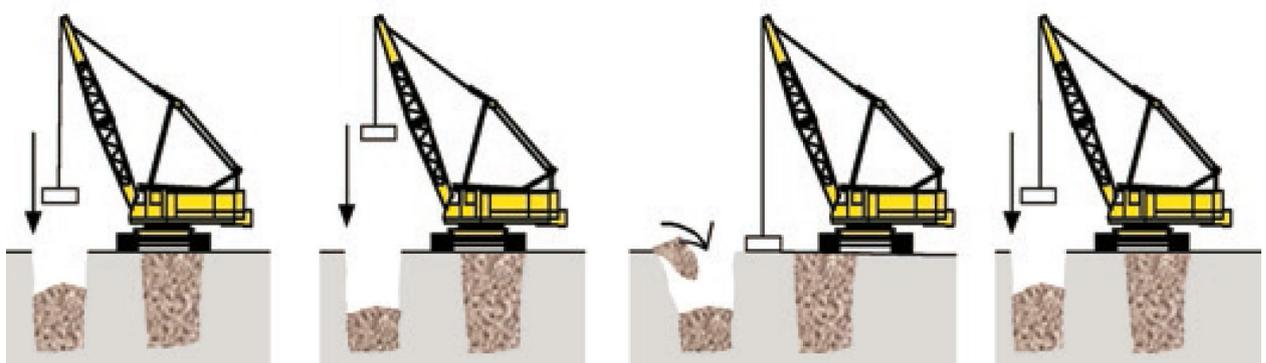


Abbildung 18: Prinzipskizze der dynamischen Intensivverdichtung (Quelle: Menard®)

Die dynamische Intensivverdichtung ist vollflächig im Einflussbereich der geplanten Bebauung auszuführen. Unter den Hallenböden / Bodenplatten ist eine lastverteilende Schicht über den Säulenköpfen auszuführen, um Punktauflagerungen der Platten zu vermeiden.

Die dynamische Intensivverdichtung ist rasterförmig in mehreren Arbeitsgängen jeweils versetzt vom vorherigen Verdichtungsrastrer auszuführen. Üblicherweise werden 3 Verdichtungsübergänge gewählt, wobei die Primär- und Sekundärverdichtung in einem größeren Raster mit hoher Energie erfolgt.

Abschließend wird eine Schlussverdichtung der gesamten Fläche mit dicht aneinander liegenden Verdichtungspunkten und geringerer Energie durchgeführt.

Die erforderliche Schlagenergie (Fallgewicht x Fallhöhe) ist in Abhängigkeit von dem gewählten Verdichtungsrastrer bzw. der notwendigen Anzahl der Verdichtungsschläge sowie der notwendigen Tiefenwirkung des Verfahrens zu planen.

Grundsätzlich wird die Ausführung einer Probeverdichtung empfohlen, um die (in der Planung festgelegten) für die Verdichtung maßgebenden Parameter vor Ort zu überprüfen und daraus aufbauend ein Verdichtungs- und Qualitätssicherungsprogramm endgültig festzulegen.

Durch die Baugrundverbesserung mittels Steinsäulen wird der rechnerische mittlere Steifemodul der Lösslehme erhöht, so dass die Gründung planmäßig als Flachgründung ausgeführt werden kann. Setzungsberechnungen ergaben eine erforderliche Verdopplung des Steifemoduls E_s . Daraus ergibt sich für die Planung und Dimensionierung der Untergrundertüchtigung eine Zielgröße des Baugrundverbesserungsfaktors $n = E_{s,nachher} / E_{s,vorher} \geq 2,0$.

Unter Annahme eines Säulendurchmessers von rd. 2,0m wurde eine überschlägige Vordimensionierung in Anlehnung an das Bemessungsverfahren für Rüttelstopfsäulen nach *Priebe* durchgeführt. Diese ergab ein erforderliches flächiges Dreiecksrastrer der Säulen $d_E = 3,5m$ sowie Anordnung von Säulen unterhalb von Lastkonzentrationen. Die Säulenlänge beträgt dem Abstand der Gründungssohle zum Kieshorizont, zuzüglich 1m Einbindung im Kies.

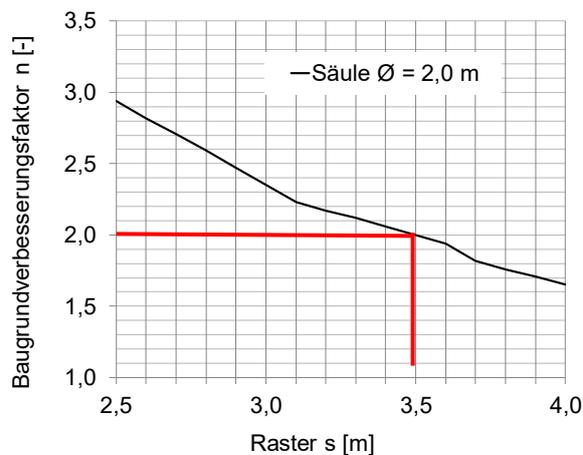


Abb. 19: Vordimensionierung

Das Einschlagen der Säulen ist mit großen Erschütterungsemissionen verbunden, deren Verträglichkeit zu prüfen ist. Ggf. werden Maßnahmen notwendig, um die resultierenden Erschütterungen stärker zu dämpfen (z.B. Dämpfungsraben, Reduzierung der Energie, etc.).

5.6 Duktile Gusspfähle

Eine vollständige Durchörterung der Lehme und etwa setzungsfreie Gründung ist mittels Tiefgründung möglich.

Bei den anstehenden, rammfähigen Lehmen werden Rammpfähle aus duktilen Gusspfählen vorgeschlagen.

Die Gusspfähle bestehen aus Gussrohren mit Schlagmuffenverbindung, die mit herkömmlichem Hydraulikschlaghammer (Aufsatz für Bagger) bis in den tragfähigen Kies eingerammt werden.

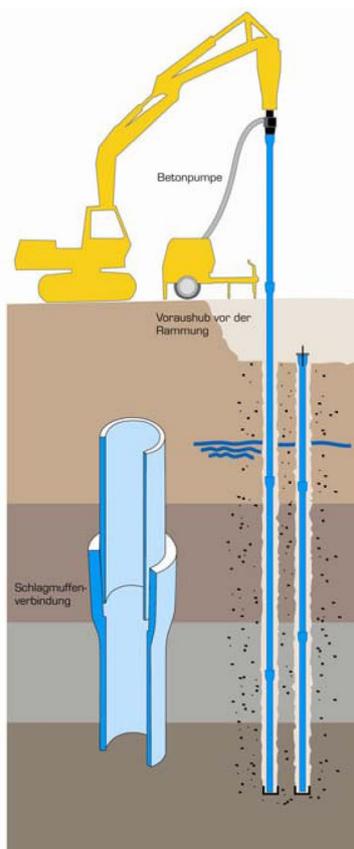


Abbildung 20: Herstellung duktiler Gusspfähle (Quelle: Stump Spezialtiefbau)

Aufgrund der Schlagmuffenverbindung ist eine flexible Anpassung der Gusspfähle an die Baugrundverhältnisse und damit auch eine sichere Einbindung in den tragfähigen Kies auch bei schwankendem Schichtenverlauf problemlos möglich.

Die Lastverteilung aus der aufgehenden Konstruktion erfolgt durch Pfahlkopfbalken.

Die Gusspfähle sind üblicherweise mit Durchmessern 118 mm bis 170 mm und Wandstärken 7,5 mm bis 13 mm lieferbar. Die Gussrohre werden mit Beton z.B. C20/25 verfüllt und zur Sicherstellung eines ausreichenden Korrosionsschutzes mantelverpresst.

Die Planung und Ausführung erfolgen gemäß jeweiliger bauaufsichtlicher Zulassung

Die Tragfähigkeit je Pfahl kann auf Grundlage von Erfahrungswerten mit etwa 80t abgeschätzt werden.

Die Tragfähigkeit ist gemäß bauaufsichtlicher Zulassung durch Probelastungen zu bestätigen. Eine frühzeitige Probelastung wird empfohlen, um ggf. auch höhere Tragfähigkeiten bei der Pfahlbemessung berücksichtigen zu können.

5.7 Unterbetonsockel / Bohrpfähle

Eine setzungsarme Gründung der Fundamente ist alternativ auch mittels Unterbetonsockeln zur Durchgründung der Lösslehme bis auf die Kiese möglich.

Die Unterbetonsockel können zur Minimierung des Betonverbrauchs durch gebohrte Verfahren ausgeführt werden.



Abbildung 21: Gebohrte Unterbetonsockel

Die Unterbetonsockel sind mindestens 1 m in den dicht gelagerten Kies einzubinden. Die Lastabtragung erfolgt über Spitzendruck der Pfahlsohle analog zu Fundamentbemessung.

Bei hoch beanspruchten Bauteilen kann eine zusätzliche Berücksichtigung der Mantelreibung am Pfahlschaft und ggf. tiefere Einbindung der Sockel im Kies erforderlich werden, wobei dann bewehrte oder unbewehrte Schneckenortbetonpfähle oder Bohrpfähle gemäß EC7 und EA Pfähle zu planen sind.

Zur Bemessung der Pfähle sind folgende charakteristischen Werte ansetzbar:

Tabelle 5: Bemessungswerte Pfahlgründung im Kies

Bezogene Pfahlkopfsetzung [-]	Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ [kN/m ²]	Mantelreibung <u>Lehm</u> $q_{s1,k}$ [kN/m ²]	Mantelreibung <u>Kies</u> $q_{s1,k}$ [kN/m ²]
s/D = 0,02	1.500	30	150
s/D = 0,03	2.500	30	150
s/D = 0,10	4.500	30	150

Die anfallenden Horizontallasten sind über Biegung in den Pfählen und über horizontale Bettung im Boden abzutragen, sofern dies nicht über ein Pfahlbocksystem erfolgt.

Der horizontale Bettungsmodul k_s ergibt sich näherungsweise nach folgendem Ansatz:

$$k_s = E_s/D$$

Hierin bedeuten: k_s = Bettungsmodul [MN/m³]
 E_s = Steifemodul [MN/m²]
 D = Pfahldurchmesser [m]

Bei Herstellung der Bohrpfähle sind grundsätzlich die Hinweise der DIN EN 1536 zu beachten.

Die Pfähle sind erschütterungsfrei mit einem Drehbohrgerät herzustellen. Bei der Pfahlherstellung muss die Verrohrung im Lockerboden dem Aushub stetig vorausziehen.

Nach Auftreffen auf den Grundwasserspiegel ist im Kies mit einem Wasserüberdruck im Bohrloch zu arbeiten, um Sohlaufbrüche der Pfahlsohle und damit verbundene Auflockerungen entlang des Pfahlschaftes zu vermeiden.

Die Pfahlsohle ist von aufgelockerten Massen zu räumen. Für jeden Pfahl ist ein Herstellungsprotokoll während der Bohrpfahlherstellung zu erstellen.

Die angetroffenen Untergrundverhältnisse sind im Zuge der Pfahlherstellung vom Gutachter zu überprüfen und zu dokumentieren.

6. Gründung
6.1 Fundamente

Nach [9] liegen folgende Angaben zur Gründung vor:

Tabelle 6: Angaben zur Gründung nach [9]

Gebäude	Gründungsart	Einbindetiefe [m]	Gründungssohle [mNN]	Fundament a x b [m]	Bodenpressung ¹ $\sigma_{m,k}$ [kN/m ²]
TEM / VZ	Fundamente (Köcher)	2,45	325,40	2,6 x 2,6	400
Feuerwehr	Fundamente (Köcher)	2,45	325,40	2,6 x 2,6	342
EZ / RZ	Fundamente	1,45	326,40	2,8 x 2,8	355
NSM ENT Pforte	Fundamente (Köcher)	> 0,8 (Annahme)	ca. 327,0	< 2,0 (Annahme)	400 (Annahme)
SPZ, NSV	Elastisch gebettete Bodenplatte	-	-	-	-
Comm. Center	Elastisch gebettete Bodenplatte	-	-	-	-

Für die Stützen und Fundamente der Werkshallen TEM / VZ ist ein Stützenraster 15 x 15 m geplant.

Der Bemessung der Fundamente liegt nach [9] ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes nach EC7 von

$$\sigma_{R,d} = 560 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde.

Bei den vorgesehenen Einbindetiefen von 1,45 m (EZ/RZ) bis 2,45 m (TEM, VZ, Feuerwehr) kommt die Gründungssohle nach der Geländemodellierung (Abtrag) bereits teilweise in ausreichend tragfähigen Kiesen zu liegen. Eine Gründung im Kies ist nach Nachverdichtung der Aushubsohle ohne weitere Maßnahmen möglich.

Größtenteils verbleiben nach der Geländemodellierung in der Gründungssohle jedoch gering tragfähige Lösslehme, die gem. Abs. 5 zu ertüchtigen sind. Für die Ertüchtigung mittels Bodenaustausch/Bodenstabilisierung wurden anhand von Setzungsberechnungen die erforderlichen Austauschmächtigkeiten ermittelt, um Setzungen und Setzungsdifferenzen auf max. 2 cm zu beschränken.

In Hinblick auf die teilweise setzungsarme Gründung der Geb. TEM, VZ und EZ/RZ im Kies wird zur Gewährleistung gleichmäßiger Gründungsverhältnisse und zur Beschränkung der Setzungsdifferenzen empfohlen, die Bodenverbesserung/Bodenstabilisierung im Bereich der Lösslehme bis auf den Kieshorizont auszuführen.

Die Setzungen wurden in Anlage 5 jeweils rechnerisch prognostiziert und in Abhängigkeit der Fundamentgröße und der charakteristischen Bodenpressung in einem Fundamentdiagramm dargestellt. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Gründungsmaßnahmen

Gebäude	Gründungs- sohle [mNN]	Oberkante Kies [mNN]	Fundament a x b [m]	Bodenpres- sung ¹ $\sigma_{m,k}$ [kN/m ²]	Erf. Bodenverb- esserung ² [m]	Setzung [cm]	Berechnun- g s. Anlage
TEM / VZ	325,40	325,5 - 323,9 s. DGM	2,6 x 2,6	400	0,0 – 1,5 ³ bis OK Kies	≤ 0,5	5.1
Feuerwehr	325,40	325,5	2,6 x 2,6	342	0,0 (OK Kies)	≤ 0,5	5.2
EZ / RZ	326,40	325,5	2,8 x 2,8	355	0,9 bis OK Kies	≤ 0,5	5.3
NSM	ca. 327,0	324,9 – 325,4	< 2,0	400	0,5	≤ 2,0	5.4
ENT	ca. 327,0	324,8 – 325,2	< 2,0	400	0,5	≤ 2,0	5.4
Pforte	ca. 327,0	325,0 – 325,2	< 2,0	400	0,5	≤ 2,0	5.4

¹ Mittlere Spannungen aus ständigen und veränderlichen Einwirkungen gemäß [9]

² Bodenaustausch / Bodenstabilisierung

³ siehe auch Tabelle 6

Für Einzelfundamente im Kies oder bei Bodenaustausch/Bodenstabilisierung bis zum Kieshorizont (TEM, VZ, Feuerwehr, EZ/RZ) sind lediglich geringe Setzungen < 0,5 cm zu erwarten, die bereits während der Bauphase eintreten und für die geplante Bebauung erfahrungsgemäß verträglich sind.

Bei einem Teilaustausch der Lösslehme (NSM, ENT, Pforte) ist mit Setzungen und Setzungsdifferenzen von bis zu rd. 2 cm zu rechnen.

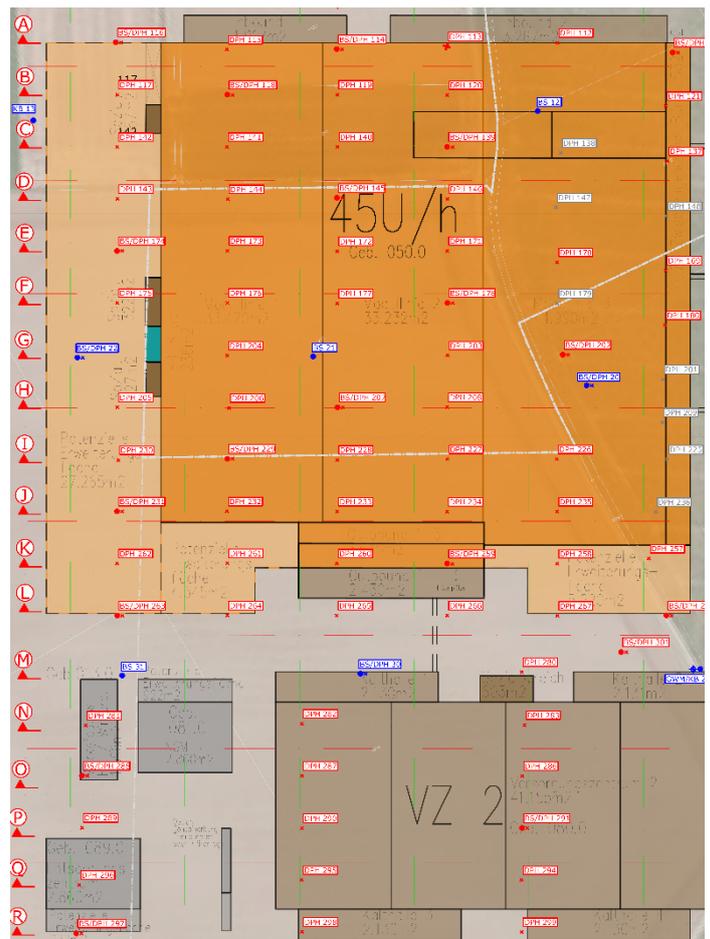
Die Setzungen werden durch den verbleibenden Einfluss von Lösslehmen teilweise zeitverzögert eintreten und voraussichtlich innerhalb von 12 Monaten weitestgehend abklingen. Restsetzungen nach Fertigstellen der Gebäude liegen dann in einer Größenordnung < 1 cm.

Die erforderlichen Austauschmächtigkeiten der großen Werkshallen TEM / VZ ergeben sich aus der Tiefenlage des Kieshorizontes gemäß den Baugrundschnitten der Anlage 2 sowie detailliert aus dem digitalen Geländemodell. Die demnach zu erwartenden Austauschmächtigkeiten sind nachfolgend für die jeweiligen Baugrundschnitte A-A bis R-R tabellarisch zusammengefasst.

Tabelle 8: Geb. TEM / VZ, Kieshorizont und Mächtigkeit Bodenaustausch

Schnitt	siehe Anlage	Mächtigkeit Bodenaustausch ¹ [m]
A-A	2.1	0,5 – 1,5
B-B	2.2	0,0 – 1,5
C-C	2.3	0,5 – 1,0
D-D	2.4	0,5 – 1,0
E-E	2.5	0,5 – 1,5
F-F	2.6	0,5 – 1,5
G-G	2.7	0,5 – 1,0
H-H	2.8	0,0 – 1,0
I-I	2.9	0,0 – 0,5
J-J	2.10	0,0 – 0,3
K-K	2.11	0,0 – 1,0
L-L	2.12	0,0 – 1,0
M-M	2.13	0,2 – 0,5
N-N	2.14	0,0 – 0,8
O-O	2.15	0,0 – 0,4
P-P	2.16	0,2 – 1,0
Q-Q	2.17	0,0 – 0,8
R-R	2.18	0,0 – 0,4

¹ gerundet, exakte Festlegung bei Bauausführung



6.2 Elastisch gebettete Bodenplatten

Die Gebäude SPZ, NSV und Communication Center werden nach [9] auf elastisch gebetteter Bodenplatte gegründet.

Zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Auflagers ist unterhalb der Bodenplatte ein Teilbodenaustausch / Stabilisierung der Lösslehme in einer Mächtigkeit von 1,0m erforderlich. Eine ggf. geplante kapillarbrechende Schicht kann auf die Mächtigkeit des Bodenaustausches bzw. der Stabilisierung angerechnet werden.

Zur Bodenstabilisierung siehe Abs. 9. Alternativ zum Bodenaustausch/Bodenstabilisierung ist auch eine flächige Baugrundertüchtigung gem. Abs. 5 geeignet.

Auf dem stabilisierten Planum ist eine Tragfähigkeit $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ nachzuweisen.

Zur Bemessung der Bodenplatte ist dann ein Bettungsmodul

$$k_s = 20 \text{ MN/m}^3$$

ansetzbar.

Die Setzungen betragen voraussichtlich bis zu rd. 2 cm und werden etwa zur Hälfte bereits während der Rohbauphase als Sofortsetzungen eintreten. Restsetzungen nach Fertigstellung des Gebäudes betragen somit $< 1 \text{ cm}$.

Setzungen und Setzungsdifferenzen dieser Größenordnung sind erfahrungsgemäß für das Tragwerk verträglich.

Unabhängig davon sind kleine Rissbildungen (sog. architektonische Risse), die die Standsicherheit des Gebäudes beeinträchtigen, generell nicht auszuschließen. In diesem Zusammenhang können Gewebearmierungen im Außenputz hilfreich sein.

Das tatsächliche Verformungsbild der Bodenplatte ergibt sich aus numerischen Berechnungen im Zuge der Tragwerksplanung nach dem Bettungsmodul- oder Steifezifferverfahren.

7. Aufbau unterhalb der Hallenböden

Die Hallenböden werden nach [9] mit Flächenlasten von bis zu $p = 50 \text{ kN/m}^2$ sowie durch Einzellasten von bis zu 300 kN beansprucht und sollen aus Stahlbeton ausgeführt werden.

Die max. Einzellasten im Geb. TEM/VZ von 200 kN auf einer Lastfläche von 20x20 cm bzw. 300 kN auf einer Fläche 40x40 cm verursachen nach [9] bei einer Lastausbreitung im Stahlbeton von 1:1 Bodenpressungen unterhalb des Hallenbodens von $\sigma_{m,k} = 458$ bzw. 397 kN/m^2 auf Flächen 70x70 cm bzw. 90x90 cm. Dabei ist von bis zu 3 nebeneinanderliegenden Lastfeldern auszugehen, so dass für die Ermittlung der erforderlichen Gründungsmaßnahmen äquivalente Belastungsflächen von $2,10 \times 2,10 \text{ m}$ bei $\sigma_{m,k} = 458 \text{ kN/m}^2$ und $2,70 \times 2,70 \text{ m}$ bei $\sigma_{m,k} = 397 \text{ kN/m}^2$ zu betrachten sind.

Veränderliche Lasten sind i.d.R. nicht in voller Höhe setzungswirksam. Großflächige Beanspruchungen der Hallenböden können je nach Laststellung und Belastungsdauer dennoch zu Setzungen des Untergrundes führen, so dass in den gering tragfähigen Lösslehmen Maßnahmen zur Beschränkung der Setzungen vorzusehen sind.

Unterhalb des Hallenbodens ist nach [9] eine 20 cm mächtige kapillarbrechende Tragschicht geplant. Die Tragschicht ist aus Schotter / Kies einzubauen und auf Verdichtungsgrade $D_{pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Die Tragschicht ist am Plattenrand mit einem seitlichen Überstand von mind. 0,5 m auszuführen.

Auf der Tragschicht ist mit statischen Plattendruckversuchen eine Tragfähigkeit $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ und ein Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 100\%$ nachzuweisen. Die Anforderung an das Verdichtungsverhältnis beträgt $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$.

Zum Erreichen der geforderten Tragfähigkeit auf der Tragschicht wird empfohlen, durch entsprechende Bindemitteldosierung oder Verstärkung der Tragschicht auf dem Planum eine Tragfähigkeit $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ anzustreben.

Zur Beschränkung der Setzungen und Herstellung einer ausreichend tragfähigen Bettung/Auflagerung ist unterhalb der Tragschicht ein Teilbodenaustausch/ Stabilisierung der Lösslehme in einer Mächtigkeit von 1,0m erforderlich.

Zur Bodenstabilisierung siehe Abs. 9. Alternativ zum Bodenaustausch/Bodenstabilisierung ist auch eine flächige Baugrundertüchtigung gem. Abs. 5 geeignet.

In den Abtragsbereichen mit einem Erdplanum im Kies ist die geforderte Tragfähigkeit überwiegend durch Nachverdichtung erreichbar. Dies setzt zur Nachverdichtung günstige Wassergehalte und geringe Feinkorngehalte voraus, was baubegleitend zu überprüfen ist.

Zur Biegebemessung des Hallenbodens ist dann ein Bettungsmodul

$$k_s = 20 \text{ MN/m}^3$$

ansetzbar (Anlage 5.5 und 5.6).

8. Verkehrsflächen

Im Umfeld der Hallen und Gebäude sind Park- und Verkehrsflächen geplant.

Die erkundeten Lösslehme sind in Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) nach ZTV E-StB 17 einzustufen. Die erforderliche Mächtigkeit des frostsicheren Oberbaus beträgt somit etwa 60 cm und ist nach RStO zu bemessen.

Auf dem Planum wird ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 100\%$ empfohlen.

Das Planum im Abtragsbereich im 1. Bauabschnitt wird nahezu durchgängig von Lösslehmen gebildet. Die geforderte Tragfähigkeit ist in den Lösslehmen nicht vorhanden und auch durch Nachverdichten nicht erreichbar. Im Abtragsbereich ist daher ein ca. 0,8 m mächtiger Bodenaustausch (Kiespolster / qualifizierte hydraulische Bodenverbesserung) erforderlich.

Die tatsächlich erforderliche Mächtigkeit ist im Zuge der Bauausführung festzulegen und an die Wassergehalte bzw. Witterungsbedingungen anzupassen.

9. Geländemodellierung / Erdbau

9.1 Erdbaukonzept

Zur Aufbereitung des Geländes ist ein Höhenausgleich im Rahmen einer Geländemodellierung vorgesehen. Das Baufeld des 1. und 2. Bauabschnittes soll auf eine einheitliche Höhe durch Auf- und Abtrag der Erdmassen modelliert werden.

Der schützenswerte Oberboden wird im Vorfeld zur Geländemodellierung abgetragen und gemäß einer separaten bodenkundlichen Planung verwertet. Die Mächtigkeit des schützenswerten Oberbodens wird ebenfalls im Rahmen der bodenkundlichen Planung festgestellt.

Nach aktuellem Planungsstand des Werkslayouts ist nach [8] zunächst die Geländemodellierung des gesamten Gebiets (1. + 2. BA) auf die Werkshöhe von 326,85 mNN geplant.

Im Rahmen der Geländemodellierung sind die Gründungsmaßnahmen gemäß Kap. 5+6 zu berücksichtigen. Zur Ausführung des erforderlichen Bodenaustausches bzw. der Bodenstabilisierung können die Lösslehme ausgehoben, zwischengelagert und unter Beimischung von Bindemitteln (qualifizierte Bodenverbesserung) lagenweise verdichtet wieder eingebaut werden.

In den Auftragsbereichen des Baufeldes sind die Bodenaustauschmaßnahmen vorlaufend zur Aufbringung der Aufschüttungen auszuführen. Diesbezüglich sind Überschneidungen der Geländemodellierung mit den Bodenaustauschmaßnahmen im Rahmen einer detaillierten Erdbauplanung zu berücksichtigen.

In diesem Zusammenhang ist auch eine kontrollierte bauzeitliche Entwässerung des Baufeldes (einschl. Retention, Gräben, Dachprofile, Anschluss Vorflut, etc.) vorzusehen und zu planen.

Die Geländemodellierung verläuft nach Abtrag des schützenswerten Oberbodens durchgängig innerhalb der Lösslehme.

Die Lösslehme weisen eine relativ gleichmäßige Kornzusammensetzung und eine überwiegend geringe, teilweise auch mittlere Plastizität auf. Sie können grundsätzlich durch Beimischung hydraulischer Bindemittel verbessert werden.

Durch eine hydraulische Bindemittelverbesserung wird die Verdichtbarkeit und Verarbeitbarkeit der Lösslehme verbessert, die Tragfähigkeit erhöht bzw. die Setzungsempfindlichkeit und die Witterungsempfindlichkeit reduziert.

Durch die verringerte Witterungsempfindlichkeit wird gleichzeitig das Ausführungsrisiko bei unbeständiger Witterung herabgesetzt.

Zur gezielten Erhöhung der Tragfähigkeit im Rahmen der Gründungsmaßnahmen ist eine qualifizierte Bodenverbesserung nach ZTV E-StB und Merkblatt FGSV auszuführen.

Gegenüber einem Bodenaustausch durch Abfahren der Lösslehme und Lieferung von Austauschböden (Kies) ist die hydraulische Verbesserung durch die Einsparung von Transporten, Ressourcenschonung der Kiesvorkommen und Schonung von Deponieraum auch aus ökologischer Sicht vorteilhaft.

Zur Bodenverbesserung sind die vorhandenen Lösslehme im Bereich der Gründungsmaßnahmen (s. Kap. 5+6) abzutragen, wobei die untere Lage im Baugrund verbleiben und „in situ“ mit Bindemittel verbessert werden kann.

Nach Verbesserung der untersten Schüttlage in den vorhandenen Baugrund sind die nachfolgenden Schüttlagen auf Verdichtungsgrade $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Zusätzlich ist der Luftporengehalt feinkörniger Böden auf $n_a \leq 12 \%$ zu beschränken.

Das Schüttmaterial ist lagenweise einzubauen. Die Schüttlagen sind auf Lagendicken $d \leq 0,3 \text{ m}$ beim Einbau zu beschränken.

Die einzelnen Schüttlagen sind umgehend zu verdichten, um Veränderungen der Wassergehalte durch Austrocknung oder Durchnässung (infolge von Niederschlägen) zu vermeiden.

In Hinblick auf die große Witterungsempfindlichkeit der Böden (siehe auch Kap. 9.3) sind beim Wiedereinbau des Materials auch bei Zugabe von Bindemitteln Verzögerungen im Bauablauf bei wechselhaftem oder schlechtem Wetter nicht auszuschließen.

Bei geringen Temperaturen nahe bis unter 0° Celsius sind Bodenverbesserungen nicht ausführbar, was bei Festlegung des Ausführungszeitraums sowie bei der Bauzeitenplanung zu berücksichtigen ist.

Aus der Auflast des Geländeauftrag resultieren Setzungen in den Lösslehmen in einer Größenordnung von mehreren Zentimetern. Diese Setzungen werden zeitlich verzögert eintreten. Die Auftragsbereiche liegen nahezu vollständig im Baufeld des 2. BA, der zunächst nicht bebaut wird und Liegezeiten bis zum Abklingen der Setzungen daher vertretbar sind.

Zusätzlich sind Eigensetzungen der Aufschüttungen in einer Größenordnung von bis zu 1% der Schütthöhe zu erwarten. Bei hydraulisch verbesserten Böden sind Eigensetzungen aufgrund der hohen Steifemodule jedoch vernachlässigbar.

An den Grundstücksrändern können ggf. erforderlich werdende Böschungen unter einer Neigung von 1 : 1,5 hergestellt werden. Für Gebäude-, Verkehrs- und Stapellasten im Einflussbereich der Böschungsschulter ist die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen.

Die Böschungen sind unmittelbar nach der Herstellung durch Aufbringen des Oberbodens zu begrünen, um die Gefahr von Erosionsschäden nach Niederschlägen in der Böschungsoberfläche zu reduzieren. Für die Begrünung sind Fachplaner einzuschalten.

9.2 Bodenstabilisierung

Die Bodenstabilisierung ist grundsätzlich gemäß ZTV E StB 17 und Merkblatt FGSV auszuführen.

Zur Einhaltung der maximal zulässigen Setzungen ist die Bodenstabilisierung unterhalb der Bebauung als qualifizierte Bodenverbesserung mit einer Anforderung an den Steifemodul $E_s \geq 100 \text{ MN/m}^2$ herzustellen.

Die Art und Dosierung des Bindemittels sind in vorlaufenden Eignungsprüfungen zu ermitteln. In der Eignungsprüfung ist das Erreichen des geforderten Steifemoduls nachzuweisen. Erfahrungsgemäß ist hierzu bei den erkundeten Lösslehmen ein Zementgehalt CEM II 42,5N mit einer Dosierung von mind. 3,0 M-% geeignet.

Gleichzeitig ist die Verdichtbarkeit der Lösslehme beim Einbau durch Einstellung der Wassergehalte auf $w \approx w_{pr}$ sicherzustellen. Die Wassergehalte sind baubegleitend und arbeitstäglich im Rahmen der Eigenüberwachung zu prüfen und zu dokumentieren.

Insbesondere in trockenen und warmen Witterungsperioden kann unter Berücksichtigung der erforderlichen Zementbeimischung eine Zugabe von Wasser notwendig werden. Die Dosierung einer Wasserzugabe ist an die tatsächlichen Verhältnisse anzupassen. Das Wasser ist mittels Bodenfräsen homogen in den Boden einzumischen, Einwirkzeiten gemäß Merkblatt FGSV sind zu berücksichtigen.

Bei erhöhten Wassergehalten $w > w_{pr}$ ist eine Reduzierung der Wassergehalte durch Beimischung zusätzlicher Bindemittel erforderlich, wobei hierzu Branntkalk CL90 aufgrund des hohen Wasseranspruchs und daher hohen Effizienz besonders geeignet sind. Die Beimischung von Kalk ist bedarfsweise und ergänzend zum Mindestzementgehalt auszuführen.

Das Bindemittel ist mittels Bodenfräsen homogen in den Untergrund einzumischen und umgehend auf $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Die Verarbeitungszeiten gemäß dem Merkblatt der FGSV sind zu beachten.

Die Wassergehalte der Böden sind grundsätzlich von den Witterungsbedingungen abhängig und daher vor der Bauausführung zu überprüfen.

Zur Ausführung der Bodenverbesserung sind die Hinweise des Merkblattes der FGSV für Bodenverbesserungen und Bodenverfestigungen mit hydraulischem Bindemittel zu beachten.

Generell ist beim Ausstreuen des Bindemittels mit möglichen Windverfrachtungen zu rechnen. Die Verträglichkeit ist im Hinblick auf die umliegende Bebauung und die Bundesstraße zu prüfen. Gegebenenfalls können zur Verringerung von Staubemissionen auch Fräsen mit integrierter Streueinrichtung bzw. staubarme Bindemittel verwendet werden.

9.3 Witterungsempfindlichkeit

Die Lösslehme sind sehr empfindlich gegen Witterungseinflüsse und mechanische/dynamische Beanspruchung. Frei liegende Aushubsohlen und aufgebrachte Schüttlagen sowie fertiggestellte Planien sind vor Witterungseinflüssen (Durchnässung / Austrocknung) zu schützen und dürfen nicht befahren werden.

Aushubsohlen und unverdichtete Schüttlagen sind bei Niederschlägen besonders für Durchnässung gefährdet und sind vor dem Einsetzen von Niederschlägen abzuwalzen. Zur Vermeidung von Stauwasser sind Abtragsbereiche und die Schüttlagen gemäß ZTV E-StB mit einem Gefälle von mind. 3 % zu profilieren. Die Entwässerung der Tiefpunkte ist im bauzeitlichen Entwässerungskonzept zu berücksichtigen.

Eine Befahrung der Lösslehme ist mit Radfahrzeugen nicht möglich und zur Vermeidung von Zerfahrungen / Aufweichungen / Fahrspuren nicht zulässig. Baustraßen sind anzulegen und zu unterhalten.

Ein dynamisches Nachverdichten der Aushubsohle ist zur Vermeidung von Aufweichungen ebenfalls nicht zulässig. Die erste Schüttlage ist zur Vermeidung von Matratzenbildung mit geringer Amplitude zu verdichten.

Für die Verdichtung von hydraulisch verbesserten Lösslehmen sind Stampffußbandagen vorzusehen, wobei bei unbeständiger Witterung abschließende Glättungen der Stampffuß-eisenkungen (Gefahr von Wasseransammlung und Aufweichung) mittels Grader und Glattmantelbandage vorzunehmen sind.

Zwischengelagerte Aushubmassen sind ebenfalls vor Witterungseinflüssen (Durchnässung/Austrocknung) zu schützen. Zum Wiedereinbau vorgesehene Erdmassen sind verdichtet in Mieten einzubauen; die Oberfläche ist zu profilieren und abzuwalzen, um eindringendes Niederschlagswasser weitestgehend zu vermeiden.

9.4 Befahrbarkeit

Das Baufeld ist auf den Ackerflächen und den freigelegten Lösslehmen mit Radfahrzeugen insbesondere nach Niederschlägen bzw. bei erhöhten Wassergehalten nicht befahrbar.

Zum Transport von Böden und Baustoffen innerhalb des Baufeldes sind Baustraßen erforderlich (auch zum Abtrag und Verbringen der Ackerböden), die zumindest teilweise Bestandteil der späteren Auftragsbereiche oder der Verkehrsflächen sein können. Die Baustraßen sind zu unterhalten.

Für den Einsatz von Großgeräten und die Herrichtung der Baustelleneinrichtungsflächen sind tragfähige Arbeitsebenen anzulegen und zu unterhalten.

Zur Herstellung der Baustraßen und Arbeitsebenen ist eine Bodenstabilisierung gem. Abs. 9.2 oder grobkörnige Steinschüttung der Körnung 0/100 in einer Mächtigkeit von mind. 0,7 m erforderlich, wobei die Oberfläche zur besseren Befahrbarkeit aus Schotter der Körnung 0/45 gemäß ZTV SoB StB abgedeckt werden sollte. Auf dem anstehenden, feinkörnigen Untergrund wird vor dem Einbau von Steinschüttungen das Einlegen eines Geotextils empfohlen.

9.5 Qualitätssicherung

Zur Qualitätssicherung im Zuge der Geländemodellierung wird die Prüfmethode M 3 der ZTV E-StB 17 vorgeschlagen.

Die Anwendung der Methode M 3 setzt voraus, dass das Arbeitsverfahren entweder aufgrund von Erfahrungen oder als Ergebnis vorlaufender Testfelder festgelegt ist. Testfelder können auch im Baubereich angelegt werden.

Die Mindestanzahl der Eigenüberwachungsprüfungen beträgt 1 Prüfung je 1.000 m².

Grundsätzlich gelten bei der Qualitätssicherung die Anforderungen der ZTV E-StB 17.

Für die Ausführung ist ein Qualitätssicherungsplan zu erstellen.

10. Baugruben

Die Baugrube kann bei ausreichenden Platzverhältnissen grundsätzlich frei geböscht angelegt werden, wenn die Wandneigungen unter 45° hergestellt und gegen Witterungseinflüsse geschützt werden. Bei hydraulisch verbesserten Böden kann die Böschungsneigung auf 60° versteilt werden.

Bei Verkehrs- oder Stapellasten (z.B. Kranlasten) auf der Böschungsschulter ist die Stand-sicherheit der Baugrubenböschungen nach DIN 4084 nachzuweisen.

Fundamentgräben in der Baugrubensohle sind kurzzeitig auch senkrecht standfest. Senkrecht abgeschachtete Gruben dürfen bei Tiefen $\geq 1,25$ m ohne weitere Sicherungsmaßnahmen nicht betreten werden. Die Hinweise der DIN 4124 sind zu beachten.

Die Platzverhältnisse zur Ausführung frei geböschter Baugruben sind insbesondere angrenzend an Grundstücksgrenzen sowie an bereits hergestellte Bebauung im Zuge der Planung zu prüfen. Bei nicht ausreichenden Platzverhältnissen werden Baugrubensicherungen erforderlich. Ggf. werden hierzu weitere Angaben nachgereicht.

Die Baugrubensohlen liegen nach derzeitigem Kenntnisstand oberhalb des Bemessungswasserstandes. Wasserhaltungsmaßnahmen beschränken sich daher auf das Sammeln und Ableiten von Oberflächenwasser bzw. eventuell austretendem Schichtwasser. Dies kann mit einer offenen Wasserhaltung mittels Ringdränage und Pumpensumpf am tiefsten Punkt der Baugrube abgeführt werden.

Aufgrund der großflächig freizulegenden Böden und der Geländemodellierung mit Gründungsmaßnahmen sind eine gesonderte Erdbauplanung sowie ein Entwässerungskonzept erforderlich.

Zum Baugrubenaushub und zum Schutz der Aushubsohle gelten die Hinweise aus Kap. 9 analog.

11. Versickerungsfähigkeit

Für die Entwässerung des Baufeldes sind im Bau- und Endzustand Versickerungsanlagen vorgesehen. Zur genauen Lage und Tiefe der Versickerungsanlagen liegen keine Angaben vor.

Grundsätzlich versickerungsfähige Schichten wurden mit den Kiesen in Tiefen von 1 m bis 5 m unter Geländeoberkante bzw. 322,5 mNN bis 326,5mNN erkundet. Die überlagernden Lösslehme sind nur sehr gering durchlässig und für Versickerungen nicht geeignet.

In den gesättigten Kiesen wurden in Pumpversuchen über die gesamte Schichtdicke Durchlässigkeitsbeiwerte von $2,7 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $2,6 \cdot 10^{-6}$ m/s ermittelt, die innerhalb des entwässerungstechnisch relevanten Bereiches nach DWA-Merkblatt A138 von $1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen.

Die Kiese sind überwiegend als durchlässig bis stark durchlässig nach DIN 18130-1 zu bewerten.

Damit die Bemessung der Versickerungsanlagen unabhängig von der Bestimmungsmethode erfolgen kann, ist gemäß dem DWA-Merkblatt A138 ein sog. Bemessungs- k_f -Wert in Abhängigkeit der Prüfmethode zugrunde zu legen. Die in Feldersuchen ermittelten Prüfwerte sind hierzu mit einem empirischen Korrekturfaktor von 2 (DWA-A 138, Tab. B.1) zu multiplizieren. Im Rahmen der Bemessung der Versickerungsanlage ist dieser Wert mit den zugehörigen Sicherheitsbeiwerten abzumindern.

Maßgebend für die Einleitungsstelle des Sickerwassers ist insbesondere die Schichtoberzone, in der teilweise ein hoher Sandanteil sowie feinkörnige Nebenbodenarten festgestellt wurden. In Hinblick darauf wird empfohlen, eine Einbindung von Versickerungsanlagen in den Kiesen von mind. 1 m vorzusehen.

In den Kiesen sind zudem schwach durchlässige Tonbänder eingelagert, die engräumige Unstetigkeiten der Versickerungsfähigkeit darstellen.

Durch die stark variierenden Sand- und Feinkornanteile in den Kiesen und somit auch der Durchlässigkeitsbeiwerte sind als Grundlage zur Dimensionierung von Versickerungsanlagen Detailuntersuchungen im Bereich der geplanten Anlagen durchzuführen.

Im Rahmen der Baustellenentwässerung ist mit einem erheblichen Anteil an Schwebstoffen und im Wasser mitgeführten Bodenpartikeln zu rechnen. Absetz- und Retentionsanlagen sowie wartungsfreundliche Einrichtungen von Versickerungsanlagen sind daher vorzusehen.

Infolge von Sedimentation in der Versickerungsanlage ist ein längerer Einstau der Versickerungsfläche und ggf. ein reduziertes Rückhalte- und Umwandlungsvermögen infolge anaerober Verhältnisse in der ungesättigten Versickerungszone möglich. Eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit ist daher vorzusehen.

Die Genehmigungsfähigkeit von Versickerungsanlagen ist auch unter dem Aspekt der teilweise erhöhten Schadstoffgehalte im Wasser und im Boden zu prüfen.

Versickerungsanlagen sind unter Berücksichtigung des Grundwasserflurabstandes und des DWA-Merkblatt A138 zu planen.

12. Zusammenfassung

Zur geplanten Ansiedlung ZETA in Straßkirchen wurden Baugrundhauptuntersuchungen durchgeführt und geotechnische Hinweise für die Geländemodellierung im 1.+2. BA sowie die Bebauung des 1. BA erarbeitet.

Gelände und Baugrund:

Das Gelände besteht aus bewirtschafteten Ackerflächen mit landwirtschaftlichen Wegen. Die vorhandene Geländeoberkante verläuft auf einer Höhe von 323,54 mNN bis 330,46 mNN. Das Gelände soll durch Bodenabtrag und -auftrag innerhalb des 1.+2. BA auf eine einheitliche Höhe modelliert werden.

