

geotechnik west • Arnoldystraße 73 • 52156 Monschau

Stadt Eschweiler
Johannes-Rau-Platz 1

52249 Eschweiler

Es schreiben Ihnen:

Dipl.-Ing. Bernd Harth / Nils Festag, M. Sc.

Telefon: 02472 / 8027396

Telefax: 02472 / 8027397

Mobil: 0171 / 6574319

E-Mail: b.harth@geotechnikwest.de

25.11.2022 / HB / FN

gtw-AZ 22 09 011

Bauvorhaben: Errichtung einer Container-Ersatzanlage für die Realschule Patternhof in Eschweiler
Bauort: Freifläche Schlachthof und Drieschplatz in 52249 Eschweiler
(Gemarkung Eschweiler, Flur 101, Flurstücke 1 und 49, siehe Anlagen 1.1 – 1.3)
Auftrag vom: 19.09.2022 (Bestellschein Nr. 89393)
Planer: Blum Brück Architekten, Dürener Str. 23, 52249 Eschweiler

Geotechnischer Bericht zu Boden, Baugrund und Gründung

1 Aufgabenstellung

- Ausführung von Kleinerkundungen (ausgeführt: 5 Rammkernsondierbohrungen RKS und 3 Leichte Rammsondierungen DPL) zur Überprüfung/Feststellung von Bodenschichtung und Tragfähigkeit
- Feststellen und Abschätzen des Schwankungsbereichs von Wasserständen im Boden
- Bodenklassifizierung und Angabe der Bodenkennwerte in Tabellenform
- Angabe der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte auf der Grundlage der Bohrerergebnisse (organoleptische Begutachtung der Bodenproben)
- Qualitative Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Baugrunds
- Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrunds
- Durchführung von drei orientierenden Deklarationsanalysen nach LAGA TR Boden, LAGA M20:1997 Boden sowie ergänzend nach DepV an den bau-/aushubrelevanten Böden
- Darstellung der aufnehmbaren Sohlpressungen für Einzel- und Streifenfundamente bei ausreichender Grundbruchsicherheit in Abhängigkeit der zu erwartenden Setzungen
- Setzungsbetrachtung für eine beispielhafte Flächengründung einschl. Abschätzung des Bettungsmoduls
- Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung einschl. Abdichtung
- Zusammenstellen, Dokumentation, Aus- und Bewertung der Untersuchungsergebnisse in Form eines geotechnischen Berichts
- Lieferung des Berichts in Papierform (2-fach) und in digitaler Form (pdf-Dateien)

2 Anlagen

- 1.1 Übersichtslageplan im Maßstab 1:25.000
- 1.2.1 Lageplan (Auszug DGK5) im Maßstab 1:2.000
- 1.2.2 Lageplan (Auszug TK 1936 – 1945) i.M. 1:5.000
- 1.2.3 Lageplan (Ausschnitt Amtlicher LP) – Lage der Erkundungen, ohne Maßstabsangabe
- 1.2.4 Bauwerkspläne (diverse Ansichten), Originalmaßstab 1:100
- 1.3 Lageplan (Luftbild Bestand mit Kataster) im Maßstab 1:1.000
- 2 Fotodokumentation örtliche Situation und Feldarbeiten am 21.10.2022
- 3 Bohrprofile/Schichtenverzeichnisse der Rammkernsondierungen RKS 1 – RKS 5
- 4 Sondierdiagramme/Messwerttabellen der Rammsondierungen DPL 1 – DPL 3
- 5.1 Fotodokumentation der Bohrkerne aus den Kernbohrungen KB 1 und KB 2
- 5.2 Laborbericht zur Bestimmung der PAK-Gehalte der (Schwarzdecken)bohrkerne
- 6 Laborbericht zur Deklarationsanalytik nach LAGA TR Boden, LAGA M20:1997 Boden sowie DepV
- 7 Grundbruch-/Setzungsberechnungen für oberflächennahe Einzel- und Streifenfundamente
- 8 Setzungsabschätzung für eine beispielhafte Flächengründung

3 Vorgang und Feststellungen

Vorgang/Bauvorhaben/örtliche Situation

Die Stadt Eschweiler plant auf der Freifläche des ehemaligen Schlachthofs sowie auf einem Teil des angrenzenden Drieschplatzes in 52249 Eschweiler (Gemarkung Eschweiler, Flur 1, Flurstücke 1 + 49, siehe Anlagen 1.1 – 1.3) die Errichtung einer Container-Ersatzanlage für die durch das Hochwasserereignis 2021 in Mitleidenschaft gezogenen Realschule Patternhof. Die geotechnik west – Ingenieurbüro Bernd Harth – wurde mit Datum vom 19.09.2022 mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines Boden-/Baugrund-/Gründungsgutachtens für den geplanten Ersatzbau beauftragt.

Wie zuvor bereits erwähnt, handelt es sich bei dem Baufeld um die Frei-/Grünfläche des ehemaligen Schlachthofs Eschweiler an der Indestraße sowie einem Teil des östlich angrenzenden Drieschplatzes. Darüber hinaus verlaufen am Nordrand des Baufeldes die Straße An der Wasserwiese und am Südrand ein Wirtschafts-/Uferrandweg entlang der Inde. Nach Norden grenzt das Grundstück an den Friedhof Dürener Straße und nach Süden an die Inde (siehe auch die Anlagen 1.1 – 1.3). Das Freigelände des Schlachthofs stellt sich bereichsweise als asphaltierte Fläche, größtenteils aber als Grünfläche dar und ist von einer Ziegelmauer umgeben (Flstk. 1). Die Grünfläche weist am Rand einzelnen Baumbestand sowie mehrere Bauwerksreste (Schachanlage und Wohncontainer) auf. Auf der Fläche werden nachrichtlich nach dem Hochwasserereignis stammende bzw. ausgekofferte Indeschotter auf einer Miete zwischengelagert (zur aktuellen Situation siehe die Fotodokumentation in Anlage 2). Der Drieschplatz hingegen stellt sich überwiegend als geschotterte Fläche mit asphaltierten Fahrwegen dar. Zur Mauer des Schlachthofgeländes hin ist bereichsweise noch ein Grünstreifen vorhanden.

Gemäß der Höhenliniendarstellung in Anlage 1.2.1 lässt sich für den gesamten Grundstücksbereich eine Geländehöhe auf rd. 131,5 (Nordostecke) bis 134,0 mNN (Mitte Freifläche Schlachthof), für den zu überbauenden Bereich etwa auf 133,0 – 134,0 mNN abgreifen. Aus der Höhenliniendarstellung geht zudem hervor, dass das Schlachthofgelände sowie der Drieschplatz gegenüber der Straße An der Wasserwiese bzw. dem Friedhof aufgehöht worden sind. Aus den Höhendaten in Anlage 1.2.3 gehen Geländehöhen auf rd. 131,8 mNN (Nordostecke) bis 134,1 mNN (Mitte Freifläche Schlachthof), für den zu überbauenden Bereich etwa auf 133,1 – 134,1 mNN hervor. In guter Übereinstimmung zu den Vermessungsdaten wurden an den über den Gebäudegrundriss nach den Möglichkeiten vor Ort sowie in Abstimmung mit Auftraggeber und Planer festgelegten Erkundungsansatzpunkten Höhen von 133,05 (RKS 3) bis 134,08 mNN (RKS 5) ermittelt. Als Bezugspunkt diente innerhalb des Schlachthofgeländes ein am Rande der Asphaltfläche

gelegener Kanaldeckel mit aus der topographischen Vermessung bekannter Höhe (FP1 Nivellement = OK KD = 133,58 mNN, siehe Anlage 1.2.3). Für die Höheneinmessung der Erkundungsansatzpunkte RKS 3 und DPL 3 wurde ein weiterer Kanaldeckel im Grünstreifen des Drieschplatzes herangezogen (FP2 Nivellement = OK KD = 133,30 mNN, siehe Anlage 1.2.3).

Die örtliche Situation im Baufeldbereich geht neben dem Luftbild in Anlage 1.3 insbesondere auch aus der Fotodokumentation in Anlage 2 hervor.

Planung/Plangrundlage

Dem vorliegenden Gutachten liegt neben dem Amtlichen Lageplan (Ausschnitt siehe Anlage 1.2.3) die in der Anlagen 1.2.4 auszugsweise abgebildete Planung der Blum Brück Architekten, Eschweiler, mit Stand vom 28.09.2022 zu Grunde. Im Lageplan ist ein etwa U-förmiges Gebäude mit teilweise begrüntem Innenhof auf einer Fläche von rd. 65 m x 70 m dargestellt. Die Ansichten in Anlage 1.2.4 zeigen ein Schulgebäude aus Containermodulen. Etwa Zweidrittel des Gebäudes sind für Unterrichtsräume vorgesehen und in „3-geschossiger“ Bauweise geplant. Der südliche Gebäudetrakt mit Nutzung für die Verwaltung, Lehrer und Mensa soll „1-geschossig“ ausgeführt werden. Aus den vorliegenden Planunterlagen geht eine OK FFB EG auf $\pm 0,00$ m = 133,75 mNN hervor. Die Gründung der Container-Ersatzanlage soll nachrichtlich bzw. gemäß „Typenstatik“ über Einzelfundamente erfolgen, die 20 cm in ein ausreichend dickes und frostsicheres Bodenaustauschpolster einbinden sowie 10 cm aus diesem hervorragen. Unter Annahme eines 20 cm dicken Fußbodenaufbaus bzw. einer entsprechenden Bodenkonstruktion ergibt sich die UK Container bzw. OK Fundament auf -0,20 m bzw. 133,55 mNN und die OK Polster-/Frostschutzschicht auf -0,30 m bzw. 133,45 mNN. Die Unterkante einer (mindestens) bis 60 cm unter UK Fundament reichenden und somit insgesamt 80 cm dicken mineralischen Packlage kommt demnach auf -1,10 m bzw. 132,65 mNN zu liegen. Bei abweichender Höheneinordnung sind entsprechende Differenzmaße zu berücksichtigen (siehe dazu auch die Hinweise in Kapitel 8, Abschnitt „Aushub“).

Feldarbeiten am 21.10.2022

Zur Erkundung/Überprüfung der Baugrundverhältnisse wurden am 21.10.2022 über den Gebäudegrundriss verteilt insgesamt 3 Rammkernsondierbohrung RKS (\varnothing 60/50/40 mm) gemäß DIN 4021 bzw. DIN EN ISO 22475 und 3 Sondierung mit der Leichten Rammsonde DPL (Spitzenquerschnitt 10 cm², Fallgewicht 10 kg) nach DIN 4094 bzw. DIN EN ISO 22476-2 mit planmäßigen Aufschlusstiefen von je t = 4,0 m ausgeführt. Um jedoch die UK der meist mehrere Meter dicken Auffüllungen aufzuschließen, wurde vor Ort als Erkundungsziel das Erreichen der gewachsenen und erfahrungsgemäß gut tragfähigen Talkiese/Indeschotter festgelegt. Daher wurden mit den drei Rammkernsondierungen Tiefen von 4,0 – 5,0 m und mit den Leichten Rammsondierungen Tiefen von bis zu 4,6 m erreicht. Darüber hinaus wurden auf Wunsch des Planers sowie der Stadt Eschweiler zur Probengewinnung aus den offensichtlich angefüllten Decklehmen im Bereich der künftigen Grünfläche 2 ergänzende Rammkernsondierungen mit planmäßigen Aufschlusstiefen von lediglich t = 2,0 m niedergebracht. Zur Gewinnung von Schwarzdeckenproben wurde die Oberflächenbefestigung auf dem Gelände des alten Schlachthofs sowie auf dem Drieschplatz gesondert mit je einer Rotationsnasskernbohrung (KB) bis in Tiefen von 15 – 21 cm durchörtert.

Die Ansatzstellen der vg. Baugrundaufschlüsse sind in der Anlage 1.2.3 dargestellt sowie auch der Fotodokumentation in Anlage 2 zu entnehmen. Die Bohr- und Sondierergebnisse liegen als Anlagen 3 (RKS) und 4 (DPL) bei. Die Anlage 5.1 zeigt eine Fotodokumentation der Bohrkerne aus den vg. Oberflächenbefestigungen einschließlich Schichtenansprache.

Erwartete Baugrundverhältnisse

Die Hydrologische Grundrisskarte von NRW, Blatt 5103 Eschweiler zeigt den in Höhe des Grundwasserspiegels im Baufeldbereich bei ungestörten Verhältnissen anstehenden Baugrund sowie die Grundwasserspiegellage (Ausschnitt siehe Abbildung 1). Sie weist für den Baufeldbereich einen

Grundwasserspiegel auf rd. 130 mNN (Stand 1955) innerhalb der Talterrasse der Inde (Tki) aus (Grundwasserflurabstand im Baubereich somit rd. 3 – 4 m). Die Talterrasse wird nach Angaben in der Hydrologischen Karte von oligozänen Meeressanden (O) sowie in größeren Tiefen vom Steinkohlengrundgebirge (St) unterlagert. Aufgrund der Innerstädtischen Lage des Baufeldes unweit der Inde dürften großmächtige Auffüllungen i.d.R. geringmächtige Tallehme auf den Talkiesen/Indeschottern aufliegen.

In der zur vg. Grundrisskarte zugehörigen Hydrologischen Profilkarte (Ausschnitt siehe Abbildung 2) wird der zu erwartende Baugrundaufbau im Schnitt ersichtlich: Im aktuellen Baubereich folgen unter rd. max. 2 – 3 m mächtigen Deck-/Tallehmen (TL) ca. 4 – 5 Meter mächtige Kies-Sand-Gemische der Talterrasse der Inde (TT). Darunter folgen tiefgründige tertiäre Sande des Oligozäns (O) mit dünnen Ton-/Schluff-Lagen und ggf. untergeordneten Braunkohleinschaltungen. Im Baufeld werden die Talterrassensedimente der Inde für den Stand von Oktober 1955 vollständig wassererfüllt dargestellt (in Abbildung 2 gelb dargestellt ist das grundwasserfreie Deckgebirge!). Somit dürfte der Grundwasserspiegel im Baubereich gem. Abbildung 2 bezogen auf das Urgelände zumindest vor den Sumpfungmaßnahmen der derzeit noch aktiven nahegelegenen Tagebaue einen Flurabstand von ebenfalls 2 – 3 m aufgewiesen haben.

Das Grundstück befindet sich geologisch gesehen auf der sogenannten Rur-Scholle in deutlichem Abstand zur im Südwesten gelegenen und bedeutenden Sandgewand-Störung, die sich im Raum Eschweiler u.a. im markanten Geländeanstieg innerhalb des Stadtteils Röhe sowie in südöstliche Richtung verlaufend etwa auf der Linie HBF Eschweiler – BG Florianweg/Dampfziegelei abbildet. Südwestlich der Sandgewand-Störung ragt die Verwitterungsrinde des karbonischen Steinkohlengrundgebirges (St) aufgrund eines markanten Schichtenversatzes bis flurnah unter die Geländeoberfläche hinauf. Nordöstlich der Sandgewand-Störung und damit auch im Bereich des betrachteten Baufeldes wird das Grundgebirge von größermächtigen tertiären und quartären Lockergesteinsschichten überlagert. Die Hydrologische Grundrisskarte (Ausschnitt siehe Abbildung 1) zeigt unweit des betrachteten Baufeldes eine (untergeordnete) Nebenverwerfung der Sand-Gewand-Störung, deren Schichtenversatz gem. Abbildung 2 teilweise bis in das Quartär hineinreicht, teilweise aber auch unterhalb endet. Ob die vg. Störung sowie der Schichtenversatz für die geplante Baumaßnahme relevant ist, kann von unserer Seite nicht beurteilt werden.

Nach vorliegenden Informationen der RWE Power AG für das Umfeld des Hauptbahnhofs Eschweiler ist die Sandgewand-Störung (zumindest im Bereich Eschweiler) nicht mehr bewegungsaktiv. Dies dürfte u.E. auch für die vg. untergeordnete Störung gelten. Eine Bewertung bergschadenstechnischer Gesichtspunkte ist allerdings nicht Inhalt des vorliegenden Gutachtens und kann auf der Grundlage der uns zur Verfügung stehenden Unterlagen/Erkenntnisse auch nicht erfolgen. Bei Bedarf ist eine entsprechende Anfrage an die RWE Power AG, den ehemals in der Region Bergbautreibenden (EBV) oder den Geologischen Dienst NRW zu richten.

Die Bodenkarte von NRW, Blatt L 5102 Geilenkirchen (Ausschnitt siehe Abbildung 3), beschreibt den oberflächennahen Baugrund bis in eine Tiefe von 2,0 m. Sie weist für das Baufeld bei ungestörten Verhältnissen die Bodengruppe (g)A6 aus. Bei der Bodengruppe (g)A6 handelt es sich um junge sandig-schluffige Flussablagerungen über Talterrassenschottern oder älterem Auenlehm (feinsandige, schwach lehmige Schluffe bis schluffige Lehme, $d = 6 - > 20$ dm über sandigen Kiesen bis schluffigen Lehmen). Im aktuellen Baufeld dürfte die Schichtenfolge jedoch aufgrund der Vornutzung sowie der vg. Geländeaufhöhung durch mehrere Meter mächtige Auffüllungen abgerundet werden.

Die Bodenkarte weist für die Bodengruppe (g)A6 eine hohe, z.T. mittlere Wasserdurchlässigkeit ($k_f = 40 - 100$ cm/Tag, z.T. $k_f = 16 - 40$ cm/Tag) aus. Weiter gibt die Bodenkarte Hinweise auf stark schwankendes Grundwasser mit einem mittleren Stand von 20 – 30 dm unterhalb des Urgeländes.

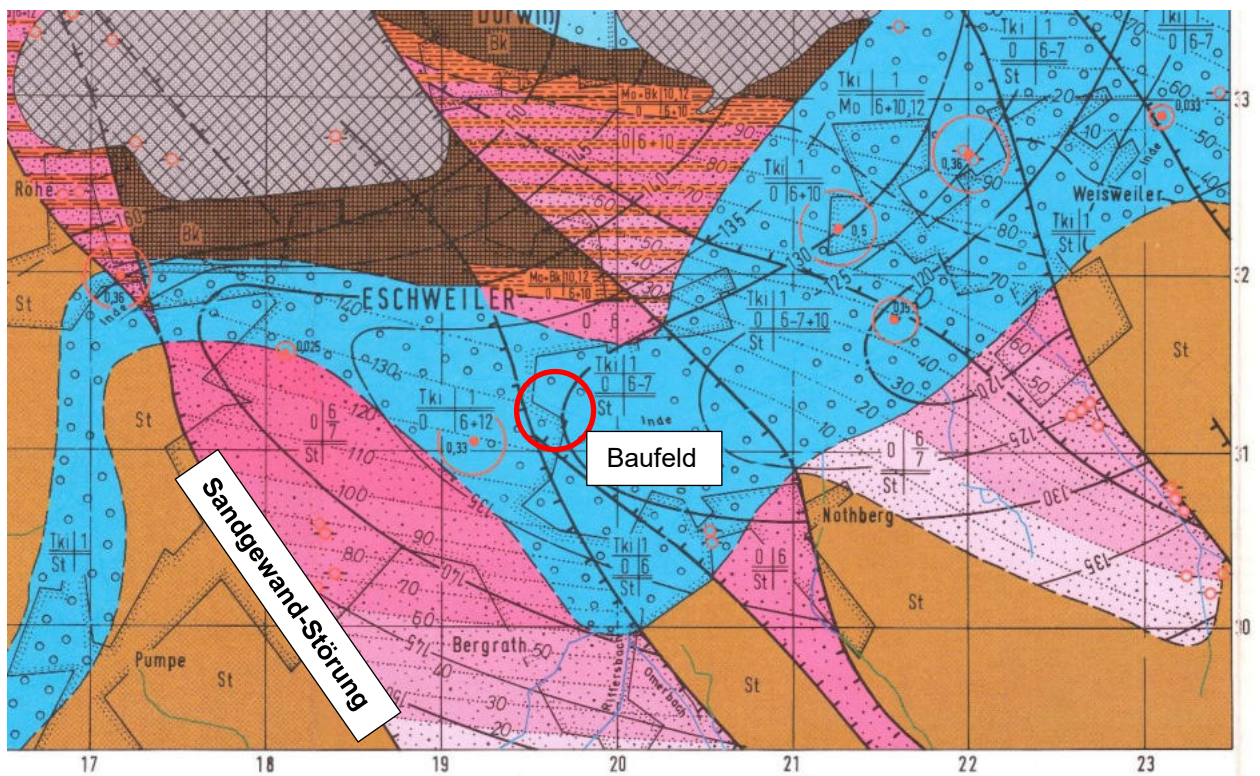


Abbildung 1: Auszug aus der Hydrologischen Grundrisskarte von NRW, Blatt 5103 Eschweiler

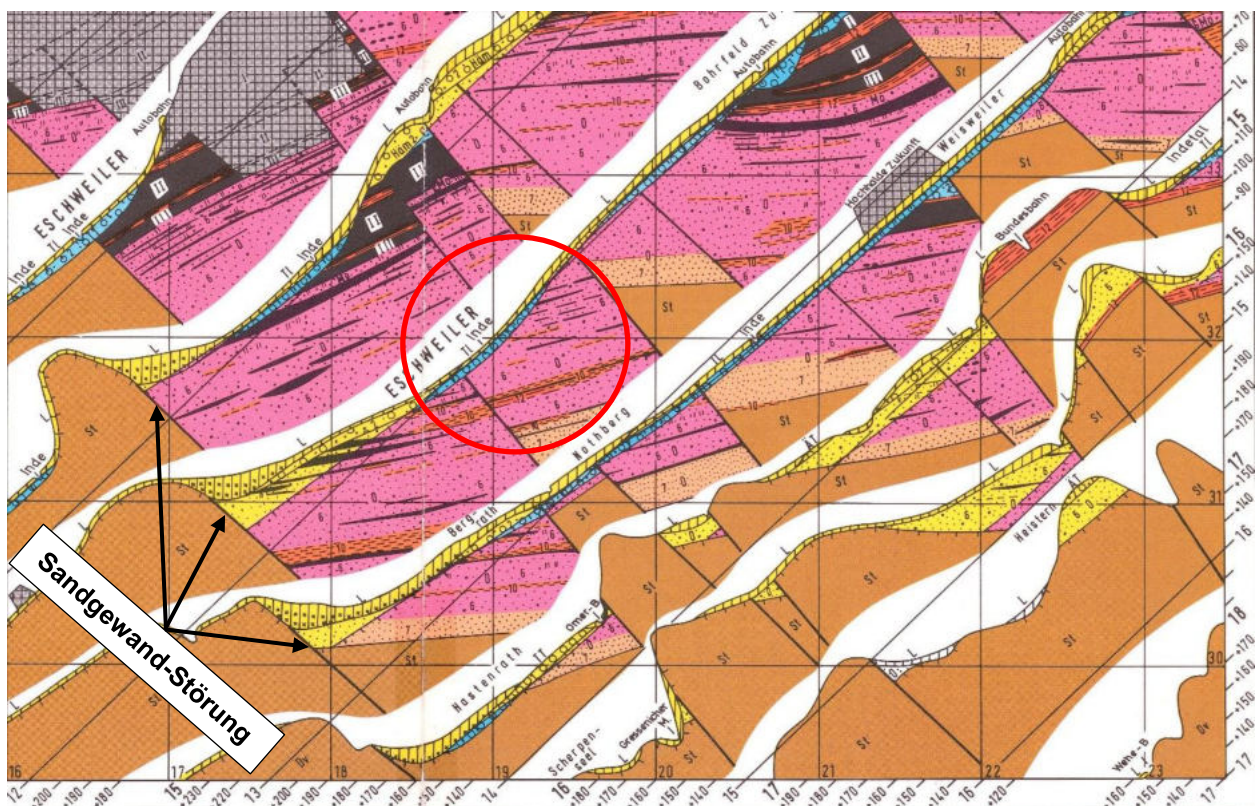


Abbildung 2: Auszug aus der Hydrologischen Profilkarte von NRW, Blatt 5103 Eschweiler

