Tagebausee Hambach

Antrag auf Planfeststellung nach §68 Abs. 1 WHG

Anlage A-EBH-01

Geotechnische Stellungnahme zum Einleitbauwerk Tagebausee Hambach
31.10.2025

Ergänzung zur Geotechnischen Stellungnahme
03.08.2026



RWE Power AG
Geomonitoring
Geotechnik (POB-GT)
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geotechnische Stellungnahme

- **zu den bislang vorliegenden Ergebnissen der Baugrund-untersuchungen und**
- **den Ansätzen zu den Baugrundeigenschaften**

für die Errichtung des Einleitbauwerks im Tagebau Hambach

1. Veranlassung und Randbedingungen

Zur Befüllung des Tagebausees Hambach wird über die geplante Rheinwassertransportleitung (RWTL) Wasser aus dem Rhein bis in das sogenannte Auslaufbauwerk am Nordrand des Tagebaus transportiert. Von der Geländeoberkante am Tagebaurand soll das Wasser über ein im Bereich der Tagebaukippe zu errichtendes Einleitbauwerk bis ins Tagebautiefste geführt werden. Für die Planung des Einleitbauwerks sind Angaben zu den Baugrundeigenschaften erforderlich.

Die für das Bauvorhaben Einleitbauwerk maßgeblichen Baugrundeigenschaften resultieren aus der Lage des späteren Bauwerks im Bereich einer bis zu mehrere hundert Meter mächtigen Tagebaukippe und den daraus zu erwartenden großen und langanhaltenden Verformungen. Das generelle Verformungsverhalten der Kippe kann durch erdbautechnische Maßnahmen nicht maßgeblich verändert werden. Die Konzeption des Bauwerks war daher darauf auszulegen, eine möglichst setzungsunempfindliche und robuste Bauweise zu gewährleisten. Dies wurde durch die Planung eines Rampensystems (Einleittrasse) und zweier darauf zu errichtender Einleitstränge, bestehend aus einem Wechsel von Gerinnetreppen in den Steilstücken und Rohrleitungen in den Flachstrecken umgesetzt.

Aufgrund des derzeit noch in Betrieb befindlichen Tagebaus und der weiterhin fortschreitenden Verkippung ist eine standardmäßige Baugrunduntersuchung und -beurteilung zum aktuellen Zeitpunkt wegen fehlender Zugänglichkeit und noch zu erstellender Kippenbereiche nicht

möglich. Gleichwohl sind für die weitere Planung Angaben zur Verlegung der Rohrleitungen und möglichen Gründung der geplanten Bauwerke notwendig. In den nahezu fertiggestellten und zugänglichen Kippenbereichen wurden daher Baugrundaufschlüsse ausgeführt.

Zudem werden für die Beurteilung der Baugrundeigenschaften die infolge des langjährigen Tagebaubetriebs und dessen Dimensionierung und geotechnischer Überwachung vorliegenden Erkenntnisse zu den generellen Kippeneigenschaften und spezifischen Materialkennwerten im Tagebau Hambach herangezogen.

Für die Errichtung des Einleitbauwerks ist die Herstellung einer Einleittrasse mit einer Flacherstellung der tagebautypischen Böschungsgeometrie und bereichsweise ein Auftrag auf den Bermen erforderlich. Diese Profilierung kann nicht mittels Tagebaugroßgeräten bewerkstelligt werden, sondern muss mit Hilfsgeräten (Erdbautechnik) umgesetzt werden. Der Einbau mittels mobiler Erdbautechnik ermöglicht die Optimierung der Kippenerstellung im Bereich der Einleittrasse, indem ein oberflächennah mit Blick auf die Bodenverformungen und Tragfähigkeit verbesserter Untergrund hergestellt werden kann. Die zu erwartenden Baugrundeigenschaften der auf diese Weise noch herzustellenden oberen Kippenbereiche (Einleittrasse) werden nachfolgend ebenfalls beschrieben

In der vorliegenden Stellungnahme werden folgende Punkte bearbeitet:

- Angaben zum generellen Kippenaufbau
- Auswertung und Darstellung der Baugrunduntersuchungen
- Angaben zur Anschüttung der Rampen für die Einleittrasse
- Angabe der Bodenklassen gemäß DIN 18300-2012 und Bodengruppen nach DIN 18196
- Angabe der maßgebenden bodenmechanischen Kennwerte (Rechenwerte)
- Angabe zu hydrologischen Verhältnissen und Erdbebengefährdung
- Angaben zur Betonaggressivität der Böden
- Gründungsempfehlung für die unteren Übergabebecken

Im Zuge der fortschreitenden Planung wurden für die verschiedenen Teilbereiche des Gesamtbauwerks auf die Bauplanung abgestimmte Bezeichnungen festgelegt, die – im

Vergleich zu den aus dem bergbaulichen Betrieb resultierenden Bezeichnungen - eine detailliertere Benennung und Verortung ermöglichen. Danach werden die Rohrstrecken (R) und die Gerinnetreppen (G) in Fließrichtung aufsteigend nummeriert. Die Übergabebecken (Ü) verbinden die o. g. Bauteile miteinander [1]. Als Beispiel: Das Übergabebecken, welches auf der Kippstrosse I4 liegen wird, befindet sich nach Bauplanung im Übergang des Gerinnebeckens G5 auf die Rohrstrecke R6.

Für die Bearbeitung wurden folgende Unterlagen verwendet:

[1] Tractebel Hydroprojekt GmbH, München: Tagebausee Hambach, Entwurfsplanung, Lageplan, Maßstab: 1 : 5.000, 19.06.2025
[2] Tractebel Hydroprojekt GmbH, Skizze zur Lage und Längsschnitt ÜB(G-R) mit Bodenpressungen, E-Mail vom 10.06.2025
[3] RWE Power AG, Tgb. Hambach Regelprofilverkippung, 21.09.2017
[4] RWE Power AG, Tgb. Hambach Schnitt Einlaufbauwerk Trasse 1 mit idealisierten Verkippungsprofilen, Maßstab 1 : 2.000, 08.08.2022
[5] Technische Universität Dresden, Laborversuche an Bergkies (Horizont 16) der Einleittrasse I402 im Tagebau Hambach, 12.09.2025

2. Baugrunduntersuchungen

Die Errichtung der Übergabebecken ist auf den Kippstrossen I1 (ca. -250 m NHN) bis I6 (ca. 65 m NHN) jeweils am geplanten Rampenkopf und Rampenfuß vorgesehen. Bisher waren, aufgrund des noch laufenden Betriebs, detailliertere Baugrunderkundungen lediglich im Bereich der geplanten unteren Übergabebecken auf den Kippstrossen I5 bis I3 möglich. Dies entspricht nach der Planung den Übergabebecken von G1 nach R2, G5 nach R6 sowie G6 nach R7.

Diese Baugrunduntersuchungen wurden ursprünglich für die Standorte möglicher Wasserkraftwerke ausgelegt. Die Ergebnisse können für die Beurteilung des Baugrunds der an selber Stelle zu erstellenden Übergabebecken am Fuß der jeweiligen Rampe verwendet werden. In diesen Bereichen wurden jeweils an den Ecken eines 50 m x 50 m großen Baufeldes Doppelaufschlüsse aus Kleinrammbohrungen (KRB) und Drucksondierungen (CPT) ausgeführt.

Des Weiteren erfolgte eine Baugrunderkundung für die Verlegung der Rohrstrecke R1 vom auf gewachsenem Untergrund zu errichtenden Auslaufbauwerk bis zum ersten Übergabebecken

auf der Kippe. Hier lag der Fokus vor allem auf der Präzisierung der Lage der Abbaukante und der in der Verlegetiefe der Rohre zu erwartenden Böden.

Die Kleinrammbohrungen im Bereich der Wasserkraftwerke/Übergabebecken wurden durch die Dr. Tillmanns und Partner GmbH im Zeitraum 25. – 27.03.2024 durchgeführt. Im selben Zeitraum erfolgten Drucksondierungen durch die GTC Ground-Testing-Consulting GmbH & Co. KG. Die Nummerierung der Aufschlüsse mit z. B. 1-1 bezieht sich auf die ursprünglich geplanten Kraftwerksnummern.

Die Aufschlüsse im Bereich der I4 (G5 - R6) wurden ausgeführt, bevor in diesem Abschnitt die Rampe für die Einleittrasse mittels Erdbautechnik hergestellt wurde. Die Ansatzpunkte liegen daher unterhalb der heutigen Geländeoberkante der Rampe für die Gerinnetreppe G5.

Zur Erkundung des Kippenaufbaus im Bereich der Krafthäuser/unteren Übergabebecken wurden in einem jeweils 50 m x 50 m großen Baufeld Kleinrammbohrungen (KRB) nach DIN EN ISO 22475-1 bis max. 15 m Teufe (unter Ansatzpunkt) ausgeführt. Die Durchführung der Kleinrammbohrungen erfolgte mit einem Bohrdurchmesser 36 mm ≤ Ø ≤ 80 mm. Nach jedem Materialwechsel und Auffälligkeiten der Bodenbeschaffenheit wurden gestörte Bodenproben der Güteklasse 3 – 4 nach DIN EN ISO 22475-1 (2007) entnommen und nach DIN EN ISO 14688-1 vor Ort angesprochen.

Neben den Bohrungen wurde jeweils eine Drucksondierung (Cone Penetration Test, CPT) nach DIN EN ISO 22476-1 bis max. 20 m Tiefe ausgeführt. Am Untersuchungspunkt 2-6 wurde nur eine Drucksondierung ohne begleitende Bohrung ausgeführt.

Die Drucksondierung ist eine indirekte Aufschlussmethode, mit der Spitzendruck und Mantelreibung einer Sonde beim Eindrücken in den Baugrund gemessen werden. Mit den Ergebnissen lassen sich in gewachsenen Böden anhand vorliegender Erfahrungswerte und Korrelationen Rückschlüsse auf Lagerungsdichte oder Konsistenz sowie Bodenart ziehen. In den hier vorhandenen Kippenböden ist jedoch die Korrelation zwischen Ergebnissen und Bodenart nicht mit konventionellen Methoden, z. B. nach Robertson et al., durchzuführen, sondern ist gesondert zu betrachten.

Im Januar 2025 erfolgte, ebenfalls durch die Dr. Tillmanns und Partner GmbH, eine Erkundung des Trassenabschnittes auf der Kippstrosse I6, in dem die Rohre mit einer Überdeckung von mehreren Metern unter Gelände verlegt werden sollen. In der Planung wird der Bereich als R1 bezeichnet. Die insgesamt 9 KRB sind in Tiefen bis 15 m unter GOK abgeteuft worden. Die KRB wurden mit den Aufschlussnummern 101 – 109 bezeichnet.

Neben den Bohrungen für die Rohrstrecke R1 wurde jeweils eine Rammsondierung mit der schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 bis max. 15,0 m Tiefe durchgeführt.

Die Anlage 1 zeigt einen Übersichtslageplan der Gesamtbaumaßnahme. Die Lage der Ansatzstellen ist der Anlage 2 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den Anlagen 3 und 4 nach DIN 4023 und DIN EN ISO 22476-1 dargestellt.

3. Kippenaufbau und Herstellung der Einleittrasse

3.1 Genereller Aufbau der Kippe

Der Aufbau der Kippe mittels Tagebaugroßgeräten (Absetzer) erfolgt nach einem sogenannten Regelprofil, das heißt einem sich wiederholenden Schema. Hierfür sind die Böden im Tagebaubetrieb in 3 Gruppen eingeteilt, die als Mischböden M1, M2 nass und M2 trocken bezeichnet werden. Die Zusammensetzung der Mischböden unterliegt aufgrund der betrieblichen und technologischen Randbedingungen vergleichsweise starken Streuungen. Bei Mischboden M1 handelt es sich um einen Sand mit einem Feinkorngehalt (Korndurchmesser d < 0,063 mm) von bis zu 30 M.-%, der kiesige Anteile enthalten kann. Als Mischboden M2 werden Böden mit einem Feinkornanteil > 30 M.-% bezeichnet, dabei kann es sich um bindige Böden, d. h. Schluffe und Tone, aber auch um Sande mit größeren bindigen Anteilen (gleichmäßig oder auch unregelmäßig verteilt) handeln. Je nach Wassergehalt und Beschaffenheit des Mischboden M2 wird dieser als M2 nass oder M2 trocken bezeichnet.

Mit M1-Boden werden sogenannte Stützrippen gekippt, die als Polder das M2 nass-Material aufnehmen. Der M2 nass wird mit einer Schicht aus M2 trocken abgedeckt. Über dem M2 trocken wird eine Schicht M1 verkippt. Die folgende Abbildung 1 visualisiert den oben beschriebenen Einbau [3].

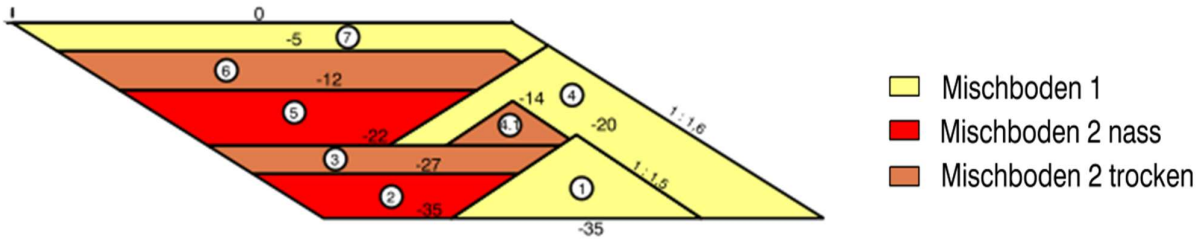


Abbildung 1: Regelprofilverkippung, Tiefschüttung [3]

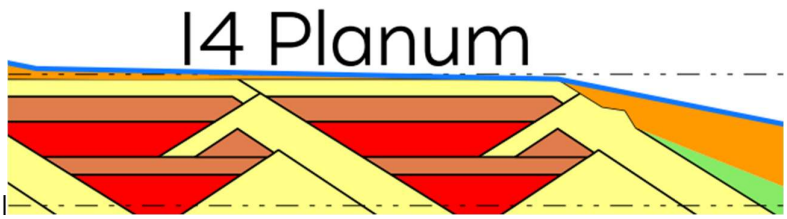


Abbildung 2: Kippenschnitt mit idealisierten Verkippungsprofilen als Beispiel auf der Kippstrosse I4 [4]

Die Verkippung im Tagebau Hambach erfolgt generell über Absetzer. Durch die Fallhöhe und den Einbau als Schüttkegel stellt sich eine überwiegend lockere Lagerung der M1-Böden ein. Dies ist durch eine Vielzahl an Untersuchungen in verschiedenen Bereichen der Kippe belegt.

3.2 Herstellung der Einleittrasse

Als Vorbereitung für die Herstellung des Einleitbauwerkes werden an den Strossen I1 bis I6 Flacherstellungen der Kippenböschungen erforderlich. Die Flacherstellung kann nicht mit Tagebaugroßgeräten erfolgen, sondern muss mit mobiler Erdbautechnik umgesetzt werden. Dies ermöglicht einen lagenweise verdichteten Einbau von ausgewähltem Material, wobei die Anforderungen des Tagebaubetriebs, insbesondere hinsichtlich der Geschwindigkeit der Herstellung der Anschüttungen, zu berücksichtigen sind. Dem Ziel einer möglichst gleichmäßigen und hohen Verdichtung des Einbaumaterials steht entgegen, dass die im Tagebaumaßstab sehr kleinteiligen Erdbaumaßnahmen für die Trasse den bergbaulichen Gewinnungs- und Verkippungsbetrieb nicht zu stark einschränken dürfen.

3.2.1 Materialanforderungen

Zur Gewährleistung einer möglichst engen Bandbreite an Materialeigenschaften und zur Sicherstellung der erdbautechnischen Eignung hinsichtlich Verdichtbarkeit, Tragfähigkeit,

Scherfestigkeit usw. ist für die Herstellung der Trasse und Rampen der Einsatz von Material aus dem geologischen Horizont 16 des Tagebaus Hambach vorgesehen. Hierbei handelt es sich um quartäres, kiesig-sandiges Material, das überwiegend gut verdichtungsfähig und raumstabil ist. Im Tagebaubetrieb wird dieses Material als Bergkies bezeichnet.

Aus den in der geomechanischen Datenbank GEODAT der RWE Power vorliegenden Daten können die nachfolgenden Bandbreiten der Kornverteilung für Material aus dem Horizont 16 angegeben werden.

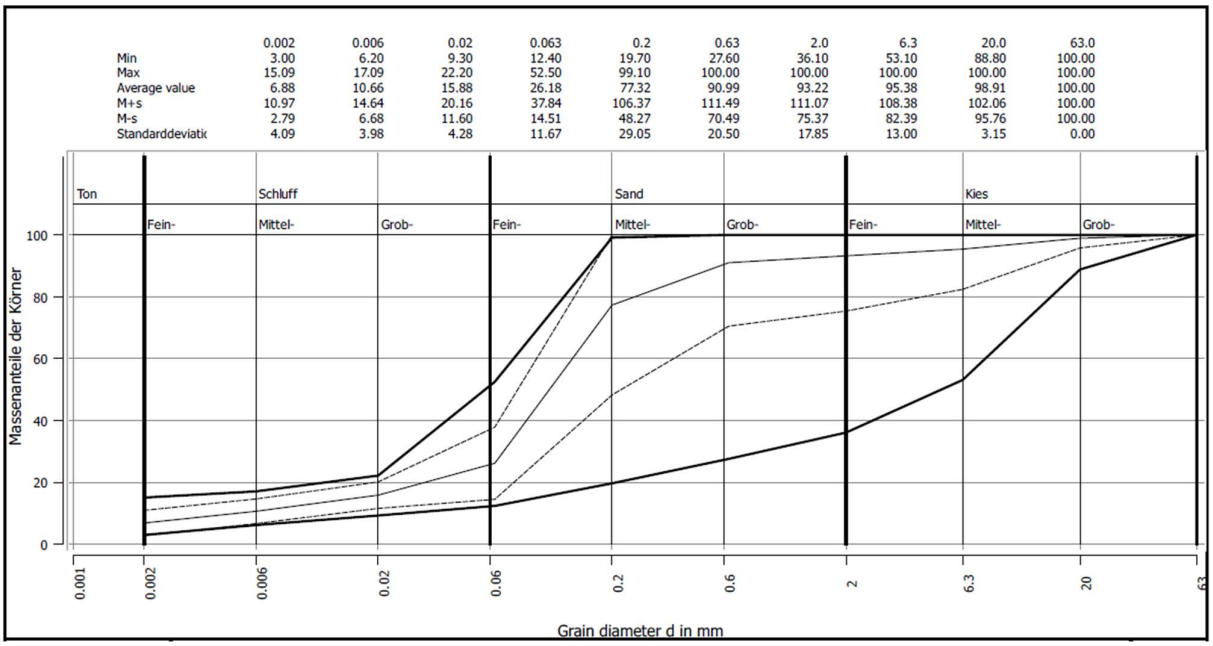


Abbildung 3: Körnungsband Horizont 16, Typ 4 (n = 13)

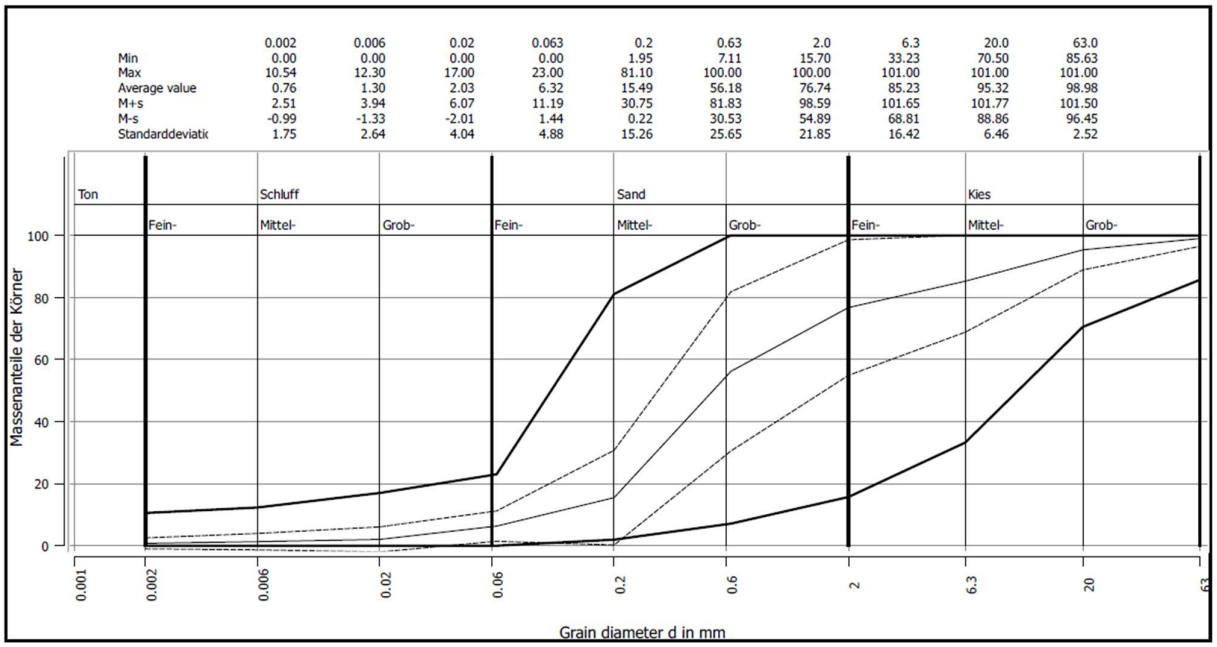


Abbildung 4: Körnungsband Horizont 16, Typ 5 (n = 145)

Zur Gewährleistung eines möglichst geringen Feinkornanteils (Korndurchmesser d < 0,063 mm) und einer gut abgestuften Körnungslinie mit ausreichend Kieskorn soll vorzugsweise Material des Typ 5 (interne Klassifikation, Abbildung 4) verwendet werden. Es besteht daher für die Gewinnung des Materials mit dem Großgerät im Einsatzplan die Vorgabe, schluffige Bereiche und Schluff-Wechsellagen auszuhalten und den Anteil an Kieskorn (> 2 mm) möglichst hoch zu gestalten.

3.2.2 Eignungsprüfungen und Probeverdichtung

Für einen möglichst zügigen Einbau der Massen im Bereich der Einleittrasse ist eine große Lagenstärke der einzubauenden und zu verdichtenden Materialien wünschenswert. Gleichzeitig kann mit Geräten zur Oberflächenverdichtung jeweils nur eine gewisse Tiefenwirkung der Verdichtungsarbeit erreicht werden. Für einen für den laufenden Tagebaubetrieb akzeptablen Einbaufortschritt wurde eine Walze vom Typ BOMAG BW 226 DI-5 (Polygonwalze) eingesetzt, die eine vergleichsweise große Tiefenwirkung erzielen kann.

In den Probeverdichtungen im Zuge der Herstellung der Flacherstellung an der I4 („Rampe I4“), d.im Bereich der Gerinnetreppe G5 wurde getestet, welcher Verdichtungserfolg bei einem

Einbau in Lagen von ca. 2 m Mächtigkeit erreicht werden kann. Die Arbeiten wurden von der Abteilung Geotechnik durch die Ausführung bodenmechanischer Untersuchungen begleitet, so dass eine Datengrundlage geschaffen wurde, anhand derer die Einbauqualität von ausgewähltem Horizont 16-Material angegeben werden kann.

Für die in den einzelnen Einbaulagen eingebauten Materialien wurden Kornverteilungskurven nach DIN EN ISO 17892-4/5.2 ermittelt und Proctorversuche nach DIN 18127:2012-09 ausgeführt. In situ erfolgte die Durchführung von Dichtebestimmungen nach DIN 18125-2 mittels Densitometer und Versuchen mit dem leichten Fallgewichtsgerät nach TP BF-StB Teil B 8.3. Zusätzlich wurden über mehrere Lagen Sondierungen mit der leichten (DPL) und schweren (DPH) Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 ausgeführt. Die Ergebnisse der geotechnischen Begleitung der Arbeiten an der Rampe I4 sind in der Anlage 5 zusammengefasst.

Mit der gewählten Einbaumethode wurde auf den Verdichtungsebenen der Rampe I4 ein Verdichtungsgrad von im Mittel D_{Pr} = 98 % erreicht (min. D_{Pr} = 78 %, max. D_{Pr} = 104 %). Anhand der Ergebnisse der ausgeführten Rammsondierungen kann eine signifikante Tiefenwirkung der eingesetzten Walze nachgewiesen werden, so dass auch bei einer – gegenüber konventionellem Erdbau - vergleichsweise großen Lagenstärke von 2,0 m eine mindestens mitteldichte Lagerung erreicht werden kann.

An dem im Bereich der I4 eingebauten Material aus dem Horizont 16 wurden im geotechnischen Labor der TU Dresden zudem Versuche zur laborativen Ermittlung der Scherfestigkeit ausgeführt [5]. Wegen der Körnung des Materials war hierfür die Durchführung von Großrahmenscherversuchen erforderlich. Anhand der Versuchsergebnisse kann für das verdichtete Material ein Reibungswinkel im Peakzustand von 37,6° bei einer Kohäsion von 15 kPa und im kritischen Zustand von 34,0° bei einer Kohäsion von 6,4 kPa angegeben werden (Anlage 6).

Mit diesen Untersuchungen konnte die generelle Eignung des ausgewählten Materials aus dem Horizont 16 für die geplante Baumaßnahme nachgewiesen werden. Die gewählte Einbaumethode führt in den auf diese Weise hergestellten Bereichen zu einer ausreichenden Qualität des oberen Kippenbereichs, der damit geeignet ist, das zu errichtende Einleitbauwerk

aufzunehmen und die im Zuge der Baumaßnahme erforderlichen Erdbaumaßnahmen auszuführen.

4. Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen

Böden und Schichtungen

Die folgende Schichtenbeschreibung bezieht sich auf die bisher erkundeten Flächen. Da die Rohrstrecke R1 für das Gesamtbauwerk eine Ausnahme bildet, werden die in diesem Bereich erkundeten Schichten separat beschrieben. Infolgedessen beginnt die nachfolgende Bodenbeschreibung nicht mit den aufgefüllten Böden.

Rohrstrecke R1

Die Rohrstrecke R1 wird in Tiefen von ca. 5 – 6 m unter zukünftiger Geländeoberkante liegen und beginnt am Auslaufbauwerk. Von hier werden die Rohre bis zum Erreichen des Kippenrandes, ca. 130 m vom Auslaufbauwerk entfernt, innerhalb gewachsener Böden (**Terrassenablagerungen**) verlegt werden. Im Hangenden der Terrassensedimente wurden unterschiedliche **Auffüllungen** erkundet, die offenbar zur besseren Befahrbarkeit im Bereich der zukünftigen Trasse eingebaut wurden und den natürlich anstehenden Löss ersetzen. Mit Erreichen des Kippenrandes, ca. bei Stat. 0+130 gemäß Planung Tractebel, liegt bis in Tiefen von mindestens 15 m (max. Aufschlusstiefe) **M1-Boden** vor.

Die im Bereich der Einleittrasse erkundeten grobkörnigen, quartären Terrassenablagerungen bestehen aus mittelsandigem, schwach kiesigem Grobsand und grobsandigem Kies.

Für die gewachsenen grobkörnigen Böden lassen die Schlagzahlen der schweren Rammsonde von $15 \leq N_{10} \leq 20$ auf eine mitteldichte Lagerung schließen.

Die Terrassenablagerungen sind gemäß geologischer Bezeichnung nach SCHNEIDER & THIELE dem Quartärhorizont 16 zuzuordnen.

Die oben beschriebenen Auffüllungen, die bis ca. 130 m vom Auslaufbauwerk in Richtung Tagebau anstehen, wurden mit der schweren Rammsondierung mit Schlagzahlen von $5 \leq N_{10} \leq 50$ durchrammt, was auf eine lockere bis sehr dichte Lagerung schließen lässt. Mit Erreichen des Kippenrandes und in Richtung Tagebau fallen die Schlagzahlen im M1-Boden auf $1 \leq N_{10} \leq 5$ ab und belegen damit eine lockere Lagerung.

In der Baugrunderkundung für die Rohrstrecke R1 wurde außer in KRB 108 im Bereich des zukünftigen Übergabebeckens kein M2-Boden angetroffen. In KRB 108 wurde in einer Tiefe von 2 – 3 m unter Ansatzpunkt (ca. 65,5 mNHN) Mischboden M2 in Form von sandigem Schluff in weicher Konsistenz erbohrt.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierung (DPH 108) von $0 \leq N_{10} \leq 1$ korrelieren mit der angesprochenen weichen Konsistenz.

Übergabebecken

Mischboden 1 (M1)

Ab Bohransatzpunkt (Geländeoberkante zum Erkundungszeitpunkt) im Bereich der zukünftigen Übergabebecken wurde in jeder Bohrung M1-Boden angetroffen. Dieser besteht aus weitgestuftem Sand mit unterschiedlichen Kiesanteilen, welche von schwach bis stark kiesig reichen. Vereinzelt treten auch feinkörnige Beimengungen in Form von Schluff und Ton auf. Die Mächtigkeit der M1-Schicht variiert zwischen 6 – 13 m. Die geringsten Mächtigkeiten wurden in den Bohrungen 1-1 und 2-2 angetroffen.

Die Drucksondierungen zeigen Spitzendrücke, die zwischen 3 – 6 MN/m² liegen und auf eine durchgängig lockere Lagerung des M1-Bodens schließen lassen. Ab Ansatzpunkt/Geländeoberkante bis in Tiefen von rd. 2 m werden teilweise auch größere Spitzendrücke von 5 – 20 MN/m² erreicht, die in diesem Bereich lockere bis mitteldichte Lagerung ist auf die oberflächennahe Verdichtung infolge von Überfahrten durch den Absetzer und Tagebaufahrzeuge zurückzuführen.

Anhand der Bohrergebnisse kann festgestellt werden, dass der überwiegend gemessene Reibungsindex von 1 – 2 % für den erkundeten schluffigen Sand an dieser Stelle mit den gängigen Korrelationen für gewachsene Böden übereinstimmt.

Mischboden 2 (M2)

Eine Unterscheidung der in Abschnitt 3 erwähnten M2-Boden-Varianten (trocken, nass) ist mit den hier verwendeten Untersuchungsmethoden nicht möglich, weshalb im Weiteren nur die allgemeine Bezeichnung M2-Boden verwendet wird.

Außer im Aufschluss 1-4, in dem nur M1-Böden anstanden, wurden in allen Aufschlüssen unterhalb der M1-Böden durch die KRB die bindigen M2-Böden erbohrt. In den Bohrungen 1-1, 1-6, 2-1, 2-2 wurden diese mit Mächtigkeiten von max. 7,0 m angetroffen. In den anderen Bohrungen liegen die M2-Böden bis zur Bohrendteufe von max. 15 m vor. Aus bodenmechanischer Sicht handelt es sich um schwach schluffigen bis schluffigen Ton sowie tonigen Schluff. Lagenweise sind geringmächtige Schichten von Kohle eingeschaltet. Entsprechend den Ergebnissen der Kleinrammbohrungen weisen die bindigen Böden eine überwiegend steife Konsistenz auf.

Bei Sondierung des M2-Bodens verringern sich die Spitzendruckwerte der Drucksondierung auf 1 – 2,5 MN/m² und korrelieren somit nur in Teilen mit der in der Bodenansprache ermittelten Konsistenz. Die Werte für das Reibungsverhältnis liegen bei 4-6 % und geben einen Hinweis darauf, dass es sich um feinkörnige Böden wie Ton und Schluff handelt, was größtenteils zur Bodenansprache der direkten Aufschlüsse passt.

5. Grundwasser, Erdbeben

Bis zur max. Aufschlusstiefe von 15 m unter Ansatzhöhe konnte in keiner Erkundungskampagne Grund- oder Schichtenwasser festgestellt werden. Das Bauvorhaben befindet sich innerhalb des Tagebaus bzw. des näheren Umfelds und liegt im Bereich der Grundwasserabsenkung. Auf M2-Horizonten kann es infolge von Niederschlägen zur lokalen Ansammlung von Schichtenwasser kommen. Das Grundwasser wird im Zuge der Befüllung des Tagebausees

mit dem zukünftigen Seewasserspiegel ansteigen. Die Abschnitte R1 und G1 liegen oberhalb des bei 65 m NHN geplanten Zielwasserspiegels.

Das Bauvorhaben "Einleitbauwerk" befindet sich nach DIN 4149 (bauaufsichtlich gültiges Regelwerk) in der Erdbebenzone 3. Zudem ist die Untergrundklasse S anzusetzen. Im Bereich verdichteter Böden kann die Baugrundklasse C angesetzt werden. Die Überprüfung, inwiefern dies auch für die unverdichteten Kippenmaterialien gilt, steht derzeit noch aus. Die im Tagebau ausgeführten seismischen Messungen werden aktuell noch ausgewertet.

Anerkannter Stand der Technik ist jedoch die DIN EN 1998-1/NA:2023-11. Hiernach wird keine Erdbebenzone angegeben, allerdings gelten dieselben Untergrund- und Baugrundklassen wie nach DIN 4149. Des Weiteren kann gemäß dieser Norm für die Mitte des Projektgebiets mit einer Referenz-Wiederkehrperiode von 475 Jahren eine spektrale Antwortbeschleunigung von ca. $S_{ap,R} \leq 2{,}5$ m/s² angegeben werden. Die Spitzenbodenbeschleunigung PGA liegt für die gleiche Referenz-Wiederkehrperiode bei ca. PGA ≤ 1,0 m/s².

6. Bodengruppen, Bodenklassen, Frostempfindlichkeit

Den im Bereich der Untersuchungsansatzstellen anstehenden Böden lassen sich die in Tab. 1 aufgelisteten Bodengruppen nach DIN 18196 und die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 zuordnen. Ferner werden die einzelnen Bodenschichten nach ihrer Frostempfindlichkeit gemäß ZTVE-StB 17 beurteilt. In die Tabelle wird auch das mögliche Bodenaustauschmaterial aus dem Horizont 16 aufgenommen, vgl. Abschnitt 3.

Tab. 1 Bodengruppen, Bodenklassen und Frostempfindlichkeit der Kippenböden und des Horizont 16-Materials

Schicht	**Bodengruppe DIN 18196**	**Bodenklasse DIN 18300 (2012-09)**	**Frostempfindlich-keitsklasse ZTVE-StB 17**
M1	A [SW, SE, SI, SU/ST, SU*/ST*]	3, 4, 5	F1 – F3
M2	A [SU*, ST*, UL, UM, TL, TM, TA]	2, 4	F3
Quartär (Terrassen-sedimente)	GW, GI, SW, SI	3	F1
Horizont 16	A [SW, SI, SU]	3	F1-F2

7. Bodenmechanische Kennwerte

Die bodenmechanischen Kennwerte werden auf Grundlage von Literatur- und Erfahrungswerten angegeben und können der Tab. 2 entnommen werden.

Tab. 2 Abgeschätzte Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen

Bodenart	**M1**	**M2**	**Quartär (Terrassensedimente)**	**Horizont 16, verdichtet**
Wichte γ (kN/m³)	18 – 19	16 – 20	18 – 20	19 – 21
Reibungswinkel φ‘ (°)	30 – 32,5	25 – 27,5	30 – 35	32,5 – 37,5*)
Durchlässigkeit k_f (m/s)	10^{-4} – 10^{-7}	10^{-6} – 10^{-9}	10^{-2} – 10^{-6}	10^{-3} – 10^{-5}
Kohäsion c‘ (kN/m²)	0	5 – 10	0	0 *)
Steifemodul E_S (MN/m²)	5 – 20	2 – 8	50 – 80	40 – 80

*) Angabe gestützt durch Versuchsergebnisse

8. Allgemeine Gründungsempfehlung

Die Kippe ist langanhaltenden großflächigen Setzungen unterworfen. Die aus dem Kippenuntergrund und der Kippe resultierenden groß- und kleinräumigen Setzungen sowie die durch den Kippenwasseranstieg zu erwartenden Hebungen werden in einem separaten Bericht beschrieben.

Darüber hinaus sind durch die zu errichtenden Bauwerke lastinduzierte Setzungen zu erwarten. Die nachfolgend angegebenen Größenordnungen der baulastinduzierten Setzungen berücksichtigen nur die aus Erfahrungs- und Literaturwerten abgeleiteten Bodensteifigkeiten und geben einen ersten Anhaltspunkt über die infolge der Bauwerkslasten verursachten Setzungen. Diese Setzungen werden überwiegend schon während der Bauzeit und oder nach erster Befüllung der Becken abgeschlossen sein.

Rohrstrecke R1

Die Rohrstrecke R1 wird aufgrund betrieblicher Belange unter Gelände verlegt. Die Rohre sind gemäß Rohrstatik zu betten. Hierfür sind die in Abschnitt 7 angegebenen bodenmechanischen Kennwerte zu berücksichtigen.

Im Übergangsbereich zwischen gewachsenem Gelände und Kippe wird die Leitung voraussichtlich unterschiedliche Setzungen auf kleinem Raum erfahren. Dieser Bereich wird aktuell mittels eines FE-Modells (Finite Elemente) untersucht, um die Notwendigkeit von gesonderten Gründungsmaßnahmen zu prüfen. Nach Vorliegen der Ergebnisse können sich eventuell gesonderte Empfehlungen zur Bettung der Rohrstrecke ergeben, wie z. B. eine tiefgründige Bodenverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen im Übergangsbereich.

Gründung der Übergabebecken

Nachfolgend wird die Gründung der unterhalb der geplanten Gerinnestufen angeordneten unteren Übergabebecken betrachtet. Exemplarisch wurden für das Übergabebecken G5-R6 die lastinduzierten Setzungen prognostiziert. Die Gerinnetreppen sowie die oberen Auslaufbecken liegen größtenteils auf den noch aufzubringenden Rampen und werden thematisch vom Planungsbüro Tractebel behandelt.

Aufgrund der aus der Kippe resultierenden Setzungen empfehlen wir, die Bauwerkslasten möglichst flächig zu verteilen und ein System der „schwimmenden Gründung“ auf einem eigens hergestellten und räumlich begrenzten Raum zu erstellen. Dieser kann sich dann mit der Kippe setzen, ist jedoch robust gegen kleinräumige Differenzsetzungen. Von punktuellen Lasteinleitungen wie dem Einsatz von Pfählen oder Ankern sollte abgesehen werden, da der Baugrund, wie aus den Erkundungsergebnissen ersichtlich, heterogen ist und in der Tiefe keinem eindeutig vorhersehbaren Muster folgt. Infolge der überwiegend lockeren Lagerung des Kippenmaterials, das großräumig erfahrungsgemäß eine bezogene Lagerungsdichte von max. $I_D \approx 0{,}3$ aufweist, ist der Lastabtrag von Pfählen, Ankern etc. über Spitzendruck und Mantelreibung in der Regel kaum möglich.

Gemäß vorliegender Grundrissskizze sollen die Übergabebecken Abmessungen von rd. 21,0 m x 6,0 m erhalten. Die Gründung ist auf einer Bodenplatte mit 0,5 m Mächtigkeit geplant

[2]. Die Einbindetiefen der unterschiedlichen Übergabebecken variieren im Bereich der noch herzustellenden Tagebauböschungen sowie der darauf geplanten Rampen für die Einleittrasse. Oberhalb des am Rampenfuß liegenden Übergabebeckens schließt in Richtung Rampenkopf das angrenzende Gerinnebecken an, die Einbindetiefe ist demnach mit ca. 7 - 8 m geplant. In Richtung Tagebautiefstes variieren die Einbindetiefe zwischen 2 – 3 m unter GOK [1].

Das Übergabebecken G-R weist gemäß Planung im **nicht** gefüllten Zustand eine Bodenpressung von 44 kN/m² und im **gefüllten** Zustand von 92 kN/m² auf.

Gründungsempfehlung Übergabebecken G5-R6

Das exemplarisch betrachtete Übergabebecken G5–R6 auf der I4-Hoch soll in einer Höhe von ca. -40 m NHN gegründet werden. In dieser Höhe wird die Gründungssohle innerhalb der lockeren Schicht aus M1-Boden liegen. Diese ist nur bedingt zur Gründung geeignet, da bei den genannten Bodenpressungen mit großen Setzungen zu rechnen ist. Außerdem sind Gründungsarbeiten auf diesem Material durch die eingeschränkte Befahrbarkeit kaum zu realisieren. Die Mächtigkeit der Schicht M1 variiert stark und beträgt im ungünstigsten Fall 6,0 m unterhalb der geplanten Gründung (2-2). Im günstigsten Fall kann die Schichtmächtigkeit auch 11 m betragen. Überschlägige Berechnungen ergaben Setzungen der Becken bei Einbau eines konstruktiven Bodenpolsters von 0,5 m im **nicht** gefüllten Zustand von 2,5 – 3 cm und im **gefüllten** Zustand von 5 – 6 cm.

Der Übergangsbereich zur Rohrstrecke ist besonders empfindlich im Hinblick auf Differenzsetzungen. Hier wurde von der Planung angestrebt, dass die Setzungen unter 5 cm liegen sollten. Gleichzeitig soll der Einbau einer Schleppplatte das Rohr vor abscherenden Verformungen schützen.

Mit diesen Vorgaben wurden überschlägige Setzungsberechnungen durchgeführt mit dem Ziel, eine Bodenpolsterstärke zu ermitteln, damit das o. g. Kriterium erfüllt werden kann. Daraus ergibt sich eine Mächtigkeit der Bodenpolsterschicht von 1,5 m, die zu einer Reduzierung der Setzungen im **nicht** gefüllten Zustand von 2 – 3 cm und im **gefüllten** Zustand von 4 – 5 cm führt.

Das Bodenpolster kann mit dem oben beschriebenen Horizont 16-Material erstellt werden. Dabei ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° einzuhalten. Dies bedeutet einen Überstand des

Polsters von mind. 1,5 m. Der Aufbau hat lagenweise und verdichtet zu erfolgen, so dass mind. ein Verdichtungsgrad von 98 % erreicht wird. Da das Horizont 16-Material nicht generell frostsicher ist, empfehlen wir, die oberen 60 cm mit frostsicherem Kies aufzubauen. Hierzu eignen sich abgestufte Korngemische wie z. B. 0/32 oder 0/54. Alternativ ist die Frostsicherheit des verwendeten Horizont 16-Materials nachzuweisen.

Die prognostizierten lastbedingten Setzungen bei Ausführung des Bodenpolsters sind nach aktuellem Planungsstand verträglich für die vorgesehene Konstruktion. Sollte im Laufe der fortschreitenden Planung eine weitere Reduzierung der lastbedingten Setzungen notwendig werden, kann dies durch die Ausführung einer Rüttelstopfverdichtung (RSV) im Bereich der Gründung erreicht werden. Hierfür werden Säulen aus Schotter tief in den Baugrund eingebracht und über ein ca. 2 m mächtiges Bodenpolster in der Kopfzone miteinander verbunden. Je nach Säulendurchmesser, Tiefe und Raster ist eine deutliche Reduzierung der Setzungen möglich, die ungefähr zu einer Halbierung der oben genannten baulastbedingten Setzungen führen kann.

9. Betonaggressivität der Böden

Nach DIN 4030-1 ist zur Beurteilung der Betonaggressivität des Baugrundes im Allgemeinen nur die Entnahme und Untersuchung von Wasserproben notwendig. Nach DIN 4030-2 müssen Bodenproben nur entnommen und untersucht werden, wenn mit einer ständigen oder häufigen Durchfeuchtung zu rechnen ist. Vorsorglich wurde dennoch der Boden auf Betonaggressivität untersucht.

Für die Planung der Betonexpositionsklassen wurde die Betonaggressivität der Böden nach DIN 4030 untersucht. Da es sich um ein großes Untersuchungsgebiet handelt und die Böden, bedingt durch Gewinnung und Verkippung, durchmischt sind, wurden anhand der für die Lagerstätte Hambach vorliegenden Daten für die Disulfidgehalte (Pyritschwefel) der verschiedenen geologischen Horizonte unter Berücksichtigung der Massenanteile dieser Böden in der Kippe die zu beprobenden Horizonte für eine Untersuchung nach DIN 4030-1 ausgewählt. Durch den Pyritschwefel kann sich bei Lösung mit Wasser Sulfat bilden, welches als Einstufungsparameter in der DIN 4030-1 herangezogen wird. Die höheren Pyritschwefelgehalte treten in bindigen Schichten auf, also vorzugsweise in den M2-Böden.

Entsprechend dieses Ansatzes wurden Proben der Bodenhorizonte 7A, 8, 10, 13B und 16 nach DIN 4030-1 untersucht. Nach der Tabelle 4 der DIN 4030-1 sind alle untersuchten Böden als <XA1 einzustufen. In den Proben der Horizonte 10 und 13B wurde ein Sulfidgehalt von >100 mg/kg und <1.000 mg/kg ermittelt. Nach Abschnitt 6.3.3 der DIN 4030-1 ist für diese Böden eine gesonderte Beurteilung vorzunehmen.

Für die Betonteile des Einleitbauwerks wird die Analyse des Horizont 16-Materials als maßgeblich betrachtet, da davon auszugehen ist, dass dieses Material aufgrund der Verdichtbarkeit als Auflagerfläche und zur Hinterfüllung zum Einsatz kommen wird. Die Wahrscheinlichkeit eines chemischen Angriffs durch die erhöhten Sulfidgehalte der Materialien aus den Horizonten 10 und 13B wird wegen deren Massenanteil an der Gesamtkippe und der oft bindigen Ausprägung als gering eingeschätzt.

10. Weitere Hinweise

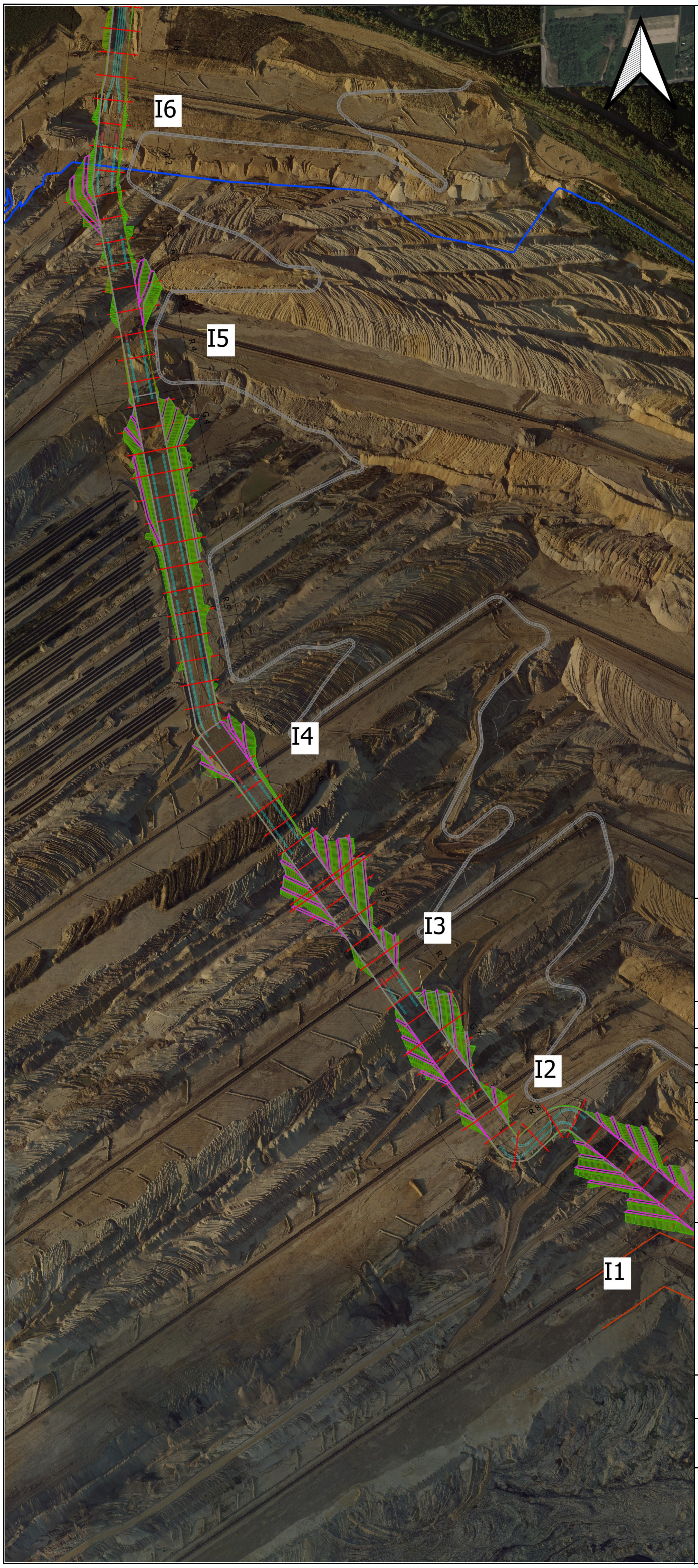
Die angegebenen Größenordnungen für die lastbedingten Setzungen überschreiten die für den Hochbau üblichen Setzungen und können nur durch zeit- und kostenaufwändige Verfahren reduziert werden. Der Aufwand sollte auf eine Vereinheitlichung des Baugrundes abzielen, um bauwerksschädliche Setzungsdifferenzen zu verringern. Neben den aus der Kippe resultierenden großräumigen Setzungen werden durch die Bauwerke lastbedingte Setzungen auftreten, für die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit werden die Setzungsdifferenzen zwischen den Bauteilen und deren Verträglichkeit entscheidend sein.

Die bisherigen Erkundungen wurden anhand eines 50 m x 50 m großen Rasters durchgeführt. Wenn der Verkippungsfortschritt eine weitere Baugrunderkundung zulässt, sind weitere Untersuchungen durchzuführen. Die Ergebnisse können zu einer Verfeinerung der bisherigen Modellrechnungen genutzt werden. Dennoch ist davon auszugehen, dass die grundsätzliche Problematik der großen Setzungen auch nach einer Detailierung der Baugrunduntersuchungen bestehen bleiben wird.

Andreas Jansen, M. Sc.