Der Baugrund wird unterhalb des Ackerbodens von weichen bis steifen Lösslehmen bis in Tiefen von 1 m bis 5 m unter GOK bzw. 322,5 mNN bis 326,5 mNN gebildet.

Die Lösslehme weisen eine geringe Tragfähigkeit und hohe Setzungsempfindlichkeit auf; sie sind stark witterungsempfindlich und zum Abtrag konzentrierter Gründungslasten ohne weitere Maßnahmen nicht geeignet.

Darunter folgen Kiese mit insgesamt hoher Tragfähigkeit, die einen setzungsarmen Abtrag auch hoch belasteter Einzelfundamente ermöglichen.

Grundwasser und Versickerung:

Die Lösslehme sind gering bis sehr gering durchlässig. Die Kiese sind insgesamt durchlässig bis stark durchlässig, enthalten jedoch lokale Unstetigkeiten durch erhöhte Sandanteile und eingelagerte Tonbänder. Die Durchlässigkeit ist daher an den geplanten Stellen von Versickerungsanlagen zu überprüfen.

Grundwasserstände wurden in Tiefen von 7,20 m bis 8,80 m unter GOK gemessen, entsprechend zwischen 318,84 mNN und 321,6 mNN. Für den Bau- und Endzustand wird ein Bemessungswasserstand unter Berücksichtigung der Grundwasserschwankung von 2,0 m über den gemessenen Wasserständen maßgebend.

Im Grundwasserschwankungsbereich wurden teilweise erhöhte Schadstoffgehalte im Wasser und im Boden festgestellt.

Detaillierte Angaben zur Schadstoffsituation des Bodens und des Grundwassers sowie zur Radonaktivität des Untergrundes sind Gegenstand der umwelttechnischen Standortuntersuchung (Bericht Nr. 4201-1G01 vom 28.10.2022).

Weitere umwelttechnische Untersuchungen oder abfalltechnische Deklarationsanalysen sind auftragsgemäß nicht Gegenstand des vorliegenden Berichtes.

Gründung:

Unterhalb der hoch beanspruchten Fundamente der Gebäude TEM, VZ, EZ und RZ sind die Lösslehme vollständig auszutauschen oder qualifiziert hydraulisch zu verbessern (Bodenstabilisierung). Die Mächtigkeit des Austausches beträgt 0,0 – 1,5 m und ist detailliert aus dem digitalen Geländemodell mit dem Schichtenverlauf des Kieshorizontes zu entnehmen.

Die Fundamentsohle des geplanten Feuerwehrgebäudes kommt bereits planmäßig im Übergangsbereich der Lösslehme zu den tragfähigen Kiesen zu liegen.

Für die Einzelfundamente der Gebäude NSM, ENT und Pforte ist ein 0,5 m mächtiger Bodenaustausch vorzusehen, um die Setzungen und Setzungsdifferenzen auf max. 2 cm zu beschränken.

Unter den Gründungen auf elastisch gebetteter Bodenplatten sowie unter den Hallenböden ist zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Auflagers und zur Beschränkung der Setzungen ein 1,0m mächtiger Teilbodenaustausch vorzusehen.

Die Bodenaustausch/-stabilisierungsmaßnahmen sollten im Rahmen der Geländemodellierung ausgeführt werden.

Alternativ zum Bodenaustausch bzw. zur Bodenstabilisierung wurden weitere Gründungsmöglichkeiten wie z.B. Kiessäulen im Rüttelstopfverfahren, CMC Säulen (Betonverdrängungssäulen), Steinsäulen mittels dynamischer Intensivverdichtung, duktile Gussrammpfähle oder Unterbetonsockel aufgezeigt. Als Grundlage zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit im Zuge der weiteren Planung wurden Vordimensionierungen der Gründungsmaßnahmen durchgeführt.

Ausführung

Die Erdbaumaßnahmen und die bauzeitliche Entwässerung des Baufeldes sind zu planen.

Die Ackerflächen und die frei gelegten Lösslehme sind stark witterungsempfindlich und insbesondere nach Niederschlägen nicht befahrbar. Baustraßen und tragfähige Arbeitsebenen sind herzustellen.

Im Planum von Verkehrsflächen im Abtragsbereich ist ein ca. 0,8 m mächtiger Bodenaustausch (Kiespolster / Bodenstabilisierung) erforderlich.

Die Bodenstabilisierung ist als qualifizierte hydraulische Bodenverbesserung nach Merkblatt FGSV auszuführen, wobei von einem Mindestzementgehalt (CEM II 32,5N) von 3 M.-% sowie ergänzender Wasser- oder Kalkbeimischung (CL90) zur Einstellung optimaler Wassergehalte auszugehen ist.

Die Baugrubensohlen kommen nach derzeitigem Kenntnisstand oberhalb des Bemessungswasserstandes zu liegen.

Für die Ausführung des Erdbaus ist ein Qualitätssicherungskonzept aufzustellen und zu betreiben.

Hinweise zum Vorabzug:

Bei vorliegendem Bericht handelt es sich um einen Vorabzug, dem die bislang durchgeführten Aufschlüsse zugrunde liegen. Die Untersuchungen mussten während der Durchführung aus Gründen des Naturschutzes unterbrochen werden.

Die vorhandenen Aufschlüsse der Hauptuntersuchung liegen überwiegend im 1. BA. Die Ausführung der verbleibenden Aufschlüsse (vorwiegend im 2. BA) ist in den kommenden Wochen nach Aberntung der Ackerflächen vorgesehen.

Der vorliegende Bericht wird anschließend um die verbleibenden Aufschlüsse ergänzt und in abschließender Fassung vorgelegt.

Saarbrücken, 16.08.2023

gesehen:


Dipl.-Ing. Frank Lang

bearbeitet:


Dr. Jung + Lang Ingenieure GmbH
Geotechnik und Umwelt
Europaallee 1
66113 Saarbrücken

Prof. Dr.-Ing. Stefan Jung

A N L A G E 0

Legende

Anlage 0: Legende

ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

	SCH	Schurf
	B	Bohrung
	BK	Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung
	BP	Bohrung mit Gewinnung nicht gekernter Proben
	BuP	Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben
	DPL	Rammsondierung leichte Sonde DIN 4094
	DPM	Rammsondierung mittelschwere Sonde DIN 4094
	DPH	Rammsondierung schwere Sonde DIN 4094
	BS	Sondierbohrung
	CPT	Drucksondierung nach DIN 4094
	RKS	Rammkernsondierung
	GWM	Grundwassermeßstelle

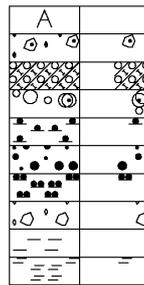
PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1

	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrende
	Ruhewasserstand
	Schichtwasser angebohrt
	Sonderprobe
	Bohrprobe (Eimer 5 l)
	Bohrprobe (Glas 0.7l)
	k.GW kein Grundwasser
	Verwachsene Bohrkernprobe

BODENARTEN

Auffüllung		A	
Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Geschiebemergel	mergelig	Mg me	
Kies	kiesig	G g	
Mudde	organisch	F o	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Steine	steinig	X x	
Ton	tonig	T t	
Torf	humos	H h	



FELSARTEN

Fels,allgemein	Z	
Fels,verwittert	Zv	
Granit	Gr	
Kalkstein	Kst	
Kongl.,Brekzie	Gst	
Mergelstein	Mst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

NEBENANTEILE

'	schwach (< 15 %)
—	stark (ca. 30-40 %)
"	sehr schwach;
=	sehr stark

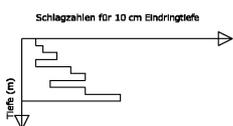
KONSISTENZ

brg		breiig
stf		steif
fst		fest
wch		weich
hfst		halbfest

FEUCHTIGKEIT

klü		naß
klü		klüftig
klü		stark klüftig

RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094



	DPL 10	DPM 10	DPH 15
Spitzendurchmesser	3.57 cm	3.56 cm	4.37 cm
Spitzenquerschnitt	10.00 cm ²	10.00 cm ²	15.00 cm ²
Gestängedurchmesser	2.20 cm	2.20 cm	3.20 cm
Rammbergewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg
Fallhöhe	50.0 cm	20.0 cm	50.0 cm

BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094

	0,35-0,80 13 Schl./30cm	offene Spitze
	1,55-2,00 15 Schl./30cm	geschlossene Spitze

A N L A G E 1

Lageplan, Erkundungsprogramm



(970x520 mm)

Legende:

= Rammkernbohrung	= Rammkernbohrung
= Rammsondierung	= Rammsondierung

Aufschlüsse aus G01 und G02

= Rammkernbohrung	= Rammkernbohrung
= Rammsondierung	= Rammsondierung

Aufschlüsse noch nicht ausgeführt

= Rammkernbohrung	
= Rammsondierung	

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
 Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Lageplan Aufschlüsse

		Anlage Nr.: 1.1 Maßstab: 1:250
Europaallee 17 66113 Saarbrücken Tel: 0681 / 92799870 Fax: 0681 / 92799879 E-Mail: info@jl-ingenieure.com	Herzogenbuscher Straße 54 54292 Trier Tel: 0651 / 4627863 Fax: 0651 / 4627864	Untermert 6 76135 Karlsruhe Tel: 0721 / 98819007 Fax: 0721 / 98819008 www.jl-ingenieure.com
Bearbeiter: Senja Wittig Gezeichnet: Susanne Schirra Date: 4201-G04-Lageplan.dwg ProjektNr.: 4201-1-G04	Datum: 07.07.2023	

Erkundungsprogramm tabellarisch

Tabelle 1: Erkundungsprogramm (schwarz markiert sind die bereits durchgeführten Aufschlüsse, rot markiert die noch zu untersuchenden Punkte)

Aufschluss	UTM 32U, E	UTM 32U, N	Höhe [mNN]	DPH
DPH/BS 101	775616,710	5413807,56	326,99	5/ 5
DPH 102	775552,938	5413841,35	327,12	5
DPH 103	775490,246	5413875,05	325,72	5
DPH 104	775426,268	5413909,59	324,22	5
DPH/BS105	775363,473	5413943,14	326,35	5/ 5
DPH 106	775302,046	5413980,40	327,17	5
DPH 107	775241,369	5414018,79	327,78	4,4
DPH 108	775181,555	5414056,23	327,90	3,5
DPH 109	775118,756	5414095,66	327,69	7
DPH 110	775041,299	5414105,66	327,83	3,8
DPH/BS 111	774983,580	5414140,83	327,91	4,9/ 5
DPH 112	774919,660	5414181,48	327,40	3,8
DPH 113	774854,347	5414212,94	326,74	5
DPH/BS 114	774789,675	5414244,79	326,71	3,8/ 3,1
DPH 115	774725,907	5414277,90	327,35	4,3
DPH/BS 116	774663,716	5414315,87	327,49	4/ 3,3
DPH 117	774648,588	5414284,77	327,72	5
DPH/BS 118	774712,249	5414251,22	327,28	4/ 5
DPH 119	774776,140	5414217,94	326,82	4
DPH 120	774839,716	5414184,54	326,68	4
DPH 121	774963,164	5414111,91	327,88	3,6
DPH 122	775024,028	5414073,67	327,73	4
DPH/BS 123	775095,158	5414067,53	327,75	5,9/ 5
DPH 124	775164,286	5414024,52	327,61	3,3
DPH 125	775224,574	5413986,79	327,69	3,9
DPH 126	775283,238	5413945,75	327,09	5
DPH 127	775347,563	5413911,23	326,44	5
DPH 128	775411,156	5413876,91	324,33	5
DPH/BS 129	775474,012	5413843,12	325,40	5/ 5
DPH 130	775537,448	5413808,91	326,99	5
DPH 131	775599,557	5413775,51	327,10	5
DPH 132	775521,864	5413776,45	327,00	5
DPH 133	775396,638	5413843,90	324,42	5
DPH 134	775266,859	5413913,29	326,98	5
DPH/BS 135	775207,644	5413954,67	327,65	3,3/ 5
DPH 136	775085,278	5414031,32	327,96	3,9
DPH 137	774947,190	5414078,91	327,75	4,4
DPH 138	774887,962	5414116,11	327,11	5
DPH/BS 139	774824,017	5414154,11	326,89	3,4/ 5
DPH 140	774760,577	5414187,85	326,99	3,3
DPH 141	774696,211	5414220,93	327,36	4
DPH 142	774632,527	5414254,21	327,79	4
DPH 143	774616,717	5414223,90	328,02	4
DPH 144	774680,756	5414190,02	327,68	4

Erkundungsprogramm tabellarisch

Fortsetzung Tab.1:

Aufschluss	UTM 32U, E	UTM 32U, N	Höhe [mNN]	DPH
DPH/BS 145	774744,303	5414157,77	327,20	3,8/ 3,4
DPH 146	774807,958	5414123,56	326,91	4
DPH 147	774868,346	5414085,79	326,90	5
DPH 148	774929,790	5414047,26	327,56	5
DPH 149	775006,423	5414038,10	328,06	3,7
DPH 150	775067,257	5414000,14	327,95	4,3
DPH/BS 151	775129,786	5413961,15	327,82	4,2/ 5
DPH 152	775190,564	5413923,22	327,40	14
DPH 153	775250,774	5413881,10	327,03	5
DPH 154	775315,772	5413846,20	326,99	5
DPH 155	775381,045	5413811,31	324,70	5
DPH 156	775440,282	5413779,68	324,29	5
DPH/BS 157	775506,266	5413744,18	326,69	5/ 5
DPH 158	775566,032	5413711,89	327,17	5
DPH 159	775548,764	5413680,24	327,31	5
DPH 160	775489,816	5413711,79	325,53	5
DPH 161	775422,993	5413747,94	324,54	5
DPH/BS 162	775365,186	5413779,02	325,14	5/ 5
DPH 163	775299,447	5413814,26	326,96	5
DPH 164	775234,059	5413849,66	327,06	5
DPH 165	775174,886	5413892,80	327,44	14
DPH 166	775112,791	5413929,23	327,69	5
DPH 167	775051,499	5413967,40	327,88	5
DPH/BS 168	774990,992	5414005,36	328,00	5/ 5
DPH 169	774912,766	5414015,60	327,44	4,1
DPH 170	774852,347	5414053,30	326,89	7
DPH 171	774792,137	5414093,23	326,89	4
DPH 172	774728,153	5414126,48	327,06	4,5
DPH 173	774664,572	5414160,08	327,70	3
DPH/BS 174	774600,514	5414193,48	328,02	4/ 3,4
DPH 175	774584,795	5414162,83	328,06	3,6
DPH 176	774648,642	5414129,63	327,75	3,5
DPH 177	774712,271	5414096,09	327,11	4
DPH/BS 178	774776,197	5414062,81	326,95	4/ 3,4
DPH 179	774835,818	5414030,93	327,10	5
DPH 180	774895,548	5413983,94	327,31	4,9
DPH 181	774974,452	5413973,18	328,08	4,1
DPH 182	775034,268	5413935,67	327,93	5,6
DPH 183	775095,269	5413897,66	327,88	3,7
DPH/BS 184	775158,68	5413862,36	0,00	4,4/ 5
DPH 185	775217,073	5413817,72	327,10	5
DPH 186	775283,402	5413782,02	326,57	5
DPH 187	775350,302	5413746,14	325,51	5
DPH 188	775405,513	5413716,40	324,77	5
DPH 189	775474,445	5413679,40	325,02	5
DPH/BS 190	775531,564	5413648,67	327,32	5/ 5
DPH 191	775514,516	5413616,65	327,16	5
DPH 192	775458,436	5413646,90	324,93	5

Erkundungsprogramm tabellarisch

Fortsetzung Tab.1:

Aufschluss	UTM 32U, E	UTM 32U, N	Höhe [mNN]	DPH
DPH 193	775388,178	5413684,63	325,15	5
DPH 194	775334,333	5413713,56	325,44	5
DPH 195	775266,652	5413749,89	325,92	5
DPH/BS 196	775199,985	5413785,81	327,04	5/ 5
DPH 197	775144,472	5413830,80	327,69	4,4
DPH 198	775079,108	5413865,16	327,77	5,6
DPH 199	775020,711	5413901,65	328,10	4,2
DPH 200	774956,623	5413941,70	327,92	4,1
DPH 201	774877,898	5413952,84	327,18	5
DPH/BS 202	774827,244	5413997,48	327,20	5/ 5
DPH 203	774760,167	5414032,19	327,00	4
DPH 204	774632,478	5414099,00	327,86	4
DPH 205	774552,898	5414102,05	327,82	4
DPH 206	774617,565	5414067,73	327,79	3
DPH/BS 207	774680,532	5414035,34	327,54	4/ 4
DPH 208	774744,202	5414001,82	327,16	4
DPH 209	774864,434	5413927,80	327,31	5
DPH 210	775000,749	5413871,82	328,12	5
DPH/BS 211	775063,280	5413834,90	327,60	5/ 5
DPH 212	775183,252	5413753,91	326,74	5
DPH 213	775250,392	5413718,07	326,05	5
DPH 214	775318,627	5413681,27	325,79	5
DPH/BS 215	775442,273	5413614,85	325,04	5/ 5
DPH 216	775497,898	5413584,79	327,16	5
DPH 217	775426,443	5413582,29	325,53	5
DPH/BS 218	775353,617	5413621,57	325,72	5/ 5
DPH 219	775302,454	5413648,82	326,36	5
DPH 220	775165,911	5413722,38	326,24	5
DPH 221	775109,536	5413753,34	326,97	5
DPH 222	775047,192	5413804,22	327,67	5
DPH/BS 223	774984,142	5413838,41	328,23	5/ 5
DPH 224	774922,592	5413876,00	327,81	5
DPH 225	774855,832	5413904,58	327,37	5
DPH 226	774791,751	5413938,34	327,37	3,5
DPH 227	774728,387	5413971,51	327,28	3,5
DPH 228	774664,328	5414004,54	327,78	4
DPH/BS 229	774600,901	5414038,62	327,93	3,5/ 3,2
DPH 230	774537,300	541407,10	327,81	4
DPH/BS 231	774520,816	5414041,31	327,86	4/ 3,4
DPH 232	774584,617	5414007,90	328,25	3,5
DPH 233	774648,532	5413974,37	328,00	3,5
DPH 234	774712,317	5413940,97	327,42	3,5
DPH 235	7747762,340	5413907,67	327,21	3,5
DPH 236	774833,060	5413877,49	327,36	5
DPH/BS 237	774906,841	5413845,41	327,59	5/ 5
DPH 238	774967,597	5413807,45	328,05	5
DPH 239	775031,465	5413771,83	327,58	5
DPH 240	775095,185	5413740,63	326,78	5

Erkundungsprogramm tabellarisch

Fortsetzung Tab.1:

Aufschluss	UTM 32U, E	UTM 32U, N	Höhe [mNN]	DPH
DPH 241	775149,729	5413690,25	326,52	5
DPH 242	775217,615	5413653,85	326,95	5
DPH/BS 243	775286,459	5413616,83	326,62	5/ 5
DPH 244	775335,758	5413590,27	325,64	5
DPH 245	775410,158	5413550,39	325,96	5
DPH 246	775462,975	5413522,00	327,17	5
DPH 247	775452,762	5413486,46	327,38	5
DPH/BS 248	775393,690	5413517,99	326,38	5/ 5
DPH 249	775317,850	5413558,96	325,59	5
DPH 250	775270,227	5413584,46	326,68	5
DPH 251	775200,981	5413621,65	327,32	5
DPH 252	775130,525	5413660,43	326,90	5
DPH/BS 253	775079,120	5413710,08	326,47	5/ 5
DPH 254	775015,168	5413739,46	327,35	5
DPH 255	774951,664	5413777,02	327,89	5
DPH 256	774889,542	5413813,90	327,59	5
DPH 257	774814,874	5413852,31	327,81	3,6
DPH 258	774760,166	5413877,11	327,24	4
DPH/BS 259	774696,370	5413910,53	327,50	4/ 5
DPH 260	774632,457	5413944,06	328,34	4
DPH 261	774568,925	5413977,47	328,05	5
DPH 262	774504,880	5414010,87	327,81	4
DPH/BS 263	774489,063	5413980,33	327,84	3,9/ 3,5
DPH 264	774552,998	5413947,03	327,97	11
DPH 265	774616,517	5413913,62	328,21	4,1
DPH 266	774680,562	5413880,21	327,85	12,1
DPH 267	774744,236	5413846,69	327,28	10
DPH/BS 268	774807,547	5413813,73	327,98	4,4/ 3,9
DPH 269	774872,514	5413781,86	327,50	5
DPH 270	774935,459	5413746,59	327,62	5
DPH 271	774998,169	5413707,92	327,08	5
DPH 272	775061,044	5413677,57	326,64	5
DPH 273	775116,060	5413625,97	327,62	5
DPH/BS 274	775184,037	5413590,06	327,30	5/ 5
DPH 275	775253,565	5413552,82	326,65	5
DPH 276	775301,163	5413527,08	325,78	5
DPH 277	775377,260	5413486,32	326,80	5
DPH/BS 278	775440,427	5413451,94	327,86	5/ 5
DPH/BS 279	774834,579	5413757,50	327,39	5/ 5
DPH 280	774706,469	5413824,30	327,69	3,5
DPH 281	774437,075	5413925,71	327,60	3,9
DPH 282	774563,091	5413861,06	328,09	4
DPH 283	774691,779	5413792,65	327,82	3,3
DPH 284	774814,819	5413726,90	327,81	3,8
DPH 285	774807,162	5413696,77	327,92	4
DPH 286	774674,685	5413763,73	328,00	3,7
DPH 287	774547,143	5413830,65	328,16	3,9
DPH/BS 288	774419,584	5413897,49	327,57	3,6/ 3

Erkundungsprogramm tabellarisch

Fortsetzung Tab.1:

Aufschluss	UTM 32U, E	UTM 32U, N	Höhe [mNN]	DPH
DPH 289	774403,637	5413867,04	327,58	4,2
DPH 290	774531,090	5413800,10	328,19	3,8/ 3,4
DPH/BS 291	774658,654	5413733,28	328,03	3,7
DPH 292	774786,129	5413666,58	327,48	3,8
DPH 293	774770,174	5413636,16	327,52	4,7
DPH 294	774642,600	5413702,97	327,84	15,7
DPH 295	774515,008	5413769,79	328,17	4,9
DPH 296	774384,567	5413834,63	327,63	3,2/ 5
DPH/BS 297	774368,018	5413807,08	327,62	4,5
DPH 298	774499,369	5413739,43	328,27	5
DPH 299	774626,788	5413672,42	328,14	5/ 5
DPH/BS 300	774751,696	5413611,99	327,47	5
DPH/BS 301	774770,181	5413806,17	327,39	4,5

A N L A G E 2

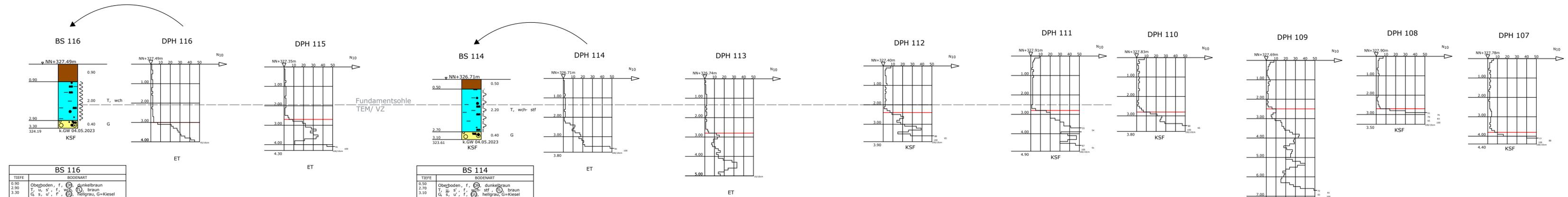
Baugrundschnitte

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN

gepl.Gebäude 050.0

gepl.Gebäude 051.0

gepl.Gebäude 052.0



DPH 106
noch nicht
ausgeführt

BS/DPH 105-101
noch nicht
ausgeführt

BS 116	
TIEFE	BODENART
0.50	Oberboden, f, d_{10} dunkelbraun
2.90	T, w, s', f, d_{10} braun
3.30	G, s, u', f', d_{10} hellgrau, G=Kiesel

BS 114	
TIEFE	BODENART
0.50	Oberboden, f, d_{10} dunkelbraun
2.70	T, w, s', f, d_{10} braun
3.10	G, s, u', f', d_{10} hellgrau, G=Kiesel

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt A-A

		Anlage Nr.: 2.1	
		Maßstab: M.d.Höhe 1:100	
Bearbeiter: Senta Wittig	Datum:		
Gezeichnet: Susanne Schirra	30.06.2023		
Datei: 4201-G04-Schnitte.dwg			
Projekt-Nr.: 4201-G04			

Europaallee 17
 66113 Saarbrücken
 Tel: 0681 / 92799870
 Fax: 0681 / 92799879
 E-Mail: info@jl-ingenieure.com

Herzogenbuscher Straße 54
 54292 Trier
 Tel: 0651 / 4627863
 Fax: 0651 / 4627864
 www.jl-ingenieure.com

Unterraut 6
 76135 Karlsruhe
 Tel: 0721 / 98819007
 Fax: 0721 / 98819008
 www.jl-ingenieure.com

(1160x297 mm)

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN

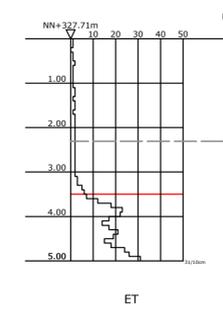
gepl.Gebäude 050.0

gepl.Gebäude 010.0

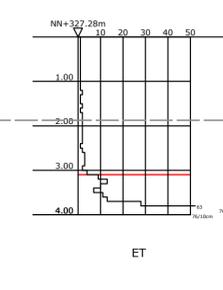
gepl.Gebäude 051.0

gepl.Gebäude 052.0

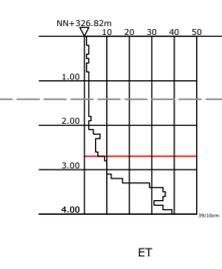
DPH 117



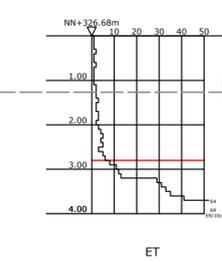
DPH 118



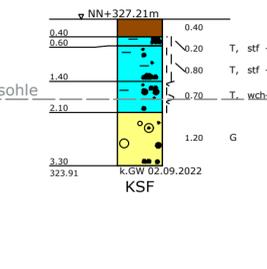
DPH 119



DPH 120

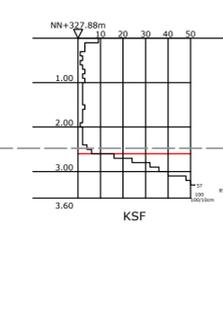


BS 12
(aus G01)

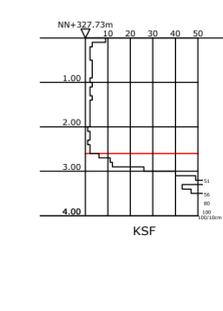


Fundamentsohle
TEM/ VZ

DPH 121



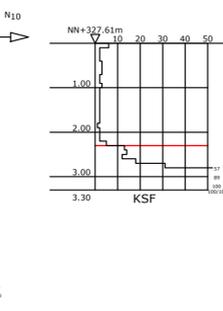
DPH 122



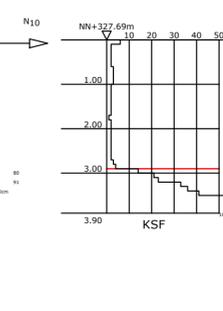
DPH 123



DPH 124



DPH 125



DPH 126
noch nicht
ausgeführt

BS/DPH 127-131
noch nicht
ausgeführt

BS 12	
TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f-P, braun, Acker
0.60	T, u, s', f, hfst, braun
1.40	T, u, s' - s, f, hfst, braun
2.10	T, u, s' - s, f, wch- stf, braun
3.30	G, s, u', f, grau, Kiesel, Sandnester

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt B-B

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaallee 17
66113 Saarbrücken
Tel: 0681 / 92799870
Fax: 0681 / 92799879

Herzogenbuscher Straße 54
54292 Trier
Tel: 0651 / 4627863
Fax: 0651 / 4627864

Unterreut 6
76135 Karlsruhe
Tel: 0721 / 98819007
Fax: 0721 / 98819008

E-Mail: info@jl-ingenieure.com www.jl-ingenieure.com

Anlage Nr.: 2.2

Maßstab: M.d.Höhe 1:100

Bearbeiter: Senta Wittig Datum: 30.06.2023

Gezeichnet: Susanne Schirra

Datei: 4201-G04-Schnitte.dwg

Projekt-Nr.: 4201-G04

970x297 mm

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN

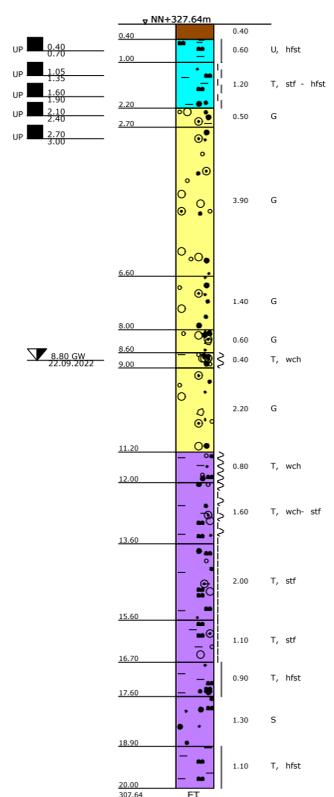
gepl.Gebäude 050.0

gepl.Gebäude 010.0

gepl.Gebäude 051.0

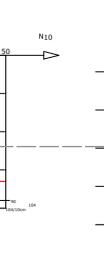
gepl.Gebäude 052.0

KB 13



TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, r, dunkelbraun, durchwurzelte, Acker
1.00	T, u, s', f, hfst, hellbraun
2.20	T, u, s', f, hfst, hellbraun
2.70	T, u, s', f, hfst, hellbraun
6.60	dunkelbraun, G, s, u, f, G=Kiese, gerundet, grau
8.00	G, s, u, f, G=Kiese, gerundet, grau
8.60	grau, G, s, u, f, G=Kiese, gerundet, grau
9.00	grau, G, s, u, f, G=Kiese, gerundet, grau
11.20	grau, G, s, u, f, G=Kiese, gerundet, grau
12.00	grau, G, s, u, f, G=Kiese, gerundet, grau
13.60	grau, G, s, u, f, G=Kiese, gerundet, grau
15.60	grau, G, s, u, f, G=Kiese, gerundet, grau
16.70	grau, G, s, u, f, G=Kiese, gerundet, grau
17.60	grau, G, s, u, f, G=Kiese, gerundet, grau
18.90	grau, G, s, u, f, G=Kiese, gerundet, grau
20.00	grau, G, s, u, f, G=Kiese, gerundet, grau

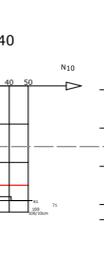
DPH 142



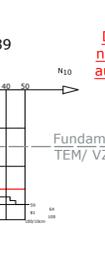
DPH 141



DPH 140



DPH 139

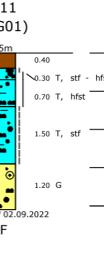


DPH 138 noch nicht ausgeführt

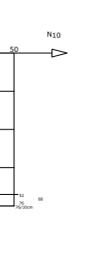
DPH 137



BS 11 (aus G01)



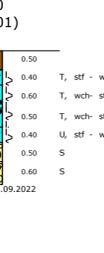
DPH 11



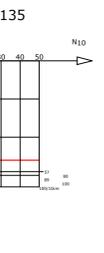
DPH 136



BS 10 (aus G01)

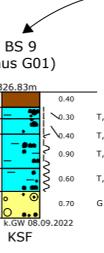


DPH 135

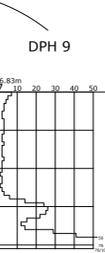


DPH 134 noch nicht ausgeführt

BS 9 (aus G01)



DPH 9



DPH 133 noch nicht ausgeführt

BS 8 (aus G01)

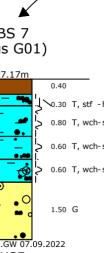


DPH 132 noch nicht ausgeführt

BS 7 (aus G01)



DPH 7



TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f, f, braun, Acker
0.70	T, u, s', f, wch, braun
1.50	T, u, s', f, wch, braun
2.00	T, u, s', f, wch, braun
2.40	T, u, s', f, wch, braun
2.90	T, u, s', f, wch, braun
3.50	G, s, u, f, grau, Kiesel

TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f, f, braun, Acker
0.70	T, u, s', f, wch, braun
1.10	T, u, s', f, wch, braun
2.00	T, u, s', f, wch, braun
2.60	T, u, s', f, wch, braun
3.30	G, s, u, f, grau, Kiesel

TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f, f, braun, Acker
0.70	T, u, s', f, wch, braun
1.10	T, u, s', f, wch, braun
2.00	T, u, s', f, wch, braun
2.60	T, u, s', f, wch, braun
3.30	G, s, u, f, grau, Kiesel

TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f, f, braun, Acker
0.80	T, u, s', f, wch, braun
2.00	T, u, s', f, wch, braun
3.00	G, s, u, f, grau, Kiesel
5.00	G, s, u, f, grau, Kiesel

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt C-C

Anlage Nr.: 2.3
Maßstab: M.d.Höhe 1:100

Bearbeiter: Senta Wittig
Gezeichnet: Susanne Schirra
Datum: 30.06.2023

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaallee 17
66113 Saarbrücken
Tel: 0681 / 92799870
Fax: 0681 / 92799879

Herzogenbuscher Straße 54
54292 Trarbach
Tel: 0651 / 4627863
Fax: 0651 / 4627864

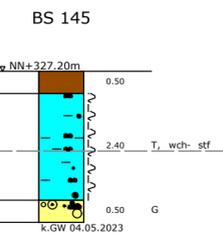
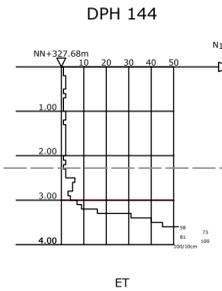
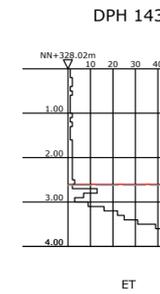
Unterreit 6
76135 Karlsruhe
Tel: 0721 / 98819007
Fax: 0721 / 98819008

E-Mail: info@j-ingenieure.com www.JL-ingenieure.com

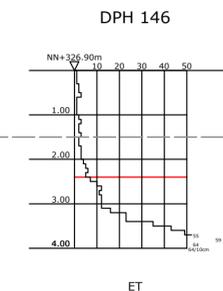
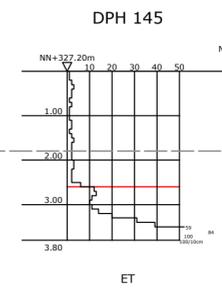
Projekt-Nr.: 4201-G04

1:350x297 mm

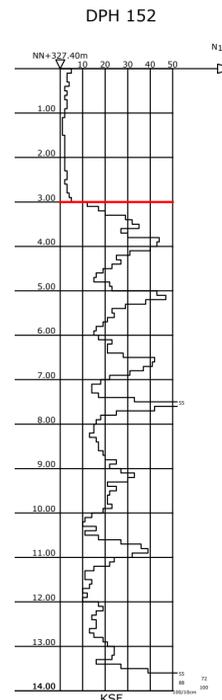
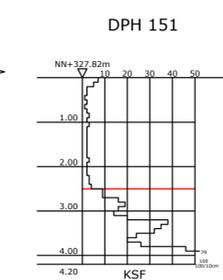
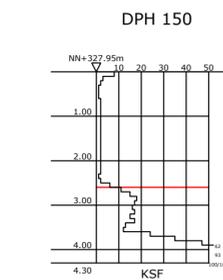
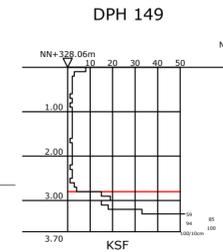
Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN



KSF BS 145	
TIEFE	BODENART
0.50	Oberboden, f, (O), dunkelbraun
2.90	T, u, s', f, wech-stf, (O), braun
3.40	G, s, s', u', f, (O), hellgrau, g=Kiesel



BS/DPH 147+148 noch nicht ausgeführt



DPH 153 noch nicht ausgeführt

BS/DPH 154-158 noch nicht ausgeführt

Fundamentsohle TEM/ VZ

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt D-D

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaallee 17 66113 Saarbrücken
Tel: 0681 / 92799870
Fax: 0681 / 92799879
E-Mail: info@jl-ingenieure.com

Herzogenbuscher Straße 54 54292 Trier
Tel: 0651 / 4627863
Fax: 0651 / 4627864
www.jl-ingenieure.com

Unterreut 6 76135 Karlsruhe
Tel: 0721 / 98819007
Fax: 0721 / 98819008

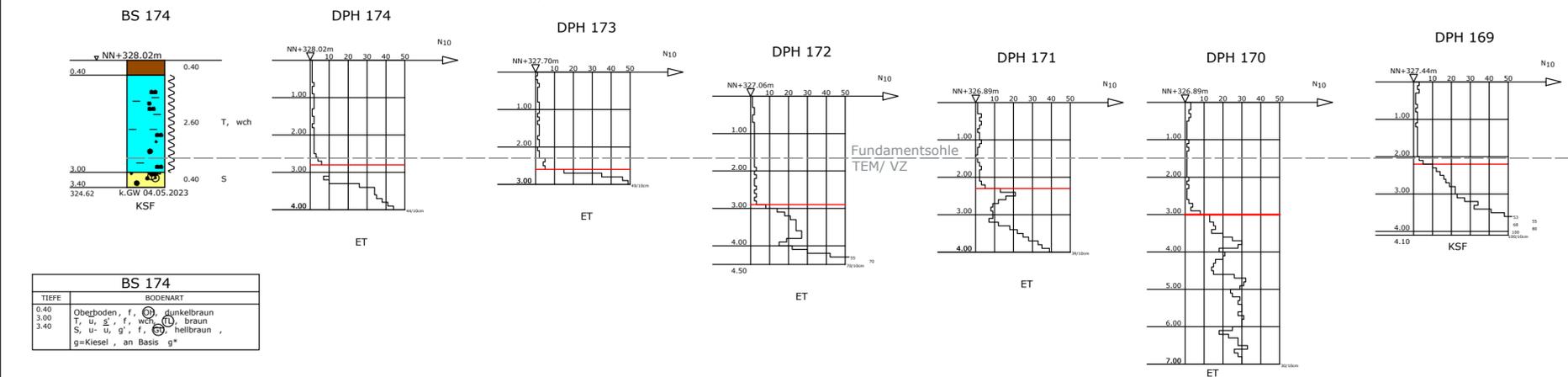
Anlage Nr.: 2.4

Maßstab: M.d.Höhe 1:100

Bearbeiter: Senta Wittig	Datum: 30.06.2023
Gezeichnet: Susanne Schirra	
Datei: 4201-G04-Schnitte.dwg	
Projekt-Nr.: 4201-G04	

970x297 mm

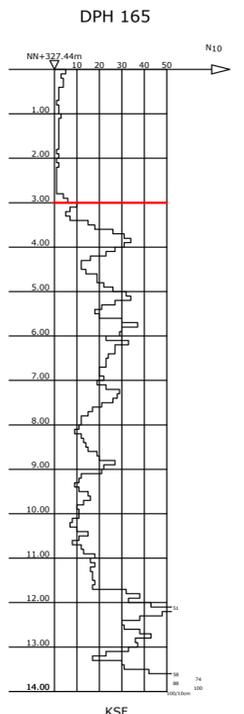
Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN



BS 174	
TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f, Θ , Dunkelbraun
3.00	T, u, Σ , f, wch, Θ , braun
3.40	S, ur, u, g*, f, Θ , hellbraun, g=Kiesel, an Basis g*

DPH 168
noch nicht
ausgeführt

BS/DPH 167-166
noch nicht
ausgeführt



DPH 164
noch nicht
ausgeführt

BS/DPH 163-159
noch nicht
ausgeführt

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt E-E

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
GEOTECHNIK UND UMWELT

Europallee 17 66113 Saarbrücken
Tel: 0681 / 92799870
Fax: 0681 / 92799879

Herzogenbuscher Straße 54 54292 Trier
Tel: 0651 / 4627863
Fax: 0651 / 4627864

Unterreut 6 76135 Karlsruhe
Tel: 0721 / 98819007
Fax: 0721 / 98819008

E-Mail: info@jl-ingenieure.com www.jl-ingenieure.com

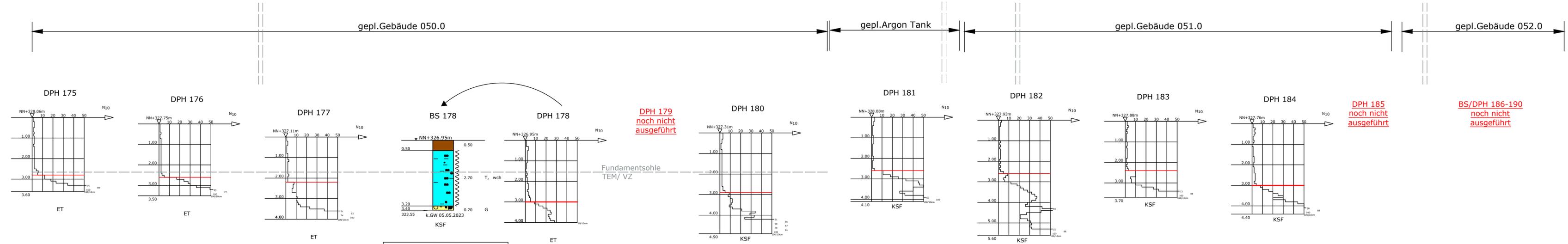
Anlage Nr.: 2.5

Maßstab: M.d.Höhe 1:100

Bearbeiter: Senta Wittig	Datum: 30.06.2023
Gezeichnet: Susanne Schirra	
Datei: 4201-G04-Schnitte.dwg	
Projekt-Nr.: 4201-G04	

970x297 mm

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN



DPH 179
noch nicht
ausgeführt

DPH 185
noch nicht
ausgeführt

BS/DPH 186-190
noch nicht
ausgeführt

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt F-F

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaallee 17 66113 Saarbrücken
Tel: 0681 / 92799870
Fax: 0681 / 92799879
E-Mail: info@jl-ingenieure.com

Herzogenbuscher Straße 54 54292 Trier
Tel: 0651 / 4627863
Fax: 0651 / 4627864
www.JL-ingenieure.com

Unterretut 6 76135 Karlsruhe
Tel: 0721 / 98819007
Fax: 0721 / 98819008

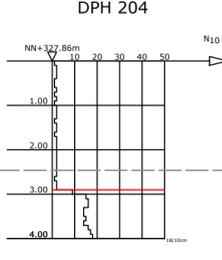
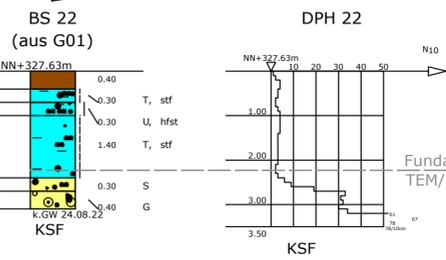
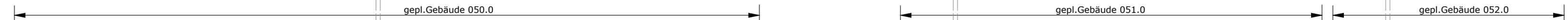
Anlage Nr.: 2.6

Maßstab: M.d.Höhe 1:100

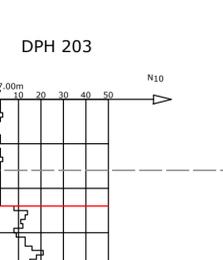
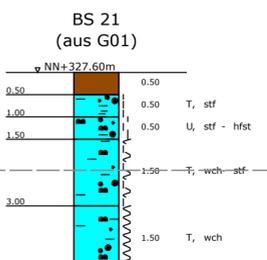
Bearbeiter: Senta Wittig	Datum: 30.06.2023
Gezeichnet: Susanne Schirra	
Datell: 4201-G04-Schnitte.dwg	
Projekt-Nr.: 4201-G04	