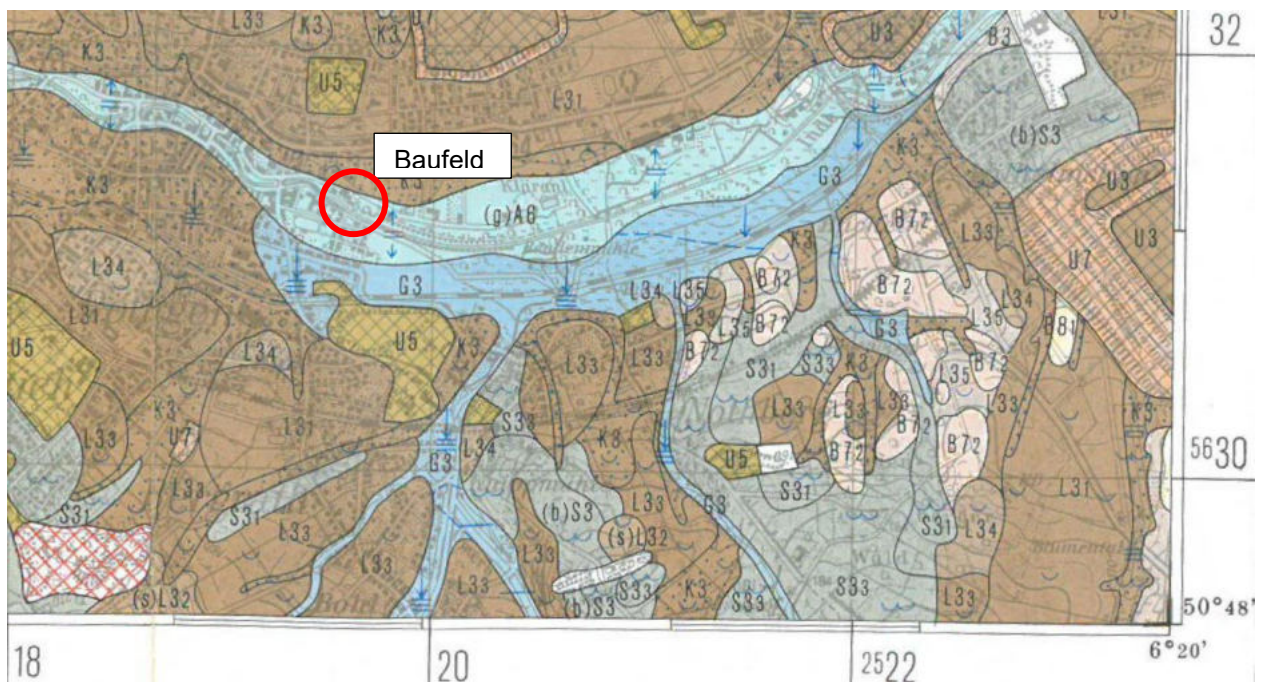


Abbildung. 3: Auszug aus der Bodenkarte von NRW, Blatt L5102 Geilenkirchen

Festgestellte Baugrundverhältnisse

Die Rammkernsondierungen RKS 1, RKS 2 und RKS 3 (Gebäudebereich Ersatzanlage) zeigen in der Schichtfolge ein vergleichsweise homogenes Bild, wenn auch die Schichtmächtigkeiten und die Zusammensetzung variieren. Den obersten Horizont bilden bindige bis grobkörnige Auffüllungen (sandige, bereichsweise schwach schluffige Kiese bis hin zu (schwach) kiesigen Schluffen mit wechselnden bzw. i.d.R. erheblichen anthropogenen). Die Schichtuntergrenze der Auffüllungen liegt zwischen 1,0 m (RKS 1) und 3,5 m (RKS 3) unter Flur/Ansatzpunkt. Unterhalb und bis in eine Tiefe von 2,9 – 4,2 m folgen gewachsene Deck-/Tallehme ((schwach) feinsandige Schluffe mit i.d.R. untergeordneten kiesigen und humosen Anteilen). Diese werden wiederum bis zur erreichten Endteufe von 4,0 – 5,0 m von gewachsenen Talkiesen/Indeschottern (sandige, schwach schluffig/tonige Kiese) unterlagert.

Die Rammkernsondierungen RKS 4 und RKS 5 wurden auf Wunsch von Planer und Auftraggeber am Fuß der vg. Zwischenmiete aus Indeschottern zur Überprüfung der oberflächennahen Böden (Endteufe $t = 2,0$ m) im Bereich der späteren Freifläche niedergebracht. Hier bilden bis $t = 0,6 - 0,7$ m reichende bindige Auffüllungen aus umgelagerten/angedeckten Lehmböden (stark feinsandige, lokal schwach sandige oder schwach kiesige Schluffe mit vereinzelt Ziegel- und Kohleresten) den obersten Horizont. Abgelöst werden die bindigen Auffüllungen bis zur ausgeführten Endteufe von grobkörnigen Auffüllungen (sandige, schwach schluffige Kiese **aus überwiegend anthropogenen Bestandteilen**, lokal auch Fein- und Mittelsand). Gewachsene Böden wurden aufgrund der geringen Endteufe von 2,0 m nicht erreicht.

Für eine detaillierte Beschreibung der angetroffenen Bodenschichten (insbesondere der in der Zusammensetzung stark variierenden Auffüllungen) sei an dieser Stelle explizit auf die Bohrprofile in Anlage 3 verwiesen.

In der sensorischen Begutachtung der aktuellen Bohrproben wiesen sämtliche Lehmböden und bindige Auffüllungen eine steife Konsistenz auf. Sie waren „leicht bis mittelschwer“ oder „mittelschwer“ zu bohren. Die grobkörnigen Auffüllungen waren hingegen überwiegend „schwer“ bereichsweise auch „mittelschwer bis schwer“ zu bohren. Mindestens „schwer zu bohren“ waren dagegen die gewachsenen und erfahrungsgemäß gut tragfähigen Talkiese bzw. Indeschotter, innerhalb derer beispielsweise die RKS 2 bei stagnierendem Bohrfortschritt abgebrochen werden musste.

Insbesondere die Schlagzahlen der bis in die gewachsenen Terrassensedimente ausgeführten Rammsondierungen DPL 2.2 und DPL 3 bestätigen die Heterogenität der Füllböden. Neben einer mitteldichten Lagerung bzw. steifen Konsistenz muss daher örtlich auch mit locker gelagerten Auffüllungen oder lediglich weichen bis steifen Lehmböden (wenn auch nicht erbohrt) gerechnet werden. Bei gewachsenen Lehmböden (Tallehme) ist dagegen i.d.R. von einer steifen Konsistenz auszugehen. Die Indeschotter sind offenbar bereits im Hangenden dicht gelagert. Die DPL 2.1 kam in einer Tiefe von lediglich 0,6 m abrupt auf einem Bohrhindernis fest und wies nach dem Ziehen des Gestänges Ziegelmehl (Bauschutt/Mauerwerk?) an der Spitze auf. Auch die DPL 1 musste (vermutlich innerhalb der Füllböden) aufgrund schlagartig ansteigender Schlagzahlen in einer Tiefe von 2,2 m abgebrochen werden.

Zum Vergleich: Bei Sondierungen mit der Leichten Rammsonde DPL (Spitzenquerschnitt 10 cm², Fallgewicht 10 kg) gilt bei Lehmböden nach Placzek eine steife Konsistenz und damit für übliche Bauaufgaben (ohne baugrundverbessernde Maßnahmen!) ausreichende Tragfähigkeit als nachgewiesen, wenn Schlagzahlen $N_{10(DPL)} = 10 - 17$ Schläge je 10 cm Eindringtiefe erreicht werden. Schlagzahlen von $N_{10(DPL)} = 3 - 10$ Schläge je 10 cm Eindringtiefe zeigen nach Literaturangaben bei Lehmböden eine weiche bzw. u.E. eher weiche bis steife Konsistenz an. Eine mindestens steife Konsistenz bzw. mitteldichte Lagerung kann nach Literaturangaben bei gemischtkörnigen Böden angenommen werden, wenn Schlagzahlen von $N_{10(DPL)} \geq 13$ Schläge je 10 cm nachgewiesen werden. In nichtbindigen Böden kann oberhalb des Grundwasserspiegels eine mindestens mitteldichte bzw. dichte Lagerung angenommen werden, wenn Schlagzahlen $N_{10(DPL)} = 16 - 38$ bzw. $38 - 64$ Schläge je 10 cm Eindringtiefe erreicht werden (siehe u.a. DIN 4094-T3 sowie Placzek, D.: Vergleichende Untersuchungen beim Einsatz statischer und dynamischer Sonden, Geotechnik, Nr. 2, Seite 68 – 75, 1985).

Grundwasser

Der Grundwasserspiegel dürfte nach der Hydrologischen Karte bzw. nach Abbildung 1, wie zuvor bereits erwähnt, auf rd. 130 mNN (Stand 1955) innerhalb der quartären Talkiese ausgebildet sein und zur GOK im Betrachteten Bereich einen Flurabstand von 3 – 4 m aufweisen.

In den max. 5,0 m tiefen Bohr-/Sondierlöchern der aktuellen Erkundungen wurde jedoch kein zusammenhängender Grundwasserspiegel angetroffen. Das bis zur Tiefe von 4,5 m offene Bohrloch der RKS 2 war bei der abschließenden Lichtlotmessung wasserfrei und lässt einen Grundwasserspiegel unterhalb von rd. 129,4 mNN vermuten. Das ursprünglich 5 m tiefe Bohrloch der RKS 3 fiel ebenfalls bei $t = 4,5$ m zu und das ab dieser Tiefe geförderte Bohrgut war nass. Es kann also angenommen werden, dass bei einer zugehörigen Geländehöhe von 133,05 mNN der Grundwasserspiegel am Tag der Erkundungen etwa auf 128,6 mNN lag. Daraus ergibt sich ein Flurabstand im Baubereich der Containeranlage von 4,5 – 5,5 m.

Auf der sicheren Seite liegend sollte u.E. zumindest ein **HGW** auf dem Niveau von 1955, also auf **130 mNN** angenommen werden. In Folge eines Indehochwassers sind allerdings kurzzeitig auch höhere Grundwasserspiegellagen nicht auszuschließen. Der Grundwasserflurabstand dürfte allerdings für die nicht unterkellerte Baumaßnahme nicht von Bedeutung sein. Zu möglichen Hoch-/Flusswasserspiegellagen sind die Erfahrungen aus dem Hochwasserereignis in 2021 zu berücksichtigen.

Erfahrungsgemäß muss in gewachsenen oder umgelagerten Lehmböden sowie im Porenraum von grobkörnigen Füllböden insbesondere in Nasszeiten mit einer erhöhten Feuchtebeanspruchung durch (zumindest temporäre) Staunässe oder ggf. auch Schichtenwasser aus mehr oder weniger gut versickerndem Niederschlagswasser gerechnet werden. Aktuell waren die Auffüllungen wie die gewachsenen Lehmböden zumindest erdfeucht bis feucht. Bei den Lehmböden handelt es sich um einen sehr witterungsempfindlichen Baugrund, der bei Vernässung und gleichzeitiger dynamischer Beanspruchung mit einer starken Konsistenzänderung („Aufweichen“) reagiert.

Beurteilung der Tragfähigkeit / Empfehlung zur Gründung

Gewachsene Decklehme stellen bei mindestens steifer Konsistenz einen nach den Vorgaben der DIN 1054 für übliche Bauaufgaben ausreichend gut tragfähigen Baugrund dar. Einschränkungen ergeben sich hinsichtlich des zu erwartenden Setzungspotentials. Im betrachteten Baufeld ist allerdings erst in mehreren Metern Tiefe mit steifen, gewachsenen Tallehmen sowie der deutlicher günstiger tragfähigen unterlagernden Talterrasse der Inde zu rechnen. Die Terrassensedimente stellen zwar einen gut bis sehr gut tragfähigen und wenig setzungsempfindlichen Baugrund dar, sind für die vorliegende Bauaufgabe aufgrund ihrer Tiefenlage allerdings kaum/nicht von Bedeutung. Die angetroffenen Auffüllungen stellen einen wechselhaft tragfähigen Baugrund dar. Zur Baugrundverbesserung bzw. zur Homogenisierung der Baugrund-/Bettungssituation ist daher u.E. zumindest eine mineralische Polsterschicht mit einem Geogitter an der Basis vorzusehen. Das knotensteife Geogitter überspannt dabei ggf. in der Aushubsohle anzutreffende Schwächezonen.

Planungsseitig ist, wie zuvor bereits erwähnt, eine Gründung über Einzelfundamente vorgesehen, die 20 cm tief in ein mineralisches Polster einbinden sowie 10 cm daraus hervorragen. Zur frostsicheren Gründung sind mindestens 60 cm Polsterdicke unterhalb der Fundamentsohle erforderlich, was zu einer Gesamtmächtigkeit der feinkornarmen Packlage von 80 cm führt. Das vg. Polster kann nach dem Rückbau der Ersatzanlage selbstverständlich auch für die Gründung einer Folgebebauung verwendet werden (siehe die Beispielberechnungen im Abschnitt 7).

Der Oberboden bzw. eine humose Auflage ist grundsätzlich unter Gründungskörpern vollständig auszuräumen. Eine Tieferführung von Fundamentlasten in günstiger tragfähige Horizonte (z.B. bis in die Indeschotter) dürfte unter Berücksichtigung der temporären Bauaufgabe mit Containern sowie bei Inkaufnahme entsprechender Setzungen u.E. entbehrlich sein. Ist allerdings eine setzungsarme oder gar setzungsfreie Gründung gewünscht, sollte eine Tieferführung bzw. zumindest eine tiefreichende Baugrundverbesserung (z.B. mittels Rüttelstopfverdichtung) erwogen werden. In dem Fall bitten wir um Nachricht.

Eine detaillierte Betrachtung zu der Gründungsvariante auf Einzel- und Streifenfundamenten über baugrundverbessernder mineralischer Packlage bzw. den dabei rechnerisch zu erwartenden Setzungen enthält Abschnitt 7. Zusätzlich wird eine beispielhafte Flächengründung mittels schwimmender Stahlbetonsohlplatte einer möglichen Folgebebauung auf der vg. Packlage betrachtet.

4 Klassifizierung und Bodenkennwerte

Die in Tabelle 1 dargestellte Klassifikation der angetroffenen Bodenschichten erfolgte wie bislang üblich nach DIN 18196:2011-05, DIN 18300:2012-09, DIN 18301:2012-09, ZTVE-StB 09 und ZTVA-StB 97. Wir möchten allerdings darauf hinweisen, dass u.a. die DIN 18300:2012-09 und DIN 18301:2012-09 mit dem Erscheinen der Normen DIN 18300:2015-08 und DIN 18301:2015-08 im August 2015 zurückgezogen wurden, und Ausschreibungen nunmehr nach dem Konzept der „Homogenbereiche“ erfolgen sollen.

Die Homogenbereiche sind vom Baugrundgutachter auch im Hinblick auf geplante Bauverfahren festzulegen und gem. VOB-C durch eine Vielzahl von entsprechenden Laboruntersuchungen, verbunden mit der Erfordernis von großkalibrigen Aufschlüssen, zu untermauern. Eine Berücksichtigung des Konzepts der Homogenbereiche ist nicht Inhalt des vorliegenden Gutachtens sowie u.E. entbehrlich. Sofern dennoch Aussagen nach dem Konzept der „Homogenbereiche“ gewünscht werden, bitten wir um Nachricht.

Bodenschichten	Klassifizierung				
	Bodengruppen nach DIN 18196: 2011-05	Bodenklassen nach DIN 18300: 2012-09	Bodenklassen nach DIN 18301: 2012-09	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09	Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVA-StB 97
(angedeckter) Oberboden	-	1	BO 1, BB 2	F3	V3
Auffüllungen	GW, GI, GU, SW, SI, SE, SU, GU*, SU* UL, UM, TL, TM	3, 4, 5	BN 1, BN 2, BB 2, BB 3 Zusatzklassen BS 1 – 3	F1 – F3	V1 – V3
Deck-/Tallehm	UL, UM, TL, TM	4	BB 2, BB 3	F3	V3
Talkies/ Indeschotter	GW, GI, GU	3	BN 1 Zusatzklasse BS 1	F1, F2	V1

Tabelle 1: Zusammenstellung der Bodenklassifizierungen

Bodenschichten	Charakteristische Werte der bodenmechanischen Kenngrößen				
	Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k} = f(\sigma)$ [MN/m ²]
(angedeckter) Oberboden	17 – 19	7 – 10	Ersatzreibungswinkel $\varphi'' = 25 – 30$	-	-
Auffüllungen	17 – 21	8 – 11	Ersatzreibungswinkel $\varphi'' = 25 – 35$	-	5 – 15
Deck-/Tallehm	19 – 20	9 – 10	27,5	2 – 4	4 – 8 weich bis steif 8 – 10 mind. steif
Talkies/ Indeschotter	20,5 (im Mittel)	11 (im Mittel)	35 (im Mittel)	0 – 1	50 – 100 mitteldicht bis dicht

Tabelle 2: Zusammenstellung der charakteristischen Werte der bodenmechanischen Kenngrößen

Die bodenmechanischen Kennwerte der Tabelle 2 wurden auf der Grundlage der Felduntersuchungen sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten festgelegt. Es wird darauf hingewiesen, dass es sich hierbei nicht um feste Größen im Sinne von Materialkonstanten handelt, sondern um bereichsweise variierende Werte, die auch von der Art und Dauer der Beanspruchung abhängen.

5 Wasserdurchlässigkeit der Bodenschichten

Die Beurteilung der Durchlässigkeit der angetroffenen Bodenschichten erfolgt auf der Grundlage der während der Aufschlussarbeiten gewonnenen Erkenntnisse sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten und den vorliegenden Unterlagen zur Hydrogeologie. Durch unser Büro wurden weder Feld- noch Laborversuche zur Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes durchgeführt.

Oberboden und Auffüllungen

Die Durchlässigkeit von Oberboden und Auffüllungen im Allgemeinen ist abhängig vom Aufbau, der Zusammensetzung und der Kornverteilung der Böden. Hier sind Bandbreiten von $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s (nichtbindige Füllböden) bis $k_f = 5 \times 10^{-8}$ m/s (umgelagerte Lehmböden) üblich, bei erheblichen Schwankungen in vertikaler und horizontaler Richtung. Der Oberboden weist i.a. eine höhere Durchlässigkeit als gewachsene Decklehme auf. Grobklastische Füllböden mit hohem Porenvolumen können auch Wasserdurchlässigkeiten $k_f > 1 \times 10^{-3}$ m/s

gewachsene Deck-/Tallehme

Die im Baufeld bei natürlichen, ungestörten Verhältnissen an der Geländeoberfläche bzw. aktuell unterhalb der Füllböden anstehenden Lehmböden sind nach der Bodenkarte von NRW als Böden mit hoher, zum Teil mittlerer Wasserdurchlässigkeit einzustufen, wobei sich die mittlere Durchlässigkeit u.E. auf die Lehmböden beziehen dürfte. Die Bodenkarte gibt für eine mittlere Wasserdurchlässigkeit einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 16 - 40$ cm/Tag an. Dies entspricht in etwa einer Größenordnung von $k_f = 2 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-6}$ m/s. Erfahrungsgemäß liegt der Durchlässigkeitsbeiwert der Decklehme etwa bei $k_f = 1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$ m/s. Innerhalb von (stark) sandigen Lehmen ist, zumindest örtlich, von einer erhöhten Wasserwegsamkeit auszugehen. Bei höheren Tonanteilen können auch Durchlässigkeiten $k_f < 1 \times 10^{-8}$ m/s auftreten.

Talkies/Indeschotter

Im Gegensatz zu den feinkörnigen Lehmböden besitzen grobkörnig geprägte quartäre Flussschotter meist deutlich höhere Wasserdurchlässigkeiten. Die Indeschotter sind i.d.R. als durchlässiger bis stark durchlässiger Boden zu bewerten. Die Hydrologische Karte weist hier Durchlässigkeitsbeiwerte von i.d.R. $k_f = 1 \times 10^{-2}$ m/s bis $k_f = 7 \times 10^{-3}$ m/s aus. Erfahrungsgemäß ist die Durchlässigkeit durch Ton-/Schluffeintrag sowie eine hohe Lagerungsdichte aber oft vermindert.

Versickerungsanlagen

Im Rahmen der aktuellen Baugrunderkundung wurden zumindest oberhalb der Talkiese keine Bodenschichten angetroffen, die sich aus wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten für eine Versickerung von Niederschlagswasser eignen. Eine Versickerung innerhalb der Füllböden oder der gewachsenen Tallehme ist nicht möglich. Zudem sollte neben der Tiefenlage der Indeschotter (erst ab $t = 2,9 - 4,6$ m unter Flur!) der erforderliche Aushub/Austausch von anthropogenen Füllböden sowie ein ausreichender Grundwasserschutz berücksichtigt werden. U.E. ist die Planung/Herstellung einer Versickerungsanlage daher nicht ratsam. Soll dennoch eine Anlage zur Versickerung von Niederschlagswasser hergestellt werden, ist die Versickerungsfähigkeit der (feinkornarmen) Talkiese zur wirtschaftlichen Dimensionierung generell möglichst durch entsprechende Felduntersuchungen am geplanten Standort der Anlage zu überprüfen.

Es sei an dieser Stelle zudem darauf hingewiesen, dass sich die vg. Ausführungen lediglich auf die bodenmechanische Eignung der Böden zur Versickerung beziehen. Rechtliche Belange (insbesondere im Hinblick auf einen ausreichenden Grundwasserschutz) bleiben unberücksichtigt. Bevor Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser geplant oder hergestellt werden, ist die Ausführbarkeit bzw. Genehmigungsfähigkeit solcher Einrichtungen generell im Vorfeld mit den zuständigen Behörden zu klären.

6 Kontaminationen

Ergebnisse der PAK Untersuchungen

Der Bohrkern sowie die unterlagernde Schottertragschicht der auf dem Schlachthofgelände ausgeführten KB 1 waren in der organoleptischen Begutachtung (vermutlich aufgrund des vorhandenen „Anspritzbelags“) hinsichtlich Glanz und Geruch stark auffällig. Der Bohrkern KB 2 aus der Fahrbahn des Drieschplatzes (vermutlich bituminös gebundene Schwarzdecke) war dagegen nicht auffällig (siehe auch die Anlage 5.1).

Zur labortechnischen Überprüfung auf PAK-Belastung haben die beiden Bohrkern sowie die bei der KB 1 folgende Schottertragschicht zur entsprechenden Analytik ins chemische Labor der Eurofins Umwelt West GmbH verbracht. Anlage 5.2 enthält als Deckblatt eine Übersicht über die analysierten Laborproben und dahinter den zugehörigen Prüfbericht der Eurofins Umwelt West GmbH vom 10.11.2022.