Anlagen:

Anlage 1	Übersichtslageplan (1 Seite)
Anlage 2	Lageplan der Aufschlusspunkte (3 Seiten)
Anlage 3	Ergebnisse der Bohrungen und Drucksondierungen (21 Seiten)
Anlage 4	Protokolle der Drucksondierungen (12 Seiten)
Anlage 5	Dokumentation und Ergebnisse Probeverdichtungen (11 Seiten)
Anlage 6	Laborbericht TU Dresden
Anlage 7	Laborprotokolle zur Betonaggressivität (14 Seiten)



Legende

Quelle:
RWE Revierbefliegung vom 28.09.2025
Tractebel Planung vom 19.06.2025

RWE Power AG
POB-GT
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Index	erstellt/geändert	Datum	Bearbeiter

Auftraggeber:
RWE Power AG
Bauplanung

Benennung

Einleitbauwerk Hambach

Übersichtslageplan

Maßstab 1:8.000

Blattformat A3

Objektnummer: 2023097

Anlage

1



Legende

Übergabebecken

Aufschlüsse

- CPT
- KRB/CPT

0 50 100 m

RWE Power AG
POB-GT
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

RWE

Maßstab 1:2.000

Blattformat A4

Benennung
Lageplan der Aufschlusspunkte
G3-R4 im Bereich der I5

Index	erstellt/geändert	Datum	Bearbeiter

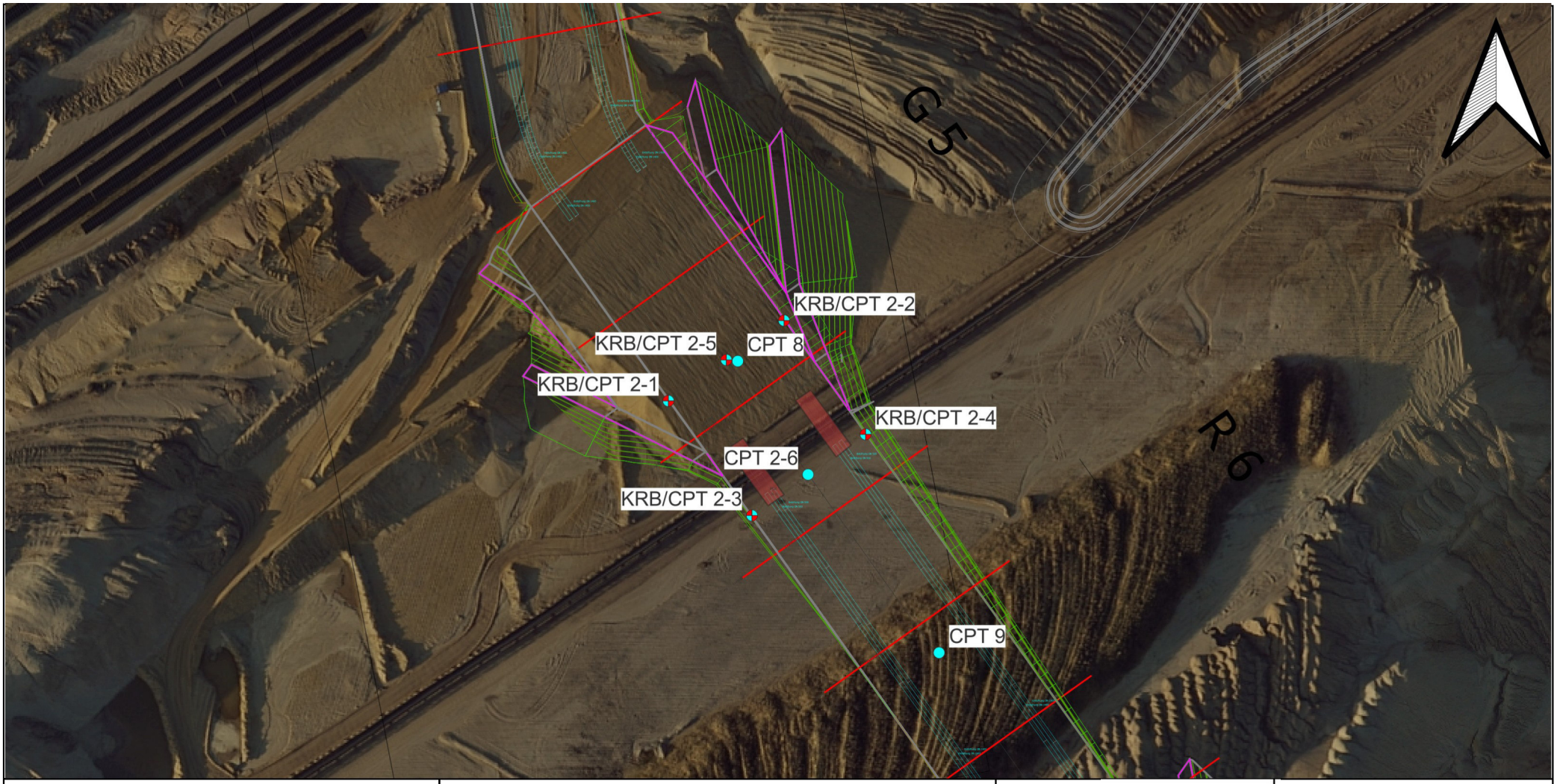
Objektnummer: 2023097

Anlage 2.1

Auftraggeber:
RWE Power AG
Bauplanung

Objektbezeichnung
Einleitbauwerk Hambach

Quelle: RWE Revierbefliegung vom 28.09.2025 ; Tractebel Planung vom 19.06.2025



Legende

Übergabebecken

Aufschlüsse

CPT

KRB/CPT

0 50 100 m

RWE Power AG
POB-GT
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

RWE

Index	erstellt/geändert	Datum	Bearbeiter

Auftraggeber:
RWE Power AG
Bauplanung

Maßstab 1:2.000

Blattformat A4

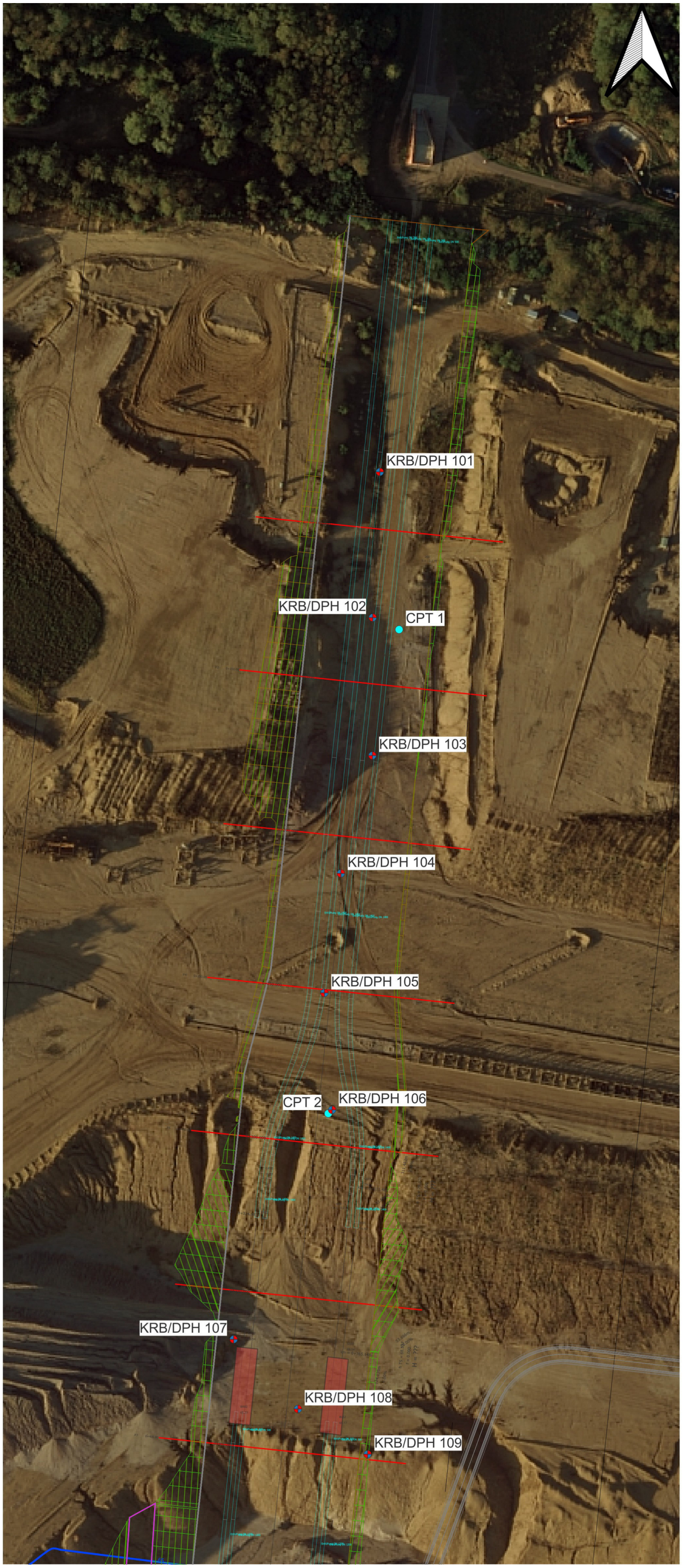
Benennung
Lageplan der Aufschlusspunkte
G5-R6 im Bereich der I4

Objektnummer: 2023097

Anlage 2.2

Objektbezeichnung
Einleitbauwerk Hambach

Quelle: RWE Revierbefliegung vom 28.09.2025 ; Tractebel Planung vom 19.06.2025



Legende

- Übergabebecken

Aufschlüsse

- KRB/DPH
- CPT

Übersichtskarte



Maßstab 1:25.000

Quelle:
Revierbefliegungen RWE, 28.09.2025
Tractebel Planung vom 19.06.2025

RWE Power AG
POB-GT
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Index	erstellt/geändert	Datum	Bearbeiter

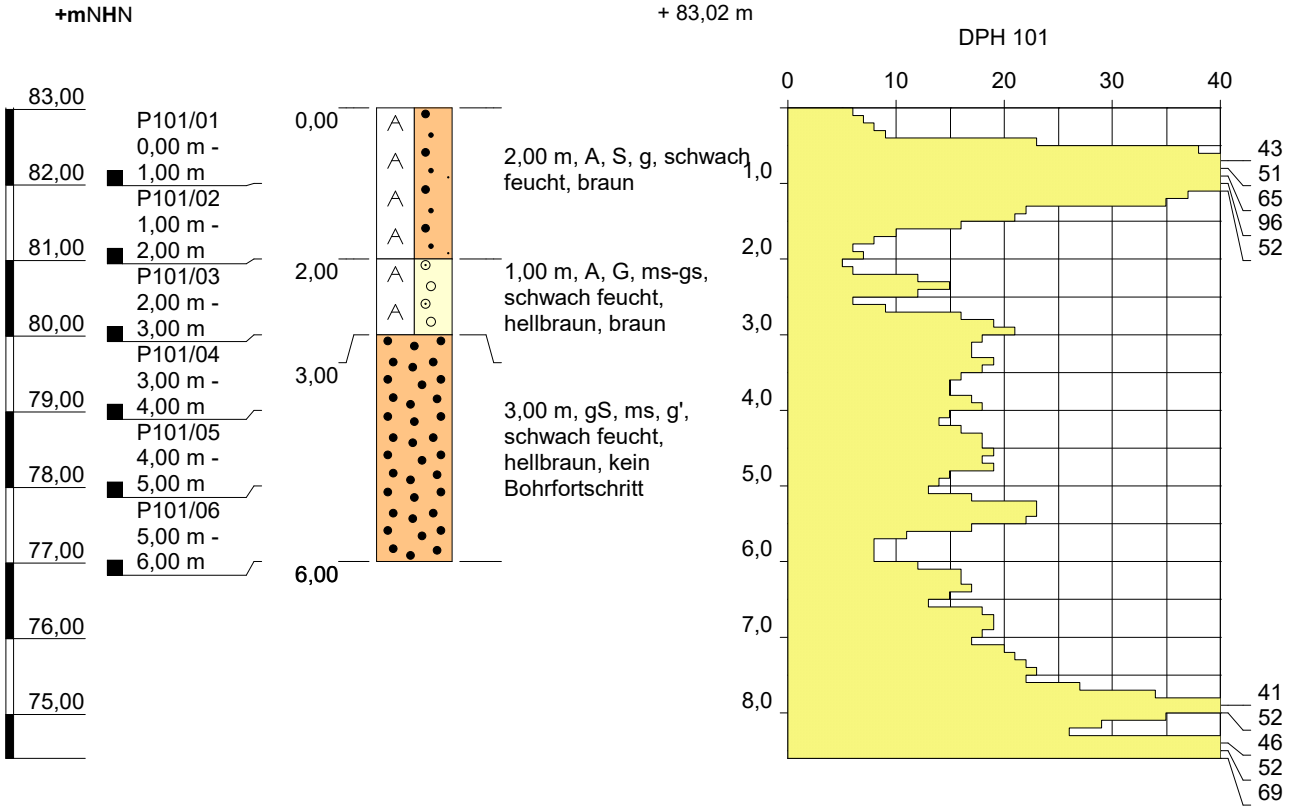
Benennung

Lageplan der Aufschlusspunkte für die Rohtrassse R1 im Bereich der I6

Einleitbauwerk Hambach

Bearbeiter: Jansen	Datum: 06.11.2025
Maßstab 1:1.250	Blattformat A3
Objektnummer: 2023097	
Anlage 2.3	Auftraggeber: RWE Power AG Bauplanung

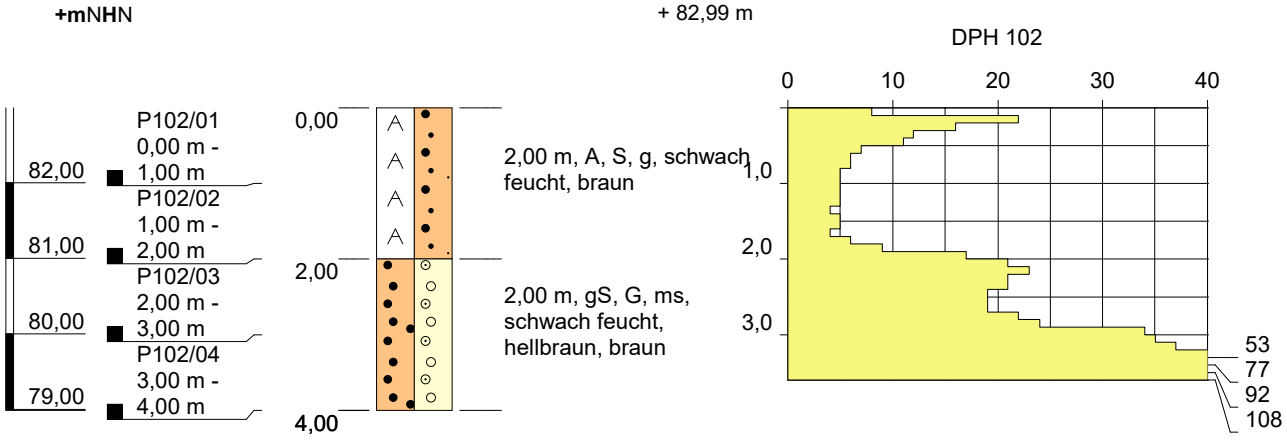
KRB/DPH 101
+ 83,02 m



Planbezeichnung:	KRB/DPH		**RWE Power AG** Geomonitoring - Geotechnik Zum Gut Bohlendorf 50126 Bergheim
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:100
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	11.02.2025	Anlage:	3.1

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH

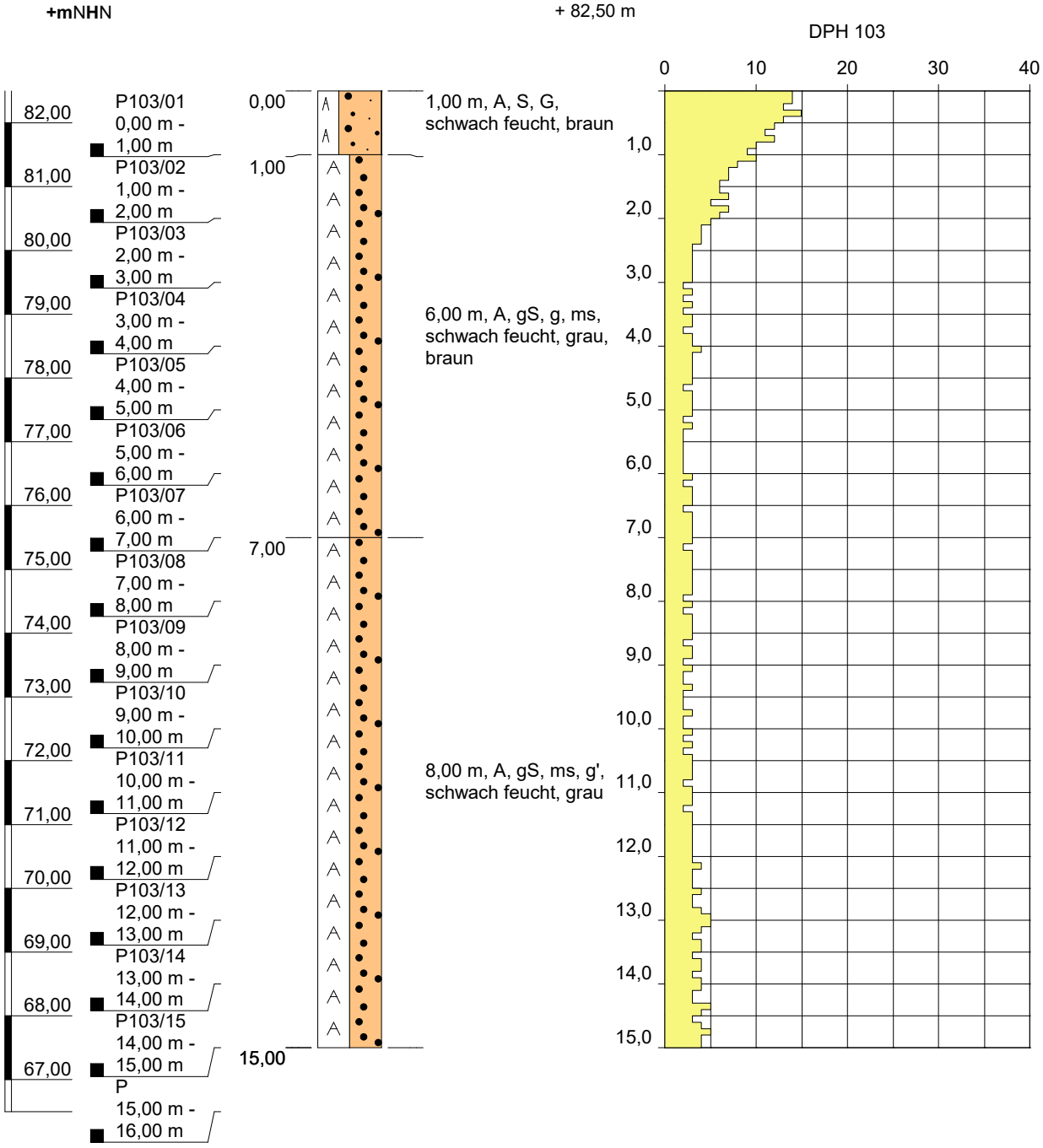
KRB/DPH 102
+ 82,99 m



Planbezeichnung:	KRB/DPH		**RWE Power AG** Geomonitoring - Geotechnik Zum Gut Bohlendorf 50126 Bergheim
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:100
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	11.02.2025	Anlage:	3.2

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH

KRB/DPH 103
+ 82,50 m

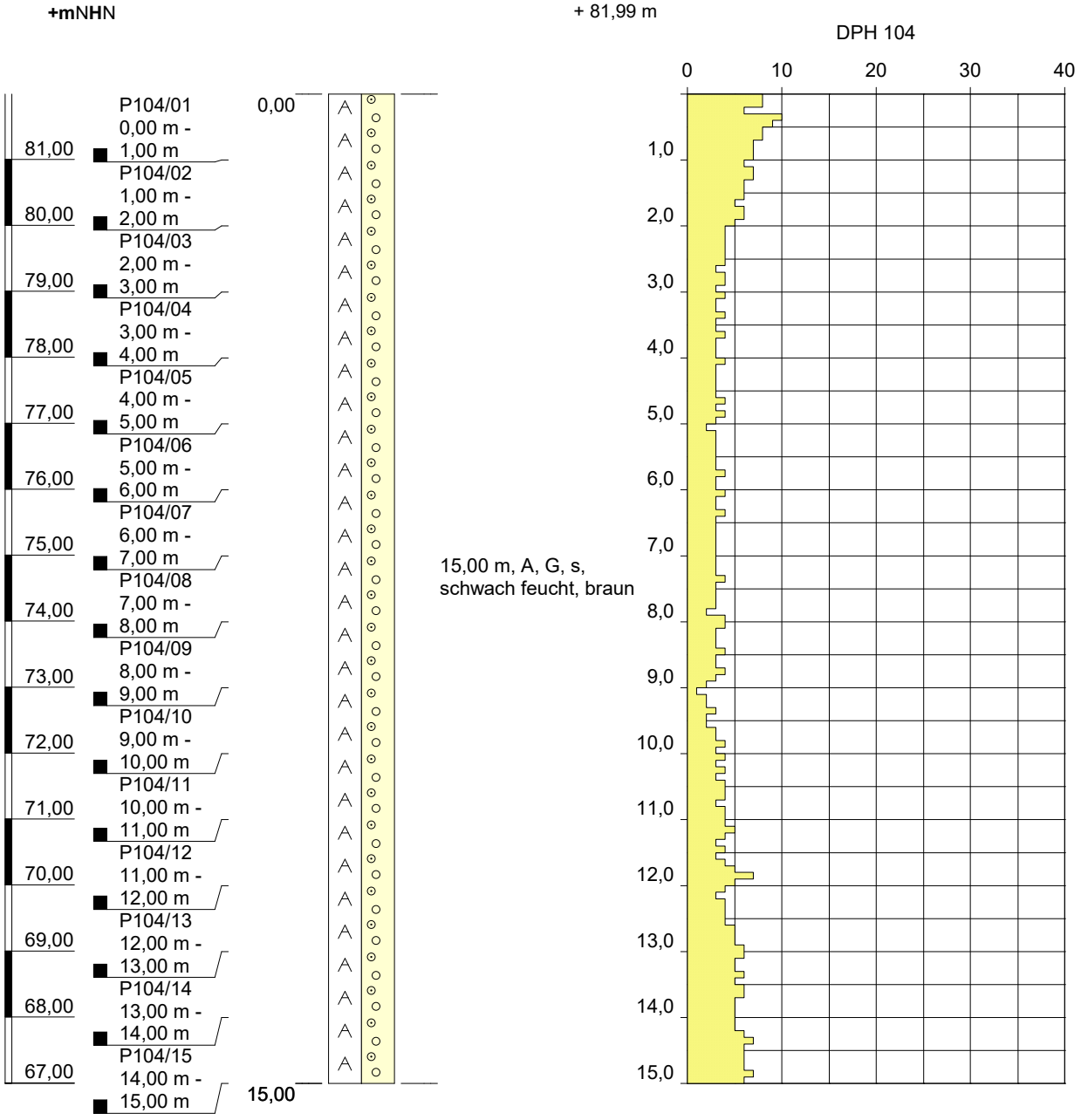


Planbezeichnung:	KRB/DPH		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:100
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	11.02.2025	Anlage:	3.3

RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH

KRB/DPH 104
+ 81,99 m

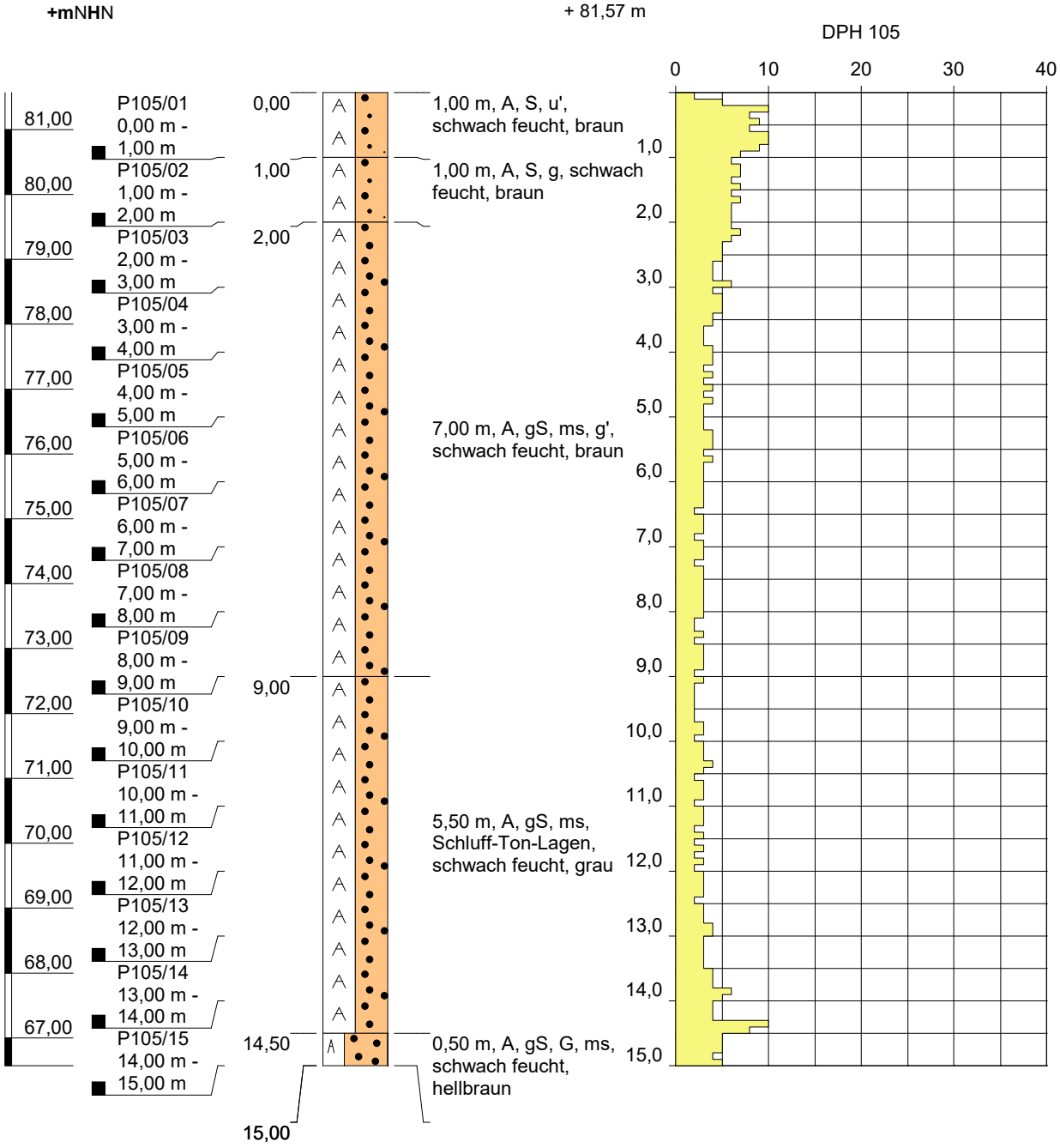


Planbezeichnung:	KRB/DPH		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:100
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	11.02.2025	Anlage:	3.4

RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH

KRB/DPH 105
+ 81,57 m

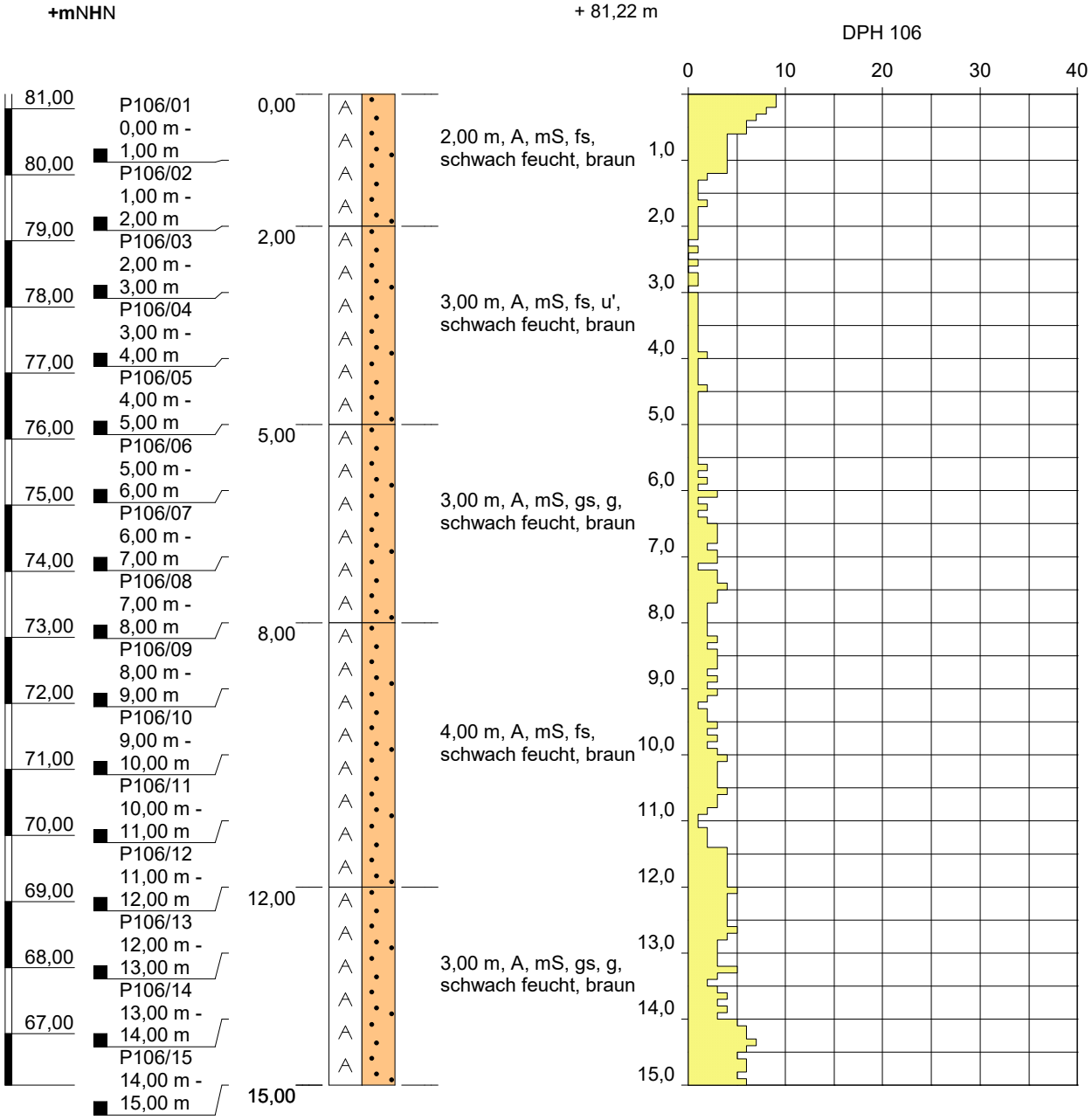


Planbezeichnung:	KRB/DPH		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:100
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	11.02.2025	Anlage:	3.5

RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH

KRB/DPH 106
+ 81,22 m

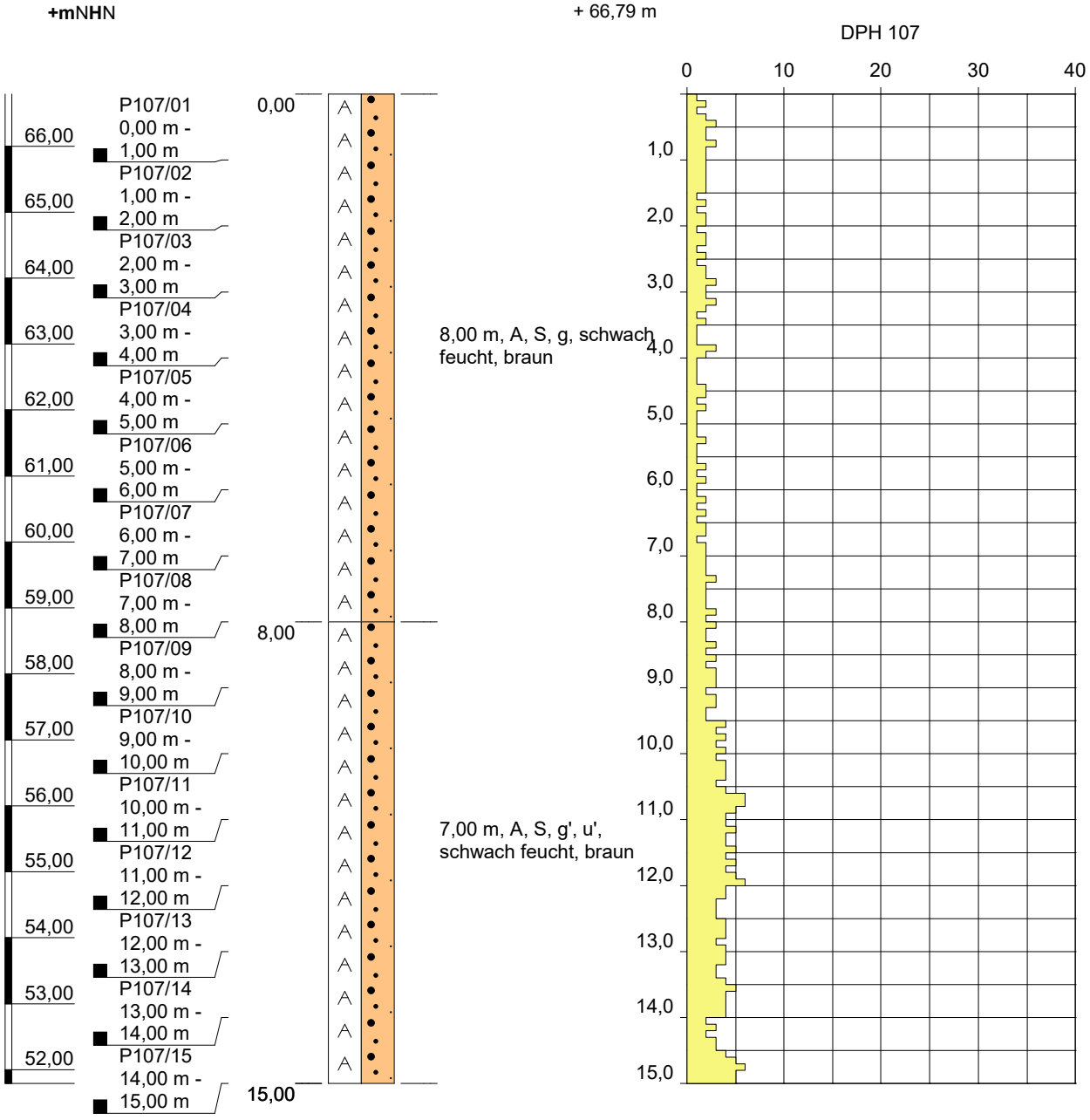


Planbezeichnung:	KRB/DPH		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:100
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	11.02.2025	Anlage:	3.6

RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH

KRB/DPH 107
+ 66,79 m

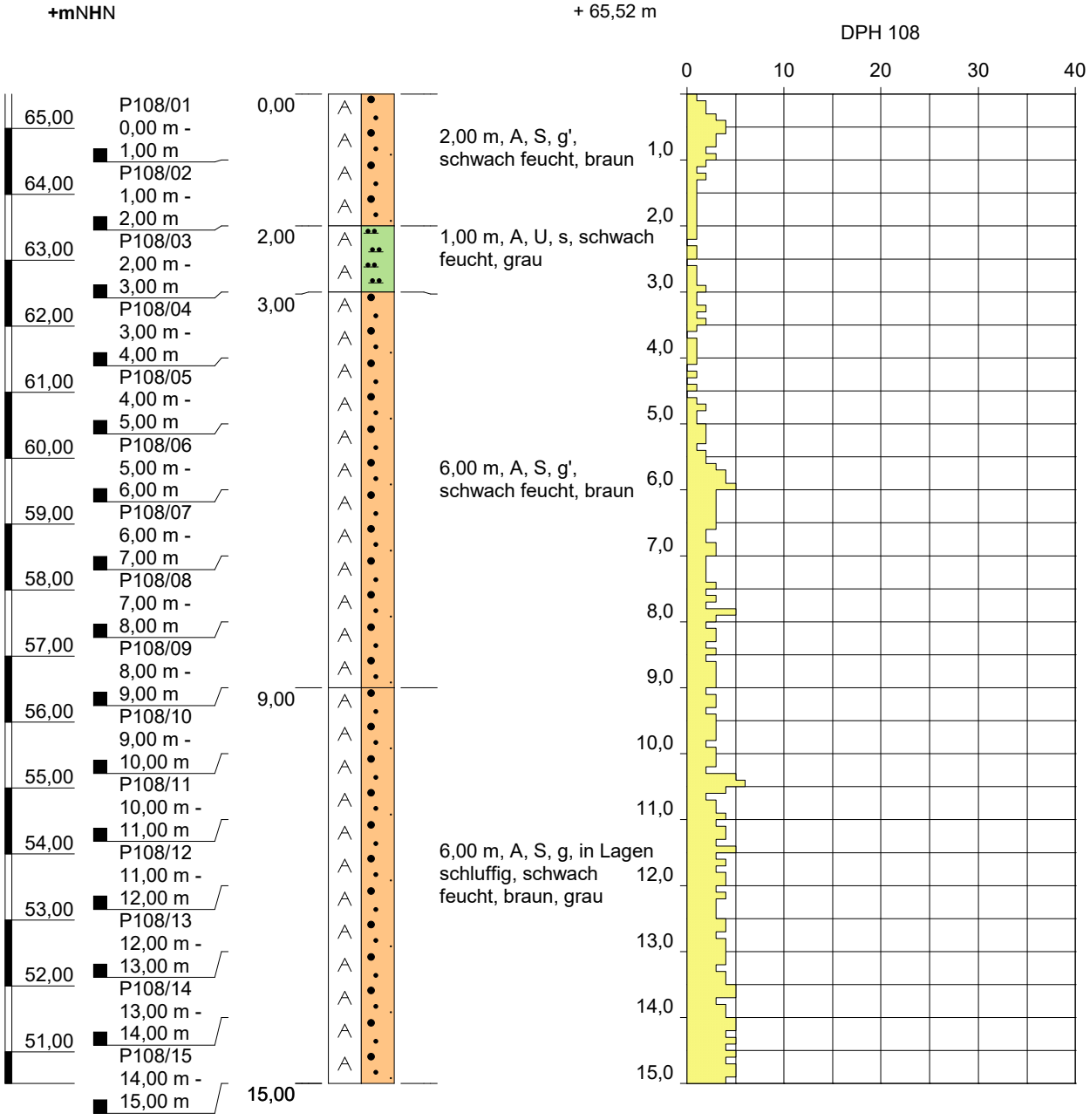


Planbezeichnung:	KRB/DPH		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:100
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	11.02.2025	Anlage:	3.7

RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH

KRB/DPH 108
+ 65,52 m

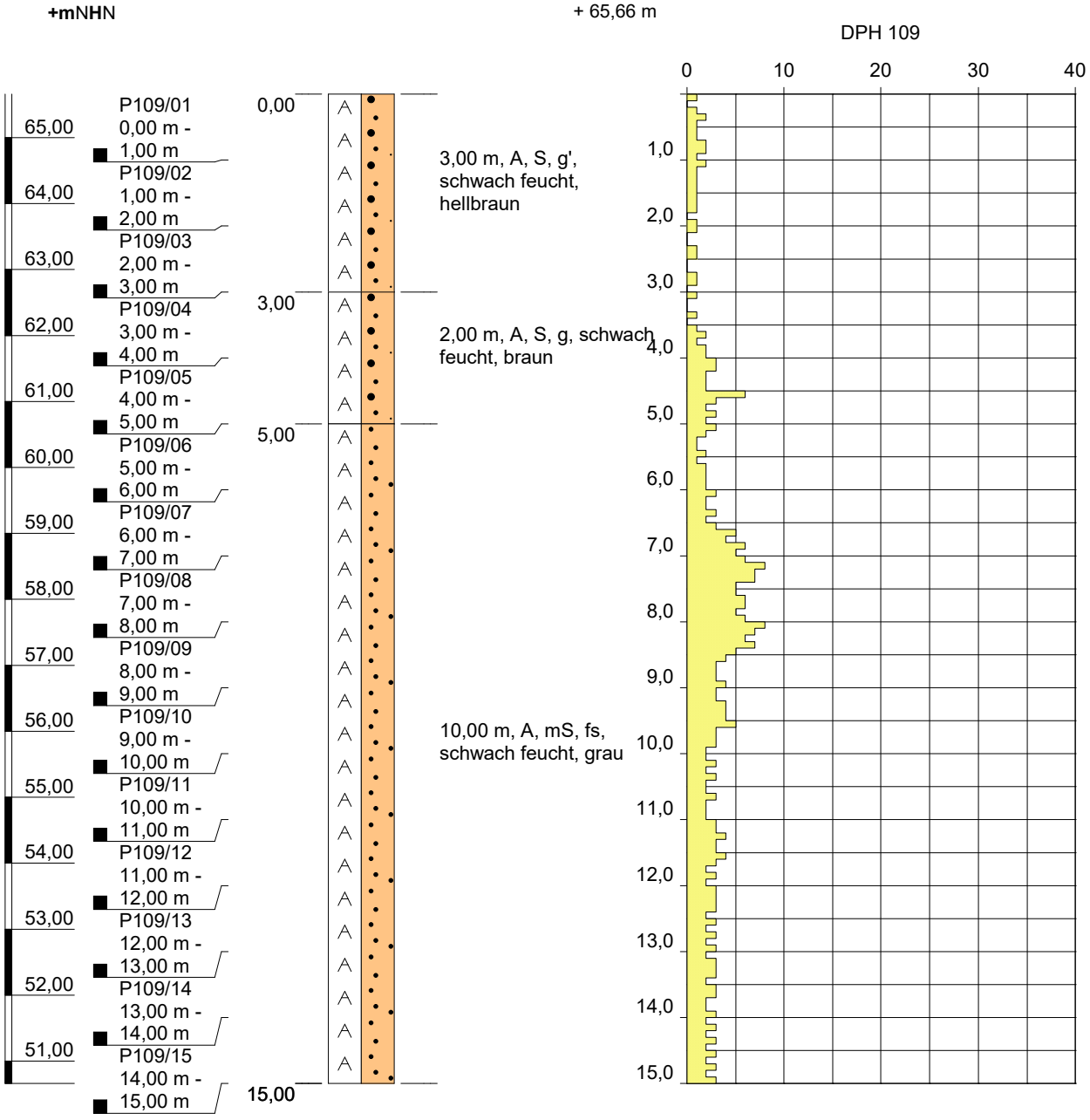


Planbezeichnung:	KRB/DPH		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:100
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	11.02.2025	Anlage:	3.8

RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH

KRB/DPH 109
+ 65,66 m



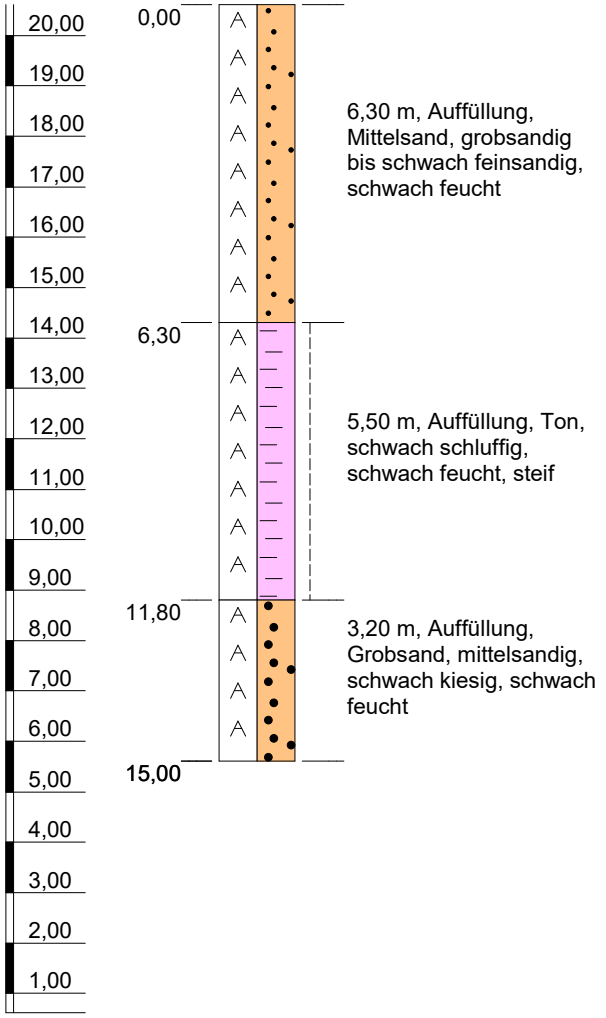
Planbezeichnung:	KRB/DPH		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:100
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	11.02.2025	Anlage:	3.9

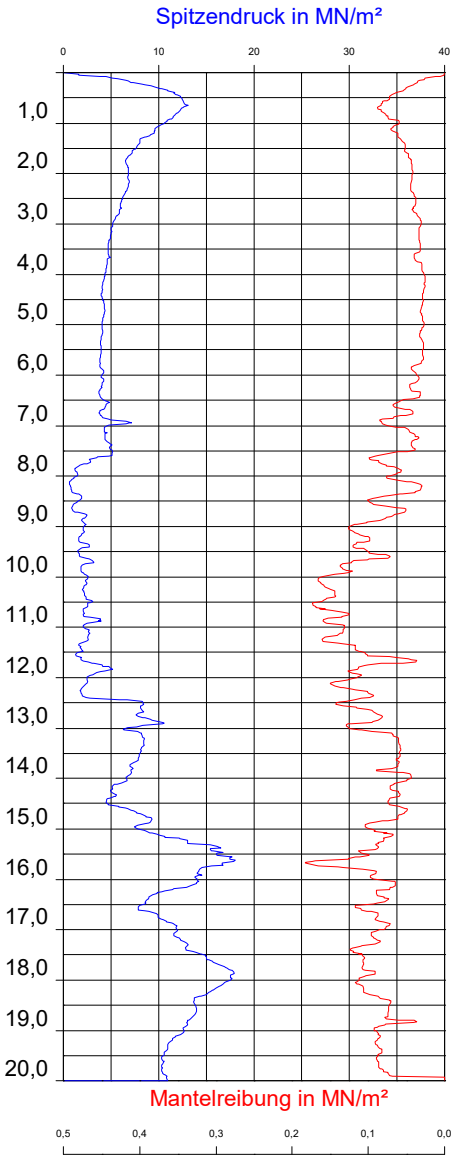
RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH

KRB/CPT 1-1
+ 20,61 m

+mNHN





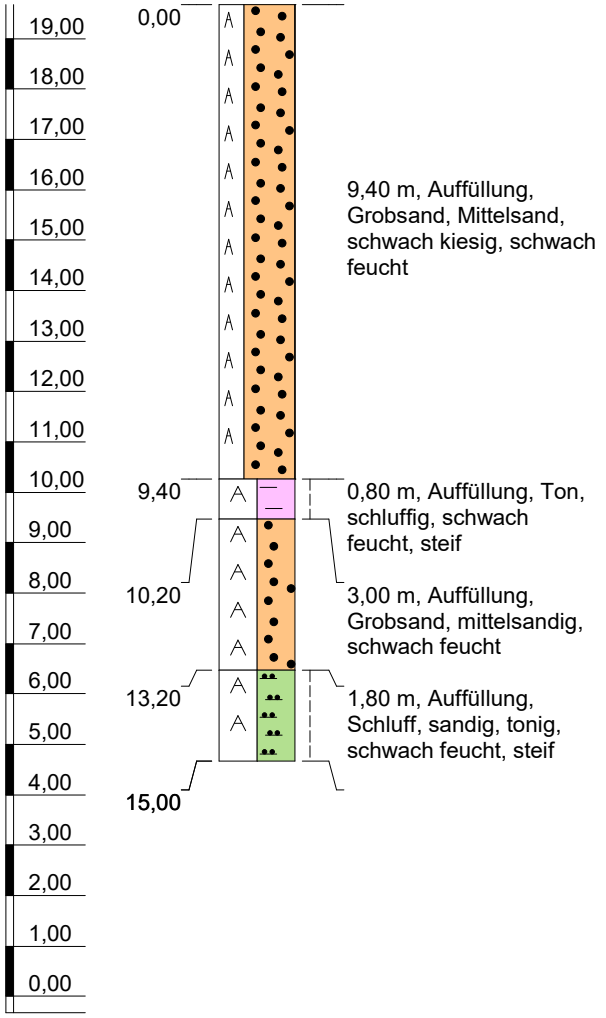
Planbezeichnung:	KRB/CPT		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:150
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	16.05.2024	Anlage:	3.10

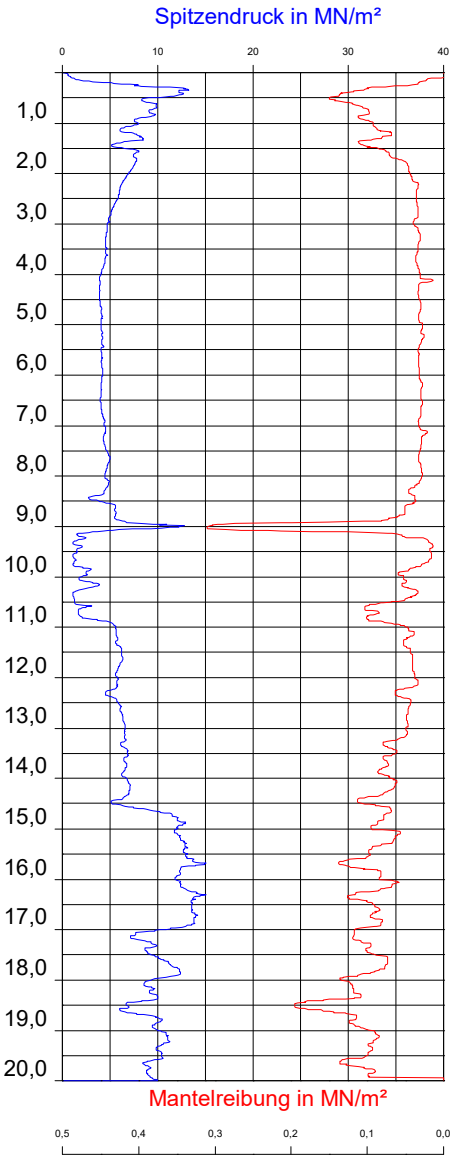
RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH/GTC Nord GmbH & Co. KG