970x297 mm

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN

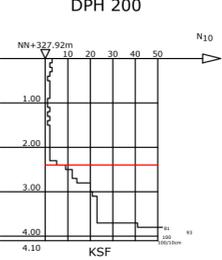


ET

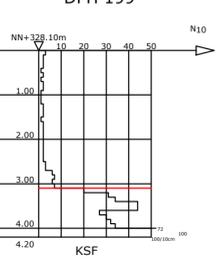


ET

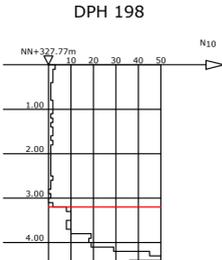
BS/DPH 202-201
noch nicht
ausgeführt



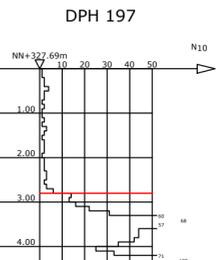
KSF



KSF



KSF



KSF

BS/DPH 196
noch nicht
ausgeführt

BS/DPH 195-191
noch nicht
ausgeführt

BS 22	
TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f, $\text{\textcircled{a}}$, braun, Acker
0.70	T, u, s', st, f, $\text{\textcircled{a}}$, braun, Acker
1.00	Haarwurzeln
2.40	U, l', s', f, hfst, $\text{\textcircled{a}}$, braun
2.70	T, u, s', f, stf, $\text{\textcircled{a}}$, braun
3.10	S, u, f-f, $\text{\textcircled{a}}$, braun, vereinzelt
3.10	Kiesel
3.10	G, s' - s, f, $\text{\textcircled{a}}$, grau - braun, Kiesel

BS 21	
TIEFE	BODENART
0.50	Oberboden, f, $\text{\textcircled{a}}$, braun, Acker
1.00	T, u, s', h, f, stf, $\text{\textcircled{a}}$, braun, h=Haarwurzeln
1.50	U, l', s, f, stf - hfst, $\text{\textcircled{a}}$, braun
3.00	T, u, s', f, f, wch, stf, $\text{\textcircled{a}}$, braun
4.50	T, u, s', f, wch, $\text{\textcircled{a}}$, braun
5.00	G, s' - s, u', f, $\text{\textcircled{a}}$, braun, Kiesel
6.20	G, s' - s, f-f, $\text{\textcircled{a}}$, braun, Kiesel

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande
- = Kieshorizont

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt G-G

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
GEOTECHNIK UND UMWELT

Europapallee 17
66113 Saarbrücken
Tel: 0681 / 92799870
Fax: 0681 / 92799879

Herzogenbuscher Straße 54
54292 Trier
Tel: 0651 / 4627863
Fax: 0651 / 4627864

Unterretter 6
76135 Karlsruhe
Tel: 0721 / 98819007
Fax: 0721 / 98819008

E-Mail: info@jl-ingenieure.com www.jl-ingenieure.com

Anlage Nr.: 2.7

Maßstab: M.d.Höhe 1:100

Bearbeiter: Senta Wittig	Datum: 30.06.2023
Gezeichnet: Susanne Schirra	
Datei: 4201-G04-Schnitte.dwg	
Projekt-Nr.: 4201-G04	

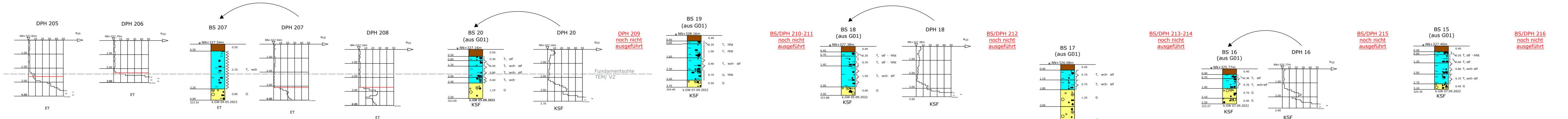
970x297 mm

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN

gepl.Gebäude 050.0

gepl.Gebäude 051.0

gepl.Gebäude 052.0



BS 207

TIEFE	BODENART
0.50	Oberboden, f-f, hellbraun
3.20	T, s, u, f, wch, hellbraun
4.00	G, s, u, f, f, hellbraun, G=Kiesel

BS 20

TIEFE	BODENART
0.50	Oberboden, braun, Acker
0.80	T, u, s, f, f, stf, braun
1.20	T, u, s, f, f, wch-stf, braun
2.00	T, u, s, f, f, wch-stf, braun
2.40	T, u, s, f, f, wch, braun, zur
3.50	Basal, Kiesel, grau, braun, Kiesel

BS 19

TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f-f, braun, Acker
0.60	T, u, s, f, f, hfst, braun
1.60	T, u, s, f, f, wch-stf, braun
2.50	T, u, s, f, f, wch-stf, braun
3.20	braun, weingrau, Kiesel
3.50	G, s, f, grau, Kiesel

BS 18

TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f-f, braun, Acker
0.70	T, u, s, f, f, wch-stf, braun
1.40	T, u, s, f, f, stf - hfst, braun
3.70	braun, weingrau, Kiesel

BS 17

TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f-f, braun, Acker
1.10	T, u, s, f, f, stf, braun
1.80	T, u, s, f, f, wch-stf, braun
3.00	braun, Kiesel
3.00	G, s, f, f, braun, Kiesel
5.00	G, s, f, f, grau, braun, Kiesel

BS 16

TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f-f, braun, Acker
0.70	T, u, s, f, f, stf, braun
1.40	T, u, s, f, f, wch-stf, braun
2.70	G, s, f, f, braun, Kiesel
2.90	S, B, f-f, grau, Kiesel

BS 15

TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f-f, braun, Acker
0.60	T, u, s, f, f, stf, braun
1.20	T, u, s, f, f, stf, braun
2.00	T, u, s, f, f, wch-stf, braun
2.70	T, u, s, f, f, wch-stf, braun
3.10	G, s, f, f, grau, Kiesel

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

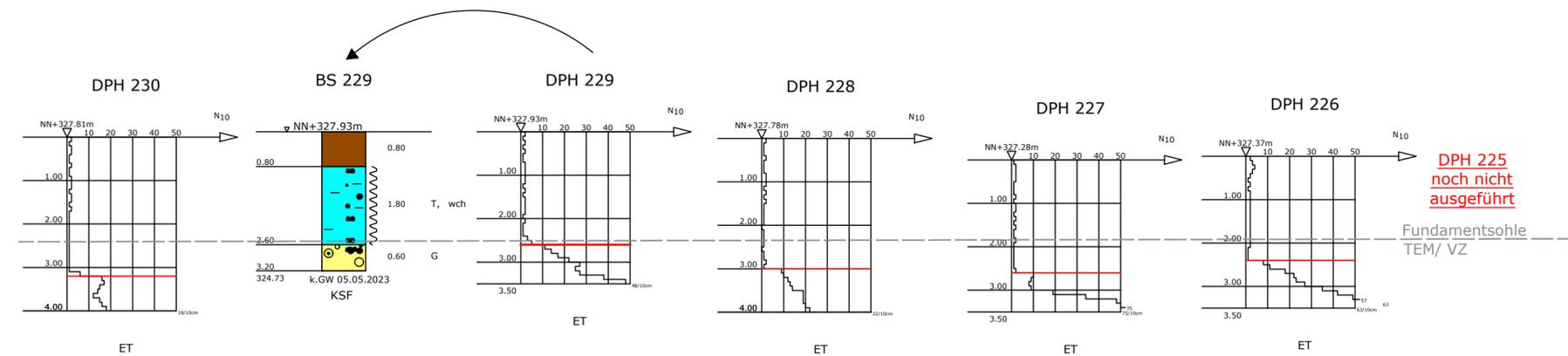
Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
 Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt H-H

		Anlage Nr.: 2.8
Europaplaee 17 66113 Saarbrücken Tel: 0681 / 92799870 Fax: 0681 / 92799879 E-Mail: info@jl-ingenieure.com		Unterneut 6 76135 Karlsruhe Tel: 0721 / 98819007 Fax: 0721 / 98819008 www.jl-ingenieure.com
Bearbeiter: Senta Wittig	Gezeichnet: Susanne Schirra	Datum: 30.06.2023
Projekt-Nr.: 4201-G04		

1:350x297 mm

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN



DPH 225 noch nicht ausgeführt
 DPH 224 noch nicht ausgeführt
 BS/DPH 223-220 noch nicht ausgeführt
 BS/DPH 219-217 noch nicht ausgeführt

BS 229	
TIEFE	BODENART
0.80	Oberboden, f, ϕ dunkelbraun
2.60	T, u, Σ , f, wch, ϕ braun
3.20	G, s, s', u', f, ϕ grau, g=Kiesel

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
 Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
 Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt I-I

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
GEOTECHNIK UND UMWELT

Europapallee 17
 66113 Saarbrücken
 Tel: 0681 / 92799870
 Fax: 0681 / 92799879

Herzogenbuscher Straße 54
 54292 Trier
 Tel: 0651 / 4627863
 Fax: 0651 / 4627864

Unterreut 6
 76135 Karlsruhe
 Tel: 0721 / 98819007
 Fax: 0721 / 98819008

E-Mail: info@jl-ingenieure.com www.jl-ingenieure.com

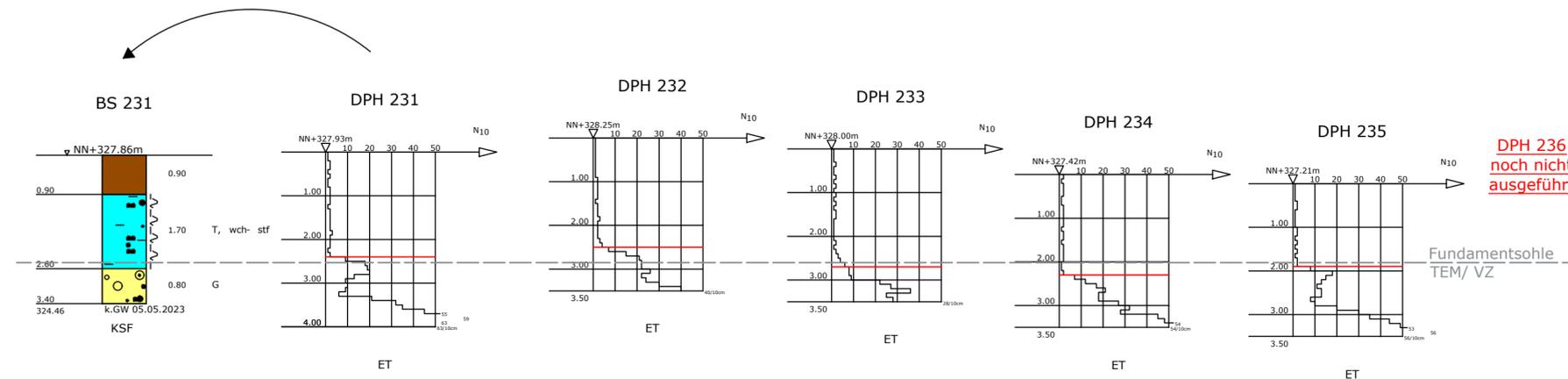
Anlage Nr.: 2.9

Maßstab: M.d.Höhe 1:100

Bearbeiter: Senta Wittig	Datum:
Gezeichnet: Susanne Schirra	30.06.2023
Datei: 4201-G04-Schnitte.dwg	
Projekt-Nr.: 4201-G04	

780x297 mm

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN



DPH 236 noch nicht ausgeführt
 DPH 237 noch nicht ausgeführt
 BS/DPH 238-241 noch nicht ausgeführt
 BS/DPH 242-246 noch nicht ausgeführt

BS 231	
TIEFE	BODENART
0.90	Oberboden, f, C_{d} dunkelbraun
2.60	T, U , s', f, wch, S_{f} braun
3.40	S_{z} , U , f-f, C_{h} hellgrau, g=Kiesel

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
 Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
 Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt J-J

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
 GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaallee 17
 66113 Saarbrücken
 Tel: 0681 / 92799870
 Fax: 0681 / 92799879
 E-Mail: info@jl-ingenieure.com

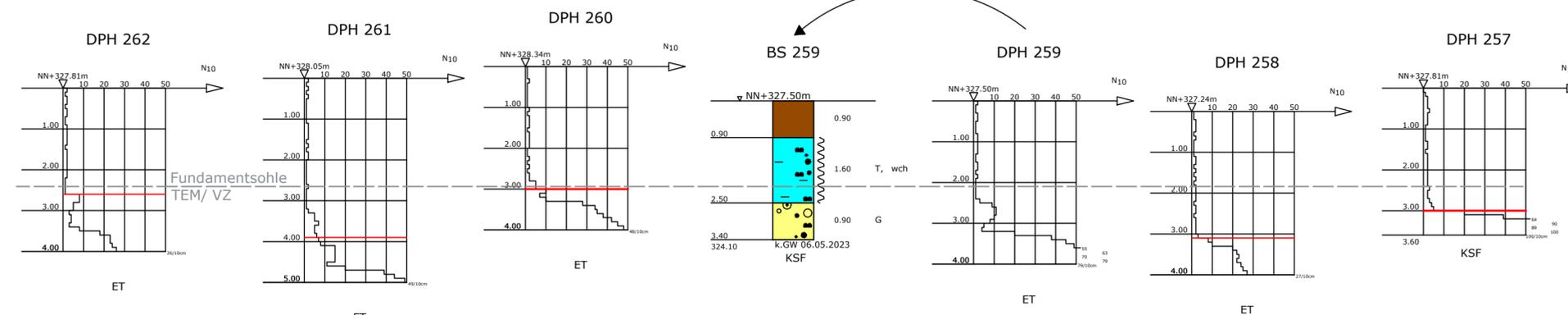
Herzogenbuscher Straße 54
 54292 Trier
 Tel: 0651 / 4627863
 Fax: 0651 / 4627864

Unterreit 6
 76135 Karlsruhe
 Tel: 0721 / 98819007
 Fax: 0721 / 98819008
 www.JL-ingenieure.com

Anlage Nr.:	2.10
Maßstab:	M.d.Höhe 1:100
Bearbeiter:	Senta Wittig
Gezeichnet:	Susanne Schirra
Datei:	4201-G04-Schnitte.dwg
Projekt-Nr.:	4201-G04

(780x297 mm)

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN



DPH 256
noch nicht
ausgeführt

BS/DPH 255-252
noch nicht
ausgeführt

BS/DPH 251-247
noch nicht
ausgeführt

BS 259	
TIEFE	BODENART
0.90	Oberboden, f, ϕ dunkelbraun
2.50	T, u, s, f, wch, ϕ hellbraun
3.40	G, s, u, f, ϕ hellgrau, g=Kiesel

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt K-K

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaallee 17
66113 Saarbrücken
Tel: 0681 / 92799870
Fax: 0681 / 92799879
E-Mail: info@jl-ingenieure.com

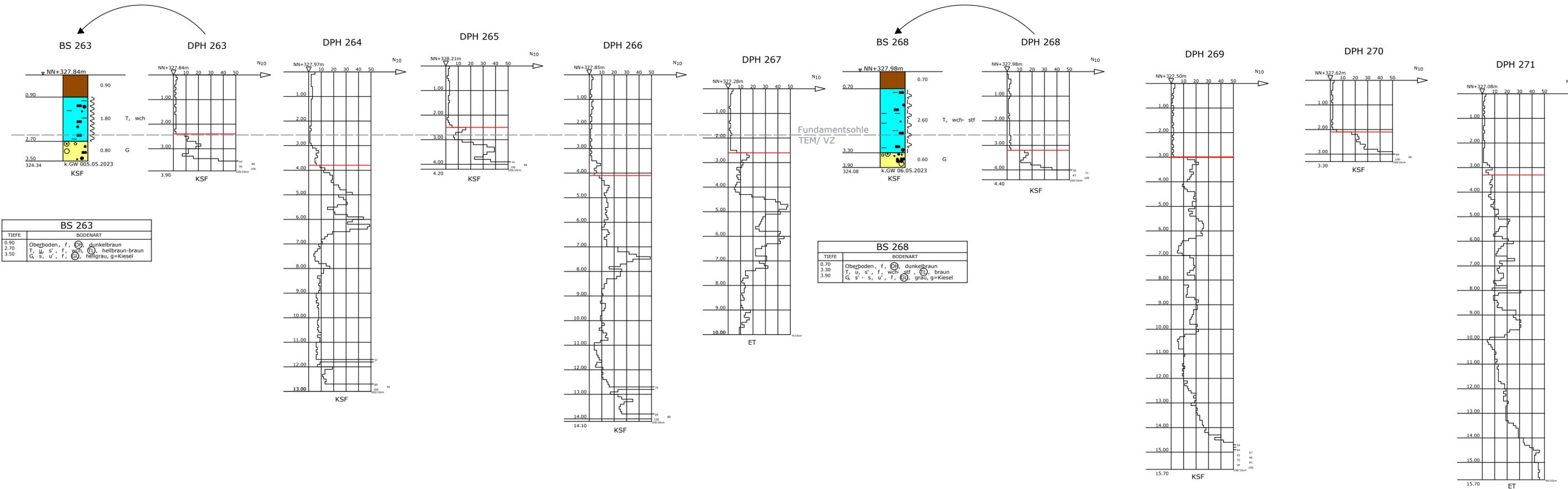
Herzogenbuscher Straße 54
54292 Trier
Tel: 0651 / 4627863
Fax: 0651 / 4627864
www.JL-ingenieure.com

Unterreit 6
76135 Karlsruhe
Tel: 0721 / 98819007
Fax: 0721 / 98819008
www.JL-ingenieure.com

Anlage Nr.:	2.11
Maßstab:	M.d.Höhe 1:100
Bearbeiter:	Senta Wittig
Gezeichnet:	Susanne Schirra
Datum:	30.06.2023
Datel:	4201-G04-Schnitt.dwg
Projekt-Nr.:	4201-G04

780x297 mm

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN



BS/DPH 272-273
noch nicht
ausgeführt

BS/DPH 274-278
noch nicht
ausgeführt

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt L-L

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaallee 17
66113 Saarbrücken
Tel: 0681 / 92799870
Fax: 0681 / 92799879

Herzogenbuscher Straße 54
54292 Trier
Tel: 0651 / 4627863
Fax: 0651 / 4627864

Unterretz 6
76135 Karlsruhe
Tel: 0721 / 98819007
Fax: 0721 / 98819008

E-Mail: info@jl-ingenieure.com www.jl-ingenieure.com

Anlage Nr.: 2.12

Maßstab: M.d.Höhe 1:100

Bearbeiter: Senta Wittig	Datum: 30.06.2023
Gezeichnet: Susanne Schirra	
Datei: 4201-G04-Schnitte.dwg	
Projekt-Nr.: 4201-G04	

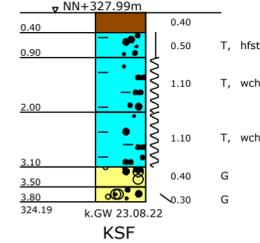
970x297 mm

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN

gepl.Gebäude 013.0

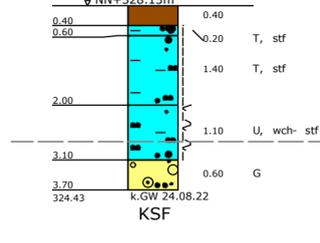
gepl.Gebäude 080.0

BS 31
(aus G01)



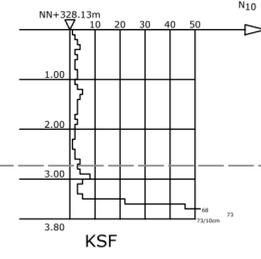
TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f, $\text{\textcircled{U}}$, braun, Acker
0.90	T, u, s', s, f', hfst, $\text{\textcircled{U}}$, braun,
2.00	vereinzelt Haarwurzeln
3.10	T, u, s', f', wch, $\text{\textcircled{U}}$, braun
3.50	T, u, s', f', wch, $\text{\textcircled{U}}$, braun
3.80	G, s, u, f, $\text{\textcircled{U}}$, braun, Kiesel rund
3.80	G, s, f', $\text{\textcircled{U}}$, grau, Kiesel

BS 30
(aus G01)

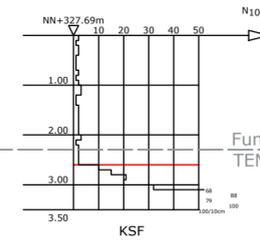


TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f, $\text{\textcircled{U}}$, braun, Acker
0.60	T, u, s', f', stf, $\text{\textcircled{U}}$, braun,
2.00	vereinzelt Haarwurzeln
3.10	T, u, s', f, stf, $\text{\textcircled{U}}$, braun
3.70	zur Basis s*
3.70	G, s- s, f- f', $\text{\textcircled{U}}$, grau, Kiesel

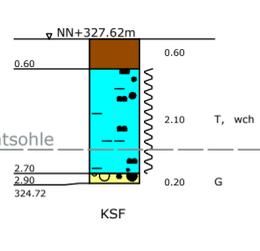
DPH 30



DPH 280

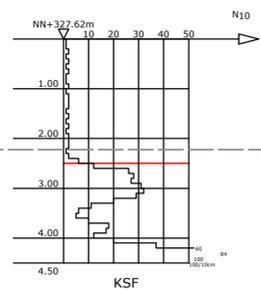


BS 301

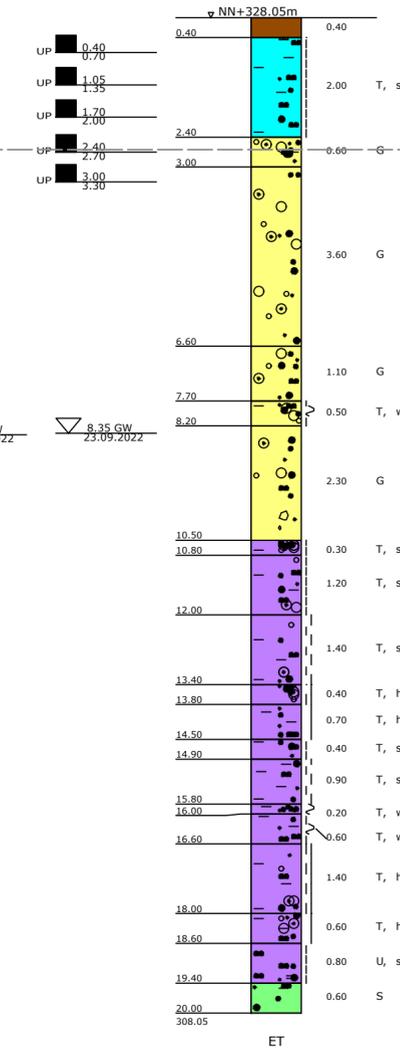


TIEFE	BODENART
0.60	Oberboden, f, $\text{\textcircled{U}}$, dunkelbraun
2.70	T, u, s', f, wch, $\text{\textcircled{U}}$, hellbraun
2.90	G, s, u, t', f, $\text{\textcircled{U}}$, grau-braun,
	G=Kiesel

DPH 301



KB 29



TIEFE	BODENART
0.40	Oberboden, f, $\text{\textcircled{U}}$, hellbraun,
2.40	Ackerboden, durchwurzelt
3.00	T, u, s', s, f', stf, $\text{\textcircled{U}}$, dunkelbraun-
3.00	G, s' - s, t', u, f, $\text{\textcircled{U}}$, dunkelbraun,
6.60	Qz-Kiesel, Tonlinsen
6.60	G, s- s, f', $\text{\textcircled{U}}$, grau, Qz-Kiesel,
7.70	Sandbänder
7.70	G, s- s, u', f, $\text{\textcircled{U}}$, braun-gelb
8.20	T, u, s, g, f, wch- stf, $\text{\textcircled{U}}$, $\text{\textcircled{U}}$
8.20	braun-gelb, Feinkies
10.50	G, s- s, x', u', $\text{\textcircled{U}}$, braun, grau,
10.50	Mittelkies zu Basis Grobkies
10.80	T, u, s', g- g, f, stf, $\text{\textcircled{U}}$, gelb,
12.00	rot-braun
12.00	T, u, g', s', f, stf, $\text{\textcircled{U}}$, $\text{\textcircled{U}}$, gr,
12.00	g=weiße, poröse Kalk-Tuffe, sehr
13.40	mürbe
13.40	T, u', s', g', f, stf - hfst, $\text{\textcircled{U}}$, $\text{\textcircled{U}}$
13.80	dunkelbraun-grau, g=weiße poröse Kalk-
13.80	Tuffe
14.50	T, u- u, s', g, f, hfst - fst $\text{\textcircled{U}}$, $\text{\textcircled{U}}$
14.90	, dunkelgrau, g=weiße, poröse Kalk-
14.90	Tuffe
14.90	T, u- u, s'- s, f, hfst, $\text{\textcircled{U}}$, $\text{\textcircled{U}}$
14.90	dunkelgrau
15.80	T, s, u', f, stf, $\text{\textcircled{U}}$, $\text{\textcircled{U}}$, dunkelgrau,
15.80	Sandlagen
15.80	T, u, s', f, stf - hfst, $\text{\textcircled{U}}$, $\text{\textcircled{U}}$
16.00	dunkelgrau_ vereinzelt Kalk-Tuffe
16.00	T, u, s- s, f, wch, $\text{\textcircled{U}}$, $\text{\textcircled{U}}$
16.60	dunkelgrau
16.60	T, u- u, s', f, wch- stf, $\text{\textcircled{U}}$, $\text{\textcircled{U}}$
18.00	hellgrau, weiß, braun, weiß-poröse
18.00	Kalk-Tuffe
18.60	T, u, g, s', f, hfst - fst, $\text{\textcircled{U}}$, $\text{\textcircled{U}}$
18.60	grau, braun, weiß, g=weiße poröse
19.40	Kalk-Tuffe
19.40	T, u, s', g', f, hfst, $\text{\textcircled{U}}$, grau,
19.40	weiß, g=weiße-poröse Kalk-Tuffe
20.00	U, t'- t, s, f, stf, $\text{\textcircled{U}}$, $\text{\textcircled{U}}$
20.00	dunkelgrau
20.00	S, u, t'- t, f, $\text{\textcircled{U}}$, $\text{\textcircled{U}}$, dunkelgrau

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
 - = Lösslehme
 - = Kiese
 - = Tone
 - = Sande
 - = Kieshorizont
- Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt M-M

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaallee 17
66113 Saarbrücken
Tel: 0681 / 92799870
Fax: 0681 / 92799879
E-Mail: info@jl-ingenieure.com

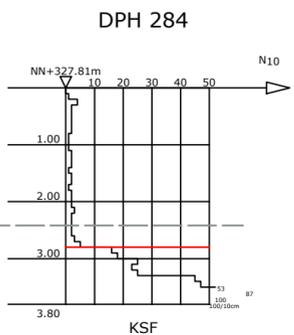
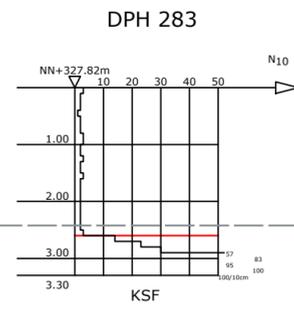
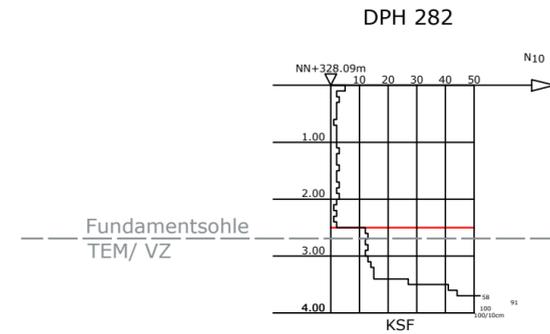
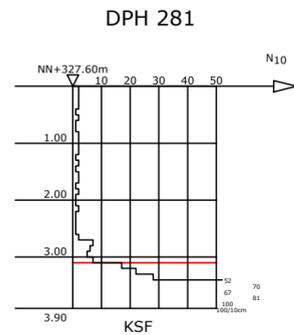
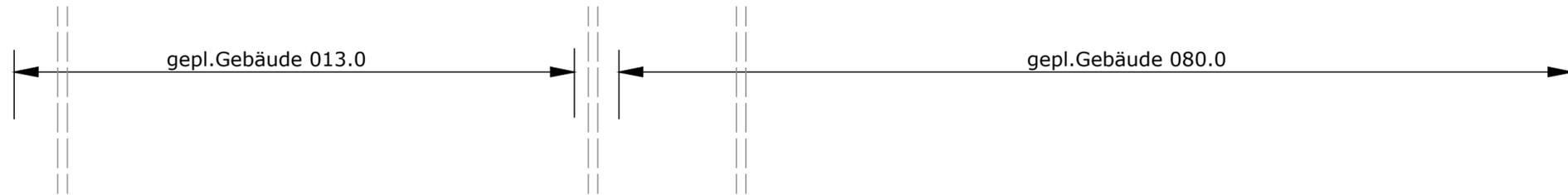
Herzogenbuscher Straße 54
54292 Trier
Tel: 0651 / 4627863
Fax: 0651 / 4627864
www.JL-ingenieure.com

Unterreit 6
76135 Karlsruhe
Tel: 0721 / 98819007
Fax: 0721 / 98819008
www.JL-ingenieure.com

Anlage Nr.:	2.13
Maßstab:	M.d.Höhe 1:100
Bearbeiter:	Senta Wittig
Gezeichnet:	Susanne Schirra
Datei:	4201-G04-Schnitte.dwg
Projekt-Nr.:	4201-G04

780x297 mm

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN



Legende:

- = Oberboden/
Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse
nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt N-N

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaallee 17
66113 Saarbrücken
Tel: 0681 / 92799870
Fax: 0681 / 92799879
E-Mail: info@jl-ingenieure.com

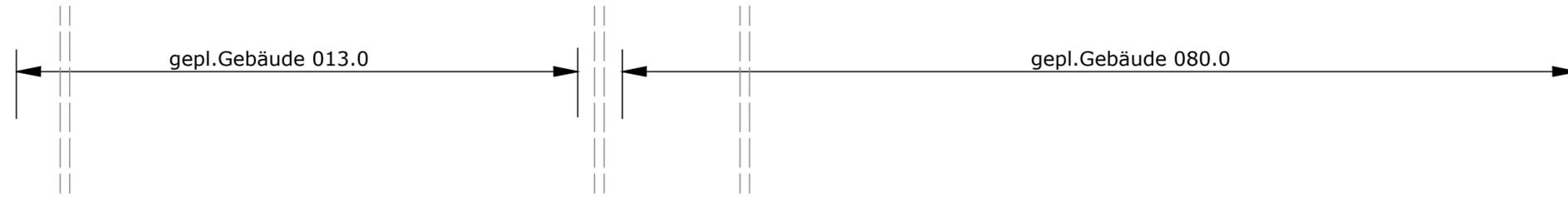
Herzogenbuscher Straße 54
54292 Trier
Tel: 0651 / 4627863
Fax: 0651 / 4627864

Unterreit 6
76135 Karlsruhe
Tel: 0721 / 98819007
Fax: 0721 / 98819008
www.jl-ingenieure.com

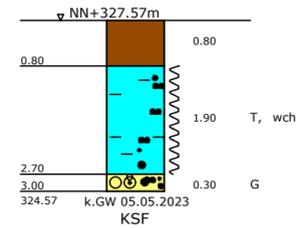
Anlage Nr.: 2.14	
Maßstab: M.d.Höhe 1:100	
Bearbeiter: Senta Wittig	Datum: 30.06.2023
Gezeichnet: Susanne Schirra	
Datei: 4201-G04-Schnitte.dwg	
Projekt-Nr.: 4201-G04	

(590x297 mm)

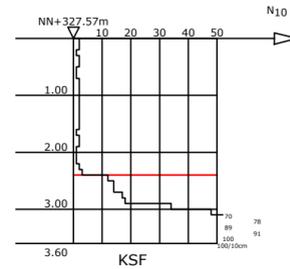
Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN



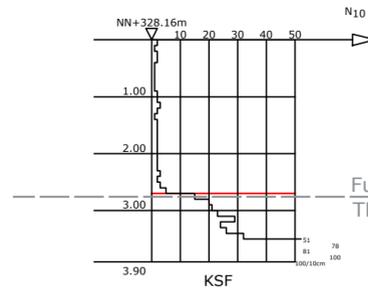
BS 288



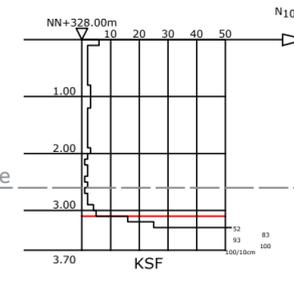
DPH 288



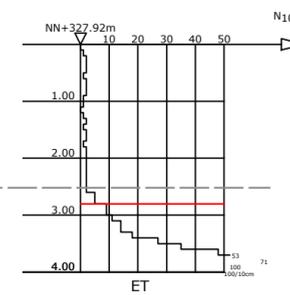
DPH 287



DPH 286



DPH 285



BS 288	
TIEFE	BODENART
0.80	Oberboden, f, (O), dunkelbraun
2.70	T, s, s', f, wch, (TU), hellbraun
3.00	G, s, u', f, (SU), hellgrau, g=Kiesel

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
 Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt O-O

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
 GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaallee 17
 66113 Saarbrücken
 Tel: 0681 / 92799870
 Fax: 0681 / 92799879
 E-Mail: info@jl-ingenieure.com

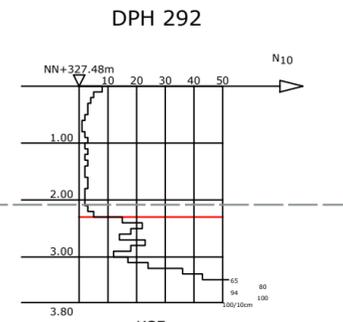
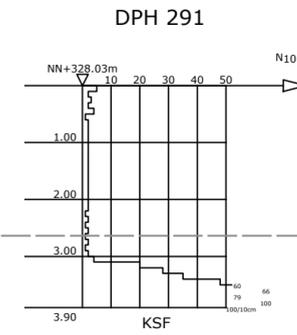
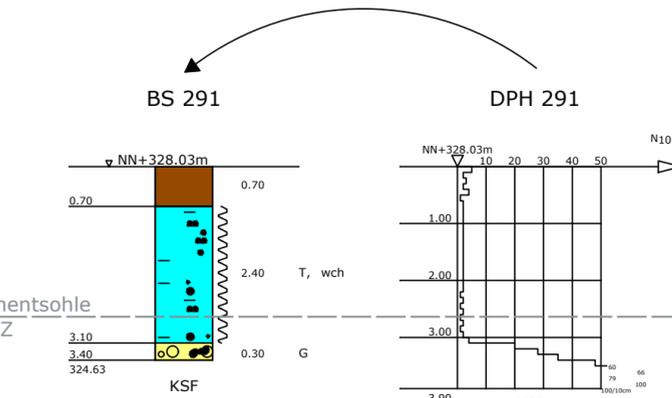
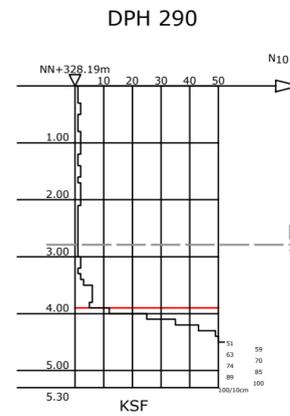
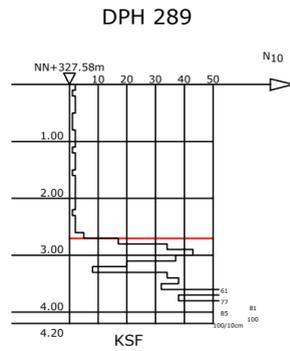
Herzogenbuscher Straße 54
 54292 Trier
 Tel: 0651 / 4627863
 Fax: 0651 / 4627864

Unterreut 6
 76135 Karlsruhe
 Tel: 0721 / 98819007
 Fax: 0721 / 98819008
 www.JL-ingenieure.com

Anlage Nr.: 2.15	
Maßstab: M.d.Höhe 1:100	
Bearbeiter: Senta Wittig	Datum: 30.06.2023
Gezeichnet: Susanne Schirra	
Datei: 4201-G04-Schnitte.dwg	
Projekt-Nr.: 4201-G04	

(590x297 mm)

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN



BS 291	
TIEFE	BODENART
0.70	Oberboden, f, Oh , dunkelbraun
3.10	T, u , s ¹ - s, f, wch, Cl , hellbraun
3.40	G, s, u ¹ , f, G , grau, g=Kiesel

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kies
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
 Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
 Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt P-P

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
 GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaallee 17
 66113 Saarbrücken
 Tel: 0681 / 92799870
 Fax: 0681 / 92799879
 E-Mail: info@jl-ingenieure.com

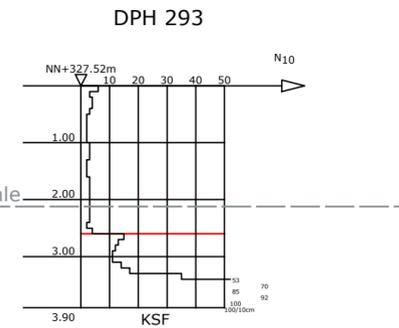
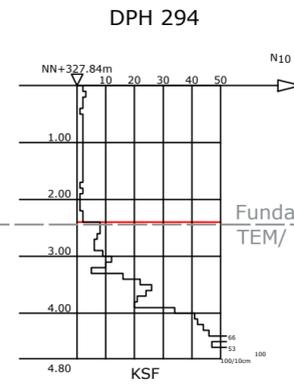
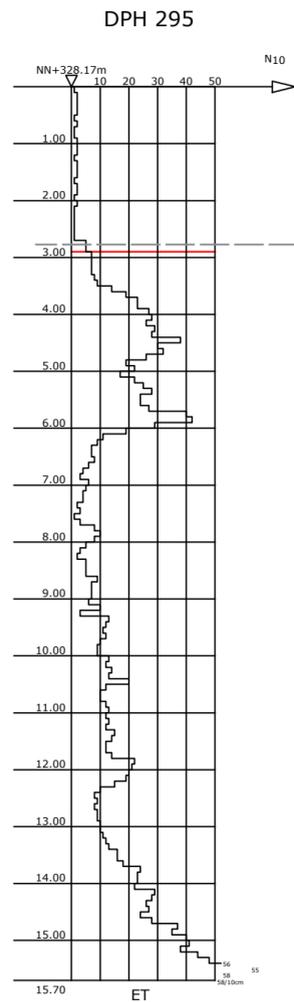
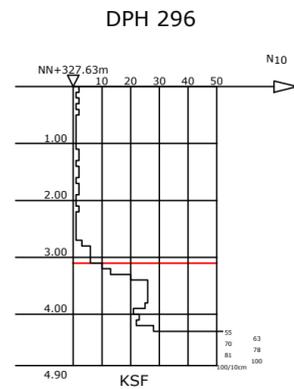
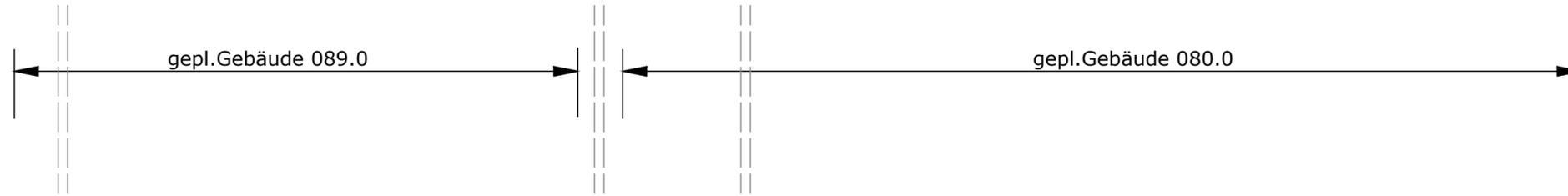
Herzogenbuscher Straße 54
 54292 Trier
 Tel: 0651 / 4627863
 Fax: 0651 / 4627864
 www.JL-ingenieure.com

Unterreit 6
 76135 Karlsruhe
 Tel: 0721 / 98819007
 Fax: 0721 / 98819008
 www.JL-ingenieure.com

Anlage Nr.: 2.16	
Maßstab: M.d.Höhe 1:100	
Bearbeiter: Senta Wittig	Datum: 30.06.2023
Gezeichnet: Susanne Schirra	Datei: 4201-G04-Schnitte.dwg
Projekt-Nr.: 4201-G04	

590x297 mm

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN



Fundamentsohle
TEM/ VZ

Legende:

- = Oberboden/
Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse
nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:

Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:

Schnitt Q-Q

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
GEOTECHNIK UND UMWELT



Europaallee 17
66113 Saarbrücken
Tel: 0681 / 92799870
Fax: 0681 / 92799879

Herzogenbuscher Straße 54
54292 Trier
Tel: 0651 / 4627863
Fax: 0651 / 4627864

Unterreit 6
76135 Karlsruhe
Tel: 0721 / 98819007
Fax: 0721 / 98819008

E-Mail: info@jl-ingenieure.com www.jl-ingenieure.com

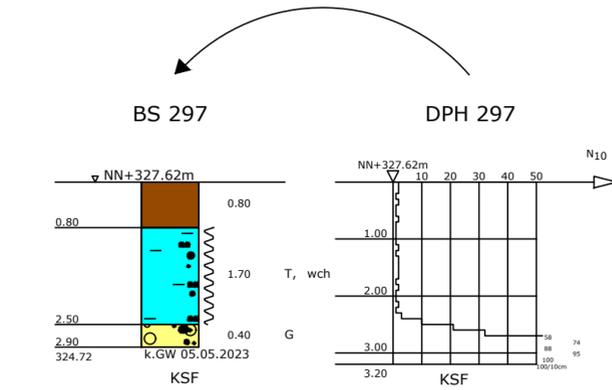
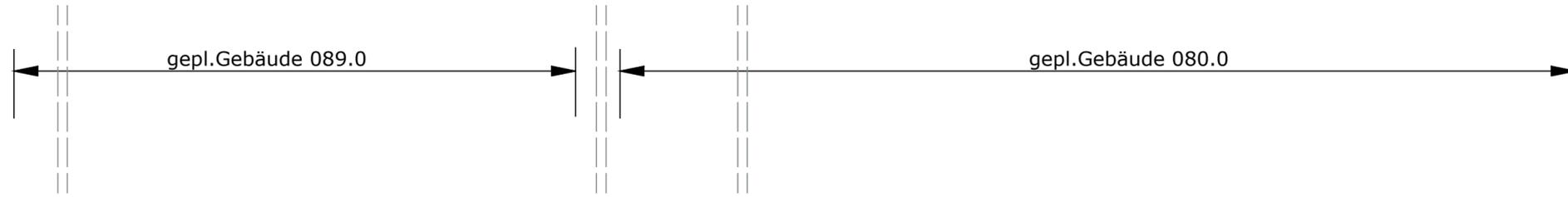
Anlage Nr.: 2.17

Maßstab: M.d.Höhe 1:100

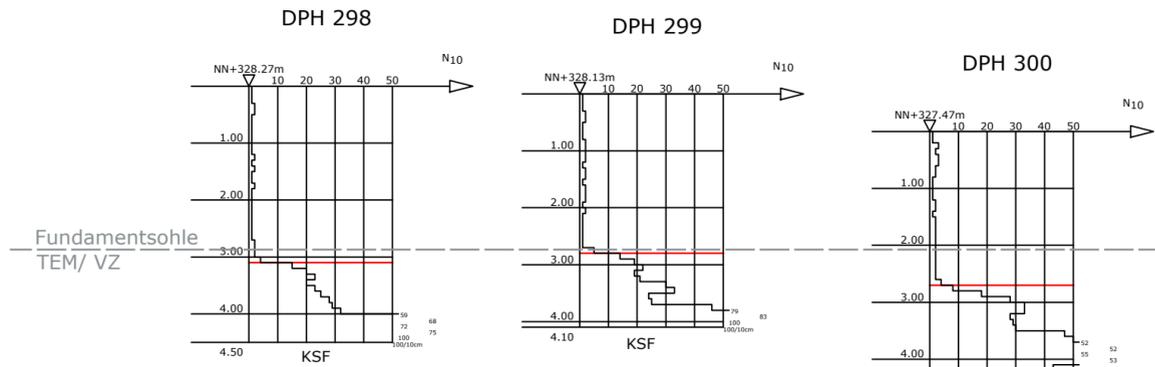
Bearbeiter:	Senta Wittig	Datum:	
Gezeichnet:	Susanne Schirra		30.06.2023
Datei:	4201-G04-Schnitte.dwg		
Projekt-Nr.:	4201-G04		