Die organoleptisch stark auffällige Schwarzdeckenprobe **KB1 SD** wies erwartungsgemäß einen sehr hohen PAK-Gehalt von 2.910 mg/kg Trockensubstanz auf und ist damit dem Abfallschlüssel 170301* (= besonders überwachungsbedürftiger, **gefährlicher pechhaltiger Straßenaufbruch**, PAK ≥ 1.000 mg/kg TS) zuzuordnen. Hier zeigt sich eine gute Übereinstimmung des Laborprüfergebnisses mit der organoleptischen Beurteilung der vg. Schwarzdeckenprobe.

Die Laborprobe aus der unterlagernden und ebenfalls auffälligen Schottertragschicht (**KB1 ST**) wies (vermutlich aufgrund von Anhaftungen) entsprechend einen auffallend hohen PAK-Gehalt von 179 mg/kg Trockensubstanz auf.

In dem organoleptisch nicht auffälligen Bohrkernen **KB2 SD** wurde ein sehr geringer PAK-Gehalt von 6,0 mg/kg Trockensubstanz festgestellt. Es handelt sich somit um **nicht verunreinigten Ausbausephalt**, welcher dem Abfallschlüssel 170302 zuzuordnen ist.

Hinsichtlich der vg. Bewertung möchten wir auf den Abfallratgeber Bayern des Bayerisches Landesamt für Umwelt verweisen (Auszug siehe Tabelle 3). Danach wird Straßenaufbruch mit einem PAK-Gehalt ≤ 10 mg/kg als nicht verunreinigter Ausbausephalt und bei einem PAK-Gehalt über 10 bis ≤ 25 mg/kg als gering verunreinigter Ausbausephalt bezeichnet. Bei Ausbausephalt wurden i.d.R. keine Bindemittel eingesetzt, die Pech oder kohlestämmige Öle enthalten. Ab einer Belastung von > 25 mg/kg PAK ist Straßenaufbruch als pechhaltig einzustufen. Bezüglich Verwertungsverfahren und Einbauweisen sind dann erhöhte Anforderungen zu beachten. Die Einstufung als besonders überwachungsbedürftiger/gefährlicher Abfall erfolgt erst ab einer PAK-Konzentration von ≥ 1.000 mg/kg.

PAK-Gehalt in mg/kg	Bezeichnung	Folge
≤ 10	Ausbausephalt	kann i.W. ohne besondere Anforderungen bzgl. Arbeits-, Boden- und Gewässerschutz verwendet werden
> 10 bis ≤ 25	Ausbausephalt, gering verunreinigt	Einsatz in ungebundener Form nur unter wasserundurchlässiger Schicht
> 25	Pechhaltiger Straßenaufbruch	Aufbereitung nur im Kaltmischverfahren zulässig. Erhöhte Anforderungen/ Einschränkungen bzgl. Verwertung
≥ 1000	besonders überwachungsbedürftiger/ gefährlicher pechhaltiger Straßenaufbruch	Zuordnung zu Abfallschlüssel 170301, Einstufung als besonders überwachungsbedürftiger/gefährlicher Abfall nach der AVV

Tabelle 3: Klassifizierung von Straßenaufbruch (Auszug aus Abfallratgeber Bayern)

In NRW wird die Abgrenzung des Abfallschlüssels 170301* (Begleitscheinverfahren!) zu nicht besonders überwachungsbedürftigen/nicht gefährlichen Abfällen des Abfallschlüssels 170302 analog zur Vorgehensweise in Bayern nach § 3 Abs. 2 der AVV in Verbindung mit den Hinweisen zur Anwendung der AVV des Bundesumweltministeriums vorgenommen. Danach ist Straßenaufbruch mit einem Gehalt an PAK von ≥ 1.000 mg/kg und/oder einem Gehalt an Benzo(a)pyren ≥ 50 mg/kg als gefährlicher Abfall und somit als besonders überwachungsbedürftig nach der AVV (Abfallschlüssel 170301*) einzustufen.

Ergebnisse der Deklarationsanalytik nach LAGA TR Boden und LAGA M20: 1997 Boden

Bei den im Rahmen der Baugrunderkundung erbohrten Böden handelt es sich neben diversen Auffüllungen um gewachsene Tallehme und Talkiese. Insbesondere die zur Tiefe hin erbohrten Auffüllungen enthielten wechselnde/deutliche Anteile an anthropogenen Beimengungen, die eine entsprechende Einstufung/Verunreinigung erwarten lassen. Die angedeckten Lehm Böden im Bereich der späteren Freifläche (siehe RKS 4 und RKS 5) enthielten nur vereinzelt Kohle- und Ziegelbruchstücke und dürften daher kaum/nicht belastet sein

Aber auch die gewachsenen Flussablagerungen (insbesondere die Tallehme in der Indeaue) können erfahrungsgemäß sowie nach Angabe in der Bodenkarte von NRW hohe Gehalte an Spurenelementen wie Blei und Zink enthalten, die ebenfalls zu einer Einstufung in eine Einbauklasse > 0 nach LAGA TR Boden führen können.

Im Rahmen der Aushubvorbereitung haben wir insgesamt drei orientierende Deklarationsanalysen nach LAGA TR Boden und LAGA M20:1997 Boden sowie ergänzend nach dem Parameterpaket der DepV an den bau-/aushubrelevanten Böden veranlasst. Dazu haben wir eine Mischprobe aus den oberflächennahen Auffüllungen (≤ 1 m) im Bereich des geplanten Gebäudegrundrisses (MP1 G), eine Probe aus den angedeckten Lehm Böden im Bereich der geplanten Freifläche (MP2 FF) sowie eine Mischprobe aus den dort unterlagernden Füllböden (MP3 FF) zusammengestellt und zur Analytik ins chemische Labor der Eurofins Umwelt West GmbH verbracht. Anlage 6 enthält als Deckblatt eine Übersicht über die Art und Zusammenstellung der vg. Labormischproben sowie über die veranlasste Deklarationsanalytik. Der zugehörige Laborbericht der Eurofins Umwelt West GmbH vom 10.11.2022 folgt einschließlich der Probennahme- und Probenbegleitprotokolle dahinter.

Die Tabellen 4 und 5 zeigen eine Zusammenstellung der in den untersuchten Labormischproben ermittelten Schadstoffgehalte im Vergleich zu den Zuordnungswerten zu den Einbauklassen 0 bis 2 nach LAGA TR Boden für bindige Böden (Bodenart U = Schluff). In den Tabellen 6 und 7 werden die Prüfergebnisse den entsprechenden Grenzwerten der LAGA M20:1997 Boden gegenübergestellt. Eine Auswertung der Ergebnisse nach Deponieverordnung erfolgt im nächsten Abschnitt.

Deklaration/Einstufung der MP1 G nach LAGA TR Boden

Die untersuchte Mischprobe **MP1 G** ist aufgrund des Feststoffparameters PAK (Zuordnungswert $> Z2$) einer **Einbauklasse > 2 nach LAGA TR Boden** zuzuordnen. Weiter auffällig sind die Feststoffparameter TOC, Benzo(a)pyren (Zuordnungswerte jeweils Z2), Blei, Cadmium und Zink (Zuordnungswerte jeweils Z1) sowie der Eluatparameter Sulfat (Zuordnungswert Z1.2) Alle übrigen Feststoff- und Eluatparameter sind dagegen unauffällig und überschreiten die jeweiligen Zuordnungswerte Z0 nach LAGA TR Boden nicht (siehe die Tabellen 4 und 5 sowie den Laborbericht in der Anlage 6). Angewandter Beurteilungsmaßstab sind die Z0-Zuordnungswerte für die Bodenart U (Schluff).

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Feststoff nach LAGA TR Boden			Analyseergebnisse		
		Z 0 (Schluff)	Z 1	Z 2	Laborprobe		
					MP1 G	MP2 FF	MP3 FF
Arsen	mg/kg TS	15	45	150	12,0	9,4	13,2
Blei	mg/kg TS	70	210	700	149	37	134
Cadmium	mg/kg TS	1	3	10	1,4	0,6	1,7
Chrom (ges.)	mg/kg TS	60	180	600	23	28	20
Kupfer	mg/kg TS	40	120	400	34	20	52
Nickel	mg/kg TS	50	150	500	21	24	30
Quecksilber	mg/kg TS	0,5	1,5	5	0,30	< 0,07	0,34
Thallium	mg/kg TS	0,7	2,1	7	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink	mg/kg TS	150	450	1500	330	117	523
Cyanide (ges.)	mg/kg TS	-	3	10	< 0,5	< 0,5	1,0
TOC	M-% TS	0,5 (1,0)	1,5	5	3,1	0,7	6,0
EOX	mg/kg TS	1	3	10	< 1	< 1	< 1
KW C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg TS	100	600	2000	< 40	< 40	< 40
KW C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg TS	-	300	1000	< 40	< 40	< 40
Σ BTEX	mg/kg TS	1	1	1	< 1 (n.b.)	< 1 (n.b.)	< 1 (n.b.)
Σ LHKW	mg/kg TS	1	1	1	< 1 (n.b.)	< 1 (n.b.)	< 1 (n.b.)
Σ PCB ₆	mg/kg TS	0,05	0,15	0,5	< 0,05 (n.b.)	< 0,05 (n.b.)	< 0,05 (n.b.)
Σ PAK ₁₆	mg/kg TS	3	3 (9)	30	36,0	0,13	7,75
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,3	0,9	3	2,5	< 0,05 (n.b.)	0,60

Tabelle 4: Vergleich der Schadstoffgehalte im Feststoff mit den Grenzwerten der Einbauklassen nach LAGA TR Boden für bindige Böden (Schluff)

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Eluat nach LAGA TR Boden				Analyseergebnisse		
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Laborprobe		
						MP1 G	MP2 FF	MP3 FF
pH-Wert	-	6,5–9,5	6,5–9,5	6–12	5,5–12	8,6	8,4	8,3
Leitfähigkeit	µS/cm	250	250	1.500	2.000	157	102	93
Chlorid	mg/l	30	30	50	100	3,7	< 1,0	< 1,0
Sulfat	mg/l	20	20	50	200	36	1,8	9,5
Cyanid	µg/l	5	5	10	20	< 5	< 5	6
Arsen	µg/l	14	14	20	60	11	3	11
Blei	µg/l	40	40	80	200	< 1	< 1	< 1
Cadmium	µg/l	1,5	1,5	3	6	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Chrom (ges.)	µg/l	12,5	12,5	25	60	< 1	< 1	< 1
Kupfer	µg/l	20	20	60	100	< 5	< 5	< 5
Nickel	µg/l	15	15	20	70	< 1	< 1	< 1
Quecksilber	µg/l	< 0,5	< 0,5	1	2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink	µg/l	150	150	200	600	< 10	< 10	< 10
Phenolindex	µg/l	20	20	40	100	< 10	< 10	< 10

Tabelle 5: Vergleich der Schadstoffgehalte im Eluat mit den Grenzwerten der Einbauklassen nach LAGA TR Boden

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Feststoff nach LAGA M20:1997				Analyseergebnisse		
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Laborprobe		
						MP1 G	MP2 FF	MP3 FF
pH-Wert	-	5,5 – 8	5,5 – 8	5 – 9	-	7,6	7,6	7,5
Arsen	mg/kg TS	20	30	50	150	12,0	9,4	13,2
Blei	mg/kg TS	100	200	300	1.000	149	37	134
Cadmium	mg/kg TS	0,6	1	3	10	1,4	0,6	1,7
Chrom (ges.)	mg/kg TS	50	100	200	600	23	28	20
Kupfer	mg/kg TS	40	100	200	600	34	20	52
Nickel	mg/kg TS	40	100	200	600	21	24	30
Quecksilber	mg/kg TS	0,3	1	3	10	0,30	< 0,07	0,34
Thallium	mg/kg TS	0,5	1	3	10	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink	mg/kg TS	120	300	500	1500	330	117	523
Cyanide (ges.)	mg/kg TS	1	10	30	100	< 0,5	< 0,5	1,0
EOX	mg/kg TS	1	3	10	15	< 1	< 1	< 1
KW	mg/kg TS	100	300	500	1000	< 40	< 40	< 40
Σ BTEX	mg/kg TS	< 1	1	3	5	< 1 (n.b.)	< 1 (n.b.)	< 1 (n.b.)
Σ LHKW	mg/kg TS	< 1	1	3	5	< 1 (n.b.)	< 1 (n.b.)	< 1 (n.b.)
Σ PCB	mg/kg TS	0,02	0,1	0,5	1	< 0,02 (n.b.)	< 0,02 (n.b.)	< 0,02 (n.b.)
Σ PAK	mg/kg TS	1	5	15	20	36,0	0,13	7,75

Tabelle 6: Vergleich der Schadstoffgehalte im Feststoff mit den Grenzwerten der Einbauklassen nach LAGA M20:1997 Boden

Parameter	Einheit	Obergrenzen für Eluat nach LAGA M20:1997				Analyseergebnisse		
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Laborprobe		
						MP1 G	MP2 FF	MP3 FF
pH-Wert	-	6,5 – 9	6,5 – 9	6 – 12	5,5 – 12	8,6	8,4	8,3
Leitfähigkeit	μS/cm	500	500	1.000	1.500	157	102	93
Chlorid	mg/l	10	10	20	30	3,7	< 1,0	< 1,0
Sulfat	mg/l	50	50	100	150	36	1,8	9,5
Cyanid	μg/l	< 10	10	50	100	< 5	< 5	6
Arsen	μg/l	10	10	40	60	11	3	11
Blei	μg/l	20	40	100	200	< 1	< 1	< 1
Cadmium	μg/l	2	2	5	10	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Chrom (ges.)	μg/l	15	30	75	150	< 1	< 1	< 1
Kupfer	μg/l	50	50	150	300	< 5	< 5	< 5
Nickel	μg/l	40	50	150	200	< 1	< 1	< 1
Quecksilber	μg/l	0,2	0,2	1	2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Thallium	μg/l	< 1	1	3	5	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink	μg/l	100	100	300	600	< 10	< 10	< 10
Phenolindex	μg/l	< 10	10	50	100	< 10	< 10	< 10

Tabelle 7: Vergleich der Schadstoffgehalte im Eluat mit den Grenzwerten der Einbauklassen nach LAGA M20: 1997 Boden

Deklaration/Einstufung der MP2 FF nach LAGA TR Boden

Die untersuchte Mischprobe **MP2 FF** ist aufgrund des Feststoffparameters TOC (Zuordnungswert Z1) der **Einbauklasse 1 nach LAGA TR Boden** zuzuordnen. Die Schadstoffparameter bzw. die übrigen Feststoff- und Eluatparameter sind dagegen unauffällig und überschreiten die jeweiligen Zuordnungswerte Z0 nach LAGA TR Boden nicht (siehe die Tabellen 4 und 5 sowie den Laborbericht in der Anlage 6). Angewandter Beurteilungsmaßstab sind die Z0-Zuordnungswerte für die Bodenart U (Schluff).

Deklaration/Einstufung der MP3 FF nach LAGA TR Boden

Die untersuchte Mischprobe **MP3 FF** ist aufgrund des Feststoffparameters TOC (Zuordnungswert > Z2) einer **Einbauklasse > 2 nach LAGA TR Boden** zuzuordnen. Weiter auffällig sind die Feststoffparameter Zink, PAK (Zuordnungswerte jeweils Z2), Blei, Cadmium, Kupfer und Benzo(a)pyren (Zuordnungswerte jeweils Z1) sowie der Eluatparameter Cyanid (Zuordnungswert Z1.2). Alle übrigen Feststoff- und Eluatparameter sind dagegen unauffällig und überschreiten die jeweiligen Zuordnungswerte Z0 nach LAGA TR Boden nicht (siehe die Tabellen 4 und 5 sowie den Laborbericht in der Anlage 6). Angewandter Beurteilungsmaßstab sind die Z0-Zuordnungswerte für die Bodenart U (Schluff). Bei Vernachlässigung des TOC-Gehaltes würde sich aufgrund der Feststoffparameter PAK und Zink (Zuordnungswerte jeweils Z2) eine Einstufung in die Einbauklasse 2 nach LAGA TR Boden ergeben.

Deklaration/Einstufung der MP1 G nach LAGA M20:1997 Boden

Die untersuchte Mischprobe **MP1 G** ist aufgrund des Feststoffparameters PAK (Zuordnungswert > Z2) einer **Einbauklasse > 2 nach LAGA M20:1997 Boden** zuzuordnen. Weiter auffällig sind die Feststoffparameter Cadmium, Zink (Zuordnungswerte jeweils Z1.2) und Blei (Zuordnungswert Z1.1) sowie der Eluatparameter Sulfat (Zuordnungswert Z1.2). Alle übrigen Feststoff- und Eluatparameter sind dagegen unauffällig und überschreiten die jeweiligen Zuordnungswerte Z0 nach LAGA M20:1997 nicht (siehe die Tabellen 6 und 7 sowie den Laborbericht in der Anlage 6).

Deklaration/Einstufung der MP2 FF nach LAGA M20:1997 Boden

Die untersuchte Mischprobe **MP2 FF** ist der **Einbauklasse 0 nach LAGA M20:1997 Boden** zuzuordnen. Alle Feststoff- und Eluatparameter sind unauffällig und überschreiten die jeweiligen Zuordnungswerte Z0 nach LAGA M20:1997 nicht (siehe die Tabellen 6 und 7 sowie den Laborbericht in der Anlage 6).

Deklaration/Einstufung der MP3 FF nach LAGA M20:1997 Boden

Die untersuchte Mischprobe **MP3 FF** ist aufgrund des Feststoffparameters Zink (Zuordnungswert Z2) der **Einbauklasse 2 nach LAGA M20:1997 Boden** zuzuordnen. Weiter auffällig sind die Feststoffparameter Cadmium, PAK (Zuordnungswerte jeweils Z1.2) Blei, Kupfer und Quecksilber (Zuordnungswerte jeweils Z1.1) sowie der Eluatparameter Arsen (Zuordnungswert Z1.2). Alle übrigen Feststoff- und Eluatparameter sind dagegen unauffällig und überschreiten die jeweiligen Zuordnungswerte Z0 nach LAGA M20:1997 nicht (siehe die Tabellen 6 und 7 sowie den Laborbericht in der Anlage 6).

Ergebnisse der Deklarationsanalytik nach Deponieverordnung

Neben der Analytik der drei Mischproben gemäß LAGA TR Boden und LAGA M20:1997 wurde jeweils eine Ergänzungsanalytik nach dem Parameterpaket der DepV veranlasst. Nachfolgend bzw. in den Tabellen 8 und 9 werden die Ergebnisse der vg. Deklarationsanalytik in tabellarischer Form den Grenzwerten nach DepV 2009 für die Deponieklassen 0 – III gegenübergestellt und bewertet.

Parameter	Einheit	Obergrenzen nach DepV 2009				Gehalt in der Laborprobe:	
		DK 0	DK I	DK II	DK III	MP1 G	MP2 FF
OZ 1 gem. DepV Tab. 2: Organischer Anteil TR							
Glühverlust	(Massen-% TR)	≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 10	4,6	2,8
TOC	(Massen-% TR)	≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 6	3,1	0,7
OZ 2 gem. DepV Tab. 2: Feststoffkriterien							
Σ BTEX	mg/kg TS	≤ 0,6				< 0,6 (n.b.)	< 0,6 (n.b.)
Σ PCB	mg/kg TS	≤ 1				< 1 (n.b.)	< 1 (n.b.)
Σ KW C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg TS	≤ 500				< 40	< 40
Σ PAK	mg/kg TS	≤ 30				36,0	0,13
extr. lipophile Stoffe	(Massen-% OS)	≤ 0,1	≤ 0,4	≤ 0,8	≤ 4	0,03	< 0,02
OZ 3 gem. DepV Tab. 2: Eluatkriterien							
pH-Wert	-	5,5 – 13	5,5 – 13	5,5 – 13	4 – 13	8,6	8,4
DOC	mg/l	≤ 50	≤ 50	≤ 80	≤ 100	1,7	2,8
Phenolindex (wdf.)	mg/l	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 50	≤ 100	< 0,010	< 0,010
Arsen	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 2,5	0,011	0,003
Blei	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	< 0,001	< 0,001
Cadmium	mg/l	≤ 0,004	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,5	< 0,0003	< 0,0003
Chrom	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 7	< 0,001	< 0,001
Kupfer	mg/l	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	≤ 10	< 0,005	< 0,005
Nickel	mg/l	≤ 0,04	≤ 0,2	≤ 1	≤ 4	< 0,001	< 0,001
Quecksilber	mg/l	≤ 0,001	≤ 0,005	≤ 0,02	≤ 0,2	< 0,0002	< 0,0002
Zink	mg/l	≤ 0,4	≤ 2	≤ 5	≤ 20	< 0,01	< 0,01
Chlorid	mg/l	≤ 80	≤ 1.500	≤ 1.500	≤ 2.500	3,7	< 1,0
Sulfat	mg/l	≤ 100	≤ 2.000	≤ 2.000	≤ 5.000	36	1,8
Cyanide, i. fsb.	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1	< 0,005	< 0,005
Fluorid	mg/l	≤ 1	≤ 5	≤ 15	≤ 50	0,4	0,5
Barium	mg/l	≤ 2	≤ 5	≤ 10	≤ 30	0,001	0,004
Molybdän	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 3	0,008	0,002
Antimon	mg/l	≤ 0,006	≤ 0,03	≤ 0,07	≤ 0,5	0,002	< 0,001
Selen	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,03	≤ 0,05	≤ 0,7	< 0,001	< 0,001
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	≤ 400	≤ 3.000	≤ 6.000	≤ 10.000	< 150	< 150

Tabelle 8: Ergebnisse der Deklarationsanalyse nach DepV 2009 (DK 0 – DK III)

Deklaration/Einstufung der MP1 G nach DepV

Eine Berücksichtigung der organischen Bestandteile (TOC Zuordnungswert DK III und Glühverlust Zuordnungswert DK II) führt für die untersuchte Mischprobe **MP1 G** u.E. zumindest zu einer Einstufung in die **Deponieklasse II**. Weiter auffällig ist der Feststoffparameter PAK (Zuordnungswert > DK 0). Alle übrigen Prüfparameter sind unauffällig bzw. überschreiten die jeweiligen Grenzwerte für die Deponieklasse 0 nicht (siehe Tabelle 8 sowie den Laborbericht in Anlage 6). Ohne Berücksichtigung von TOC und Glühverlust würde sich die Deponieklasse I ergeben.