KRB/CPT 1-2
+ 19,67 m

+mNHN



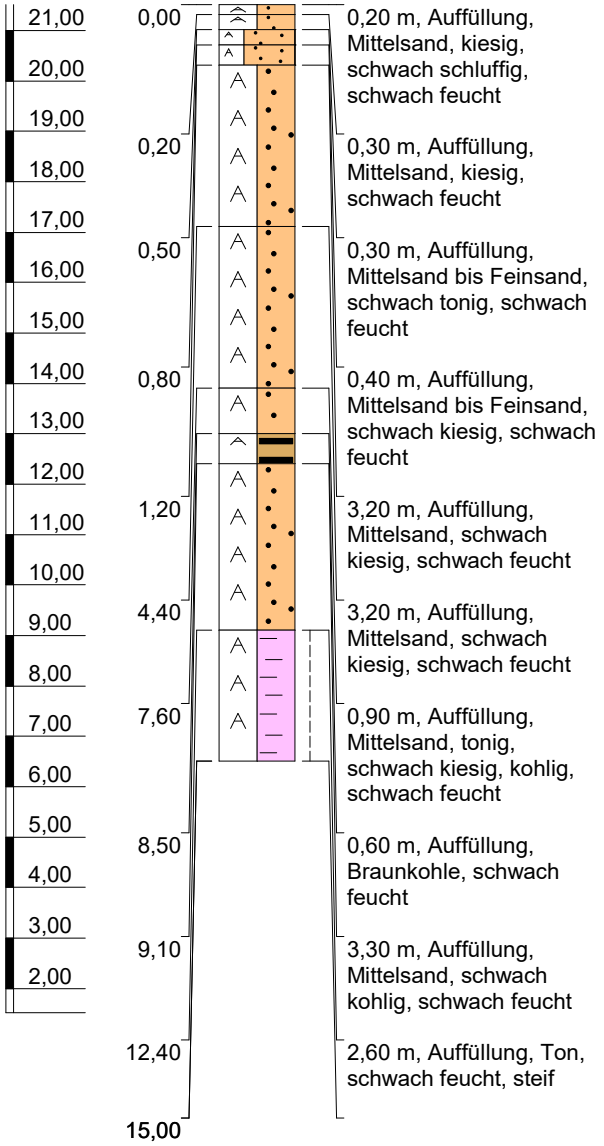


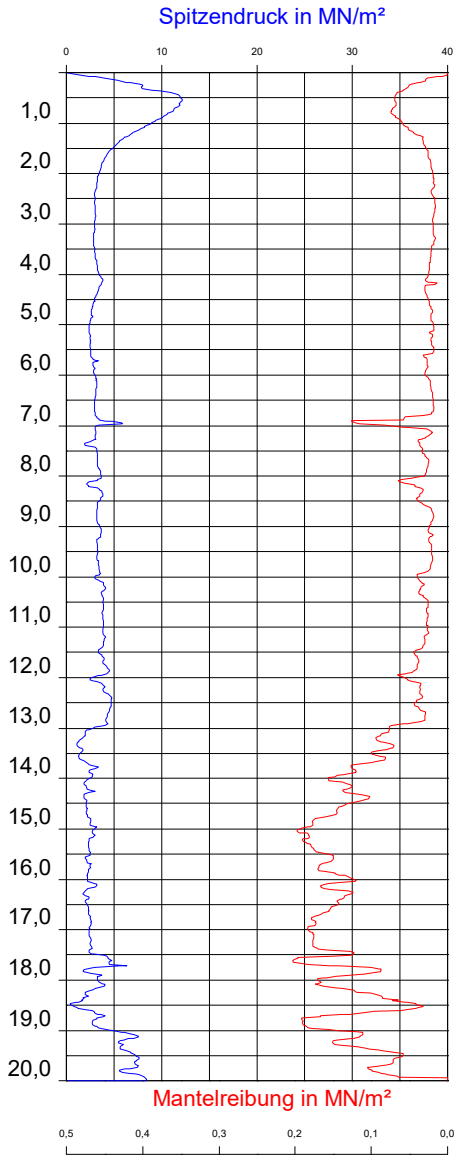
Planbezeichnung:	KRB/CPT		**RWE Power AG** Geomonitoring - Geotechnik Zum Gut Bohlendorf 50126 Bergheim
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:150
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	16.05.2024	Anlage:	3.11

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH/GTC Nord GmbH & Co. KG

KRB/CPT 1-3
+ 21,51 m

+mNHN





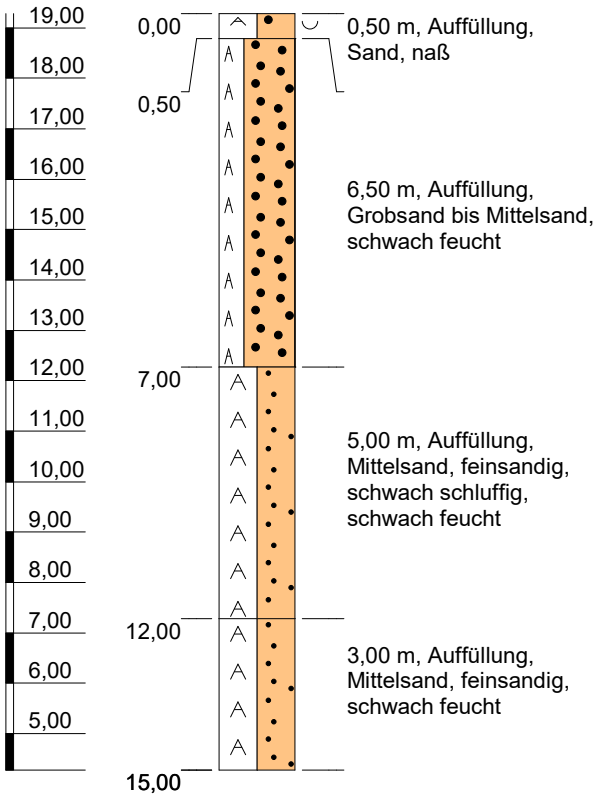
Planbezeichnung:	KRB/CPT		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:150
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	16.05.2024	Anlage:	3.12

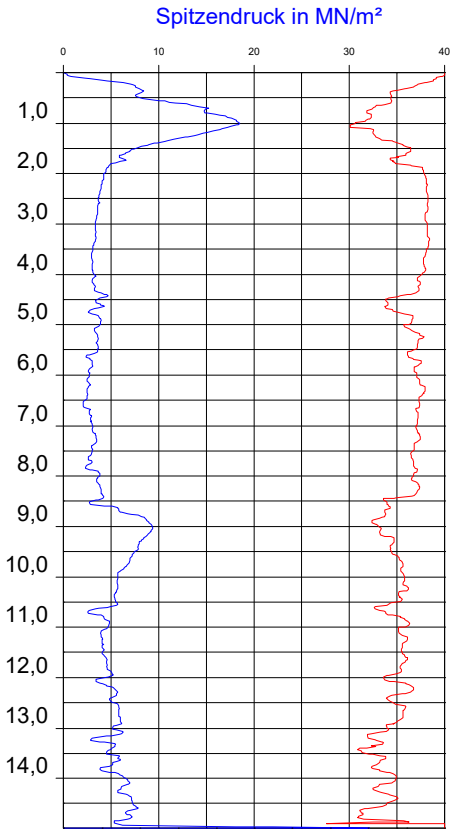
RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH/GTC Nord GmbH & Co. KG

KRB/CPT 1-4
+ 19,28 m

+mNHN







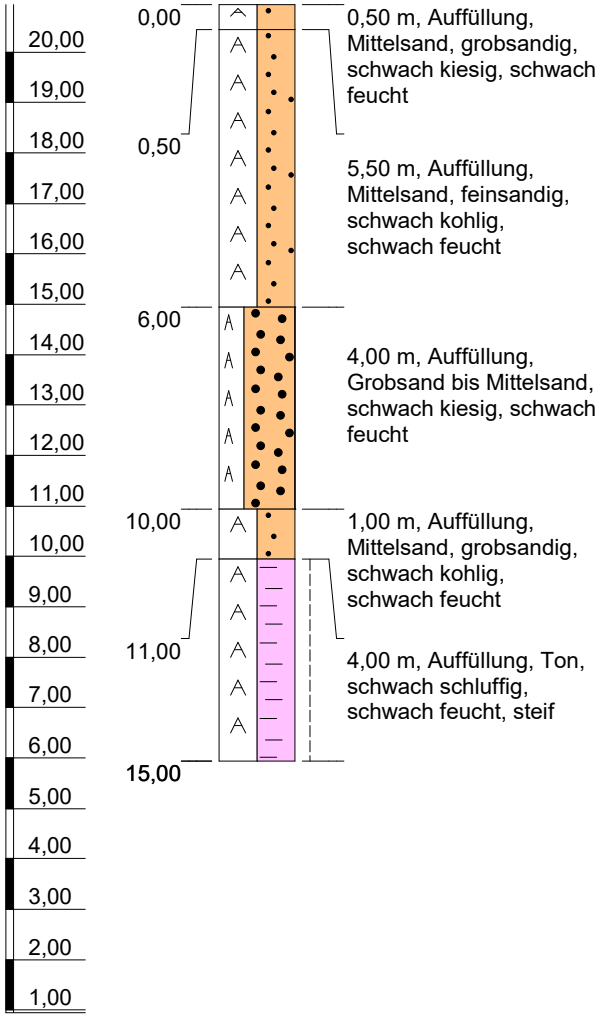
Planbezeichnung:	KRB/CPT		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:150
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	16.05.2024	Anlage:	3.13

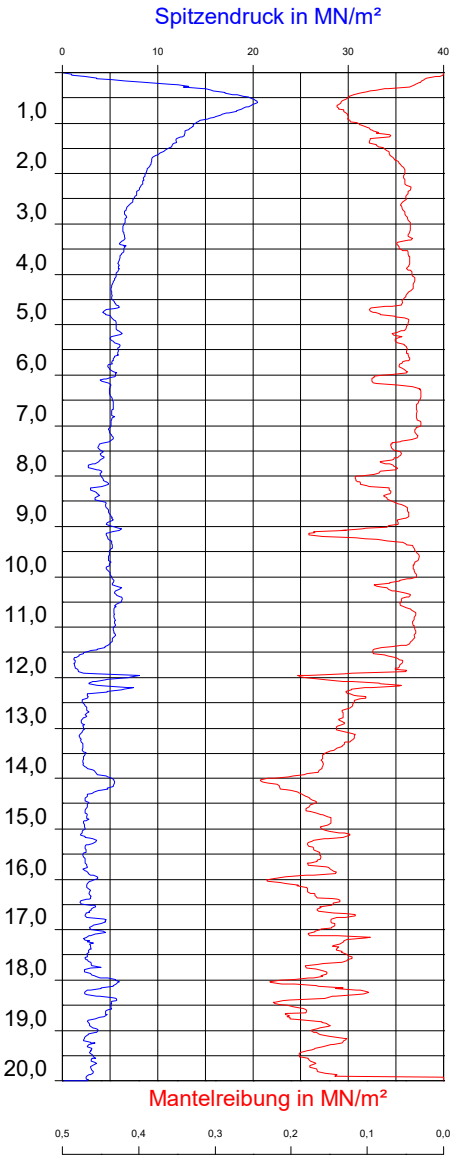
RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH/GTC Nord GmbH & Co. KG

KRB/CPT 1-5
+ 20,94 m

+mNHN





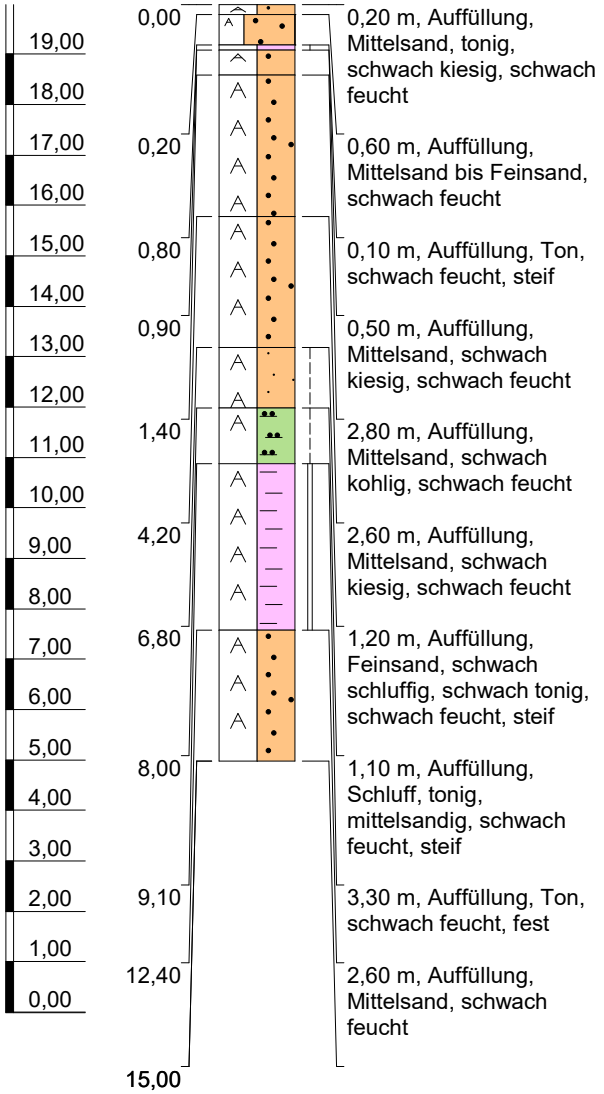
Planbezeichnung:	KRB/CPT		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:150
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	16.05.2024	Anlage:	3.14

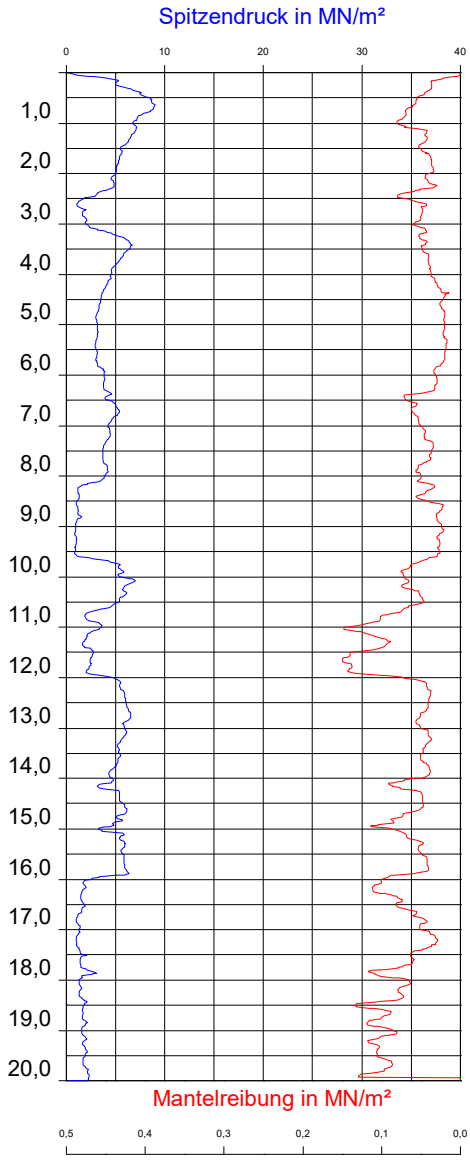
RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH/GTC Nord GmbH & Co. KG

KRB/CPT 1-6
+ 19,98 m

+mNHN





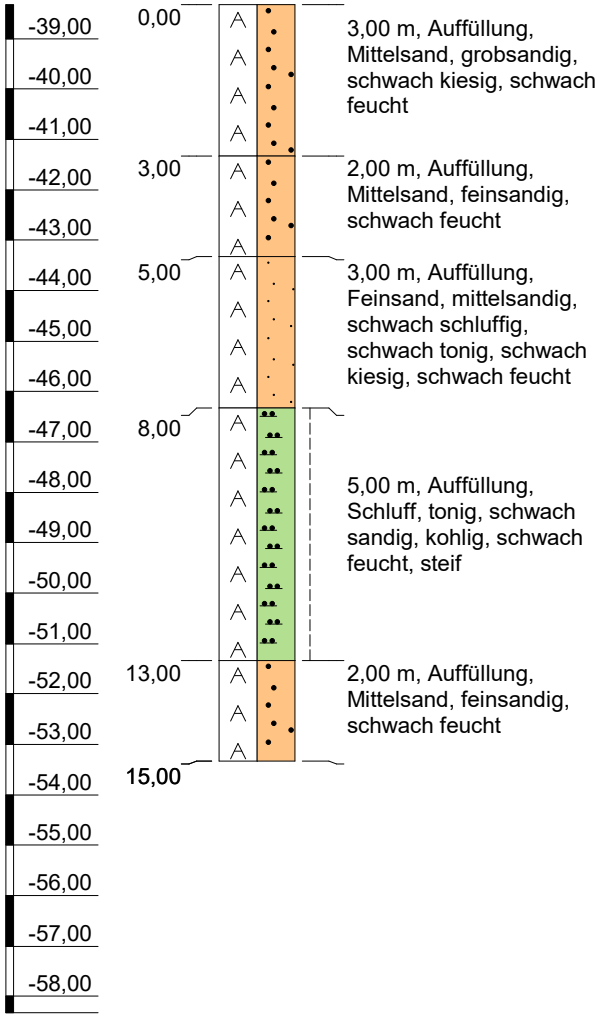
Planbezeichnung:	KRB/CPT		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:150
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	16.05.2024	Anlage:	3.15

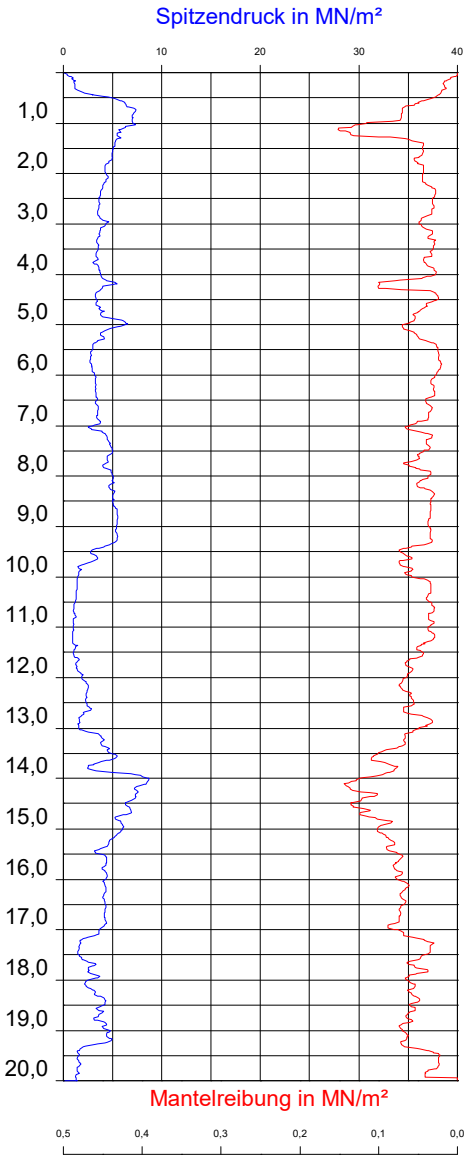
RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH/GTC Nord GmbH & Co. KG

KRB/CPT 2-1
-38,33 m

+mNHN





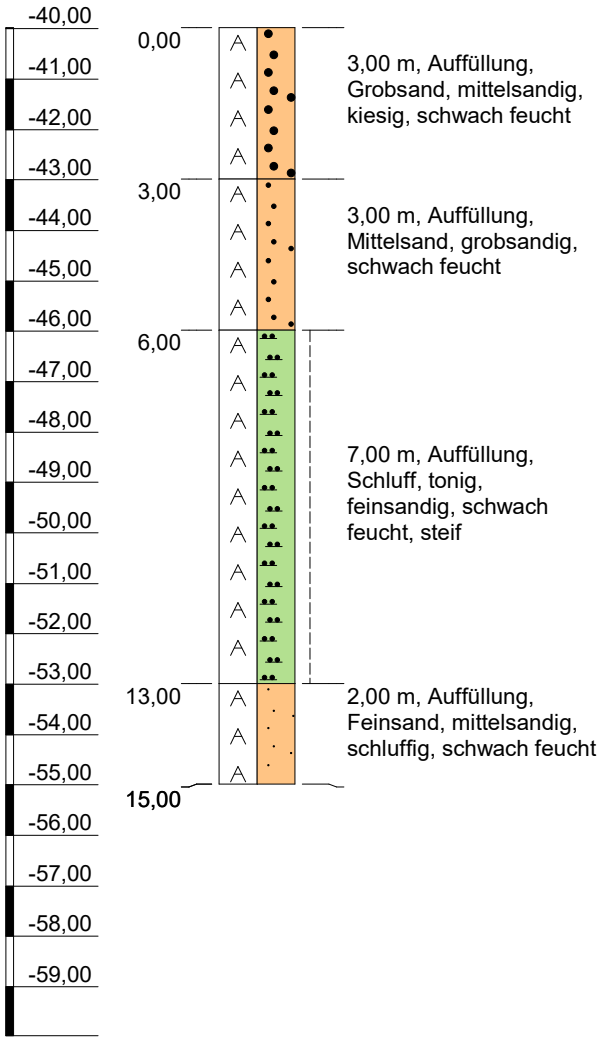
Planbezeichnung:	KRB/CPT		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:150
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	16.05.2024	Anlage:	3.16

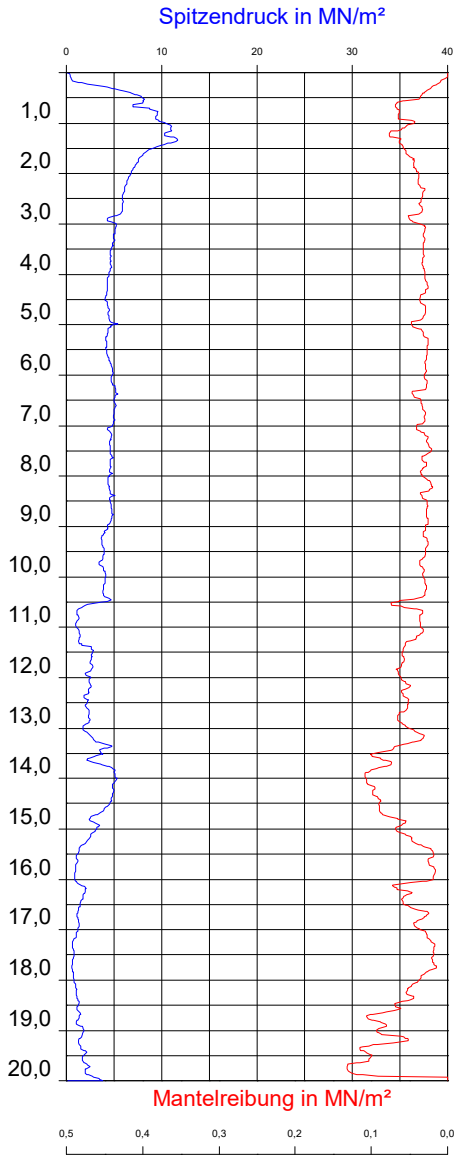
RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH/GTC Nord GmbH & Co. KG

KRB/CPT 2-2
-39,98 m

+mNHN





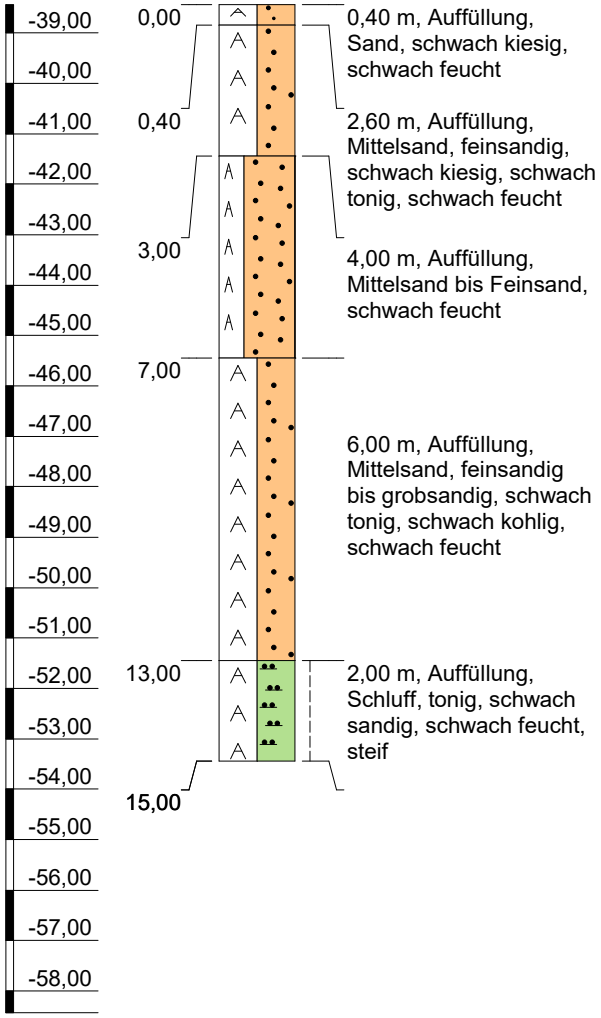
Planbezeichnung:	KRB/CPT		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:150
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	16.05.2024	Anlage:	3.17

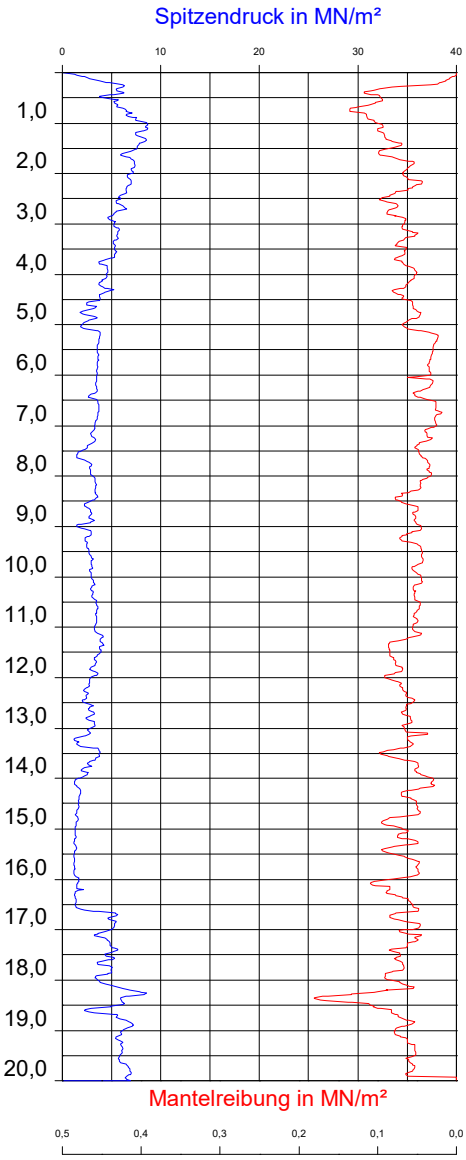
RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH/GTC Nord GmbH & Co. KG

KRB/CPT 2-3
-38,44 m

+mNHN





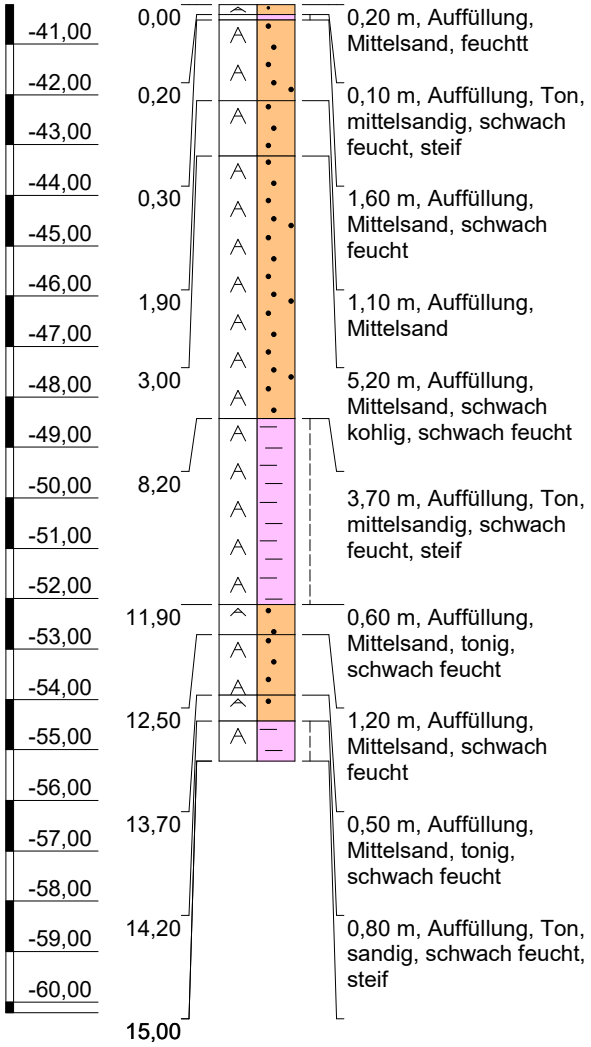
Planbezeichnung:	KRB/CPT		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:150
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	16.05.2024	Anlage:	3.18

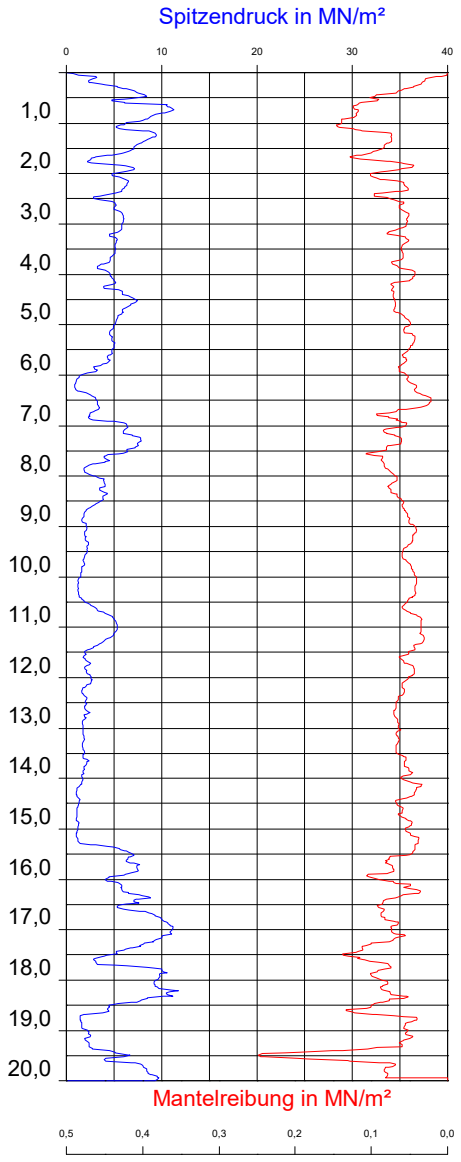
RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH/GTC Nord GmbH & Co. KG

KRB/CPT 2-4/1
-40,22 m

+mNHN





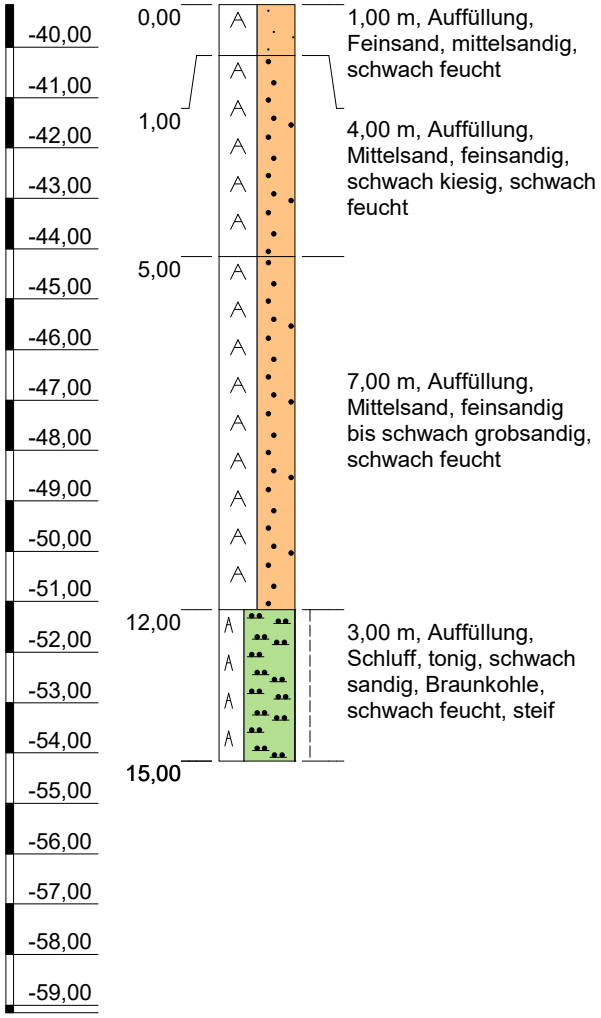
Planbezeichnung:	KRB/CPT		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:150
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	16.05.2024	Anlage:	3.19

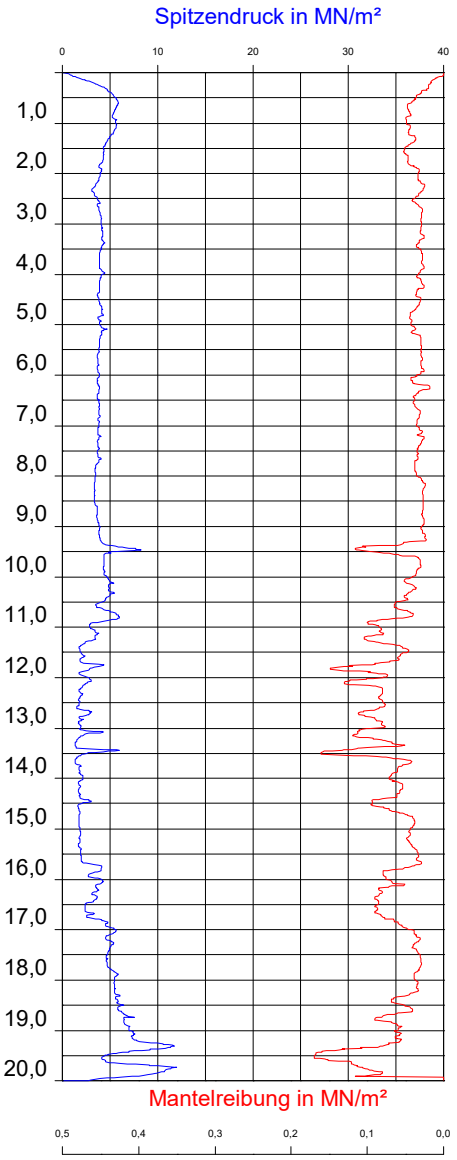
RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH/GTC Nord GmbH & Co. KG

KRB/CPT 2-5
-39,16 m

+mNHN



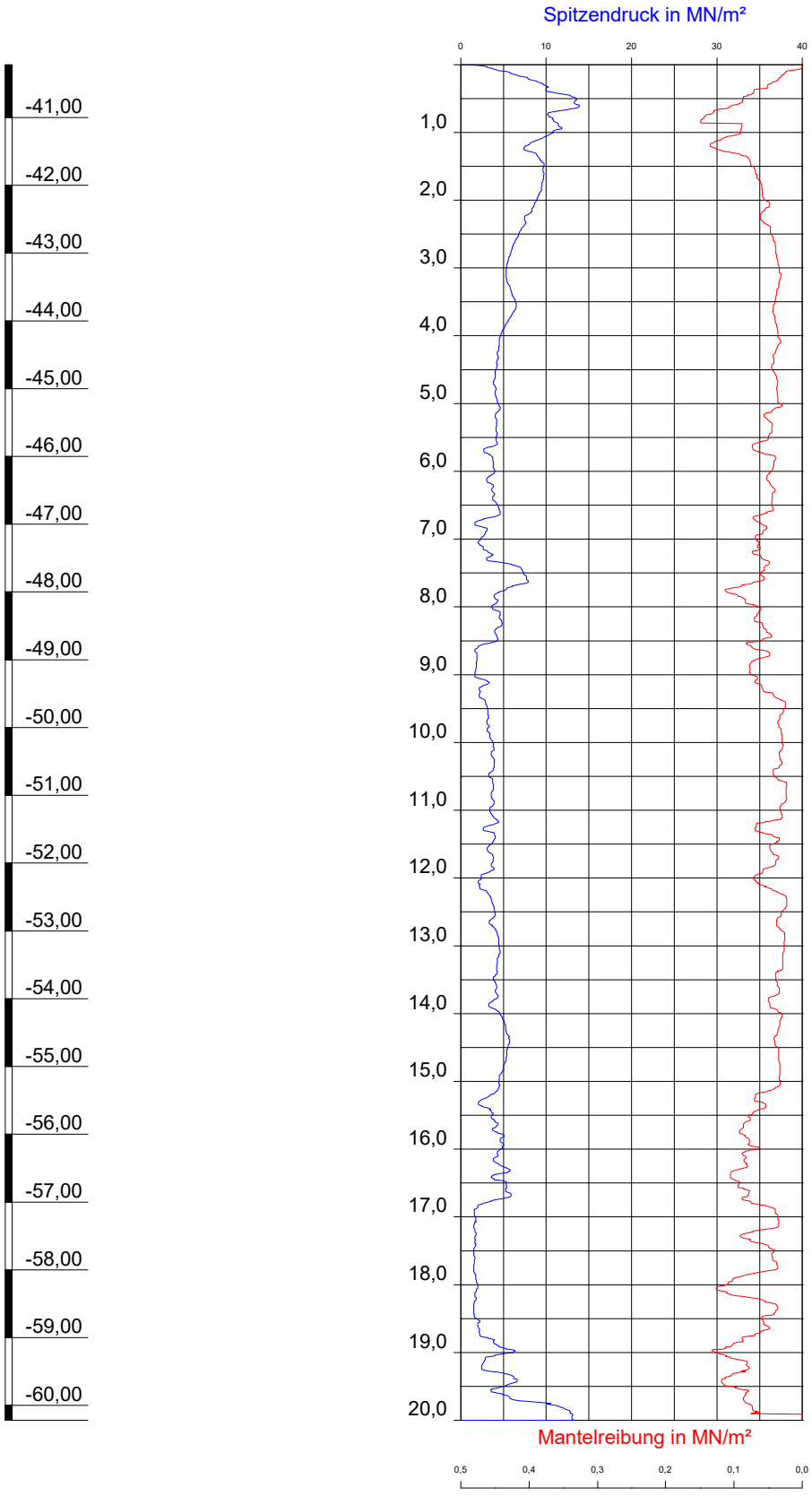


Planbezeichnung:	KRB/CPT		
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:150
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	16.05.2024	Anlage:	3.20

RWE Power AG
Geomonitoring - Geotechnik
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

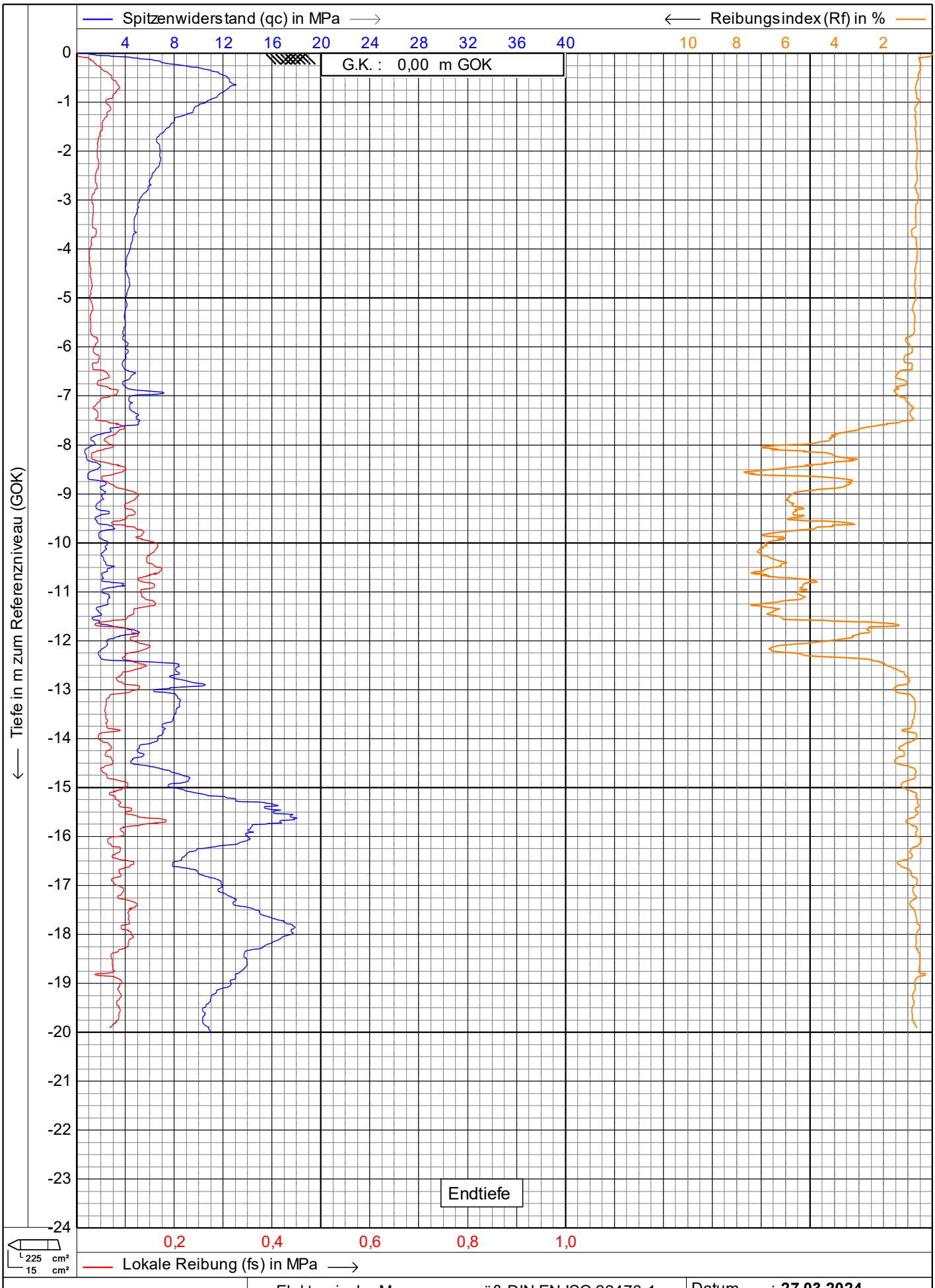
Geländearbeiten ausgeführt durch:
Tillmanns und Partner GmbH/GTC Nord GmbH & Co. KG

CPT 2-6
-40,22 m



Planbezeichnung:	CPT		**RWE Power AG** Geomonitoring - Geotechnik Zum Gut Bohlendorf 50126 Bergheim
Projekt:	Einleitbauwerk Hambach		
Projekt-Nr.:	2023097	Maßstab:	1:100
		Bearbeiter:	Jansen
Datum:	25.03.2024	Anlage:	3.21

Geländearbeiten ausgeführt durch:
GTC Nord GmbH & Co. KG



Elektronische Messung gemäß DIN EN ISO 22476-1

GTC

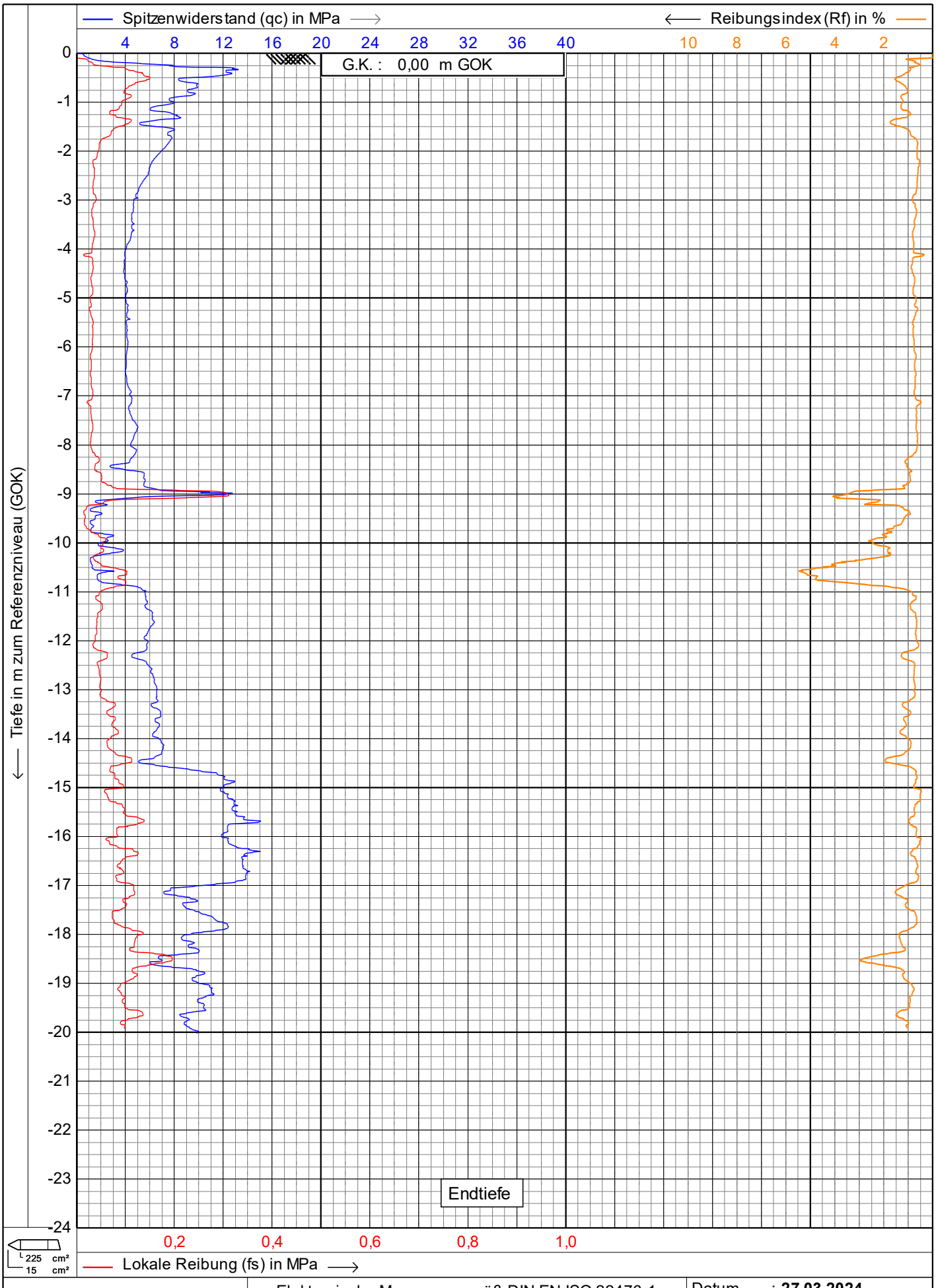
Projekt : **BV Tagebau Hambach**

Ort : **52382 Niederzier**

Datum	: **27.03.2024**
Konus Nr.	: **S15CFII.2372**
Projekt Nr.	: **323-213-1**
CPT Nr.	: **KW 1-1** **1/1**

1.49

Anlage 4



GTC

Elektronische Messung gemäß DIN EN ISO 22476-1

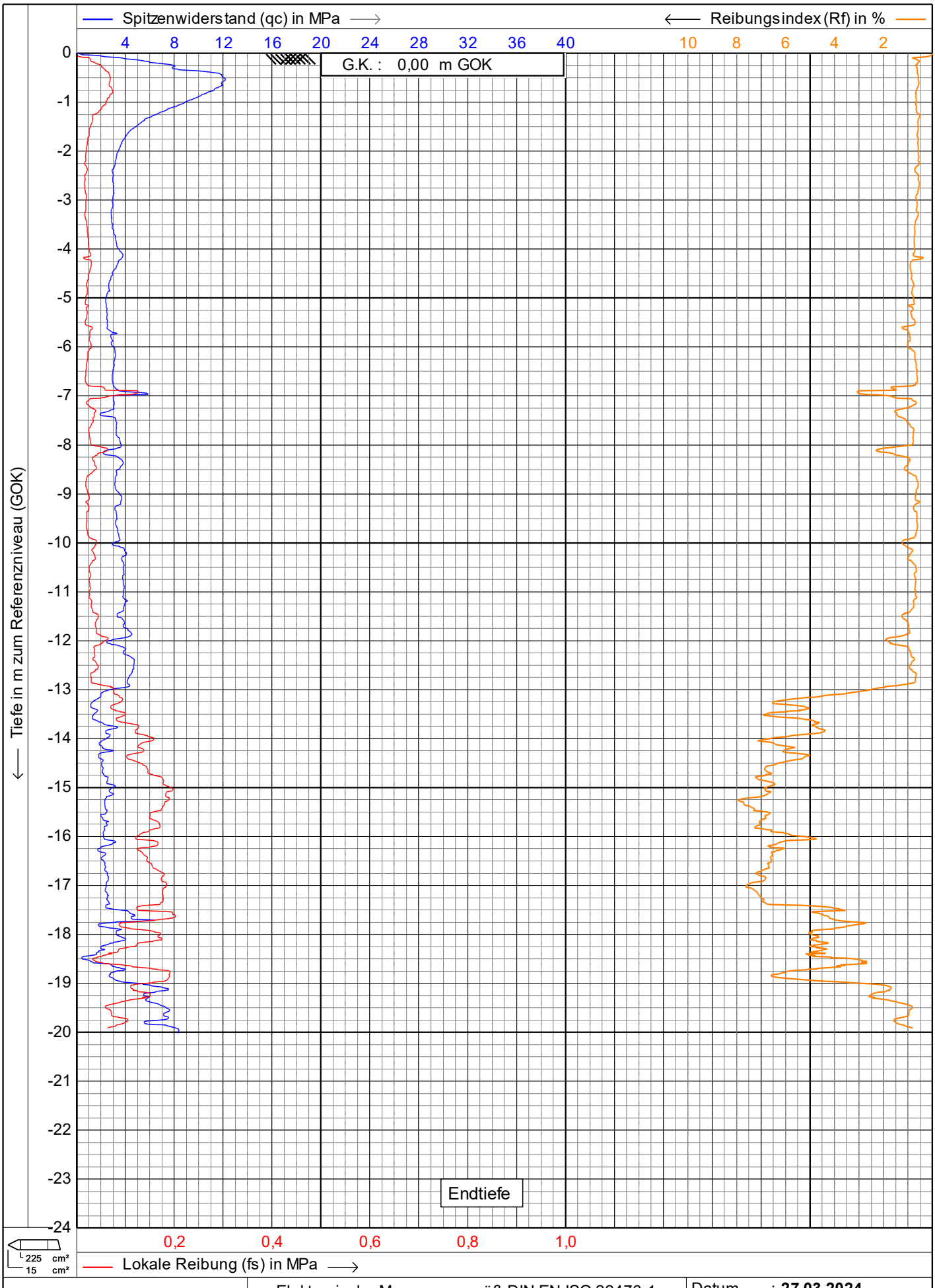
Projekt : **BV Tagebau Hambach**

Ort : **52382 Niederzier**

Datum	: **27.03.2024**
Konus Nr.	: **S15CFII.2372**
Projekt Nr.	: **323-213-1**
CPT Nr.	: **KW 1-2** **1/1**