590x297 mm

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN



BS 297	
TIEFE	BODENART
0.80	Oberboden, f, Θ , dunkelbraun
2.50	T, u, s' , f, wch, Θ , braun
2.90	G, s-, u', f', Θ , grau, g=Kiesel



Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
 Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
 Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Schnitt R-R

Dr. Jung + Lang
INGENIEURE
 GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaallee 17
 66113 Saarbrücken
 Tel: 0681 / 92799870
 Fax: 0681 / 92799879
 E-Mail: info@jl-ingenieure.com

Herzogenbuscher Straße 54
 54292 Trier
 Tel: 0651 / 4627863
 Fax: 0651 / 4627864
 www.jl-ingenieure.com

Unterreit 6
 76135 Karlsruhe
 Tel: 0721 / 98819007
 Fax: 0721 / 98819008
 www.jl-ingenieure.com

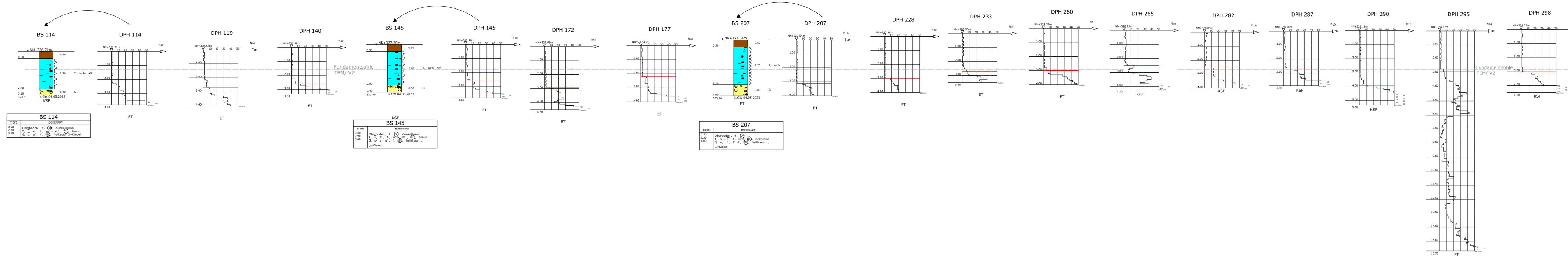
Anlage Nr.: 2.18	
Maßstab: M.d.Höhe 1:100	
Bearbeiter: Senta Wittig	Datum: 30.06.2023
Gezeichnet: Susanne Schirra	
Datei: 4201-G04-Schnitte.dwg	
Projekt-Nr.: 4201-G04	

(590x297 mm)

Fundamentsohle TEM/ VZ = 325,40 mNN

gepl.Gebäude 050.0

gepl.Gebäude 080.0



TIEFE	BODENART
0.50	Oberboden, f, f_{d} dunkelbraun
2.70	T, u, s', f, wch, stf, f_{b} braun
3.10	G, s, u', f, f_{h} hellgrau, G=Kiesel

TIEFE	BODENART
0.50	Oberboden, f, f_{d} dunkelbraun
2.90	T, u, s', f, wch, stf, f_{b} braun
3.40	G, s, u', f, f_{h} hellgrau, g=Kiesel

TIEFE	BODENART
0.50	Oberboden, f, f_{d} hellbraun
3.20	T, u, s', f, wch, stf, f_{b} hellbraun
4.00	G, s, u', f, f_{h} hellgrau, G=Kiesel

Legende:

- = Oberboden/ Ackerboden
- = Lösslehme
- = Kiese
- = Tone
- = Sande

Horizontaler Abstand der Aufschlüsse nicht maßstäblich

= Kieshorizont

Projekt:
 Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
 Geotechnische Hauptuntersuchung

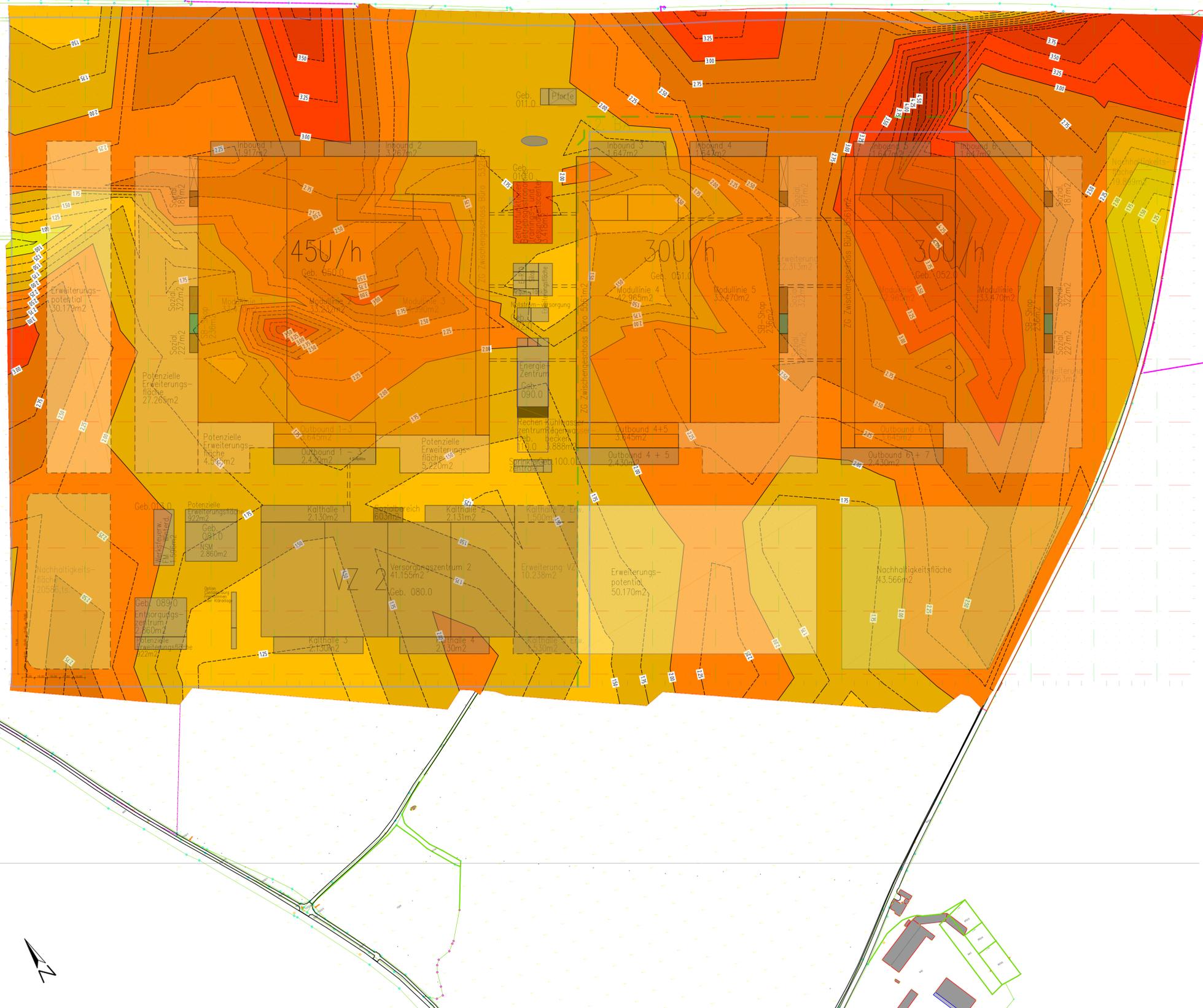
Planbezeichnung:
Schnitt S-S

Dr. Jung + Lang INGENIEURE <small>GEOTECHNIK UND UMWELT</small>		Anlage Nr.: 2.19 Maßstab: M.d.Höhe 1:100
Europallee 17 66113 Saarbrücken Tel: 0681 / 92799870 Fax: 0681 / 92799879 E-Mail: info@jl-ingenieure.com	Herzogenbuscher Straße 54 54292 Trier Tel: 0651 / 4627863 Fax: 0651 / 4627864 www.jl-ingenieure.com	Unterrreit 6 76135 Karlsruhe Tel: 0721 / 98819007 Fax: 0721 / 98819008 Datum: 30.06.2023
Bearbeiter: Senta Wittig Gezeichnet: Susanne Schirra Datum: 4201-G04-Schritte.dwg Projekt-Nr.: 4201-G04		

1:150x297 mm

A N L A G E 3

Digitale Geländemodelle



Legende Darstellung Nulllinie
Werkshöhe 326.85 müNN minus OK Kies:

5.00 bis 4.50	OK Kies unter Nulllinie Werkshöhe 326.85 müNN
4.50 bis 4.00	
4.00 bis 3.50	
3.50 bis 3.00	
3.00 bis 2.50	
2.50 bis 2.00	
2.00 bis 1.50	
1.50 bis 1.00	
1.00 bis 0.50	
0.50 bis 1.00	

Darstellung der Differenz der OK Kies gegenüber der Nulllinie Werkshöhe von 326.85 müNN
 Daten im Werkskoordinatensystem (Grundlage ETRS89.UTM-33N)

Hinweis: Teilweise wurden die örtlichen Bodenaufschlüsse durch interpolierte Höhen ergänzt!

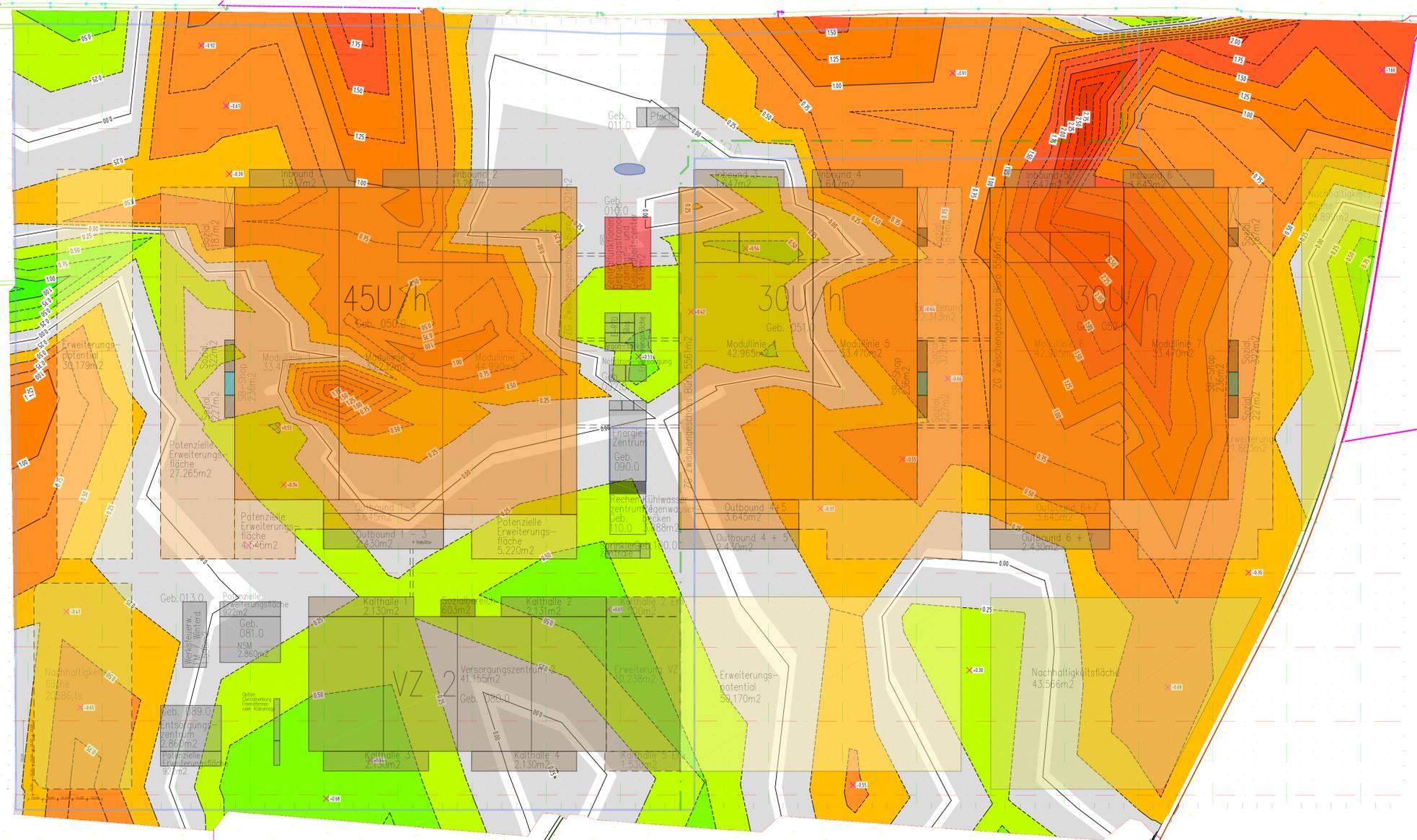
Projekt:
Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
 Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
Lageplan Kieshorizont [m] unter Werkshöhe ± 0,00

		Anlage Nr.: 3.2 Maßstab: 1:250
Europallee 17 66113 Saarbrücken Tel: 0681 / 92799870 Fax: 0681 / 92799879 E-Mail: info@ingenieure.com	Herzogenbuscher Straße 54 54292 Trier Tel: 0651 / 4927863 Fax: 0651 / 4927864	Untereut 6 76135 Karlsruhe Tel: 0721 / 98819007 Fax: 0721 / 98819008 www.jl-ingenieure.com
Bearbeiter: Senta Wittig Gezeichnet: Susanne Schirra Datum: 26.07.2023		Projekt-Nr.: 4201-G04-Lageplan 1.3.dwg

(970x520 mm)





Legende Darstellung OK Kies in Bezug zur Gründungssohle 324.95 müNN:

1.50 bis 1.00	OK Kies über Gründungssohle
1.00 bis 0.50	
0.50 bis 0.25	
0.25 bis 0.05	
-0.05 bis 0.05	OK Kies unter Gründungssohle
-0.05 bis -0.25	
-0.25 bis -0.50	
-0.50 bis -1.00	
-1.00 bis -1.50	
-1.50 bis -2.00	
-2.00 bis -2.50	
-2.50 bis -3.00	

Darstellung der Differenz der OK Kies gegenüber der Gründungssohle von 324.95 müNN
 Daten im Werkskoordinatensystem (Grundlage ETRS89.UTM-33N)

Hinweis: Teilweise wurden die örtlichen Bodenaufschlüsse durch interpolierte Höhen ergänzt!

Projekt:
 Neubau BMW Werk ZETA Straßkirchen
 Geotechnische Hauptuntersuchung

Planbezeichnung:
 Lageplan Kieshorizont [m] unter Gründungssohle TEM/ VZ

Anlage Nr.: 3.3
 Maßstab: 1:250

Bearbeiter: Senta Wittig	Datum:
Gezeichnet: Susanne Schira	26.07.2023
Datei: 4201-G04-Lageplan 1.4.dwg	
Projekt: 4201-1-G04	

Dr. Jung + Lang
 INGENIEURE
 GEOTECHNIK UND UMWELT

Europaplatz 17
 66113 Saarbrücken
 Tel: 0681 / 92799870
 Fax: 0681 / 92799879
 E-Mail: info@ingenieure.com

Herzogenbuscher Straße 54
 54292 Trier
 Tel: 0651 / 4627863
 Fax: 0651 / 4627864

Unterwelt 6
 76135 Karlsruhe
 Tel: 0721 / 98819007
 Fax: 0721 / 98819008
 www.jl-ingenieure.com

(970x520 mm)



A N L A G E 4

Bodenmechanische Laborversuche

Projekt-Nr. : 4201-1

**Neubau BMW Werk in Bayern,
Standortuntersuchung Staßkirchen**

Anlage 4

Entnahme		Bodenbeschreibung				Bodenkenngrößen								
Aufschluss	Tiefe [m]	Entnahmeart	Bodenart	Boden- gruppe	Konsis- tenz	Zustandsgrenzen wL [%]	wP [%]	Ic	Wasser- gehalt [%]	Feinkorn- gehalt [%]	wPr [%]	Proctor ρ _{Pr} [t/m³]	Ü [%]	k _r -wert [m/s]
BS 114	0,5 - 2,7	g	T ₁ u*s's	TL	weich	31,8	18,9	0,74	22,3	94,2				
BS 116	0,9 - 2,9	g	T ₁ u*s's	TL	weich	30,9	18,5	0,68	22,5					
BS 145	0,5 - 2,9	g	T ₁ u*s's	TL	weich	31,1	18,6	0,73	22,0	90,0				1,4*10 ⁻⁴
	2,9 - 3,4	g	G ₁ s,u'	GU					4,6	7,3				
BS 174	0,4 - 3,0	g	T ₁ u*s's	TL	weich	28,4	17,7	0,54	22,6	87,3				
	3,0 - 3,4	g							8,1					
BS 178	0,5 - 3,2	g	T ₁ u*s's	TL	weich	34,6	18,1	0,72	22,8	90,2				7,1*10 ⁻⁶
	3,2 - 3,4	g	G ₁ s*,u	GU*					9,8	18,6				
BS 207	0,5 - 3,2	g	T ₁ u*s's	TL	weich	30,1	19,4	0,68	22,9	93,6				5,8*10 ⁻⁴
	3,2 - 4,0	g	G ₁ s,u'	GU					5,3	5,7				
BS 229	0,8 - 2,6	g	T ₁ u*s's	TL	weich	31,6	18,5	0,60	23,7					
	2,6 - 3,2	g	G ₁ s*,u'	GU					5,6	12,3				5,9*10 ⁻⁵
BS 231	0,9 - 2,6	g	T ₁ u*s's	TL	steif	30,6	19,3	0,83	21,2					



Projekt-Nr. : 4201-1

**Neubau BMW Werk in Bayern
Standortuntersuchung Staßkirchen**

Anlage 4

Entnahme		Bodenbeschreibung				Bodenkenngrößen							
Aufschluss	Tiefe [m]	Entnahmeart	Bodenart	Boden- gruppe	Konsis- tenz	Zustandsgrenzen			Wasser- gehalt [%]	Feinkorn- gehalt [%]	Proctor p _{Pr} [t/m ³]	Ü [%]	k _r -wert [m/s]
						w _L [%]	w _p [%]	I _c			w _{Pr} [%]		
BS 259	0,9 - 2,5	g	T,u*,s'	TL	weich	32,8	18,5	0,64	23,7	8,4			6,2*10 ⁻⁵
	2,5 - 3,4	g	G,s,u'	GU					5,1				
BS 263	0,9 - 2,7	g	T,u*,s'	TL	weich	32,2	16,8	0,69	21,6	84,4			
BS 268	0,7 - 3,3	g	T,u*,s'	TL	steif	33,7	19,1	0,78	22,4	88,2			
BS 288	0,8 - 2,7	g	T,u*,s'	TL	weich	30,6	18,0	0,66	22,3	87,2			
	2,7 - 3,0	g	G,s*,u'	GU					3,1	6,5			1,3*10 ⁻⁴
BS 291	0,7 - 3,1	g	T,u,s	TL	weich	31,9	17,7	0,71	21,8	82,9			
BS 297	0,6 - 2,7	g	T,u*,s'	TL-TM	weich	34,8	18,7	0,60	26,1				
BS 297/303	0,8 - 2,5	g	T,u*,s'	TL	weich	30,8	18,6	0,64	23,0	86,7			

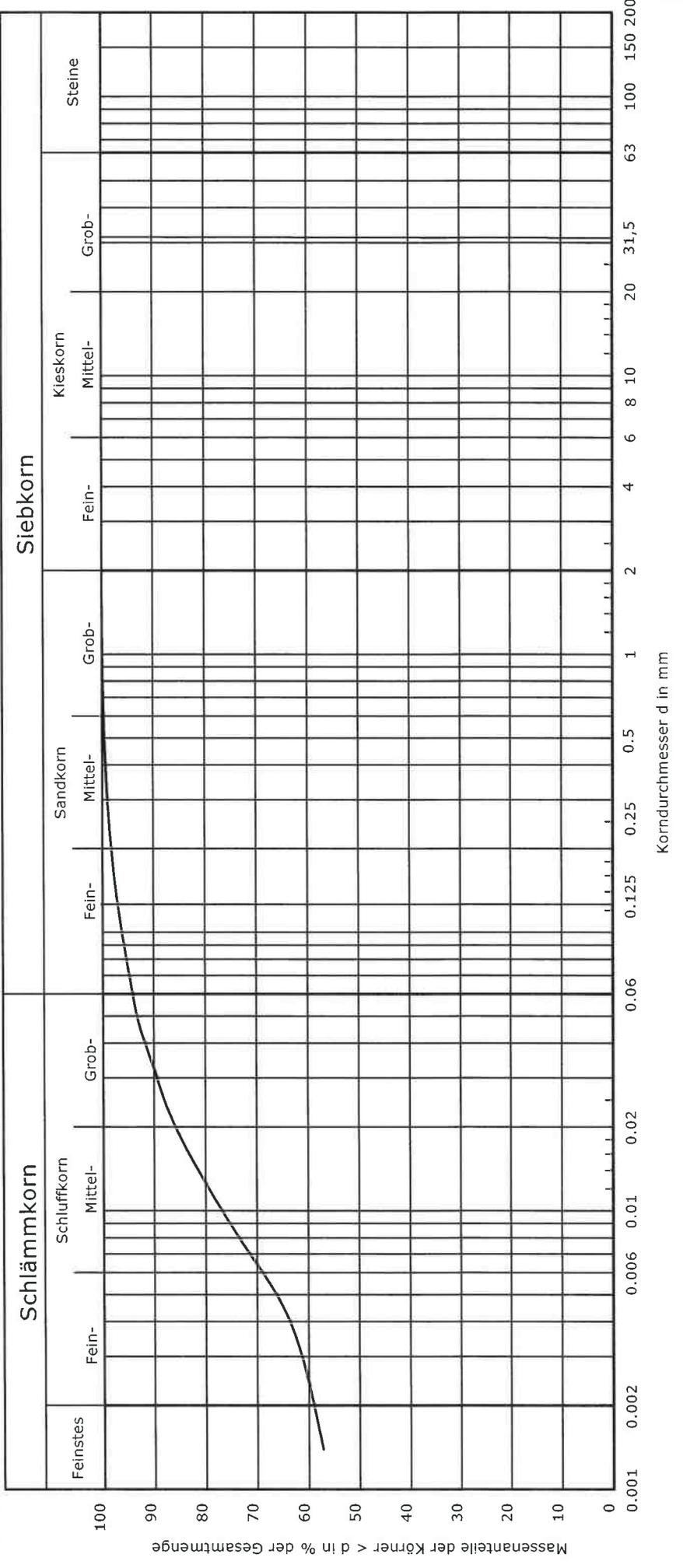
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss: BS 114
 Tiefe: 0,5 m - 2,7 m
 Probe entnommen am: 04.05.2023
 Probe entnommen von: mm

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	T, u*, s'
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL
U/Cc:	-/-
Probe trocken [g]:	453,43
Wassergehalt [%]:	22,3
Anteile (T / U / S / G) [%]:	58.9/35.3/5.7/ -
Bemerkungen:	
Projekt-Nr.: 4201-1 Anlage: 4	

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Bearbeiter: mj

Datum: 03.07.2023

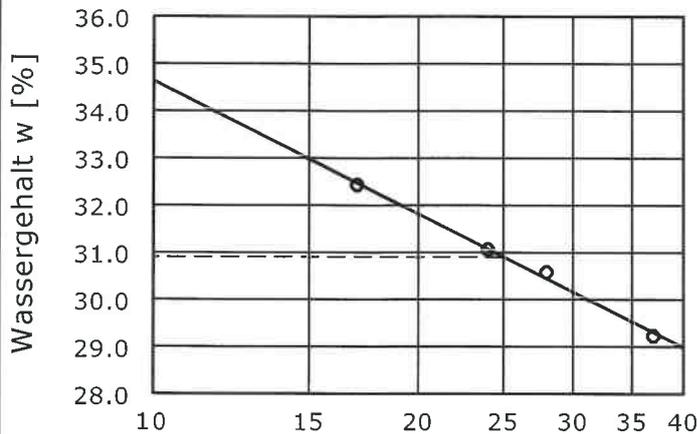
Aufschluss:..... BS 116

Tiefe:..... 0,9 m - 2,9 m

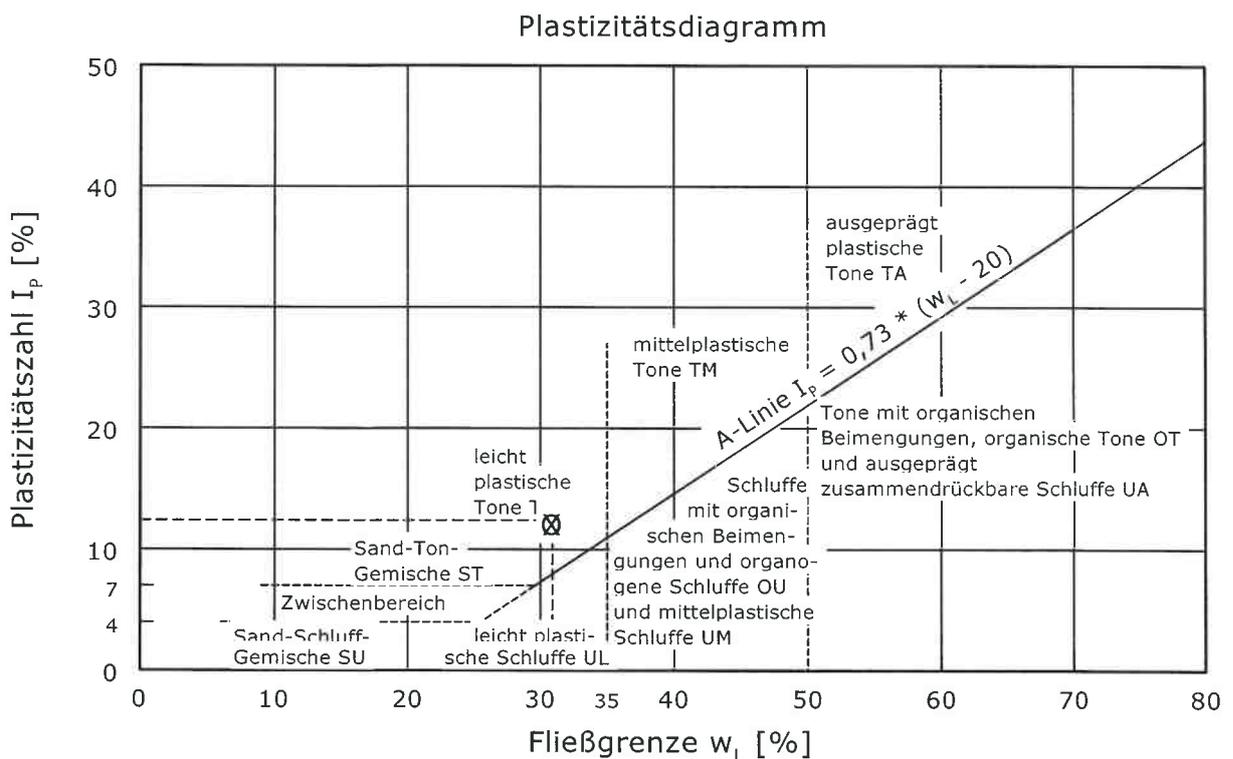
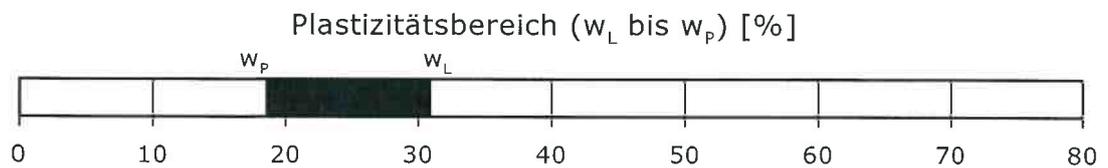
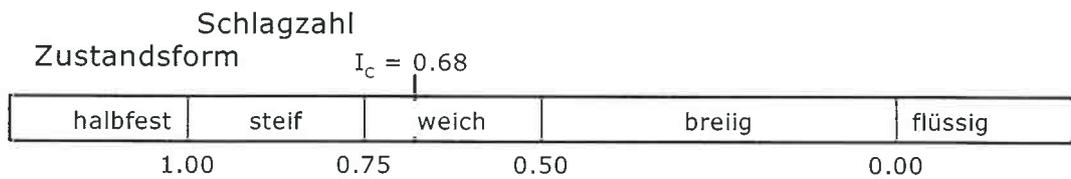
Entnahmearart:..... gestört

Bodenart:..... T,u*,s'

Entnahmedatum:.... 04.05.2023



Wassergehalt $w = 22.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 30.9 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 18.5 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 12.4 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.68$



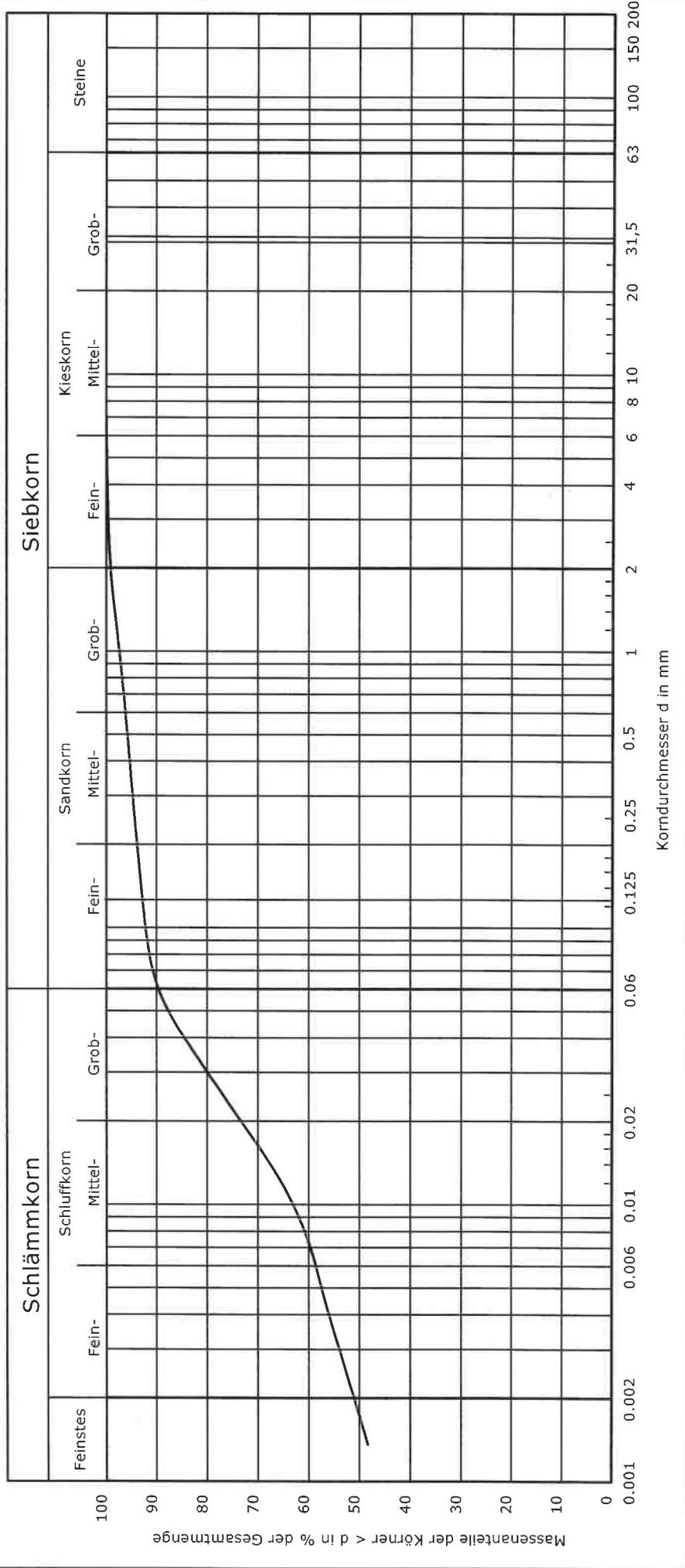
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss: BS 145
 Tiefe: 0,5 m - 2,9 m
 Probe entnommen am: 04.05.2023
 Probe entnommen von: mm

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:		T, u*, s'
Bodengruppe nach DIN 18196:		TL
U/Cc:		-/-
Probe trocken [g]:		362,22
Wassergehalt [%]:		22,0
Anteile (T / U / S / G) [%]:		51.0/39.0/9.1/0.9
Bemerkungen:		
Projekt-Nr.: 4201-1		
Anlage: 4		

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Bearbeiter: mj

Datum: 03.07.2023

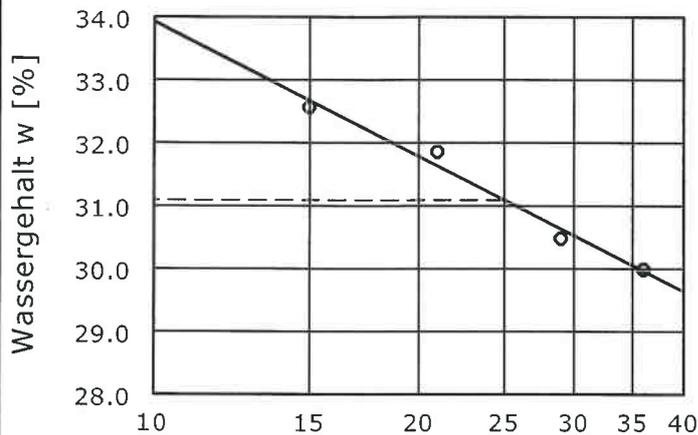
Aufschluss:..... BS 145

Tiefe:..... 0,5 m - 2,9 m

Entnahmart:..... gestört

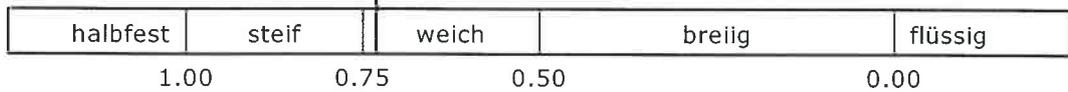
Bodenart:..... T,u*,s'

Entnahmedatum:.... 04.05.2023

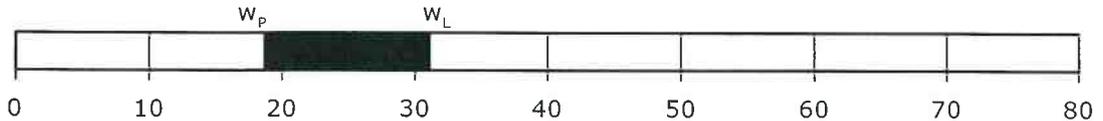


Wassergehalt $w =$ 22.0 %
 Fließgrenze $w_L =$ 31.1 %
 Ausrollgrenze $w_p =$ 18.6 %
 Plastizitätszahl $I_p =$ 12.5 %
 Konsistenzzahl $I_c =$ 0.73

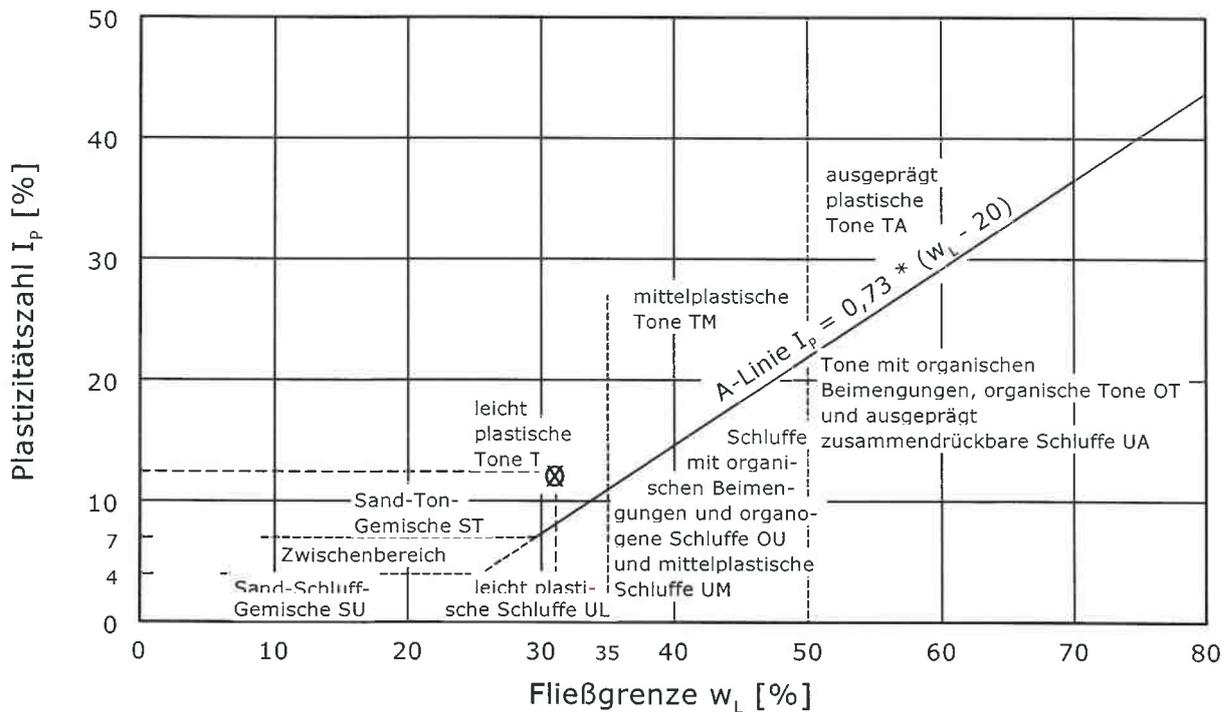
Zustandsform $I_c = 0.73$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



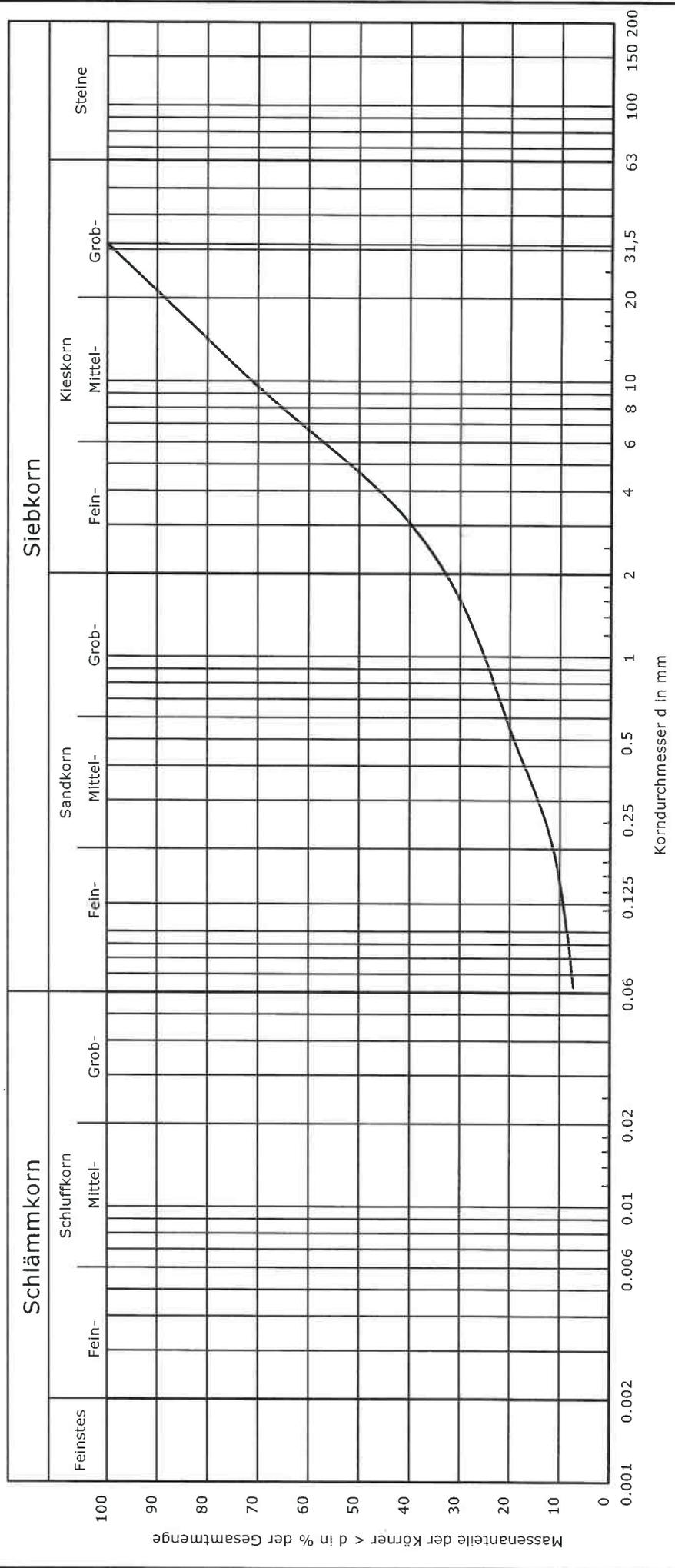
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss:..... BS 145
 Tiefe:..... 2,9 m - 3,4 m
 Probe entnommen am:..... 04.05.2023
 Probe entnommen von:..... jb

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	G, s, u'
Bodengruppe nach DIN 18196:	GU
U/CC:	43.9/2.6
Probe trocken [g]:	1205,05
Wassergehalt [%]:	4,6
Anteile (- / T + U / S / G) [%]:	- / 7.3 / 25.5 / 67.1
kf-Wert [m/s]	$1.4 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:
 G = Kiesel

Projekt-Nr.:
 4201-1
 Anlage:
 4

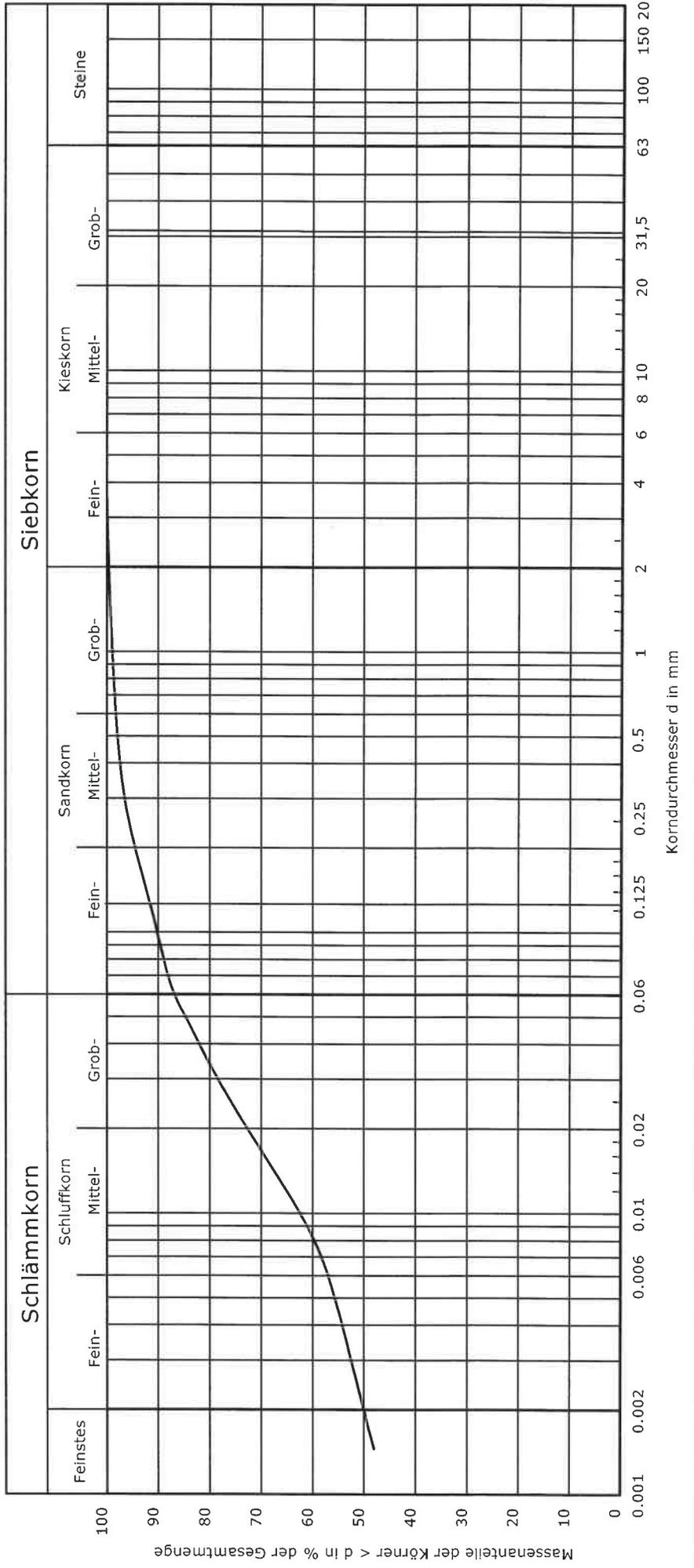
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss: BS 174
 Tiefe: 0,9 m - 3,0 m
 Probe entnommen am: 04.05.2023
 Probe entnommen von: jb