Parameter	Einheit	Obergrenzen nach DepV 2009				Gehalt in der Laborprobe:
		DK 0	DK I	DK II	DK III	MP3 FF
OZ 1 gem. DepV Tab. 2: Organischer Anteil TR						
Glühverlust	(Massen-% TR)	≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 10	7,2
TOC	(Massen-% TR)	≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 6	6,0
OZ 2 gem. DepV Tab. 2: Feststoffkriterien						
∑ BTEX	mg/kg TS	≤ 0,6				< 0,6 (n.b.)
∑ PCB	mg/kg TS	≤ 1				< 1 (n.b.)
∑ KW C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg TS	≤ 500				< 40
∑ PAK	mg/kg TS	≤ 30				7,75
extr. lipophile Stoffe	(Massen-% OS)	≤ 0,1	≤ 0,4	≤ 0,8	≤ 4	< 0,02
OZ 3 gem. DepV Tab. 2: Eluatkriterien						
pH-Wert	-	5,5 – 13	5,5 – 13	5,5 – 13	4 – 13	8,3
DOC	mg/l	≤ 50	≤ 50	≤ 80	≤ 100	1,7
Phenolindex (wdf.)	mg/l	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 50	≤ 100	< 0,01
Arsen	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 2,5	0,011
Blei	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	< 0,001
Cadmium	mg/l	≤ 0,004	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,5	< 0,0003
Chrom (ges.)	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 7	< 0,001
Kupfer	mg/l	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	≤ 10	< 0,005
Nickel	mg/l	≤ 0,04	≤ 0,2	≤ 1	≤ 4	< 0,001
Quecksilber	mg/l	≤ 0,001	≤ 0,005	≤ 0,02	≤ 0,2	< 0,0002
Zink	mg/l	≤ 0,4	≤ 2	≤ 5	≤ 20	< 0,01
Chlorid	mg/l	≤ 80	≤ 1.500	≤ 1.500	≤ 2.500	< 1,0
Sulfat	mg/l	≤ 100	≤ 2.000	≤ 2.000	≤ 5.000	9,5
Cyanide, I. fsb.	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1	< 0,005
Fluorid	mg/l	≤ 1	≤ 5	≤ 15	≤ 50	0,5
Barium	mg/l	≤ 2	≤ 5	≤ 10	≤ 30	0,007
Molybdän	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 3	0,008
Antimon	mg/l	≤ 0,006	≤ 0,03	≤ 0,07	≤ 0,5	0,002
Selen	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,03	≤ 0,05	≤ 0,7	< 0,001
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	≤ 400	≤ 3.000	≤ 6.000	≤ 10.000	1,7

Tabelle 9: Ergebnisse der Deklarationsanalytik nach DepV 2009 (DK 0 – DK III)

Deklaration/Einstufung der MP2 FF nach DepV

Die untersuchte Mischprobe **MP2 FF** ist der **Deponieklasse 0** nach Deponieverordnung zuzuordnen. Sämtliche Prüfparameter sind unauffällig bzw. überschreiten die jeweiligen Grenzwerte für die Deponieklasse 0 nicht (siehe Tabelle 8 sowie den Laborbericht in Anlage 6).

Deklaration/Einstufung der MP3 FF nach DepV

Eine Berücksichtigung der organischen Bestandteile (TOC und Glühverlust jeweils Zuordnungswert DK III) führt u.E. zu einer Einstufung der untersuchten Mischprobe **MP3 FF** in die **Deponieklasse III**. Alle übrigen Prüfparameter sind unauffällig bzw. überschreiten die jeweiligen Grenzwerte für die Deponieklasse 0 nicht (siehe Tabelle 9 sowie den Laborbericht in Anlage 6). Ohne Berücksichtigung der organischen Bestandteile (TOC und Glühverlust) wäre die Mischprobe demnach der Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung

zuzuordnen. Prinzipiell lässt sich eine Überprüfung auf elementaren Kohlenstoff im Labor beauftragen, um ggf., abhängig vom Ergebnis, eine Einstufung in eine niedrigere Deponieklasse zu ermöglichen. Ob das bei den hohen Messwerten für TOC und Glühverlust allerdings zielführend ist, wäre abzuwarten. Sollte das Material aus dem Horizont überhaupt abgefahren werden, ist zudem mit dem Entsorger zu klären, ob für eine Annahme (DK III) die Bestimmung der Säureneutralisationskapazität erforderlich ist.

Hinweise zur Einstufung/Aushubvorbewertung

Die vg. Einstufungen stellen lediglich eine Aushubvorbewertung nach den entsprechenden Regelwerken bzw. den jeweiligen Kriterien dar. Letztendlich regelt sich die Annahme/Annahmedeclaration nach den im Zulassungsbescheid der vorgesehenen Verwertungsstelle/Deponie festgeschriebenen Zuordnungswerten/Kriterien.

Im Hinblick auf eine Bodenabfuhr wird daher empfohlen, der vorgesehenen Deponie/Verwertungsstelle den vorliegenden Bericht einschließlich vollständiger Anlage zur Prüfung der Annahme/Annahmedeclaration bereits im Vorfeld der Anlieferung zur Verfügung zu stellen.

Sofern ergänzende Untersuchungen an den vg. und im Labor eingelagerten Rückstellproben gewünscht werden, bitten wir um zeitnahe Nachricht. Die Rückstellfrist beträgt bei Eurofins 3 Monate nach Berichtlegung. Danach werden die Rückstellproben unwiederbringlich entsorgt.

7 Gründung

Planungsseitig ist eine Gründung der Container-Ersatzanlage über Einzelfundamente vorgesehen, die 20 cm in ein mineralisches Polster einbinden sowie 10 cm daraus hervorragen. Zur Homogenisierung der Baugrund-/Bettungssituation ist daher, wie zuvor bereits erwähnt, für die beabsichtigte oberflächennahe Gründung von Einzelfundamenten eine ausreichend mächtige und baugrundverbessernde Polster-/Frostschutzschicht mit einem Geogitter an der Basis vorzusehen.

Zur frostsicheren Gründung sind zumindest 60 cm Polster unterhalb der Fundamentsohle erforderlich, was zu einer Mindestdicke der Packlage von 80 cm führt.

Im Folgenden wird die vg Gründungsvariante auf Einzel- und ggf. Streifenfundamenten bzw. die dabei rechnerisch zu erwartenden Setzungen detailliert betrachtet. Zusätzlich wird zur Information eine beispielhafte Flächengründung mittels schwimmender Stahlbetonsohlplatte für einer mögliche Folgebebauung auf der vg. Packlage betrachtet.

Oberflächennahe Einzel-/Streifenfundamente auf/in mineralischer Packlage (rechn. $t = 0,2 \text{ m}$)

Die Polsterschicht ist aus einem feinkornarmen Bergkies, Schotter, RCL oder einem gleichwertigen Material der Bodengruppen GW oder GI nach DIN 18196 herzustellen. Die Frostsicherheit der Gründung ist bei ausreichend feinkornarmem Material auch bei geringer Einbautiefe gewährleistet, sofern der Abstand zwischen späterem Gelände und UK Polster mindestens 0,8 m beträgt und das Polster drainiert wird. Bei einer geringeren Einbindetiefe des Polsters oder der Verwendung eines Schüttguts mit einem zu hohen Feinkornanteil ist die Frostsicherheit der Gründung konstruktiv sicherzustellen. Gleiches gilt bei unzureichender oder fehlender Drainage.

Die Polster-/Frostschutzschicht ist lagenweise einzubauen und auf mind. $D_{Pr} = 97 \%$ ($E_{Vd} \geq 35 \text{ MN/m}^2$ / $E_{V2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$) besser $D_{Pr} = 100 \%$ ($E_{Vd} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ / $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$) zu verdichten. Der Fremdboden muss feinkornarm und gut kornabgestuft sein, um eine ausreichende Verdichtbarkeit zu besitzen und dem Frostschutzkriterium zu genügen (Bodengruppen GW oder GI)

Im Rahmen einer Vordimensionierung kann der aufnehmbare Sohldruck für eine rechnerische Einbindetiefe von lediglich 0,2 m in Abhängigkeit der tolerierbaren Setzungen für den vg. Fall aus den Anlagen 7.1 bzw. 7.2 abgeschätzt werden. Die Berechnungen wurden am Beispiel eines aus den Erkundungsergebnissen resultierenden bzw. gemäß RKS 3 (ungünstig) gewählten Baugrundprofils unter Ansatz eines Grundwasserspiegels in Höhe der OK Indeschotter durchgeführt.

Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1,0$ (ausreichende Grundbruchsicherheit) und einer Begrenzung der rechnerischen Setzung auf **gewählt z. B. $s = 1,0$ cm** ergibt sich je nach gewählter Fundamentgeometrie für das Berechnungsbeispiel gemäß RKS 3 unter der Annahme frei verdrehbarer Fundamente aufgrund der geringen Einbindetiefe bzw. des Grundbruchkriteriums folgender maximal aufnehmbarer Sohldruck:

Einzelfundament (Auswahl/Ablesung aus Anlage 7.1)

Einzelfundament $a \times b = 1,00 \times 1,00$ m, $s < 1,0$ cm:	zul. $\sigma =$ ca. 120 kN/m ²
Einzelfundament $a \times b = 1,20 \times 1,20$ m, $s < 1,0$ cm:	zul. $\sigma =$ ca. 125 kN/m ²
Einzelfundament $a \times b = 1,40 \times 1,40$ m, $s < 1,0$ cm:	zul. $\sigma =$ ca. 130 kN/m ²

Streifenfundament (Auswahl/Ablesung aus Anlage 7.2)

Streifenfundament $l = 10$ m, $b = 0,60$ m, $s < 1,0$ cm:	zul. $\sigma =$ ca. 115 kN/m ²
Streifenfundament $l = 10$ m, $b = 0,80$ m, $s < 1,0$ cm:	zul. $\sigma =$ ca. 125 kN/m ²
Streifenfundament $l = 10$ m, $b = 1,00$ m, $s = 1,0$ cm:	zul. $\sigma =$ ca. 105 kN/m ²

Prinzipiell ist je nach gewählter Fundamentgeometrie entweder die Grundbruchsicherheit (rote Linie) oder die Begrenzung der Setzungen (blaue Linien) maßgebend für den maximal aufnehmbaren Sohldruck. **Die Größe der für das Bauwerk verträglichen Setzungen ist grundsätzlich vom zuständigen Planer festzulegen.**

Wir erlauben uns den Hinweis, dass es eine zulässige Sohlpressung im Sinne eines „festen Werts“ nicht gibt. **Die vg. Angaben stellen Ablesebeispiele dar!** Der vom Baugrund aufnehmbare Sohldruck variiert u.a. mit dem Fundamentmaß und ist i.W. von 2 Randbedingungen abhängig:

- 1.) die Grundbruchsicherheit muss gewährleistet sein (siehe rote Linie im Fundamentdiagramm)
- 2.) die aus der jeweiligen Wand-/Stützenlast in Abhängigkeit der gewählten Fundamentabmessung resultierende Sohlpressung darf zu keiner rechnerischen Setzung führen, die das vom Tragwerksplaner zu definierende zulässige Maß übersteigt (siehe blaue Linien im Fundamentdiagramm).

Die vg. Berechnungen erfolgten unter Annahme einer lotrechten und mittigen Belastung nach dem Teilsicherheitskonzept des EC7 mit Ausgabe-/Zielgröße zul. $\sigma =$ zulässiger Sohldruck (charakteristischer Wert). Sofern eine Berechnung bzw. entsprechende Aussagen nach EC7 zum Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ (Achtung: $\sigma_{R,d} \neq$ zul. σ) gewünscht werden, bitten wir um Nachricht. Überschlägig kann der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ ermittelt werden, indem die Ablesewerte für den zulässigen Sohldruck mit dem Faktor 1,4 multipliziert werden.

An dieser Stelle sei nochmals erwähnt, dass im vg. Berechnungsmodell von frei verdrehbaren Einzel-/ Streifenfundamenten mit sehr geringer rechnerischer Einbindetiefe ($t = 0,2$ m) ausgegangen wurde. Inwiefern eine Grundbruchgefahr aufgrund zu geringer Einbindung/seitlicher Stützung für die geplante Container-Ersatzanlage überhaupt maßgebend ist, wäre vom zuständigen Planer in Rücksprache mit dem Systemhersteller zu klären.

Oberflächennahe Einzel-/Streifenfundamente in/auf mineralischer Packlage (rechn. $t = 0,5 \text{ m}$)

Eine Erhöhung der Grundbruchsicherheit kann baupraktisch durch eine Vergrößerung der Einbindetiefe/Erhöhung der seitlichen Stützung des Erdkörpers realisiert werden.

Im vorliegenden Fall dürfte es sich anbieten, die verbleibenden Zwischenräume zwischen den Fundamenten flächig bis UK Container (also um weitere 10 cm) mit Schotter o.dgl. kraftschlüssig zu verfüllen. Unter Ansatz eine rechnerischen Einbindetiefe von 20 cm + 10 cm (Einbindung der Fundamente in die mineralische Packlage) sowie 20 cm Überdeckung durch die Container-Ersatzanlage bis OK FFB EG würde sich ein Maß von 0,5 m ergeben.

Unter Annahme einer ausreichenden aussteifenden Wirkung bzw. der Überdeckung der mineralischen Packlage mit der Container-Ersatzanlage dürfte die rechnerisch ansetzbare Einbindetiefe und damit die Grundbruchsicherheit der Einzel-/Streifenfundamente steigen.

Im Rahmen einer Vordimensionierung kann der aufnehmbare Sohldruck für eine rechnerische Einbindetiefe von 0,5 m in Abhängigkeit der tolerierbaren Setzungen für den vg. Fall aus den Anlagen 7.3 bzw. 7.4 abgeschätzt werden. Die Berechnungen wurden ebenfalls am Beispiel eines aus den Erkundungsergebnissen resultierenden bzw. gemäß RKS 3 (ungünstig) gewählten Baugrundprofils unter Ansatz eines Grundwasserspiegels in Höhe der OK Indeschotter durchgeführt.

Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1,0$ (ausreichende Grundbruchsicherheit) und einer Begrenzung der rechnerischen Setzung auf **gewählt z. B. $s = 1,0 \text{ cm}$** ergibt sich je nach gewählter Fundamentgeometrie für das Berechnungsmodell folgender maximal aufnehmbarer Sohldruck:

Einzelfundament (Auswahl/Ablesung aus Anlage 7.3)

Einzelfundament $a \times b = 1,00 \times 1,00 \text{ m}$, $s < 1,0 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 205 \text{ kN/m}^2$
Einzelfundament $a \times b = 1,20 \times 1,20 \text{ m}$, $s < 1,0 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 205 \text{ kN/m}^2$
Einzelfundament $a \times b = 1,40 \times 1,40 \text{ m}$, $s = 1,0 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 170 \text{ kN/m}^2$

Streifenfundament (Auswahl/Ablesung aus Anlage 7.4)

Streifenfundament $l = 10 \text{ m}$, $b = 0,60 \text{ m}$, $s = 1,0 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 165 \text{ kN/m}^2$
Streifenfundament $l = 10 \text{ m}$, $b = 0,80 \text{ m}$, $s = 1,0 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 125 \text{ kN/m}^2$
Streifenfundament $l = 10 \text{ m}$, $b = 1,00 \text{ m}$, $s = 1,0 \text{ cm}$:	zul. $\sigma = \text{ca. } 100 \text{ kN/m}^2$

Die vorgenannten Hinweise und Empfehlungen zur Dimensionierung von Einzel- und Streifenfundamenten bzw. zur Diagrammablesung gelten analog.

Die vg. Betrachtungen zeigen ganz klar, dass die Grundbruchsicherheit bei der Annahme von frei verdrehbaren Fundamenten die limitierende Randbedingung ist. Sofern die Grundbruchsicherheit durch eine entsprechende Systembauweise mit biegesteifen Verbindungen (insbesondere zu den Einzelfundamenten) konstruktiv gewährleistet ist (dies wäre durch den Systemhersteller vorzugeben/zur beurteilen), sind auch deutlich höhere Sohlpressungen bei überschaubarem Setzungspotential möglich.

Beispielhafte Flächengründung auf mind. 80 cm dicker Polster-/Frostschuttschicht

Für eine Folgebebauung nach dem Rückbau der Container-Ersatzanlage bietet sich eine Flächengründung mittels „schwimmender“ und selbsttragender Stahlbetonsohlplatte auf der dann bereits vorhandenen, mindestens 80 cm dicken mineralischen Polster-/Frostschuttschicht an. Im Folgenden wird beispielhaft ein Gebäude in der Größe des südlichen Flügels der Container-Ersatzanlage betrachtet.

Die Hinweise und Empfehlungen zur Ausführung der Polsterschicht gelten analog.

Die im Baubereich unter der vg. mind. 80 cm dicken bzw. auf 132,65 mNN hinabreichenden Polster-/Frostschuttschicht gem. Erkundungsergebnis anstehende Baugrundsichtung haben wir mit den entsprechenden aus den Rammsondierungen abgeleiteten Bodenkennwerten/Steifemoduln (siehe Tabelle 2) teufengerecht in ein FE-Netz übernommen, welches die Grundlage für die Setzungsberechnungen der Anlage 8 bildet. Damit ist der Baugrund in seiner Schichtenfolge und Tragfähigkeit so genau modelliert wie es auf der vorliegenden Datengrundlage möglich ist. Zur Orientierung sei erwähnt, dass die FE-Knoten 1, 2, 3, 4, 5 und 6 die Aufschlussresultate DPL1, RKS 2, DPL 3, DPL 3, RKS 2 und DPL 1 in derselben Reihenfolge repräsentieren. Die Berechnungen erfolgen beispielhaft für eine 14,5 m x 70,0 m große Stahlbetonsohlplatte unter Berücksichtigung der geplanten Höheneinordnung der Ersatzanlage sowie mit konservativem Ansatz der Bodenkennwerte.

Nach den Ergebnissen einer überschläglichen Setzungsberechnung sind bei der vg. Bauweise in den kennzeichnenden Punkten einer 14,5 m x 70,0 m großen Stahlbetonsohlplatte ohne Berücksichtigung der Plattensteifigkeit bei einer (beispielhaft angenommenen) charakteristischen und setzungerzeugenden Sohlnormalspannung von $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$ Setzungen von 2,7 – 3,3 cm zu erwarten (siehe Anlage 8.1). Für eine setzungerzeugende Sohlpressung von $\sigma = 50 \text{ kN/m}^2$ ergeben sich rechnerische Setzungen von nur noch 1,3 – 1,5 cm (siehe Anlage 8.2).

Der Bettungsmodul des (geschichteten) und gesamten setzungsrelevanten Baugrunds variiert in den vg. Berechnungen für eine biegeeweiche Platte (von Plattenmitte zum Rand hin) zwischen ca. $k_s = 3,0 \text{ MN/m}^3$ und $k_s = 13,0 \text{ MN/m}^3$ (für $\sigma = \text{konst.} = 100 \text{ kN/m}^2$) bzw. zwischen ca. $k_s = 3,0 \text{ MN/m}^3$ und $k_s = 15,0 \text{ MN/m}^3$ (für $\sigma = \text{konst.} = 50 \text{ kN/m}^2$). Die Anlagen 8.3 und 8.4 zeigen die zugehörigen Isolinien der Bettungsmodule.

Auf einer ausreichend verdichteten und rd. 80 cm dicken Polsterschicht kann u.E. im Rahmen der Stahlbetonbemessung aufgrund des geringen Anteils an den Gesamtsetzungen in erster Näherung zumindest mit $k_s = 5 - 15 \text{ MN/m}^3$ gerechnet werden.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass der Bettungsmodul (definitionsgemäß eine Systemkenngröße der Baustatik!) weder ein Bodenkennwert noch eine Konstante ist und daher seine endgültige Festlegung auch in den Verantwortungsbereich des Tragwerksplaners fällt.

8 Sonstige Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung

Aushub

Zur Klassifikation der auszuhebenden Bodenschichten bzw. zu den nach den „alten“ Erdbaunormen anfallenden Bodenklassen siehe Tabelle 1.

Zu den Ergebnissen der Deklarationsanalytik an den bau-/aushubrelevanten Böden siehe Abschnitt 6. Auf die Durchführung von weiteren chemischen oder bodenmechanischen Laborversuchen wurden im Rahmen des vorliegenden Gutachtens verzichtet. Sofern weitere Laboruntersuchungen gewünscht werden, bitten wir um Nachricht. Solche Untersuchungen können aber jederzeit an den entnommenen und in unserem Probenlager für einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten eingelagerten Rest-/Rückstellproben (Zusammenstellung/Auflistung siehe Anlage 3) veranlasst werden. Die im chemischen Labor bereits eingelagerten Rückstellproben (s.o.) werden dort allerdings lediglich für einen Zeitraum von 3 Monaten aufbewahrt und danach unwiederbringlich entsorgt.

Wie bereits telefonisch mit dem Planer besprochen, sollte aus unserer Sicht ein Gründungskonzept mit minimalem Erdeingriff favorisiert werden (Reduzierung der Aushubmassen, Aufbringen einer mineralischen Packlage und oberflächennahe Gründung). Mit zunehmender Eingriffstiefe wird die Entsorgungsproblematik maßgebender und die Tragfähigkeit der vorhandenen Füllböden wechselhafter. U.E. wäre daher zu prüfen, ob die OK FFB der Anlage nicht angehoben bzw. weiter oberhalb des derzeitigen Geländes angeordnet

werden kann. Bei derzeitiger Höheneinordnung kommt die Aushubsohle für die 80 cm dicke Packlage rd. 0,4 m (RKS 3) bis 1,4 m (RKS 4) unter GOK zu liegen. Mit einer Höherlegung der OK FFB EG um 40 cm auf 134,15 mNN ließe sich die Eingrifftiefe demnach auf rd. 0,0 m (RKS 3) bis 1,0 m (RKS 5) und damit auch das Aushubvolumen verringern.

Die in der Aushub-/Baugrubensohle (= UK Polsterschicht) anstehenden Füllböden sind vor dem Einbau der mineralischen Packlage unbedingt mit geeignetem Gerät nachzuverdichten!

Verkehrsflächen

Es wird empfohlen, für die Verkehrsflächen einen Aufbau gem. RStO zu wählen. Sofern die anstehenden Böden der Mindestanforderung an die Tragfähigkeit des Planums ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) auch nach einer Nachverdichtung nicht genügen, ist die Dicke der ungebundenen Tragschichten zu vergrößern.

Eine detaillierte Festlegung des erforderlichen Oberbaus gem. RStO kann nur in Kenntnis der Bauklassen der Verkehrsflächen sowie der vorgesehenen Ausführung der Oberflächenbefestigung (z.B. Asphalt, Pflasterdecke o.ä.) erfolgen. Beides ist vom Objektplaner vorzugeben.

Aus bodengutachterlicher Sicht dürfte es für die Verkehrsflächen bei hinreichend tragfähigem Planum ausreichend sein, die ungebundenen Tragschichten einheitlich aus RCL-Schotter 0/45 mm oder 0/56 mm bzw. gleichwertigem Material in einer Mächtigkeit von mind. 40 – 50 cm herzustellen. Zur Frostempfindlichkeit der im Planum anstehenden Böden siehe Tabelle 1.

Erdbebenzone

Entsprechend DIN 4149:2005 ist das Baufeld aufgrund der Zugehörigkeit zur Gemarkung Eschweiler in die Erdbebenzone 3 und die Untergrundklasse T einzuordnen. Bei einer Gründung in Lehmböden bzw. den heterogenen Auffüllungen ist auf der sicheren Seite liegend die Baugrundklasse C (feinkörnige Lockergesteine) anzunehmen.

Abdichtung

Bei Ausführung eines funktionstüchtigen Drainagekonzepts dürfte eine Abdichtung erdberührter Bauteile nach Teil 4 der DIN 18195 ausreichend sein.

Bei ausreichender Dränung der Polster-/Ausgleichsschicht kann analog zur Abdichtung nach Teil 4 der DIN 18195 nach der neuen Norm DIN 18533:2017-07 eine Wassereinwirkungsklasse W1.1-E angesetzt werden. Ohne Dränung/Dränmöglichkeit wäre unter ungünstigen Randbedingungen (wenn auch sehr unwahrscheinlich) ein temporäres Einstauen der Polster-/Frostschutzschicht z.B. durch zulaufendes Oberflächenwasser oder lokaler Staunässe/Schichtenwasser nicht mit letzter Sicherheit auszuschließen. Dann wäre u.E. die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E anzusetzen.