1.49

Anlage 4



Elektronische Messung gemäß DIN EN ISO 22476-1

GTC

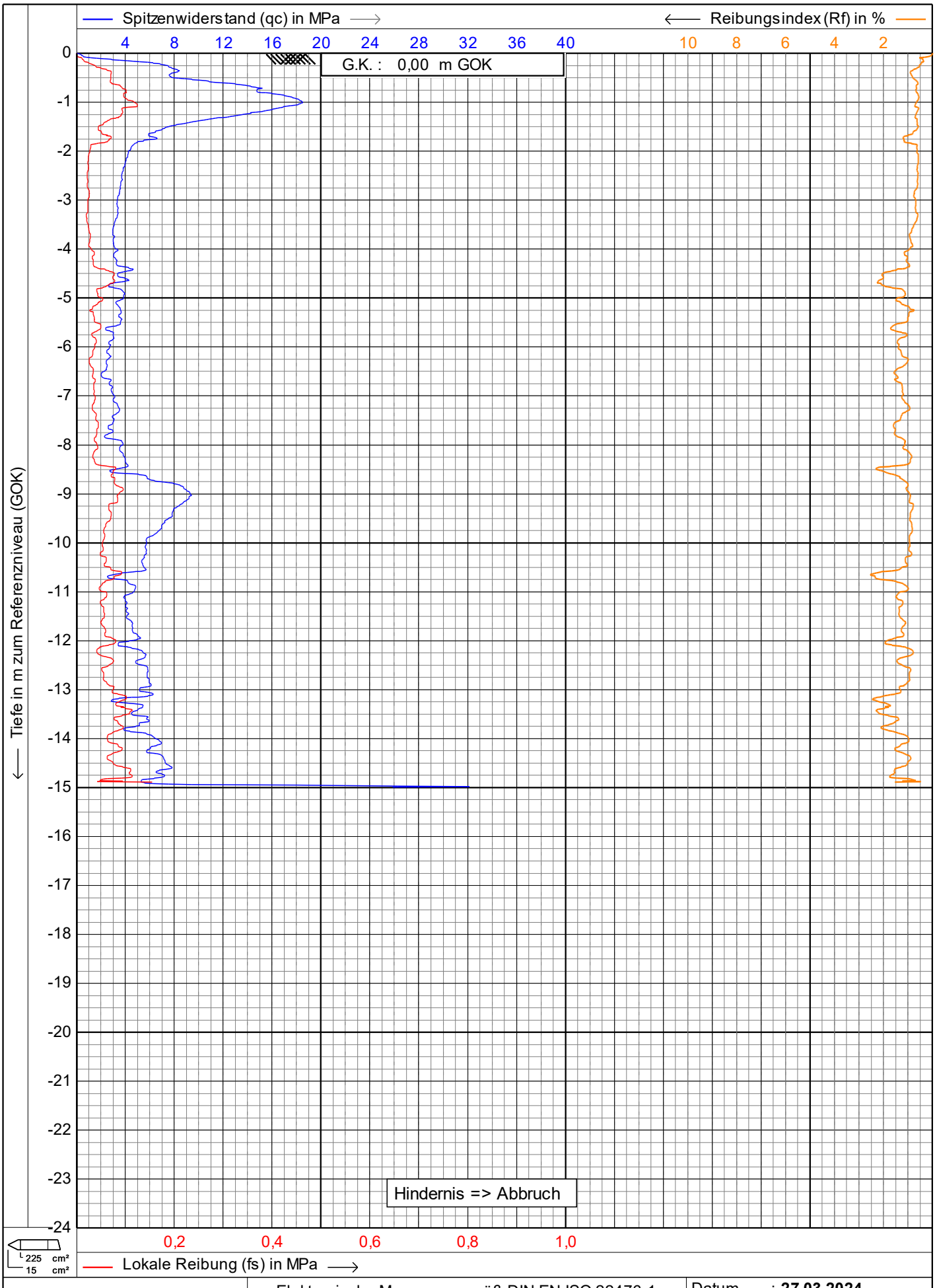
Projekt : **BV Tagebau Hambach**

Ort : **52382 Niederzier**

Datum	: **27.03.2024**
Konus Nr.	: **S15CFII.2372**
Projekt Nr.	: **323-213-1**
CPT Nr.	: **KW 1-3** **1/1**

1.49

Anlage 4



GTC

Elektronische Messung gemäß DIN EN ISO 22476-1

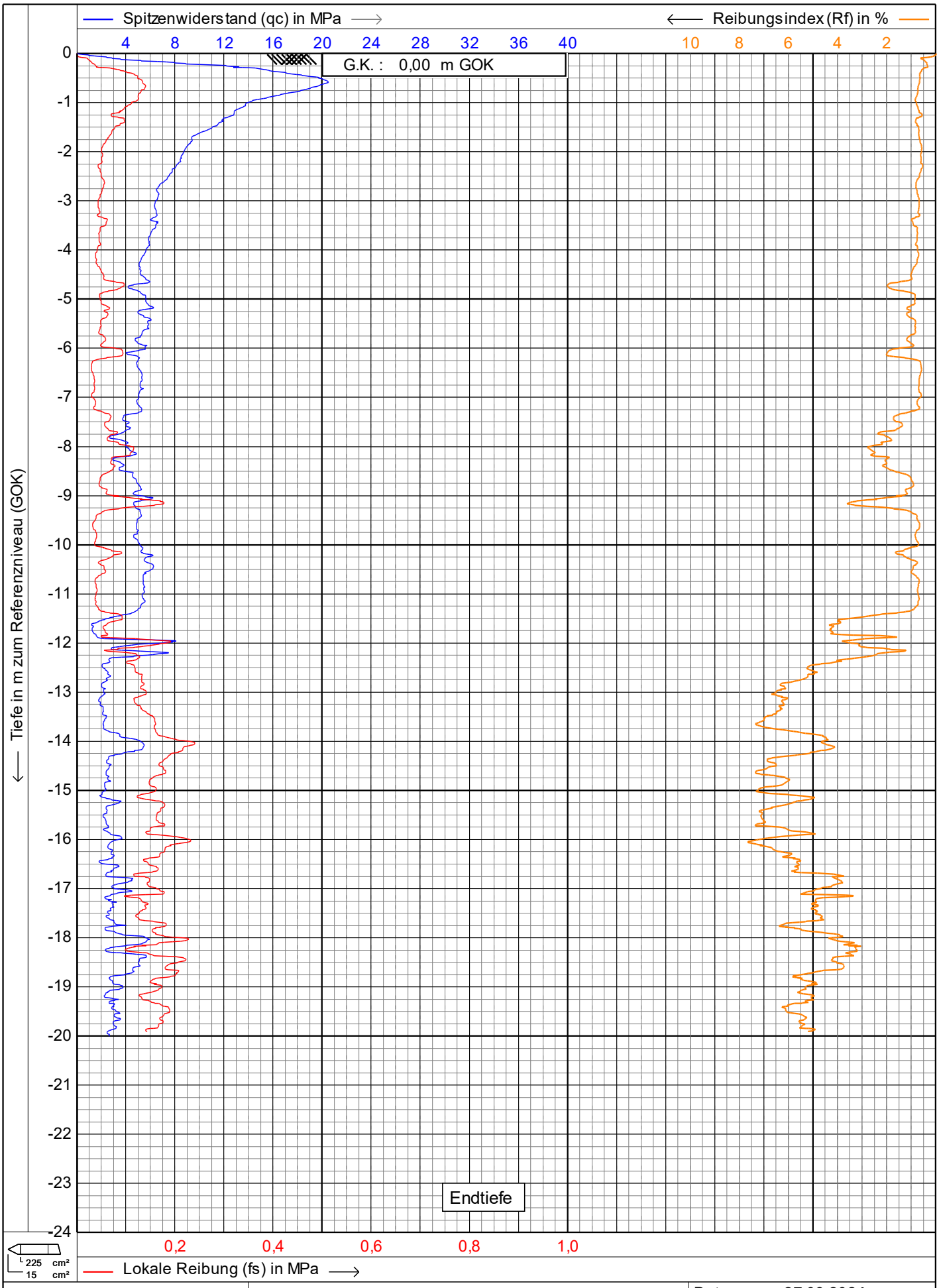
Projekt : **BV Tagebau Hambach**

Ort : **52382 Niederzier**

Datum	: **27.03.2024**
Konus Nr.	: **S15CFII.2372**
Projekt Nr.	: **323-213-1**
CPT Nr.	: **KW 1-4** **1/1**

1.49

Anlage 4



Elektronische Messung gemäß DIN EN ISO 22476-1

GTC

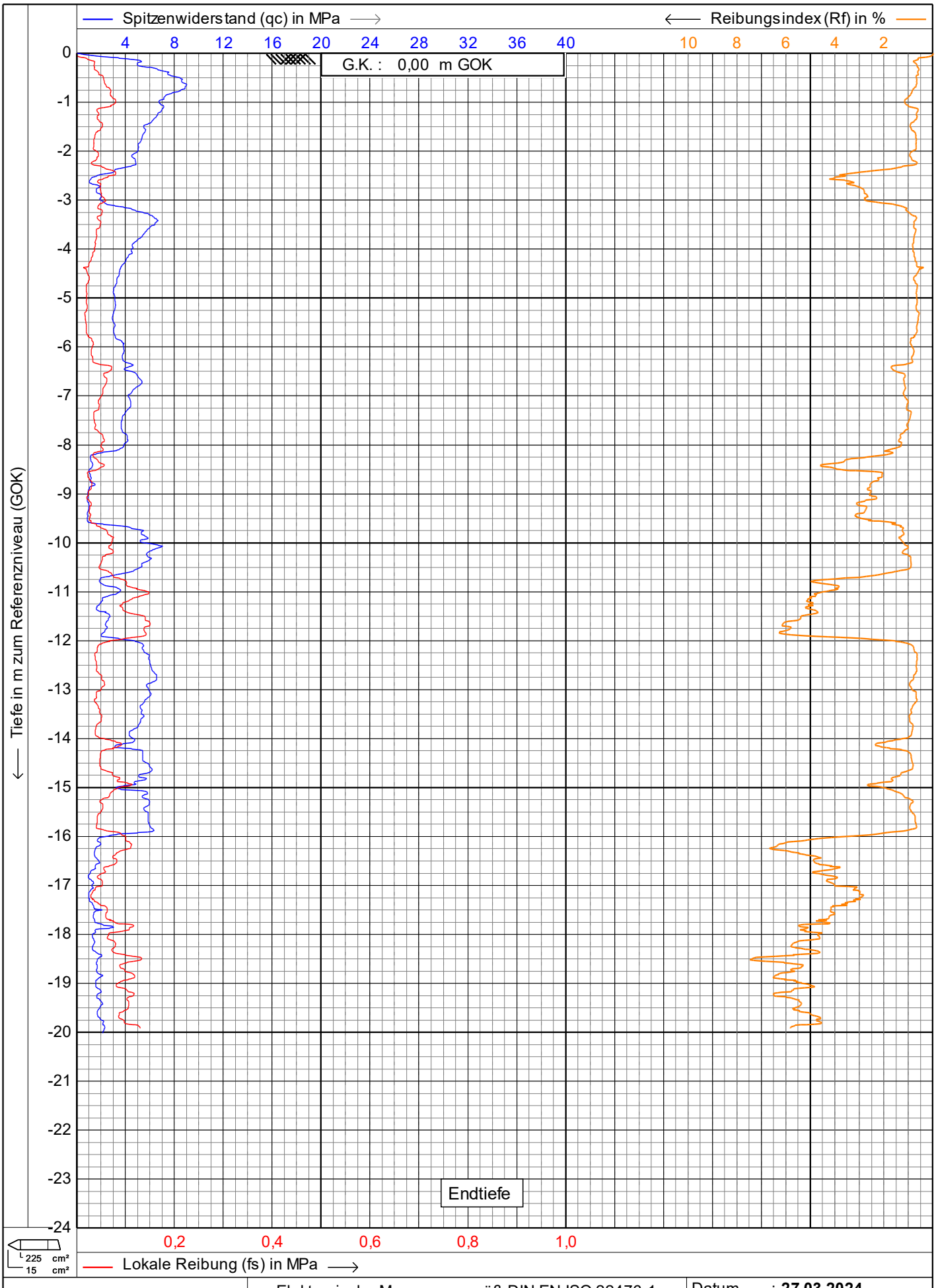
Projekt : **BV Tagebau Hambach**

Ort : **52382 Niederzier**

Datum	: **27.03.2024**
Konus Nr.	: **S15CFII.2372**
Projekt Nr.	: **323-213-1**
CPT Nr.	: **KW 1-5** **1/1**

1.49

Anlage 4



GTC

Elektronische Messung gemäß DIN EN ISO 22476-1

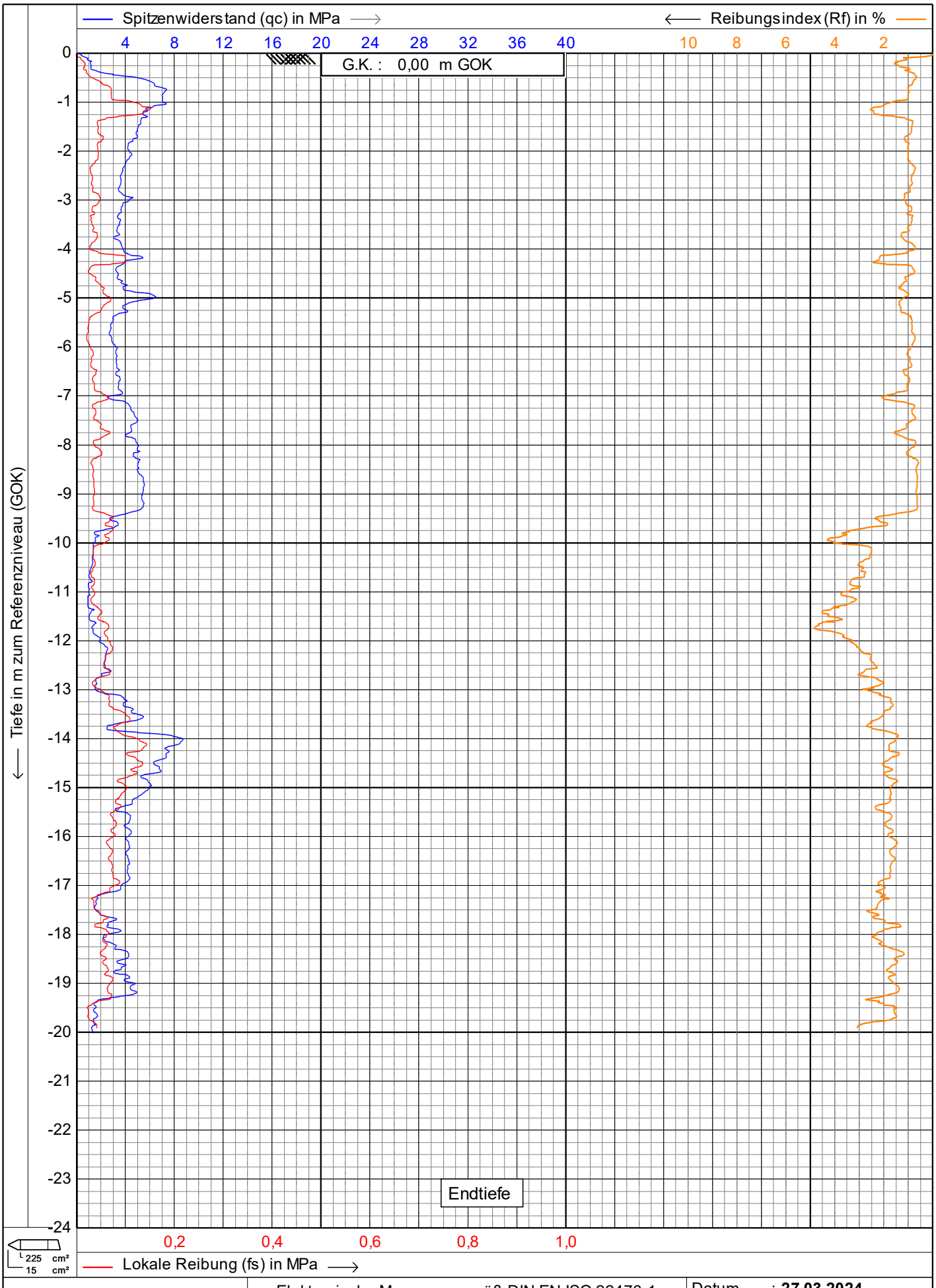
Projekt : **BV Tagebau Hambach**

Ort : **52382 Niederzier**

Datum	: **27.03.2024**
Konus Nr.	: **S15CFII.2372**
Projekt Nr.	: **323-213-1**
CPT Nr.	: **KW 1-6** **1/1**

1.49

Anlage 4



GTC

Elektronische Messung gemäß DIN EN ISO 22476-1

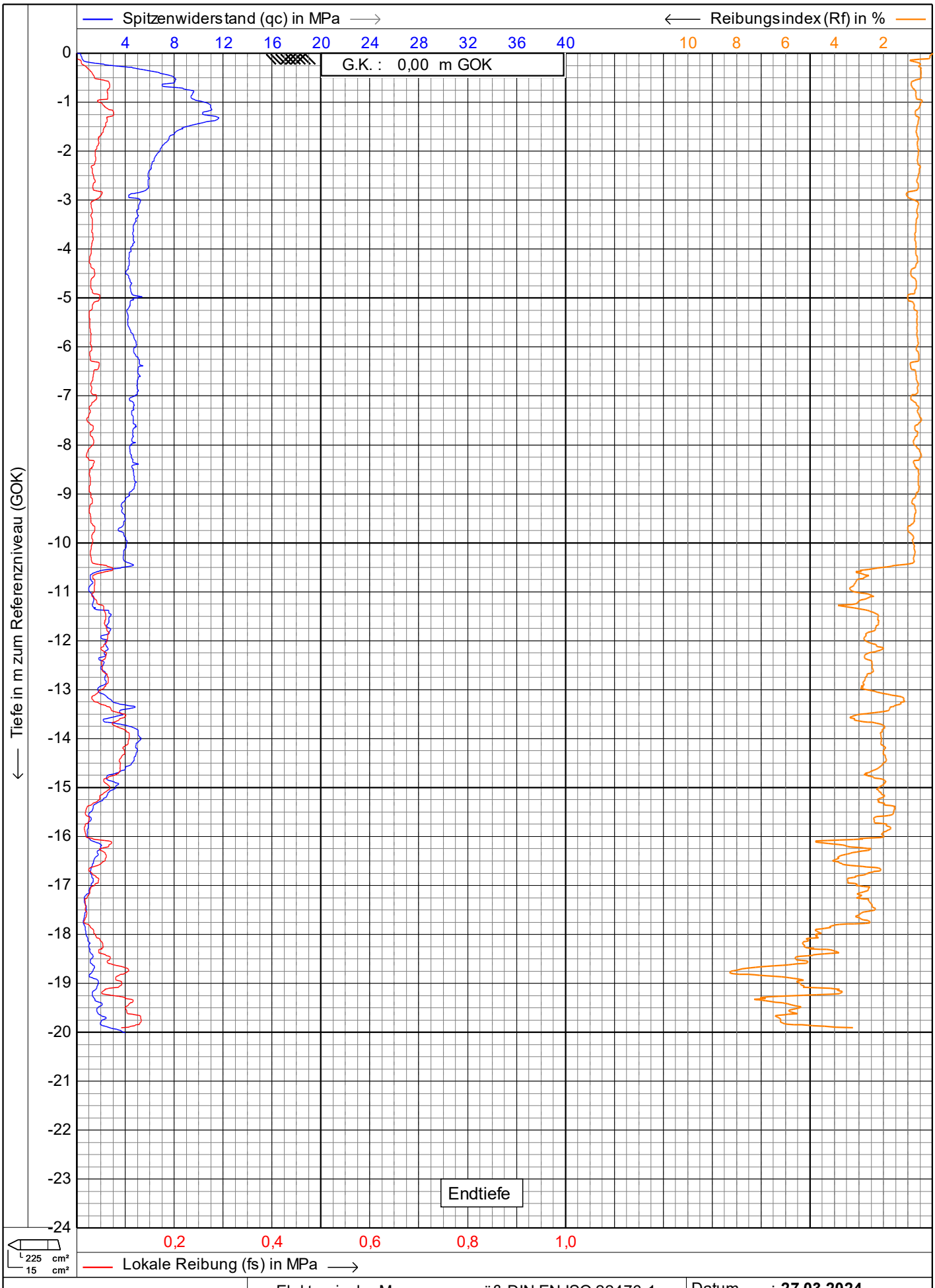
Projekt : **BV Tagebau Hambach**

Ort : **52382 Niederzier**

Datum	: **27.03.2024**
Konus Nr.	: **S15CFII.2372**
Projekt Nr.	: **323-213-1**
CPT Nr.	: **KW 2-1** 1/1

1.49

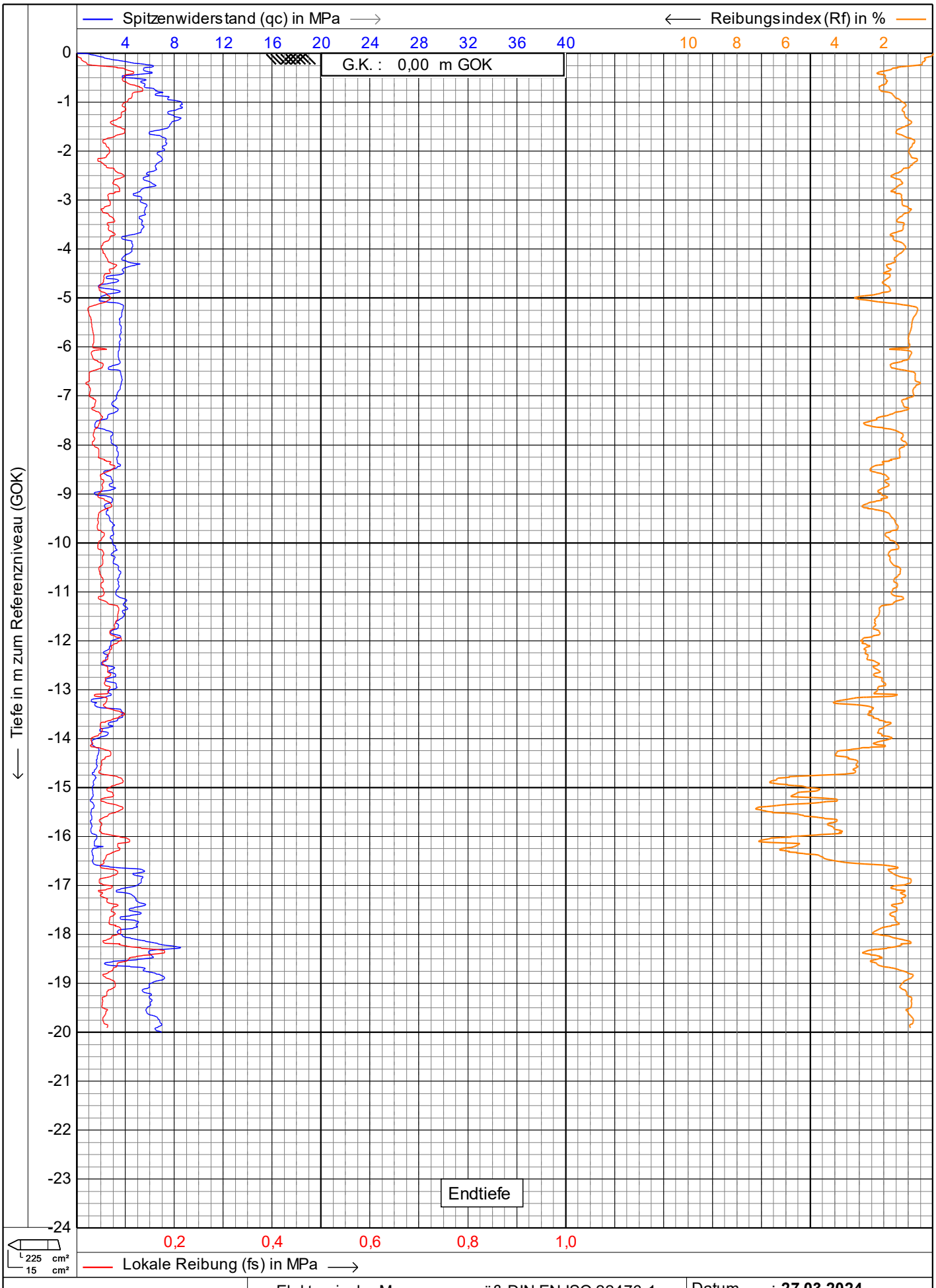
Anlage 4



GTC	Elektronische Messung gemäß DIN EN ISO 22476-1	Datum : **27.03.2024**	
	Projekt : **BV Tagebau Hambach**	Konus Nr. : **S15CFII.2372**	
	Ort : **52382 Niederzier**	Projekt Nr. : **323-213-1**	
		CPT Nr. : **KW 2-2**	**1/1**

1.49

Anlage 4



Elektronische Messung gemäß DIN EN ISO 22476-1

GTC

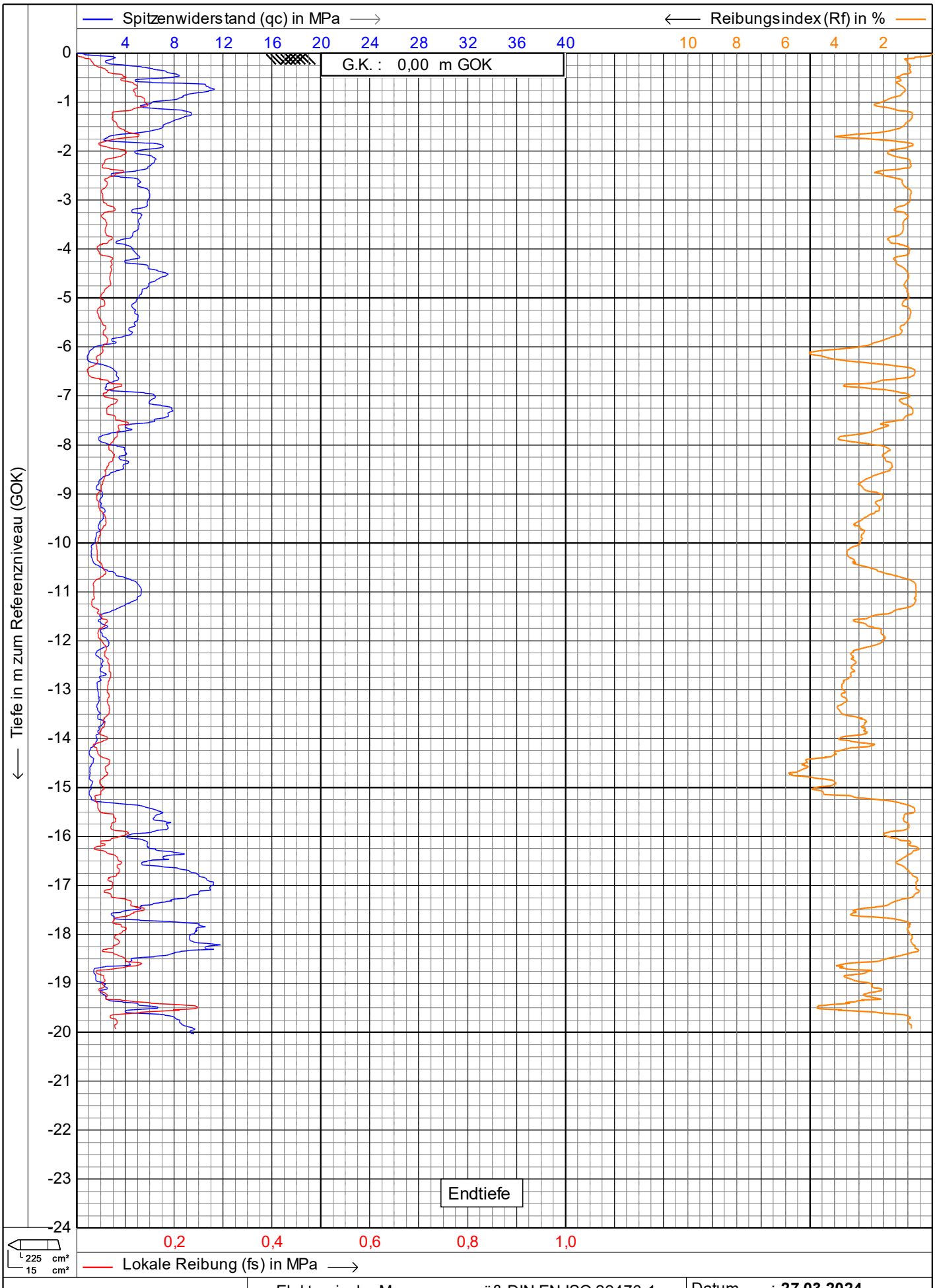
Projekt : **BV Tagebau Hambach**

Ort : **52382 Niederzier**

Datum	: **27.03.2024**
Konus Nr.	: **S15CFII.2372**
Projekt Nr.	: **323-213-1**
CPT Nr.	: **KW 2-3** **1/1**

1.49

Anlage 4



GTC

Elektronische Messung gemäß DIN EN ISO 22476-1

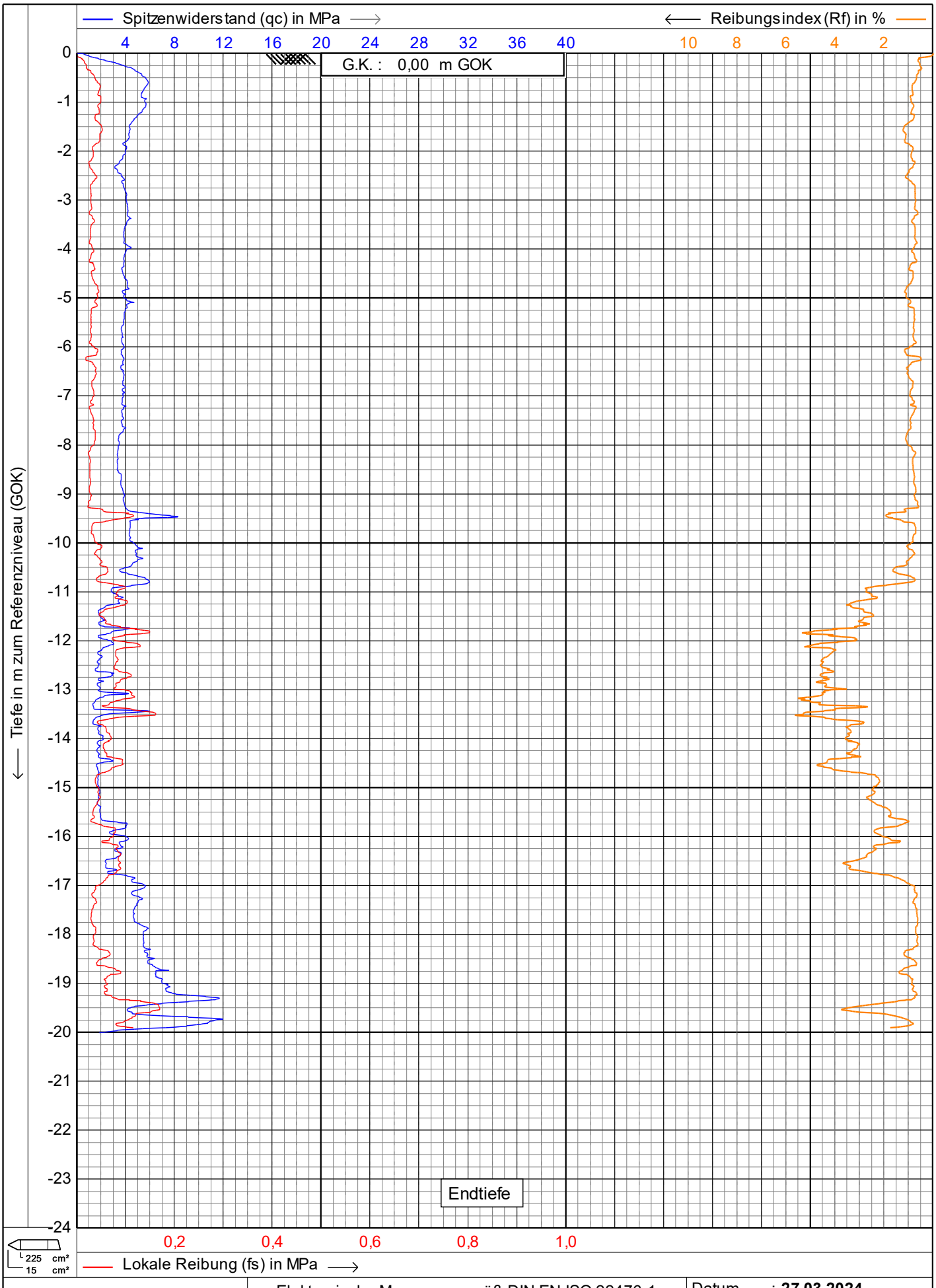
Projekt : **BV Tagebau Hambach**

Ort : **52382 Niederzier**

Datum	: **27.03.2024**
Konus Nr.	: **S15CFII.2372**
Projekt Nr.	: **323-213-1**
CPT Nr.	: **KW 2-4** **1/1**

1.49

Anlage 4



Elektronische Messung gemäß DIN EN ISO 22476-1

GTC

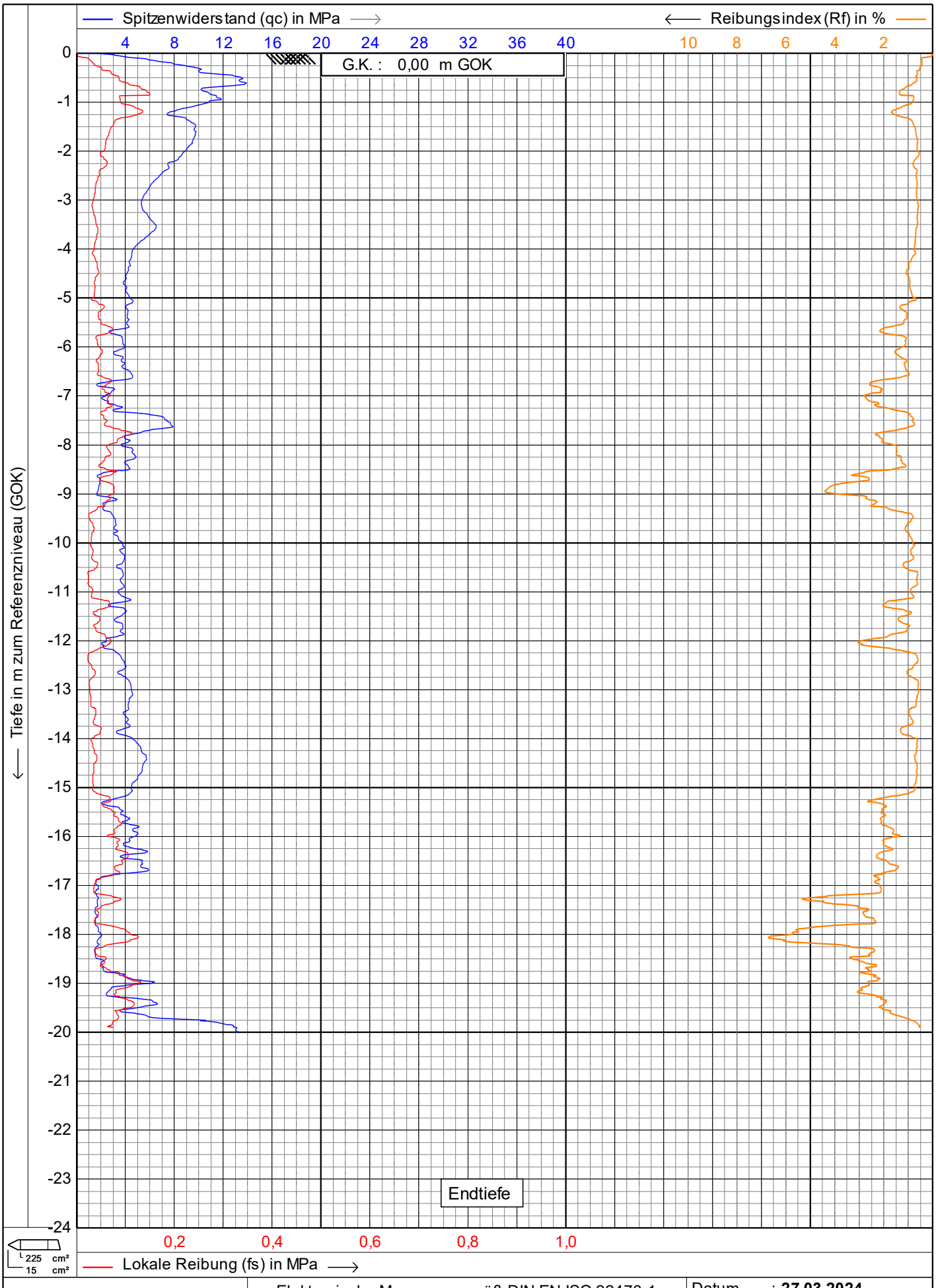
Projekt : **BV Tagebau Hambach**

Ort : **52382 Niederzier**

Datum	: **27.03.2024**
Konus Nr.	: **S15CFII.2372**
Projekt Nr.	: **323-213-1**
CPT Nr.	: **KW 2-5** **1/1**

1.49

Anlage 4



GTC	Elektronische Messung gemäß DIN EN ISO 22476-1	Datum : **27.03.2024**	
	Projekt : **BV Tagebau Hambach**	Konus Nr. : **S15CFII.2372**	
	Ort : **52382 Niederzier**	Projekt Nr. : **323-213-1**	
		CPT Nr. : **KW 2-6**	**1/1**

1.49

Anlage 4

Dokumentation und Ergebnisse Probeverdichtungen

Randbedingungen

Material:	ungesiebtes quartäres Material aus der Manheimer Bucht, Horizont 16, Sand-Kies-Gemisch
Lagenstärke:	2 m, aufgebracht im Sonderbetrieb mittels Dumper, insgesamt 13 Lagen
Verdichtungsgerät:	Polygonwalze (BOMAG 226 DI) 25 t
Ausführung:	02.07.2024 – 28.05.2025

Fotodokumentation



Abbildung 1: Vorbereitung 2. Lage nach Umstellung auf Sonderbetrieb



Abbildung 2: Oberfläche nach Verdichtung mit Polygonwalze



Abbildung 3: Blick von I4 hoch auf Rampe, 6. Lage, Anschüttung über Dumper

Ergebnisse der Feld- und Laborversuche

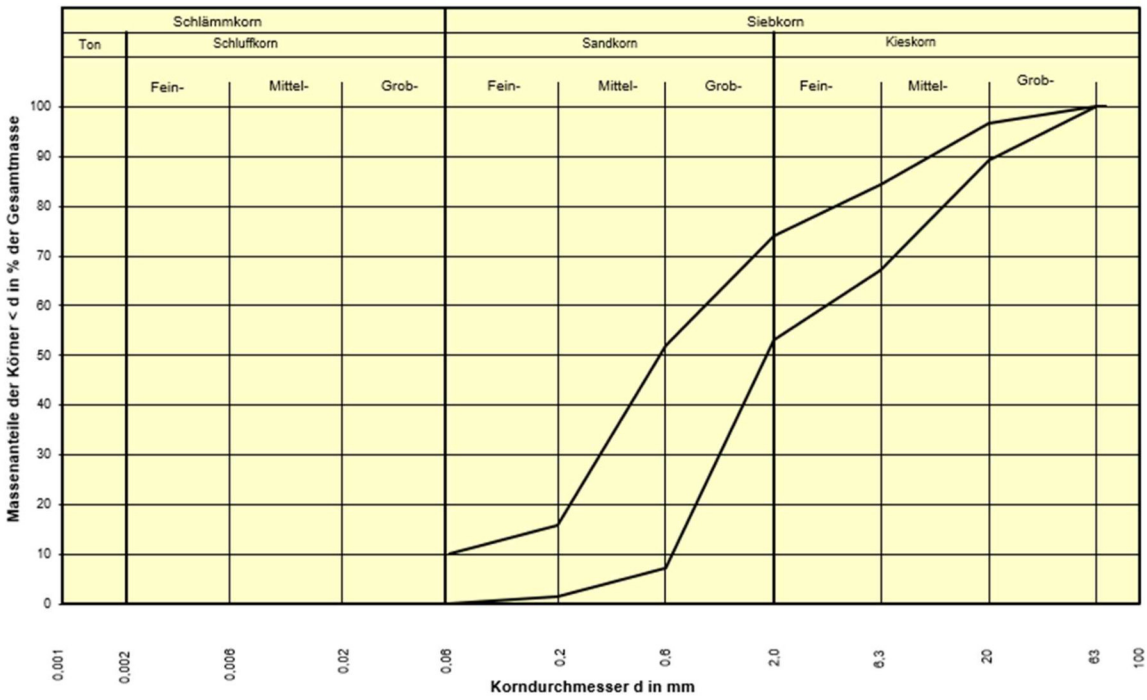
Bestimmung der Dichte mittels Densitometer DIN 18127-2
Versuch mit dem leichten Fallgewichtsgerät TP BF-StB Teil B 8.3
Ermittlung der Proctordichte DIN 18127

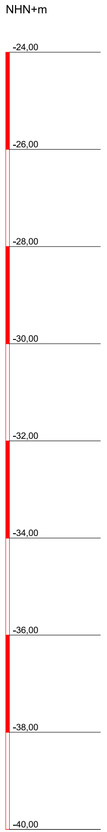
Einbaulage	ρ_{Pr}	ρ_d	D_{Pr}	D_{Pr}	E_{vd}	Bemerkung
	g/cm³	g/cm³	%	%	MN/m²	
				Mittelwert	Mittelwert	
1	2,041	2,08	102	98	13	
		2,07	101		23	
		1,99	98		22	
		1,99	98		17	
		1,98	97		23	
		1,91	94		19	
		1,93	95		17	
		2,11	103		21	
		1,99	98		21	
2	1,991	1,86	93	97	14	
		1,86	93		14	
		1,97	99		17	
		1,96	98		16	
		1,98	99		15	
		1,97	99		15	
3	1,997	2,03	102	98	20	
		2,01	101		22	
		1,92	96		16	
		1,87	94		19	
4	2,008	2,03	101	101		keine Fallplatten ausgeführt
		1,97	98			
		2,02	100			
		2,08	104			
		2,03	101			
		2,07	103			
5	1,974	2,05	104	95	19	
		2,03	103		21	
		1,89	96		14	
		1,94	98		20	
		1,76	89		22	
		1,54	78		21	
6		2,04	103	102	25	Proctordichte
		2,01	102		26	aus
		1,98	100		22	Lage 5
7	2,000	1,96	98	97	26	
		1,91	95		21	
					23	
8	2,016	2,08	103	101	25	
		1,98	98		16	

Einbaulage	ρ_{Pr}	ρ_d	D_{Pr}	D_{Pr}	E_{vd}	Bemerkung
	g/cm³	g/cm³	%	%	MN/m²	
				Mittelwert	Mittelwert	
9	1,993	1,81	91	94	22	
		1,92	96		20	
		1,89	95		20	
10	1,979	2,01	102	97	25	
		1,89	96		15	
		1,87	94		13	
11	1,998	1,92	96	93	18	
		1,79	90		12	
12	2,062	2,00	97	98	14	
		2,04	99		13	
13	2,050	2,05	100	99	30	
		2,07	101		44	
		1,96	96		28	

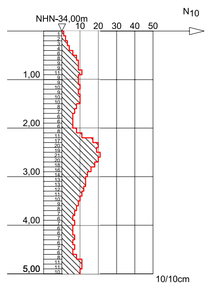
Ermittlung der Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4/5.2

Darstellung des Körnungsbands aus 11 Kornverteilungskurven an dem für die Verdichtungsprüfungen untersuchten Material

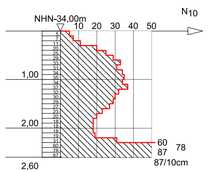




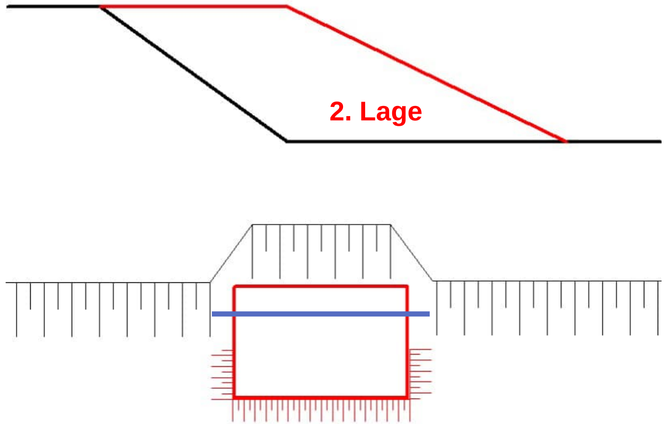
DPH 2



* DPL 1

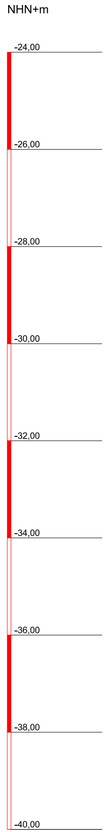


kein Rammfortschritt

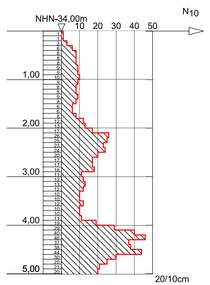


RWE Power AG POB-GT Zum Gut Bohlendorf 50126 Bergheim	Planbezeichnung Zusammenfassung Rammsondierungen Projekt: Einleitbauwerk Hambach	Anlage:5 Objekt-Nr: 2023097 Datum: 29.08.2024 Maßstab: 1:75 Bearbeiter: Bertram

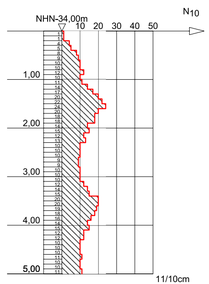
Copyright © by IDAT GmbH 1994 - 2021 - I:\RWE-POWER\B-P\PBS-G\GEOBJEKTE\EIDAM\RISTSEEN\2023097_EINLEITBAUWERK_TAGEBAUSEE_HAMBACH\04_GELAENDEARBEITEN-LABOR\ZUSAMMENFASSUNG RAMMSONDI



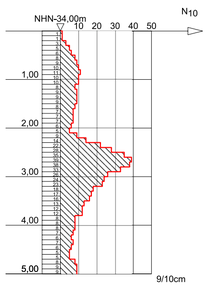
DPH 4



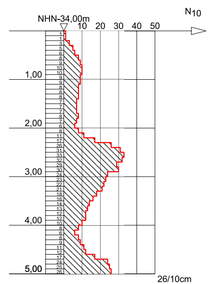
DPH 6

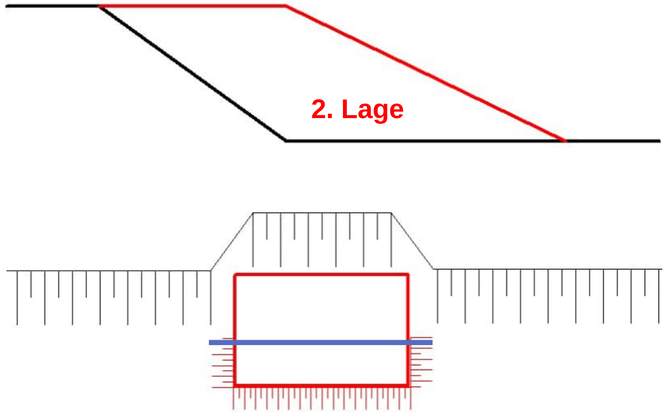


DPH 3



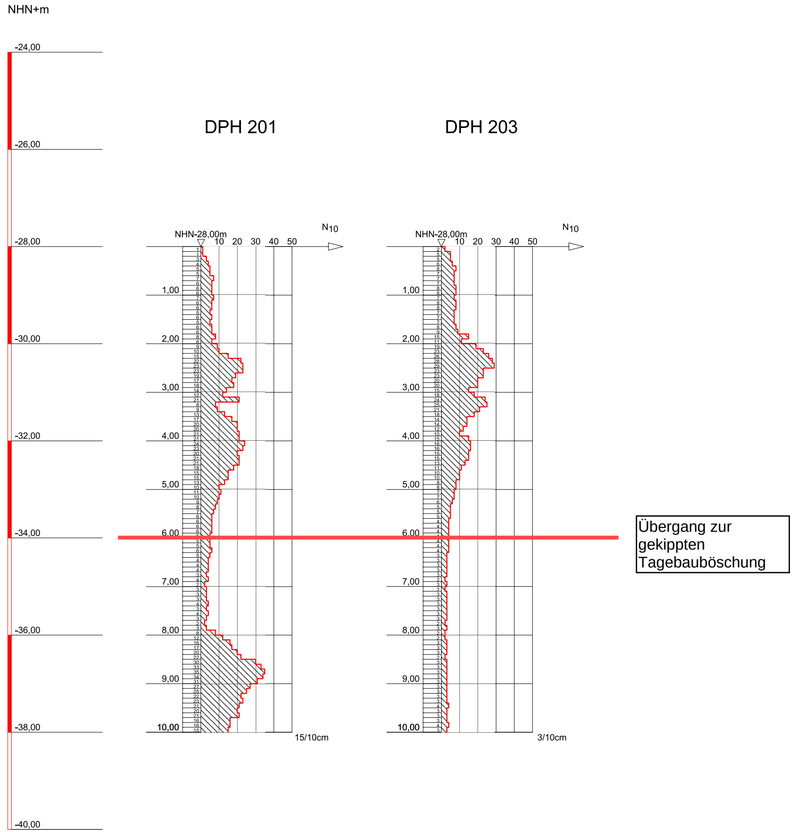
DPH 5

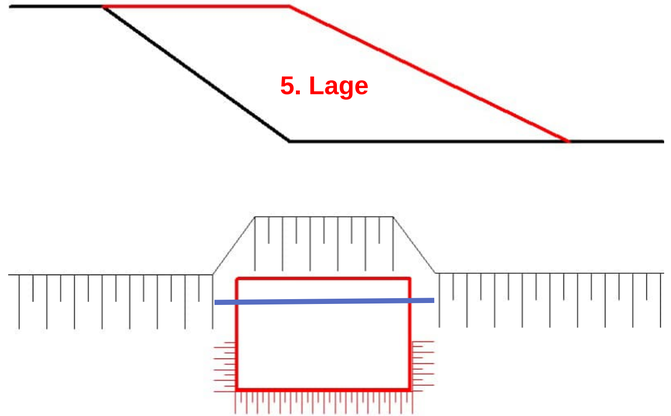




RWE Power AG POB-GT Zum Gut Bohlendorf 50126 Bergheim	Planbezeichnung Zusammenfassung Rammsondierungen Projekt: Einleitbauwerk Hambach	Anlage:5 Objekt-Nr: 2023097 Datum: 29.08.2024

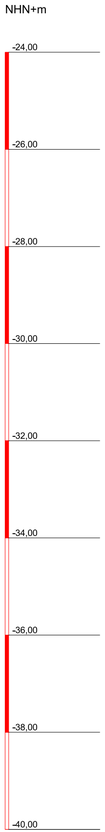
Copyright © by IDAT GmbH 1994 - 2021 - I:\RWE-POWER\B-P\PBS-G\GEOBJEKTE\EIDAM\RISTSEEN\2023097_EINLEITBAUWERK_TAGEBAUSEE_HAMBACH\04_GELAENDEARBEITEN-LABOR\ZUSAMMENFASSUNG RAMMSONDI