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:		T, u*, s'
Bodengruppe nach DIN 18196:		TL
U/Cc:		-/-
Probe trocken [g]:		307,25
Wassergehalt [%]:		22,6
Anteile (T / U / S / G) [%]:		50.0/37.3/12.3/0.4
Bemerkungen:		
Projekt-Nr.: 4201-1		
Anlage: 4		

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Bearbeiter: mj

Datum: 03.07.2023

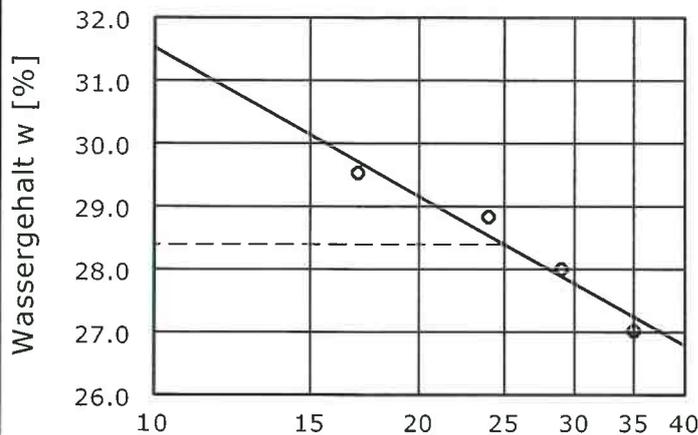
Aufschluss:..... BS 174

Tiefe:..... 0,4 m - 3,0 m

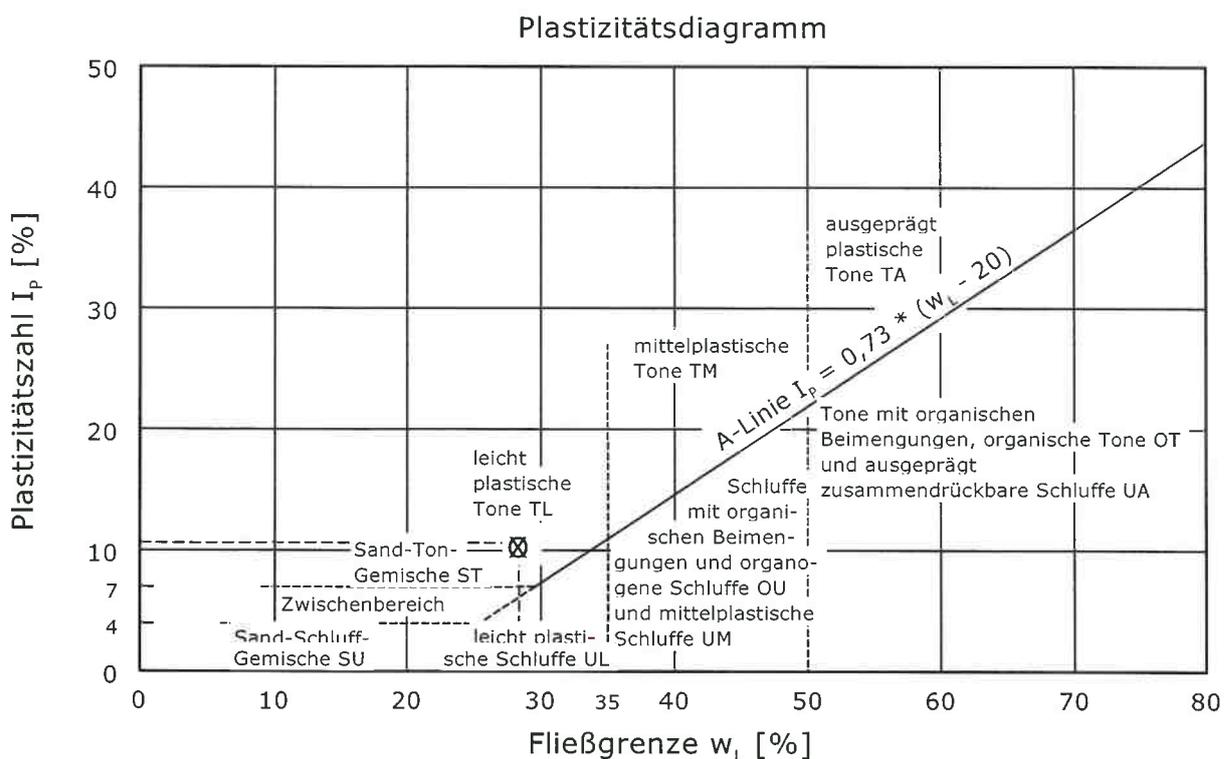
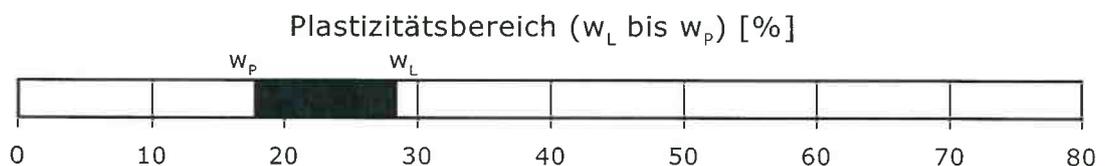
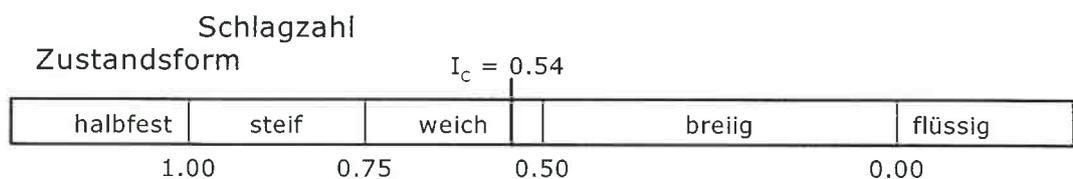
Entnahmart:..... gestört

Bodenart:..... T,u*,s'

Entnahmedatum:.... 04.05.2023



Wassergehalt w = 22.6 %
 Fließgrenze w_L = 28.4 %
 Ausrollgrenze w_p = 17.7 %
 Plastizitätszahl I_p = 10.7 %
 Konsistenzzahl I_c = 0.54



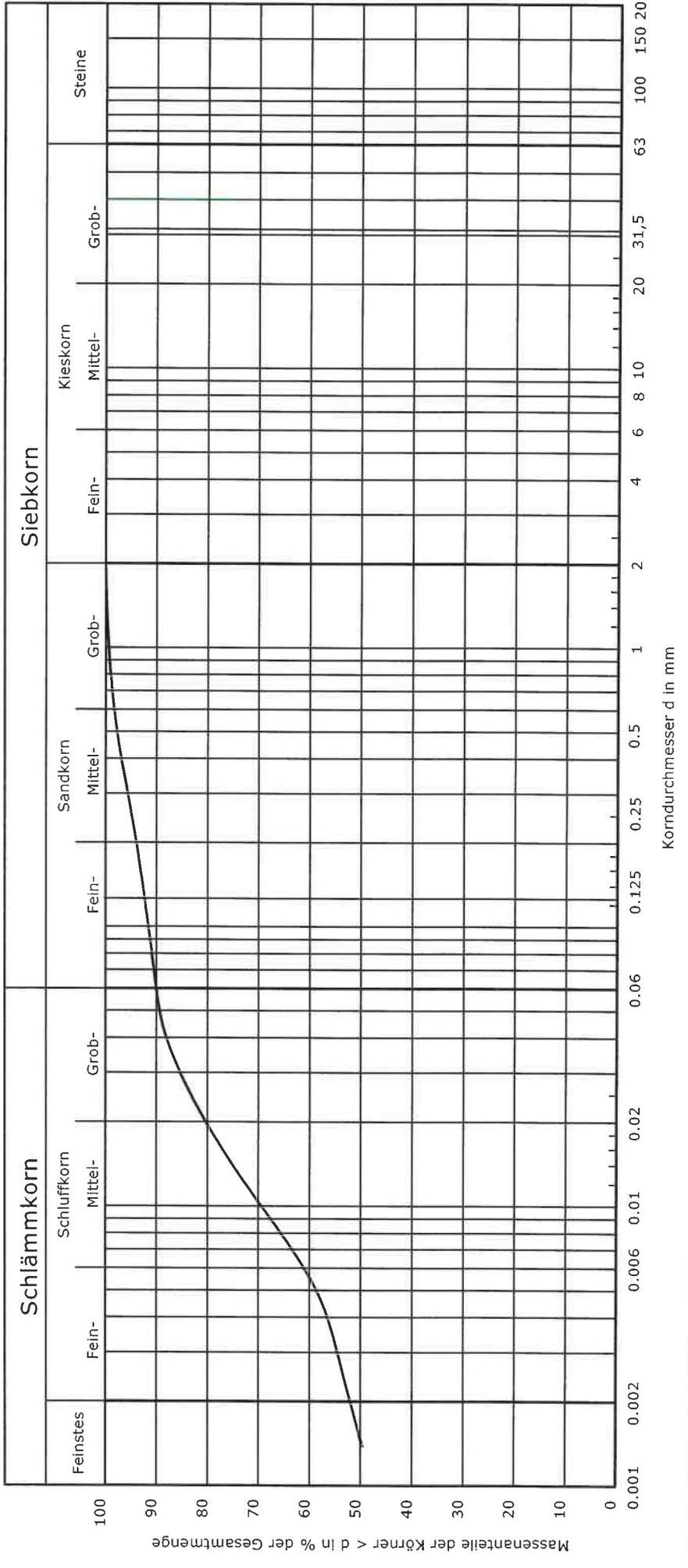
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss: BS 178
 Tiefe: 0,5 m - 3,2 m
 Probe entnommen am: 05.05.2023
 Probe entnommen von: j b

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



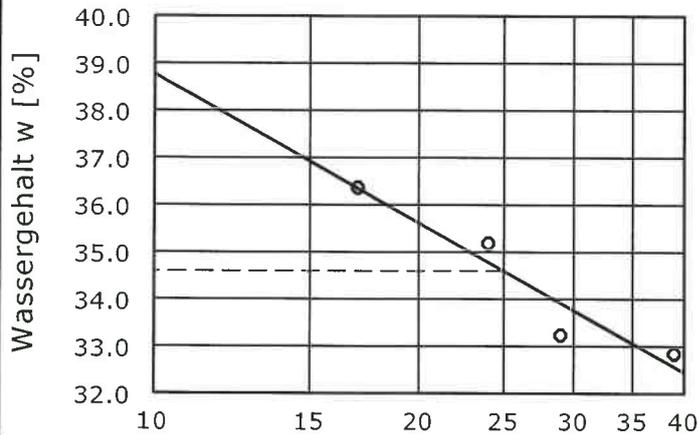
Bodenart nach DIN 4022:		T, U, s'
Bodengruppe nach DIN 18196:		TL
U/Cc:		-/-
Probe trocken [g]:		295,55
Wassergehalt [%]:		22,8
Anteile (T / U / S / G) [%]:		52.1/38.1/9.8/ -
Bemerkungen:		
Projekt-Nr.: 4201-1 Anlage: 4		

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

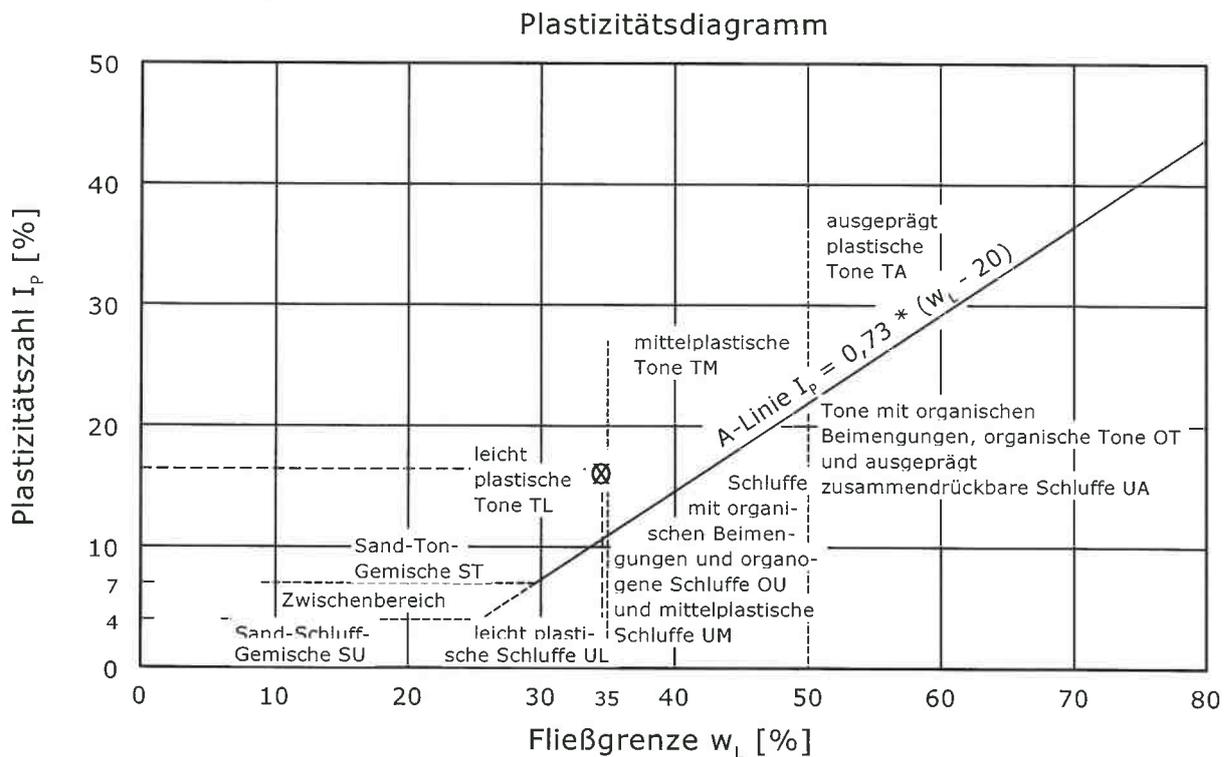
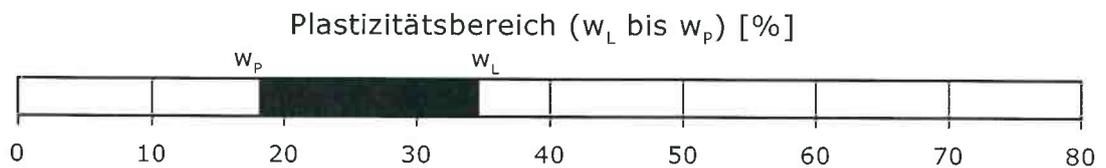
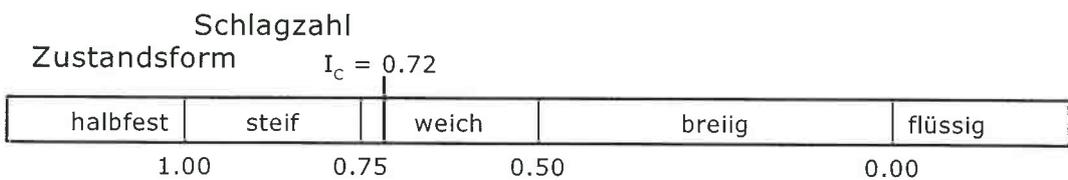
Bearbeiter: mj

Datum: 03.07.2023

Aufschluss:..... BS 178
Tiefe:..... 0,5 m - 3,2 m
Entnahmeart:..... gestört
Bodenart:..... T,u*,s'
Entnahmedatum:.... 05.05.2023



Wassergehalt $w = 22.8 \%$
Fließgrenze $w_L = 34.6 \%$
Ausrollgrenze $w_p = 18.1 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 16.5 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 0.72$



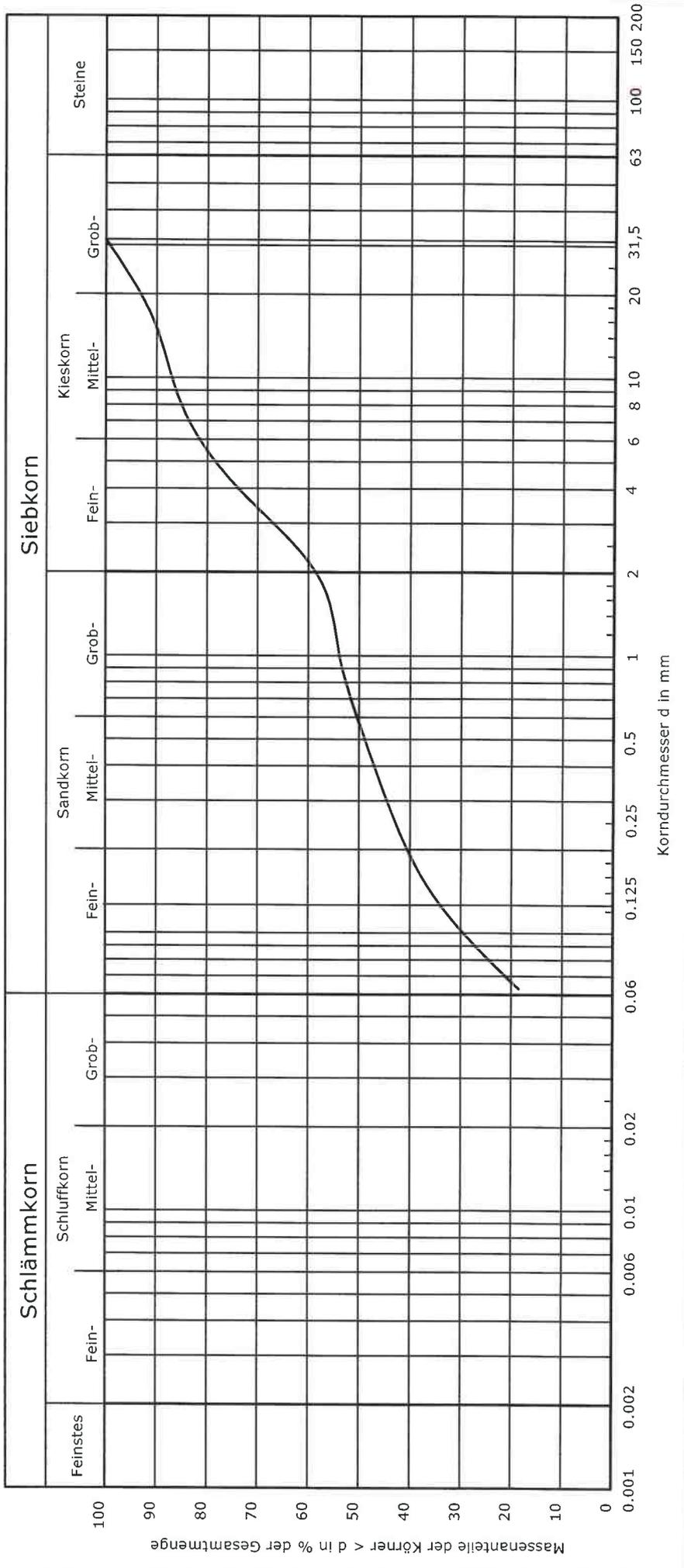
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss: BS 178
 Tiefe: 3,2 m - 3,4 m
 Probe entnommen am: 05.05.2023
 Probe entnommen von: j b

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	G, s*, u
Bodengruppe nach DIN 18196:	GU*
U/Cc:	-/-
Probe trocken [g]:	976,04
Wassergehalt [%]:	9,8
Anteile (- / T+U / S / G) [%]:	- / 18.6 / 40.0 / 41.4
kf-Wert [m/s]	7.1 · 10 ⁻⁶

Projekt-Nr.:
 4201-1
 Anlage:
 4

Bemerkungen:
 G = Kiesel

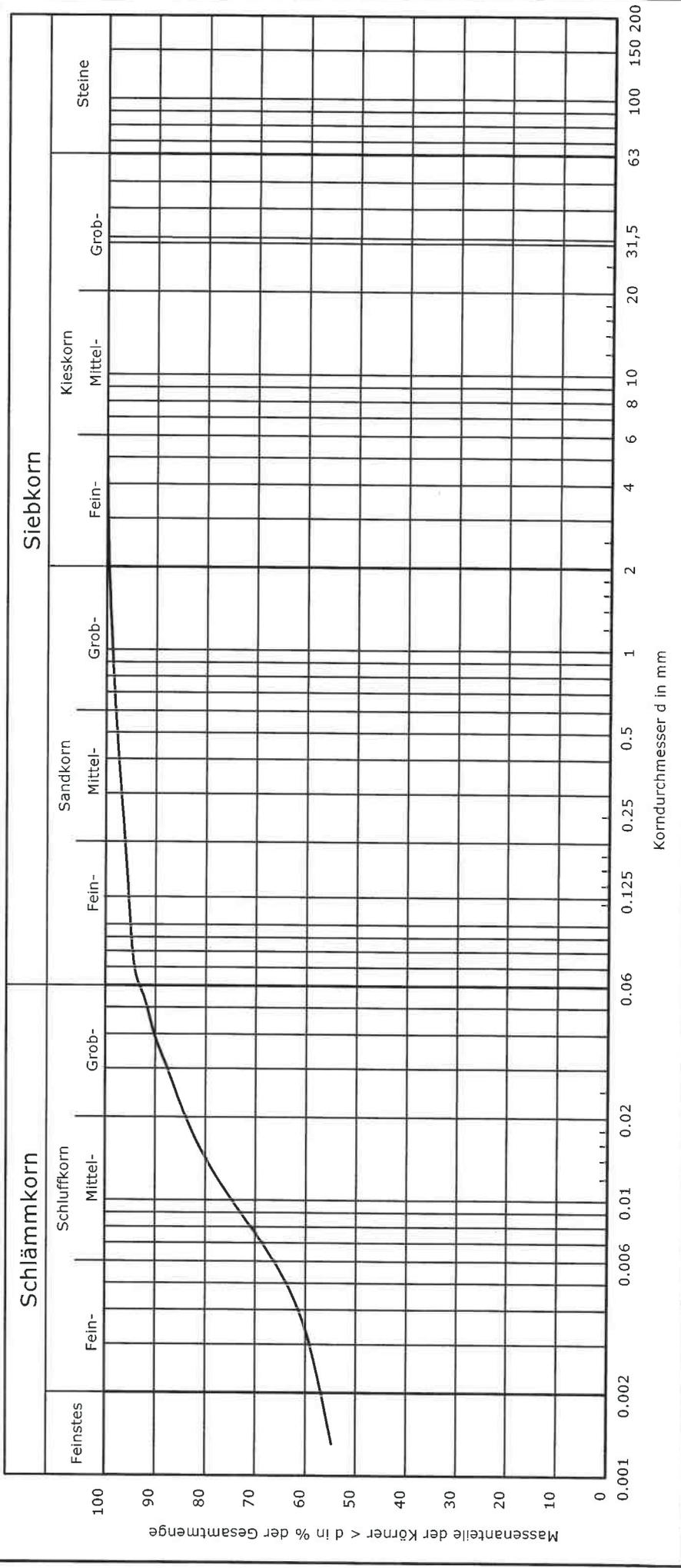
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss: BS 207
 Tiefe: 0,5 m - 3,2 m
 Probe entnommen am: 05.05.2023
 Probe entnommen von: jb

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	T, u*, s'
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL
U/Cc:	-/-
Probe trocken [g]:	425,59
Wassergehalt [%]:	22,9
Anteile (T/ U/ S/ G) [%]:	56,9/36,7/5,9/0,5

Projekt-Nr.:
 4201-1
 Anlage:
 4

Bemerkungen:

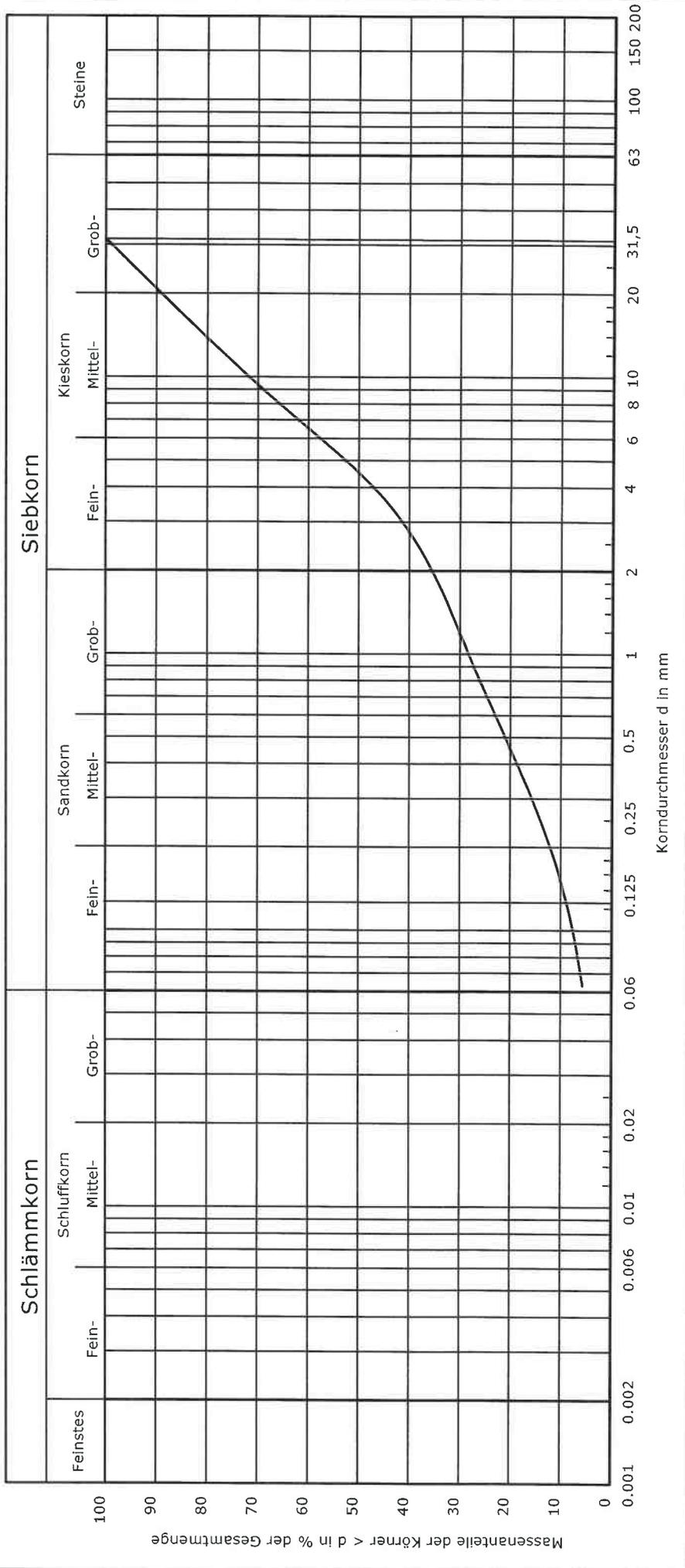
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss: BS 207
 Tiefe: 3,2 m - 4,0 m
 Probe entnommen am: 05.05.2023
 Probe entnommen von: j b

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	G, s, u'
Bodenklasse nach DIN 18196:	GU
U/Cc:	43.5/1.4
Probe trocken [g]:	1025,30
Wassergehalt [%]:	5,3
Anteile (- / T + U / S / G) [%]:	- / 5.7 / 29.9 / 64.4
kf-Wert [m/s]	5.8 · 10 ⁻⁴

Projekt-Nr.:
 4201-1
 Anlage:

Bemerkungen:
 G= Kiesel

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Bearbeiter: mj

Datum: 03.07.2023

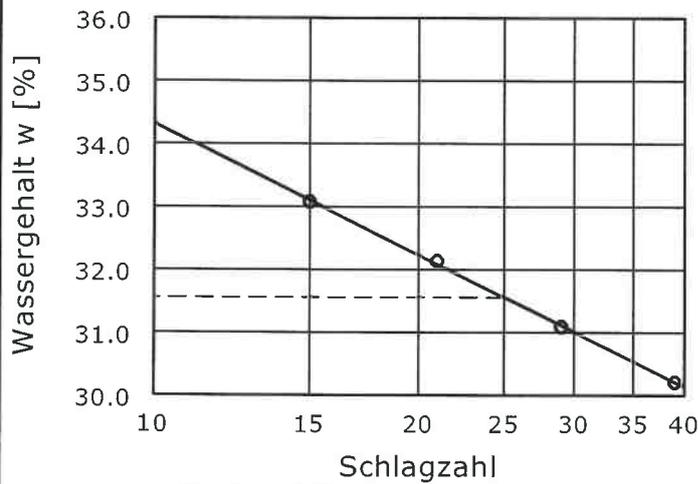
Aufschluss:..... BS 229

Tiefe:..... 0,8 m - 2,6 m

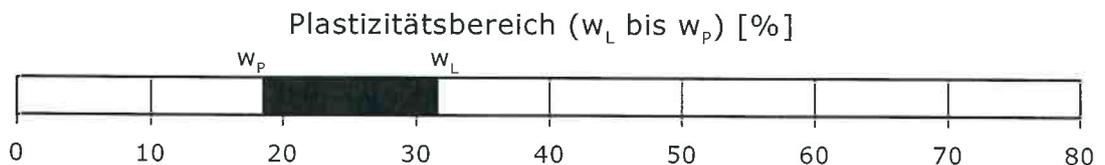
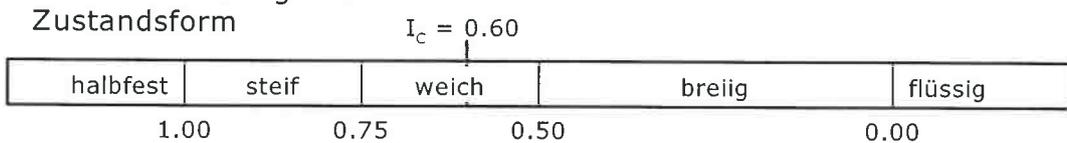
Entnahmart:..... gestört

Bodenart:..... T,u*,s'

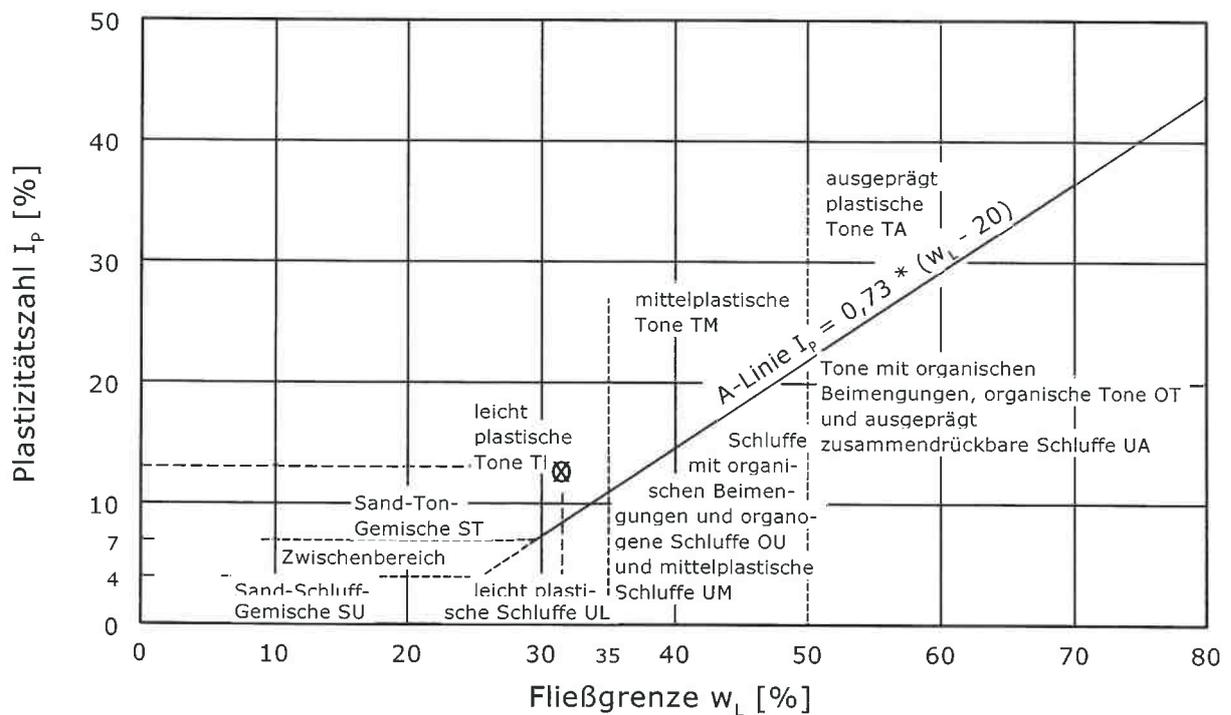
Entnahmedatum:.... 05.05.2023



Wassergehalt $w = 23.7 \%$
 Fließgrenze $w_L = 31.6 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 18.5 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 13.1 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.60$



Plastizitätsdiagramm



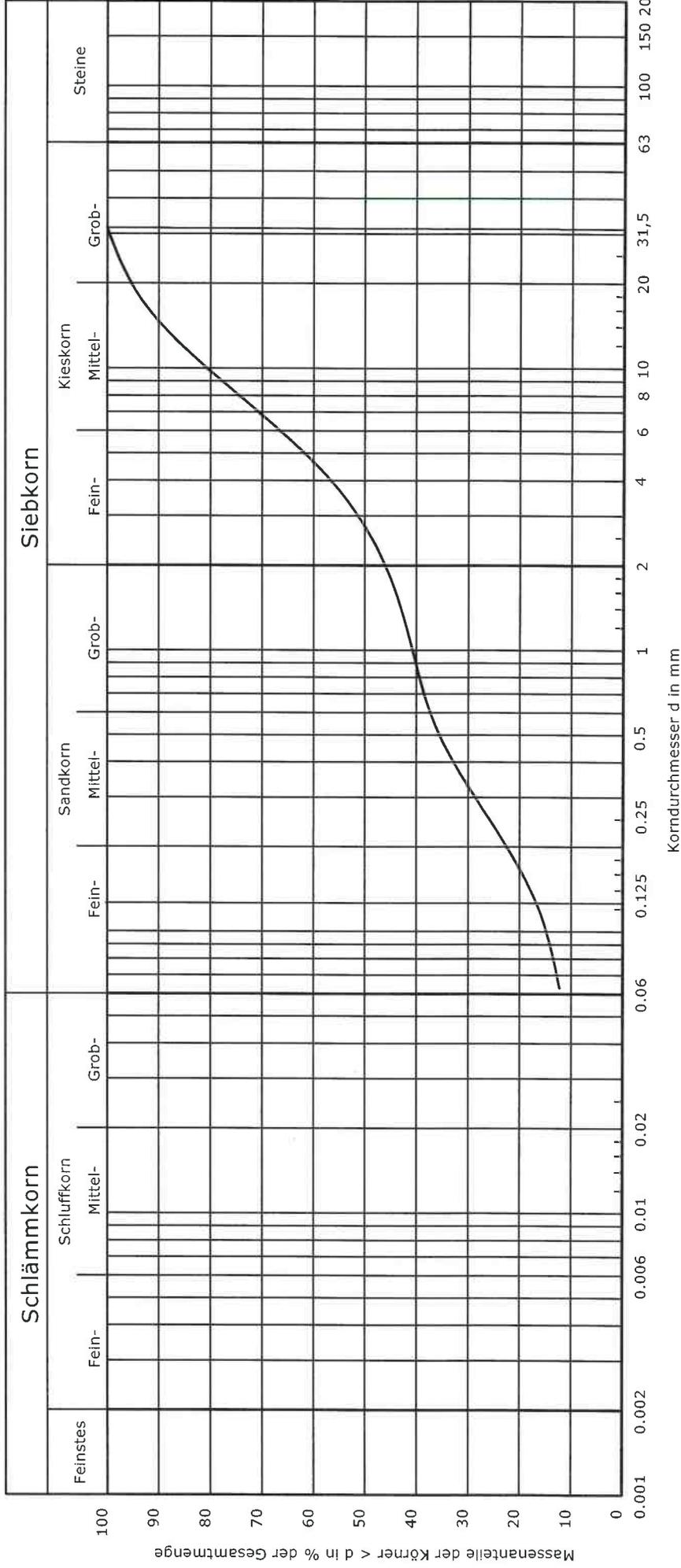
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss: BS 229
 Tiefe: 2,6 m - 3,2 m
 Probe entnommen am: 05.05.2023
 Probe entnommen von: j b

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	G, S*, u'
Bodengruppe nach DIN 18196:	GU
U/Cc:	-/-
Probe trocken [g]:	978,28
Wassergehalt [%]:	5,6
Anteile (- / T+U/ S/ G) [%]:	- /12.3/33.8/53.9
kf-Wert [m/s]	5.9 · 10 ⁻⁵

Bemerkungen:
 G= Kiesel

Projekt-Nr.:
 4201-1
 Anlage:

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Aufschluss:..... BS 231

Tiefe:..... 0,9 m - 2,6 m

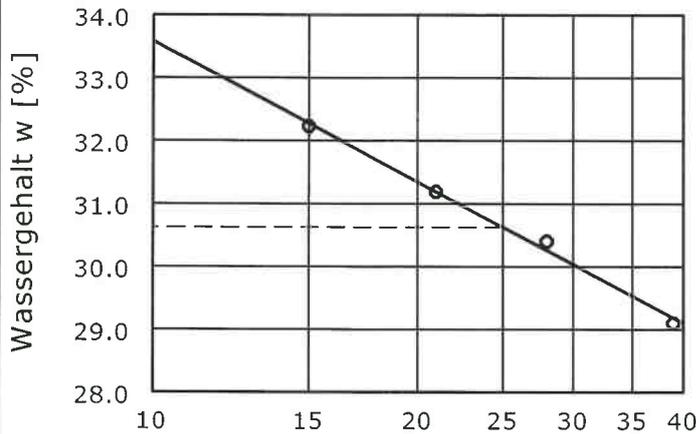
Entnahmeart:..... gestört

Bodenart:..... T,u*,s'

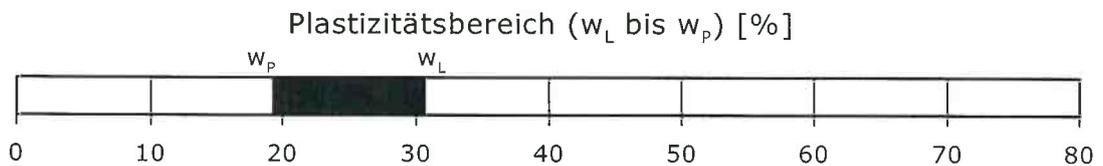
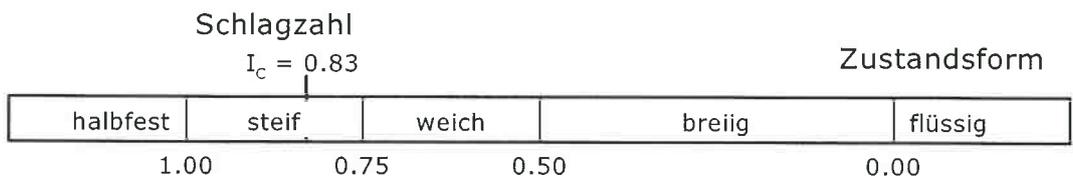
Entnahmedatum:.... 05.05.2023

Bearbeiter: mj

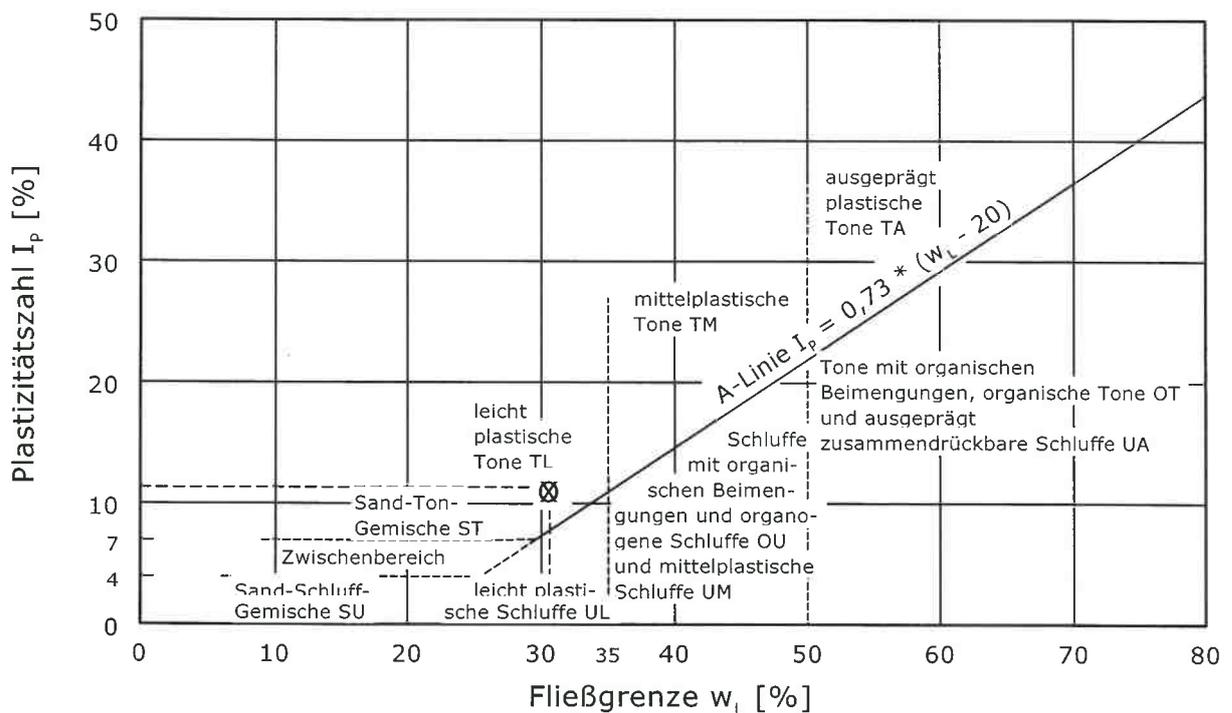
Datum: 03.07.2023



Wassergehalt $w = 21.2 \%$
 Fließgrenze $w_L = 30.6 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 19.3 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 11.3 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.83$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Bearbeiter: mj