Es ist grundsätzlich konstruktiv sicherzustellen, dass der Baugrube und dem Bauwerk kein Oberflächenwasser zufließt. Für die geplante Baumaßnahme ist zudem auf die Vorgaben des Herstellers hinsichtlich der Abdichtung/des Feuchtigkeitsschutzes zu achten.

Der Bemessungsgrundwasserstand (HGW) kann gem. Hydrologischer Karte auf einem Niveau von rd. 130 mNN (= Flurabstand $\geq 3 \text{ m}$) angenommen werden.

Nebenanlagen (allgemeine Angaben)

Nebenanlagen können analog zur Container-Ersatzanlage über Einzel-/Streifenfundamente auf/in mineralischer Packlage gegründet werden.

aufweichen, sind diese Bereiche auszutauschen bzw. zu ertüchtigen. Hier sei erneut auf die Verwendung eines Geogitters hingewiesen.

Die Erdarbeiten sind nach Möglichkeit bei trockener Witterung durchzuführen. Zumindest die umgelagerten Lehmböden reagieren generell sehr empfindlich auf eine Änderung des Wassergehalts und gleichzeitige dynamische Beanspruchung („Aufweichen“).

Eine Abnahme der Baugruben-/Gründungssohle wird (vor dem Einbau einer mineralischen Packlage oder sonstigen Baugrundverbesserungsmaßnahmen) empfohlen. Diese Abnahme sowie die bei der Herstellung von mineralischen Polster-/Ausgleichsschichten obligatorischen Verdichtungskontrollen können auf Wunsch durch die geotechnik west erfolgen. Um rechtzeitige Nachricht wird gebeten.

9 Schlussbemerkung

Da Baugrunderkundungen in Form von Bohrungen und Sondierungen stichprobenartige Untersuchungen darstellen, können örtlich von der beschriebenen Baugrundsituation abweichende Verhältnisse nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Dies gilt insbesondere in aufgefüllten/anthropogenen Bodenschichten. Während der Erd- und Gründungsarbeiten sind die anzutreffenden Baugrundverhältnisse daher fortlaufend auf Übereinstimmung mit den vorliegenden Aufschlussergebnissen zu überprüfen. Bei maßgeblichen Abweichungen ist der Unterzeichner umgehend zwecks Neubewertung zu benachrichtigen.

Für Rückfragen zum vorliegenden Gutachten stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



Nils Festag, M. Sc.
geotechnik west



Dipl.-Ing. Bernd Harth
geotechnik west

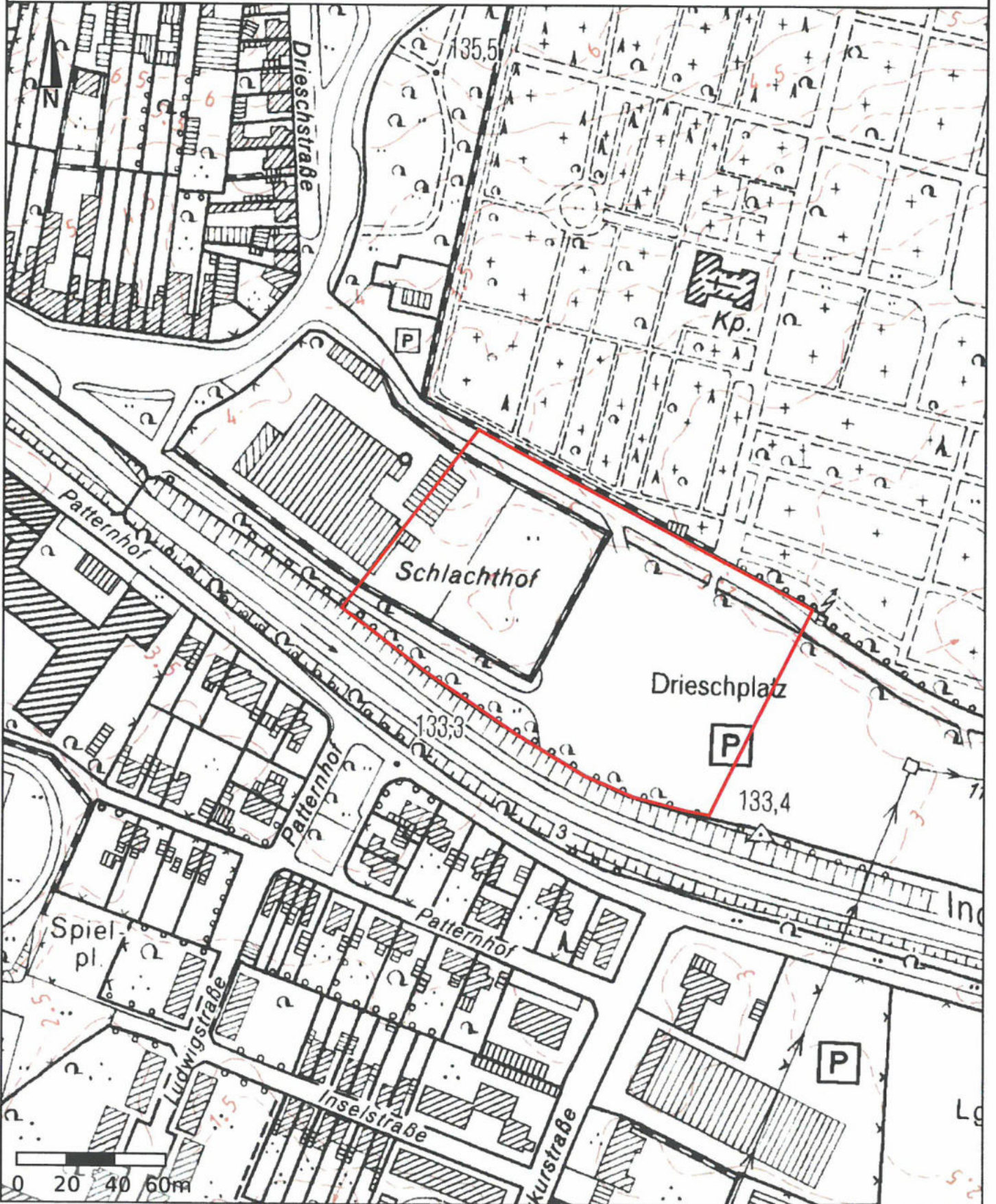
geotechnik west

Ingenieurbüro Bernd Harth



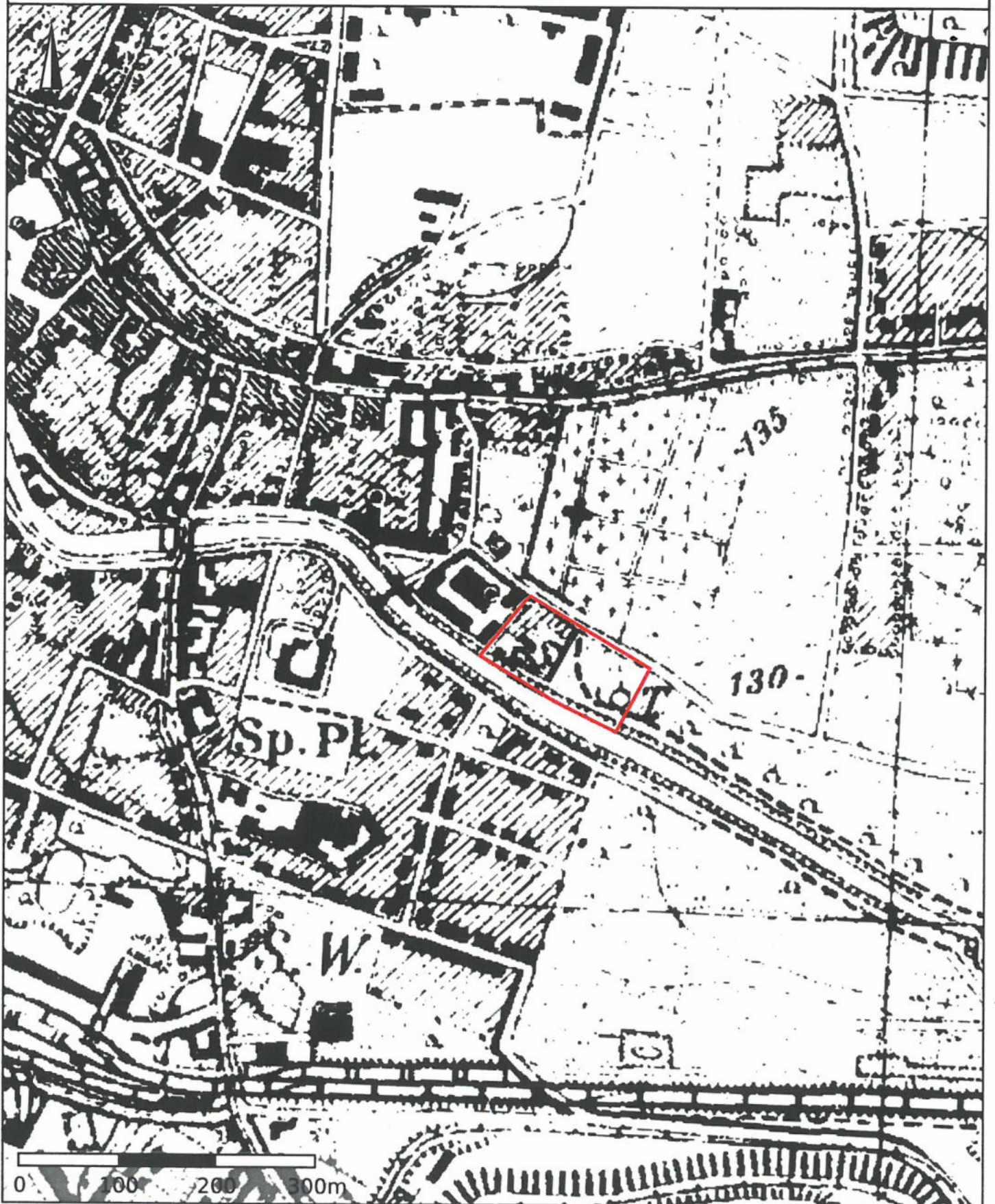
geotechnik west

Ingenieurbüro Bernd Harth



geotechnik west

Ingenieurbüro Bernd Harth



geotechnik west
Ingenieurbüro Bernd Harth





Bild 1: örtliche Situation im Baufeldbereich (Schlachthof) mit Ausführung der RKS 1 am 21.10.2022



Bild 2: örtliche Situation im Baufeldbereich (Schlachthof) mit Ausführung der DPL 1 am 21.10.2022



Bild 3: Ausführung RKS 2 am 21.10.2022



Bild 4: Ausführung DPL 2.2 mit Ansatzpunkt DPL 2.1 (Pylon) am 21.10.2022



Bild 5: Ausführung RKS 4 am 21.10.2022



Bild 6: Ausführung RKS 5 am 21.10.2022



Bild 7: Ausführung Kernbohrung 1 (KB 1) am 21.10.2022



Bild 8: Bohrloch der KB 1 mit Bohrkern und Schottertragschicht am 21.10.2022



Bild 9: örtliche Situation im Baufeldbereich (Drieschplatz) mit Ausführung der RKS 3 am 21.10.2022



Bild 10: örtliche Situation im Baufeldbereich (Drieschplatz) mit Ausführung der DPL 3 (links) sowie mit Ansatzpunkt KB 2 (rechts) am 21.10.2022



Bild 11: Ausführung Kernbohrung 2 (KB 2) am 21.10.2022



Bild 8: Bohrloch der KB 2 mit Bohrkern am 21.10.2022

RKS 1

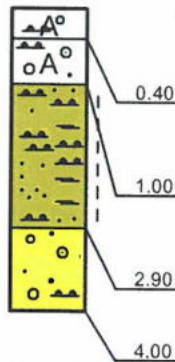
133,43 mNN

G1 □ 0.40

G2 □ 1.00

G3 □ 2.90

G4 □ 4.00



Kies (Auffüllung)

aus Flusskies und wenig Schotter, sandig, schwach schluffig, braun, erdfeucht, (schwach) kalkhaltig, schwer zu bohren

Kies (Auffüllung)

aus Tonstein-, Schlacke-, Kohle- und Ziegelbruch, sandig, schwach schluffig, dunkelgraubraun, erdfeucht, stark kalkhaltig, (mittel)schwer zu bohren

Schluff (Deck-/Tallehm)

feinsandig, schwach humos, braun, steif, feucht, kalkfrei, leicht bis mittelschwer zu bohren

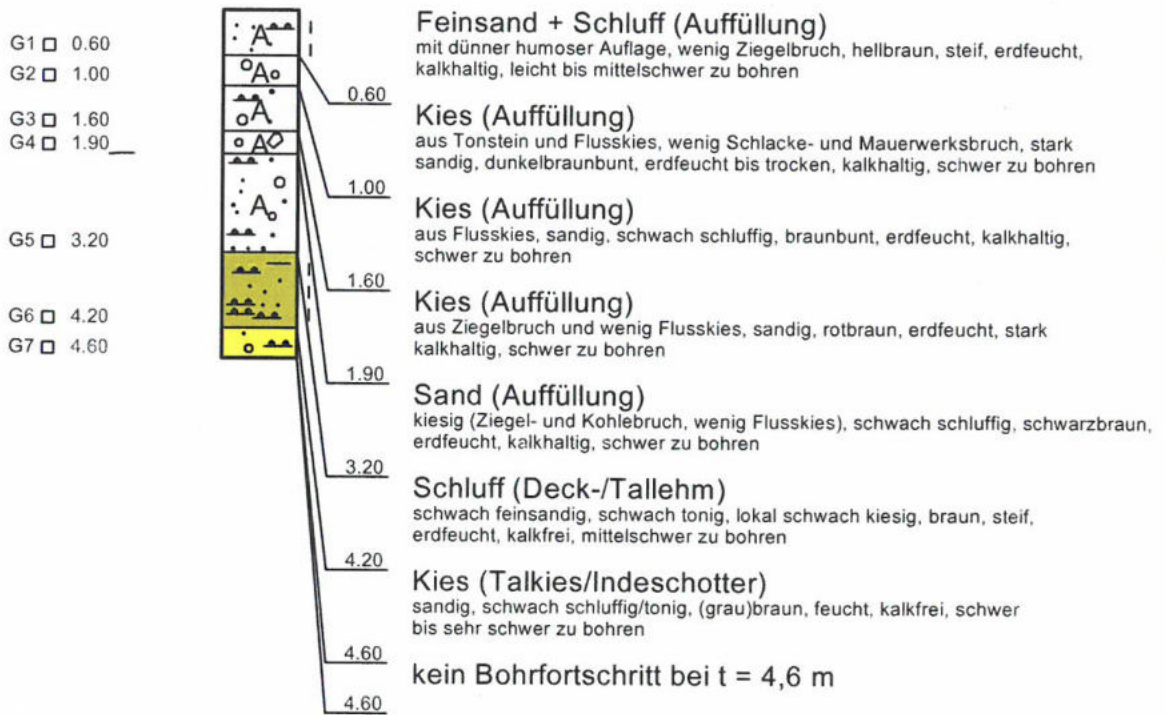
Kies (Talkies/Indeschotter)

sandig, schwach schluffig, (grau)braun, feucht, kalkfrei, schwer zu bohren

Bohrloch offen bis t = 3,8 m, kein Wasser im Bohrloch

RKS 2

133,94 mNN



Bohrloch offen bis t = 4,5 m, kein Wasser im Bohrloch

RKS 3
 133,05 mNN

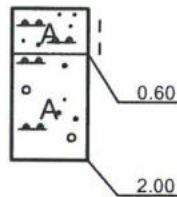


Bohrloch offen bis t = 4,5 m, bis dahin kein Wasser im Bohrloch

RKS 4
133,98 mNN

G1 □ 0.60

G2 □ 2.00



Schluff (Auffüllung)

stark feinsandig, lokal sandig, vereinzelt Ziegelbruch, Geotextil durchbohrt, braun, steif, feucht, kalkhaltig, leicht bis mittelschwer zu bohren

Kies (Auffüllung)

aus Schlacke, Kohle-, Ziegel- und Betonbruch, sandig, schwach schluffig, schwarzbraun, erdfeucht, kalkhaltig, mittelschwer bis schwer zu bohren

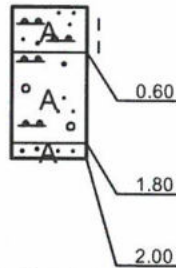
Bohrloch offen bis t = 1,95 m, kein Wasser im Bohrloch

RKS 5
134,08 mNN

G1 □ 0.70

G2 □ 1.80

G3 □ 2.00



Schluff (Auffüllung)

stark feinsandig, schwach kiesig (Flusskies), vereinzelt Ziegel- und Kohlebruch, (hell)braun, steif, feucht, kalkhaltig, leicht bis mittelschwer zu bohren

Kies (Auffüllung)

aus Schlacke, Kohle-, Ziegel- und Betonbruch, sandig, schwach schluffig, schwarzbraun, erdfeucht, kalkhaltig, mittelschwer bis schwer zu bohren

Fein- und Mittelsand (Auffüllung)

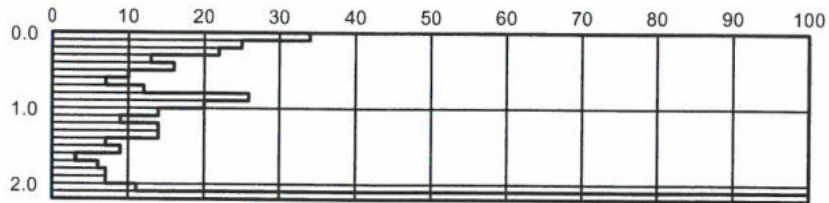
graubraun, erdfeucht bis trocken, kalkfrei, mittelschwer zu bohren

Bohrloch offen bis t = 1,70 m, kein Wasser im Bohrloch

DPL 1

133,82 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



kein Sondierfortschritt bei t = 2,2 m

Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	34
0.20	25
0.30	22
0.40	13
0.50	16
0.60	10
0.70	7
0.80	12
0.90	26
1.00	20
1.10	14
1.20	9
1.30	14
1.40	14
1.50	7
1.60	9
1.70	3
1.80	6
1.90	7
2.00	7
2.10	11
2.20	100

DPL 2.1
133,75 mNN

Schlagzahlen je 10 cm

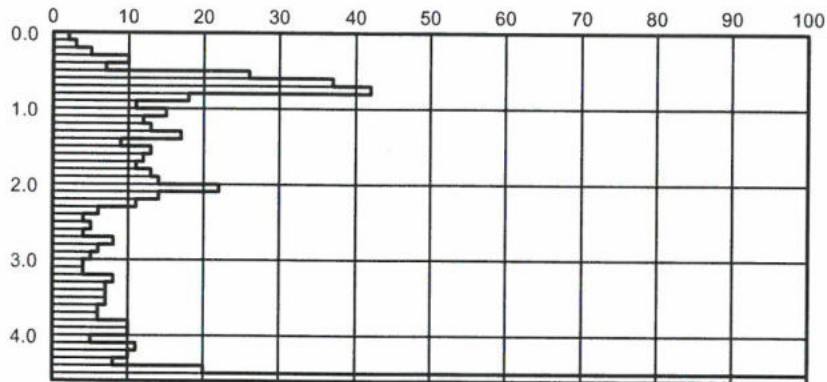


kein Sondierfortschritt bei t = 0,6 m, Ziegelmehl an Sondenspitze

Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	24
0.20	7
0.30	9
0.40	12
0.50	48
0.60	110

DPL 2.2
 133,58 mNN

Schlagzahlen je 10 cm

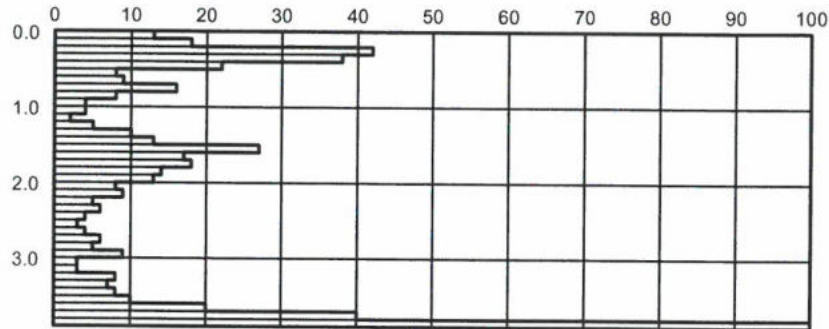


kein Sondierfortschritt bei t = 4,6 m

Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2
0.20	3
0.30	5
0.40	10
0.50	7
0.60	26
0.70	37
0.80	42
0.90	18
1.00	11
1.10	15
1.20	12
1.30	13
1.40	17
1.50	9
1.60	13
1.70	12
1.80	11
1.90	13
2.00	14
2.10	22
2.20	14
2.30	11
2.40	6
2.50	4
2.60	5
2.70	4
2.80	8
2.90	6
3.00	5
3.10	4
3.20	4
3.30	8
3.40	7
3.50	7
3.60	7
3.70	6
3.80	6
3.90	10
4.00	10
4.10	5
4.20	11
4.30	10
4.40	8
4.50	20
4.60	100

DPL 3
 133,30 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



kein Sondierfortschritt bei t = 3,9 m

Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	13
0.20	18
0.30	42
0.40	38
0.50	22
0.60	8
0.70	9
0.80	16
0.90	8
1.00	4
1.10	4
1.20	2
1.30	5
1.40	10
1.50	13
1.60	27
1.70	17
1.80	18
1.90	14
2.00	13
2.10	8
2.20	9
2.30	5
2.40	6
2.50	4
2.60	3
2.70	4
2.80	6
2.90	5
3.00	9
3.10	3
3.20	3
3.30	8
3.40	7
3.50	8
3.60	10
3.70	20
3.80	40
3.90	100

Fotodokumentation der Bohrkern aus den Kernbohrungen



Bild 1: Bohrkern der KB 1 mit Schottertragschicht vom 21.10.2022



Bild 2: Bohrkern der KB 2 vom 21.10.2022

Lage der Kernbohrung	Bohrkern Nr.	Aufbau
siehe Anlage 1.2.3	KB 1	4 cm Deckschicht mit Anspritzbelag über 11 cm grobem, nicht- bis teilgebundenem Schotter (gekernt), Geruch insgesamt stark auffällig
	KB 2	5 cm Deck-/Binderschicht über 16 cm Bitu-Tragschicht, Geruch insgesamt unauffällig

Tabelle 1: Zusammenstellung Aufbau, Schichtdicke und Geruchsauffälligkeit der Schwarzdecke (einschl. Beschreibung der Packlage/ungebundenen Tragschicht der KB 1)

geotechnik west
 Ingenieurbüro Bernd Harth
 Arnoldystraße 73
 52156 Monschau
 Tel.: 02472 / 8027396
 Fax: 02472 / 8027397
 Mobil: 0171-6574319

Stadt Eschweiler

Projekt: Ersatzanlage Realschule Patternhof in 52249 Eschweiler

Probennahme	Aufschluss	Entnahmetiefe	Laborprobe	Bodenart	Laborversuch
am 21.10.2022 per Rotationsnasskernbohrung	KB 1	0,00 - 0,04 m	KB1 SD	Schwarzdecke	1 x PAK
am 21.10.2022 per Rotationsnasskernbohrung	KB 1	0,04 - 0,15 m	KB1 ST	Schottertragschicht	1 x PAK
am 21.10.2022 per Rotationsnasskernbohrung	KB 2	0,00 - 0,21 m	KB2 SD	Schwarzdecke	1 x PAK
Summe Laborversuche:					3 x PAK