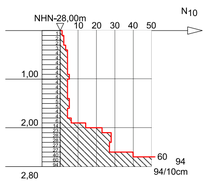


RWE Power AG POB-GT Zum Gut Bohlendorf 50126 Bergheim	Planbezeichnung Zusammenfassung Rammsondierungen Projekt: Einleitbauwerk Hambach	Anlage:5 Objekt-Nr: 2023097 Datum: 29.08.2024 Maßstab: 1:75 Bearbeiter: Bertram

Copyright © by IDAT GmbH 1994 - 2021 - I:\RWE-POWER\B-P\PBS-G\GE\OBJEKTE\EIDAM\RISTSEEN\2023097_EINLEITBAUWERK_TAGEBAUSEE_HAMBACH\04_GELAENDEARBEITEN-LABOR\ZUSAMMENFASSUNG RAMMSONDI

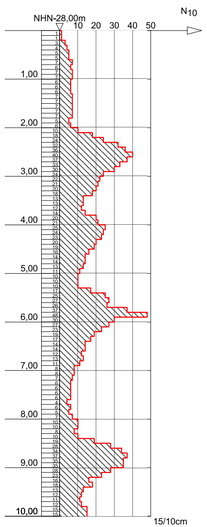


DPH 206A
(1,5m versetzt)

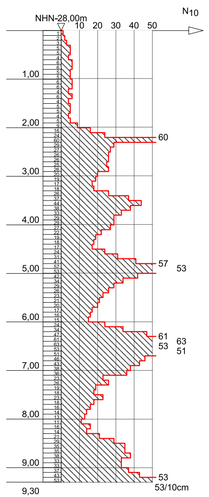


kein Rammfortschritt

DPH 202

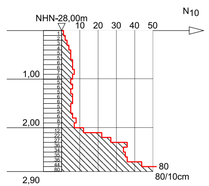


DPH 207



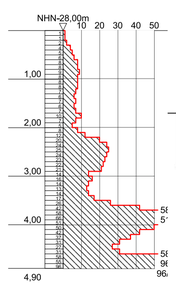
kein Rammfortschritt

DPH 205

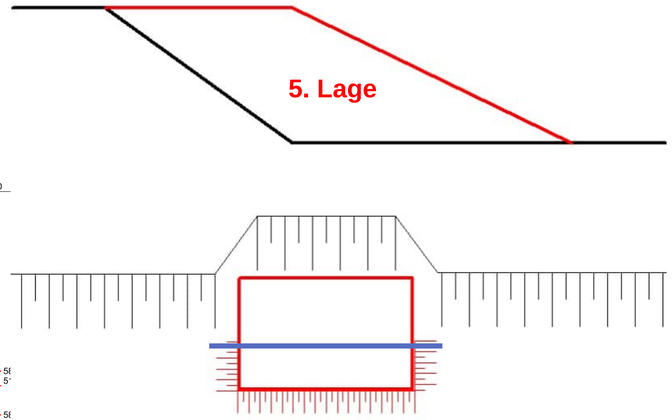


kein Rammfortschritt

DPH 204

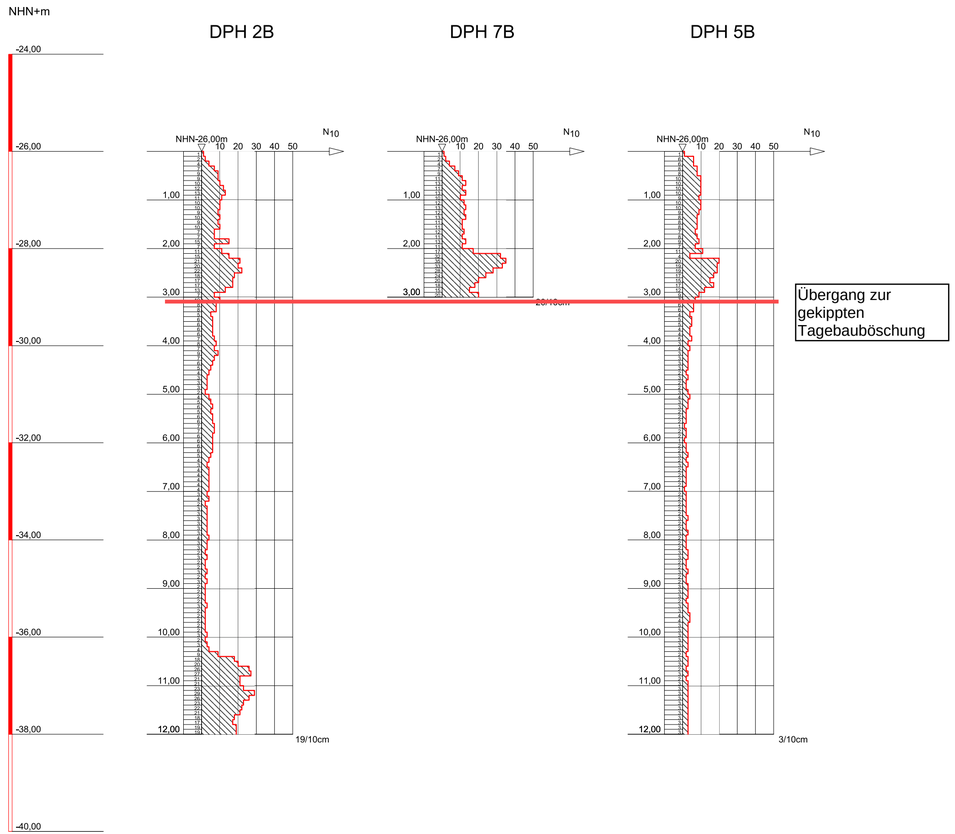


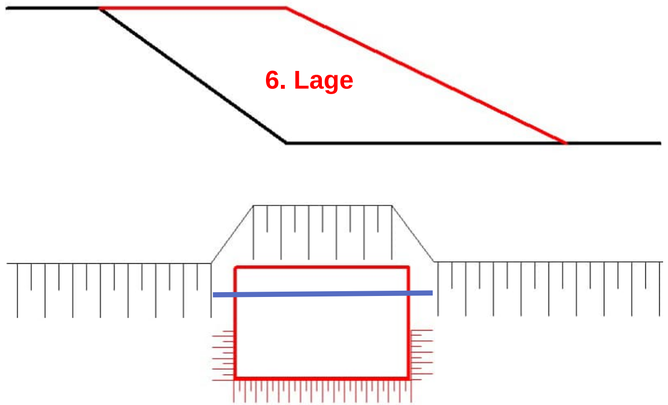
kein Rammfortschritt



RWE Power AG POB-GT Zum Gut Bohlendorf 50126 Bergheim	Planbezeichnung Zusammenfassung Rammsondierungen Projekt: Einleitbauwerk Hambach	Anlage:5 Objekt-Nr: 2023097 Datum: 29.08.2024 Maßstab: 1:75 Bearbeiter: Bertram

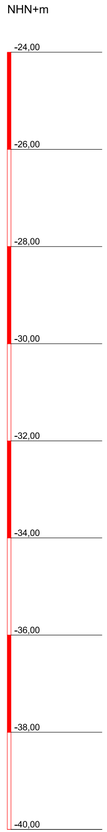
Copyright © by IDAT GmbH 1994 - 2021 - I:\RWE-POWER\B-P\PBS-G\GEOBJEKTE\EIDAM\RESTSEEN\2023097_EINLEITBAUWERK_TAGEBAUSEE_HAMBACH\04_GELAENDEARBEITEN-LABOR\ZUSAMMENFASSUNG RAMMSONDI



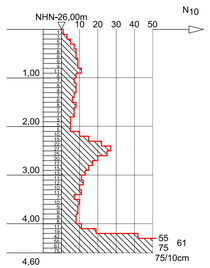


RWE Power AG POB-GT Zum Gut Bohlendorf 50126 Bergheim	Planbezeichnung Zusammenfassung Rammsondierungen Projekt: Einleitbauwerk Hambach	Anlage:5 Objekt-Nr: 2023097 Datum: 29.08.2024 Maßstab: 1:75 Bearbeiter: Bertram

Copyright © by IDAT GmbH 1994 - 2021 - I:\RWE-POWER\B-P\PBS-G\GEOBJEKTE\EIDAM\RESTSEEN\2023097_EINLEITBAUWERK_TAGEBAUSEE_HAMBACH\04_GELAENDEARBEITEN-LABOR\ZUSAMMENFASSUNG RAMMSONDI

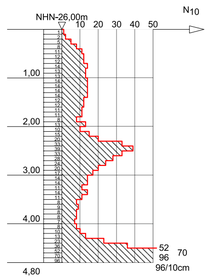


DPH 1B



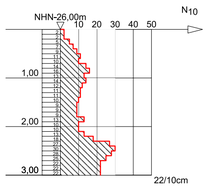
kein Rammfortschritt

DPH 3B

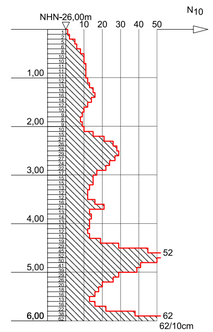


kein Rammfortschritt

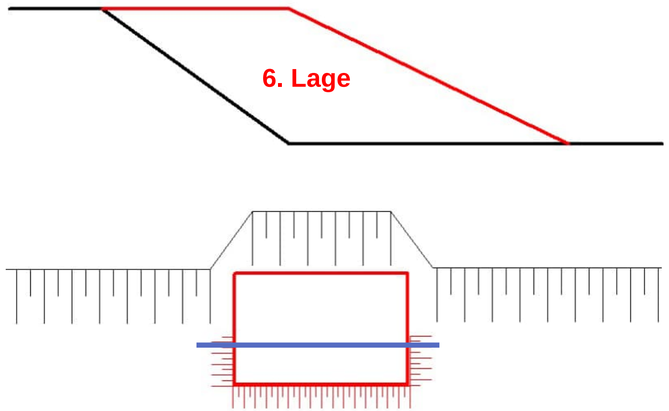
DPH 6B



DPH 4B

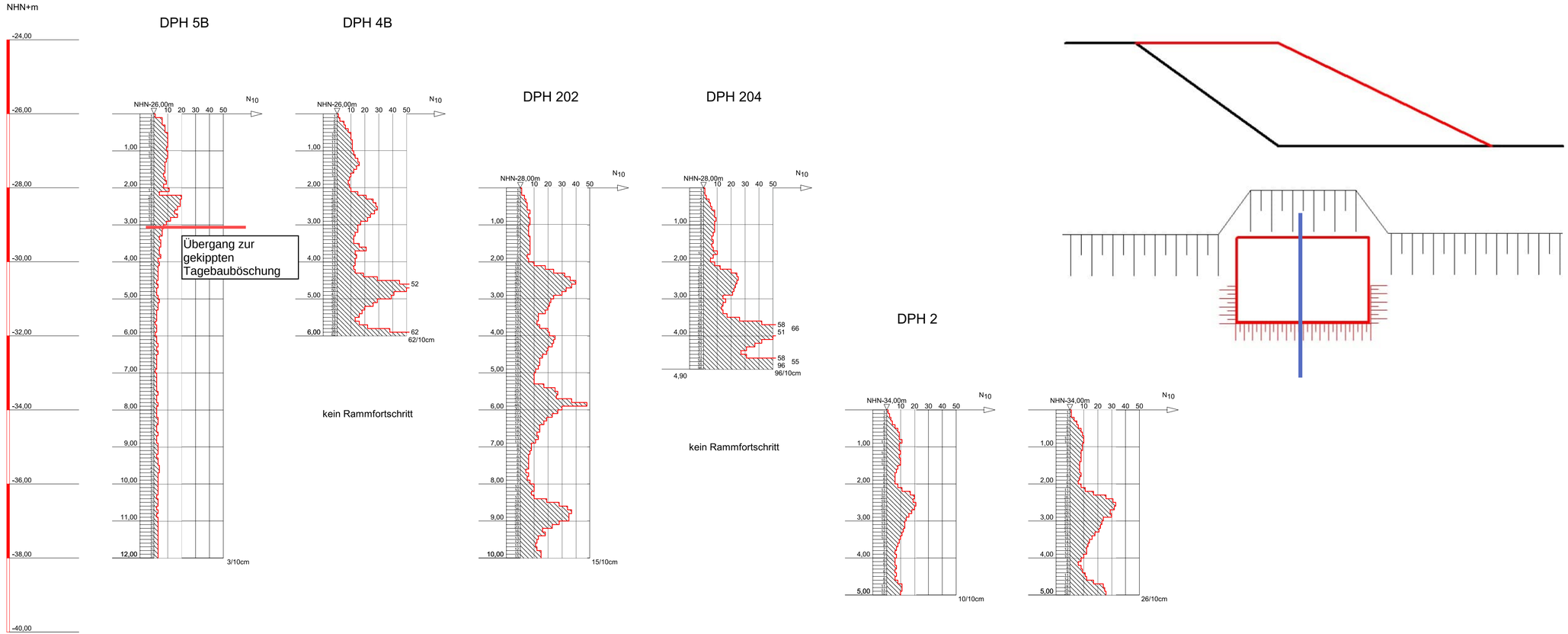


kein Rammfortschritt



RWE Power AG POB-GT Zum Gut Bohlendorf 50126 Bergheim	Planbezeichnung Zusammenfassung Rammsondierungen Projekt: Einleitbauwerk Hambach	Anlage:5 Objekt-Nr: 2023097 Datum: 29.08.2024 Maßstab: 1:75 Bearbeiter: Bertram

Copyright © by IDAT GmbH 1994 - 2021 - I:\RWE-POWER\B-P\PBS-G\GEOBJEKTE\EIDAM\RESTSEEN\2023097_EINLEITBAUWERK_TAGEBAUSEE_HAMBACH\04_GELAENDEARBEITEN-LABOR\ZUSAMMENFASSUNG RAMMSONDI



RWE Power AG POB-GT Zum Gut Bohlendorf 50126 Bergheim	Planbezeichnung Zusammenfassung Rammsondierungen Projekt: Einleitbauwerk Hambach	Anlage:5 Objekt-Nr: 2023097 Datum: 29.08.2024 Maßstab: 1:75 Bearbeiter: Bertram

Copyright © by IDAT GmbH 1994 - 2021 - I:\RWE-POWER\B-PPBS-G\GEOBJEKTE\EIDAM\RESTSEEN\2023097_EINLEITBAUWERK_TAGEBAUSEE_HAMBACH\04_GELAENDEARBEITEN\LABOR\ZUSAMMENFASSUNG RAMMSONDI

Laborversuche an Bergkies (Horizont 16)

der Einleittrasse l402

im Tagebau Hambach

– Endbericht –

Auftraggeber:	RWE Power AG Sparte Tagebaue Abteilung POO-G
Projektleiter:	Markus Uhlig
Bearbeiter:	Marek Boris Franz Emmrich Silvio Gesellmann Sarah Müller Mireia Pally

Auftragsnummer (AG):	7500007651-R4-G70 (19.12.2024)
Angebotsnummer (AN):	2024_A0024-1 (01.12.2024)
Auftragsnummer (AN):	2025_01
Seiten:	14 Bericht 54 Anlagen

Dresden, 12.09.2025

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **3**

1.1 Einführung 3

1.2 Probennahme und -vorbereitung für die Laborversuche 3

2 Beschreibung und Auswertung der Versuche **4**

2.1 Wassergehalt 4

2.2 Korngrößenverteilung mittels Nasssiebung 4

2.3 Lagerungsdichten mit Handschaufel und Rütteltisch 4

2.4 Proctordichte 5

2.5 Großrahmenscherversuche 6

3 Versuchsergebnisse und Interpretation **8**

3.1 Zustand bei Anlieferung 8

3.2 Klassifikation 8

3.3 Referenzdichten 9

3.4 Scherfestigkeiten 10

4 Zusammenfassung **13**

Literaturverzeichnis **14**

A Übersichten und Lagepläne **15**

A.1 Probennahme und Materialherkunft 15

B Protokolle **24**

B.1 Fotodokumentation 24

B.1.1 MP1 24

B.1.2 MP2 25

B.1.3 MP3 26

B.1.4 MP2 27

B.2 Wassergehalt bei Anlieferung 28

B.3 Korngrößenverteilung 33

B.4 Lagerungsdichten 42

B.5 Proctorversuch 47

B.6 Rahmenscherversuche 56

1 Einleitung

1.1 Einführung

In diesem Bericht werden die Auswertung und Ergebnisse von 4 Proben, welche im Labor untersucht werden, aufgezeigt. Dabei werden die Korngröße, die Grenzen der Lagerungsdichten, die Proctordichten und die Scherfestigkeiten vorgestellt. Das Angebot wurde am 1. Dezember 2024 (2024_A0024-1) von der TU Dresden an den Auftraggeber überreicht. Als Bearbeiter des Projektes ist das Institut für Geotechnik der Technischen Universität Dresden, nachfolgend als TUD bezeichnet, zu nennen. Auftraggeber ist die RWE POWER AG. Technischer Ansprechpartner ist Herr Andreas Jansen. Die Auftragsbestättigung erfolgte am 19. Dezember 2024 unter der Bestellnummer 7500007651-R4-G70.

1.2 Probennahme und -vorbereitung für die Laborversuche

Die Proben wurden von der RWE Power AG entnommen. Sie stammen aus dem Tagebau Hambach im Bereich I402 bei km 2,0. An dieser Stelle soll die Einleittrasse RWTL entstehen. Die Probenahmeprotokolle der 4 Proben vom Arbeitgeber [2] sind dem Anhang A.1 beigefügt. Die Entnahmetiefe beträgt nur wenige Zentimeter unter der Geländeoberkante (10 bis 20 cm) [2]. Das Material wird bei bei RWE als „Horizont 16“ bezeichnet [3].

Die vier Proben wurden jeweils in weißen geschlossenen Eimern per Spedition am 18. Dezember 2024 angeliefert. Alle Ausgangsmaterialien lagen in feuchten Zustand vor und wurden am Institut für Geotechnik vor der weiteren Bearbeitung homogenisiert und für alle Versuche bis auf die Siebung vorher auf 31,5 mm abgesiebt. Schlussendlich wurde durch Probenteilung die entsprechende Menge für die jeweiligen Laborversuche bestimmt.

Des weiteren wurden vom Auftraggeber 6 Prüfberichte vom Juli, August und Dezember 2024 übergeben [4], diese Daten werden im Kapitel 3 mit den hier erhaltenen Ergebnissen verglichen.

2 Beschreibung und Auswertung der Versuche

2.1 Wassergehalt

Der Wassergehalt wurde nach DIN EN ISO 17 892-1, Stand August 2022 durchgeführt. Hierfür wurde das Material bei 105 °C bis zur Massenkonstanz getrocknet. Die Proben wurden nach dem Abkühlen im Exsikkator gewogen.

Alle Protokolle zur Bestimmung des Wassergehaltes bei Anlieferung befinden sich im Anhang B.2.

2.2 Korngrößenverteilung mittels Nasssiebung

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung (KGV) erfolgte nach DIN EN ISO 17 892-4, Stand April 2017. Die Laborproben wurden dafür bei 105 °C im Trockenofen bis zur Massenkonstanz getrocknet und damit die Eingangstrockenmasse bestimmt. Das Material wird danach in Wasser für mindestens 2 h eingeweicht, teils wird das Material mehrmals dabei händisch umgerührt. Es folgt eine Siebung mit einem Sieb der Maschenweite 0,063 mm unter Zugabe von Wasser. Das feinkörnige Material wird dabei nicht aufgefangen. Das grobkörnige Material wird erneut getrocknet und anschließend mit einer maschinellen Siebung in die einzelnen Korngruppen vorsortiert und per Hand nachgesiebt. Der verwendete Siebsatz entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO 17 892-4.

Für die Bestimmung der Bodengruppe (Klassifikation) nach DIN 18 196 wird zudem die Krümmungszahl

$$C_C = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} \tag{2.1}$$

und die Ungleichförmigkeitszahl

$$C_U = \frac{d_{60}}{d_{10}} \tag{2.2}$$

benötigt.

Die Ergebnisse der Korngrößenverteilungen sind im Anhang B.3 zum einen als Korngrößenverteilungskurve und zum anderen in tabellarischer Form dargestellt.

2.3 Lagerungsdichten mit Handschaufel und Rütteltisch

Die Bestimmung der Grenzen der Lagerungstrockendichte erfolgte nach DIN 18 126, Stand Oktober 2022. Die Laborproben wurden dafür bei 105 °C im Trockenofen bis zur Massenkonstanz getrocknet.

Für alle Materialien mit einem Größkorndurchmesser von mehr als 5 mm (mit $C_U \leq 3$) bzw. 2 mm (mit $C_U < 3$) erfolgt das Einfüllen des Materials zur Bestimmung der lockersten Lagerungstrockendichte über Einschaufeln und die dichteste Lagerungsdichte wird unter Verwendung eines Rütteltisches bestimmt. Dabei kommen 3 Topfgrößen zum Einsatz, welche wiederum vom Größtkorn abhängen. Zur Bestimmung der dichtesten Lagerung wird das Material mit einer Handschaufel eingefüllt und mit dem Rütteltisch verdichtet. Anschließend wird die Masse des eingefüllten Materials ermittelt. Bei der Versuchsdurchführung zur Bestimmung der lockersten Lagerung wird eine Handschaufel zum Einfüllen des Materials benutzt. Das Einfüllen des Materials in den Versuchszylinder erfolgt durch vorsichtiges Auskippen aus der Handschaufel, wobei darauf geachtet wird, dass das auslaufende Material immer in Kontakt zum entstandenen Schüttkegel steht, um eine Verdichtung zu vermeiden. Über den Behälterrand herausstehende Körner werden per Hand abgelesen bzw. mit einem Lineal abgestrichen. Es werden insgesamt drei Teilversuche mit dem Rütteltisch durchgeführt. Nach jedem Versuch auf dem Rütteltisch werden 2 Versuche zur Bestimmung der lockersten Lagerung mit der Handschaufel durchgeführt. Bei vollständigem Einbau eines Teilversuchs wurde das eingefüllte Material gewogen. Wird, aufgrund der wenigen zur Verfügung stehenden Probenmasse, die Ablaufreihenfolge der Norm verändert, so ist dies im Protokoll des Anhangs B.4 vermerkt.

Die bezogene Lagerungsdichte berechnet sich zu:

$$I_D = \frac{\rho_{d,max} \cdot (\rho_d - \rho_{d,min})}{\rho_d \cdot (\rho_{d,max} - \rho_{d,min})}. \tag{2.3}$$

Es werden die Trockendichten $\rho_{d,max}$, $\rho_{d,min}$ für die dichteste und lockerste Lagerung und die in-situ Dichte ρ_d benötigt.

2.4 Proctordichte

Der Proctorversuch wird nach DIN 18127, mit Stand vom September 2012 durchgeführt. Dem ofentrockenem Versuchsboden wird dabei vor jedem Teilversuch Wasser hinzugegeben und dieser Boden dann homogenisiert. Der Boden wird dann in 3 Schichten in den Versuchszylinder eingebaut und mit dem Proctorhammer und einer nach Norm vorgegebenen Schlagzahl und Anordnung verdichtet. Bei grobkörnigen Böden, die beim Auftreffen des Hammers nach oben ausweichen, wird eine Stahlplatte verwendet, auf die der Hammer seine Energie auf die Probe übergibt. Diese Option ist auf dem Protokoll durch den Anhang „X“ in der Versuchsbezeichung (Überschrift) zu erkennen. Nach Einbau des letzten Drittels wird der Aufsatzring abgenommen und die Probe abgestrichen. Letztlich wird über das Topfvolumen, die Bodenmasse und den zu bestimmenden Wassergehalt die Trockendichte eines jeden Teilversuchs bestimmt. Jeder Teilversuch kann dann in einem Wassergehalt-Trockendichte-Diagramm aufgetragen werden. Die Versuchspunkte der Teilversuche werden mit einem Spline verbunden und der Peak als Proctordichte und der zugehörige Wassergehalt als optimaler Wassergehalt definiert. Es stehen laut Norm verschiedene Topfgrößen

und Fallgewichte sowie zugehörige Fallhöhen zur Verfügung. Die in diesem Bericht verwendeten Hämmer und Töpfe können dem Kapitel 3 entnommen werden.

Die Procturkurve und alle weiteren Daten können den Protokollen des Anhangs B.5 entnommen werden. Trockendichten, welche in situ gemessen werden (ρ_d), werden oft über den Verdichtungsgrad

$$D_{Pr} = \frac{\rho_d}{\rho_{Pr}}. \tag{2.4}$$

zur Proctordichte ρ_{Pr} ins Verhältnis gesetzt.

2.5 Großrahmenscherversuche

Die direkten Scherversuche, zu denen auch der Kastenscherversuch, nachfolgend auch als Großrahmenscherversuch bezeichnet, zählt, werden in DIN EN ISO 17892-10, letzte Ausgabe vom Oktober 2019, vorgestellt.

Am bodenmechanischen Labor steht ein Großrahmenschergerät des Herstellers *Wille-Geotechnik* (Typbezeichnung SP-300 E) zur Verfügung. Das Schergerät besitzt einen geführten beweglichen oberen Scherkasten. Der quadratische Probenquerschnitt beträgt 30 x 30 cm. Die Einbauprobenhöhen liegen bei ca. 15 bis 17 cm.

Für die Bestimmung der Schergerade nach Mohr-Coulomb werden mind. drei Teilversuche mit der gleichen Einbaudichte und unterschiedlichen Normalspannungen durchgeführt. Lockere Proben werden mit einer Handschaufel eingebaut und ggfs. mit einem Abzieher begradigt. Dichte Proben werden über Hammerschläge eines Handproctors (Fallhöhe h = 45 cm und Fallgewicht m = 4,5 kg) auf einer Kunststoffplatte verdichtet.

Die Versuch gliedert sich in 2 Phasen. In der ersten Phase wird die Probe auf eine vorgegebene Normalspannung konsolidiert. Dies erfolgt bei gemischtkörnigen Böden in mehreren Laststufen. Bei grobkörnigen Böden wird meist direkt die Ziel-Normalspannung aufgebracht. In allen Fällen wird die nächste Laststufe oder diese Phase erst beendet, wenn die Setzungen abgeklungen sind. Bei gemischtkörnigen Böden ist eine Laststufendauer von 24 h üblich. Bei grobkörnigen Böden wird mind. 30 min abgewartet, bis die Phase beendet wird.

Nach dem Abschluss der Konsolidationsphase erfolgt die Einstellung des Scherspaltes, wobei der obere Scherrahmen, um eine vorgegebene Differenz über eine Schraube angehoben wird. Nach dem Anheben wird die Schraube wieder entfernt und der obere Scherrahmen wird nur über die Reibung des Bodens gehalten. Für dilatante Böden wird auf die Einstellung des Spaltes verzichtet. Der verwendete Scherspalt eines jeden Versuchs ist seinem Protokoll des Anhangs B.6 zu entnehmen. Da das verwendete Schergerät einen beweglichen oberen Scherrahmen aufweist, muss bei der Ermittlung der Normalspannung σ'_v beachtet werden, dass bei einem dilatanten Volumenverhalten (Hebung der Probe) das Gewicht des Scherrahmens zusätzlich auf die Probe wirkt. Das Gewicht

der oberen Belastungsplatte muss ebenfalls berücksichtigt werden. Unter Berücksichtigung der vorhandenen Scherfläche von $A = 900\,\mathrm{cm}^2$ entsprechen diese beiden Einwirkungen einer zusätzlichen Auflast von $8\,\mathrm{kN/m}^2$.

Zudem sollte die Vorschubgeschwindigkeit bestimmt werden. Nach Norm ergibt sich diese zu

$$v_{max} = \frac{s_f}{13 * t_c}. \tag{2.5}$$

Dabei ist s_f ein angenommener Scherweg bis zum Peak und t_c die Zeit aus einem Setzung-Wurzel(Zeit)-Diagramm einer Laststufe der Konsolidiationsphase. Für trockene oder grobkörnige Materialien darf nach DIN EN ISO 17892-10 mit maximal einer Geschwindigkeit von 1,0 mm/min geschert werden.

Die Auswertung erfolgt in Scherspannungs-Scherweg- und Setzungs-Scherweg-Diagrammen. Die Auswertung erfolgt für den Peak- und den kritischen (konstantes Spannungsniveau nach dem Peak) Zustand. Die effektiven Scherparameter, Reibungswinkel φ' und die Kohäsion c' werden aus einer Regressionsgeraden für den kritischen oder Peakzustand bestimmt.

Neben dem Einbauzustand können dem Protokoll im Anhang B.6 auch das Spannungs-Scherweg- und Setzungs-Scherweg-Diagramm sowie die Werte aller Teilproben entnommen werden.

3 Versuchsergebnisse und Interpretation

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der 4 untersuchten Materialien, sortiert nach Laborversuchen, vorgestellt. Es erfolgt dabei auch ein Vergleich mit den Daten der Prüfberichte vom Arbeitgeber [4]. Dabei wurden für die Korngrößenverteilungen und die Proctorversuche die Daten der Lage 1, 2, 10 und 11 verwendet.

3.1 Zustand bei Anlieferung

Nach der Anlieferung wurden Teile der Gesamtprobenmasse getrocknet. Dabei konnte der Wassergehalt bestimmt werden. Die Tabelle 3.1 zeigt die Ergebnisse der einzelnen Stichproben. Sie wurden hier vereinfacht über die Stichproben gemitttelt, obwohl sie unterschiedliche Trockenmassen von ca. 2 bis 15 kg besaßen. Die Mittelwerte liegen alle um 5 %. Auch die Einzelergebnisse streuen nur gering, der niedrigste Wassergehalt betrug 4,4 %. Der höchste Wassergehalt wurde zu 6,8 % bestimmt.

Tabelle 3.1: Wassergehalte einiger Stichproben bei Anlieferung.

Entnahmeort	MP1	MP2	MP3	MP4
Stichproben	6	6	4	5
Mittelwert [%]	4,8	5,4	5,1	4,9
Standardabweichung [%]	0,3	0,8	0,5	0,4
Minimalwert [%]	4,4	4,5	4,6	4,4
Maximalwert [%]	5,2	6,8	5,8	5,3

3.2 Klassifikation

Alle 4 Proben wurden nass gesiebt, d.h. die Feinanateile (< 0,063 mm) wurden vor dem Sieben heraus gespült. Die Summenkurven der Korngrößenverteilung sind in Abbildung 3.1 zusammen getragen. Zunächst lässt sich feststellen, dass alle Proben bei RWE (rot bis braun dargestellt) niedrige Feinkornanteile von ca. 0,3 bis 1,2 % besitzen. Die Proben der TUD haben Feinkornanteile zwischen 4,4 bis 5,6 %. Es wird vermutet, dass die Proben bei RWE nur trocken gesiebt wurden. Abgesehen von diesem Unterschied, bilden die Kurven eine typisches Band eines Homogenbereiches. Es ergeben sich Sandanteile von 41,8 % (MP4) bis 67,5 % (RWE 1. Lage). Die Kiesanteile ergeben sich demnach zu minimal 31,3 % (RWE 1. Lage) und maximal 53,8 %.

Die Probe MP1 kann daher nach DIN 18196 [1] als intermittierender Kies (GI: Kiesanateile > 40 %, Feinkornanteile < 5 %) und die Probe MP2 mit ihren höheren Feinkornanteilen (> 5 %) als Sand tonig/schluffig (SU/ST, Kiesanateile < 40 %) bezeichnet werden. Die Probe MP3 ergibt als Bo-

dengruppe einen Kies tonig/schluffig (GU/GT , Feinkornanteilen > 5 % und Kiesanateile > 40 %). Als intermittierender Sand (SI: Kiesanateile < 40 %, , Feinkornanteile < 5 %) kann die Probe MP4 beschrieben werden. Trotz der Klassifikation in unterschiedliche Bodengruppen sind alle Böden sehr ähnlich.

Für die Proctorversuche, Grenzen der Lagerungsdichten und Großrahmenscherversuchen wird nur Material bis zu einem Korndurchmesser von 31,5 mm verwendet. Wie der Abbildung 3.1 mit der grünen Linie zu entnehmen ist, müssen dazu nur wenige Kiesanteile abgesiebt werden. Der abgesiebte Boden bleibt also für den Gesamtboden repräsentativ.

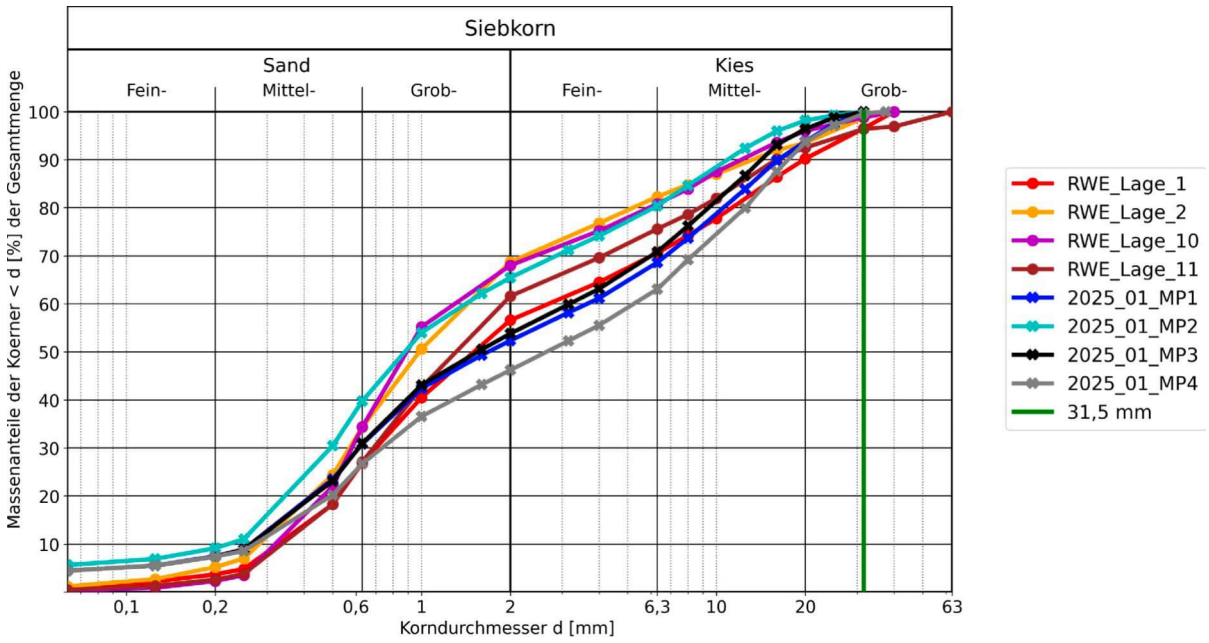


Abbildung 3.1: Korngrößenverteilungen von RWE aus den Prüfberichten [4] und Ergebnisse der TUD (bezeichnet als MP1 bis MP4).

Im Anhang B.1 befindet sich zudem je Probe ein Foto im trocknem und feuchtem Zustand. Die Farbansprache erfolgte nach den Munsell-Farbsystem [5].

3.3 Referenzdichten

Zur Bestimmung von Referenzdichten stehen bei einem Kies der Proctorversuch und die Bestimmung der maximalen Lagerungstrockendichte mit Rütteltisch zur Verfügung. Das Material für beide Versuche wurde mit einem Sieb der Maschenweite 31,5 mm abgesiebt. Beide Versuche wurden mit einem Proctortopf des Durchmessers 150 mm durchgeführt.

Die Proctordichten liegen zwischen 1,98 g/cm^3 (RWE 10. Lage) und 2,04 g/cm^3 (RWE 1. Lage). Die optimalen Wassergehalte streuen zwischen 6,1 % (RWE 10. Lage) bis 9,0 % (RWE 2. Lage). Als Mittelwert kann eine Referenzdichte von 2,00 g/cm^3 bei einem Wassergehalt von 7,7 % an-

gegeben werden. Die Ergebnisse der Proctorversuche der TUD liegen zwischen den Extremwerten der Versuche von RWE.

Die lockerste Lagerungstrockendichte liegt zwischen 1,56 g/cm^3 und 1,61 g/cm^3. Sie wurde über händisches Einschaufeln bestimmt. Die maximale Lagerungstrockendichte, bestimmt mittels Rütteltisch liegt mit 1,86 g/cm^3 bis 1,89 g/cm^3 unter den Proctordichten. Dies ist mit einem Entmischen des trockenen Materials während der Versuchsdurchführung zu begründen. Das entmischte Material ist dann lokal „enggestufter“ und hat daher lokal einen größeren Porenraum und damit eine kleinere Dichte. Die Ergebnisse wurden bei weitgestuften oder intermittierend gestuften Materialien an der TUD schon öfters beobachtet.

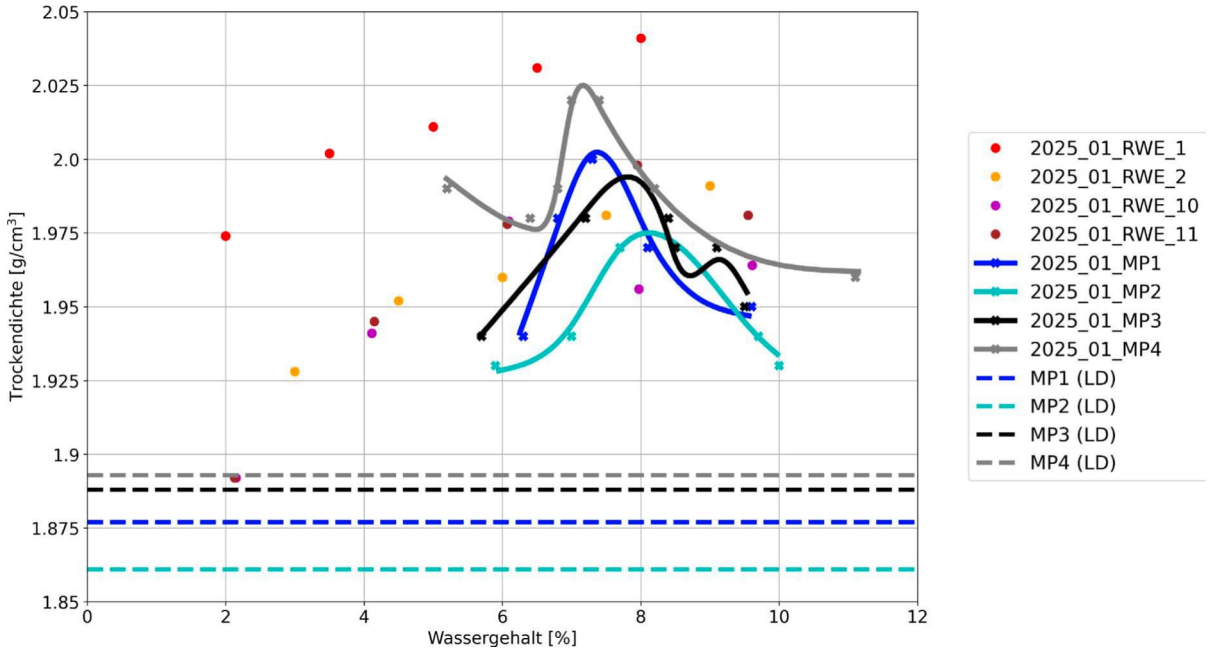


Abbildung 3.2: Versuchspunkte der Proctorversuche von RWE (nur Punkte) aus den Prüfberichten [4]. Versuchspunkte und Splines (volle Linie) der Proctorversuche und Trockendichten der maximalen Lagerungsdichte mit Rütteltisch („LD“, strichliert) der TUD.

3.4 Scherfestigkeiten

Der Einbau in die Großrahmenscherversuche erfolgte mit einem Proctorhammer (Fallmasse: 4,5 kg, Fallhöhe: 450 mm), wie bereits in Abschnitt 2.5 beschrieben. Dabei wurden 3 Lagen mit einer Höhe von ungefähr 6 cm eingebaut und mit je 20 bis 40 Schlägen auf eine Lastverteilungsplatte verdichtet. Es wurde darauf geachtet, dass die Scherfuge nicht mit einer Lagenfuge zusammenfällt. Für den Einbau wurde das angelieferte Material unter Zugabe von zusätzlichen Leitungswasser verwendet, sodass die Einbauwassergehalte bei ca. 7 % lagen. Der Einbauwassergehalt liegt so nahe dem optimalen Wassergehalt des Proctorversuches von 7,7 %. Zur Kontrolle wurden je Lage ein Wassergehalt bestimmt. Nach dem Einbau wurde der Wasserkasten mit Leitungswasser gefüllt, wobei die Wasseroberfläche ungefähr auf Höhe der Probenoberkante ansteht. Alle Einbaudichten liegen

zwischen 1,92 und 1,99 g/cm^3.

Es wurden für jede Probe 3 Teilversuche mit unterschiedlichen Normalspannungen von 50, 100 und 300 kPa durchgeführt. Die Spannungen wurden mit dem Auftraggeber abgesprochen [4]. Aufgrund des vorhandenen Feinkorns, vgl. Abschnitt 3.2 wurden die Versuche 3 Tage konsolidiert und danach bei einer Schergeschwindigkeit von 0,02 mm/min 4 Tage geschert. Ein Einstellen des Scherspaltes zwischen dem oberen und unteren Rahmen zu Beginn der Scherung war nicht notwendig, da sich das Material dilatant verhält. Der Scherspalt war demnach 0 mm. Beim Ausbau wurde auf Höhe der Scherfuge nochmals eine Probe zur Bestimmung des Wassergehalts entnommen.

Während des Scherens des Versuchs MP4_3 ist die Steuereinheit der Vertikalspannung versagt. Die eingestellte Normalspannung von ca. 660 kPa konnte nicht aufrecht erhalten werden. Es stellte sich allerdings eine kleinere Vertikalspannung von ca. 18 kPa ein. Der Versuch konnte daher in die Auswertung mit berücksichtigt werden. Aufgrund des Defektes konnte der Versuch nicht nochmal wiederholt werden[1]. Weitere Details dazu sind dem Protokoll im Anhang B.6 zu entnehmen.

Für die Bewertung der Einbaudichten für die Großrahmenscherversuche werden die Referenzdichten aus Abschnitt 3.3 benötigt. Für die Protokolle werden die am Material bestimmten Dichten verwendet, obwohl aufgrund der Ähnlichkeit der 4 Proben auch mit ein Mittelwert für alle Proben zulässig gewesen wäre. Dies kann damit begründet werden, dass im Großrahmenscherversuch verwendete Material nicht exakt dem selben Material entspricht, wie das der Versuche zur Bestimmung der Referenzdichten. Die Ausbaufeuchtmasse wurde nicht direkt bestimmt. Auf den Protokollen des Anhangs B.6 wurde sie aus der Einbautrockenmasse und dem Ausbauwassergehalt berechnet.

Die Ergebnisse aller Scherversuche sind im Peakzustand in Abbildung 3.3 und für den kritischen Zustand in Abbildung 3.4 aufgezeigt. Die Ergebnisse auch die Versuche mit unterschiedlichem Material ergaben nur geringe Streuungen. Aus den Punkten und für den beprobten Normalspannungsbereich von ca. 20 bis 300 kPa kann kein nichtlinearer Verlauf erkannt werden. Daher wurden alle Versuchsergebnisse verwendet, um über eine Regressionsgerade (gelb) die Scherfestigkeit zu bestimmen. Im Peakzustand ergibt sich ein Reibungswinkel von 37,6° bei einer Kohäsion von 15 kPa. Im kritischen Zustand kann ein Reibungswinkel von 34,0° bei einer Kohäsion von 6,4 KPa angesetzt werden.

[1] Nach telefonischer Absprache am 11.09.2025 von Herrn Uhlig mit Herrn Jansen, wird das Projekt ohne diesen Versuch abgeschlossen.

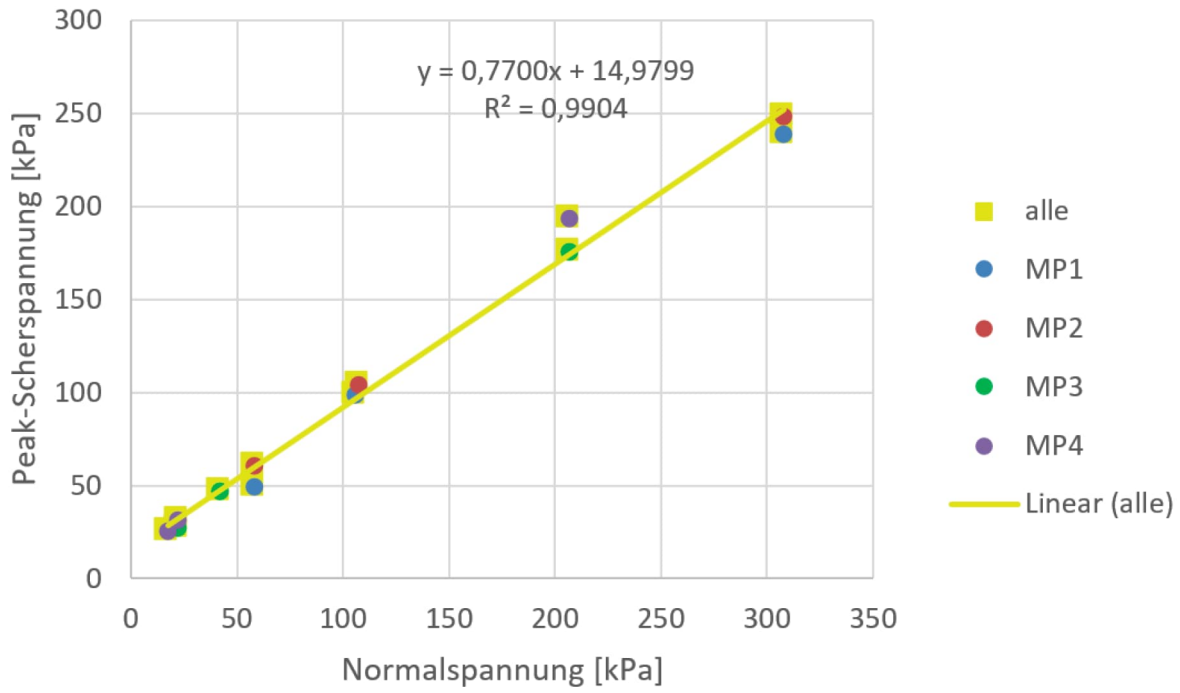


Abbildung 3.3: Auswertung der Peak-Scherfestigkeit der Großrahmenscherversuche.

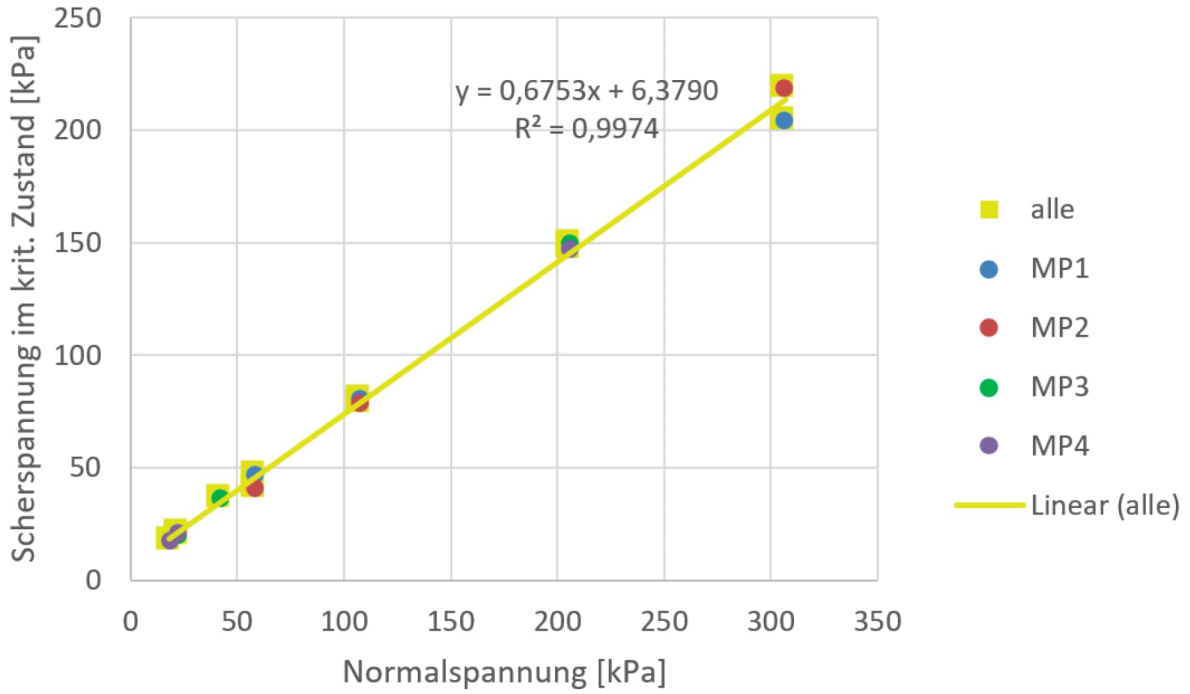


Abbildung 3.4: Auswertung der kritischen Scherfestigkeit der Großrahmenscherversuche.

4 Zusammenfassung

In diesem Bericht wurden Klassifikationsversuche und Großrahmenversuche an 4 ungestörten Proben des Projektes Einlasstrasse l402 im Tagebau Hambach durchgeführt. Trotz, dass alle 4 Proben in unterschiedliche Bodengruppen klassifiziert wurden, bilden alle 4 Böden ein typisches Band eines Homogenbereichs ab. Dies zeigt sich auch bei den Grenzen der Lagerungstrockendichten. So liegen die lockersten Lagerungstrockendichten, bestimmt mit Handschaufel, zwischen 1,56 und 1,61 g/cm^3. Die dichtesten Lagerungstrockendichten liegen zwischen 1,86 und 1,89 g/cm^3. Die Proctordichten liegen über den dichtesten Lagerungestrockendichten. Sie decken mit 1,98 bis 2,03 g/cm^3 ebenfalls ein enges Band ab.

Geringe Streuungen sind auch bei den Ergebnissen der 12 Großrahmenscherversuche zu beobachten. Als Reibungswinkel können maximal 37,6° (Peak, bei einer Kohäsion c' = 15 kPa) bzw. 34° (c' = 6,4 kPa) im kritischen Zustand angesetzt werden.