Datum: 03.07.2023

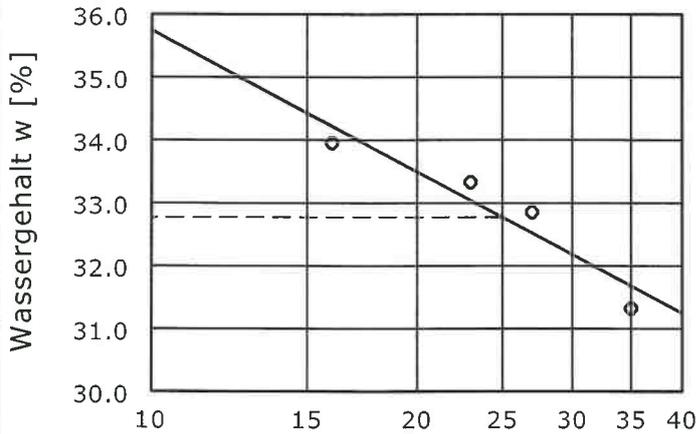
Aufschluss:..... BS 259

Tiefe:..... 0,9 m - 2,5 m

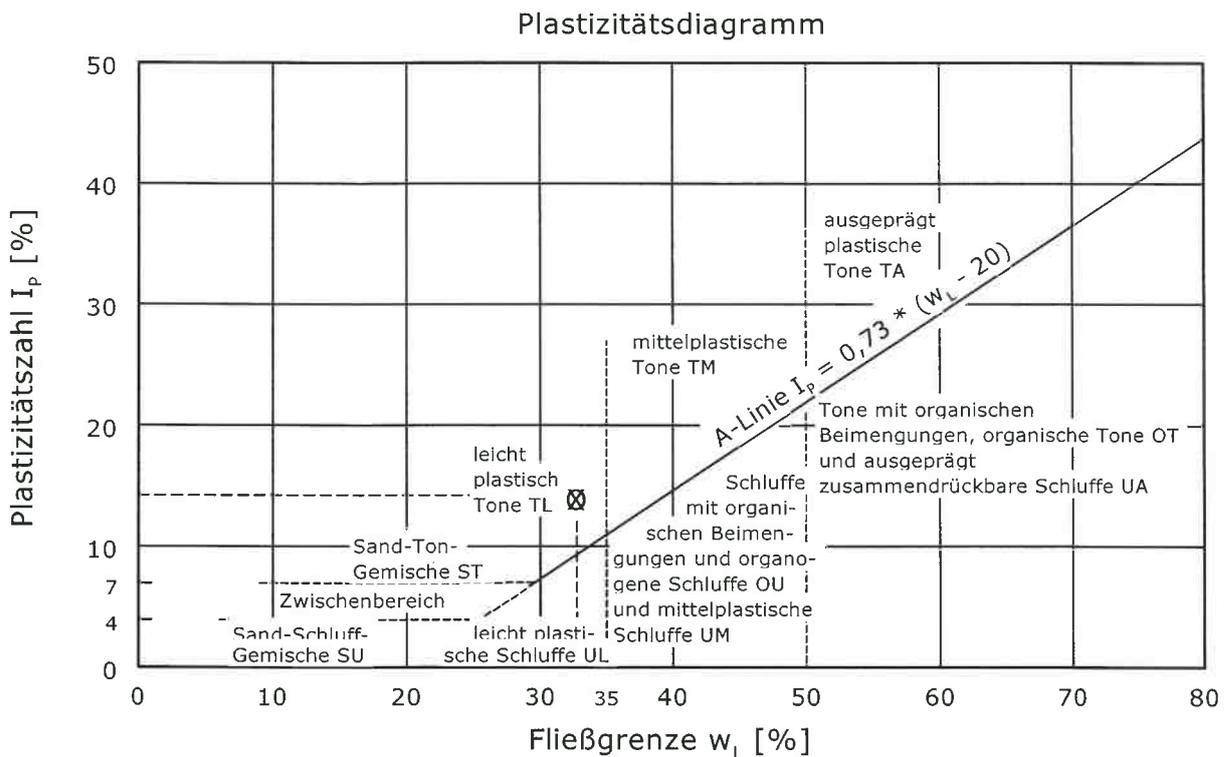
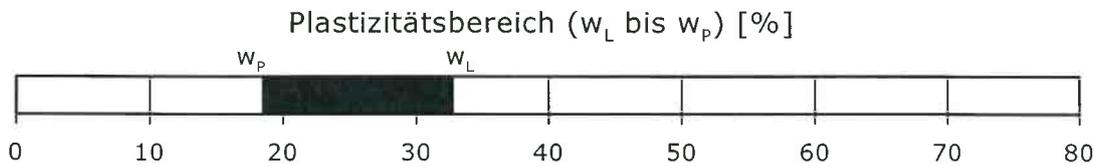
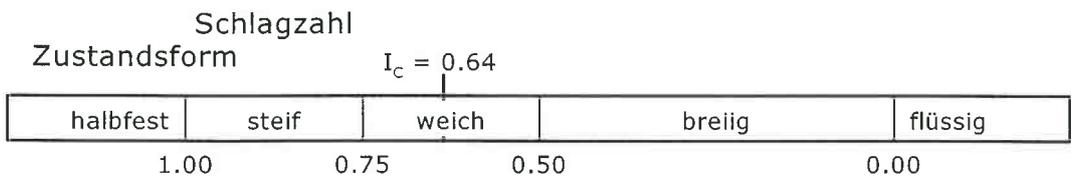
Entnahmeart:..... gestört

Bodenart:..... T,u*,s'

Entnahmedatum:.... 06.05.2023



Wassergehalt $w = 23.7 \%$
 Fließgrenze $w_L = 32.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 18.5 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 14.3 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.64$



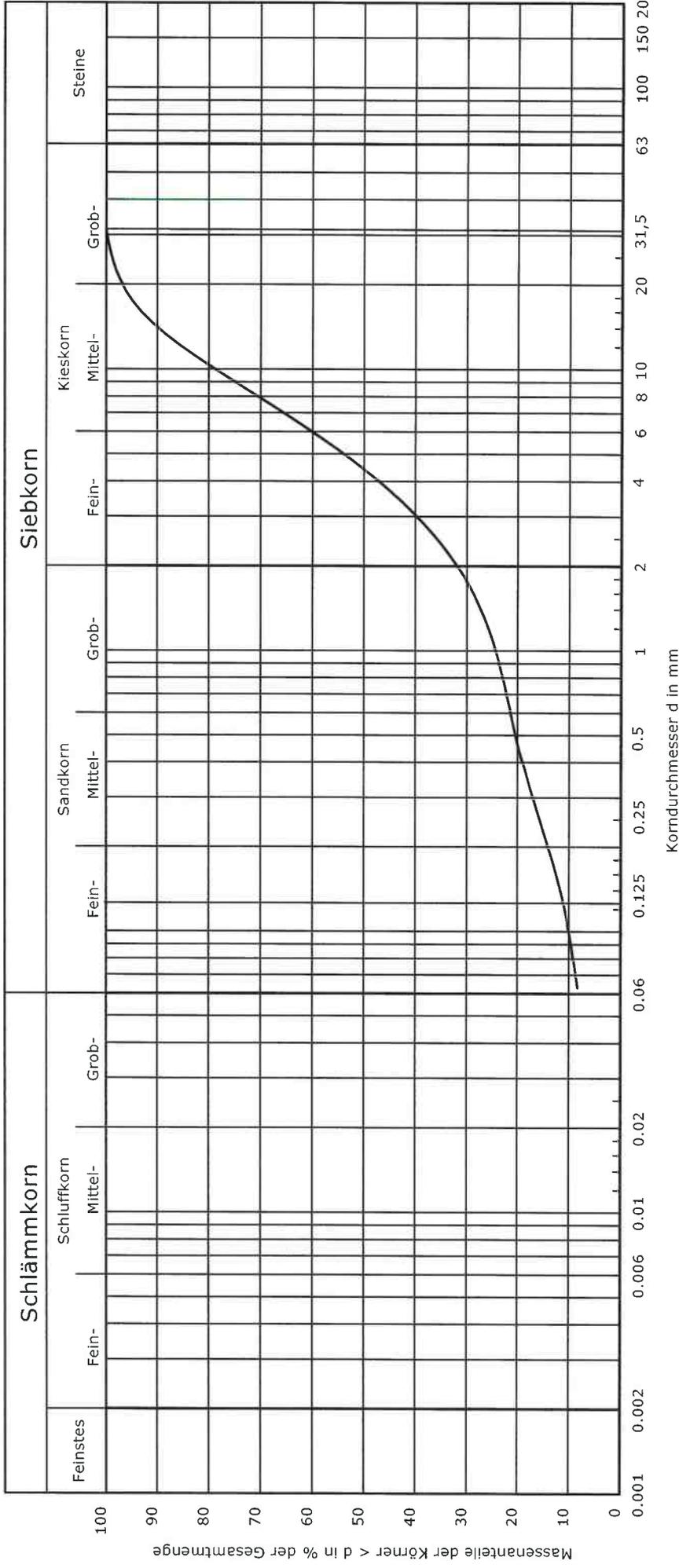
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss: BS 259
 Tiefe: 2,5 m - 3,4 m
 Probe entnommen am: 06.05.2023
 Probe entnommen von: jB

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	G, s, u'
Bodengruppe nach DIN 18196:	GU
U/Cc:	60.3/5.2
Probe trocken [g]:	1127,16
Wassergehalt [%]:	5,1
Anteile (- / T+U/ S/ G) [%]:	- / 8.4/ 23.5/ 68.1
kf-Wert [m/s]	6.2 · 10 ⁻⁵

Bemerkungen:
 G= Kiesel

Projekt-Nr.:
 4201-1
 Anlage:
 4

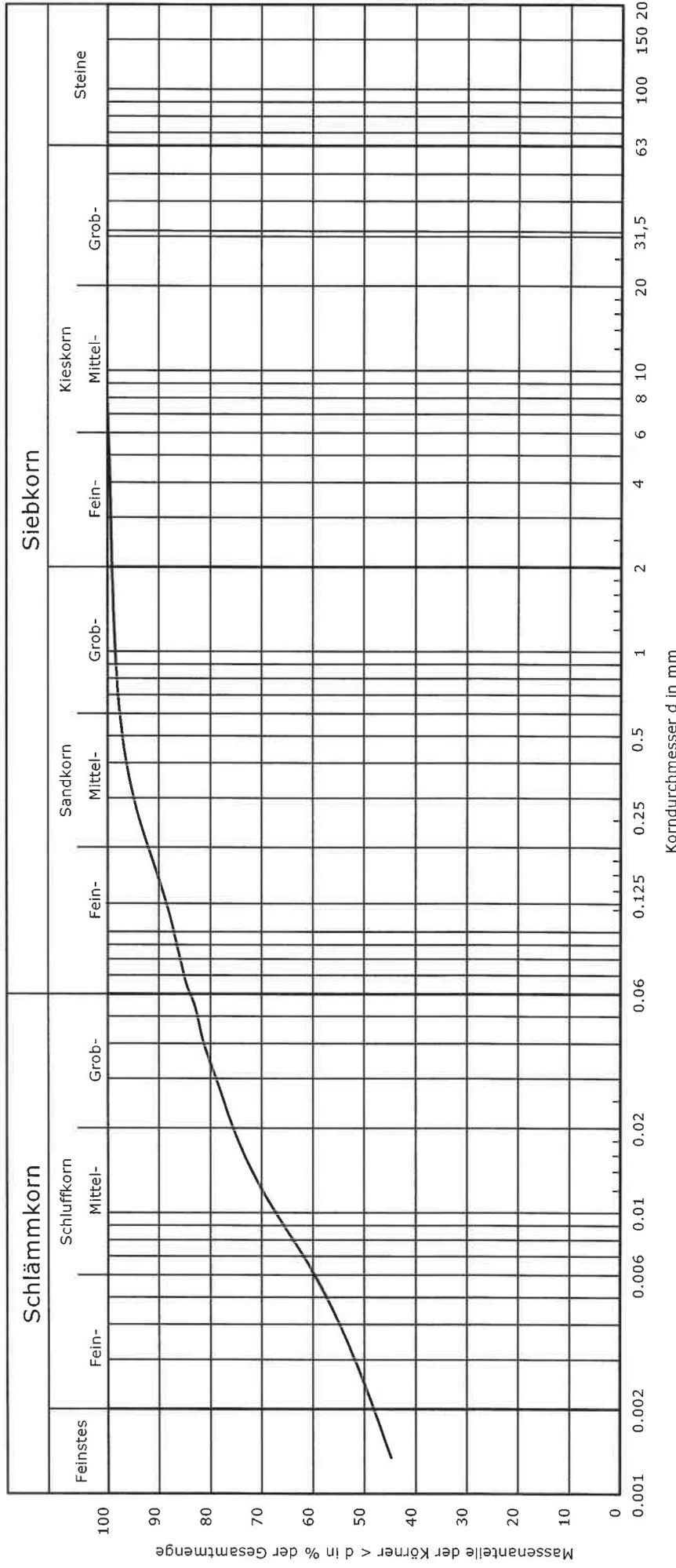
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss:..... BS 263
 Tiefe:..... 0,9 m - 2,7 m
 Probe entnommen am:..... 06.05.2023
 Probe entnommen von:..... jb

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	T, u*, s'
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL
U/Cc:	-/-
Probe trocken [g]:	427,33
Wassergehalt [%]:	21,6
Anteile (T/ U/ S/ G) [%]:	48.2/36.2/14.7/1.0
Bemerkungen:	
Projekt-Nr.: 4201-1 Anlage: 4	

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Bearbeiter: mj

Datum: 03.07.2023

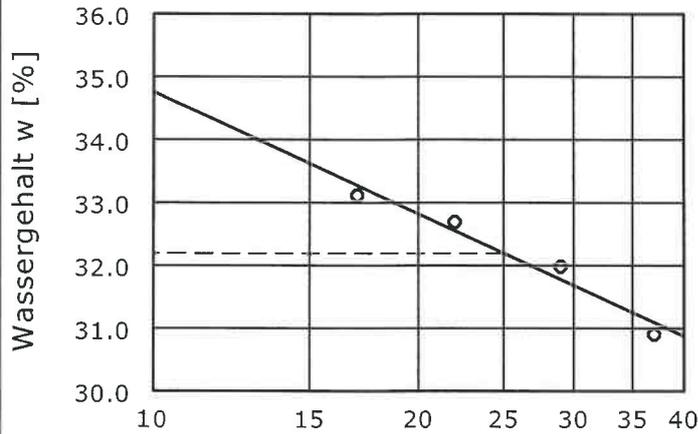
Aufschluss:..... BS 263

Tiefe:..... 0,9 m - 2,7 m

Entnahmetart:..... gestört

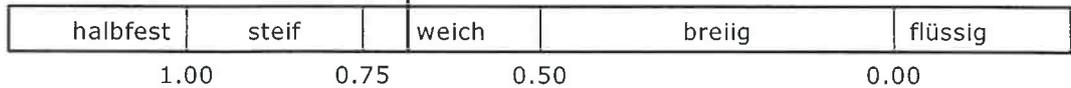
Bodenart:..... T,u*,s'

Entnahmedatum:.... 06.05.2023

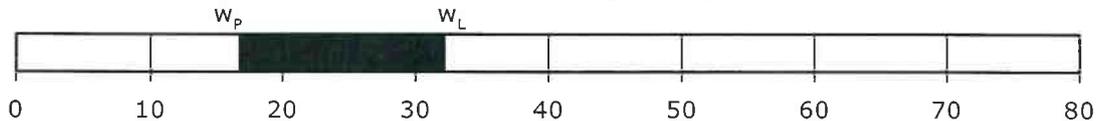


Wassergehalt w = 21.6 %
 Fließgrenze w_L = 32.2 %
 Ausrollgrenze w_p = 16.8 %
 Plastizitätszahl I_p = 15.4 %
 Konsistenzzahl I_c = 0.69

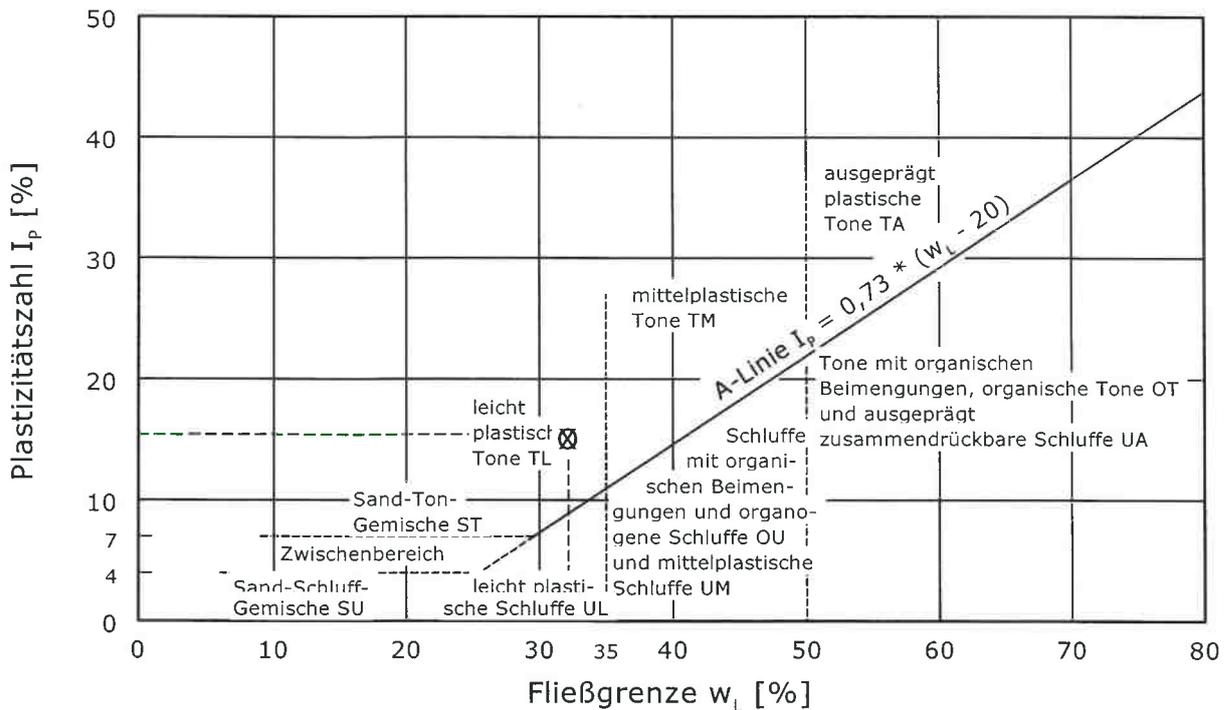
Zustandsform $I_c = 0.69$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



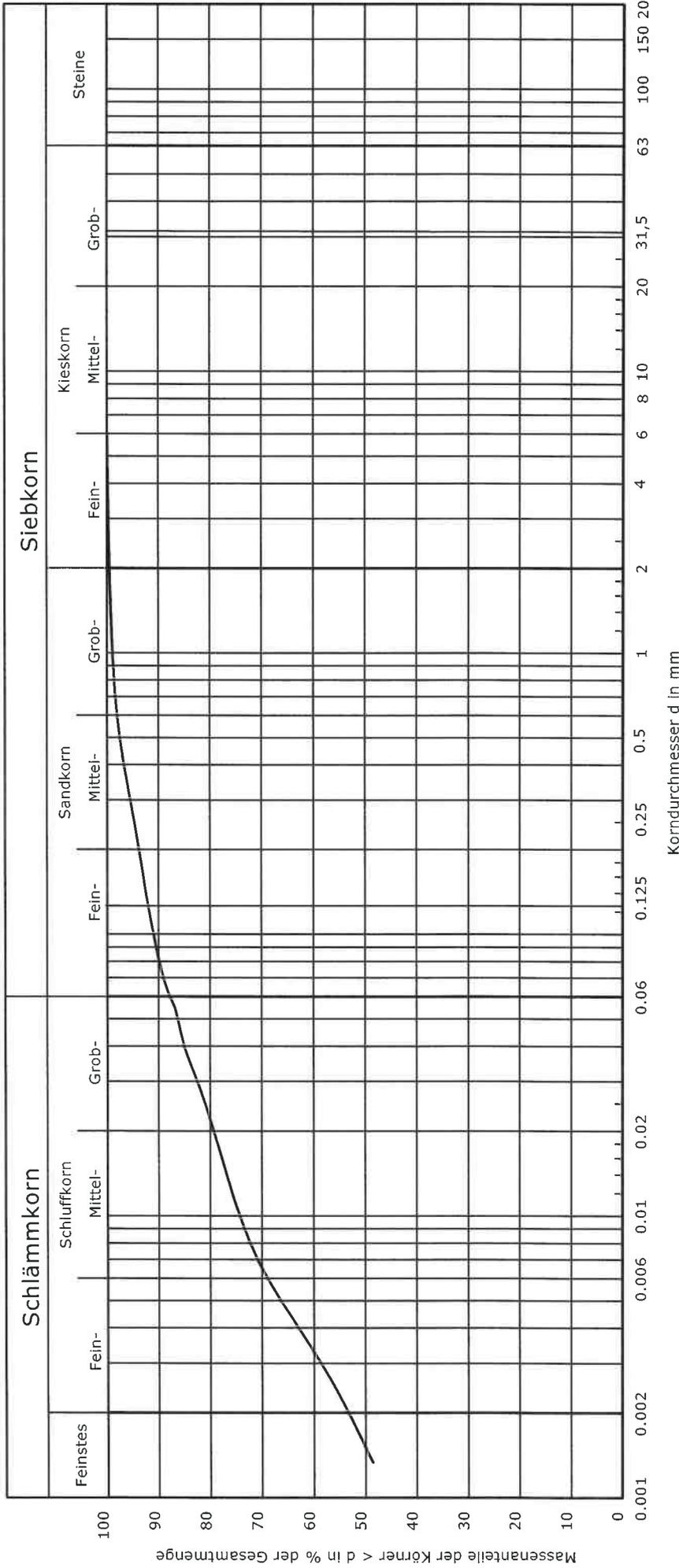
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss:..... BS 268
 Tiefe:..... 0,7 m - 3,3 m
 Probe entnommen am:..... 06.05.2023
 Probe entnommen von:..... jb

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	T, u*, s'
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL
U/Cc:	-/-
Probe trocken [g]:	363,21
Wassergehalt [%]:	22,4
Anteile (T/ U/ S/ G) [%]:	53.3/34.9/11.2/0.6
Bemerkungen:	
Projekt-Nr.: 4201-1 Anlage: 4	

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Aufschluss:..... BS 268

Tiefe:..... 0,7 m - 3,3 m

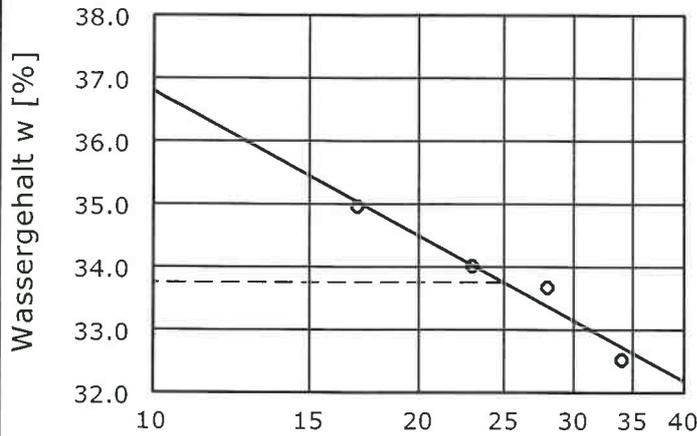
Entnahmeart:..... gestört

Bodenart:..... T,u*,s'

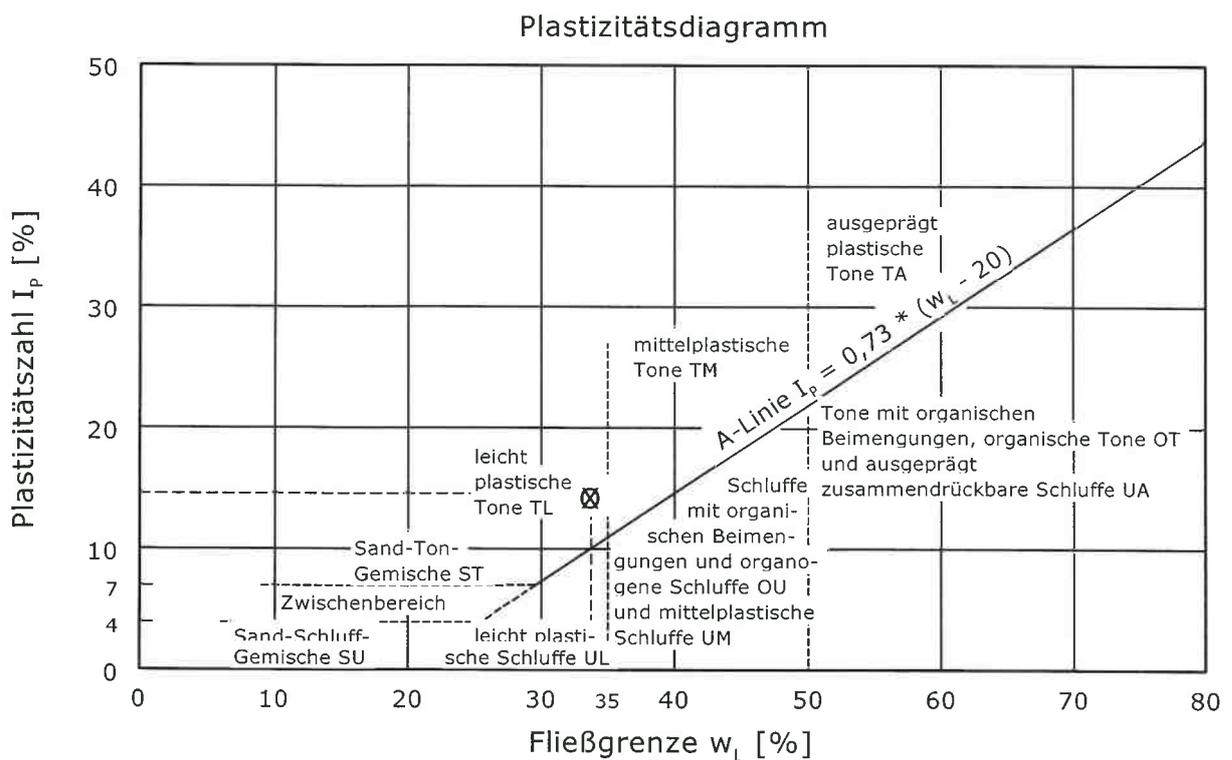
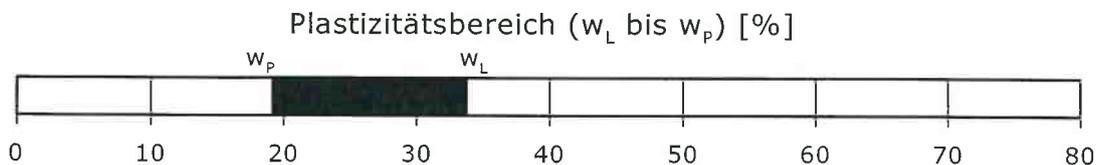
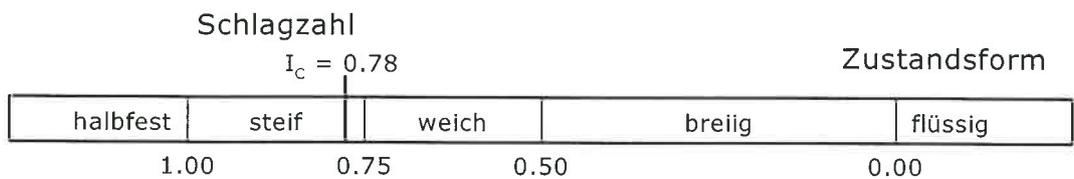
Entnahmedatum:.... 06.05.2023

Bearbeiter: mj

Datum: 03.07.2023



Wassergehalt $w = 22.4 \%$
 Fließgrenze $w_L = 33.7 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 19.1 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 14.6 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.78$



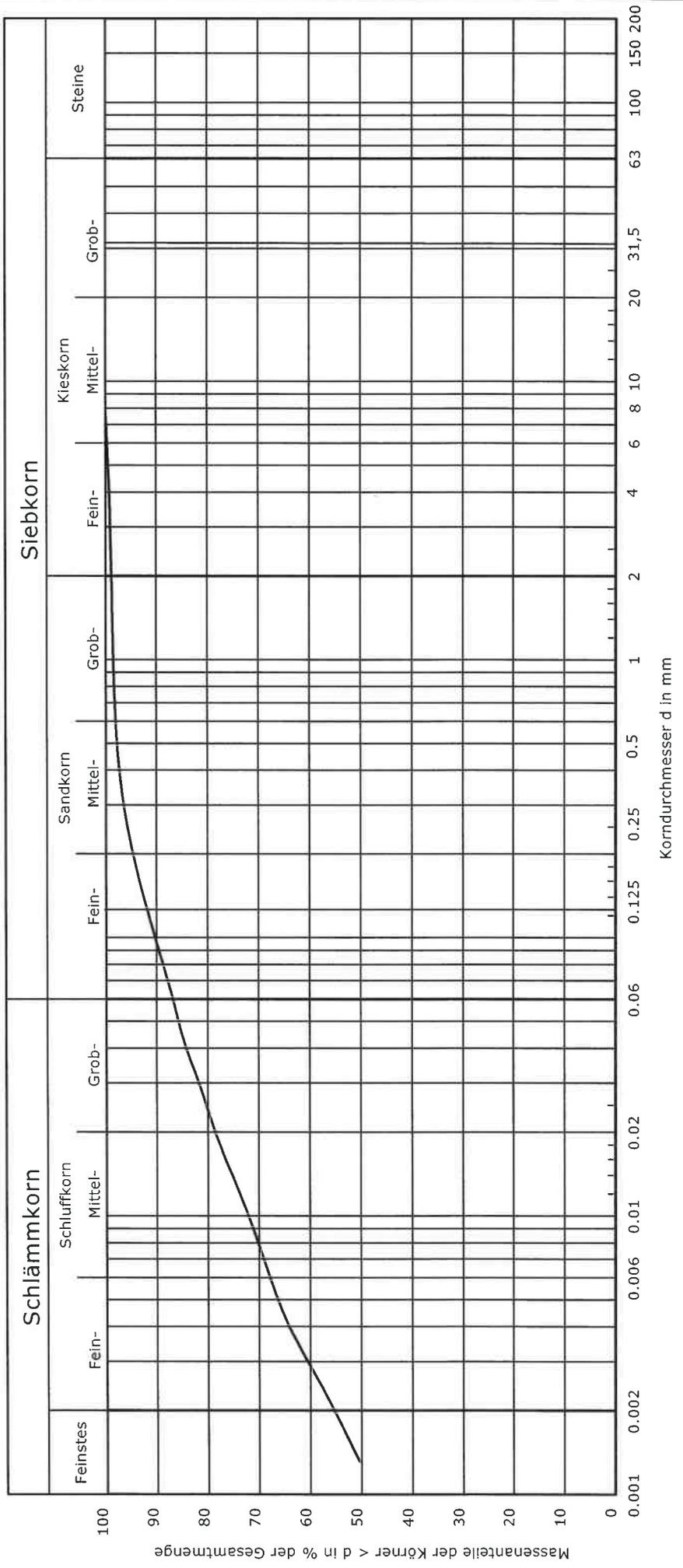
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss:..... BS 288
 Tiefe:..... 0,8 m - 2,7 m
 Probe entnommen am:..... 05.05.2023
 Probe entnommen von:..... jb

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	T, u*, s'
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL
U/Cc:	-/-
Probe trocken [g]:	351,04
Wassergehalt [%]:	22,3
Anteile (T / U / S / G) [%]:	55.4/31.8/11.7/1.2

Projekt-Nr.:
 4201-1
 Anlage:
 4

Bemerkungen:

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Aufschluss:..... BS 288

Tiefe:..... 0,8 m - 2,7 m

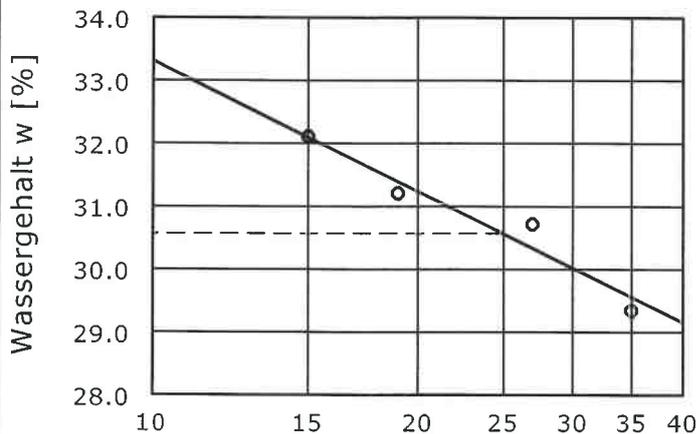
Entnahmeart:..... gestört

Bodenart:..... T,u*,s'

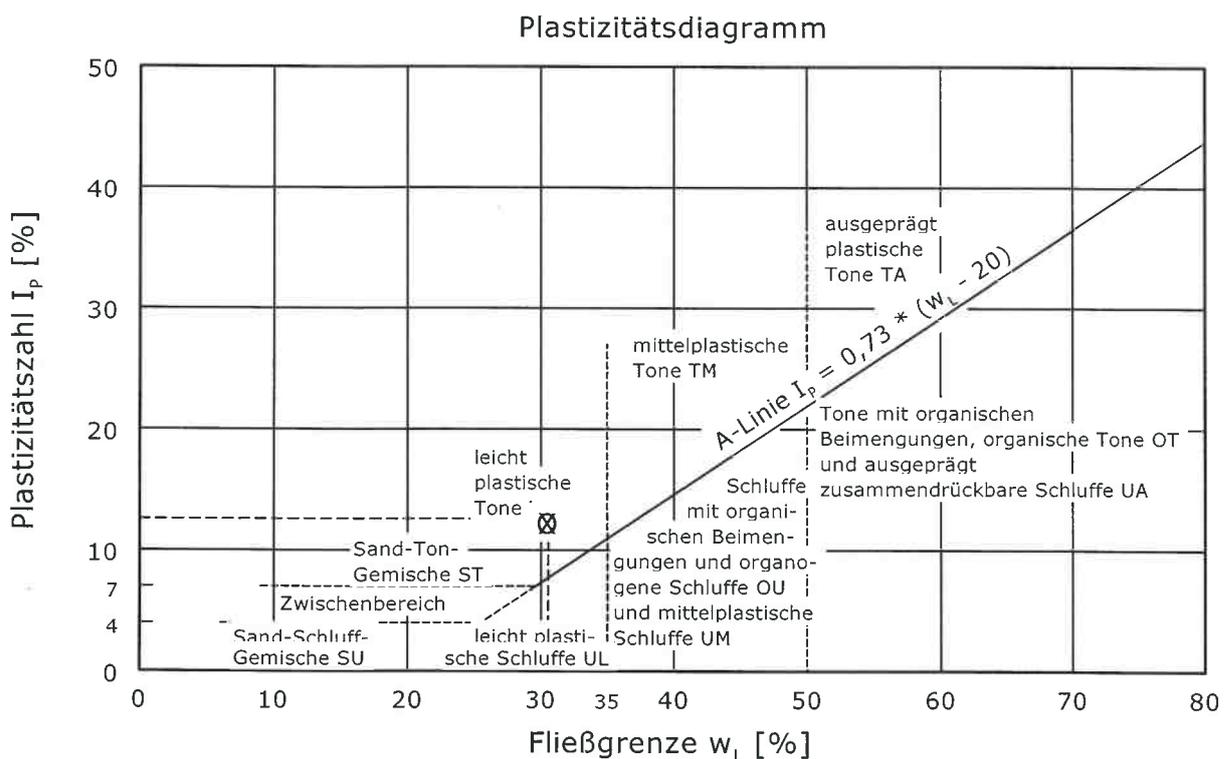
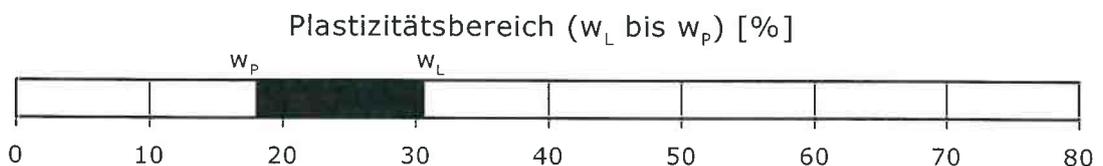
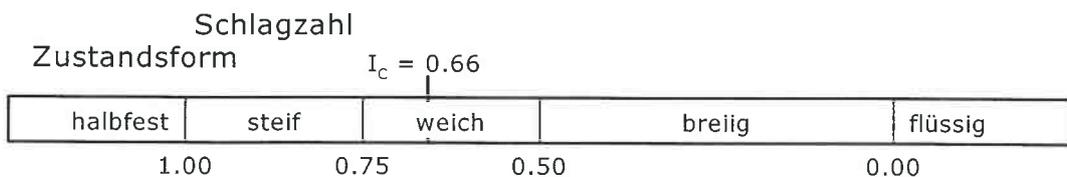
Entnahmedatum:.... 05.05.2023

Bearbeiter: mj

Datum: 03.07.2023



Wassergehalt w = 22.3 %
 Fließgrenze w_L = 30.6 %
 Ausrollgrenze w_p = 18.0 %
 Plastizitätszahl I_p = 12.6 %
 Konsistenzzahl I_c = 0.66



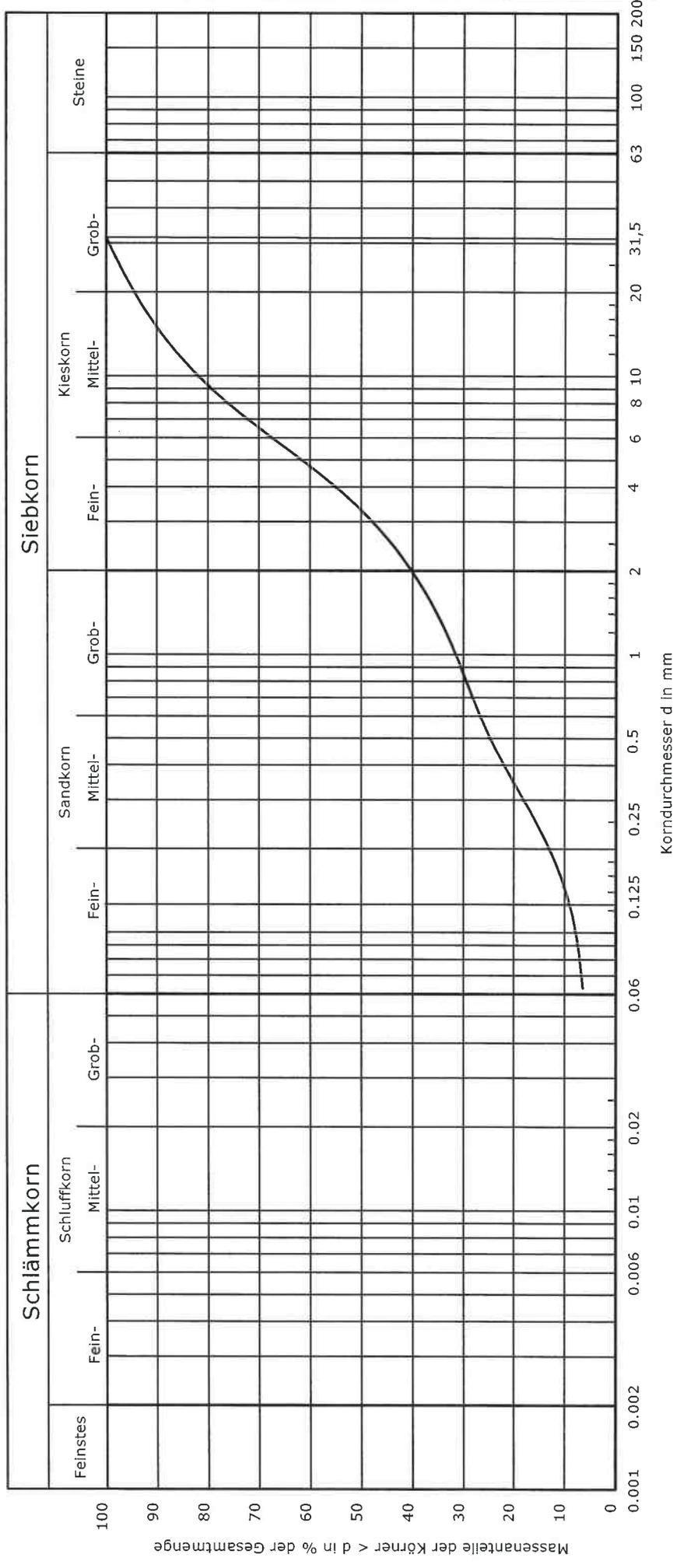
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss:..... BS 288
 Tiefe:..... 2,7 m - 3,0 m
 Probe entnommen am:..... 05.05.2023
 Probe entnommen von:..... jb

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	G, s*, u'
Bodengruppe nach DIN 18196:	GU
U/Cc:	32.8/1.1
Probe trocken [g]:	1160,5
Wassergehalt [%]:	3,1
Anteile (- / T+U/ S/ G) [%]:	- / 6.5/33.7/59.8
kf-Wert [m/s]	1.3 · 10 ⁻⁴

Bemerkungen:
 G= Kiesel

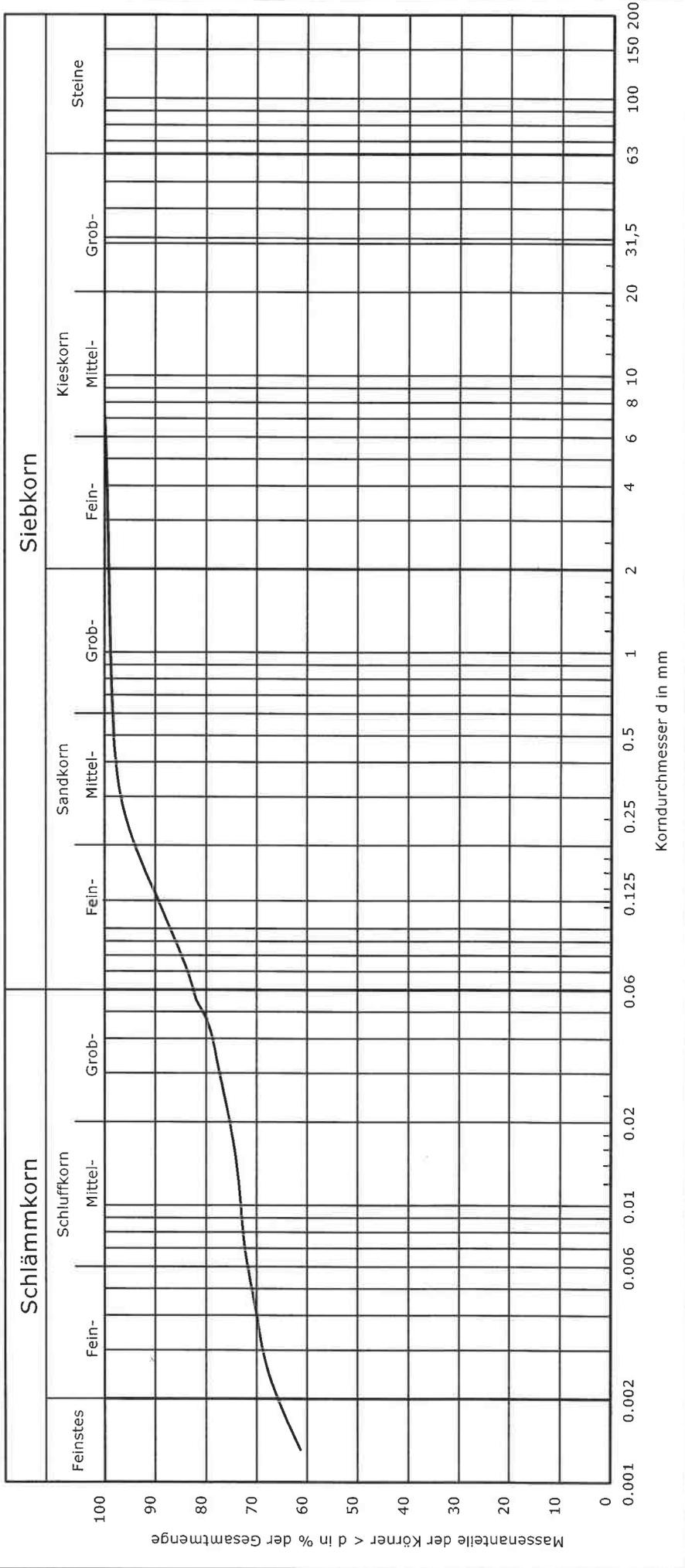
Projekt-Nr.:
 4201-1
 Anlage:
 4

Korngrößenverteilung
 nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss:..... BS 291
 Tiefe:..... 0,7 m - 3,1 m
 Probe entnommen am:..... 07.05.2023
 Probe entnommen von:..... j b