Projektbearbeitung: Nils Festag (n.festag@geotechnikwest.de)

Anlage 5.2

Eurofins Umwelt West GmbH - Zieglerstraße 11 a - 52078 Aachen

geotechnik west
Ingenieurbüro Bernd Harth
Arnoldstr. 73
52156 Monschau

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02237940
Prüfberichtsnummer: AR-22-JA-005514-01

Auftragsbezeichnung: Stadt Eschweiler, Ersatzanl. Realschule Patternhof

Anzahl Proben: 3
Probenart: Feststoff
Probenahmedatum: 21.10.2022
Probenehmer: keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt

Probeneingangsdatum: 02.11.2022
Prüfzeitraum: 02.11.2022 - 10.11.2022

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Anhänge:

XML_Export_AR-22-JA-005514-01.xml

Sebastian Baling
Junior Branch Manager
Tel. +49 2419468623Digital signiert, 10.11.2022
Dr. Annemarie Deller
PrüfleitungEurofins Umwelt West GmbH
Vorgebirgsstrasse 20
D-50389 WesselingTel. +49 2236 897 0
Fax +49 2236 897 555
umwelt-wesseling@eurofins.de
www.eurofins.de/umweltGF: Thomas Bjelkberg, Dr. Thomas Henk,
Dr. Sebastian Wiljes
Amtsgericht Köln HRB 44724
USt.-ID.Nr. DE 121 85 3679Bankverbindung: UniCredit Bank AG
BLZ 207 300 17
Kto 7000001950
IBAN DE37 2073 0017 7000 0019 50
BIC/SWIFT HYVEDEMM17

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		KB1 SD	KB1 ST	KB2 SD
				Probenahmedatum/ -zeit		21.10.2022	21.10.2022	21.10.2022
				Probennummer		022160311	022160312	022160313
				BG	Einheit			
PAK aus der Originalsubstanz								
Naphthalin	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	0,8	< 0,5	< 0,5
Acenaphthylen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	1,5	< 0,5	< 0,5
Acenaphthen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	24	< 0,5	< 0,5
Fluoren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	20	< 0,5	< 0,5
Phenanthren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	630	27	0,5
Anthracen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	64	2,8	< 0,5
Fluoranthren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	700	53	1,5
Pyren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	410	33	1,3
Benzo[a]anthracen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	240	15	0,6
Chrysen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	190	12	< 0,5
Benzo[b]fluoranthren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	230	14	1,0
Benzo[k]fluoranthren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	75	4,3	< 0,5
Benzo[a]pyren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	120	6,5	0,6
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	96	5,5	< 0,5
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	20	1,1	< 0,5
Benzo[ghi]perylen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg OS	85	4,6	0,5
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg OS	2910	179	6,0

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Vorgebirgsstrasse 20, Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit L8 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

geotechnik west
 Ingenieurbüro Bernd Harth
 Arnoldystraße 73
 52156 Monschau
 Tel.: 02472 / 8027396
 Fax: 02472 / 8027397
 Mobil: 0171-6574319

Stadt Eschweiler

Projekt: Ersatzanlage Realschule Patternhof in 52249 Eschweiler

Probennahme	Aufschluss	Entnahmetiefe	Laborprobe	Bodenart	Laborversuch
am 21.10.2022 per Rammkernsondierung	RKS 1 RKS 2 RKS 3	0,00 - 1,00 m 0,00 - 1,00 m 0,00 - 1,00 m	MP1 G	grob- bis gemischtkörnige Auffüllungen mit wechselndem Anteil an anthropogenen Beimengungen	1 x LAGA TR Boden (Feststoff + Eluat) 1 x pH im Feststoff 1 x Thallium im Eluat 1 x Ergänzungsanalytik DepV
am 21.10.2022 per Rammkernsondierung	RKS 4 RKS 5	0,00 - 0,60 m 0,00 - 0,70 m	MP2 FF	bindige Auffüllungen mit vereinzelt anthropogenen Beimengungen	1 x LAGA TR Boden (Feststoff + Eluat) 1 x pH im Feststoff 1 x Thallium im Eluat 1 x Ergänzungsanalytik DepV
am 21.10.2022 per Rammkernsondierung	RKS 4 RKS 5	0,60 - 2,00 m 0,70 - 2,00 m	MP3 FF	grobkörnige Auffüllungen aus überwiegend anthropogenen Bestandteilen	1 x LAGA TR Boden (Feststoff + Eluat) 1 x pH im Feststoff 1 x Thallium im Eluat 1 x Ergänzungsanalytik DepV
Summe Laborversuche:					3 x LAGA TR Boden (Feststoff + Eluat) 3 x pH im Feststoff 3 x Thallium im Eluat 3 x Ergänzungsanalytik DepV

Projektbearbeitung: Nils Festag (n.festag@geotechnikwest.de)

Probenentnahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 22 09 011
 Projekt: Errichtung einer Container-Ersatzanlage für die Realschule Patternhof in 52249 Eschweiler

A. Allgemeine Angaben


Auftraggeber: Stadt Eschweiler
 Straße/Postfach: Johannes-Rau-Platz 1
 PLZ, Ort: 52249 Eschweiler

Baustelle / Ort der Probenahme: Freifläche Schlachthof und Drieschplatz in 52249 Eschweiler

Zweck der Probenentnahme/Untersuchung: Aushubvorbereitung
 Analysenumfang: LAGA TR Boden und LAGA M20:1997 (Feststoff + Eluat) sowie Ergänzung DepV

Probennehmende Stelle: geotechnik west Arnoldystraße 73, 52156 Monschau
 Probennehmer: Nils Festag, M.Sc.
 Probennahmedatum: 21.10.2022

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

Laborprobenbezeichnung:	MP1 G
Bohrung Nr.:	RKS 1 / RKS 2 / RKS 3
Tiefenintervall [m]:	0,00 - 1,00 m / 0,00 - 1,00 m / 0,00 - 1,00 m
Einzelproben Nr.:	G1 - G2 RKS 1 / G1 - G2 RKS 2 / G1 RKS 3
Geologische Einheit:	Auffüllung
Bodenart:	überwiegend grob- bis gemischtkörnige Füllböden mit wechselnden Anteilen an anthropogenen Beimengungen
Farbe / Geruch:	verschiedene Brauntöne / unauffällig
Konsistenz:	
vermutete Schadstoffe	Schwermetalle, PAK
Witterung	bewölkt bis regnerisch
Probenentnahme	
Entnahmeverfahren:	Rammkernsondierung
Entnahmegesetz:	Rammkern-/Schlitzsonde
Anzahl Einzelproben:	5
Volumen Einzelproben:	≤ 0,7 l
Misch-/Sammelprobe:	über den o.g. Teufenbereich
Homogenisierung:	ja (im chemischen Labor)
Teilung:	
Menge Laborprobe:	ca. 1 l
Probengefäß:	Probenbecher mit Deckel
Rückstellprobe:	ja (im chemischen Labor sowie bei geotechnik west)
Untersuchungsstelle	EUROFINS Umwelt West GmbH, NL Aachen
Probentransfer	Kurier
Versanddatum:	02.11.22
Kühlung/Lagerung:	kühl, dunkel und trocken
Bemerkungen:	
Unterschrift / Probennehmer:	

Probenentnahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 22 09 011
 Projekt: Errichtung einer Container-Ersatzanlage für die Realschule Patternhof in 52249 Eschweiler

A. Allgemeine Angaben


Auftraggeber: Stadt Eschweiler
 Straße/Postfach: Johannes-Rau-Platz 1
 PLZ, Ort: 52249 Eschweiler

Baustelle / Ort der Probenahme: Freifläche Schlachthof in 52249 Eschweiler

Zweck der Probenentnahme/Untersuchung: Aushubvorbereitung
 Analysenumfang: LAGA TR Boden und LAGA M20:1997 (Feststoff + Eluat) sowie Ergänzung DepV

Probennehmende Stelle: geotechnik west Arnoldystraße 73, 52156 Monschau
 Probennehmer: Nils Festag, M.Sc.
 Probenahmedatum: 21.10.2022

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

Laborprobenbezeichnung:	MP2 FF
Bohrung Nr.:	RKS 4 / RKS 5
Tiefenintervall [m]:	0,00 - 0,60 m / 0,00 - 0,70 m
Einzelproben Nr.:	G1 RKS 4 / G1 RKS 5
Geologische Einheit:	Auffüllung
Bodenart:	bindige Füllböden aus umgelagertem Decklem mit vereinzelt anthropogenen Beimengungen
Farbe / Geruch:	(hell)braun / unauffällig
Konsistenz:	
vermutete Schadstoffe	keine
Witterung	bewölkt bis regnerisch
Probenentnahme	
Entnahmeverfahren:	Rammkernsondierung
Entnahmegesetz:	Rammkern-/Schlitzsonde
Anzahl Einzelproben:	2
Volumen Einzelproben:	≤ 0,7 l
Misch-/Sammelprobe:	über den o.g. Teufenbereich
Homogenisierung:	ja (im chemischen Labor)
Teilung:	
Menge Laborprobe:	ca. 1 l
Probengefäß:	Probenbecher mit Deckel
Rückstellprobe:	ja (im chemischen Labor sowie bei geotechnik west)
Untersuchungsstelle	EUROFINS Umwelt West GmbH, NL Aachen
Probentransfer	Kurier
Versanddatum:	02.11.22
Kühlung/Lagerung:	kühl, dunkel und trocken
Bemerkungen:	
Unterschrift / Probennehmer:	

Probenentnahme-Protokoll

Projekt-Nr. AZ 22 09 011
 Projekt: Errichtung einer Container-Ersatzanlage für die Realschule Patternhof in 52249 Eschweiler

A. Allgemeine Angaben


Auftraggeber: Stadt Eschweiler
 Straße/Postfach: Johannes-Rau-Platz 1
 PLZ, Ort: 52249 Eschweiler

Baustelle / Ort der Probenahme: Freifläche Schlachthof in 52249 Eschweiler

Zweck der Probenentnahme/Untersuchung: Aushubvorbereitung
 Analysenumfang: LAGA TR Boden und LAGA M20:1997 (Feststoff + Eluat) sowie Ergänzung DepV

Probennehmende Stelle: geotechnik west Arnoldystraße 73, 52156 Monschau
 Probennehmer: Nils Festag, M.Sc.
 Probennahmedatum: 21.10.2022

B. Vor-Ort-Gegebenheiten/Materialbeschreibung

Laborprobenbezeichnung:	MP3 FF
Bohrung Nr.:	RKS 4 / RKS 5
Tiefenintervall [m]:	0,60 - 2,00 m / 0,70 - 2,00 m
Einzelproben Nr.:	G2 RKS 4 / G2 - G3 RKS 5
Geologische Einheit:	Auffüllung
Bodenart:	grobkörnige Füllböden aus überwiegend anthropogenen Beimengungen
Farbe / Geruch:	graubraun bis schwarzbraun / unauffällig
Konsistenz:	
vermutete Schadstoffe	Schwermetalle, PAK
Witterung	bewölkt bis regnerisch
Probenentnahme	
Entnahmeverfahren:	Rammkernsondierung
Entnahmegesetz:	Rammkern-/Schlitzsonde
Anzahl Einzelproben:	3
Volumen Einzelproben:	≤ 0,7 l
Misch-/Sammelprobe:	über den o.g. Teufenbereich
Homogenisierung:	ja (im chemischen Labor)
Teilung:	
Menge Laborprobe:	ca. 1 l
Probengefäß:	Probenbecher mit Deckel
Rückstellprobe:	ja (im chemischen Labor sowie bei geotechnik west)
Untersuchungsstelle	EUROFINS Umwelt West GmbH, NL Aachen
Probentransfer	Kurier
Versanddatum:	02.11.22
Kühlung/Lagerung:	kühl, dunkel und trocken
Bemerkungen:	
Unterschrift / Probennehmer:	

Eurofins Umwelt West GmbH - Zieglerstraße 11 a - 52078 Aachen

geotechnik west
Ingenieurbüro Bernd Harth
Arnoldystr. 73
52156 Monschau

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02237941
Prüfberichtsnummer: AR-22-JA-005529-01
Auftragsbezeichnung: Stadt Eschweiler, Ersatzanl. Realschule Patternhof
Anzahl Proben: 3
Probenart: Boden
Probenahmedatum: 21.10.2022
Probenehmer: keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt
Probeneingangsdatum: 02.11.2022
Prüfzeitraum: 02.11.2022 - 10.11.2022

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Anhänge:

XML_Export_AR-22-JA-005529-01.xml

Sebastian Baling
Junior Branch Manager
Tel. +49 2419468623

Digital signiert, 10.11.2022
Kerstin Roscher
Prüfleitung



Eurofins Umwelt West GmbH
Vorgebirgsstrasse 20
D-50389 Wesseling

Tel. +49 2236 897 0
Fax +49 2236 897 555
umwelt-wesseling@eurofins.de
www.eurofins.de/umwelt

GF: Thomas Bjelkberg, Dr. Thomas Henk,
Dr. Sebastian Wiljes
Amtsgericht Köln HRB 44724
USt.-ID.Nr. DE 121 85 3679

Bankverbindung: UniCredit Bank AG
BLZ 207 300 17
Kto 7000001950
IBAN DE37 2073 0017 7000 0019 50
BIC/SWIFT HYVEDEMM17

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							BG	Einheit	MP1 G 21.10.2022 022160314	MP2 FF 21.10.2022 022160315	MP3 FF 21.10.2022 022160316
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2					
				Probenbezeichnung											

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

TOC	AN	L8	DIN EN 15936: 2012-11 (ANL8: Ver.A; FG,F5: Ver.B)	0,5 ⁵⁾	0,5 ⁵⁾	0,5 ⁵⁾	0,5 ⁵⁾	1,5	1,5	5	0,1	Ma.-% TS	3,1	0,7	6,0
EOX	AN	L8	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1	1	1	1 ⁶⁾	3 ⁶⁾	3 ⁶⁾	10	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	L8	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	100	100	100	200	300	300	1000	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	L8	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09				400	600	600	2000	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
Glühverlust (550 °C)	AN	L8	DIN EN 15169: 2007-05								0,1	Ma.-% TS	4,6	2,8	7,2
Extrahierbare lipophile Stoffe	AN	L8	LAGA KW/04: 2019-09								0,02	Ma.-% TS	0,03	< 0,02	< 0,02

BTEX aus der Originalsubstanz

Benzol	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	1	1	1	1	1	1	1		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Vergleichswerte							Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit	Probenbezeichnung		
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 FF	MP1 G	MP2 FF	MP3 FF											
LHKW aus der Originalsubstanz																				
Dichlormethan	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07												0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
trans-1,2-Dichlorethen	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07												0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
cis-1,2-Dichlorethen	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07												0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Chloroform (Trichlormethan)	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07												0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
1,1,1-Trichlorethan	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07												0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Tetrachlormethan	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07												0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Trichlorethen	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07												0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Tetrachlorethen	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07												0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
1,1-Dichlorethen	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07												0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
1,2-Dichlorethen	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07												0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,05	mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	
PCB aus der Originalsubstanz																				
PCB 28	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12												0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
PCB 52	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12												0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
PCB 101	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12												0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
PCB 153	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12												0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
PCB 138	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12												0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
PCB 180	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12												0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,15	0,5				0,01	mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	
PCB 118	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12												0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Summe PCB (7)	AN	L8	DIN EN 15308: 2016-12												0,01	mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							BG	Einheit	MP1 G 21.10.2022 022160314	MP2 FF 21.10.2022 022160315	MP3 FF 21.10.2022 022160316
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2					
				Probenbezeichnung											

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,16	< 0,05	0,09
Acenaphthylen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,12	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,13	< 0,05	0,09
Fluoren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,17	< 0,05	0,17
Phenanthren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										3,6	< 0,05	0,93
Anthracen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,49	< 0,05	0,18
Fluoranthren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										7,1	0,07	1,2
Pyren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										4,9	< 0,05	0,86
Benzofluranthen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										3,3	< 0,05	0,80
Chrysen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										3,0	< 0,05	0,65
Benzofluranthen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										4,5	0,06	0,80
Benzofluranthen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										1,4	< 0,05	0,31
Benzofluranthen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3	3		2,5	< 0,05	0,60
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										2,2	< 0,05	0,54
Dibenzofluranthen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,42	< 0,05	0,09
Benzofluranthen	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										2,0	< 0,05	0,44
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	3	3	3	3	3 ⁷⁾	3 ⁷⁾	30			36,0	0,13	7,75
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										35,8	0,13	7,66

Physikal.-chem. Kenngrößen a.d. 10:1-Schüttelleiue nach DIN EN 12457-4: 2003-01

pH-Wert	AN	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 12	5,5 - 12		8,6	8,4	8,3
Temperatur pH-Wert	AN	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12									°C	20,7	21,8	20,8
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	L8	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	250	250	250	250	250	250	1500	2000	µS/cm	157	102	93

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte										BG	Einheit	MP1 G 21.10.2022 022160314	MP2 FF 21.10.2022 022160315	MP3 FF 21.10.2022 022160316
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2								
				Anionen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01														
Chlorid (Cl)	AN	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20); 2009-07	30	30	30	30	30	30	30	50	100 ⁸⁾	1,0	mg/l	3,7	< 1,0	< 1,0	
Sulfat (SO4)	AN	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20); 2009-07	20	20	20	20	20	20	20	50	200	1,0	mg/l	36	1,8	9,5	
Cyanide, gesamt	AN	L8	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	5	5	5	5	5	5	5	10	20	5	µg/l	< 5	< 5	6	
Fluorid	AN	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20); 2009-07										0,2	mg/l	0,4	0,5	0,5	
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	AN	L8	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10										0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
Elemente aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01																		
Arsen (As)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	14	14	14	14	14	14	14	20	60 ⁹⁾	1	µg/l	11	3	11	
Blei (Pb)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	40	40	40	40	40	40	40	80	200	1	µg/l	< 1	< 1	< 1	
Cadmium (Cd)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3	6	0,3	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	
Chrom (Cr)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	25	60	100	1	µg/l	< 1	< 1	< 1	
Kupfer (Cu)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	20	20	20	20	20	20	20	60	100	5	µg/l	< 5	< 5	< 5	
Nickel (Ni)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	15	15	15	15	15	15	15	20	70	1	µg/l	< 1	< 1	< 1	
Quecksilber (Hg)	AN	L8	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2	0,2	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Thallium (Tl)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01										0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	
Zink (Zn)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	150	150	150	150	150	150	150	200	600	10	µg/l	< 10	< 10	< 10	
Antimon (Sb)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01										0,001	mg/l	0,002	< 0,001	0,002	
Barium (Ba)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01										0,001	mg/l	0,010	0,004	0,007	
Molybdän (Mo)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01										0,001	mg/l	0,008	0,002	0,008	
Selen (Se)	AN	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01										0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							MP1 G	MP2 FF	MP3 FF	
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2				
				Probennummer										21.10.2022
Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01														
Phenolindex, wasserdampflichtig	AN	L8	DIN EN ISO 14402 (H37); 1999-12	20	20	20	20	20	40	100	10	< 10	< 10	< 10
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN	L8	DIN EN 1484: 2019-04								1,0	1,7	2,8	1,7
Probenvorbereitung Feststoffe														
Probenbegleitprotokoll	AN											siehe Anlage siehe Anlage siehe Anlage		
BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz														
Isopropylbenzol (Cumol)	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Styrol	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX + Styrol + Cumol	AN	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07									(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01														
Wasserlöslicher Anteil	AN	L8	DIN EN 15216: 2008-01								0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
Gesamigehalt an gelösten Feststoffen	AN	L8	DIN EN 15216: 2008-01								150	< 150	< 150	< 150

Erläuterungen

- BG - Bestimmungsgrenze
- Lab. - Kürzel des durchführenden Labors
- Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors
- X - durchgeführt
- # Heizblock-Aufschluss außer bei Untersuchungen im gesetzlich geregelten Bereich.

Kommentare zu Ergebnissen
1) nicht berechenbar

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Vorgebirgsstrasse 20, Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit L8 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAKKS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2.2/-4 + -3/ -5.

Zuordnungswerte für Grenzwerte Z0¹: Maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2).

- 2) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg.
- 3) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.
- 4) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg.
- 5) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.
- 6) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.
- 7) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.
- 8) Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l.
- 9) Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l.

Bei der Darstellung von Vergleichswerten im Prüfbericht handelt es sich um eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT. Die zitierten Vergleichswerte (Grenz-, Richt- oder sonstige Zuordnungswerte) sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

Abgleich mit Vergleichswerten

Der Abgleich bezieht sich ausschließlich auf die in AR-22-JA-005529-01 aufgeführten Ergebnisse und erfolgt auf Basis eines rein numerischen Vergleichs des erhaltenen Messwertes mit den entsprechenden Vergleichswerten. Die Messunsicherheit des entsprechenden Verfahrens wird hierbei nicht berücksichtigt.

Nachfolgend aufgeführte Proben weisen im Vergleich zur LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/-5 die dargestellten Überschreitungen bzw. Verletzungen der zitierten Vergleichswerte auf. Der Untersuchungsstelle obliegt nicht die Festlegung der aus dem Vergleichswertabgleich abzuleitenden Maßnahmen.

X: Überschreitung bzw. Verletzung der zitierten Vergleichswerte festgestellt

Probenbeschreibung: MP-1 G
 Probennummer: 022160314

Test	Parameter	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Arsen [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Arsen (As)	X						
Blei [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Blei (Pb)	X	X	X	X			
Cadmium [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Cadmium (Cd)	X	X		X			
Kupfer [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Kupfer (Cu)	X						
Nickel [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Nickel (Ni)	X						
Quecksilber [Königswasser-Aufschluss] [AAS] mg/kg TS	Quecksilber (Hg)	X						
Zink [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Zink (Zn)	X	X	X	X			
TOC (gesamter organischer Kohlenstoff) Ma.-% TS	TOC	X	X	X	X	X	X	
PAK (EPA, 16 Parameter) mg/kg TS	Benzo(a)pyren	X	X	X	X	X	X	
PAK (EPA, 16 Parameter) mg/kg TS	Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	X	X	X	X	X	X	X
Sulfat [10:1 Eluat, S4] mg/l	Sulfat (SO4)	X	X	X	X	X		

Probenbeschreibung: MP2 FF
Probennummer: 022160315

Test	Parameter	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Cadmium [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Cadmium (Cd)	X						
Nickel [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Nickel (Ni)	X						
Zink [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Zink (Zn)	X						
TOC (gesamter organischer Kohlenstoff) Ma.-% TS	TOC	X	X	X	X			

Probenbeschreibung: MP3 FF
Probennummer: 022160316

Test	Parameter	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Arsen [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Arsen (As)	X						
Blei [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Blei (Pb)	X	X	X				
Cadmium [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Cadmium (Cd)	X	X	X	X			
Kupfer [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Kupfer (Cu)	X	X					
Nickel [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Nickel (Ni)	X						
Quecksilber [Königswasser-Aufschluss] [AAS] mg/kg TS	Quecksilber (Hg)	X						
Zink [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Zink (Zn)	X	X	X	X	X	X	
TOC (gesamter organischer Kohlenstoff) Ma.-% TS	TOC	X	X	X	X	X	X	X
PAK (EPA, 16 Parameter) mg/kg TS	Benzo[a]pyren	X	X	X				
PAK (EPA, 16 Parameter) mg/kg TS	Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	X	X	X	X	X	X	
Cyanid gesamt [10:1 Eluat, S4] mg/l	Cyanide, gesamt	X	X	X	X	X		

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 022160314
Probenbeschreibung MP1 G

Probenvorbereitung

Probenehmer

keine Angabe,
 Probe(n) wurde(n) an
 das Labor
 ausgehändigt

Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor:

Nein

Fremdstoffe (Menge):

0,0 g

Fremdstoffe (Anteil):

< 0,1 %

Fremdstoffe (Art):

nein

Siebrückstand > 10mm:

ja

Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.