Literaturverzeichnis

[1] DIN 18196: *Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke*. Mai 2011

[2] Jansen, A.: *[EXT] 2025_01: Proben angekommen*. E-Mail, Dezember 2024. – 19.12.2024, 12:04 Uhr; Anlagen: "INT202400013_Entnahmeprotokoll_MP 1_sign.pdf", "INT202400013_Entnahmeprotokoll_MP 2_sign.pdf", "INT202400013_Entnahmeprotokoll_MP 3_sign.pdf", "INT202400013_Entnahmeprotokoll_MP 4_sign.pdf", "INT202400013_Lageskizze Probenahme.PDF"

[3] Jansen, A.: *AW: [EXT] Re: WG: Auflastspannungen für Direkte Scherversuche am IGT der TUD*. E-Mail, März 2025. – 26.03.2025, 12:32 Uhr

[4] Jansen, A.: *Versuche für Rampe I4, Hambach*. E-Mail, Januar 2025. – 07.01.2025, 16:49 Uhr; Anlagen: "INT202400013_Prüfbericht_1.Lage.pdf", "INT202400013_Prüfbericht_2.Lage.pdf", "INT202400013_Prüfbericht_3.Lage.pdf", "INT202400013_Prüfbericht_6.Lage.pdf", "INT202400013_Prübericht_10_Lage.pdf", "INT202400013_Prüfbericht_11_Lage.pdf"

[5] United Staes Department of Agricultrue: *Soil Survey Manual (United States Department of Agriculture Handbook No. 18)*. 2018 `https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-09/The-Soil-Survey-Manual.pdf`. – This manual is a revision and enlargement of U.S. Department of Agriculture Handbook No. 18, the Soil Survey Manual, previously issued October 1962 and October 1993. This version supersedes both previous versions.

A Übersichten und Lagepläne

A.1 Probennahme und Materialherkunft

Die nachfolgenden Probennahmeprotokolle sind vom Auftraggeber bereit gestellt worden [2].

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2022	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Projektdaten

Auftraggeber:	POB-GT, Jansen
Projektnummer:	INT202400013
Projektbezeichnung:	Einleittrasse RWTL, Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Probenahmeort (Straße/Flurstück):	Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Zweck/Anlass der Probenahme:	Scherfestigkeitsuntersuchung TU Dresden
Projekt-verantwortlicher	POB-GT, Jansen

Probendaten

Proben-Nr.:	MP 1	Konsistenz:	
Entnahmetiefe (m):		Farbe:	braun
Bodenansprache:	G,s,u'	Geruch/Aussehen:	

Angaben zur Probenahme

Probenehmer:	Nellen	Unterschrift:		Datum:	28.11.2024

Wetter aktuell:	[x] sonnig	[ ] bedeckt	[ ] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 8 °C		
Wetter Vortag:	[ ] sonnig	[x] bedeckt	[x] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 7 °C		
Probenahme-verfahren	[ ] Probenahmespeer	[ ] Bohrung	[ ] Ausstechzylinder	[x] Spaten	[ ]		
Probenbehälter /Probenvolumen	[ ] Kunststoffdose [ ] Glas [x] Kunststoffeimer [ ] Kunststoffbeutel	[ ] 250 ml [ ] 500 ml [ ] 1.000 ml [ ] 5.000 ml	[ ] 10.000 ml [ ] 10 Liter				

Angaben zur Abschätzung der Messunsicherheit

Flächengröße (m²):	5.000	Volumen (m³):		Mächtigkeit (m):	

Kann die Homogenität des Beprobungsbereiches beurteilt werden:	[x] ja [ ] nein
Einschätzung/Beschreibung der räumlichen Verteilung (z.B. mehrere Haufwerke, vernässte Bereiche, bindige Bereiche)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:
Einschätzung/Beschreibung der Zusammensetzung (z.B. Kornverteilung, Fremdpartikeln, Farbe)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2023	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Bemerkungen zur Probenahme

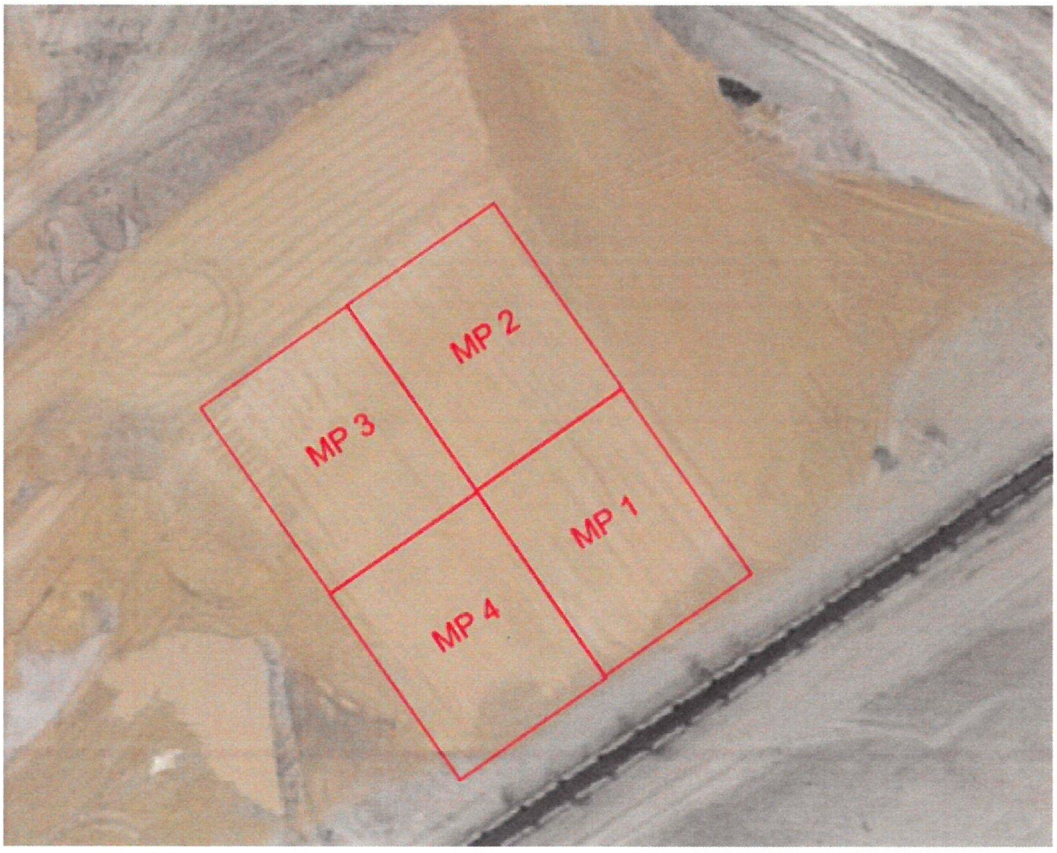
MP 1 aus Mischprobe aus 8 Einzelproben (Kunststoffeimer 10 Liter)

Dokumentation

Koordinaten:	RW:	2537733.1	HW:	5642999.5	Höhe:	

Fotografische Dokumentation: ☒ ja ☐ nein Dokument:

Lageskizze:



Erläuterungen zur Lageskizze:

mitgeltende Dokumente :
INT202400013_Lageskizze Probenahme.pdf
INT202400013_MP 1.jpeg
INT202400013_Gesamtfläche.jpeg

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2022	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Projektdaten

Auftraggeber:	POB-GT, Jansen
Projektnummer:	INT202400013
Projektbezeichnung:	Einleittrasse RWTL, Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Probenahmeort (Straße/Flurstück):	Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Zweck/Anlass der Probenahme:	Scherfestigkeitsuntersuchung TU Dresden
Projekt-verantwortlicher	POB-GT, Jansen

Probendaten

Proben-Nr.:	MP 1	Konsistenz:	
Entnahmetiefe (m):		Farbe:	braun
Bodenansprache:	G,s,u'	Geruch/Aussehen:	

Angaben zur Probenahme

Probenehmer:	Nellen	Unterschrift:		Datum:	28.11.2024

Wetter aktuell:	[x] sonnig	[ ] bedeckt	[ ] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 8 °C		
Wetter Vortag:	[ ] sonnig	[x] bedeckt	[x] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 7 °C		
Probenahme-verfahren	[ ] Probenahmespeer	[ ] Bohrung	[ ] Ausstechzylinder	[x] Spaten	[ ]		
Probenbehälter /Probenvolumen	[ ] Kunststoffdose [ ] Glas [x] Kunststoffeimer [ ] Kunststoffbeutel	[ ] 250 ml [ ] 500 ml [ ] 1.000 ml [ ] 5.000 ml	[ ] 10.000 ml [ ] 10 Liter				

Angaben zur Abschätzung der Messunsicherheit

Flächengröße (m²):	5.000	Volumen (m³):		Mächtigkeit (m):	

Kann die Homogenität des Beprobungsbereiches beurteilt werden:	[x] ja [ ] nein
Einschätzung/Beschreibung der räumlichen Verteilung (z.B. mehrere Haufwerke, vernässte Bereiche, bindige Bereiche)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:
Einschätzung/Beschreibung der Zusammensetzung (z.B. Kornverteilung, Fremdpartikeln, Farbe)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2023	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Bemerkungen zur Probenahme

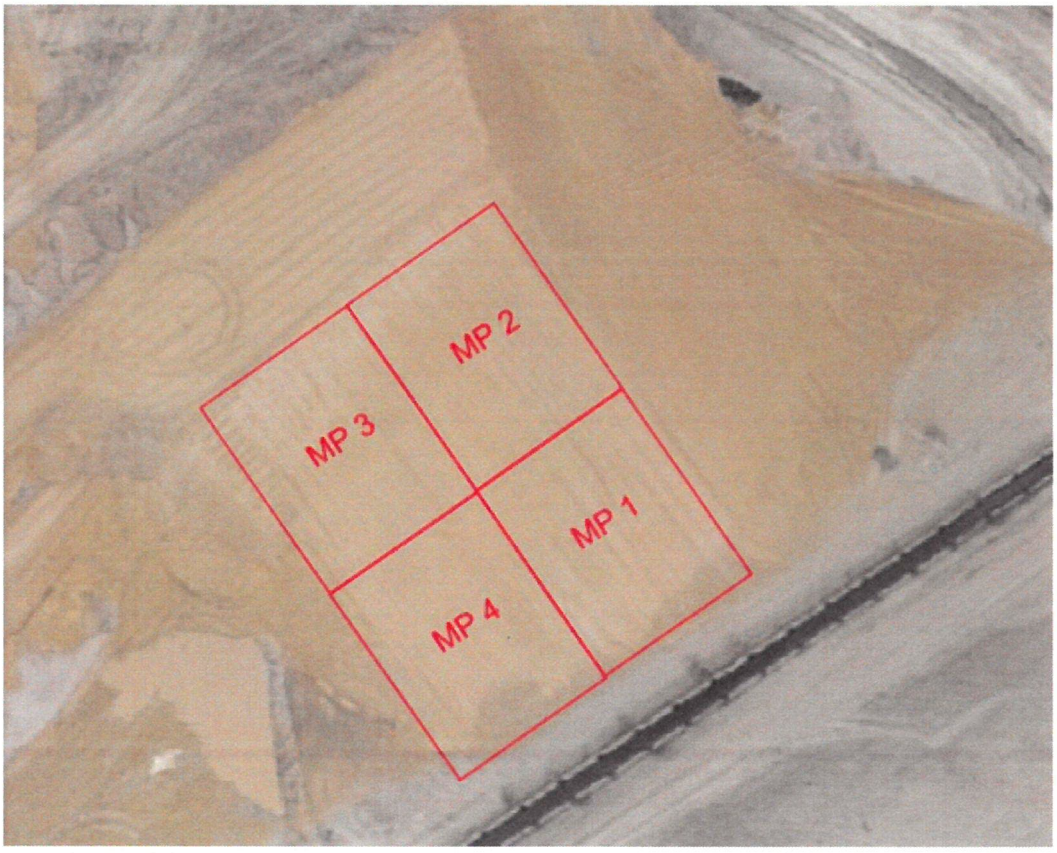
MP 1 aus Mischprobe aus 8 Einzelproben (Kunststoffeimer 10 Liter)

Dokumentation

Koordinaten:	RW:	2537733.1	HW:	5642999.5	Höhe:	

Fotografische Dokumentation: ☒ ja ☐ nein Dokument:

Lageskizze:



Erläuterungen zur Lageskizze:

mitgeltende Dokumente :
INT202400013_Lageskizze Probenahme.pdf
INT202400013_MP 1.jpeg
INT202400013_Gesamtfläche.jpeg

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2022	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Projektdaten

Auftraggeber:	POB-GT, Jansen
Projektnummer:	INT202400013
Projektbezeichnung:	Einleittrasse RWTL, Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Probenahmeort (Straße/Flurstück):	Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Zweck/Anlass der Probenahme:	Scherfestigkeitsuntersuchung TU Dresden
Projekt-verantwortlicher	POB-GT, Jansen

Probendaten

Proben-Nr.:	MP 1	Konsistenz:	
Entnahmetiefe (m):		Farbe:	braun
Bodenansprache:	G,s,u'	Geruch/Aussehen:	

Angaben zur Probenahme

Probenehmer:	Nellen	Unterschrift:		Datum:	28.11.2024

Wetter aktuell:	[x] sonnig	[ ] bedeckt	[ ] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 8 °C		
Wetter Vortag:	[ ] sonnig	[x] bedeckt	[x] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 7 °C		
Probenahme-verfahren	[ ] Probenahmespeer	[ ] Bohrung	[ ] Ausstechzylinder	[x] Spaten	[ ]		
Probenbehälter /Probenvolumen	[ ] Kunststoffdose [ ] Glas [x] Kunststoffeimer [ ] Kunststoffbeutel	[ ] 250 ml [ ] 500 ml [ ] 1.000 ml [ ] 5.000 ml	[ ] 10.000 ml [ ] 10 Liter				

Angaben zur Abschätzung der Messunsicherheit

Flächengröße (m²):	5.000	Volumen (m³):		Mächtigkeit (m):	

Kann die Homogenität des Beprobungsbereiches beurteilt werden:	[x] ja [ ] nein
Einschätzung/Beschreibung der räumlichen Verteilung (z.B. mehrere Haufwerke, vernässte Bereiche, bindige Bereiche)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:
Einschätzung/Beschreibung der Zusammensetzung (z.B. Kornverteilung, Fremdpartikeln, Farbe)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2023	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Bemerkungen zur Probenahme

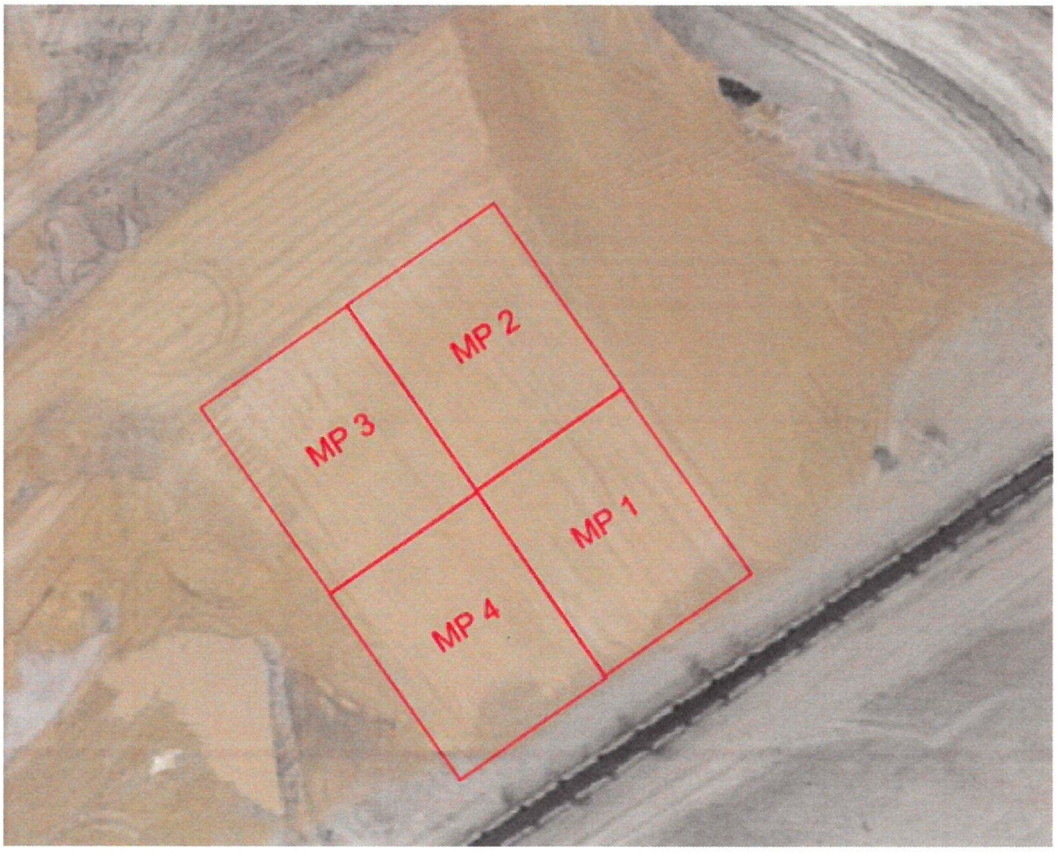
MP 1 aus Mischprobe aus 8 Einzelproben (Kunststoffeimer 10 Liter)

Dokumentation

Koordinaten:	RW:	2537733.1	HW:	5642999.5	Höhe:	

Fotografische Dokumentation: ☒ ja ☐ nein Dokument:

Lageskizze:



Erläuterungen zur Lageskizze:

mitgeltende Dokumente :
INT202400013_Lageskizze Probenahme.pdf
INT202400013_MP 1.jpeg
INT202400013_Gesamtfläche.jpeg

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2022	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Projektdaten

Auftraggeber:	POB-GT, Jansen
Projektnummer:	INT202400013
Projektbezeichnung:	Einleittrasse RWTL, Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Probenahmeort (Straße/Flurstück):	Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Zweck/Anlass der Probenahme:	Scherfestigkeitsuntersuchung TU Dresden
Projekt-verantwortlicher	POB-GT, Jansen

Probendaten

Proben-Nr.:	MP 1	Konsistenz:	
Entnahmetiefe (m):		Farbe:	braun
Bodenansprache:	G,s,u'	Geruch/Aussehen:	

Angaben zur Probenahme

Probenehmer:	Nellen	Unterschrift:		Datum:	28.11.2024

Wetter aktuell:	[x] sonnig	[ ] bedeckt	[ ] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 8 °C		
Wetter Vortag:	[ ] sonnig	[x] bedeckt	[x] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 7 °C		
Probenahme-verfahren	[ ] Probenahmespeer	[ ] Bohrung	[ ] Ausstechzylinder	[x] Spaten	[ ]		
Probenbehälter /Probenvolumen	[ ] Kunststoffdose [ ] Glas [x] Kunststoffeimer [ ] Kunststoffbeutel	[ ] 250 ml [ ] 500 ml [ ] 1.000 ml [ ] 5.000 ml	[ ] 10.000 ml [ ] 10 Liter				

Angaben zur Abschätzung der Messunsicherheit

Flächengröße (m²):	5.000	Volumen (m³):		Mächtigkeit (m):	

Kann die Homogenität des Beprobungsbereiches beurteilt werden:	[x] ja [ ] nein
Einschätzung/Beschreibung der räumlichen Verteilung (z.B. mehrere Haufwerke, vernässte Bereiche, bindige Bereiche)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:
Einschätzung/Beschreibung der Zusammensetzung (z.B. Kornverteilung, Fremdpartikeln, Farbe)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2023	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Bemerkungen zur Probenahme

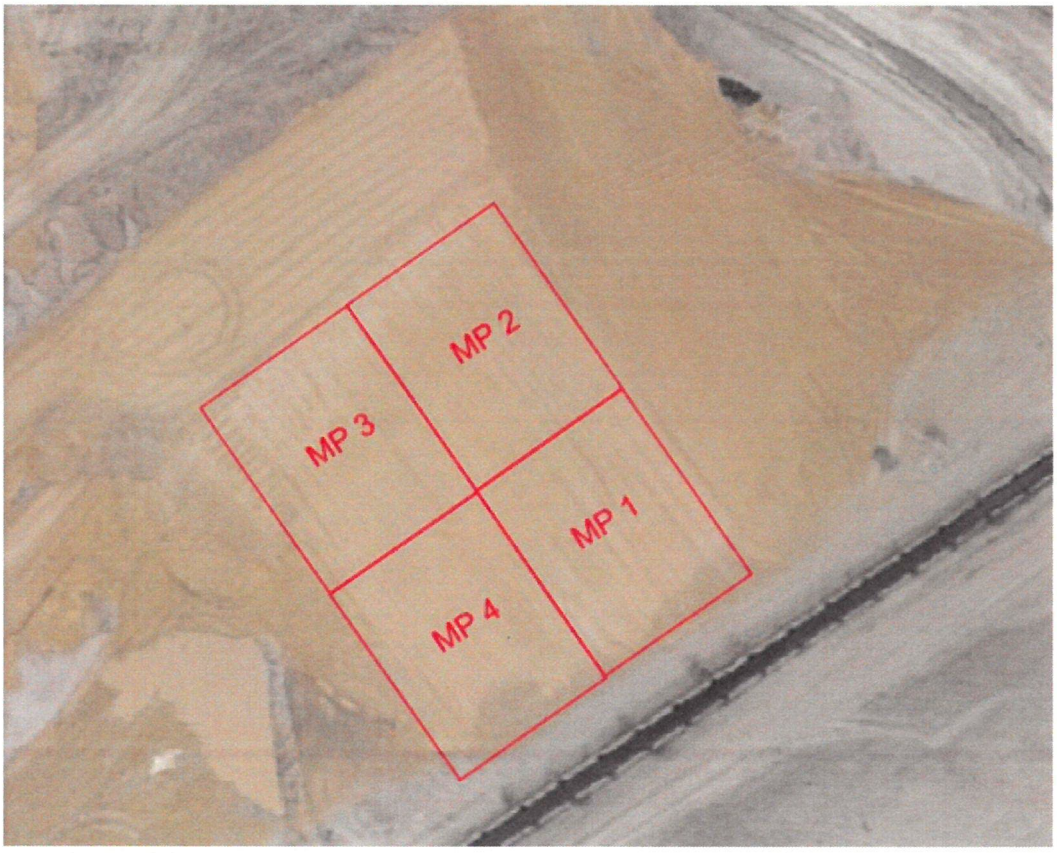
MP 1 aus Mischprobe aus 8 Einzelproben (Kunststoffeimer 10 Liter)

Dokumentation

Koordinaten:	RW:	2537733.1	HW:	5642999.5	Höhe:	

Fotografische Dokumentation: ☒ ja ☐ nein Dokument:

Lageskizze:



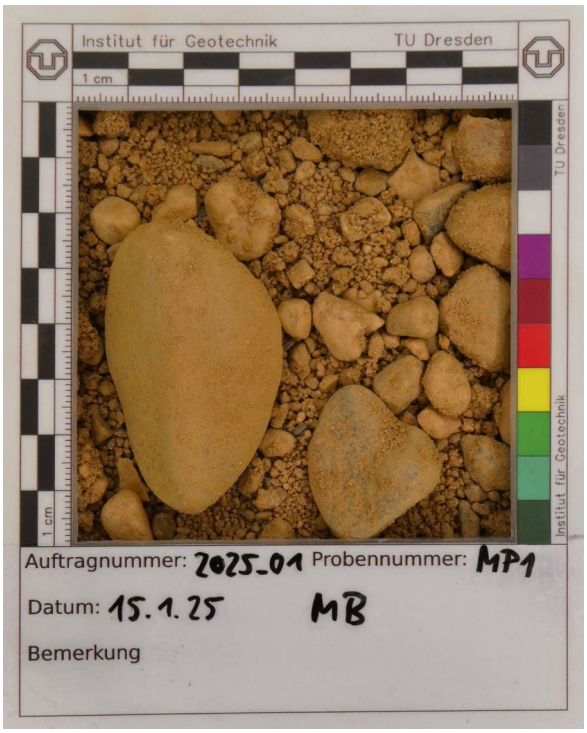
Erläuterungen zur Lageskizze:

mitgeltende Dokumente :
INT202400013_Lageskizze Probenahme.pdf
INT202400013_MP 1.jpeg
INT202400013_Gesamtfläche.jpeg

B Protokolle

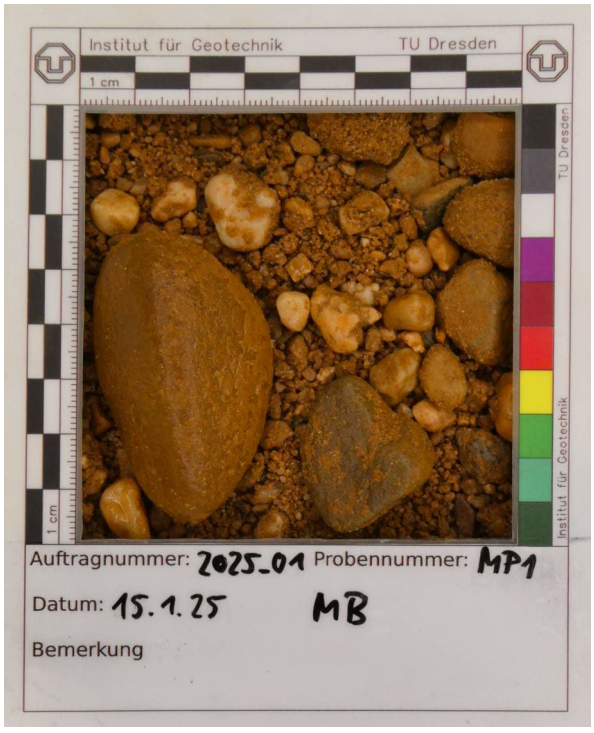
B.1 Fotodokumentation

B.1.1 MP1



MP1 trocken

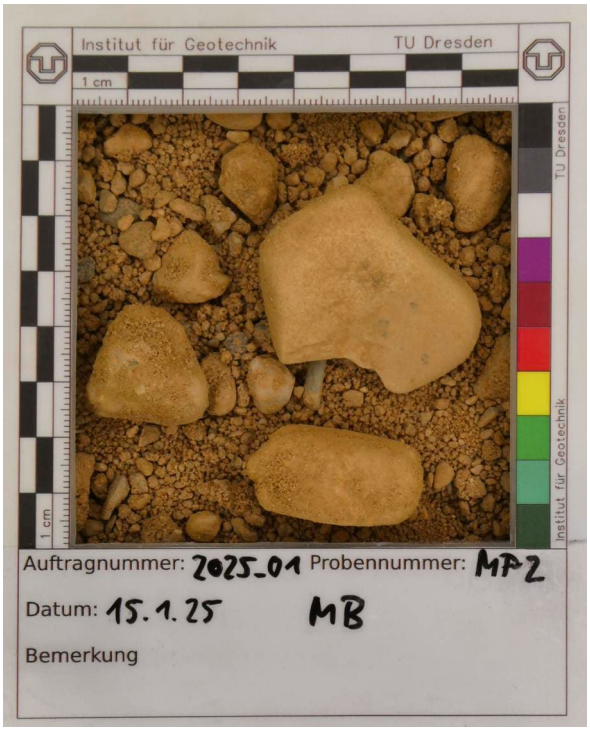
Farbe	Munsell-Code	Name
1	2.5 Y 7/4	blasses Braun



MP1 feucht

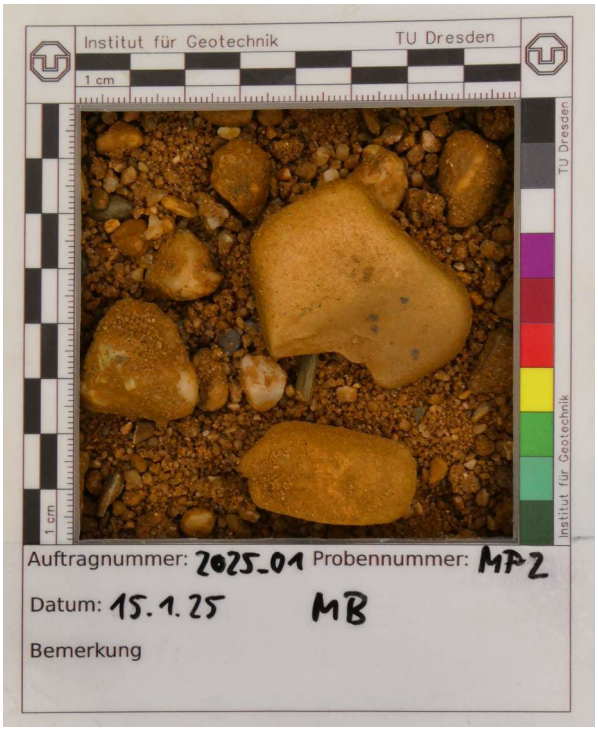
Farbe	Munsell-Code	Name
1	10 YR 4/4	dunkles gelbliches Braun
2	2.5 Y 7/4	blasses Braun

B.1.2 MP2



MP2 trocken

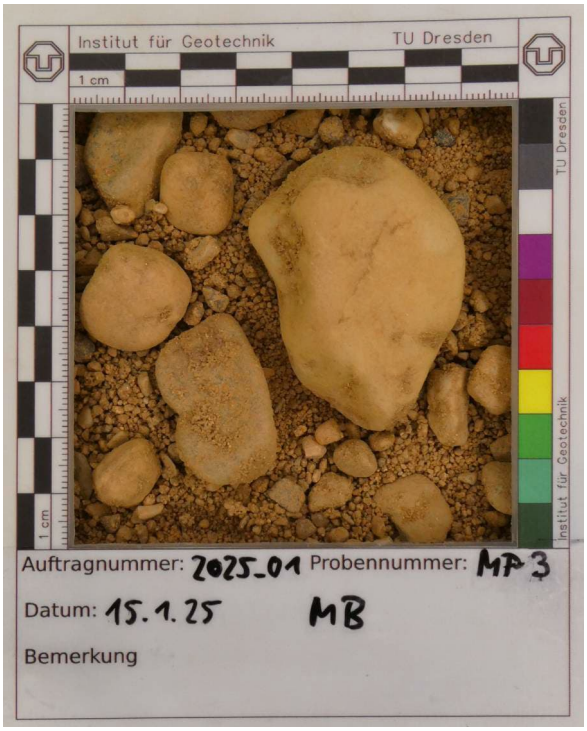
Farbe	Munsell-Code	Name
1	2.5 Y 7/4	blasses Braun



MP2 feucht

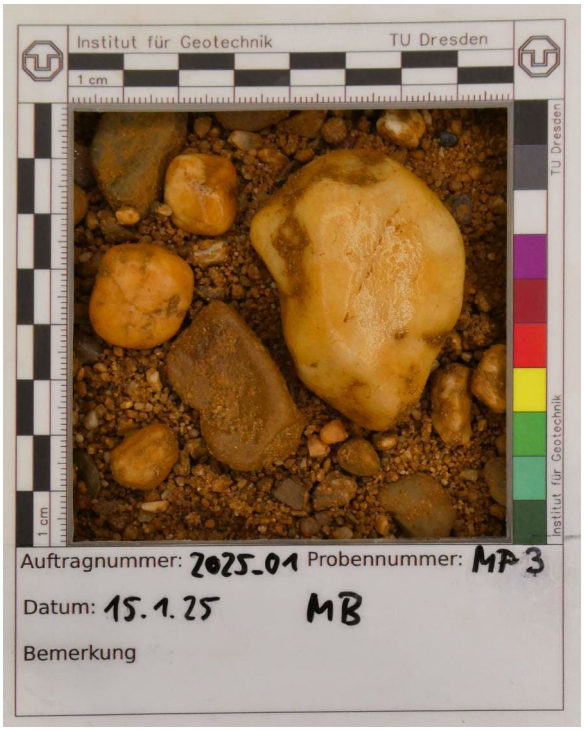
Farbe	Munsell-Code	Name
1	10 YR 5/4	gelbliches Braun
2	10 YR 7/6	gelb

B.1.3 MP3



MP3 trocken

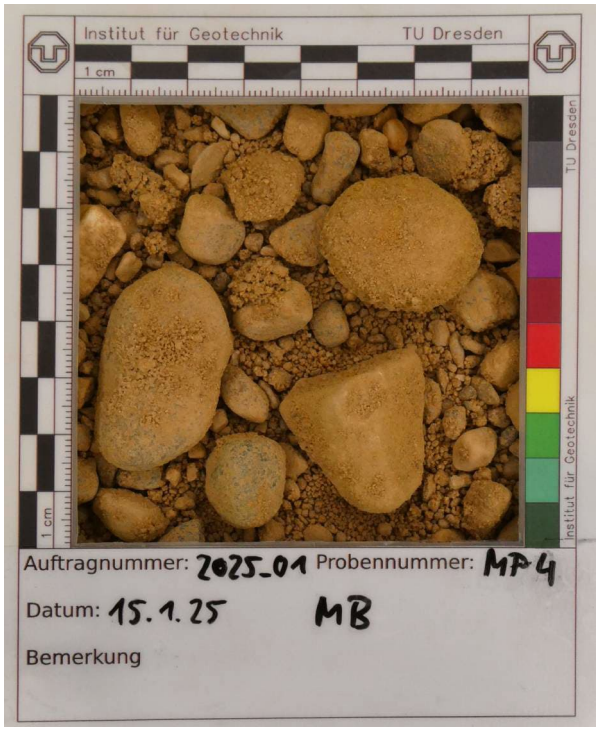
Farbe	Munsell-Code	Name
1	2.5 Y 7/4	blasses Braun



MP3 feucht

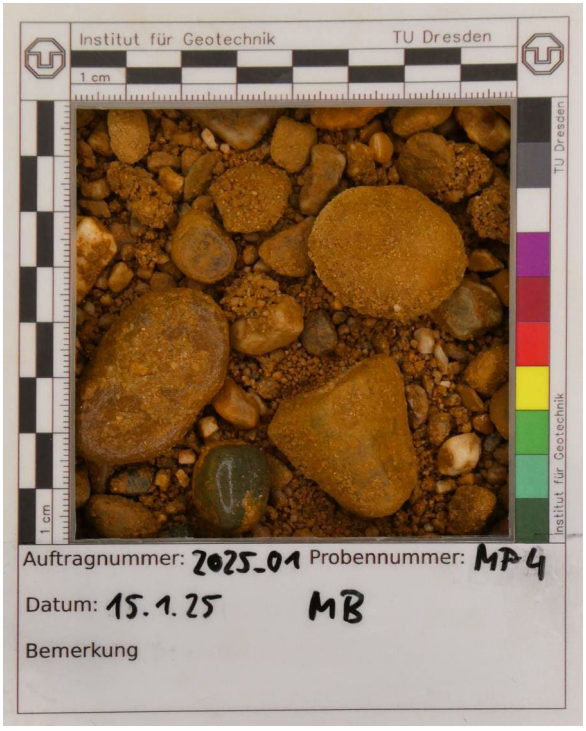
Farbe	Munsell-Code	Name
1	10 YR 4/4	dunkel gelbliches Braun
2	10 YR 7/6	gelb

B.1.4 MP2



MP4 trocken

Farbe	Munsell-Code	Name
1	10 YR 7/4	blasses Braun



MP4 feucht

Farbe	Munsell-Code	Name
1	10 YR 4/4	dunkel gelbliches Braun
2	10 YR 3/1	sehr dunkles grau

B.2 Wassergehalt bei Anlieferung

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Wassergehaltsbestimmung

DIN EN ISO 17892-1

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP1
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	02.01.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr cgr'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Natürlicher Wassergehalt

Probennummer	MP1	MP1	MP1	MP1	MP1	MP1
Behälterbezeichnung	VS39	VS29	VS44	VS72	VS66	VS37
Masse der Schale und Probe **$m_B + m$** in [g]	5413,0	9066,0	5701,0	4264,0	3829,0	7255,0
Trockenmasse der Schale u. Probe **$m_B + m_d$** in [g]	5202,0	8674,0	5442,0	4091,0	3670,0	6942,0
Masse der Schale **m_B** in [g]	452,1	559,6	459,3	325,1	260,4	607,8
Masse des Wassers **$m - m_d = m_W$** in [g]	211,0	392,0	259,0	173,0	159,0	313,0
Trockenmasse der Probe **m_d** in [g]	4749,9	8114,4	4982,7	3765,9	3409,6	6334,2
Wassergehalt [%] **$m_W/m_d = w$** in [%]	**4,44**	**4,83**	**5,20**	**4,59**	**4,66**	**4,94**
natürlicher Wassergehalt in [%]	**4,78**					

absoluter Fehler	0,34	0,05	0,42	0,18	0,11	0,16
mittlerer Fehler	0,21					
Standardabweichung	0,27					
Median	4,75					

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Wassergehaltsbestimmung

DIN EN ISO 17892-1

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP2
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	03.01.2025	Probenmaterial:	MSa csa mgr fgr si'/cl'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Natürlicher Wassergehalt

Probennummer	MP2	MP2	MP2	MP2	MP2	MP2
Behälterbezeichnung	VS27	VS25	VS58	VS30	VS32	VS63
Masse der Schale und Probe $m_B + m$ in [g]	8209,0	8056,0	2220,0	7805,0	7976,0	2322,0
Trockenmasse der Schale u. Probe $m_B + m_d$ in [g]	7848,0	7667,0	2099,0	7495,0	7624,0	2217,0
Masse der Schale m_B in [g]	583,2	591,7	322,4	606,4	600,2	317,1
Masse des Wassers $m - m_d = m_W$ in [g]	361,0	389,0	121,0	310,0	352,0	105,0
Trockenmasse der Probe m_d in [g]	7264,8	7075,3	1776,6	6888,7	7023,8	1899,9
Wassergehalt [%] $m_W/m_d = w$ in [%]	**4,97**	**5,50**	**6,81**	**4,50**	**5,01**	**5,53**
natürlicher Wassergehalt in [%]	**5,39**					

absoluter Fehler	0,42	0,11	1,42	0,89	0,37	0,14
mittlerer Fehler	0,56					
Standardabweichung	0,80					
Median	5,25					

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Wassergehaltsbestimmung

DIN EN ISO 17892-1

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP3
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	02.01.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Natürlicher Wassergehalt

Probennummer	MP3	MP3	MP3	MP3		
Behälterbezeichnung	VS16	VS62	VS15	VS64		
Masse der Schale und Probe **$m_B + m$** in [g]	17761,0	3479,0	15938,0	3585,0		
Trockenmasse der Schale u. Probe **$m_B + m_d$** in [g]	16984,0	3306,0	15290,0	3430,0		
Masse der Schale **m_B** in [g]	1135,0	333,7	1170,1	324,4		
Masse des Wassers **$m - m_d = m_W$** in [g]	777,0	173,0	648,0	155,0		
Trockenmasse der Probe **m_d** in [g]	15849,0	2972,3	14120,0	3105,6		
Wassergehalt [%] **$m_W/m_d = w$** in [%]	**4,90**	**5,82**	**4,59**	**4,99**		
natürlicher Wassergehalt in [%]	**5,08**					

absoluter Fehler	0,17	0,74	0,49	0,08		
mittlerer Fehler	0,37					
Standardabweichung	0,53					
Median	4,95					

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Wassergehaltsbestimmung

DIN EN ISO 17892-1

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP4
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	02.01.2025	Probenmaterial:	MGr csa msa fgr cgr'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Natürlicher Wassergehalt

Probennummer	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	
Behälterbezeichnung	VS3	VS70	VS24	VS33	VS71	
Masse der Schale und Probe $\mathbf{m_B + m}$ in [g]	16921,0	3396,0	8106,0	7541,0	3240,0	
Trockenmasse der Schale u. Probe $\mathbf{m_B + m_d}$ in [g]	16231,0	3242,0	7787,0	7205,0	3097,0	
Masse der Schale $\mathbf{m_B}$ in [g]	1562,0	330,7	580,1	577,5	321,6	
Masse des Wassers $\mathbf{m - m_d = m_W}$ in [g]	690,0	154,0	319,0	336,0	143,0	
Trockenmasse der Probe $\mathbf{m_d}$ in [g]	14669,0	2911,3	7206,9	6627,5	2775,4	
Wassergehalt [%] $\mathbf{m_W/m_d = w}$ in [%]	**4,70**	**5,29**	**4,43**	**5,07**	**5,15**	
natürlicher Wassergehalt in [%]	**4,93**					

absoluter Fehler	0,22	0,36	0,50	0,14	0,22	
mittlerer Fehler	0,29					
Standardabweichung	0,35					
Median	5,07					

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

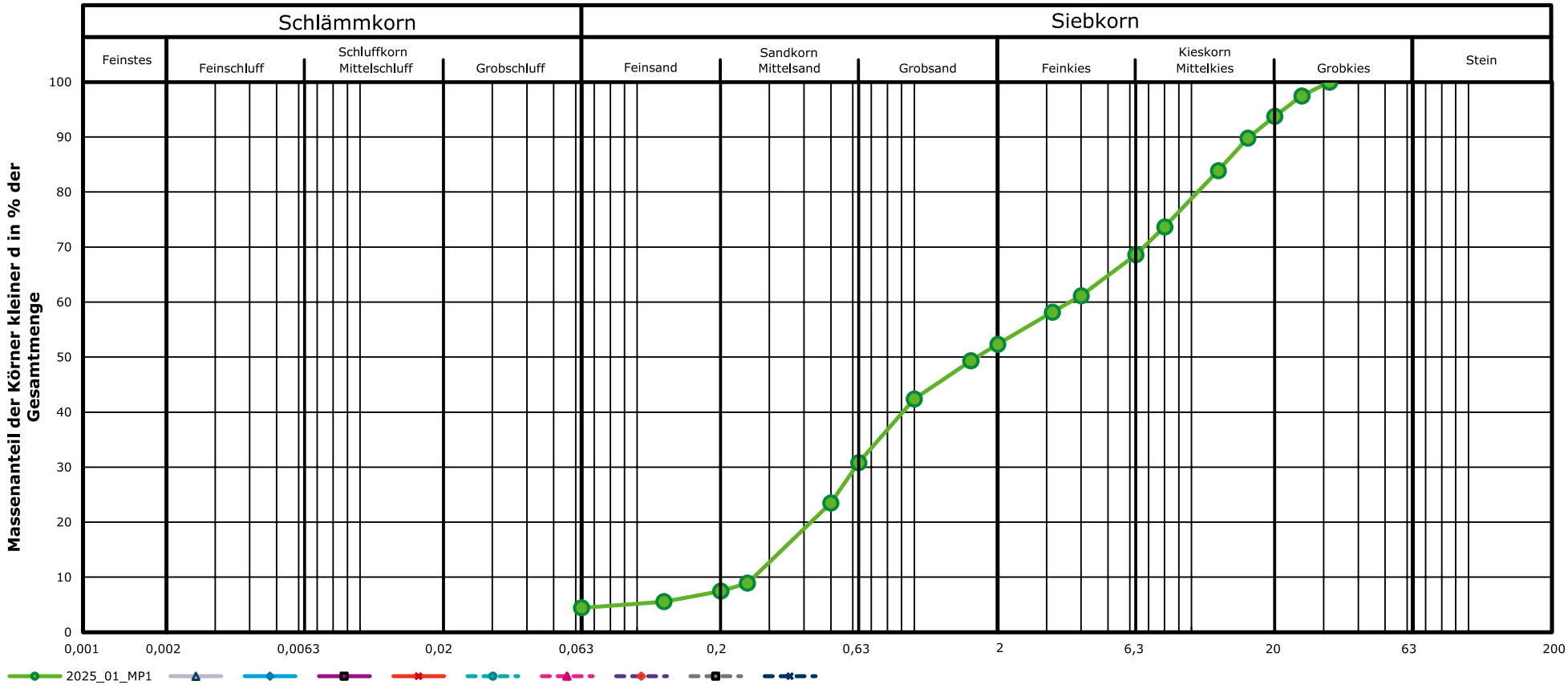
B.3 Korngrößenverteilung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Korngrößenverteilung
benutzerdefiniert

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Auftragsnummer: 2025_01 Projekt: Laborversuche Bergkies Auftraggeber: RWE Power AG Bearbeiter: F. Emmrich Datum: 12.2.2025



Probennummer:	2025_01_MP1									
Entnahmestelle:	TGB Hambach I402									
Bodengruppe:	GI									
Bodenart:	MGr msa csa fgr cgr'									
Cl/Si/Sa/Gr in [%]:	-/-/47,9/47,6									

Bemerkungen Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP1
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	12.02.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr cgr'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Verfahren: Siebung nach nassem Abtr. der Feinanteile

Siebanalyse

Siebweite [mm]	Siebrückstand [g]	Siebrückstand [%]	Siebdurchgang [%]
31,5	0,0	0,0	100,0
25	255,1	2,5	97,5
20	371,9	3,7	93,8
16	400,8	4,0	89,8
12,5	598,8	5,9	83,9
8	1032,0	10,2	73,7
6,3	511,0	5,1	68,6
4	750,8	7,4	61,2
3,15	302,0	3,0	58,2
2	589,0	5,8	52,4
1,6	305,0	3,0	49,3
1	700,0	6,9	42,4
0,63	1168,0	11,6	30,8
0,5	740,0	7,3	23,5
0,25	1474,0	14,6	8,9
0,2	145,0	1,4	7,5
0,125	193,0	1,9	5,6
0,063	113,0	1,1	4,4
<0,063*	448,2	4,4	0,0
Summe* [g]	10097,6		

Körnungslinienform nach
DIN EN ISO 14688(2): mäßig gestuft

Einwaage [g]	9655,8
Siebverlust (tr.) [%]	0,05
Gesamtmasse [g]	10102,0
* beinhaltet durch Auswaschen abgetrennte Körner d<0,063 mm [g]	446,2

c_U	=	13,8	
c_C	=	0,4	
d_{10}	=	0,263	[mm]
d_{20}	=	0,423	
d_{30}	=	0,614	
d_{40}	=	0,909	
d_{50}	=	1,681	
d_{60}	=	3,642	
d_{70}	=	6,727	
d_{80}	=	10,547	
d_{90}	=	16,161	

MGr msa csa fgr cgr'

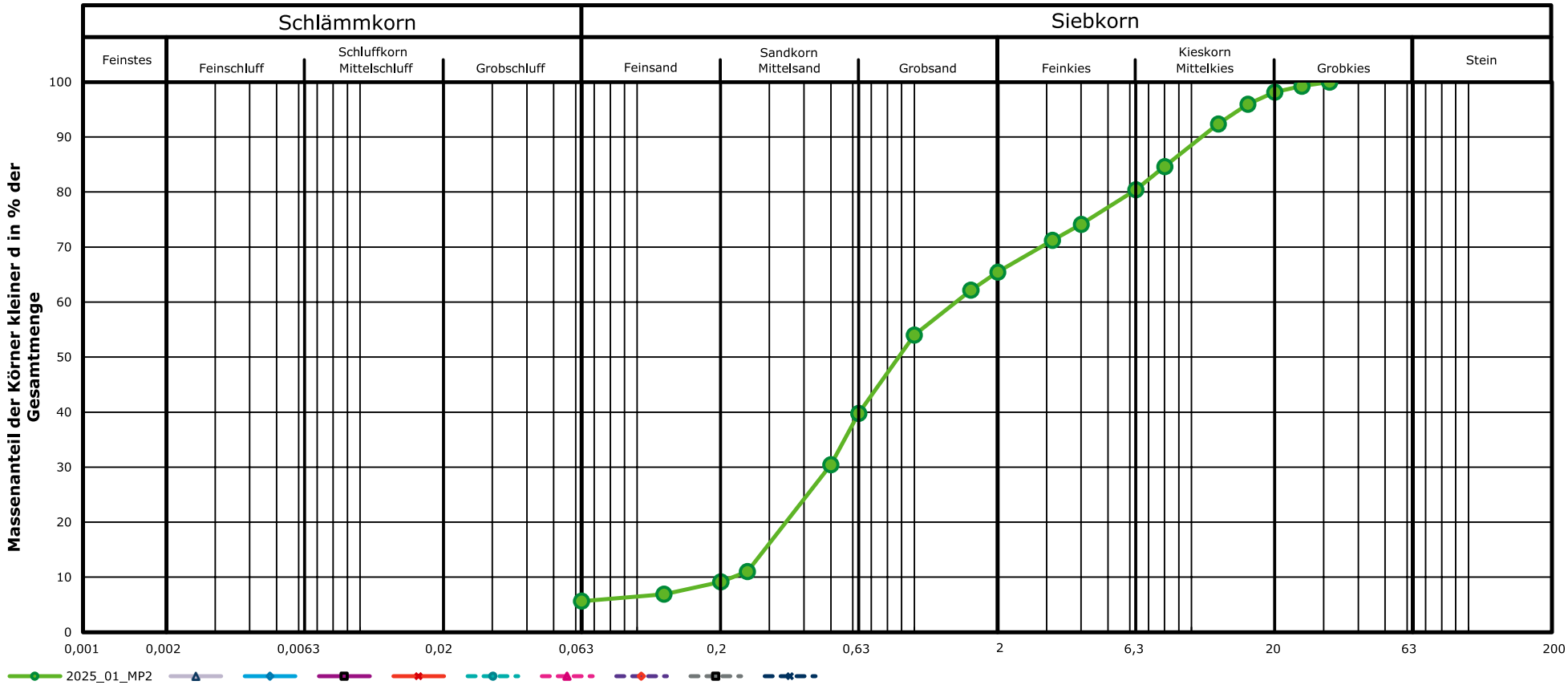
Kornanteil [%]		
Ton	**cl**	**-**
Schluff	**si**	**-**
Feinschluff	fsi	-
Mittelschluff	msi	-
Grobschluff	csi	-
Ton, Schluff	**clsi**	**4,4**
Sand	**sa**	**47,9**
Feinsand	fsa	3,0
Mittelsand	msa	23,4
Grobsand	csa	21,5
Kies	**gr**	**47,6**
Feinkies	fgr	16,3
Mittelkies	mgr	25,2
Grobkies	cgr	6,2
Stein	**co**	**0,0**
Block	**bo**	**0,0**

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Korngrößenverteilung
benutzerdefiniert

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Auftragsnummer: 2025_01 Projekt: Laborversuche Bergkies Auftraggeber: RWE Power AG Bearbeiter: F. Emmrich Datum: 10.2.2025



Probennummer:	2025_01_MP2									
Entnahmestelle:	TGB Hambach I402									
Bodengruppe:	SU/ST									
Bodenart:	MSa csa mgr fgr si'/cl'									
Cl/Si/Sa/Gr in [%]:	-/-/59,8/34,5									

Bemerkungen Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP2
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	10.02.2025	Probenmaterial:	MSa csa mgr fgr si'/cl'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Verfahren: Siebung nach nassem Abtr. der Feinanteile

Siebanalyse

Siebweite [mm]	Siebrückstand [g]	Siebrückstand [%]	Siebdurchgang [%]
31,5	0,0	0,0	100,0
25	80,3	0,8	99,2
20	113,7	1,1	98,2
16	234,4	2,2	96,0
12,5	380,4	3,6	92,4
8	821,4	7,7	84,6
6,3	448,7	4,2	80,4
4	665,5	6,3	74,1
3,15	309,7	2,9	71,2
2	612,4	5,8	65,5
1,6	348,4	3,3	62,2
1	865,6	8,2	54,0
0,63	1510,1	14,2	39,8
0,5	989,5	9,3	30,5
0,25	2062,1	19,4	11,0
0,2	200,1	1,9	9,1
0,125	237,0	2,2	6,9
0,063	134,3	1,3	5,6
<0,063*	598,8	5,6	0,0
Summe* [g]	10612,4		