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	T, U, s
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL
U/Cc:	-/-
Probe trocken [g]:	373,90
Wassergehalt [%]:	21,8
Anteile (T / U / S / G) [%]:	65.8/17.1/16.3/0.9
Bemerkungen:	
Projekt-Nr.: 4201-1 Anlage: 4	

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Bearbeiter: mj

Datum: 03.07.2023

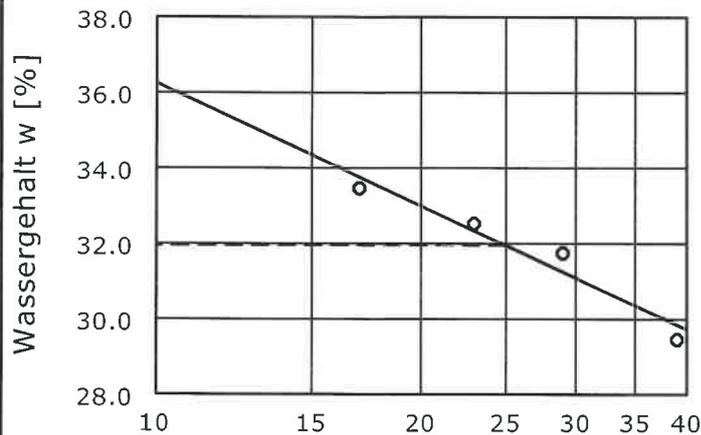
Aufschluss:..... BS 291

Tiefe:..... 0,7 m - 3,1 m

Entnahmeart:..... gestört

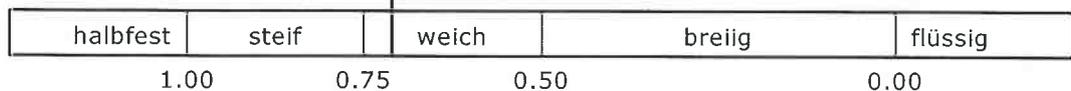
Bodenart:..... T,u,s

Entnahmedatum:.... 07.05.2023

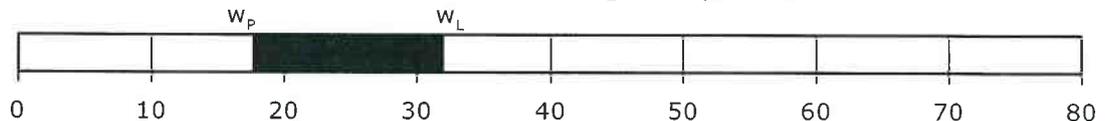


Wassergehalt $w = 21.8 \%$
 Fließgrenze $w_L = 31.9 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 17.7 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 14.2 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.71$

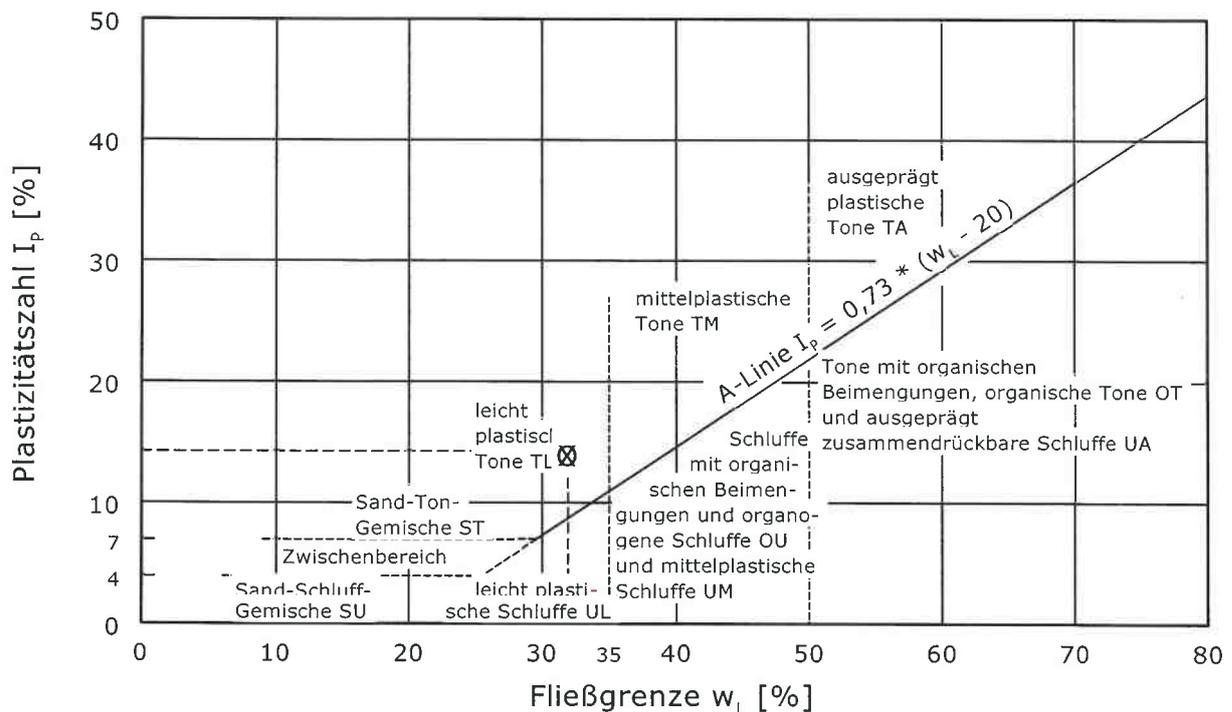
Zustandsform $I_c = 0.71$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm

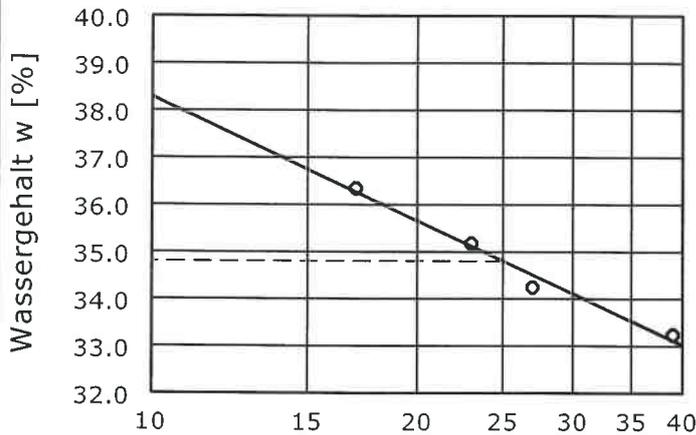


Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

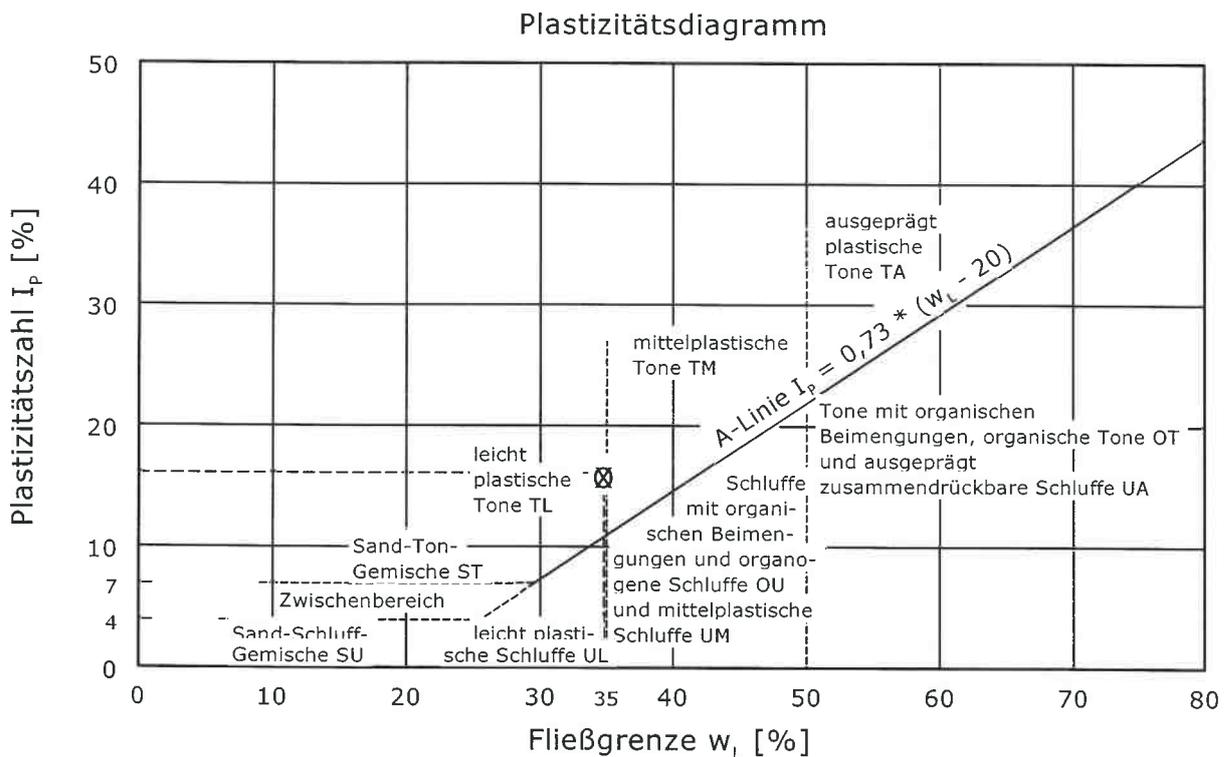
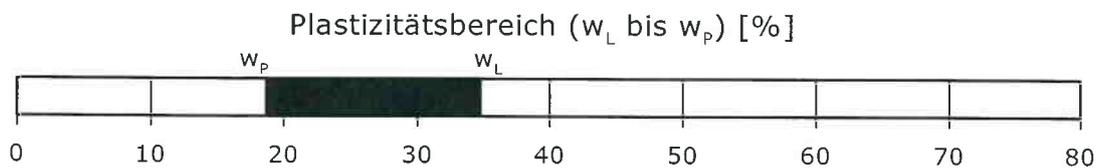
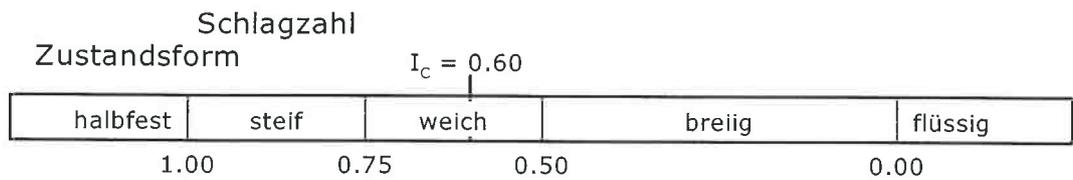
Aufschluss:..... BS 297
Tiefe:..... 0,6 m - 2,7 m
Entnahmeart:..... gestört
Bodenart:..... T,u*,s'
Entnahmedatum:.... 06.05.2023

Bearbeiter: mj

Datum: 03.07.2023



Wassergehalt $w = 25.1 \%$
Fließgrenze $w_L = 34.8 \%$
Ausrollgrenze $w_p = 18.7 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 16.1 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 0.60$



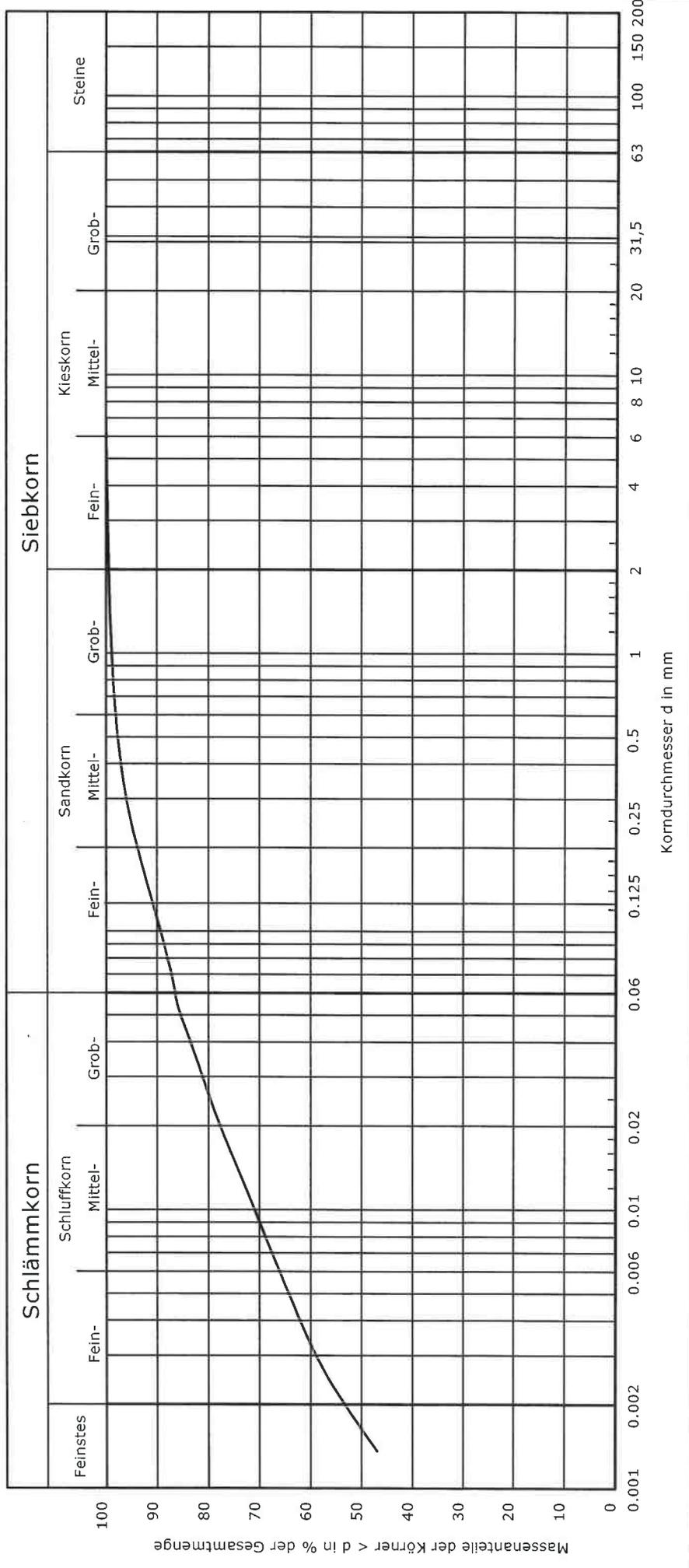
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projektbez.: Neubau BMW Werk in Bayern
 Standortuntersuchung Phase II Zeta

Aufschluss:..... BS 297/303
 Tiefe:..... 0,8 m - 2,5 m
 Probe entnommen am:..... 05.05.2023
 Probe entnommen von:..... jb

Bearbeiter: mj Datum: 03.07.2023 gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:	T, u*, s'
Bodengruppe nach DIN 18196:	TL
U/Cc:	-/-
Probe trocken [g]:	247,13
Wassergehalt [%]:	23,0
Anteile (T / U / S / G) [%]:	53.3/33.4/12.7/0.6

Bemerkungen:

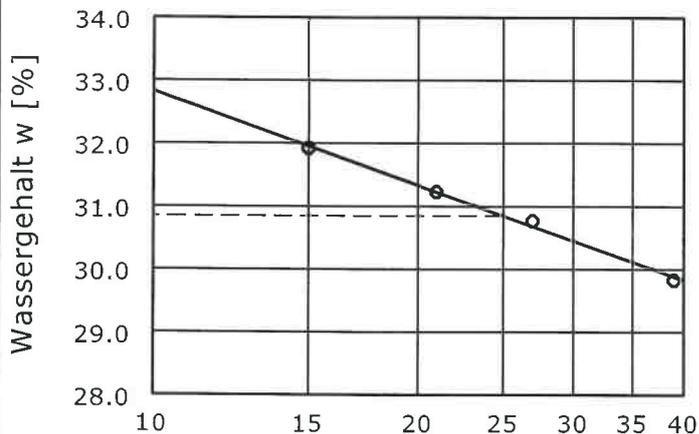
Projekt-Nr.:
 4201-1
 Anlage:
 4

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

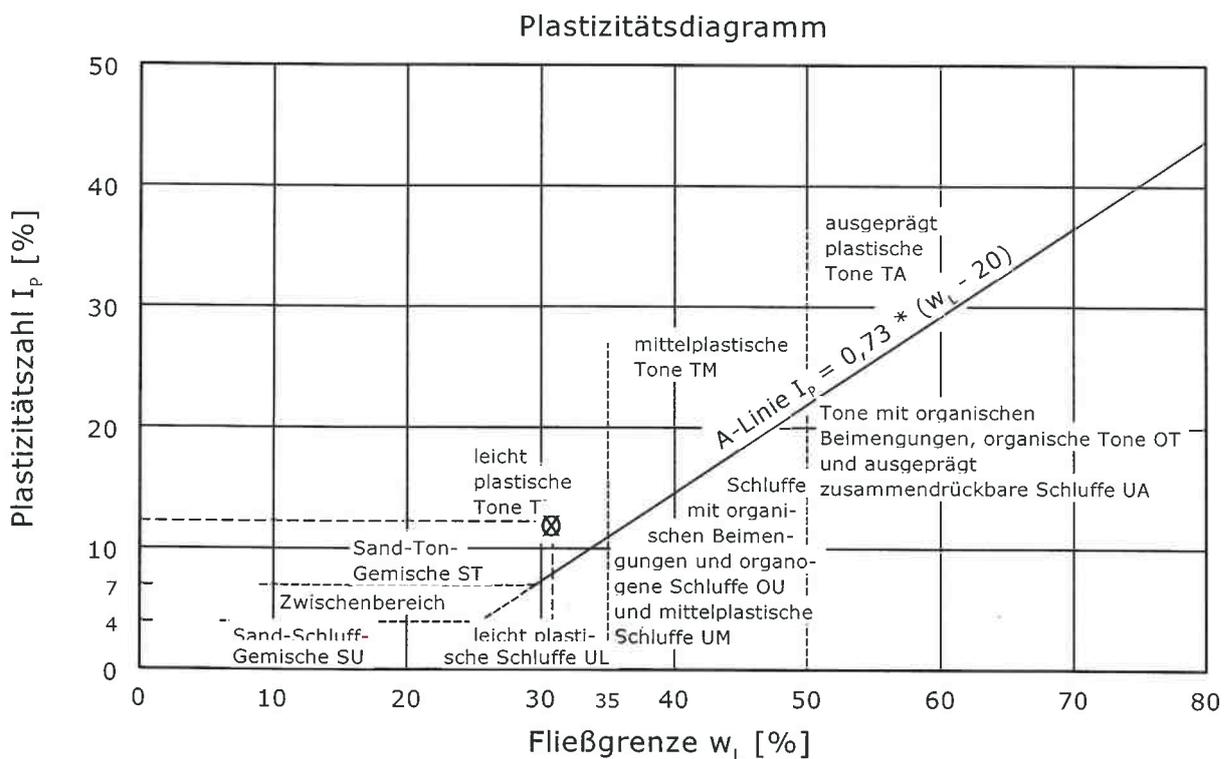
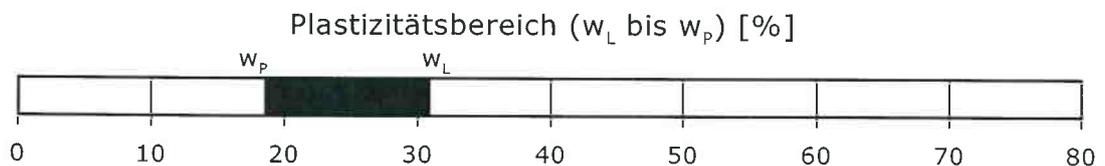
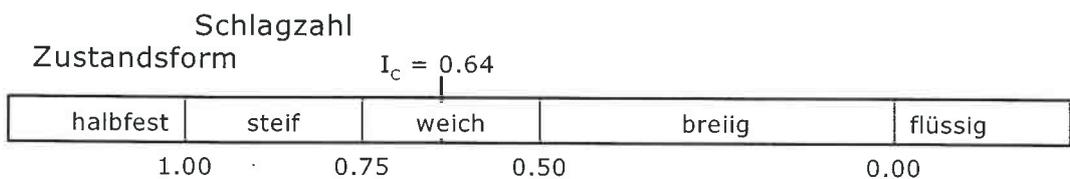
Aufschluss:..... BS 297/303
Tiefe:..... 0,8 m - 2,5 m
Entnahmeart:..... gestört
Bodenart:..... T,u*,s'
Entnahmedatum:.... 05.05.2023

Bearbeiter: mj

Datum: 03.07.2023



Wassergehalt $w = 23.0 \%$
Fließgrenze $w_L = 30.8 \%$
Ausrollgrenze $w_p = 18.6 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 12.2 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 0.64$

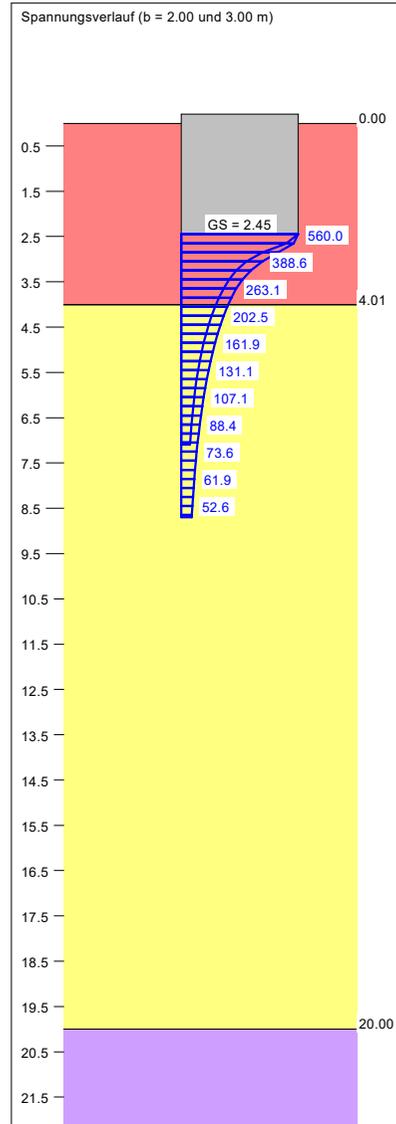
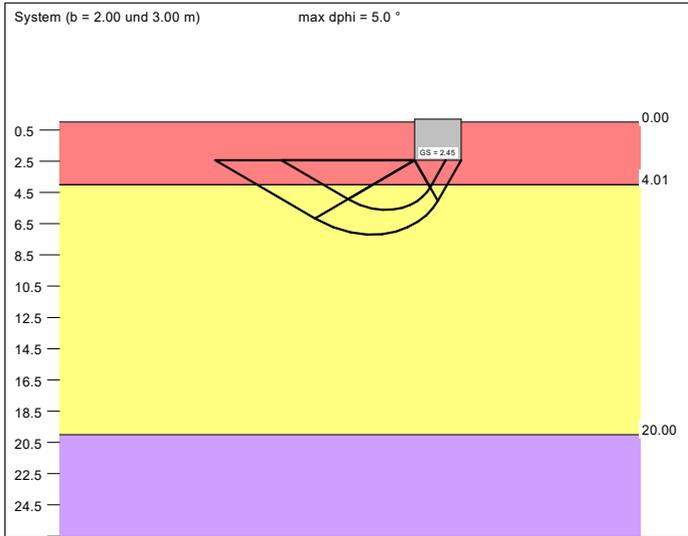


A N L A G E 5

Setzungsberechnungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	κ [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	25.0	50.0	80.0	1.000	Bodenverbesserung
	19.0	10.0	25.0	0.0	8.0	1.000	Lösslehme
	21.0	13.0	40.0	0.0	150.0	1.000	Kiese
	22.0	12.0	20.0	15.0	40.0	1.000	Tone

BMW ZETA Straßkirchen
 TEM, VZ
 Einzelfundamente auf Bodenverbesserung
 Bericht Nr. 4201-01G04
 Anlage 5.1

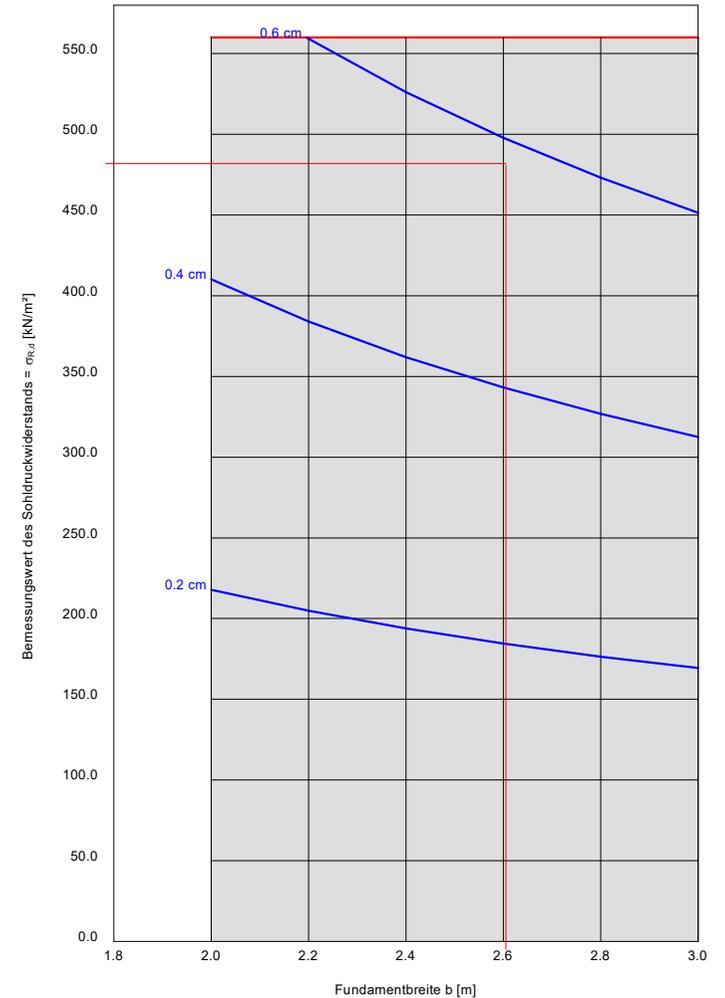


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 560.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 2.45 m
 Grundwasser = 8.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck
 — Setzungen

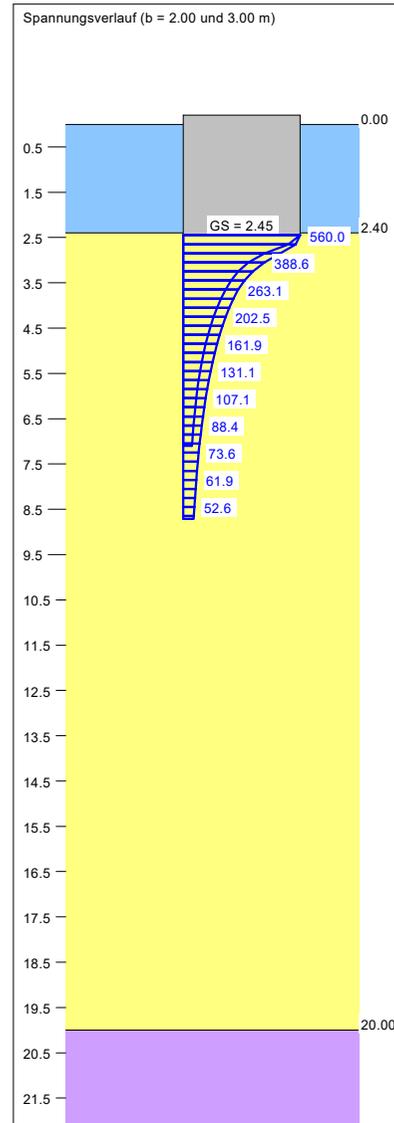
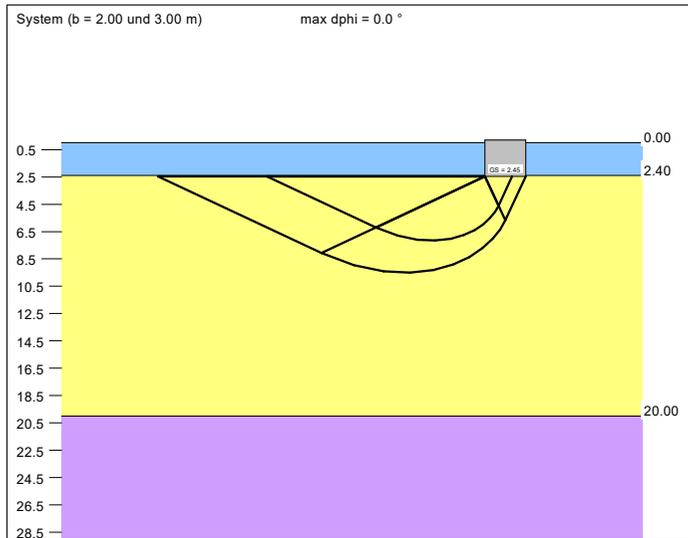
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_U [kN/m ²]	t _g [m]	k _s [MN/m ²]
2.00	2.00	560.0	2240.0	393.0	0.56	30.0 *	19.01	20.35	49.00	7.09	70.3
2.20	2.20	560.0	2710.4	393.0	0.60	29.9 *	17.29	20.40	49.00	7.42	65.4
2.40	2.40	560.0	3225.6	393.0	0.64	29.9 *	15.85	20.44	49.00	7.73	61.2
2.60	2.60	560.0	3785.6	393.0	0.68	30.0 *	14.62	20.48	49.00	8.04	57.7
2.80	2.80	560.0	4390.4	393.0	0.72	30.0 *	13.58	20.51	49.00	8.37	54.5
3.00	3.00	560.0	5040.0	393.0	0.76	29.9 *	12.69	20.54	49.00	8.70	51.7



* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{G,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{G,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	κ [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	25.0	0.0	8.0	1.000	Lösslehme
	21.0	13.0	40.0	0.0	150.0	1.000	Kiese
	22.0	12.0	20.0	15.0	40.0	1.000	Tone

BMW ZETA Straßkirchen
 Feuerwehr
 Einzelfundamente auf anstehendem Kies
 Bericht Nr. 4201-01G04
 Anlage 5.2

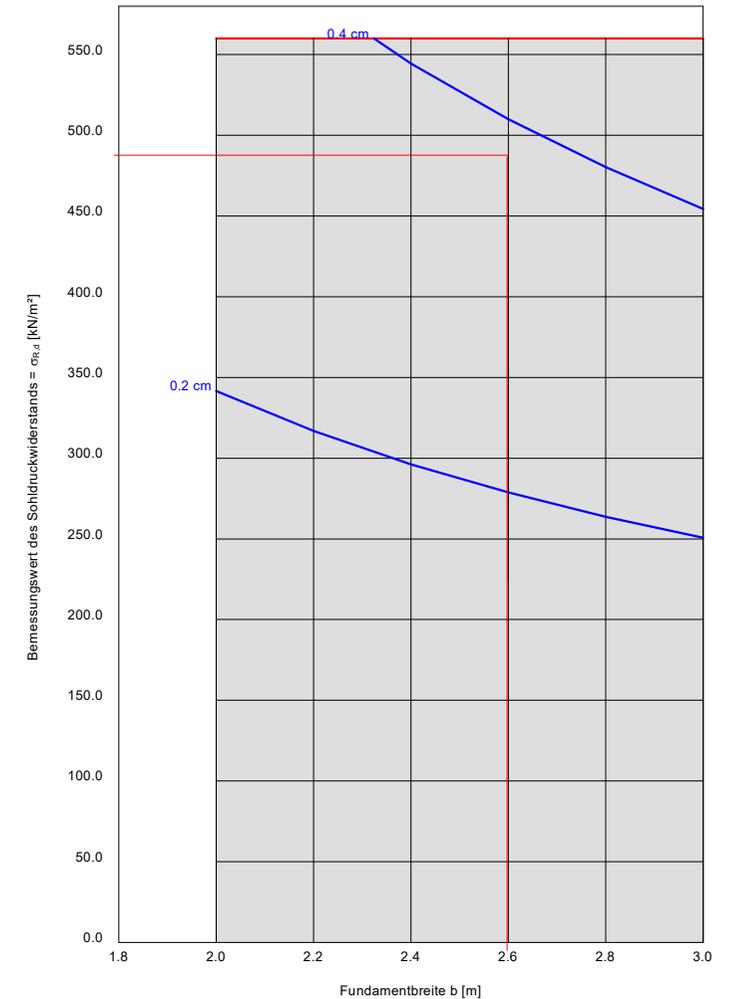


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 560.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 2.45 m
 Grundwasser = 8.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Setzungen

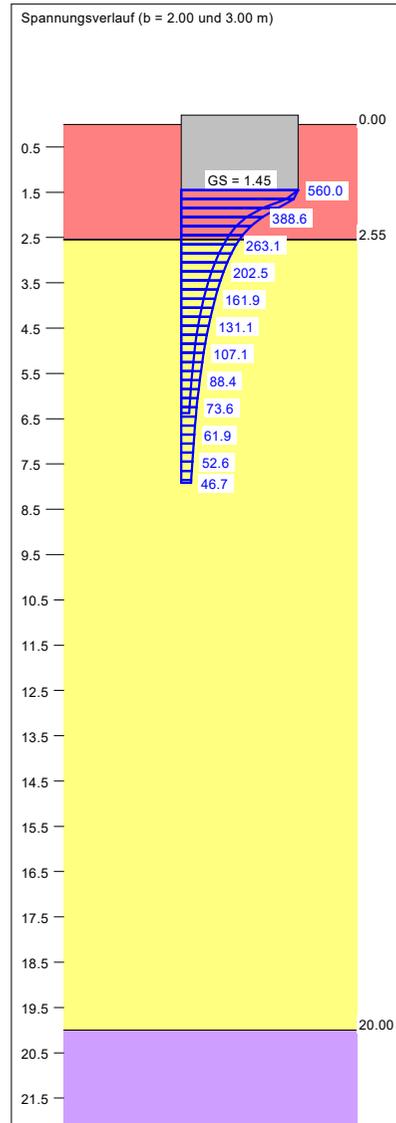
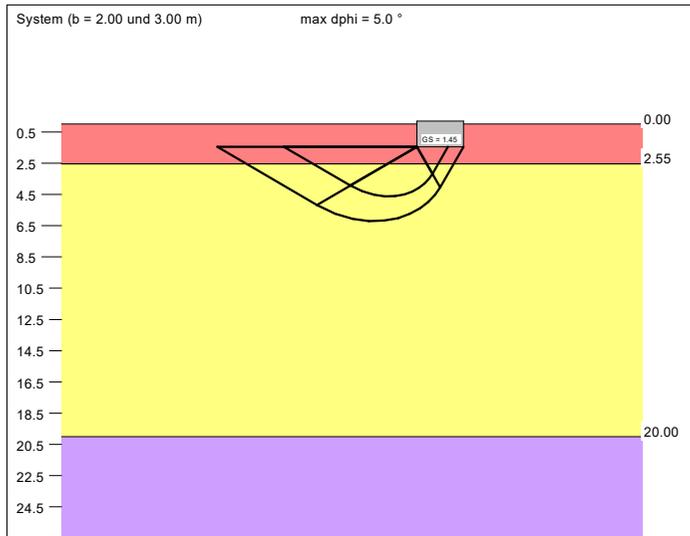
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_U [kN/m ²]	t _g [m]	k _s [MN/m ²]
2.00	2.00	560.0	2240.0	393.0	0.35	40.0	0.00	21.00	46.65	7.10	112.6
2.20	2.20	560.0	2710.4	393.0	0.38	40.0	0.00	21.00	46.65	7.43	103.2
2.40	2.40	560.0	3225.6	393.0	0.41	40.0	0.00	20.99	46.65	7.74	95.2
2.60	2.60	560.0	3785.6	393.0	0.44	40.0	0.00	20.78	46.65	8.05	88.4
2.80	2.80	560.0	4390.4	393.0	0.48	40.0	0.00	20.52	46.65	8.39	82.5
3.00	3.00	560.0	5040.0	393.0	0.51	40.0	0.00	20.23	46.65	8.71	77.3

$\sigma_{E,k} = \sigma_{Q,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{Q,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{Q,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	κ [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	25.0	50.0	80.0	1.000	Bodenverbesserung
	19.0	10.0	25.0	0.0	8.0	1.000	Lösslehme
	21.0	13.0	40.0	0.0	150.0	1.000	Kiese
	22.0	12.0	20.0	15.0	40.0	1.000	Tone

BMW ZETA Straßkirchen
 EZ/RZ
 Einzelfundamente auf Bodenverbesserung
 Bericht Nr. 4201-01G04
 Anlage 5.3



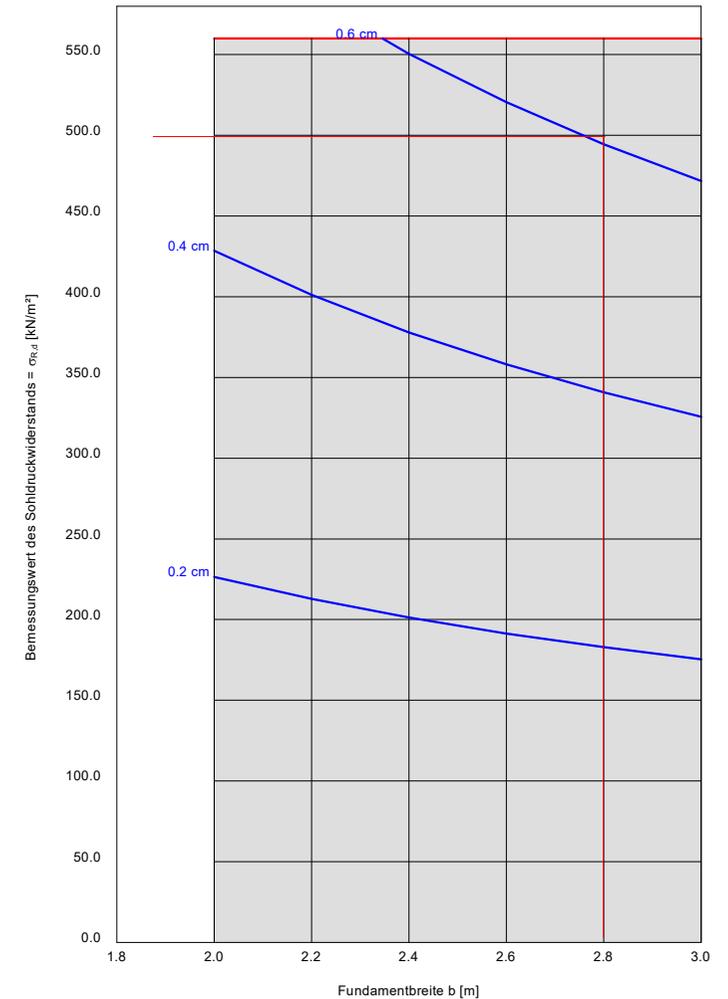
Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 560.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 1.45 m
 Grundwasser = 8.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck
 — Setzungen

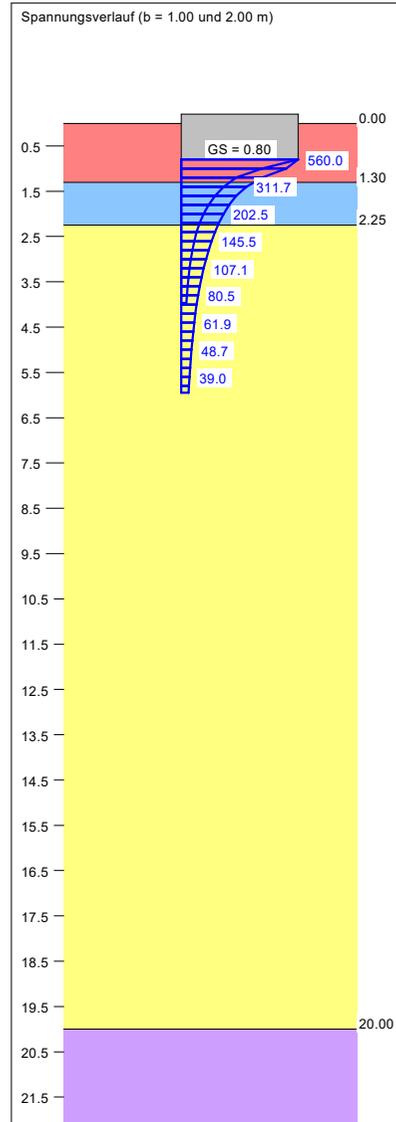
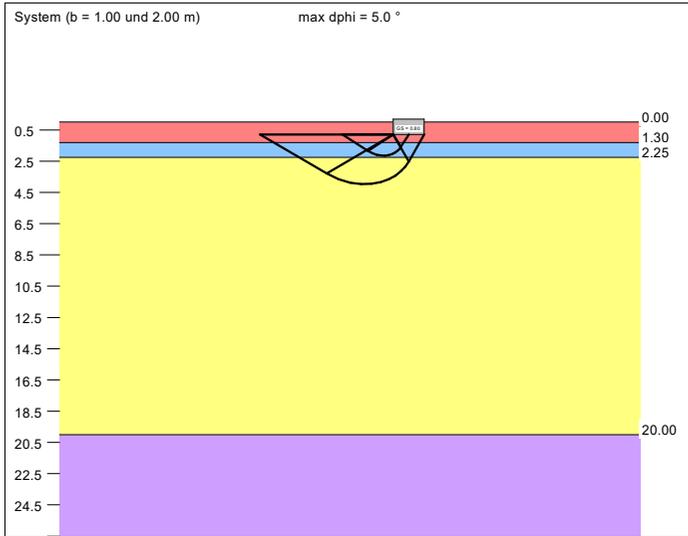
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{U}}$ [kN/m ²]	t _g [m]	k _s [MN/m ²]
2.00	2.00	560.0	2240.0	393.0	0.53	30.0 *	13.36	20.51	29.00	6.37	73.8
2.20	2.20	560.0	2710.4	393.0	0.57	30.0 *	12.14	20.55	29.00	6.70	68.7
2.40	2.40	560.0	3225.6	393.0	0.61	29.9 *	11.14	20.59	29.00	7.02	64.3
2.60	2.60	560.0	3785.6	393.0	0.65	30.0 *	10.28	20.61	29.00	7.33	60.6
2.80	2.80	560.0	4390.4	393.0	0.69	30.0 *	9.54	20.64	29.00	7.63	57.3
3.00	3.00	560.0	5040.0	393.0	0.72	30.0 *	8.91	20.66	29.00	7.92	54.4

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{G,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{G,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