Probenteilung / Homogenisierung durch:

Fraktionierendes Teilen

Rückstellprobe:

740 g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) **)**

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

Die Ergebnisse beziehen sich auf das sortenreine Prüfprobenmaterial nach Entfernung der Fremdmaterialien gemäß DIN 19747:2009-07.

*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

**) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen

***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen

****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 022160315
Probenbeschreibung MP2 FF

Probenvorbereitung

Probenehmer keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt
Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Nein
Fremdstoffe (Menge): 0,0 g
Fremdstoffe (Anteil): < 0,1 %
Fremdstoffe (Art): nein
Siebrückstand > 10mm: nein
Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.
Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen
Rückstellprobe: 300 g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) **)**

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

Die Ergebnisse beziehen sich auf das sortenreine Prüfprobenmaterial nach Entfernung der Fremdmaterialien gemäß DIN 19747:2009-07.

- *) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte
 **) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen
 ***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen
 ****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 022160316
Probenbeschreibung MP3 FF

Probenvorbereitung

Probenehmer keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt
Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Nein
Fremdstoffe (Menge): 0,0 g
Fremdstoffe (Anteil): < 0,1 %
Fremdstoffe (Art): nein
Siebrückstand > 10mm: ja
Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.
Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen
Rückstellprobe: 900 g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) **)**

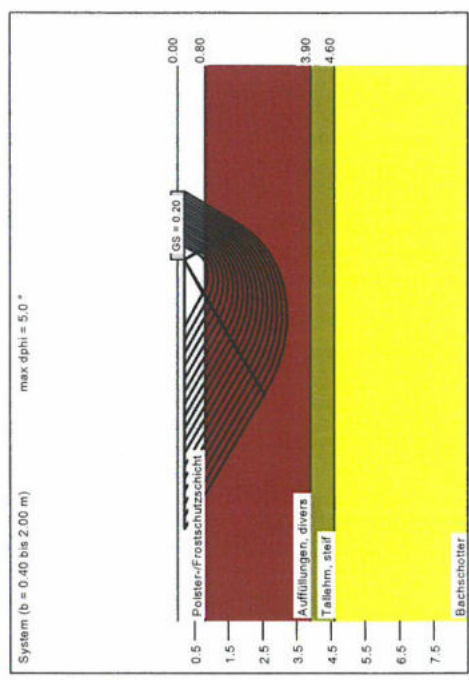
Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

Die Ergebnisse beziehen sich auf das sortenreine Prüfprobenmaterial nach Entfernung der Fremdmaterialien gemäß DIN 19747:2009-07.

- *) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte
 **) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen
 ***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen
 ****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Nachweis des Grenzzustandes GEO-2 - Grundbruch für ein Einzelfundament in/auf mineralischer Packlage (rechn. t = 0,2 m)

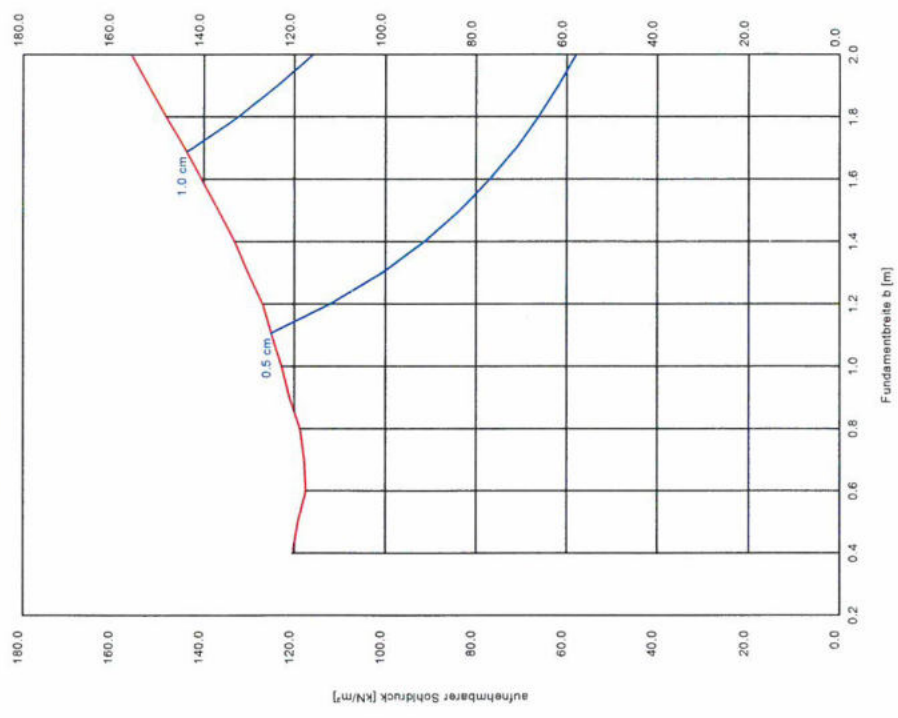
Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	α [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
0.80	20.5	11.0	35.0	0.0	60.0	Polster-/Frostschuttschicht	
3.90	19.5	10.0	27.5	0.0	10.0	Auffüllungen, divers	
4.60	19.5	9.5	27.5	3.0	9.0	Tallem, steif	
>4.60	20.0	10.0	35.0	0.0	70.0	Bachsotter	



a	b	zul _G [kN]	zul _R [kN]	s [cm]	cal _{sp} [°]	cal _c [kN/m ²]	γ_0 [kN/m ³]	$\sigma_{0,0}$ [kN/m ²]	t_s [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
0.40	0.40	120.4	19.3	0.11	32.5	0.00	20.45	4.10	1.41	0.80	112.3
0.50	0.50	119.2	20.8	0.15	31.8	0.00	20.35	4.10	1.60	1.05	79.0
0.60	0.60	117.4	42.3	0.20	31.2	0.00	20.26	4.10	1.77	1.19	59.9
0.70	0.70	117.8	57.7	0.25	30.7	0.00	20.18	4.10	1.94	1.34	47.6
0.80	0.80	118.7	76.0	0.30	30.3	0.00	20.12	4.10	2.11	1.48	39.2
0.90	0.90	121.0	98.0	0.37	30.0	0.00	20.07	4.10	2.27	1.63	33.1
1.00	1.00	122.8	122.8	0.43	29.7	0.00	20.02	4.10	2.43	1.77	28.6
1.10	1.10	124.9	151.2	0.50	29.5	0.00	19.98	4.10	2.59	1.92	25.2
1.20	1.20	127.0	182.8	0.57	29.3	0.00	19.95	4.10	2.74	2.06	22.4
1.30	1.30	130.2	220.1	0.65	29.1	0.00	19.92	4.10	2.90	2.20	20.1
1.40	1.40	133.2	261.0	0.73	29.0	0.00	19.90	4.10	3.06	2.34	18.3
1.50	1.50	136.7	307.6	0.82	28.9	0.00	19.88	4.10	3.22	2.49	16.7
1.60	1.60	140.4	359.4	0.91	28.8	0.00	19.86	4.10	3.38	2.63	15.4
1.70	1.70	144.1	416.5	1.01	28.7	0.00	19.84	4.10	3.54	2.77	14.2
1.80	1.80	148.3	480.6	1.12	28.6	0.00	19.82	4.10	3.70	2.92	13.2
1.90	1.90	152.2	549.4	1.23	28.5	0.00	19.81	4.10	3.86	3.06	12.4
2.00	2.00	156.1	624.4	1.35	28.5	0.00	19.79	4.10	4.01	3.21	11.6

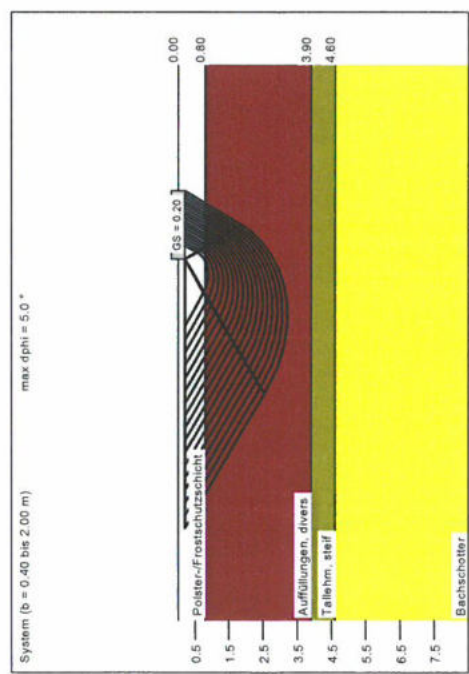
* phi wegen 5' Bedingung abgemindert
 zul_G = $\max_s / (\gamma_{w,0} \cdot \gamma_{0,0}) = \max_s / (1.40 \cdot 1.43) = \max_s / 1.99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+O) [c] = 0.50

Berechnungsgrundlagen:
 Schichtenabfolge gem. RKS 3
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{G,0} = 1.40$
 $\gamma_{G,1} = 1.35$
 $\gamma_{G,2} = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,0)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,1)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.20 m
 Grundwasser = 4.60 m
 Grenztiefe mit $\rho = 20.0\%$
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



Nachweis des Grenzzustandes GEO-2 - Grundbruch für ein Streifenfundament in/auf mineralischer Packlage (rechn. $t = 0,2 \text{ m}$)

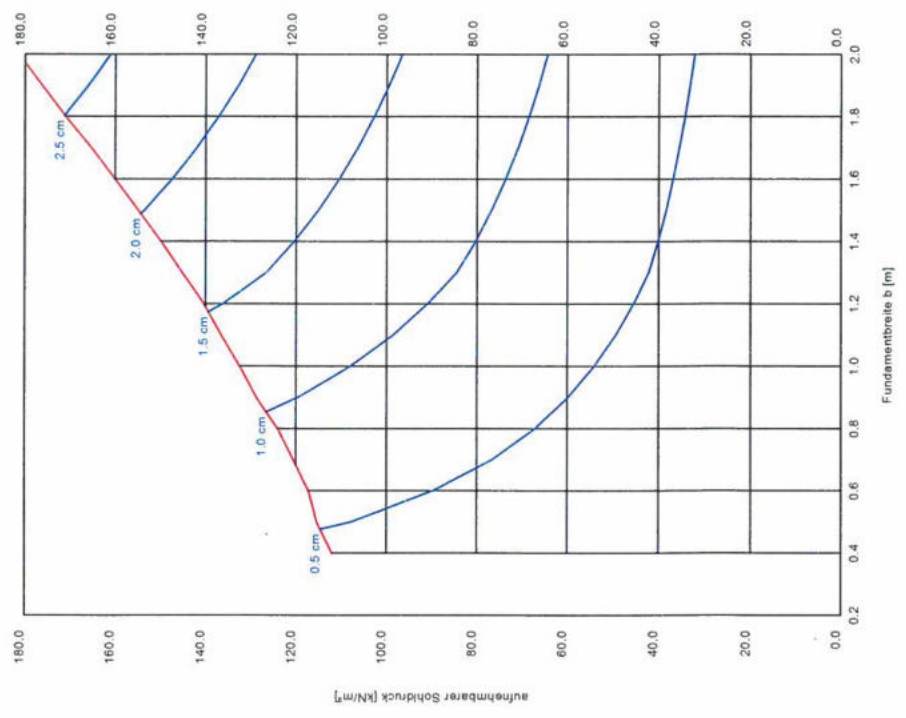
Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	C [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	0,80	20,5	11,0	35,0	0,0	60,0	Polster-/Frostschutzschicht
	3,90	19,5	10,0	27,5	0,0	10,0	Auffüllungen, divers
	4,60	19,5	9,5	27,5	3,0	9,0	Tallehm, steif
	>4,60	20,0	10,0	35,0	0,0	70,0	Bachsotter



a [m]	b [m]	zul ₀ [kN/m ²]	zul _R [kN/m ²]	s [cm]	cal _{sp} [°]	cal _c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{0,2}$ [kN/m ²]	t_s [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
10,00	0,40	112,1	44,8	0,41	32,5	0,00	20,45	4,10	2,54	0,86	27,5
10,00	0,50	115,4	57,7	0,53	31,8	0,00	20,35	4,10	2,82	1,05	21,6
10,00	0,60	117,2	70,3	0,65	31,2	0,00	20,26	4,10	3,06	1,19	17,9
10,00	0,70	120,6	84,4	0,79	30,7	0,00	20,18	4,10	3,31	1,34	15,3
10,00	0,80	124,0	99,2	0,92	30,3	0,00	20,12	4,10	3,54	1,48	13,4
10,00	0,90	128,7	115,9	1,08	30,0	0,00	20,07	4,10	3,77	1,63	12,0
10,00	1,00	132,5	132,5	1,23	29,7	0,00	20,02	4,10	3,99	1,77	10,8
10,00	1,10	138,6	150,2	1,39	29,5	0,00	19,99	4,10	4,21	1,92	9,9
10,00	1,20	140,3	168,4	1,55	29,3	0,00	19,95	4,10	4,41	2,06	9,1
10,00	1,30	145,3	188,9	1,72	29,1	0,00	19,92	4,10	4,63	2,20	8,4
10,00	1,40	149,8	209,8	1,87	29,0	0,00	19,90	4,10	4,80	2,34	8,0
10,00	1,50	155,0	232,4	2,02	28,9	0,00	19,88	4,10	5,17	2,49	7,7
10,00	1,60	160,1	256,2	2,17	28,8	0,00	19,86	4,10	5,44	2,63	7,4
10,00	1,70	165,3	281,0	2,33	28,7	0,00	19,84	4,10	5,70	2,77	7,1
10,00	1,80	171,0	307,7	2,49	28,6	0,00	19,82	4,10	5,97	2,92	6,9
10,00	1,90	178,2	334,7	2,65	28,5	0,00	19,81	4,10	6,23	3,06	6,6
10,00	2,00	181,4	362,7	2,81	28,5	0,00	19,79	4,10	6,49	3,21	6,4

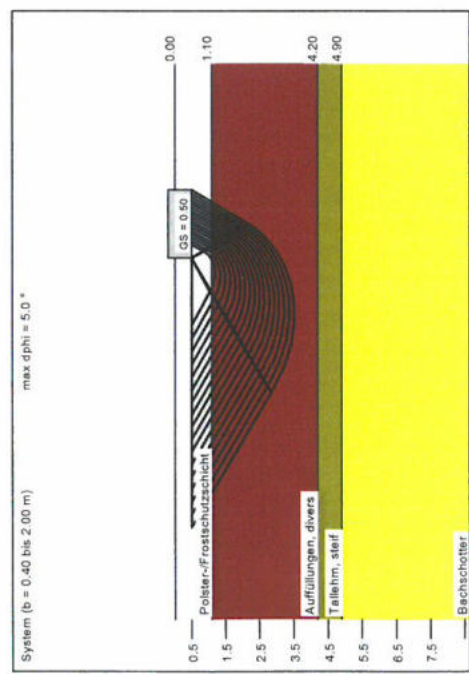
* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul₀ = $\sigma_{0,2} / (n_s \cdot \gamma_{0,0}) = \sigma_{0,2} / (1,40 \cdot 1,43) = \sigma_{0,2} / 1,99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+O) [t] = 0,50

Berechnungsgrundlagen:
 Schichtenabfolge gem. RKS 3
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10,00 m)
 $\gamma_{(G,O)} = 1,40$
 $\gamma_{(G,S)} = 1,35$
 $\gamma_{(G,U)} = 1,50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0,500
 $\gamma_{(G,O)} = 0,500 \cdot \gamma_0 + (1 - 0,500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,S)} = 1,425$
 Gründungssohle = 0,20 m
 Grundwasser = 4,60 m
 Grenztiefe mit $p = 20,0 \%$ aufnehmbarer Sohldruck
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



Nachweis des Grenzzustandes GEO-2 - Grundbruch für ein Einzelfundament in/auf mineralischer Packlage (rechn. t = 0,5 m)

Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	σ^0 [kN/m ²]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
1.10	20.5	11.0	35.0	0.0	60.0	Polster-/Frostschuttschicht
4.20	19.5	10.0	27.5	0.0	10.0	Auffüllungen, divers
4.90	19.5	9.5	27.5	3.0	9.0	Tallehm, steif
>4.90	20.0	10.0	35.0	0.0	70.0	Bachsotter



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	$\gamma/2$ [kN/m ²]	σ_{10} [kN/m ²]	t_{10} [m]	UKLS [m]	k_{10} [MN/m ²]
0.40	0.40	236.5	37.8	0.23	32.5*	0.00	20.45	10.25	1.90	1.19	101.0
0.50	0.50	228.0	56.5	0.31	31.8	0.00	20.35	10.25	2.18	1.35	71.8
0.60	0.60	216.0	77.8	0.39	31.2	0.00	20.26	10.25	2.38	1.49	54.7
0.70	0.70	210.6	103.3	0.48	30.7	0.00	20.18	10.25	2.57	1.64	43.7
0.80	0.80	207.2	132.6	0.57	30.3*	0.00	20.12	10.25	2.75	1.78	36.2
0.90	0.90	206.5	167.3	0.67	30.0*	0.00	20.07	10.25	2.94	1.93	30.7
1.00	1.00	205.3	205.3	0.77	29.7*	0.00	20.02	10.25	3.11	2.07	26.6
1.10	1.10	205.0	248.0	0.87	29.5*	0.00	19.99	10.25	3.29	2.22	23.5
1.20	1.20	204.8	294.9	0.98	29.3*	0.00	19.95	10.25	3.45	2.36	21.0
1.30	1.30	206.6	349.1	1.09	29.1*	0.00	19.92	10.25	3.63	2.50	18.9
1.40	1.40	208.1	407.9	1.21	29.0*	0.00	19.90	10.25	3.79	2.64	17.2
1.50	1.50	210.6	474.0	1.34	28.9*	0.00	19.88	10.25	3.96	2.79	15.7
1.60	1.60	213.4	546.3	1.47	28.8*	0.00	19.86	10.25	4.13	2.93	14.5
1.70	1.70	216.4	625.3	1.61	28.7*	0.00	19.84	10.25	4.30	3.07	13.4
1.80	1.80	220.0	712.9	1.76	28.6*	0.00	19.82	10.25	4.47	3.22	12.5
1.90	1.90	223.3	805.9	1.91	28.5*	0.00	19.81	10.25	4.64	3.36	11.7
2.00	2.00	226.6	906.4	2.07	28.5*	0.00	19.79	10.25	4.80	3.51	10.9

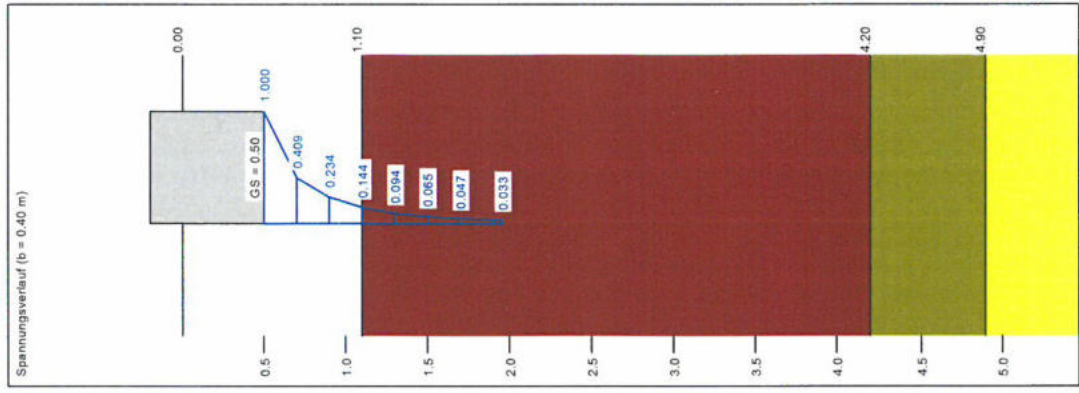
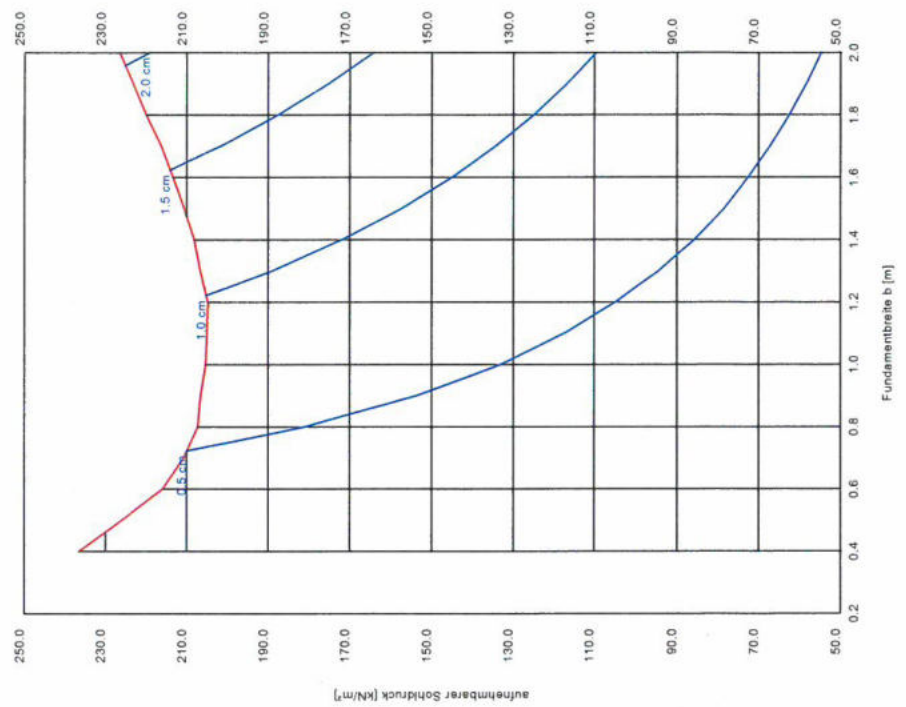
* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{10} / (m \cdot \gamma_{G,0}) = \sigma_{10} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{10} / 1.99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [] = 0.50

geotechnik west
 Ingenieurbüro Bernd Herth
 Arnoldystraße 73
 52156 Monstchau
 www.geotechnikwest.de