Körnungslinienform nach DIN EN ISO 14688(2): nicht bestimmt

Einwaage [g]	10009,1
Siebverlust (tr.) [%]	-0,05
Gesamtmasse [g]	10607,0
* beinhaltet durch Auswaschen abgetrennte Körner d<0,063 mm [g]	597,9

c_U	=		
c_C	=		
d_{10}	=	0,221	[mm]
d_{20}	=	0,344	
d_{30}	=	0,492	
d_{40}	=	0,634	
d_{50}	=	0,878	
d_{60}	=	1,412	
d_{70}	=	2,861	
d_{80}	=	6,115	
d_{90}	=	10,898	

Kornanteil [%]		
Ton	**cl**	**-**
Schluff	**si**	**-**
Feinschluff	fsi	-
Mittelschluff	msi	-
Grobschluff	csi	-
Ton, Schluff	**clsi**	**5,6**
Sand	**sa**	**59,8**
Feinsand	fsa	3,5
Mittelsand	msa	30,6
Grobsand	csa	25,7
Kies	**gr**	**34,5**
Feinkies	fgr	15,0
Mittelkies	mgr	17,8
Grobkies	cgr	1,8
Stein	**co**	**0,0**
Block	**bo**	**0,0**

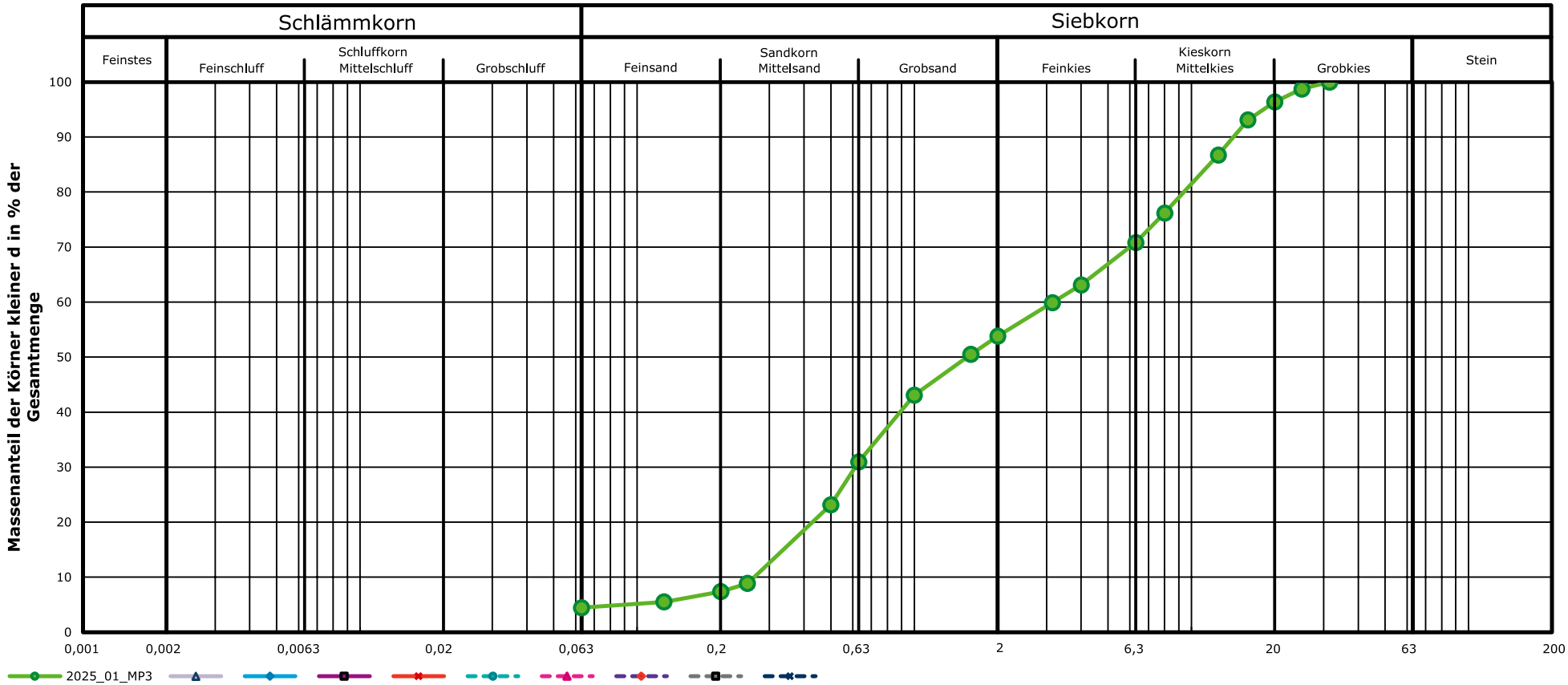
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Auftragsnummer: 2025_01 Projekt: Laborversuche Bergkies Auftraggeber: RWE Power AG Bearbeiter: F. Emmrich Datum: 5.2.2025



Probennummer:	2025_01_MP3									
Entnahmestelle:	TGB Hambach I402									
Bodengruppe:	GI									
Bodenart:	MGr msa csa fgr									
Cl/Si/Sa/Gr in [%]:	-/-/49,4/46,2									

Bemerkungen Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP3
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	05.02.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Verfahren: Siebung nach nassem Abtr. der Feinanteile

Siebanalyse

Siebweite [mm]	Siebrückstand [g]	Siebrückstand [%]	Siebdurchgang [%]
31,5	0,0	0,0	100,0
25	127,8	1,3	98,7
20	238,7	2,3	96,4
16	335,2	3,3	93,1
12,5	650,3	6,4	86,7
8	1071,7	10,5	76,2
6,3	546,6	5,4	70,8
4	784,9	7,7	63,1
3,15	330,4	3,2	59,9
2	619,6	6,1	53,8
1,6	337,7	3,3	50,5
1	753,4	7,4	43,1
0,63	1236,3	12,1	31,0
0,5	794,7	7,8	23,2
0,25	1455,1	14,3	8,9
0,2	153,1	1,5	7,4
0,125	191,0	1,9	5,5
0,063	105,7	1,0	4,5
<0,063*	454,1	4,5	0,0
Summe* [g]	10186,4		

Körnungslinienform nach DIN EN ISO 14688(2): mäßig gestuft

Einwaage [g]	9697,0
Siebverlust (tr.) [%]	-0,37
Gesamtmasse [g]	10150,0
* beinhaltet durch Auswaschen abgetrennte Körner d<0,063 mm [g]	453,0

c_U	=	12,0	
c_C	=	0,4	
d_{10}	=	0,264	[mm]
d_{20}	=	0,429	
d_{30}	=	0,612	
d_{40}	=	0,889	
d_{50}	=	1,551	
d_{60}	=	3,175	
d_{70}	=	5,995	
d_{80}	=	9,397	
d_{90}	=	14,186	

MGr msa csa fgr

Kornanteil [%]		
Ton	**cl**	**-**
Schluff	**si**	**-**
Feinschluff	fsi	-
Mittelschluff	msi	-
Grobschluff	csi	-
Ton, Schluff	**clsi**	**4,5**
Sand	**sa**	**49,4**
Feinsand	fsa	2,9
Mittelsand	msa	23,6
Grobsand	csa	22,8
Kies	**gr**	**46,2**
Feinkies	fgr	17,0
Mittelkies	mgr	25,6
Grobkies	cgr	3,6
Stein	**co**	**0,0**
Block	**bo**	**0,0**

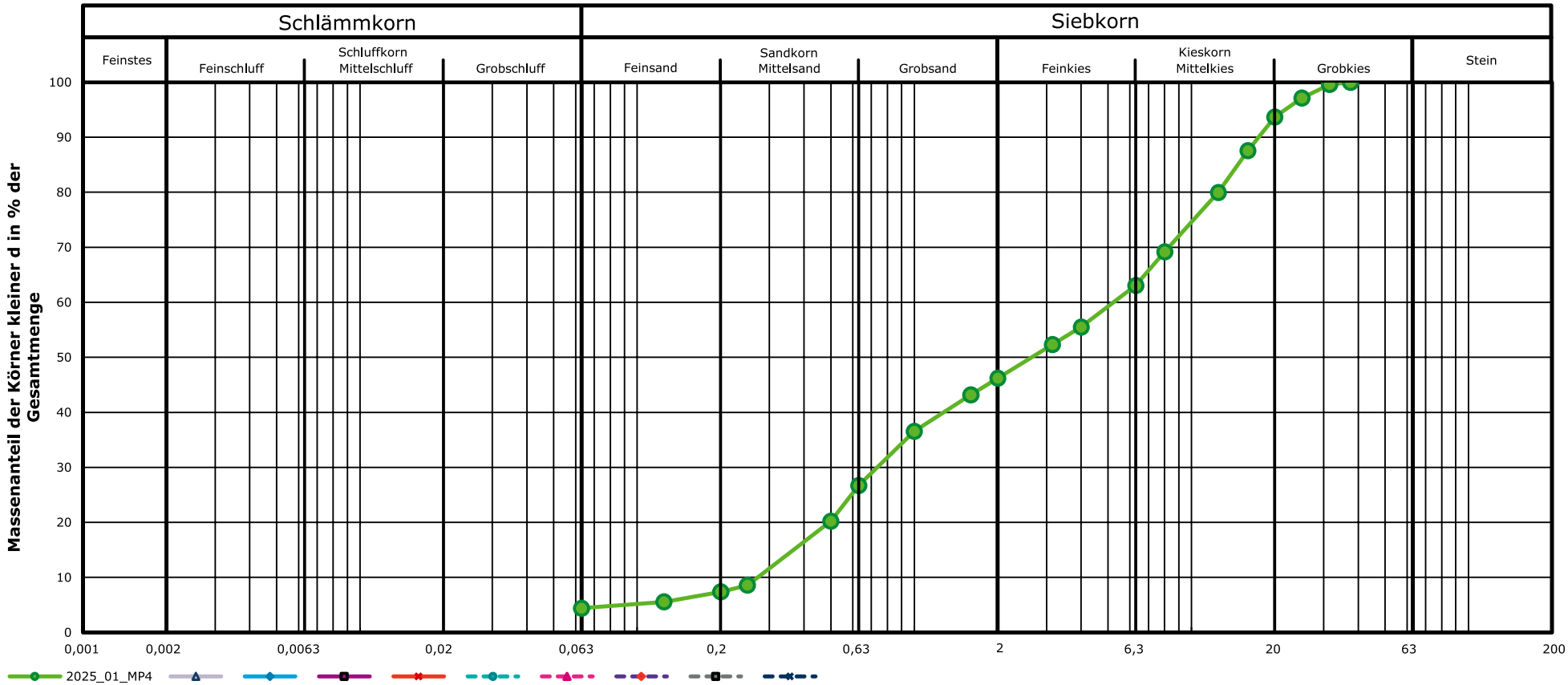
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Auftragsnummer: 2025_01 Projekt: Laborversuche Bergkies Auftraggeber: RWE Power AG Bearbeiter: F. Emmrich Datum: 4.2.2025



Probennummer:	2025_01_MP4									
Entnahmestelle:	TGB Hambach I402									
Bodengruppe:	GI									
Bodenart:	MGr csa msa fgr cgr'									
Cl/Si/Sa/Gr in [%]:	-/-/41,8/53,8									

Bemerkungen Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP4
Projekt:	Laborversuche Bergkie	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	04.02.2025	Probenmaterial:	MGr csa msa fgr cgr'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Verfahren: Siebung nach nassem Abtr. der Feinanteile

Siebanalyse

Siebweite [mm]	Siebrückstand [g]	Siebrückstand [%]	Siebdurchgang [%]
37,5	0,0	0,0	100,0
31,5	44,2	0,4	99,6
25	270,8	2,5	97,1
20	377,3	3,4	93,7
16	666,2	6,1	87,6
12,5	835,2	7,6	80,0
8	1182,1	10,8	69,2
6,3	668,9	6,1	63,1
4	825,2	7,5	55,5
3,15	351,3	3,2	52,3
2	669,6	6,1	46,2
1,6	329,0	3,0	43,2
1	726,5	6,6	36,6
0,63	1077,2	9,8	26,7
0,5	711,1	6,5	20,2
0,25	1274,4	11,6	8,6
0,2	134,6	1,2	7,4
0,125	199,2	1,8	5,5
0,063	123,9	1,1	4,4
<0,063*	483,5	4,4	0,0
Summe* [g]	10950,2		

Körnungslinienform nach DIN EN ISO 14688(2): intermittierend gestu

Einwaage [g]	10456,0	
Siebverlust (tr.) [%]	-0,12	
Gesamtmasse [g]	10938,0	
* beinhaltet durch Auswaschen abgetrennte Körner d<0,063 mm [g]	482,0	

c_U	=	19,3	
c_C	=	0,4	
d_{10}	=	0,272	[mm]
d_{20}	=	0,493	
d_{30}	=	0,735	
d_{40}	=	1,276	
d_{50}	=	2,652	
d_{60}	=	5,238	
d_{70}	=	8,279	
d_{80}	=	12,514	
d_{90}	=	17,476	

MGr csa msa fgr cgr'

Kornanteil [%]		
Ton	**cl**	**-**
Schluff	**si**	**-**
Feinschluff	fsi	-
Mittelschluff	msi	-
Grobschluff	csi	-
Ton, Schluff	**clsi**	**4,4**
Sand	**sa**	**41,8**
Feinsand	fsa	3,0
Mittelsand	msa	19,4
Grobsand	csa	19,5
Kies	**gr**	**53,8**
Feinkies	fgr	16,9
Mittelkies	mgr	30,6
Grobkies	cgr	6,3
Stein	**co**	**0,0**
Block	**bo**	**0,0**

B.4 Lagerungsdichten

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Lagerungsdichten

DIN 18126 - 150

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP1
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	09.01.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr cgr'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Probenbeschreibung

Korndichte	ρ_s in [g/cm³] =	2,650	Trockendichte	ρ_d in [g/cm³] =	
Größtkorn	in [mm] =	31,5	Porenanteil (natürl.)	**n** in [] =	
Ungleichsförmigkeitszahl	in [] =	13,8	Porenzahl(natürl.)	**e** in [] =	

Lockerste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	12,02	Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Volumen des Zylinders	$V_{z,1}$ in [=	2127,3

Teilversuch	1	2	3	4	5	6	7	8
Trockenmasse $m_{d,1}$ in [g]	3290,0	3316,0	3334,0	3340,0	3368,0	3374,0	3430,0	3422,0
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,547	1,559	1,567	1,570	1,583	1,586	1,612	1,609

Dichteste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	17,02	Höhe des Stempels	h_s in [cm] =	7,48
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Höhe des Aufsatzr.	h_a in [cm] =	-
Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03			

Trockenmasse der Probe $m_{d,2}$ in [g]	3662,0	3808,0	3962,0	
mittlere Setzung s_m in [cm]	-1,6373	-1,9260	-2,1893	
Volumen der Probe $(h_z - h_s - s_m) * A_z = V_2$ in [cm³]	1980,0	2031,1	2077,7	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,849	1,875	1,907	

Dichte bei lockerster Lagerung

min. Trockendichte $m_{d,1}/V_{z,1} = \rho_{dmin}$ in [g/cm³]	1,579
max. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmin} - 1 = e_{max}$ in []	0,678
max. Porenanteil $1 - \rho_{dmin}/\rho_s = n_{max}$ in []	0,404

Lagerungsdichte $(n_{max} - n)/(n_{max} - n_{min}) = D$	
Verdichtungsfähigkeit $(e_{max} - e_{min})/e_{min} = I_f$	0,647

Dichte bei dichtester Lagerung

max. Trockendichte $m_{d,2}/V_2 = \rho_{dmax}$ in [g/cm³]	1,877
min. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmax} - 1 = e_{min}$ in []	0,412
min. Porenanteil $1 - \rho_{dmax}/\rho_s = n_{min}$ in []	0,292

bezogene Lagerungsdichte $(e_{max} - e)/(e_{max} - e_{min}) = I_D$	

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Lagerungsdichten

DIN 18126 - 150

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP2
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	09.01.2025	Probenmaterial:	MSa csa mgr fgr si'/cl'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Probenbeschreibung

Korndichte	ρ_s in [g/cm³] =	2,650	Trockendichte	ρ_d in [g/cm³] =	
Größtkorn	in [mm] =	31,5	Porenanteil (natürl.)	**n** in [] =	
Ungleichsförmigkeitszahl	in [] =		Porenzahl(natürl.)	**e** in [] =	

Lockerste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	12,02	Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Volumen des Zylinders	$V_{z,1}$ in [=	2127,3

Teilversuch	1	2	3	4	5	6	7	
Trockenmasse $m_{d,1}$ in [g]	3384,0	3388,0	3324,0	3312,0	3254,0	3286,0	3272,0	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,591	1,593	1,563	1,557	1,530	1,545	1,538	

Dichteste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	17,02	Höhe des Stempels	h_s in [cm] =	7,48
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Höhe des Aufsatzr.	h_a in [cm] =	-
Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03			

Trockenmasse der Probe $m_{d,2}$ in [g]	3956,0	3994,0	3910,0	
mittlere Setzung s_m in [cm]	-2,3313	-2,5793	-2,4573	
Volumen der Probe $(h_z - h_s - s_m) * A_z = V_2$ in [cm³]	2102,9	2146,8	2125,2	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,881	1,860	1,840	

Dichte bei lockerster Lagerung

min. Trockendichte $m_{d,1}/V_{z,1} = \rho_{dmin}$ in [g/cm³]	1,559
max. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmin} - 1 = e_{max}$ in []	0,699
max. Porenanteil $1 - \rho_{dmin}/\rho_s = n_{max}$ in []	0,412

Lagerungsdichte $(n_{max} - n)/(n_{max} - n_{min}) = D$	
Verdichtungsfähigkeit $(e_{max} - e_{min})/e_{min} = I_f$	0,648

Dichte bei dichtester Lagerung

max. Trockendichte $m_{d,2}/V_2 = \rho_{dmax}$ in [g/cm³]	1,861
min. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmax} - 1 = e_{min}$ in []	0,424
min. Porenanteil $1 - \rho_{dmax}/\rho_s = n_{min}$ in []	0,298

bezogene Lagerungsdichte $(e_{max} - e)/(e_{max} - e_{min}) = I_D$	

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Lagerungsdichten

DIN 18126 - 150

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP3
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	09.01.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Probenbeschreibung

Korndichte	ρ_s in [g/cm³] =	2,650	Trockendichte	ρ_d in [g/cm³] =	
Größtkorn	in [mm] =	31,5	Porenanteil (natürl.)	**n** in [] =	
Ungleichsförmigkeitszahl	in [] =	12,0	Porenzahl(natürl.)	**e** in [] =	

Lockerste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	12,02	Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Volumen des Zylinders	$V_{z,1}$ in [=	2127,3

Teilversuch	1	2	3	4	5	6	7	
Trockenmasse $m_{d,1}$ in [g]	3432,0	3424,0	3350,0	3366,0	3404,0	3468,0	3456,0	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,613	1,610	1,575	1,582	1,600	1,630	1,625	

Dichteste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	17,02	Höhe des Stempels	h_s in [cm] =	7,48
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Höhe des Aufsatzr.	h_a in [cm] =	-
Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03			

Trockenmasse der Probe $m_{d,2}$ in [g]	4038,0	3970,0	3950,0	
mittlere Setzung s_m in [cm]	-2,4973	-2,5527	-2,1000	
Volumen der Probe $(h_z - h_s - s_m) * A_z = V_2$ in [cm³]	2132,3	2142,0	2061,9	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,894	1,853	1,916	

Dichte bei lockerster Lagerung

min. Trockendichte $m_{d,1}/V_{z,1} = \rho_{dmin}$ in [g/cm³]	1,605
max. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmin} - 1 = e_{max}$ in []	0,651
max. Porenanteil $1 - \rho_{dmin}/\rho_s = n_{max}$ in []	0,394

Dichte bei dichtester Lagerung

max. Trockendichte $m_{d,2}/V_2 = \rho_{dmax}$ in [g/cm³]	1,888
min. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmax} - 1 = e_{min}$ in []	0,404
min. Porenanteil $1 - \rho_{dmax}/\rho_s = n_{min}$ in []	0,288

Lagerungsdichte $(n_{max} - n)/(n_{max} - n_{min}) = D$	
Verdichtungsfähigkeit $(e_{max} - e_{min})/e_{min} = I_f$	0,612

bezogene Lagerungsdichte $(e_{max} - e)/(e_{max} - e_{min}) = I_D$	

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Lagerungsdichten

DIN 18126 - 71

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP4
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	10.01.2025	Probenmaterial:	MGr csa msa fgr cgr'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Probenbeschreibung

Korndichte	ρ_s in [g/cm³] =	2,650	Trockendichte	ρ_d in [g/cm³] =	
Größtkorn	in [mm] =	37,5	Porenanteil (natürl.)	**n** in [] =	
Ungleichsförmigkeitszahl	in [] =	19,3	Porenzahl(natürl.)	**e** in [] =	

Lockerste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	12,02	Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Volumen des Zylinders	$V_{z,1}$ in [=	2127,3

Teilversuch	1	2	3	4	5	6	7	
Trockenmasse $m_{d,1}$ in [g]	3380,0	3365,0	3414,0	3410,0	3338,0	3368,0	3359,0	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,589	1,582	1,605	1,603	1,569	1,583	1,579	

Dichteste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	17,02	Höhe des Stempels	h_s in [cm] =	7,48
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Höhe des Aufsatzr.	h_a in [cm] =	-
Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03			

Trockenmasse der Probe $m_{d,2}$ in [g]	3882,0	3852,0	3778,0	
mittlere Setzung s_m in [cm]	-2,1700	-1,7300	-1,8207	
Volumen der Probe $(h_z - h_s - s_m) * A_z = V_2$ in [cm³]	2074,3	1996,4	2012,5	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,871	1,929	1,877	

Dichte bei lockerster Lagerung

min. Trockendichte $m_{d,1}/V_{z,1} = \rho_{dmin}$ in [g/cm³]	1,587
max. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmin} - 1 = e_{max}$ in []	0,670
max. Porenanteil $1 - \rho_{dmin}/\rho_s = n_{max}$ in []	0,401

Lagerungsdichte $(n_{max} - n)/(n_{max} - n_{min}) = D$	
Verdichtungsfähigkeit $(e_{max} - e_{min})/e_{min} = I_f$	0,674

Dichte bei dichtester Lagerung

max. Trockendichte $m_{d,2}/V_2 = \rho_{dmax}$ in [g/cm³]	1,893
min. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmax} - 1 = e_{min}$ in []	0,400
min. Porenanteil $1 - \rho_{dmax}/\rho_s = n_{min}$ in []	0,286

bezogene Lagerungsdichte $(e_{max} - e)/(e_{max} - e_{min}) = I_D$	

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

B.5 Proctorversuch

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP1
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	06.02.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr cgr'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Versuchsparameter

Durchmesser des Zylinders **d_z** [mm]	150,01
Höhe des Zylinders **h_z** [mm]	124,94
Fallgewicht [kg]	4,5
Fallhöhe **h** [mm]	450
Schichtanzahl []	3
Schlagzahl pro Schicht []	22

Bodenparameter

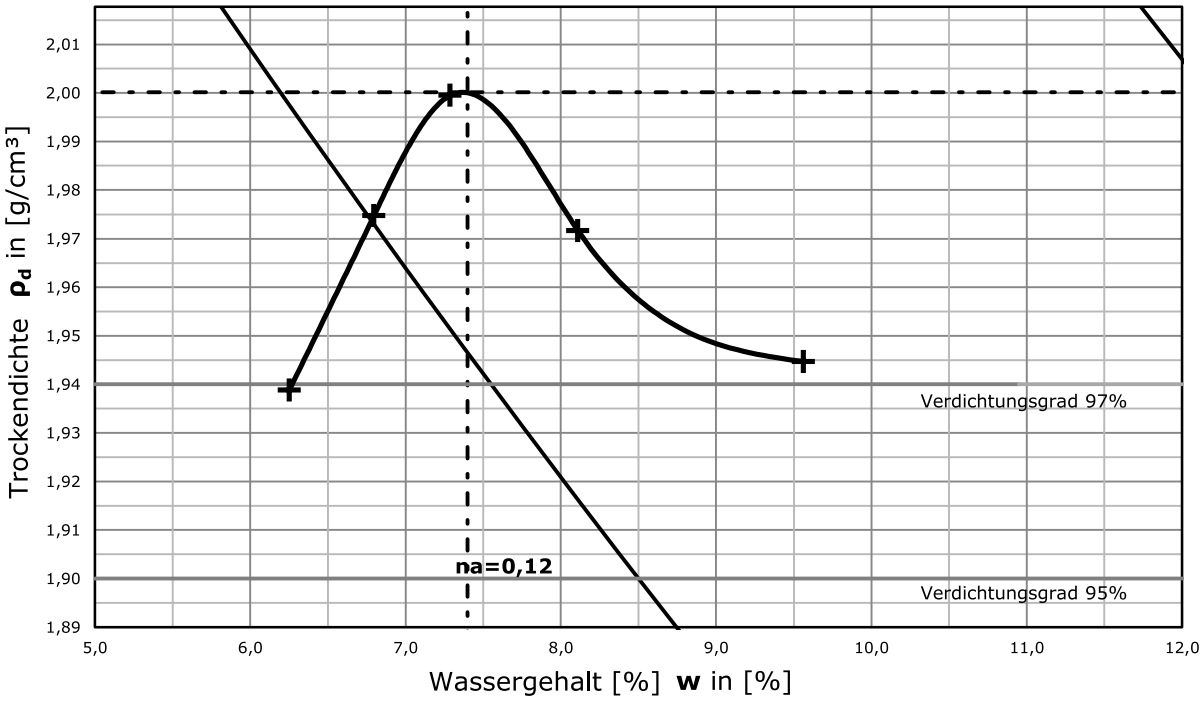
Überkornanteil **ü** []	0,00
Korndichte **ρ_s** [g/cm³]	2,650
Korndichte des Überkorns **$\rho_{sü}$** [g/cm³]	-
Größtkorn [mm]	31,5
zulässiges Größtkorn [mm]	31,5
Wassergehalt Überkorn **$w_ü$** [%]	0,00

Ergebnisse

Proctordichte **ρ_{pr}** [g/cm³]	2,00
Proctordichte (97%) **0,97*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,94
Proctordichte (95%) **0,95*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,90

optimaler Wassergehalt **w_{pr}** [%]	7,4
Wassergehalt [%] (97%) **w** [%]	6,3 / -
Wassergehalt [%] (95%) **w** [%]	- / -

Proctorkurve



TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP1
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	06.02.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr cgr'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Dichtebestimmung

Probennummer	MP1							
Versuchsnummer	MP1	MP1	MP1	MP1	MP1			
Masse der Probe mit Zylinder $m_1 + m_z$ [g]	16328	16436	16516	16486	16484			
Masse des Zylinders m_z [g]	11774	11774	11774	11774	11774			
Masse der Probe m_1 [g]	4554	4662	4742	4712	4710			
Volumen des Zylinders V_Z [cm³]	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1			
Feuchtdichte ρ [g/cm³]	2,06	2,11	2,15	2,13	2,13			
Trockendichte $\rho/(1+w/100) = \rho_d$ [g/cm³]	1,94	1,98	2,00	1,97	1,95			

Wassergehaltsbestimmung

Behälterbezeichnung	D05	D09	D10	D08	D03			
Masse der Schale und Probe $m_B + m_2$ [g]	351,2	444,9	427,9	454,2	462,6			
Trockenmasse der Schale u. Probe $m_B + m_d$ [g]	338,8	424,7	408,9	429,6	435,0			
Masse der Schale m_B [g]	140,5	127,5	148,2	126,3	146,4			
Masse des Wassers $m_2 - m_d = m_W$ [g]	12,4	20,2	19,0	24,6	27,6			
Trockenmasse der Probe m_d [g]	198,3	297,2	260,7	303,3	288,6			
Wassergehalt [%] $m_W/m_d = w$ [%]	6,3	6,8	7,3	8,1	9,6			

Korrektur für den Einfluss des Überkornanteils

korrigierter Wassergehalt $w*(1-ü) + ü*w_{ü} = w'$ [%]	6,3	6,8	7,3	8,1	9,6			
korrigierte Trockendichte $\rho_d*(1-ü)+0,9*ü*\rho_{sü} = \rho_d'$ [g/cm³]	1,94	1,98	2,00	1,97	1,95			

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP2
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	10.02.2025	Probenmaterial:	MSa csa mgr fgr si'/cl'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Versuchsparameter

Durchmesser des Zylinders **d_z** [mm]	150,01
Höhe des Zylinders **h_z** [mm]	124,94
Fallgewicht [kg]	4,5
Fallhöhe **h** [mm]	450
Schichtanzahl []	3
Schlagzahl pro Schicht []	22

Bodenparameter

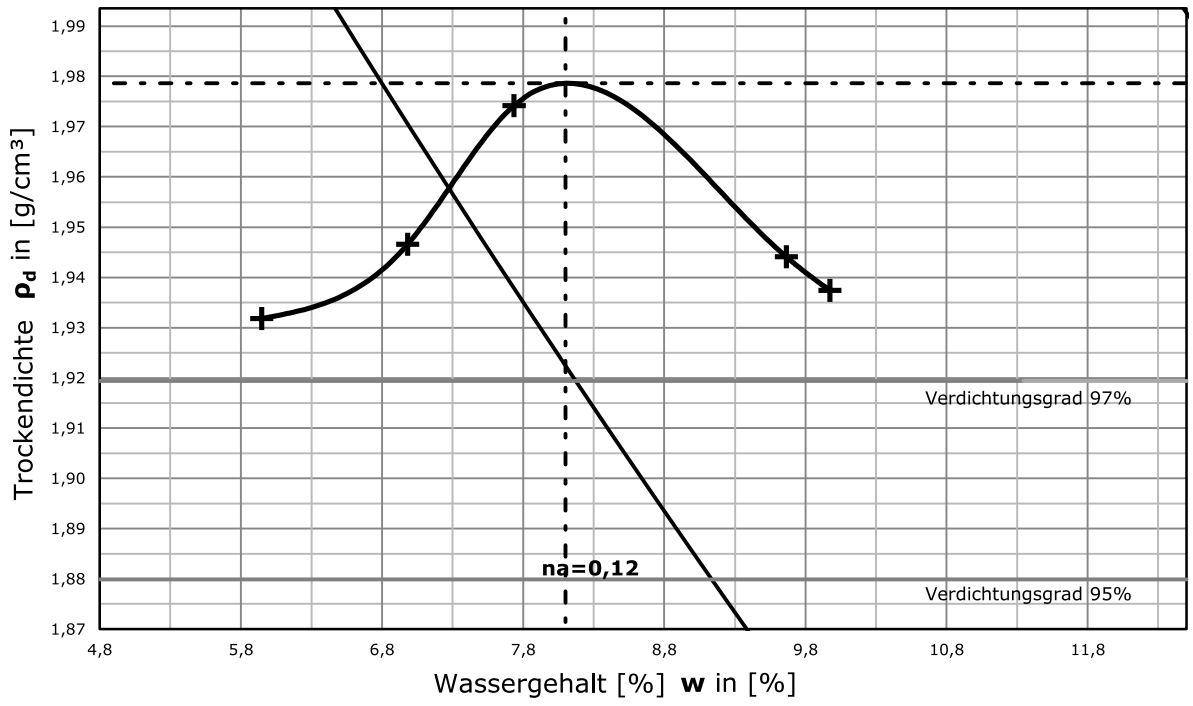
Überkornanteil **ü** []	0,00
Korndichte **ρ_s** [g/cm³]	2,650
Korndichte des Überkorns **$\rho_{sü}$** [g/cm³]	-
Größtkorn [mm]	31,5
zulässiges Größtkorn [mm]	31,5
Wassergehalt Überkorn **$w_ü$** [%]	0,00

Ergebnisse

Proctordichte **ρ_{pr}** [g/cm³]	1,98
Proctordichte (97%) **0,97*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,92
Proctordichte (95%) **0,95*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,88

optimaler Wassergehalt **w_{pr}** [%]	8,1
Wassergehalt [%] (97%) **w** [%]	- / -
Wassergehalt [%] (95%) **w** [%]	- / -

Proctorkurve



TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP2
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	10.02.2025	Probenmaterial:	MSa csa mgr fgr si'/cl'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Dichtebestimmung

Probennummer	MP2							
Versuchsnummer	MP2	MP2	MP2	MP2	MP2			
Masse der Probe mit Zylinder $m_1 + m_z$ [g]	16285	16364	16462	16473	16470			
Masse des Zylinders m_z [g]	11774	11774	11774	11774	11774			
Masse der Probe m_1 [g]	4511	4590	4688	4699	4696			
Volumen des Zylinders V_Z [cm³]	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1			
Feuchtdichte ρ [g/cm³]	2,04	2,08	2,12	2,13	2,13			
Trockendichte $\rho/(1+w/100) = \rho_d$ [g/cm³]	1,93	1,94	1,97	1,94	1,93			

Wassergehaltsbestimmung

Behälterbezeichnung	D09	D08	D10	D05	D03			
Masse der Schale und Probe $m_B + m_2$ [g]	397,9	469,5	456,5	455,9	498,8			
Trockenmasse der Schale u. Probe $m_B + m_d$ [g]	382,7	447,1	434,4	428,1	466,8			
Masse der Schale m_B [g]	127,5	126,3	148,2	140,5	146,4			
Masse des Wassers $m_2 - m_d = m_W$ [g]	15,2	22,4	22,1	27,8	32,0			
Trockenmasse der Probe m_d [g]	255,2	320,8	286,2	287,6	320,5			
Wassergehalt [%] $m_W/m_d = w$ [%]	5,9	7,0	7,7	9,7	10,0			

Korrektur für den Einfluss des Überkornanteils

korrigierter Wassergehalt $w*(1-ü) + ü*w_ü = w'$ [%]	5,9	7,0	7,7	9,7	10,0			
korrigierte Trockendichte $\rho_d*(1-ü)+0,9*ü*\rho_{sü} = \rho_d'$ [g/cm³]	1,93	1,94	1,97	1,94	1,93			

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP3
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	12.02.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Versuchsparameter

Durchmesser des Zylinders **d_z** [mm]	150,01
Höhe des Zylinders **h_z** [mm]	124,94
Fallgewicht [kg]	4,5
Fallhöhe **h** [mm]	450
Schichtanzahl []	3
Schlagzahl pro Schicht []	22

Bodenparameter

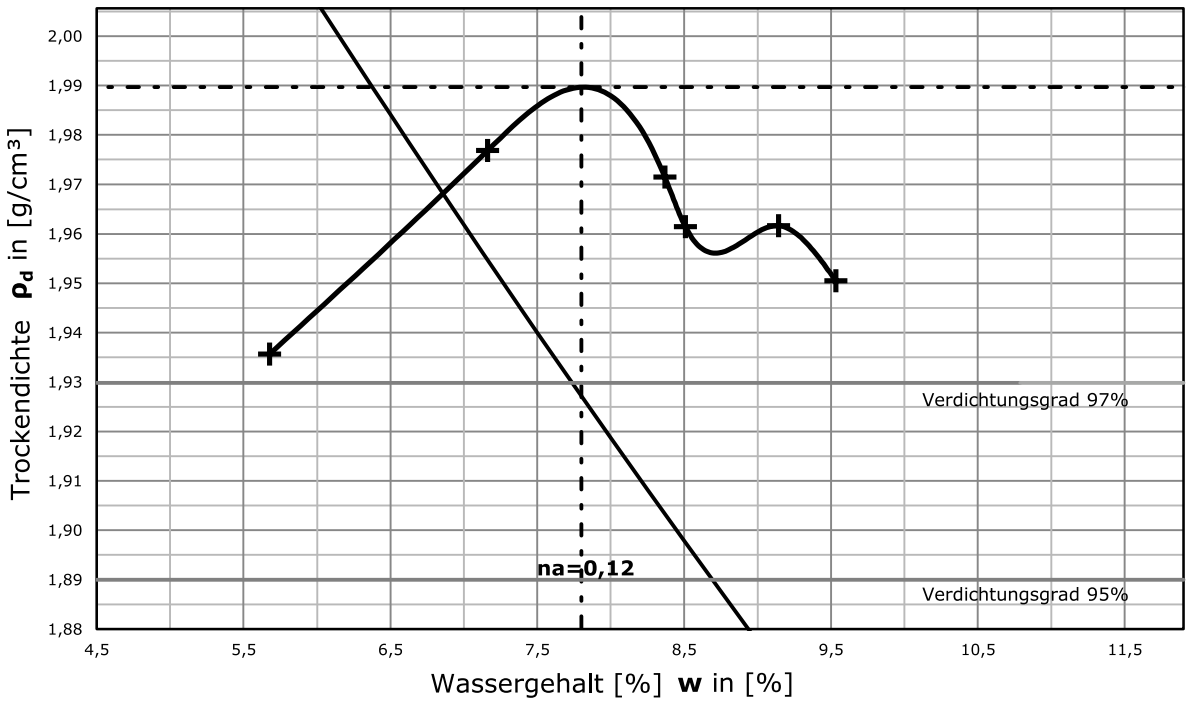
Überkornanteil **ü** []	0,00
Korndichte **ρ_s** [g/cm³]	2,650
Korndichte des Überkorns **$\rho_{sü}$** [g/cm³]	-
Größtkorn [mm]	31,5
zulässiges Größtkorn [mm]	31,5
Wassergehalt Überkorn **$w_ü$** [%]	0,00

Ergebnisse

Proctordichte **ρ_{pr}** [g/cm³]	1,99
Proctordichte (97%) **0,97*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,93
Proctordichte (95%) **0,95*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,89

optimaler Wassergehalt **w_{pr}** [%]	7,8
Wassergehalt [%] (97%) **w** [%]	- / -
Wassergehalt [%] (95%) **w** [%]	- / -

Proctorkurve



TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP3
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	12.02.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Dichtebestimmung

Probennummer	MP3							
Versuchsnummer	MP3	MP3	MP3	MP3	MP3	MP3		
Masse der Probe mit Zylinder $m_1 + m_z$ [g]	16301	16462	16502	16484	16512	16502		
Masse des Zylinders m_z [g]	11774	11774	11774	11774	11774	11774		
Masse der Probe m_1 [g]	4527	4688	4728	4710	4738	4728		
Volumen des Zylinders V_Z [cm³]	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1		
Feuchtdichte ρ [g/cm³]	2,05	2,12	2,14	2,13	2,15	2,14		
Trockendichte $\rho/(1+w/100) = \rho_d$ [g/cm³]	1,94	1,98	1,98	1,97	1,97	1,95		

Wassergehaltsbestimmung

Behälterbezeichnung	D09	D05	D08	D10	D02	D03		
Masse der Schale und Probe $m_B + m_2$ [g]	362,0	411,3	429,3	446,6	452,8	480,7		
Trockenmasse der Schale u. Probe $m_B + m_d$ [g]	349,4	393,2	405,9	423,2	425,5	451,6		
Masse der Schale m_B [g]	127,5	140,5	126,3	148,2	126,9	146,4		
Masse des Wassers $m_2 - m_d = m_W$ [g]	12,6	18,1	23,4	23,4	27,3	29,1		
Trockenmasse der Probe m_d [g]	221,9	252,7	279,6	275,0	298,6	305,2		
Wassergehalt [%] $m_W/m_d = w$ [%]	5,7	7,2	8,4	8,5	9,1	9,5		

Korrektur für den Einfluss des Überkornanteils

korrigierter Wassergehalt $w*(1-ü) + ü*w_{ü} = w'$ [%]	5,7	7,2	8,4	8,5	9,1	9,5		
korrigierte Trockendichte $\rho_d*(1-ü)+0,9*ü*\rho_{sü} = \rho_d'$ [g/cm³]	1,94	1,98	1,98	1,97	1,97	1,95		

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP4
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	17.02.2024	Probenmaterial:	MGr csa msa fgr cgr'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Versuchsparameter

Durchmesser des Zylinders **d_z** [mm]	150,01
Höhe des Zylinders **h_z** [mm]	124,94
Fallgewicht [kg]	0,0
Fallhöhe **h** [mm]	0
Schichtanzahl []	3
Schlagzahl pro Schicht []	22

Bodenparameter

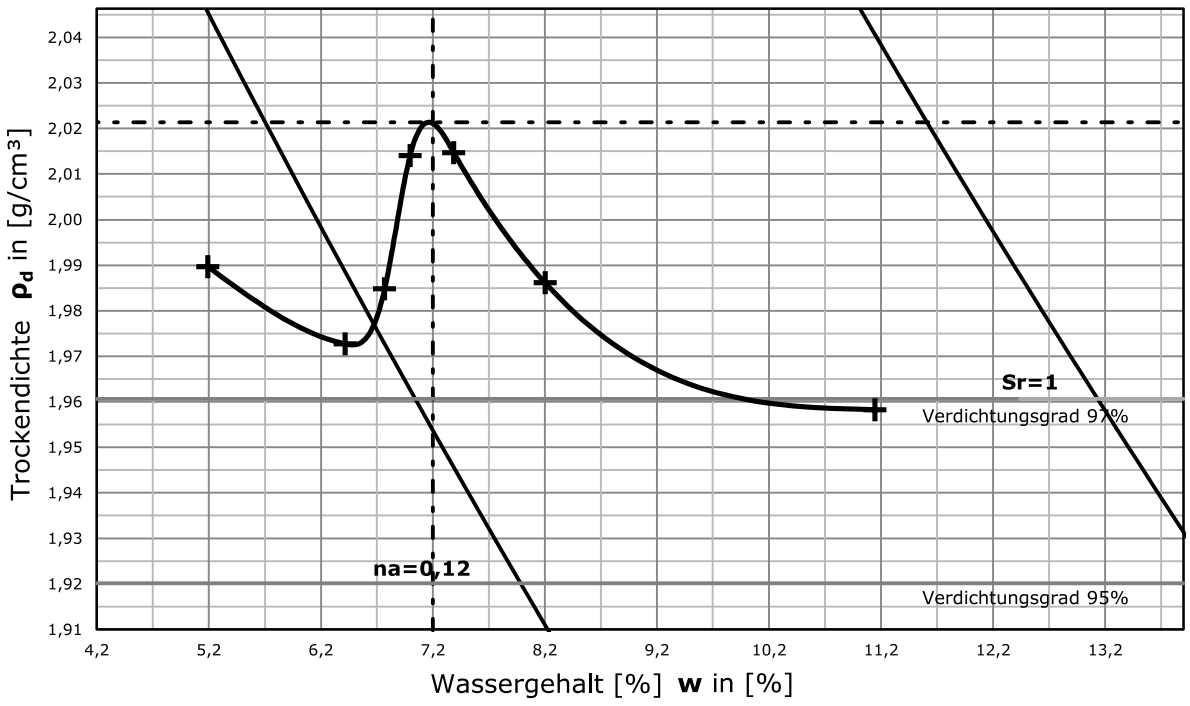
Überkornanteil **ü** []	0,00
Korndichte **ρ_s** [g/cm³]	2,650
Korndichte des Überkorns **$\rho_{sü}$** [g/cm³]	-
Größtkorn [mm]	-
zulässiges Größtkorn [mm]	31,5
Wassergehalt Überkorn **$w_ü$** [%]	0,00

Ergebnisse

Proctordichte **ρ_{pr}** [g/cm³]	2,03
Proctordichte (97%) **0,97*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,96
Proctordichte (95%) **0,95*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,92

optimaler Wassergehalt **w_{pr}** [%]	7,2
Wassergehalt [%] (97%) **w** [%]	- / 10
Wassergehalt [%] (95%) **w** [%]	- / -

Proctorkurve



TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP4
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	17.02.2024	Probenmaterial:	MGr csa msa fgr cgr'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Dichtebestimmung

Probennummer	MP4							
Versuchsnummer	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	
Masse der Probe mit Zylinder **$m_1 + m_z$** [g]	16404	16417	16462	16540	16560	16527	16588	
Masse des Zylinders **m_z** [g]	11774	11773	11774	11773	11774	11773	11773	
Masse der Probe **m_1** [g]	4630	4644	4688	4767	4786	4754	4815	
Volumen des Zylinders **V_Z** [cm³]	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	
Feuchtdichte **ρ** [g/cm³]	2,10	2,10	2,12	2,16	2,17	2,15	2,18	
Trockendichte **$\rho/(1+w/100) = \rho_d$** [g/cm³]	1,99	1,98	1,99	2,02	2,02	1,99	1,96	

Wassergehaltsbestimmung

Behälterbezeichnung	D03	D27	D10	D24	D08	D23	D03	
Masse der Schale und Probe **$m_B + m_2$** [g]	394,7	281,4	412,8	333,1	429,5	324,7	478,5	
Trockenmasse der Schale u. Probe **$m_B + m_d$** [g]	382,2	269,2	396,0	316,5	408,7	305,6	445,2	
Masse der Schale **m_B** [g]	140,4	78,9	148,2	78,6	126,4	73,1	146,4	
Masse des Wassers **$m_2 - m_d = m_W$** [g]	12,6	12,2	16,8	16,6	20,9	19,1	33,3	
Trockenmasse der Probe **m_d** [g]	241,8	190,3	247,9	237,8	282,3	232,5	298,8	
Wassergehalt [%] **$m_W/m_d = w$** [%]	5,2	6,4	6,8	7,0	7,4	8,2	11,1	

Korrektur für den Einfluss des Überkornanteils

korrigierter Wassergehalt **$w*(1-ü) + ü*w_ü = w'$** [%]	5,2	6,4	6,8	7,0	7,4	8,2	11,1	
korrigierte Trockendichte **$\rho_d*(1-ü)+0,9*ü*\rho_{sü} = \rho_d'$** [g/cm³]	1,99	1,98	1,99	2,02	2,02	1,99	1,96	

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

B.6 Rahmenscherversuche

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Scherversuch nach DIN EN ISO 17892-10 (04.2019)

Rahmenscherversuch (T51002)

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP1_RSV_1
Projekt:	BV Einlasstrasse	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE POWER AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	16.02.2024	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr cgr'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Versuchsboden

Klassifikation (DIN 18196): GI Bodenfarbe: braun Bodenart (DIN EN ISO 14688-1): MGr msa csa fgr cgr'

ρ_s: 2,650 g/cm^3 ♦ $\rho_{d,min}$ = 1,579 g/cm^3 $\rho_{d,max}$ = 1,877 g/cm^3

Gerät

Gerätenummer: V0043 Geräteherstelller: Wille

Aufzeichnungssoftware: GEODESC (Version: 2.0.22)

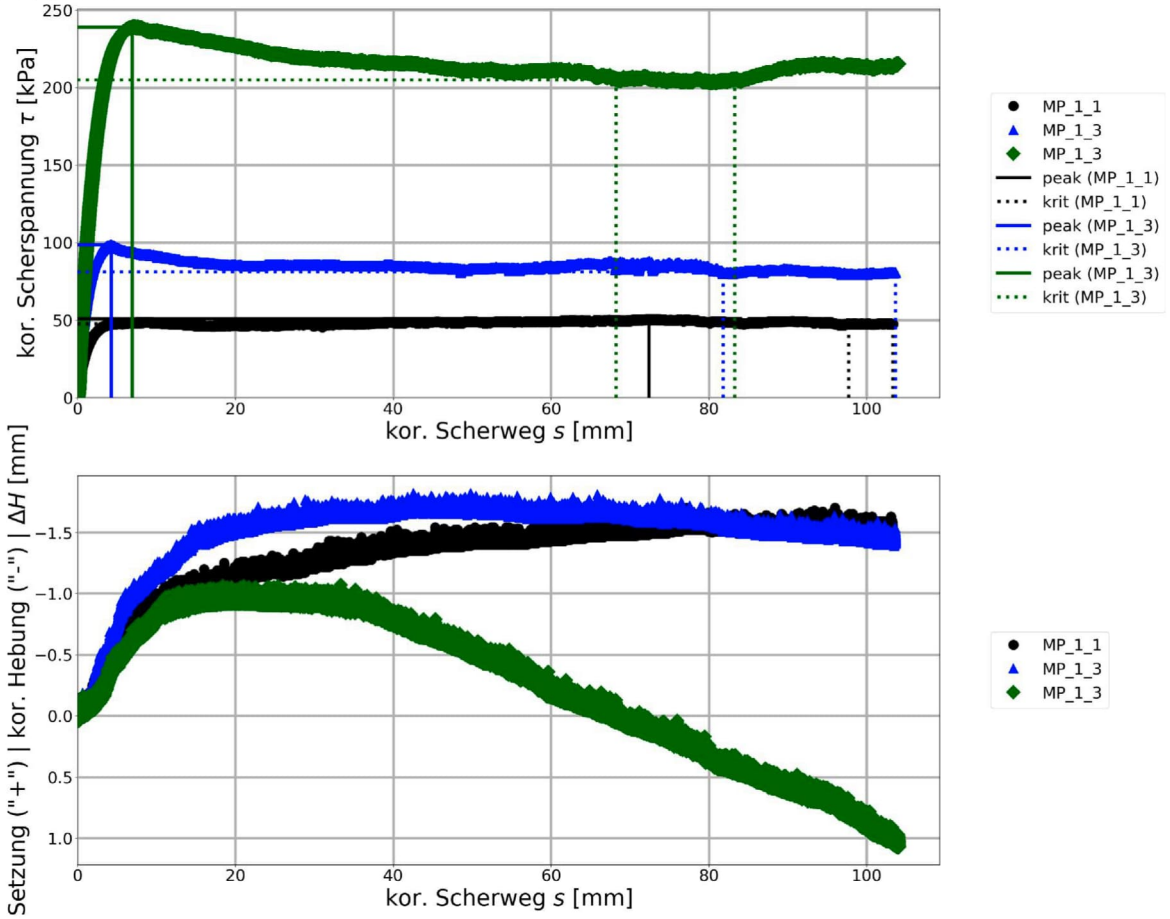
weitere Gerätespezifikationen:

- oberer Scherrahmen vertikal frei beweglich
- Belastungskissen geführt (horizontal unverschieblich, nicht verdrehbar)
- Scherfläche: 300 x 300 = 9 000 mm^2 (quadratisch)

Einbau

Proben-nummer	Einbauzustand									
	l	A	h	m_f	ρ_f	w	ρ_d	S_r	e	I_D
	[mm]	[mm^2]	[mm]	[g]	[g/cm^3]	[%]	[g/cm^3]	[%]	[-]	[-]
MP_1_1	300,00	90000,0	166,00	30600,00	2,05	6,4	1,92	45,1	0,38	1,13
MP_1_3	300,00	90000,0	157,87	30032,00	2,11	7,0	1,98	54,3	0,34	1,26
MP_1_3	300,00	90000,0	158,52	29590,00	2,07	6,6	1,95	48,3	0,36	1,19

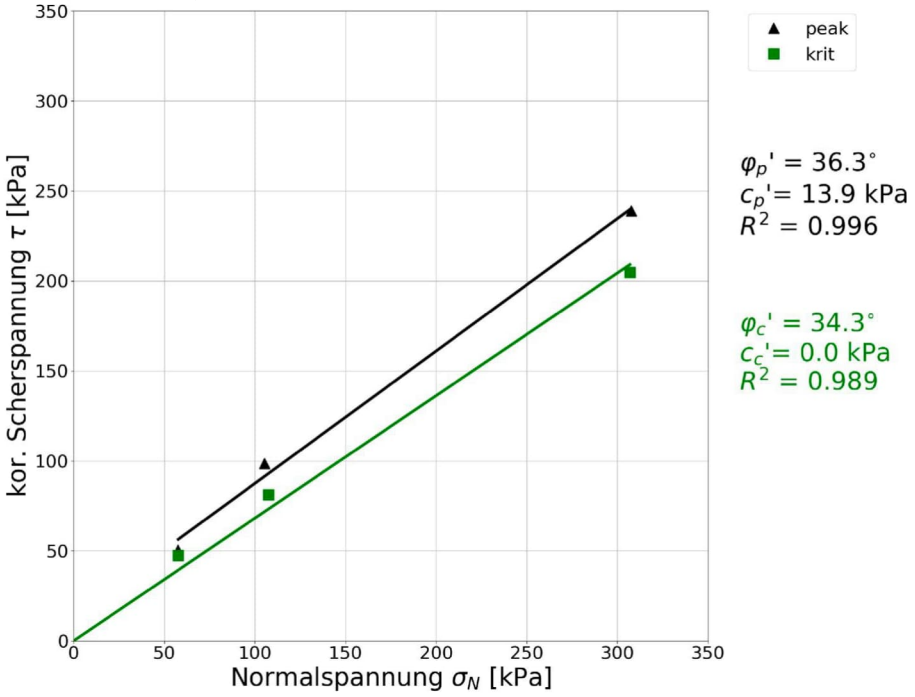
Scherverhalten



Ausbau

Proben-nummer	Ausbauzustand		
	m_f	w	I_D
	[g]	[%]	[-]
MP_1_1	31988,82	11,3	n.a.
MP_1_3	31460,63	12,1	n.a.
MP_1_3	30955,69	11,5	n.a.