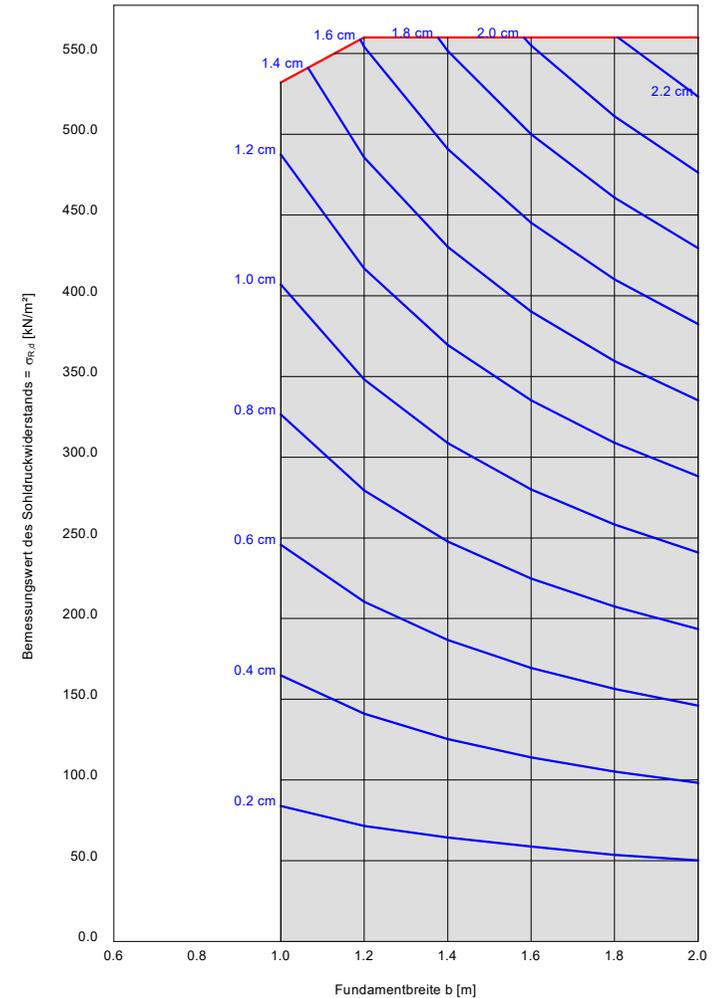
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	κ [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	25.0	50.0	80.0	1.000	Bodenverbesserung
	19.0	10.0	25.0	0.0	8.0	1.000	Lösslehme
	21.0	13.0	40.0	0.0	150.0	1.000	Kiese
	22.0	12.0	20.0	15.0	40.0	1.000	Tone

BMW ZETA Straßkirchen
 NSM, ENT, Pforte
 Einzelfundamente auf 0,5m Bodenverbesserung
 Bericht Nr. 4201-01G04
 Anlage 5.4



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 560.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 8.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Setzungen

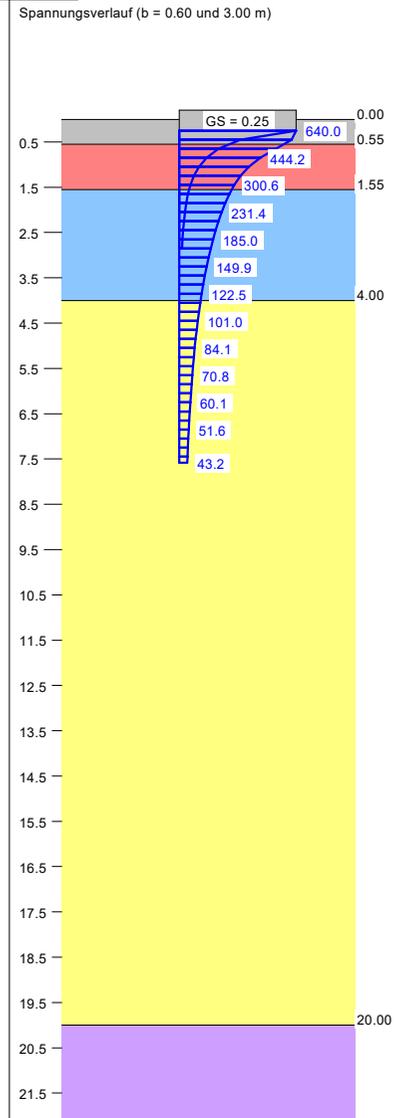
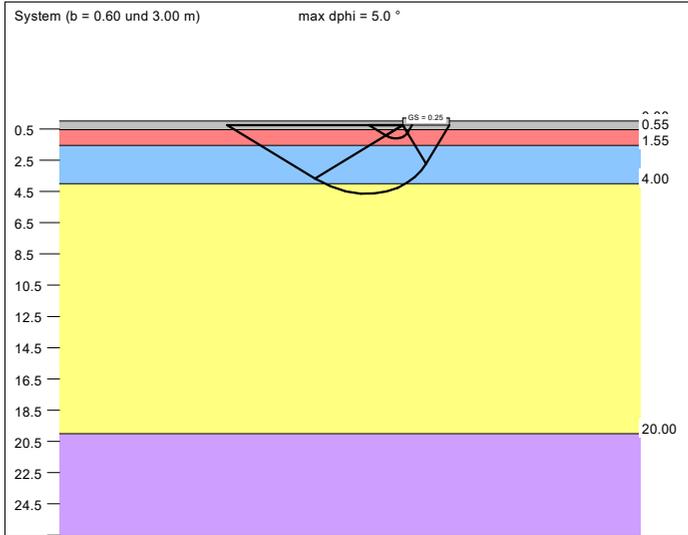
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{U}}$ [kN/m ²]	t _g [m]	k _s [MN/m ²]
1.00	1.00	532.2	532.2	373.5	1.31	25.0	14.51	19.51	16.00	3.97	28.5
1.20	1.20	560.0	806.4	393.0	1.62	27.8 *	11.00	19.56	16.00	4.46	24.3
1.40	1.40	560.0	1097.6	393.0	1.83	29.9 *	8.77	19.73	16.00	4.86	21.5
1.60	1.60	560.0	1433.6	393.0	2.02	30.0 *	7.67	19.84	16.00	5.24	19.5
1.80	1.80	560.0	1814.4	393.0	2.19	30.0 *	6.80	19.94	16.00	5.60	17.9
2.00	2.00	560.0	2240.0	393.0	2.36	30.0 *	6.13	20.02	16.00	5.95	16.7



* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{G,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{G,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

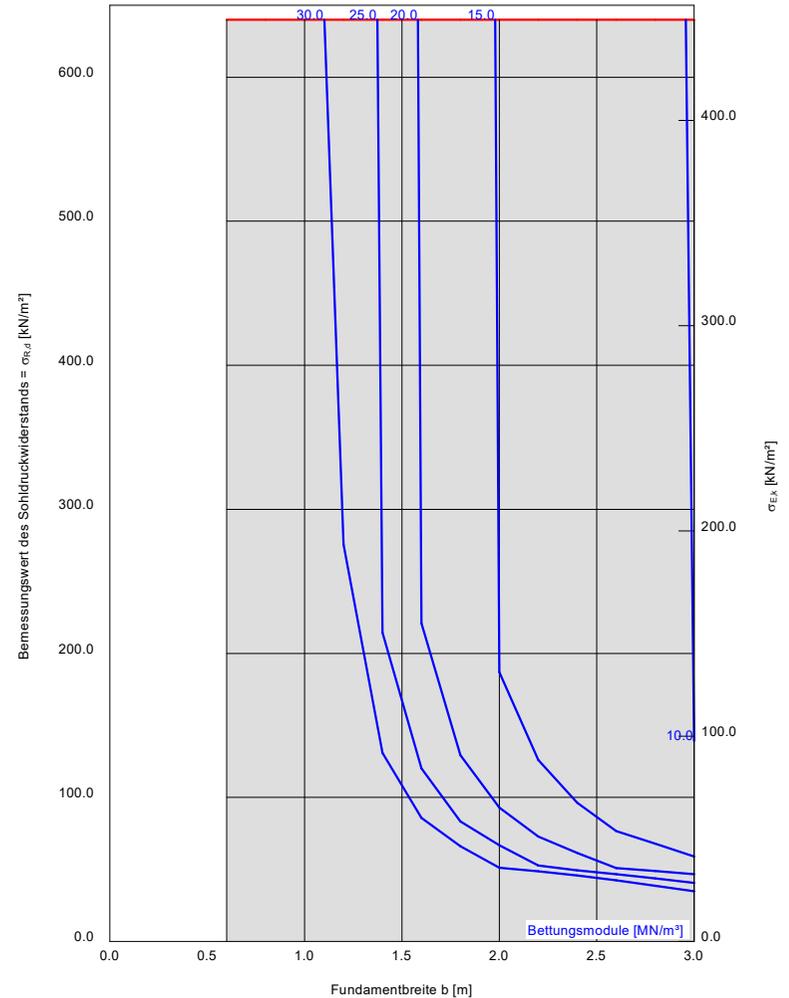
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	κ [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	35.0	0.0	80.0	1.000	Kapillarbr. Schicht
	20.0	10.0	25.0	50.0	80.0	1.000	Bodenverbesserung
	19.0	10.0	25.0	25.0	8.0	1.000	Lösslehme
	21.0	13.0	40.0	0.0	150.0	1.000	Kiese
	22.0	12.0	20.0	15.0	40.0	1.000	Tone

BMW ZETA Straßkirchen
 TEM/VZ Hallenboden
 Hallenboden auf 1,0m Bodenverbesserung
 Bericht Nr. 4201-01G04
 Anlage 5.5



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Teilsicherheitskonzept (EC 7) $\sigma_{R,d}$ auf 640.00 kN/m² begrenzt
 Einzelfundament (a/b = 1.00) Gründungssohle = 0.25 m
 Grundwasser = 8.00 m
 $\gamma_{R,v} = 1.40$ Grenztiefe mit p = 20.0 %
 $\gamma_G = 1.35$ Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 $\gamma_Q = 1.50$ Anteil Veränderliche Lasten = 0.50
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$ — Sohldruck
 — Bettungsmodule

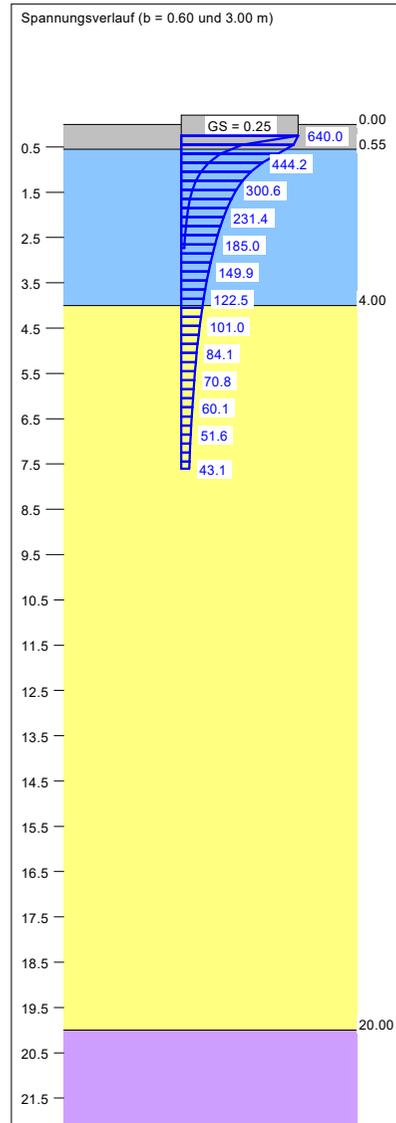
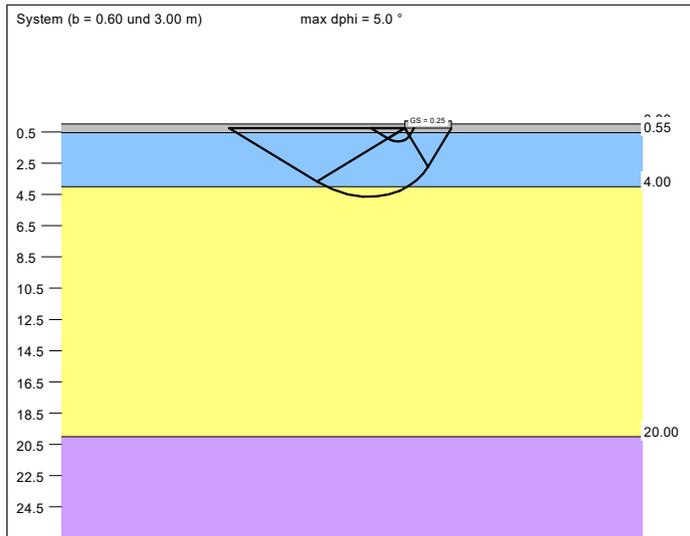
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{U}}$ [kN/m ²]	t_g [m]	k_s [MN/m ²]
0.60	0.60	640.0	230.4	449.1	0.55	27.0 *	36.41	19.03	4.50	2.84	82.3
0.80	0.80	640.0	409.6	449.1	0.91	26.4 *	39.60	19.24	4.50	3.39	49.5
1.00	1.00	640.0	640.0	449.1	1.33	26.1 *	36.48	19.35	4.50	3.90	33.7
1.20	1.20	640.0	921.6	449.1	1.72	25.9 *	33.48	19.36	4.50	4.35	26.1
1.40	1.40	640.0	1254.4	449.1	2.09	25.7 *	32.12	19.35	4.50	4.78	21.4
1.60	1.60	640.0	1638.4	449.1	2.46	25.6 *	31.22	19.33	4.50	5.18	18.3
1.80	1.80	640.0	2073.6	449.1	2.81	25.5 *	30.54	19.31	4.50	5.56	16.0
2.00	2.00	640.0	2560.0	449.1	3.14	25.5 *	30.00	19.29	4.50	5.93	14.3
2.20	2.20	640.0	3097.6	449.1	3.46	25.4 *	29.55	19.28	4.50	6.29	13.0
2.40	2.40	640.0	3686.4	449.1	3.77	25.4 *	29.18	19.26	4.50	6.63	11.9
2.60	2.60	640.0	4326.4	449.1	4.06	25.4 *	28.86	19.25	4.50	6.96	11.1
2.80	2.80	640.0	5017.6	449.1	4.34	26.1 *	24.53	19.24	4.50	7.27	10.4
3.00	3.00	640.0	5760.0	449.1	4.60	27.6 *	20.38	19.32	4.50	7.58	9.8



* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{E,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{E,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{E,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	κ [-]	Bezeichnung
■	18.0	10.0	35.0	0.0	80.0	1.000	Kapillarbr. Schicht
■	19.0	10.0	25.0	25.0	16.0	1.000	Lösslehme mit RSV
■	21.0	13.0	40.0	0.0	150.0	1.000	Kiese
■	22.0	12.0	20.0	15.0	40.0	1.000	Tone

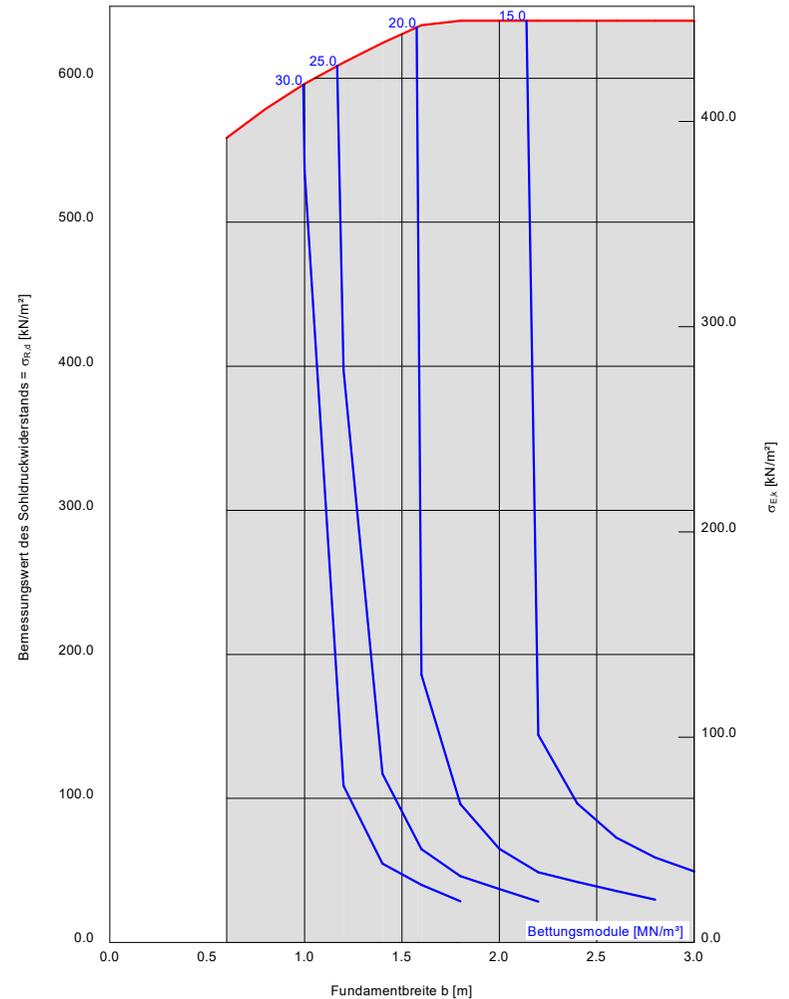
BMW ZETA Straßkirchen
 TEM/VZ Hallenboden
 Hallenboden auf Rüttelstopfverdichtung
 Bericht Nr. 4201-01G04
 Anlage 5.6



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 640.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.25 m
 Grundwasser = 8.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Bettungsmodule

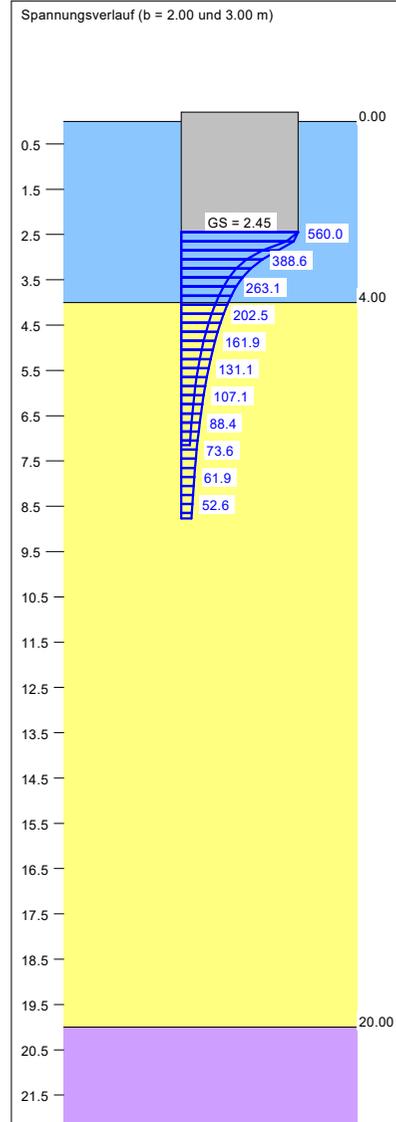
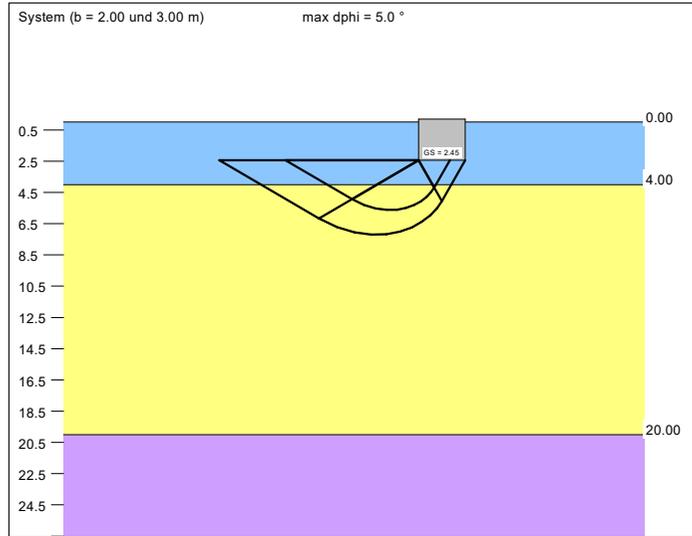
a	b	$\sigma_{R,d}$	R _{n,d}	$\sigma_{E,k}$	s	cal ϕ	cal c	γ_2	$\sigma_{\bar{U}}$	t _g	k _s
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN]	[kN/m ²]	[cm]	[°]	[kN/m ²]		[kN/m ²]	[m]	[MN/m ²]
0.60	0.60	558.7	201.1	392.0	0.70	27.0 *	18.20	18.52	4.50	2.73	55.6
0.80	0.80	578.7	370.4	406.1	1.04	26.4 *	19.80	18.62	4.50	3.30	38.9
1.00	1.00	596.1	596.1	418.3	1.41	26.1 *	20.80	18.68	4.50	3.82	29.7
1.20	1.20	611.0	879.8	428.7	1.75	25.9 *	21.47	18.73	4.50	4.30	24.5
1.40	1.40	624.5	1224.1	438.3	2.08	25.7 *	21.96	18.77	4.50	4.76	21.1
1.60	1.60	636.8	1630.1	446.9	2.40	25.6 *	22.33	18.79	4.50	5.19	18.6
1.80	1.80	640.0	2073.6	449.1	2.68	25.5 *	22.62	18.82	4.50	5.58	16.7
2.00	2.00	640.0	2560.0	449.1	2.93	25.5 *	22.86	18.83	4.50	5.95	15.3
2.20	2.20	640.0	3097.6	449.1	3.17	25.4 *	23.05	18.85	4.50	6.30	14.2
2.40	2.40	640.0	3686.4	449.1	3.40	25.4 *	23.21	18.86	4.50	6.64	13.2
2.60	2.60	640.0	4326.4	449.1	3.62	25.4 *	23.35	18.87	4.50	6.97	12.4
2.80	2.80	640.0	5017.6	449.1	3.82	26.1 *	19.52	18.90	4.50	7.29	11.8
3.00	3.00	640.0	5760.0	449.1	4.01	27.6 *	15.95	19.01	4.50	7.60	11.2



* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{G,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{G,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	κ [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	25.0	0.0	16.0	1.000	Lösslehme
	21.0	13.0	40.0	0.0	150.0	1.000	Kiese
	22.0	12.0	20.0	15.0	40.0	1.000	Tone

BMW ZETA Straßkirchen
 TEM, VZ
 Einzelfundamente auf RSV
 Bericht Nr. 4201-01G04
 Anlage 5.7

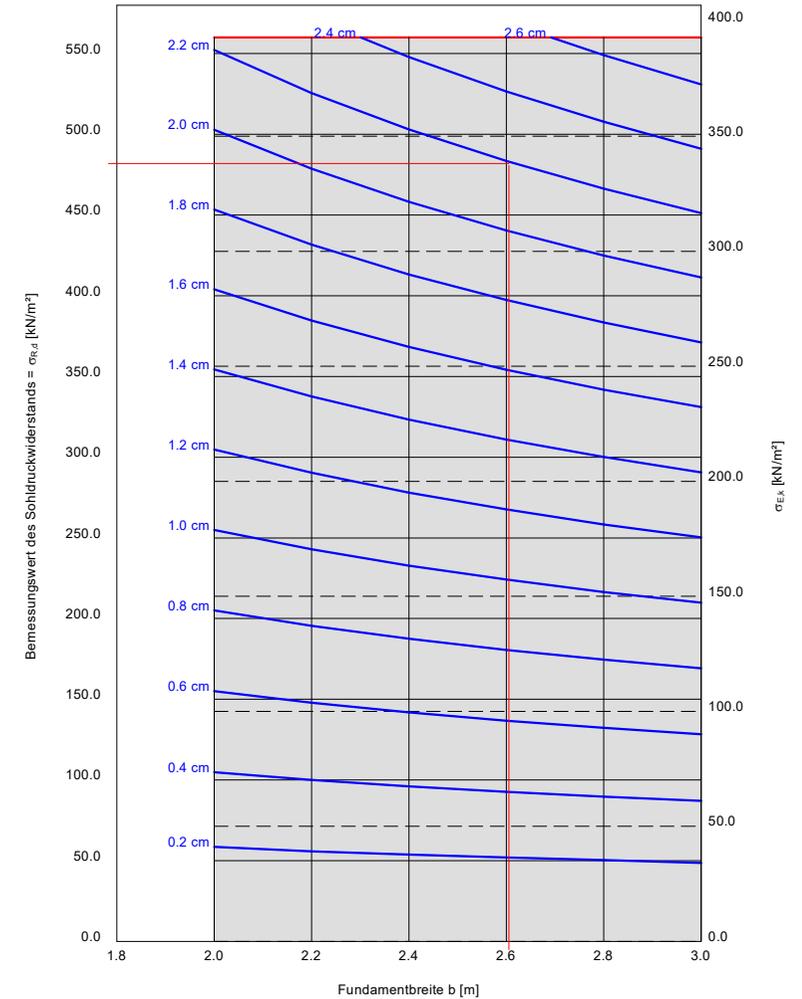


Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Teilsicherheitskonzept (EC 7) $\sigma_{R,d}$ auf 560.00 kN/m² begrenzt
 Einzelfundament (a/b = 1.00) $\sigma_{R,d}$ auf 560.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 2.45 m
 Grundwasser = 8.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

— Sohldruck
 — Setzungen

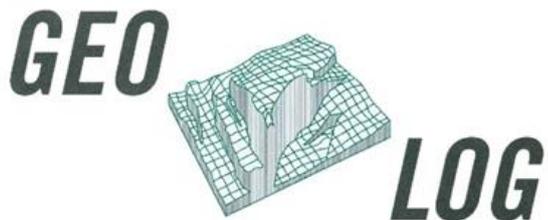
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{U}}$ [kN/m ²]	t _g [m]	k _s [MN/m ²]
2.00	2.00	560.0	2240.0	393.0	2.23	30.0 *	0.00	19.72	46.55	7.15	17.6
2.20	2.20	560.0	2710.4	393.0	2.35	30.0 *	0.00	19.81	46.55	7.47	16.7
2.40	2.40	560.0	3225.6	393.0	2.45	30.0 *	0.00	19.89	46.55	7.79	16.0
2.60	2.60	560.0	3785.6	393.0	2.56	30.0 *	0.00	19.97	46.55	8.10	15.4
2.80	2.80	560.0	4390.4	393.0	2.65	30.0 *	0.00	20.03	46.55	8.44	14.8
3.00	3.00	560.0	5040.0	393.0	2.75	29.9 *	0.00	20.08	46.55	8.77	14.3

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{\text{Stk}} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{\text{Stk}} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{\text{Stk}} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



A N L A G E 6

Untersuchungsbericht Bohrpunktfreimessung Kampfmittel



Ingenieurbüro für Geophysik und Geologie

- Kampfmittelerkundung
- Luftbilddauswertungen
- Bauwerksuntersuchung
- Erschütterungsmessung
- Geophysikalische Messungen
 - Archäologie
 - Lagerstättenprospektion
 - Grundwassererschließung
 - Leitungsortung

Untersuchungsbericht

Geophysikalische Untersuchungen hinsichtlich Kampfmittel - Bohrpunktfreimessung

Bauvorhaben: PV Anlage BMW Strasskirchen

Datum: 25.04.2023

Auftraggeber	Auftragnehmer
Dr. Jung + Lang Ingenieure GmbH Geotechnik und Umwelt Europaallee 17 66113 Saarbrücken	GEOLOG Ch. Fuß/W. Hepp GbR Ingenieurbüro für Geophysik und Geologie Glatzer Straße 5 82319 Starnberg
Ansprechpartner: <i>mayer@jl-ingenieure.com</i> 0681 / 927 99 8782	Tel.: 08151/2807-0, Fax: -2 E-Mail: info@geolog2000.de Bearbeitung: sh

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung und Vorbemerkungen	2
2 Aktuelle Messung	2
3 Allgemeine Hinweise zu Arbeiten in der Kampfmittelräumung.....	3
4 Angewandtes Messverfahren:.....	4
4.1 Georadarverfahren.....	4
4.2 Geomagnetikverfahren	5

1 Aufgabenstellung und Vorbemerkungen

Zum geplanten Bauvorhaben PV Anlage BMW Strasskirchen wurden wir beauftragt Kampfmitteluntersuchungen im Bereich geplanter Bohransatzpunkte durchzuführen. Für die Messungen kommen je nach Bodenbeschaffenheit und Umgebungsverhältnisse verschiedene Verfahren zum Einsatz. Diese sind im Kapitel 6 – Angewandte Messverfahren kurz umrissen. Ziel der Untersuchungen ist es, eine Kampfmittelfreigabe für die geplanten Eingriffsbereiche zu erzielen.

2 Aktuelle Messung

Am 18.04.2023; 19.04.2023 und am 20.04.2023 wurden mittels Geomagnetik insgesamt 200 geplante Bohransatzpunkte untersucht. Die Bereiche wurden von den zuständigen Personen vor Ort – Dr. Jung + Lang Ingenieure GmbH – aufgezeigt, die Bohransatzpunkte festgelegt und gekennzeichnet. Die Messungen dienten der Detektion möglicher Kampfmittel im Vorfeld der Eingriffe in den Untergrund.

Messergebnis:

Nach den durchgeführten Arbeiten kann unter Berücksichtigung des Kapitels 3 Allgemeine Hinweise zu Arbeiten in der Kampfmittelräumung die Kampfmittelfreigabe für die untersuchten Rammsondierungen auf 3,5 m unter Messniveau bestätigt werden.

Für weitere Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

Starnberg, den 25.04.2023



Wolfgang Hepp

Dipl. Geol. / Munitionsfachkraft nach § 20 SprengG

3 Allgemeine Hinweise zu Arbeiten in der Kampfmittelräumung

In Bezug auf die ATV DIN 18299 Abschnitt 0.1.17 wird darauf hingewiesen, dass trotz fachgerechter Untersuchung nach dem aktuellen Stand der Technik und Beräumung nach den gesetzlichen Vorgaben nicht auszuschließen ist, dass sich auf den untersuchten Grundstücken weiterhin Kampfmittel befinden. Zum Beispiel sind verfahrensbedingt unterhalb von Sparten/Einbauten je nach Größe, Lage und Beschaffenheit nur eine eingeschränkte Aussage über etwaige Kampfmittel möglich.

Daher ergeht vorsorglich folgender Hinweis:

Bei jeglichem Verdacht des Antreffens von Kampfmitteln sind wir sowie die zuständige Polizeibehörde zu benachrichtigen und die Bauarbeiten in diesem Bereich einzustellen.

Im Allgemeinen kann nach einer durchgeführten Oberflächensondierung mittels Geomagnetik- oder Großspulen-Transienten-Elektromagnetik-Verfahren und der Beräumung identifizierter Kampfmittelverdachtspunkte die kampfmitteltechnische Grabungsfreigabe bis in die messtechnisch erfasste Tiefe bestätigt werden. Bei besonderen Bodenbedingungen bzw. bei einer spezieller Standorthistorie ist es ggf. erforderlich, auf tieferem Niveau – bei Erreichen der Sondiertiefe des Detektionsverfahrens – eine weitere Untersuchung der Fläche durchzuführen.

Sind Spezialtiefbaumaßnahmen geplant, sind in der Regel weitergehende Untersuchungen der betreffenden Bereiche durch Tiefensondierungen (z. B. Bohrloch-Geomagnetik) oder leistungsgleiche Detektionsverfahren (z.B. Georadar) erforderlich. Falls im Falle von Georadarmessungen keine ausreichende Tiefensicht für eine Kampfmittelfreigabe gegeben ist, werden oft Abgrabungen in eine entsprechende, zu definierende Tiefe erforderlich, um ´nach erneuter Messung eine Freigabe erwirken zu können.

Maschinelle Grabungsarbeiten im Zusammenhang mit Kampfmittelüberprüfungen sollten entsprechend den Richtlinien und Vorgaben der Bauberufsgenossenschaft sowie den BFR-KMR erfolgen.

4 Angewandtes Messverfahren:

4.1 Georadarverfahren

Eine in der Geophysik häufige Aufgabenstellung ist die Ortung von unterirdischen Objekten (Blindgänger, Fässer, Kabel, Leitungen, Tunnel, Bunker, etc.) oder geologischen Strukturen (Hohlräume, Höhlen, Felsen, geologische Schichtwechsel, etc.). Das Radarverfahren wird als zerstörungsfreies Erkundungsverfahren in nahezu allen geologischen und baubezogenen Ingenieurwissenschaften zur Lösung spezieller Erkundungsprobleme eingesetzt. Durch geeignete Frequenzwahl des Sendesignals sind bei günstigen Umgebungsbedingungen Untersuchungen bis 20 m Bodentiefe möglich.

Das Georadar ist ein elektromagnetisches Reflexions-Verfahren, welches hochfrequente elektromagnetische Wellenimpulse über eine Sendeantenne senkrecht in den Untergrund abstrahlt. Durch Änderungen der elektromagnetischen Eigenschaften im Boden oder Bauwerk (Diskontinuitäten), verursacht z.B. durch geologische Schichtgrenzen bzw. Fremdkörpern (Leitungen, Altfundamente, etc.) werden Teile der Impulse reflektiert und an der Oberfläche mittels einer separaten Empfangsantenne aufgenommen. Aus der Messung der Laufzeiten kann bei Kenntnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Welle im Untergrundmedium der Abstand zum Reflektor berechnet werden. Das Prinzip des Georadars ist in Abb. 1 dargestellt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen ist dabei abhängig von Leitfähigkeit und Dielektrizität des untersuchten Mediums. Um präzise Tiefenangaben machen zu können kann ein Aufschluss an geeigneter Stelle hilfreich zur Eichung der Laufzeit der Signale sein. Änderungen der Signalcharakteristik erlauben zusätzlich Rückschlüsse auf die physikalischen Eigenschaften des durchstrahlten Mediums. Da die gewonnenen Rohdaten schwer interpretierbar sind, werden zur besseren Darstellung Verfahren der digitalen Signalverarbeitung angewendet, deren Ergebnis das Radargramm ist. Die Auswertung der Messergebnisse erfordert trotz aller Filtermethoden spezielle Erfahrung und sollte nur von Sachkundigen vorgenommen werden.

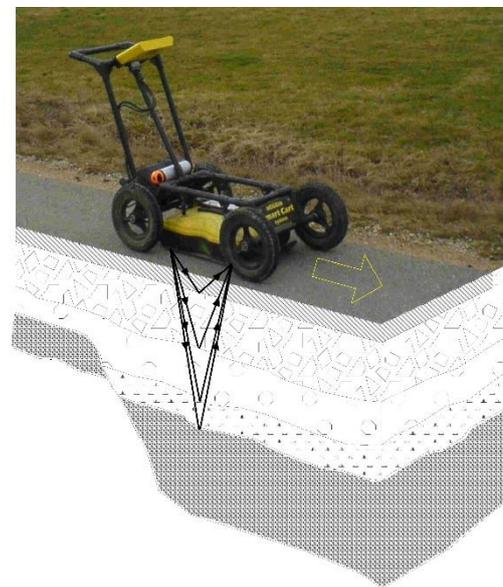


Abbildung 1: Bodenradargerät für kontinuierliche Messungen entlang von Profilen. Eingesetzte Antenne 250 MHz.

Je nach Aufgabenstellung verwenden wir Antennen in verschiedenen Frequenzbereichen zwischen 50 MHz und 1,2 GHz. Frequenzen zwischen 25 MHz und 200 MHz erreichen je nach physikalischer Beschaffenheit des durchstrahlten Mediums Eindringtiefen bis 10 m, bieten aber relativ schlechte Auflösung im oberflächennahen Bereich. Im Gegensatz dazu erreicht man mit höheren Frequenzen (450 MHz bis 2 GHz) eine sehr gute Objekt-Auflösung, wobei die Erkundungstiefe stark abnimmt. Die Auswahl der geeigneten Frequenz ist immer ein Kompromiss zwischen Auflösung und Eindringtiefe.

4.2 Geomagnetikverfahren

Geophysikalische Messmethoden, welche im Boden verborgene Strukturen durch Messungen physikalischer Eigenschaften des Bodens erfassen können, haben den Vorteil den Untergrund zerstörungsfrei zu erkunden, ohne in den Boden eingreifen zu müssen. Dies kann einen Überblick über vorhandene Strukturen oder potentielle Kampfmittel liefern und somit zur effizienten Planung von Ausgrabungen herangezogen werden sowie zur sorgsamten Handhabung von Kampfmittelverdachtsmomenten

Das Verfahren Geomagnetik basiert auf der Messung des Erdmagnetfeldes. Das Erdmagnetfeld ist an der Oberfläche regelmäßig und wird in der Einheit nT (Nanotesla) gemessen. In unseren Breiten beläuft sich die Stärke des Erdmagnetfeldes auf etwa 48.000 nT. Dieses Messsystem kann sowohl für archäologische Untersuchungen als auch zur Ortung von Kampfmitteln verwendet werden. In der Regel werden in der Kampfmittelortung Gradiometer eingesetzt, bei welchen der Gradient in der magnetischen Flussdichte des lokalen Magnetfelds zwischen zwei Magnetometern detektiert (im Gegensatz zu Totalfeldmagnetometern). Objekte mit einer ‚eigenen‘ Magnetisierung treten als Abweichungen zwischen den Messpunkten des Sondenstabs (Magnetometer) auf. Kulturgeschichtliche Relikte im Untergrund erzeugen in der Regel nur geringe lokale Abweichung im Erdmagnetfeld, welche durch die unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften des Bodens entstehen. Kampfmittel und andere eisenhaltige Objekte erzeugen durch ihre ferromagnetischen Eigenschaften Anomalien von mehreren Hundert Nanotesla. Je nach Magnetisierung des Objekts, seiner Lage und seiner Ausrichtung kommt es zur Abweichung (Verstärkung/Abschwächung) des Normalfelds. (vgl. Abbildung 2)

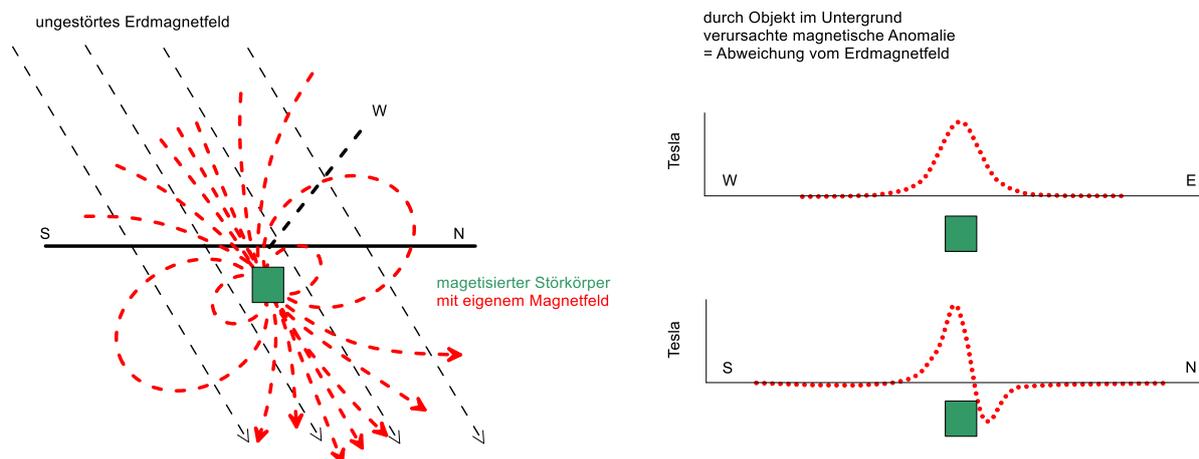


Abbildung 2: Darstellung der Veränderung des lokalen Erdmagnetfelds bei Vorliegen eines magnetisch wirksamen Objektes im Untergrund.

Auf einer ungestörten, horizontalen Messfläche ist der Vertikalgradient des Erdmagnetfelds somit gleichbleibend. Objekte oder Bereiche im Untergrund mit leicht veränderter Magnetisierung verursachen Verzerrungen dieses Felds, sogenannte Anomalien.

Dies zeigt sich in der Auswertung in der Regel als isoliertes Einzelobjekt mit charakteristischer Dipolanomalie (vgl. Abbildung 3).

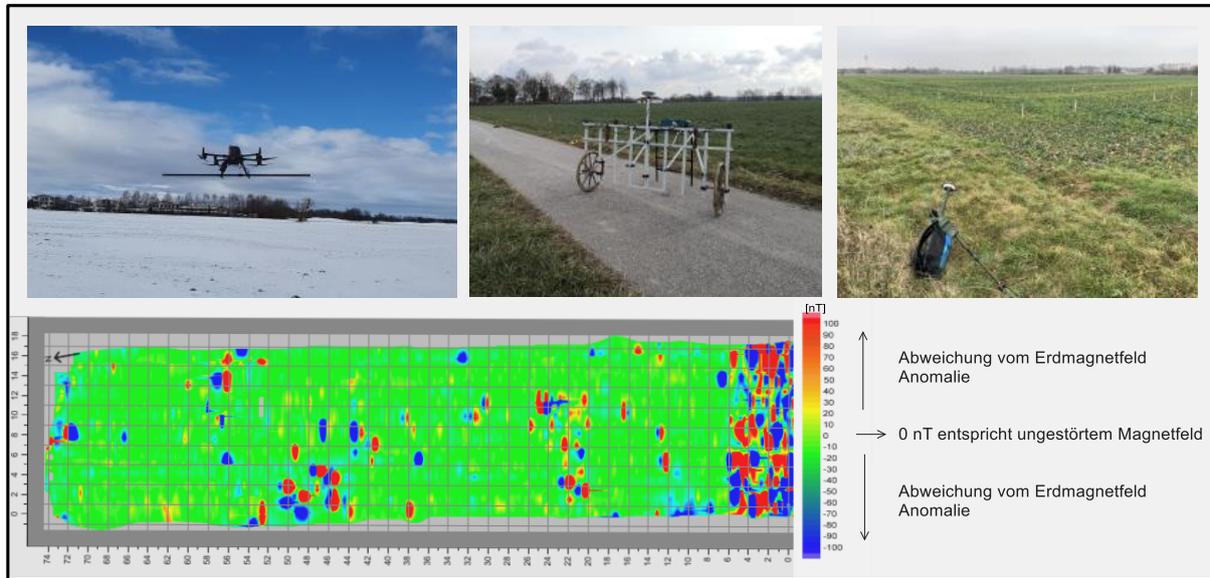


Abbildung 3: Erfassung der Geomagnetikmessdaten (oben, von li. n. re. mit Flugdrohne, mit handgeführtem Mehrkanalmesssystem und mittels handgeführtem Einkanalsystem) und planare, farbkodierte Darstellung der Daten (unten).

Die Datenaufnahme erfolgt mittels 5-Kanal Drohne der Firma *Sensys GmbH*, mittels eines fahrzeuggestützten 7-Kanal oder mit mittels Handgeführtem 7- oder 5-Kanal-Mehrkanalmesssystems oder mit Einhandsonde der Firma *Vallon GmbH*. Die Daten werden mittels Datenlogger und echtzeitkorrigierten GNSS-Systemen aufgezeichnet. Als Sonden werden VS-M Gradiometer-Sondenstäbe (*Fa. Vallon*) oder FGM3D/75 Fluxgate- Magnetometersonden (*Fa. Sensys - Flugdrohne*) (Sondenauflösung 0,2 nT) eingesetzt. Der Controller, der Datenlogger, das GPS sowie der Akku wurden in invariantem Abstand zur Sonde geführt. Die Messpunktdichte in Messrichtung variiert bei einer GPS-gestützten Messung entsprechend der Messgeschwindigkeit und der eingesetzten Anzahl an Sonden. Auf diese Art können relevanten Störungsbereiche, die von ferromagnetischen Materialien wie z.B. Kampfmitteln erzeugt werden, als Verdachtspunkte verortet werden. Bei der Kartierung werden über die gesamte Fläche Messdaten in festem Raster erfasst und mit DGPS-Koordinaten hinterlegt. Anomalien können folglich präzise verortet und kartographisch dargestellt werden. Beim Vorhandensein ferromagnetisch wirksamer Störelemente (Zäune, Stahlbetonbauten usw.) ist in deren näherem Umfeld nicht zu erwarten, dass auswertbaren Messdaten erfasst werden können.