Container-Ersatzanlage in Eschweiler
 Grundbruch-/Setzungsberechnung

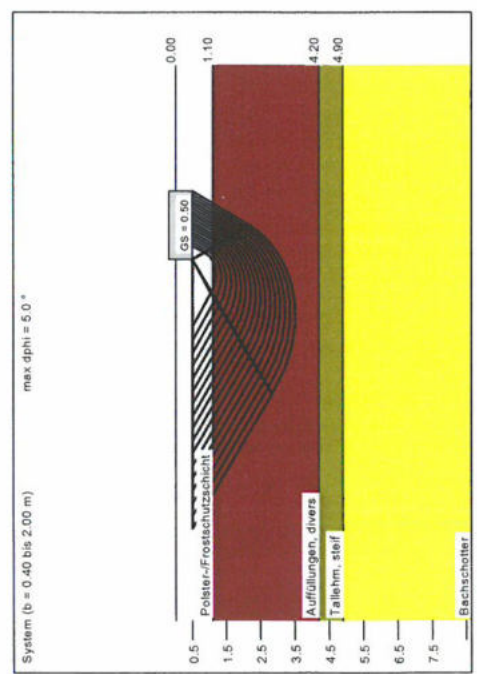
AZ: 22 09 011
 Anlage: 7.3

Berechnungsgrundlagen:
 Schichtenabfolge gem. RKS 3
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{G,0} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{G,0} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_Q$
 $\gamma_{G,0} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 4.90 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$ aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



Nachweis des Grenzzustandes GEO-2 - Grundbruch für ein Streifenfundament in/auf mineralischer Packlage (rechn. t = 0,5 m)

Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
1.10	20.5	11.0	35.0	0.0	60.0	Polster-/Frostschuttschicht
4.20	19.5	10.0	27.5	3.0	10.0	Auffüllungen, divers
4.90	19.5	9.5	27.5	3.0	9.0	Tallehm, steif
>4.90	20.0	10.0	35.0	0.0	70.0	Bachsotter



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{0,2}$ [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s
10.00	0.40	180.2	75.7	0.77	32.5*	0.00	20.45	10.25	3.35	1.19	24.7
10.00	0.50	187.2	83.6	0.95	31.8	0.00	20.35	10.25	3.64	1.35	10.7
10.00	0.60	184.2	110.5	1.12	31.2	0.00	20.26	10.25	3.89	1.49	16.5
10.00	0.70	184.3	129.0	1.30	30.7	0.00	20.18	10.25	4.14	1.64	14.2
10.00	0.80	185.2	148.2	1.49	30.3*	0.00	20.12	10.25	4.38	1.78	12.5
10.00	0.90	186.3	169.4	1.69	30.0*	0.00	20.07	10.25	4.62	1.93	11.1
10.00	1.00	190.4	190.4	1.89	29.7*	0.00	20.02	10.25	4.84	2.07	10.1
10.00	1.10	193.1	212.4	2.06	29.5*	0.00	19.99	10.25	5.10	2.22	9.4
10.00	1.20	195.6	234.8	2.22	29.3*	0.00	19.95	10.25	5.36	2.36	8.8
10.00	1.30	199.9	259.9	2.39	29.1*	0.00	19.92	10.25	5.64	2.50	8.4
10.00	1.40	203.7	285.2	2.56	29.0*	0.00	19.90	10.25	5.91	2.64	8.0
10.00	1.50	208.4	312.6	2.74	28.9*	0.00	19.88	10.25	6.18	2.79	7.6
10.00	1.60	213.2	341.1	2.92	28.8*	0.00	19.86	10.25	6.45	2.93	7.3
10.00	1.70	218.1	370.8	3.10	28.7*	0.00	19.84	10.25	6.72	3.07	7.0
10.00	1.80	223.6	402.5	3.29	28.6*	0.00	19.82	10.25	7.00	3.22	6.8
10.00	1.90	228.6	434.4	3.47	28.5*	0.00	19.81	10.25	7.28	3.36	6.6
10.00	2.00	233.7	467.3	3.65	28.5*	0.00	19.79	10.25	7.51	3.51	6.4

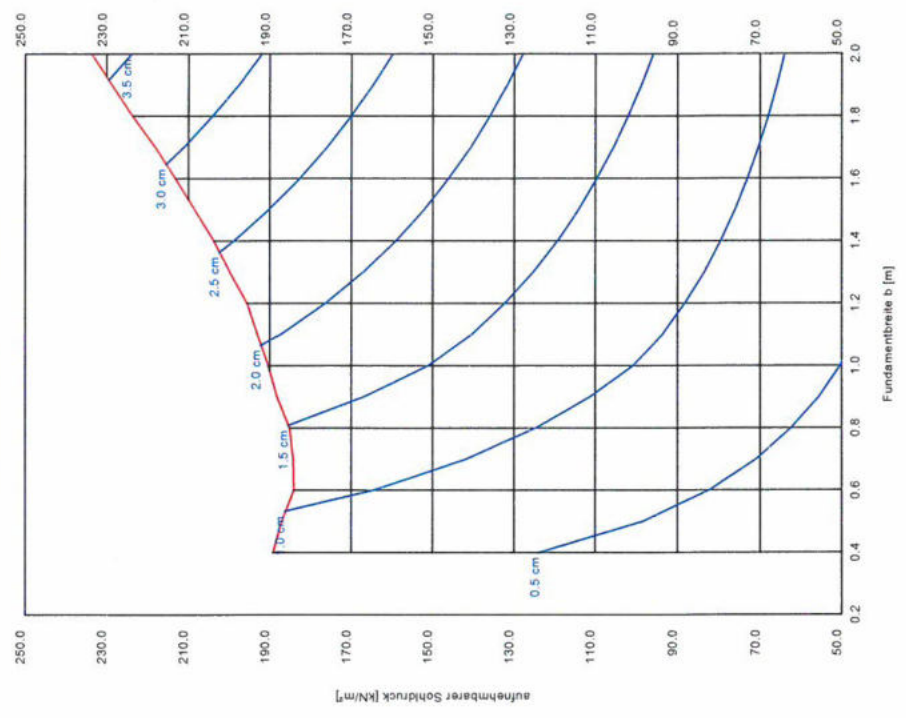
* phi wegen 5°-Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \max(\gamma_{(a)} \cdot \gamma_{(a,b)}) = \max(1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{90} / 1.99$
 Verhältnis Veränderlicher(O/Gesamtlasten(G+O)) [] = 0.50





geotechnik west
 Ingenieurbüro Bernd Huth
 Amelsystraße 73
 52156 Monschau
 www.geotechnikwest.de

Container-Ersatzanlage in Eschweiler
 Grundbruch-/Setzungsberechnung

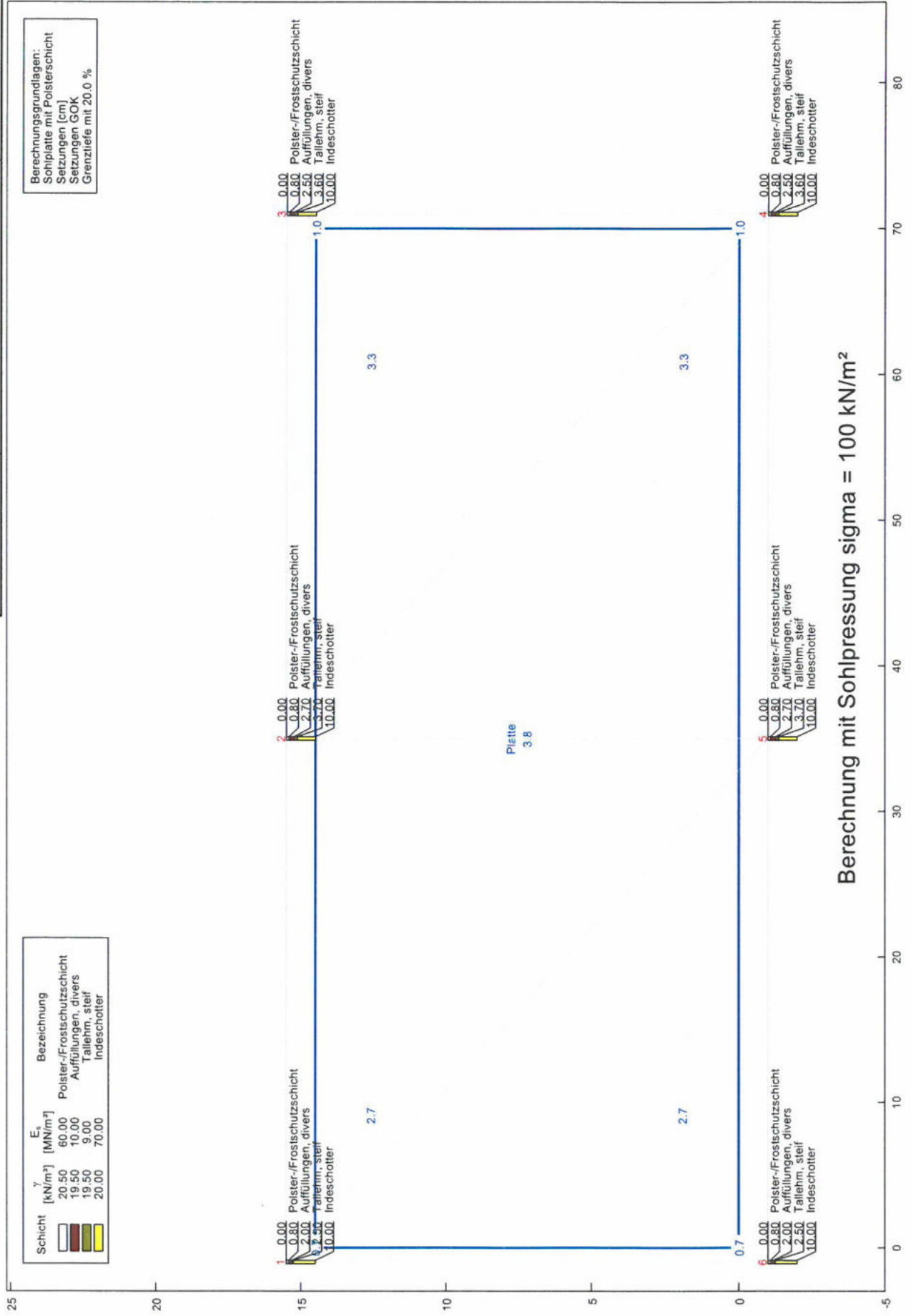
AZ: 22.09.011
 Anlage: 7.4

Berechnungsgrundlagen:
 Schichtenabfolge gem. RKS 3
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10,00 m)
 $\gamma_{(a)} = 1,40$
 $\gamma_{(a,b)} = 1,35$
 $\gamma_{(a,b)} = 1,50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0,500
 $\gamma_{(a,b)} = 0,500 \cdot \gamma_{(a)} + (1 - 0,500) \cdot \gamma_{(b)}$
 $\gamma_{(a,b)} = 1,425$
 Gründungssohle = 0,50 m
 Grundwasser = 4,90 m
 Grenztiefe mit p = 20,0 %
 aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



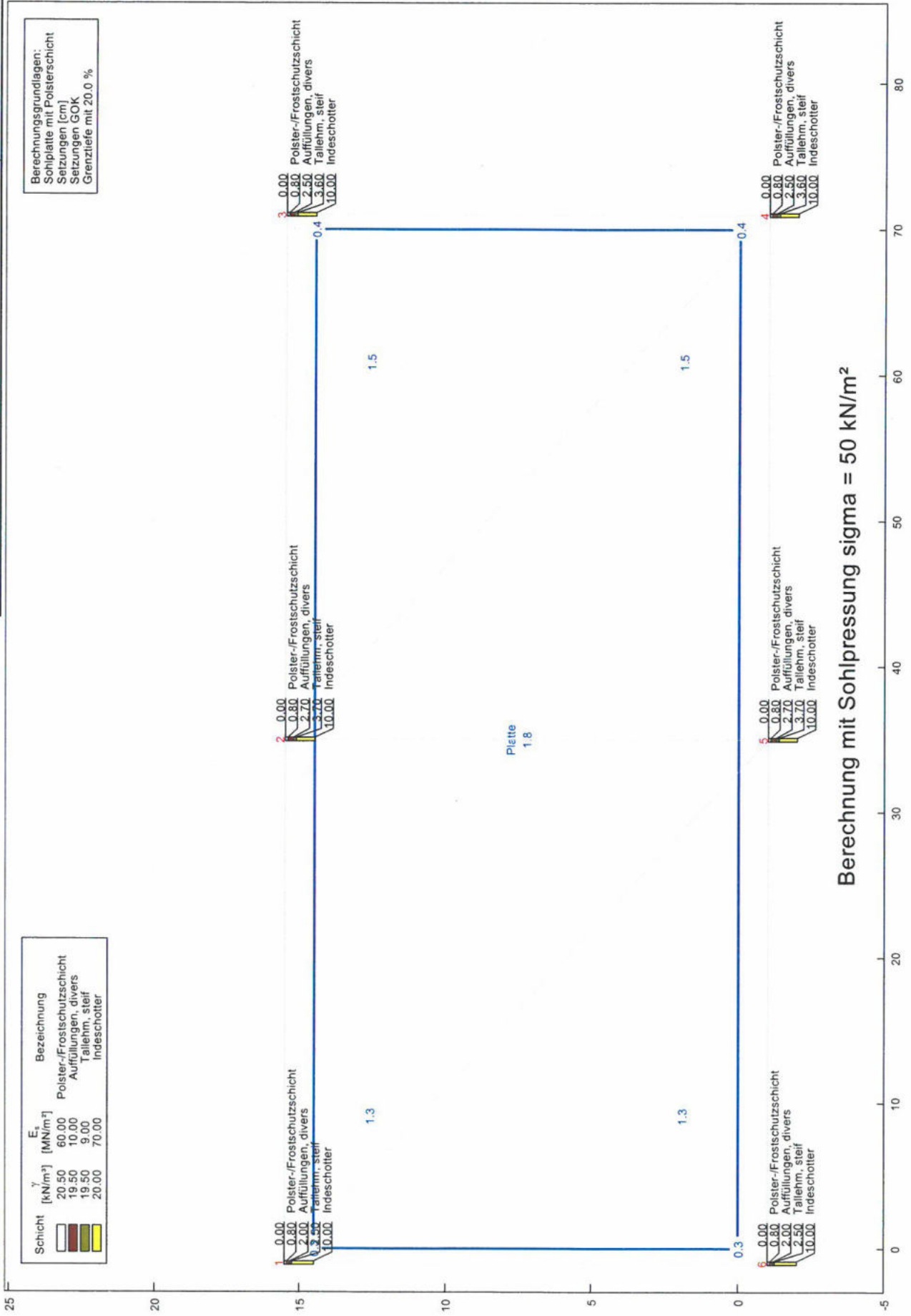
Schicht	γ [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	20.50	60.00	Polster-/Frostschuttschicht
	19.50	10.00	Auffüllungen, divers
	19.50	9.00	Tallemm, steif
	20.00	70.00	Indeschotter

Berechnungsgrundlagen:
 Sohplatte mit Polsterschicht
 Setzungen [cm]
 Setzungen GOK
 Grenztiefe mit 20.0 %



Schicht	γ [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
1	20.50	60.00	Polster-/Frostschuttschicht
2	19.50	10.00	Auffüllungen, divers
3	19.50	9.00	Tallemm, steif
4	20.00	70.00	Indeschotter

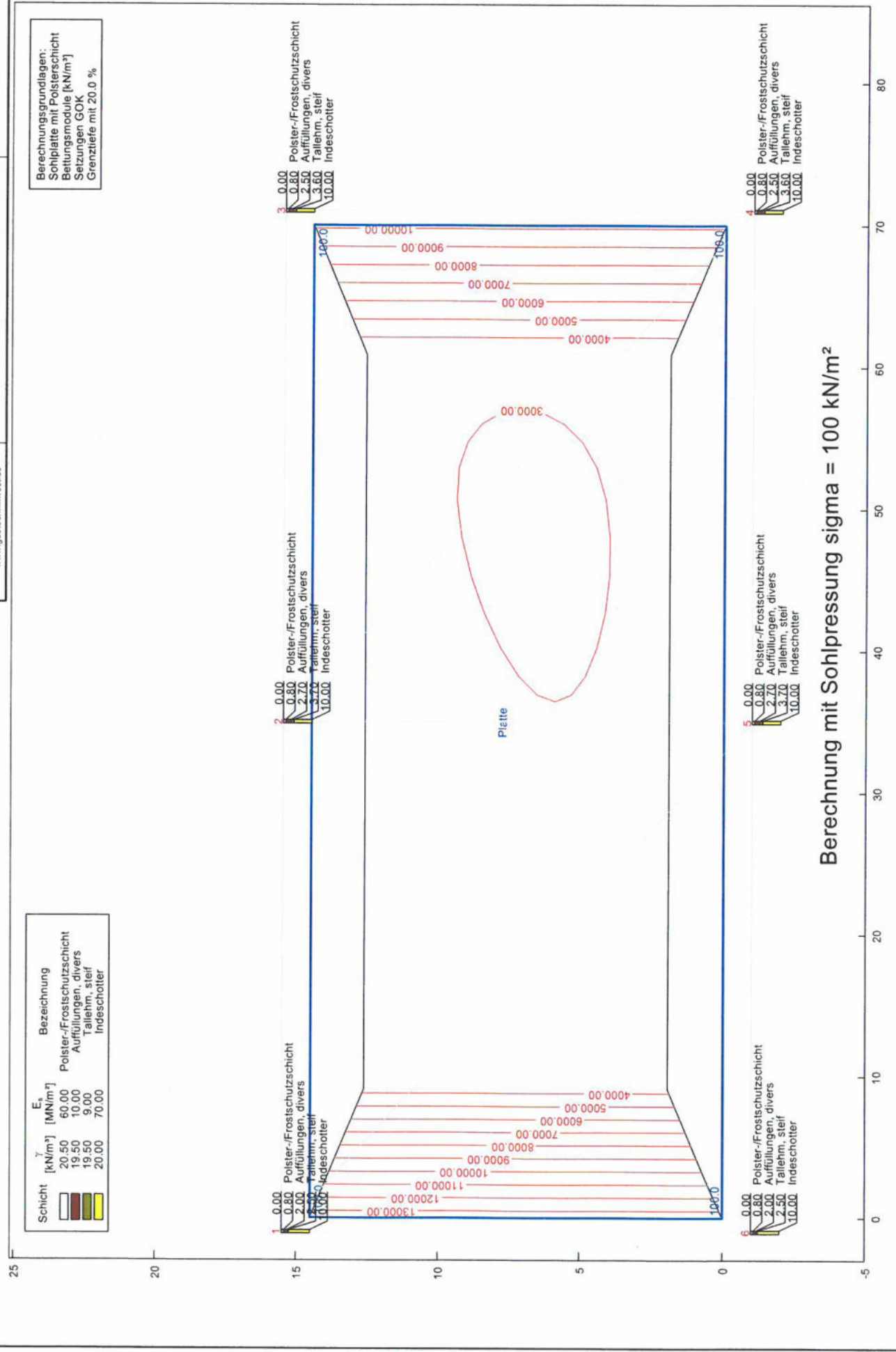
Berechnungsgrundlagen:
 Sohplatte mit Polsterschicht
 Setzungen [cm]
 Setzungen GOK
 Grenztiefe mit 20.0 %



Berechnung mit Sohlpresung $\sigma = 50 \text{ kN/m}^2$

Schicht	γ [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	20.50	60.00	Polster-/Frostschuttschicht
	19.50	10.00	Auffüllungen, divers
	19.50	9.00	Tallem, steif
	20.00	70.00	Indeschotter

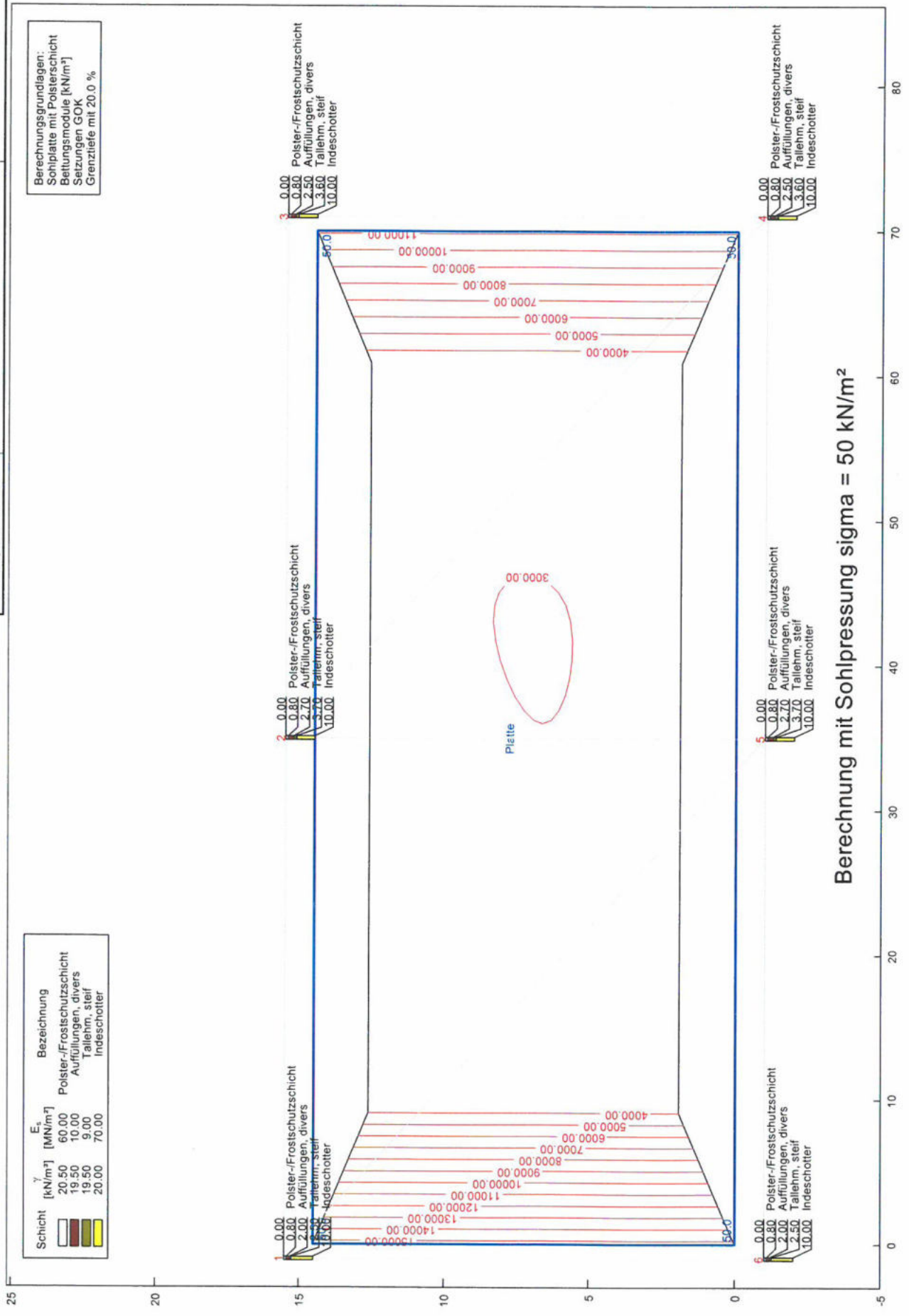
Berechnungsgrundlagen:
 Sohlplatte mit Polsterschicht
 Bettungsmodule [kN/m³]
 Setzungen GOK
 Grenztiefe mit 20.0 %



Berechnung mit Sohlpressung $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$

Schicht	γ [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	20.50	60.00	Polster-/Frostschuttschicht
	19.50	10.00	Auffüllungen, divers
	19.50	9.00	Tallemm, steif
	20.00	70.00	Indeschotter

Berechnungsgrundlagen:
 Sohlsplatte mit Polsterschicht
 Beifüllungsmodul [kN/m²]
 Setzungen GOK
 Grenztiefe mit 20.0 %



Berechnung mit Sohlspannung $\sigma = 50 \text{ kN/m}^2$