Bestimmung der effektiven Scherparameter



Proben-nummer	v	h_s	Peakzustand		krit. Zustand	
			σ_N	τ	σ_N	τ
	[mm/min]	[mm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
MP_1_1	0,020	0,0	57,8	50,7	57,7	47,5
MP_1_3	0,020	0,0	105,5	98,6	107,6	81,1
MP_1_3	0,020	0,0	307,8	239,0	306,9	204,8

Bemerkung

- Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16
- Korndichte mit 2,65 g/cm^3 angenommen
- Masse des oberen Scherrahmens aufgrund Dilatanzverhalten in Auswertung berücksichtigt (+8 kPa)
- Versuche mit erdfeuchtem Material ausgeführt
- Einbau mit Proctorhammer (Fallhöhe 40cm bei 4,5 kg Masse) in 3 Schichten mit ca. 20 bis 40 Schlägen
- Ausbaukennwerte vom Einbau übernommen

Symbole, Formelzeichen und Formeln

♦...Wert angenommen
$\rho_{d,max}$...max. Lagerung
h...Probenhöhe
w...Wassergehalt
e...Porenzahl $\left[= \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1\right]$
ΔH...Normalweg
φ_c'...eff. krit. Reibungswinkel
h_s...Scherspalt zu Beginn der Scherung
ρ_s...Korndichte
l...Probenseitenlänge
m_f...Einbaumasse feucht
ρ_d...Trockendichte $\left[= \frac{\rho_f}{(1+w)}\right]$
I_D...bezogene Lagerungsdichte $\left[= \frac{\rho_{d,max} \cdot (\rho_d - \rho_{d,min})}{\rho_d \cdot (\rho_{d,max} - \rho_{d,min}}\right]$
φ_p'...eff. Peakreibungswinkel
c_c'...eff. Kohäsion (krit. Zustand)
σ_N...Normalspannung
$\rho_{d,min}$...min. Lagerung
A...Probenfläche $[= l^2]$
ρ_f...Feuchtdichte $\left[= \frac{m_f}{(h \cdot A)}\right]$
S_r...Sättigungsgrad $\left[= \frac{w \cdot \rho_s \cdot \rho_d}{1{,}0 \cdot (\rho_s - \rho_d)}\right]$
s...Scherweg
c_p'...eff. Kohäsion (Peakzustand)
v...Schergeschwindigkeit
τ...Scherspannung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Scherversuch nach DIN EN ISO 17892-10 (04.2019)

Rahmenscherversuch (T51002)

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP2_RSV_1
Projekt:	BV Einlasstrasse	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE POWER AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	16.02.2024	Probenmaterial:	MSa csa mgr fgr si'/cl'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Versuchsboden

Klassifikation (DIN 18196): ST/SU | Bodenfarbe: braun | Bodenart (DIN EN ISO 14688-1): MSa csa mgr fgr si'/cl'

ρ_s: 2,650 g/cm^3 ♦ | $\rho_{d,min}$ = 1,559 g/cm^3 | $\rho_{d,max}$ = 1,861 g/cm^3

Gerät

Gerätenummer: V0043 | Geräteherstelller: Wille

Aufzeichnungssoftware: GEODESC (Version: 2.0.22)

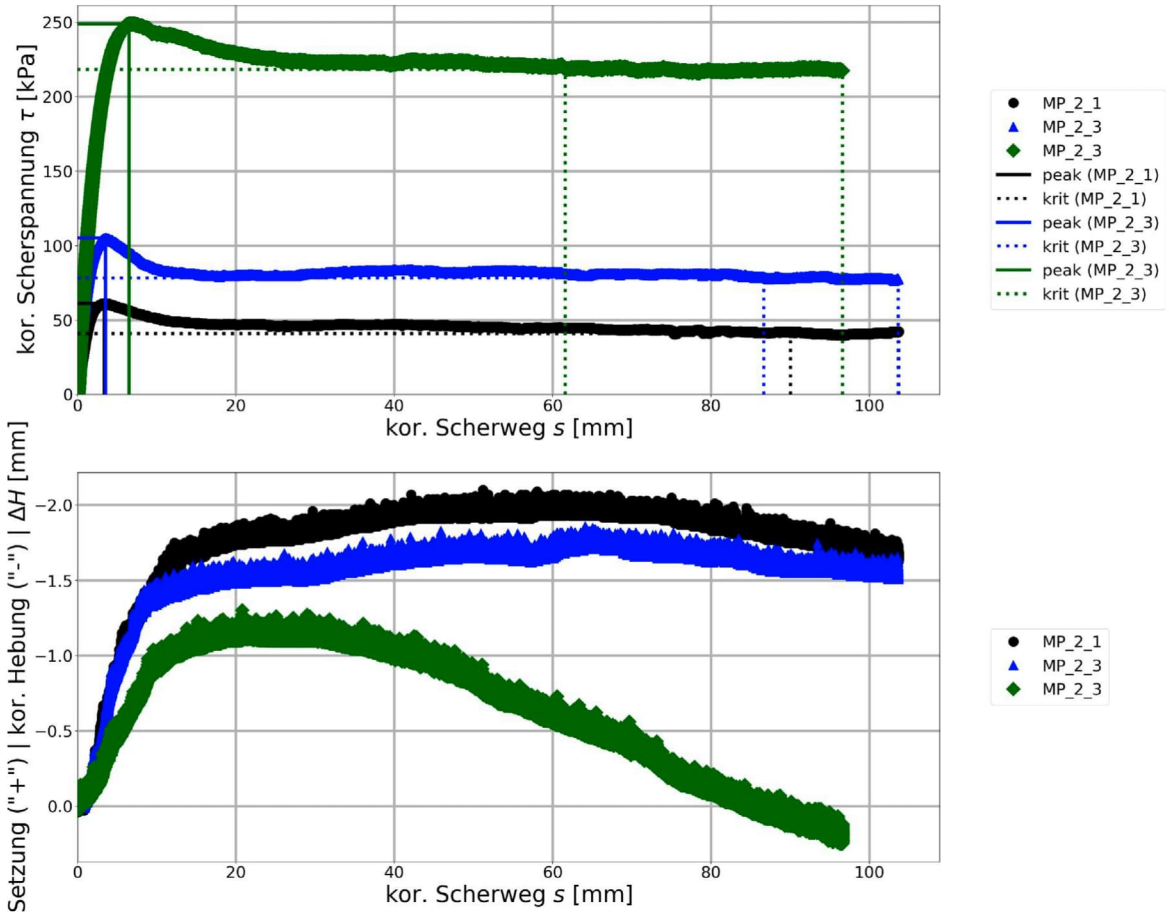
weitere Gerätespezifikationen:

- oberer Scherrahmen vertikal frei beweglich
- Belastungskissen geführt (horizontal unverschieblich, nicht verdrehbar)
- Scherfläche: 300 x 300 = 9 000 mm^2 (quadratisch)

Einbau

Proben-nummer	Einbauzustand									
	l	A	h	m_f	ρ_f	w	ρ_d	S_r	e	I_D
	[mm]	[mm^2]	[mm]	[g]	[g/cm^3]	[%]	[g/cm^3]	[%]	[-]	[-]
MP_2_1	300,00	90000,0	159,90	29828,00	2,07	7,2	1,93	51,3	0,37	1,20
MP_2_3	300,00	90000,0	160,52	29834,00	2,07	7,2	1,93	51,0	0,38	1,17
MP_2_3	300,00	90000,0	156,25	29832,00	2,12	7,9	1,97	60,3	0,35	1,27

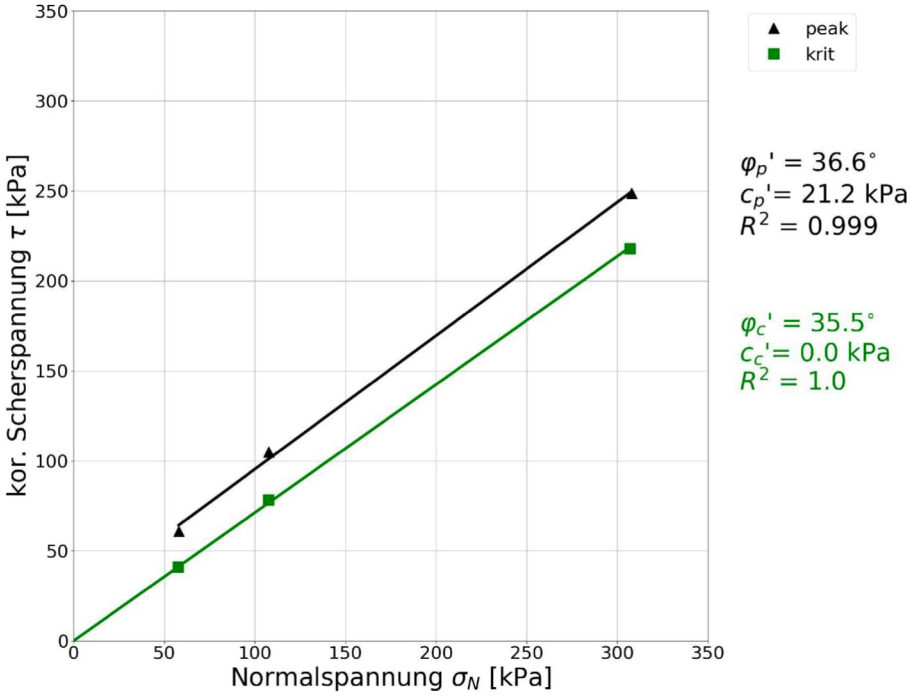
Scherverhalten



Ausbau

Proben-nummer	Ausbauzustand		
	m_f	w	I_D
	[g]	[%]	[-]
MP_2_1	31127,90	11,8	n.a.
MP_2_3	31138,87	11,9	n.a.
MP_2_3	30155,42	9,1	n.a.

Bestimmung der effektiven Scherparameter



Proben-nummer	v	h_s	Peakzustand		krit. Zustand	
			σ_N	τ	σ_N	τ
	[mm/min]	[mm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
MP_2_1	0,020	0,0	58,0	61,1	57,8	41,0
MP_2_3	0,020	0,0	107,8	105,1	107,6	78,2
MP_2_3	0,020	0,0	307,8	248,8	306,9	218,1

Bemerkung

- Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16
- Korndichte mit 2,65 g/cm^3 angenommen
- Masse des oberen Scherrahmens aufgrund Dilatanzverhalten in Auswertung berücksichtigt (+8 kPa)
- Versuche mit erdfeuchtem Material ausgeführt
- Einbau mit Proctorhammer (Fallhöhe 40cm bei 4,5 kg Masse) in 3 Schichten mit ca. 20 bis 40 Schlägen
- Ausbaukennwerte vom Einbau übernommen

Symbole, Formelzeichen und Formeln

♦...Wert angenommen
$\rho_{d,max}$...max. Lagerung
h...Probenhöhe
w...Wassergehalt
e...Porenzahl $\left[= \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1\right]$
ΔH...Normalweg
φ_c'...eff. krit. Reibungswinkel
h_s...Scherspalt zu Beginn der Scherung
ρ_s...Korndichte
l...Probenseitenlänge
m_f...Einbaumasse feucht
ρ_d...Trockendichte $\left[= \frac{\rho_f}{(1+w)}\right]$
I_D...bezogene Lagerungsdichte $\left[= \frac{\rho_{d,max} \cdot (\rho_d - \rho_{d,min})}{\rho_d \cdot (\rho_{d,max} - \rho_{d,min}}\right]$
φ_p'...eff. Peakreibungswinkel
c_c'...eff. Kohäsion (krit. Zustand)
σ_N...Normalspannung
$\rho_{d,min}$...min. Lagerung
A...Probenfläche $[= l^2]$
ρ_f...Feuchtdichte $\left[= \frac{m_f}{(h \cdot A)}\right]$
S_r...Sättigungsgrad $\left[= \frac{w \cdot \rho_s \cdot \rho_d}{1{,}0 \cdot (\rho_s - \rho_d)}\right]$
s...Scherweg
c_p'...eff. Kohäsion (Peakzustand)
v...Schergeschwindigkeit
τ...Scherspannung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Scherversuch nach DIN EN ISO 17892-10 (04.2019)

Rahmenscherversuch (T51002)

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP3_RSV_1
Projekt:	BV Einlasstrasse	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE POWER AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	11./22./29.04.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	S. Müller, S. Gesellmann	Probenart:	gestört

Versuchsboden

Klassifikation (DIN 18196): GI Bodenfarbe: braun Bodenart (DIN EN ISO 14688-1): MGr msa csa fgr

ρ_s: 2,650 g/cm^3 ♦ $\rho_{d,min}$ = 1,605 g/cm^3 $\rho_{d,max}$ = 1,888 g/cm^3

Gerät

Gerätenummer: V0043 Geräteherstellerr: Wille

Aufzeichnungssoftware: GEODESC (Version: 2.0.22)

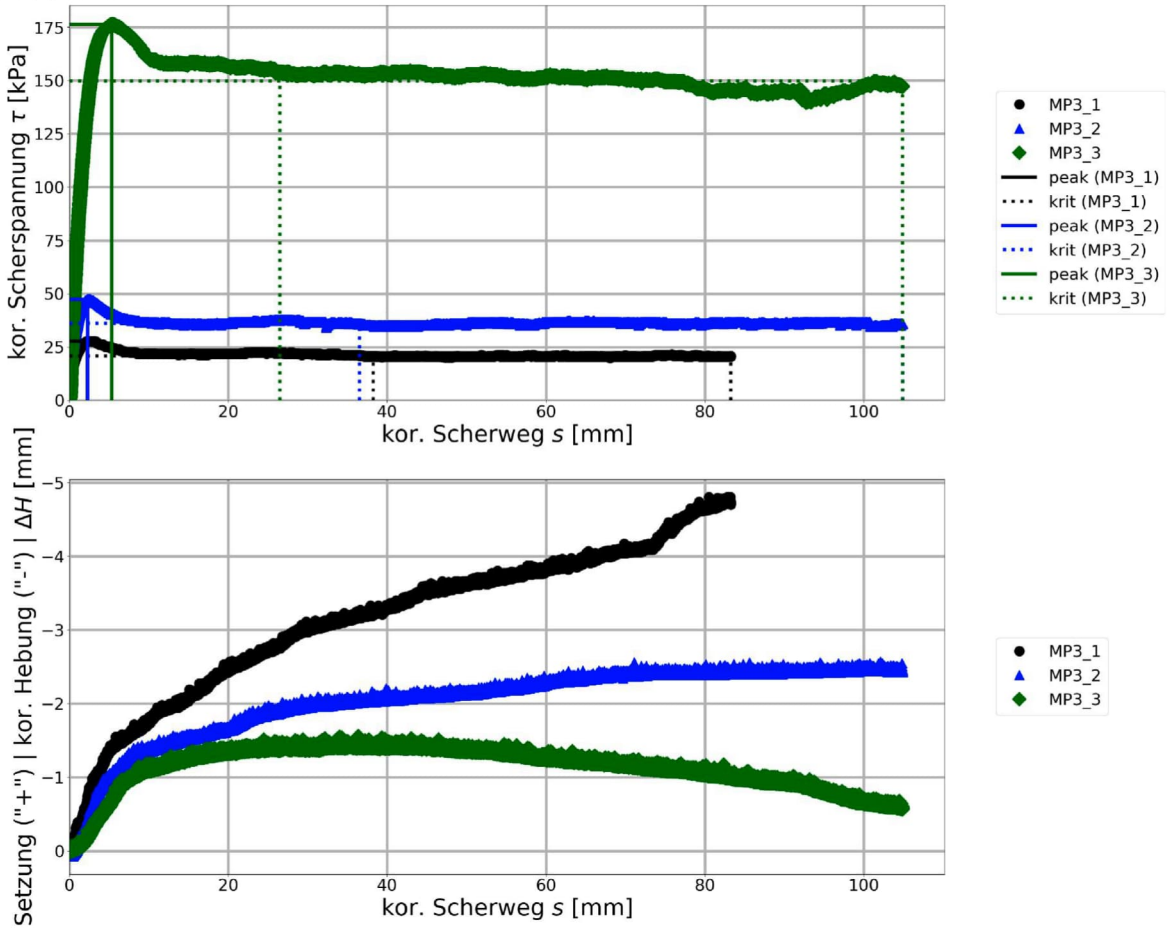
weitere Gerätespezifikationen:

- oberer Scherrahmen vertikal frei beweglich
- Belastungskissen geführt (horizontal unverschieblich, nicht verdrehbar)
- Scherfläche: 300 x 300 = 9 000 mm^2 (quadratisch)

Einbau

Proben-nummer	Einbauzustand									
	l	A	h	m_f	ρ_f	w	ρ_d	S_r	e	I_D
	[mm]	[mm^2]	[mm]	[g]	[g/cm^3]	[%]	[g/cm^3]	[%]	[-]	[-]
MP3_1	300,00	90000,0	158,52	29852,00	2,09	6,7	1,96	50,6	0,35	1,21
MP3_2	300,00	90000,0	159,01	29856,00	2,09	6,3	1,96	47,6	0,35	1,22
MP3_3	300,00	90000,0	159,15	29862,00	2,08	6,5	1,96	48,5	0,35	1,20

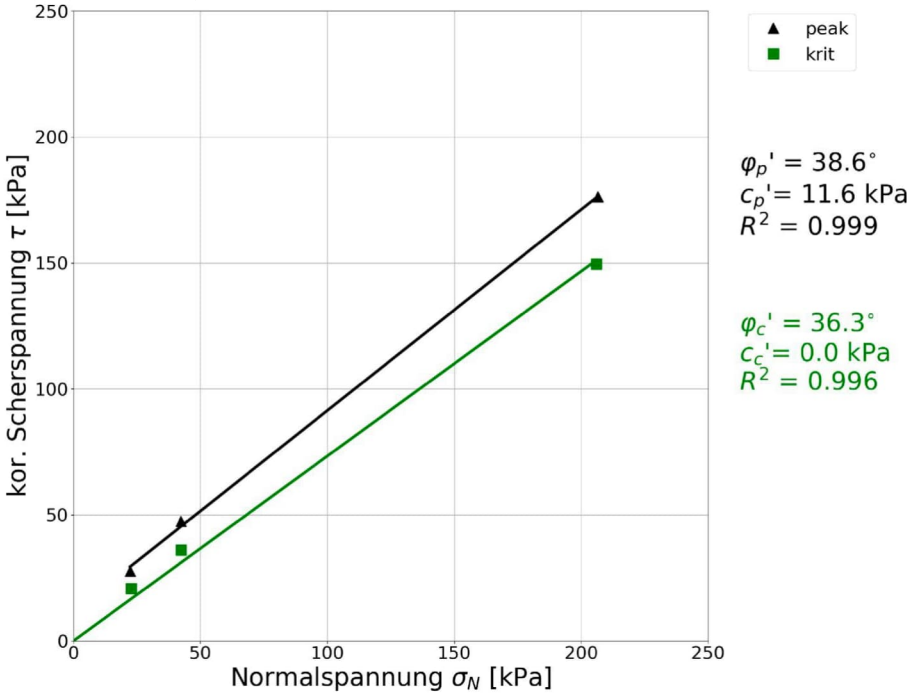
Scherverhalten



Ausbau

Proben-nummer	Ausbauzustand		
	m_f	w	I_D
	[g]	[%]	[-]
MP3_1	29852,00	12,1	n,a,
MP3_2	29856,00	12,8	n,a,
MP3_3	29862,00	12,0	n,a,

Bestimmung der effektiven Scherparameter



Proben-nummer	v	h_s	Peakzustand		krit. Zustand	
			σ_N	τ	σ_N	τ
	[mm/min]	[mm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
MP3_1	0,020	0,0	22,3	27,7	22,7	20,7
MP3_2	0,020	0,0	42,4	47,4	42,4	36,1
MP3_3	0,020	0,0	206,8	176,3	206,1	149,7

Bemerkung

- Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16
- Korndichte mit 2,65 g/cm^3 angenommen
- Masse des oberen Scherrahmens aufgrund Dilatanzverhalten in Auswertung berücksichtigt (+8 kPa)
- Versuche mit erdfeuchtem Material ausgeführt
- Einbau mit Proctorhammer (Fallhöhe 40cm bei 4,5 kg Masse) in 3 Schichten mit ca. 20 bis 40 Schlägen
- Ausbaukennwerte vom Einbau übernommen

Symbole, Formelzeichen und Formeln

♦...Wert angenommen
$\rho_{d,max}$...max. Lagerung
h...Probenhöhe
w...Wassergehalt
e...Porenzahl $\left[= \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1\right]$
ΔH...Normalweg
φ_c'...eff. krit. Reibungswinkel
h_s...Scherspalt zu Beginn der Scherung
ρ_s...Korndichte
l...Probenseitenlänge
m_f...Einbaumasse feucht
ρ_d...Trockendichte $\left[= \frac{\rho_f}{(1+w)}\right]$
I_D...bezogene Lagerungsdichte $\left[= \frac{\rho_{d,max} \cdot (\rho_d - \rho_{d,min})}{\rho_d \cdot (\rho_{d,max} - \rho_{d,min}}\right]$
φ_p'...eff. Peakreibungswinkel
c_c'...eff. Kohäsion (krit. Zustand)
σ_N...Normalspannung
$\rho_{d,min}$...min. Lagerung
A...Probenfläche $\left[= l^2\right]$
ρ_f...Feuchtdichte $\left[= \frac{m_f}{(h \cdot A)}\right]$
S_r...Sättigungsgrad $\left[= \frac{w \cdot \rho_s \cdot \rho_d}{1{,}0 \cdot (\rho_s - \rho_d)}\right]$
s...Scherweg
c_p'...eff. Kohäsion (Peakzustand)
v...Schergeschwindigkeit
τ...Scherspannung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Scherversuch nach DIN EN ISO 17892-10 (04.2019)

Rahmenscherversuch (T51002)

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP4_RSV_1
Projekt:	BV Einlasstrasse	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE POWER AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	09./20./30.05.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	S. Müller, S. Gesellmann	Probenart:	gestört

Versuchsboden

Klassifikation (DIN 18196): GI Bodenfarbe: braun Bodenart (DIN EN ISO 14688-1): MGr csa msa fgr cgr'

ρ_s: 2,650 g/cm^3 ♦ $\rho_{d,min}$ = 1,587 g/cm^3 $\rho_{d,max}$ = 1,893 g/cm^3

Gerät

Gerätenummer: V0043 Geräteherstellerr: Wille

Aufzeichnungssoftware: GEODESC (Version: 2.0.22)

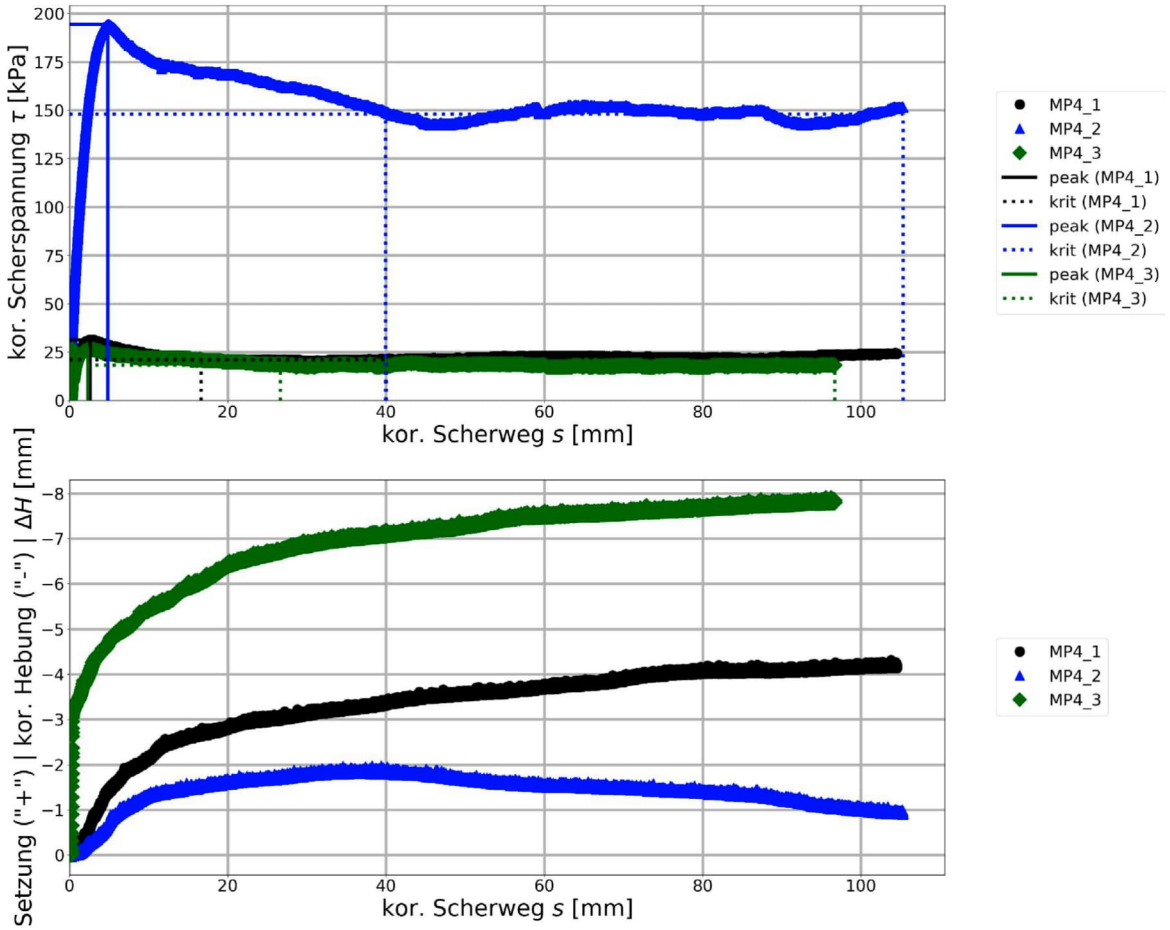
weitere Gerätespezifikationen:

- oberer Scherrahmen vertikal frei beweglich
- Belastungskissen geführt (horizontal unverschieblich, nicht verdrehbar)
- Scherfläche: 300 x 300 = 9 000 mm^2 (quadratisch)

Einbau

Proben-nummer	Einbauzustand									
	l	A	h	m_f	ρ_f	w	ρ_d	S_r	e	I_D
	[mm]	[mm^2]	[mm]	[g]	[g/cm^3]	[%]	[g/cm^3]	[%]	[-]	[-]
MP4_1	300,00	90000,0	159,91	30550,00	2,12	7,1	1,98	55,7	0,34	1,23
MP4_2	300,00	90000,0	160,06	30560,00	2,12	6,4	1,99	51,7	0,33	1,26
MP4_3	300,00	90000,0	160,14	30554,00	2,12	6,6	1,99	52,4	0,33	1,25

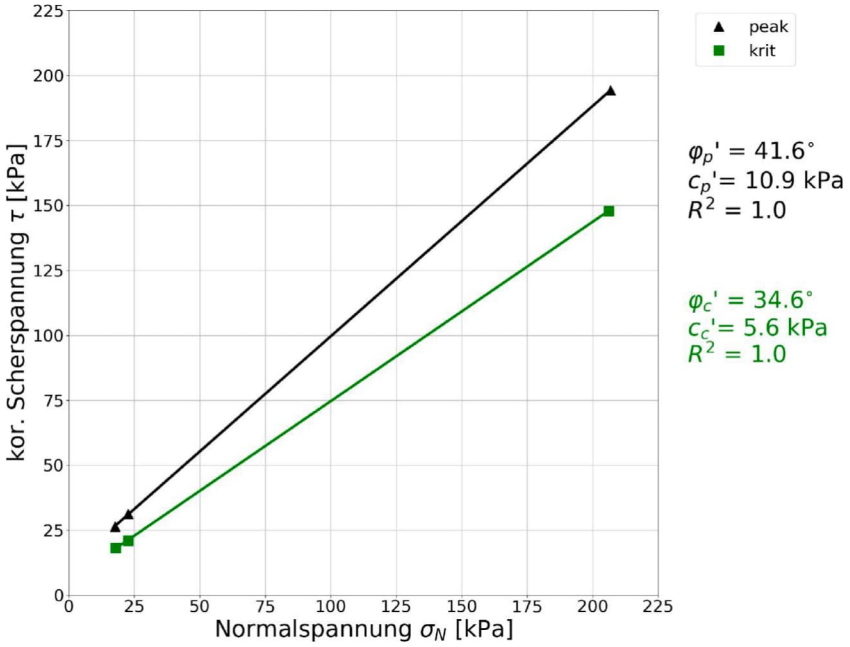
Scherverhalten



Ausbau

Proben-nummer	Ausbauzustand		
	m_f	w	I_D
	[g]	[%]	[-]
MP4_1	30550,00	10,6	n,a,
MP4_2	30560,00	11,0	n,a,
MP4_3	30554,00	12,3	n,a,

Bestimmung der effektiven Scherparameter



Proben-nummer	v	h_s	Peakzustand		krit. Zustand	
			σ_N	τ	σ_N	τ
	[mm/min]	[mm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
MP4_1	0,020	0,0	22,7	31,4	22,7	21,0
MP4_2	0,020	0,0	206,9	194,3	206,1	147,9
MP4_3	0,020	0,0	17,8	26,4	17,8	18,2

Bemerkung

- Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16
- Korndichte mit 2,65 g/cm^3 angenommen
- Masse des oberen Scherrahmens aufgrund Dilatanzverhalten in Auswertung berücksichtigt (+8 kPa)
- Versuche mit erdfeuchtem Material ausgeführt
- Einbau mit Proctorhammer (Fallhöhe 40cm bei 4,5 kg Masse) in 3 Schichten mit ca. 20 bis 40 Schlägen
- Ausbaukennwerte vom Einbau übernommen
- Während des Versuchs MP_3 hat Belastungseinheit der Vertikalspannung Schaden genommen. Zu Beginn der Scherung war die Normalspannung noch bei den eingestellten 666 kPa. Danach fiel die Normalspannung auf ca. 18 kPa ab. Aus diesen Vorgang resultiert der Sprung am Anfang im Scherweg-Setzungs-Diagramm. Im Scherweg-Scherspannungs-Diagramm ist ein Absinken der Scherspannung zu beobachten. Danach ist die Normalspannung im Gerät konstant mit ungefähr 18 kPa.

Symbole, Formelzeichen und Formeln

♦...Wert angenommen
$\rho_{d,max}$...max. Lagerung
h...Probenhöhe
w...Wassergehalt
e...Porenzahl $\left[= \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1\right]$
ΔH...Normalweg
φ_c'...eff. krit. Reibungswinkel
h_s...Scherspalt zu Beginn der Scherung
ρ_s...Korndichte
l...Probenseitenlänge
m_f...Einbaumasse feucht
ρ_d...Trockendichte $\left[= \frac{\rho_f}{(1+w)}\right]$
I_D...bezogene Lagerungsdichte $\left[= \frac{\rho_{d,max} \cdot (\rho_d - \rho_{d,min})}{\rho_d \cdot (\rho_{d,max} - \rho_{d,min}}\right]$
φ_p'...eff. Peakreibungswinkel
c_c'...eff. Kohäsion (krit. Zustand)
σ_N...Normalspannung
$\rho_{d,min}$...min. Lagerung
A...Probenfläche $\left[= l^2\right]$
ρ_f...Feuchtdichte $\left[= \frac{m_f}{(h \cdot A)}\right]$
S_r...Sättigungsgrad $\left[= \frac{w \cdot \rho_s \cdot \rho_d}{1{,}0 \cdot (\rho_s - \rho_d)}\right]$
s...Scherweg
c_p'...eff. Kohäsion (Peakzustand)
v...Schergeschwindigkeit
τ...Scherspannung

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **3**

1.1 Einführung . . . 3

1.2 Probennahme und -vorbereitung für die Laborversuche . . . 3

2 Beschreibung und Auswertung der Versuche **4**

2.1 Wassergehalt . . . 4

2.2 Korngrößenverteilung mittels Nasssiebung . . . 4

2.3 Lagerungsdichten mit Handschaufel und Rütteltisch . . . 4

2.4 Proctordichte . . . 5

2.5 Großrahmenscherversuche . . . 6

3 Versuchsergebnisse und Interpretation **8**

3.1 Zustand bei Anlieferung . . . 8

3.2 Klassifikation . . . 8

3.3 Referenzdichten . . . 9

3.4 Scherfestigkeiten . . . 10

4 Zusammenfassung **13**

Literaturverzeichnis **14**

A Übersichten und Lagepläne **15**

A.1 Probennahme und Materialherkunft . . . 15

B Protokolle **24**

B.1 Fotodokumentation . . . 24

B.1.1 MP1 . . . 24

B.1.2 MP2 . . . 25

B.1.3 MP3 . . . 26

B.1.4 MP2 . . . 27

B.2 Wassergehalt bei Anlieferung . . . 28

B.3 Korngrößenverteilung . . . 33

B.4 Lagerungsdichten . . . 42

B.5 Proctorversuch . . . 47

B.6 Rahmenscherversuche . . . 56

1 Einleitung

1.1 Einführung

In diesem Bericht werden die Auswertung und Ergebnisse von 4 Proben, welche im Labor untersucht werden, aufgezeigt. Dabei werden die Korngröße, die Grenzen der Lagerungsdichten, die Proctordichten und die Scherfestigkeiten vorgestellt. Das Angebot wurde am 1. Dezember 2024 (2024_A0024-1) von der TU Dresden an den Auftraggeber überreicht. Als Bearbeiter des Projektes ist das Institut für Geotechnik der Technischen Universität Dresden, nachfolgend als TUD bezeichnet, zu nennen. Auftraggeber ist die RWE POWER AG. Technischer Ansprechpartner ist Herr Andreas Jansen. Die Auftragsbestättigung erfolgte am 19. Dezember 2024 unter der Bestellnummer 7500007651-R4-G70.

1.2 Probennahme und -vorbereitung für die Laborversuche

Die Proben wurden von der RWE Power AG entnommen. Sie stammen aus dem Tagebau Hambach im Bereich I402 bei km 2,0. An dieser Stelle soll die Einleittrasse RWTL entstehen. Die Probenahmeprotokolle der 4 Proben vom Arbeitgeber [2] sind dem Anhang A.1 beigefügt. Die Entnahmetiefe beträgt nur wenige Zentimeter unter der Geländeoberkante (10 bis 20 cm) [2]. Das Material wird bei bei RWE als „Horizont 16“ bezeichnet [3].

Die vier Proben wurden jeweils in weißen geschlossenen Eimern per Spedition am 18. Dezember 2024 angeliefert. Alle Ausgangsmaterialien lagen in feuchten Zustand vor und wurden am Institut für Geotechnik vor der weiteren Bearbeitung homogenisiert und für alle Versuche bis auf die Siebung vorher auf 31,5 mm abgesiebt. Schlussendlich wurde durch Probenteilung die entsprechende Menge für die jeweiligen Laborversuche bestimmt.

Des weiteren wurden vom Auftraggeber 6 Prüfberichte vom Juli, August und Dezember 2024 übergeben [4], diese Daten werden im Kapitel 3 mit den hier erhaltenen Ergebnissen verglichen.

2 Beschreibung und Auswertung der Versuche

2.1 Wassergehalt

Der Wassergehalt wurde nach DIN EN ISO 17 892-1, Stand August 2022 durchgeführt. Hierfür wurde das Material bei 105 °C bis zur Massenkonstanz getrocknet. Die Proben wurden nach dem Abkühlen im Exsikkator gewogen.

Alle Protokolle zur Bestimmung des Wassergehaltes bei Anlieferung befinden sich im Anhang B.2.

2.2 Korngrößenverteilung mittels Nasssiebung

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung (KGV) erfolgte nach DIN EN ISO 17 892-4, Stand April 2017. Die Laborproben wurden dafür bei 105 °C im Trockenofen bis zur Massenkonstanz getrocknet und damit die Eingangstrockenmasse bestimmt. Das Material wird danach in Wasser für mindestens 2 h eingeweicht, teils wird das Material mehrmals dabei händisch umgerührt. Es folgt eine Siebung mit einem Sieb der Maschenweite 0,063 mm unter Zugabe von Wasser. Das feinkörnige Material wird dabei nicht aufgefangen. Das grobkörnige Material wird erneut getrocknet und anschließend mit einer maschinellen Siebung in die einzelnen Korngruppen vorsortiert und per Hand nachgesiebt. Der verwendete Siebsatz entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO 17 892-4.

Für die Bestimmung der Bodengruppe (Klassifikation) nach DIN 18 196 wird zudem die Krümmungszahl

$$C_C = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} \tag{2.1}$$

und die Ungleichförmigkeitszahl

$$C_U = \frac{d_{60}}{d_{10}} \tag{2.2}$$

benötigt.

Die Ergebnisse der Korngrößenverteilungen sind im Anhang B.3 zum einen als Korngrößenverteilungskurve und zum anderen in tabellarischer Form dargestellt.

2.3 Lagerungsdichten mit Handschaufel und Rütteltisch

Die Bestimmung der Grenzen der Lagerungstrockendichte erfolgte nach DIN 18 126, Stand Oktober 2022. Die Laborproben wurden dafür bei 105 °C im Trockenofen bis zur Massenkonstanz getrocknet.

Für alle Materialien mit einem Größkorndurchmesser von mehr als 5 mm (mit $C_U \leq 3$) bzw. 2 mm (mit $C_U < 3$) erfolgt das Einfüllen des Materials zur Bestimmung der lockersten Lagerungstrockendichte über Einschaufeln und die dichteste Lagerungsdichte wird unter Verwendung eines Rütteltisches bestimmt. Dabei kommen 3 Topfgrößen zum Einsatz, welche wiederum vom Größtkorn abhängen. Zur Bestimmung der dichtesten Lagerung wird das Material mit einer Handschaufel eingefüllt und mit dem Rütteltisch verdichtet. Anschließend wird die Masse des eingefüllten Materials ermittelt. Bei der Versuchsdurchführung zur Bestimmung der lockersten Lagerung wird eine Handschaufel zum Einfüllen des Materials benutzt. Das Einfüllen des Materials in den Versuchszylinder erfolgt durch vorsichtiges Auskippen aus der Handschaufel, wobei darauf geachtet wird, dass das auslaufende Material immer in Kontakt zum entstandenen Schüttkegel steht, um eine Verdichtung zu vermeiden. Über den Behälterrand herausstehende Körner werden per Hand abgelesen bzw. mit einem Lineal abgestrichen. Es werden insgesamt drei Teilversuche mit dem Rütteltisch durchgeführt. Nach jedem Versuch auf dem Rütteltisch werden 2 Versuche zur Bestimmung der lockersten Lagerung mit der Handschaufel durchgeführt. Bei vollständigem Einbau eines Teilversuchs wurde das eingefüllte Material gewogen. Wird, aufgrund der wenigen zur Verfügung stehenden Probenmasse, die Ablaufreihenfolge der Norm verändert, so ist dies im Protokoll des Anhangs B.4 vermerkt.

Die bezogene Lagerungsdichte berechnet sich zu:

$$I_D = \frac{\rho_{d,max} \cdot (\rho_d - \rho_{d,min})}{\rho_d \cdot (\rho_{d,max} - \rho_{d,min})}. \tag{2.3}$$

Es werden die Trockendichten $\rho_{d,max}$, $\rho_{d,min}$ für die dichteste und lockerste Lagerung und die in-situ Dichte ρ_d benötigt.

2.4 Proctordichte

Der Proctorversuch wird nach DIN 18127, mit Stand vom September 2012 durchgeführt. Dem ofentrockenem Versuchsboden wird dabei vor jedem Teilversuch Wasser hinzugegeben und dieser Boden dann homogenisiert. Der Boden wird dann in 3 Schichten in den Versuchszylinder eingebaut und mit dem Proctorhammer und einer nach Norm vorgegebenen Schlagzahl und Anordnung verdichtet. Bei grobkörnigen Böden, die beim Auftreffen des Hammers nach oben ausweichen, wird eine Stahlplatte verwendet, auf die der Hammer seine Energie auf die Probe übergibt. Diese Option ist auf dem Protokoll durch den Anhang „X“ in der Versuchsbezeichung (Überschrift) zu erkennen. Nach Einbau des letzten Drittels wird der Aufsatzring abgenommen und die Probe abgestrichen. Letztlich wird über das Topfvolumen, die Bodenmasse und den zu bestimmenden Wassergehalt die Trockendichte eines jeden Teilversuchs bestimmt. Jeder Teilversuch kann dann in einem Wassergehalt-Trockendichte-Diagramm aufgetragen werden. Die Versuchspunkte der Teilversuche werden mit einem Spline verbunden und der Peak als Proctordichte und der zugehörige Wassergehalt als optimaler Wassergehalt definiert. Es stehen laut Norm verschiedene Topfgrößen

und Fallgewichte sowie zugehörige Fallhöhen zur Verfügung. Die in diesem Bericht verwendeten Hämmer und Töpfe können dem Kapitel 3 entnommen werden.

Die Procturkurve und alle weiteren Daten können den Protokollen des Anhangs B.5 entnommen werden. Trockendichten, welche in situ gemessen werden (ρ_d), werden oft über den Verdichtungsgrad

$$D_{Pr} = \frac{\rho_d}{\rho_{Pr}}. \tag{2.4}$$

zur Proctordichte ρ_{Pr} ins Verhältnis gesetzt.

2.5 Großrahmenscherversuche

Die direkten Scherversuche, zu denen auch der Kastenscherversuch, nachfolgend auch als Großrahmenscherversuch bezeichnet, zählt, werden in DIN EN ISO 17892-10, letzte Ausgabe vom Oktober 2019, vorgestellt.

Am bodenmechanischen Labor steht ein Großrahmenschergerät des Herstellers *Wille-Geotechnik* (Typbezeichnung SP-300 E) zur Verfügung. Das Schergerät besitzt einen geführten beweglichen oberen Scherkasten. Der quadratische Probenquerschnitt beträgt 30 x 30 cm. Die Einbauprobenhöhen liegen bei ca. 15 bis 17 cm.

Für die Bestimmung der Schergerade nach Mohr-Coulomb werden mind. drei Teilversuche mit der gleichen Einbaudichte und unterschiedlichen Normalspannungen durchgeführt. Lockere Proben werden mit einer Handschaufel eingebaut und ggfs. mit einem Abzieher begradigt. Dichte Proben werden über Hammerschläge eines Handproctors (Fallhöhe h = 45 cm und Fallgewicht m = 4,5 kg) auf einer Kunststoffplatte verdichtet.

Die Versuch gliedert sich in 2 Phasen. In der ersten Phase wird die Probe auf eine vorgegebene Normalspannung konsolidiert. Dies erfolgt bei gemischtkörnigen Böden in mehreren Laststufen. Bei grobkörnigen Böden wird meist direkt die Ziel-Normalspannung aufgebracht. In allen Fällen wird die nächste Laststufe oder diese Phase erst beendet, wenn die Setzungen abgeklungen sind. Bei gemischtkörnigen Böden ist eine Laststufendauer von 24 h üblich. Bei grobkörnigen Böden wird mind. 30 min abgewartet, bis die Phase beendet wird.

Nach dem Abschluss der Konsolidationsphase erfolgt die Einstellung des Scherspaltes, wobei der obere Scherrahmen, um eine vorgegebene Differenz über eine Schraube angehoben wird. Nach dem Anheben wird die Schraube wieder entfernt und der obere Scherrahmen wird nur über die Reibung des Bodens gehalten. Für dilatante Böden wird auf die Einstellung des Spaltes verzichtet. Der verwendete Scherspalt eines jeden Versuchs ist seinem Protokoll des Anhangs B.6 zu entnehmen. Da das verwendete Schergerät einen beweglichen oberen Scherrahmen aufweist, muss bei der Ermittlung der Normalspannung σ'_v beachtet werden, dass bei einem dilatanten Volumenverhalten (Hebung der Probe) das Gewicht des Scherrahmens zusätzlich auf die Probe wirkt. Das Gewicht

der oberen Belastungsplatte muss ebenfalls berücksichtigt werden. Unter Berücksichtigung der vorhandenen Scherfläche von $A = 900\,\mathrm{cm}^2$ entsprechen diese beiden Einwirkungen einer zusätzlichen Auflast von $8\,\mathrm{kN/m}^2$.

Zudem sollte die Vorschubgeschwindigkeit bestimmt werden. Nach Norm ergibt sich diese zu

$$v_{max} = \frac{s_f}{13 * t_c}. \tag{2.5}$$

Dabei ist s_f ein angenommener Scherweg bis zum Peak und t_c die Zeit aus einem Setzung-Wurzel(Zeit)-Diagramm einer Laststufe der Konsolidiationsphase. Für trockene oder grobkörnige Materialien darf nach DIN EN ISO 17892-10 mit maximal einer Geschwindigkeit von 1,0 mm/min geschert werden.

Die Auswertung erfolgt in Scherspannungs-Scherweg- und Setzungs-Scherweg-Diagrammen. Die Auswertung erfolgt für den Peak- und den kritischen (konstantes Spannungsniveau nach dem Peak) Zustand. Die effektiven Scherparameter, Reibungswinkel φ' und die Kohäsion c' werden aus einer Regressionsgeraden für den kritischen oder Peakzustand bestimmt.

Neben dem Einbauzustand können dem Protokoll im Anhang B.6 auch das Spannungs-Scherweg- und Setzungs-Scherweg-Diagramm sowie die Werte aller Teilproben entnommen werden.

3 Versuchsergebnisse und Interpretation

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der 4 untersuchten Materialien, sortiert nach Laborversuchen, vorgestellt. Es erfolgt dabei auch ein Vergleich mit den Daten der Prüfberichte vom Arbeitgeber [4]. Dabei wurden für die Korngrößenverteilungen und die Proctorversuche die Daten der Lage 1, 2, 10 und 11 verwendet.

3.1 Zustand bei Anlieferung

Nach der Anlieferung wurden Teile der Gesamtprobenmasse getrocknet. Dabei konnte der Wassergehalt bestimmt werden. Die Tabelle 3.1 zeigt die Ergebnisse der einzelnen Stichproben. Sie wurden hier vereinfacht über die Stichproben gemitttelt, obwohl sie unterschiedliche Trockenmassen von ca. 2 bis 15 kg besaßen. Die Mittelwerte liegen alle um 5 %. Auch die Einzelergebnisse streuen nur gering, der niedrigste Wassergehalt betrug 4,4 %. Der höchste Wassergehalt wurde zu 6,8 % bestimmt.

Tabelle 3.1: Wassergehalte einiger Stichproben bei Anlieferung.

Entnahmeort	MP1	MP2	MP3	MP4
Stichproben	6	6	4	5
Mittelwert [%]	4,8	5,4	5,1	4,9
Standardabweichung [%]	0,3	0,8	0,5	0,4
Minimalwert [%]	4,4	4,5	4,6	4,4
Maximalwert [%]	5,2	6,8	5,8	5,3

3.2 Klassifikation

Alle 4 Proben wurden nass gesiebt, d.h. die Feinanateile (< 0,063 mm) wurden vor dem Sieben heraus gespült. Die Summenkurven der Korngrößenverteilung sind in Abbildung 3.1 zusammen getragen. Zunächst lässt sich feststellen, dass alle Proben bei RWE (rot bis braun dargestellt) niedrige Feinkornanteile von ca. 0,3 bis 1,2 % besitzen. Die Proben der TUD haben Feinkornanteile zwischen 4,4 bis 5,6 %. Es wird vermutet, dass die Proben bei RWE nur trocken gesiebt wurden. Abgesehen von diesem Unterschied, bilden die Kurven eine typisches Band eines Homogenbereiches. Es ergeben sich Sandanteile von 41,8 % (MP4) bis 67,5 % (RWE 1. Lage). Die Kiesanteile ergeben sich demnach zu minimal 31,3 % (RWE 1. Lage) und maximal 53,8 %.

Die Probe MP1 kann daher nach DIN 18196 [1] als intermittierender Kies (GI: Kiesanateile > 40 %, Feinkornanteile < 5 %) und die Probe MP2 mit ihren höheren Feinkornanteilen (> 5 %) als Sand tonig/schluffig (SU/ST, Kiesanateile < 40 %) bezeichnet werden. Die Probe MP3 ergibt als Bo-

dengruppe einen Kies tonig/schluffig (GU/GT , Feinkornanteilen > 5 % und Kiesanateile > 40 %). Als intermittierender Sand (SI: Kiesanateile < 40 %, , Feinkornanteile < 5 %) kann die Probe MP4 beschrieben werden. Trotz der Klassifikation in unterschiedliche Bodengruppen sind alle Böden sehr ähnlich.

Für die Proctorversuche, Grenzen der Lagerungsdichten und Großrahmenscherversuchen wird nur Material bis zu einem Korndurchmesser von 31,5 mm verwendet. Wie der Abbildung 3.1 mit der grünen Linie zu entnehmen ist, müssen dazu nur wenige Kiesanteile abgesiebt werden. Der abgesiebte Boden bleibt also für den Gesamtboden repräsentativ.

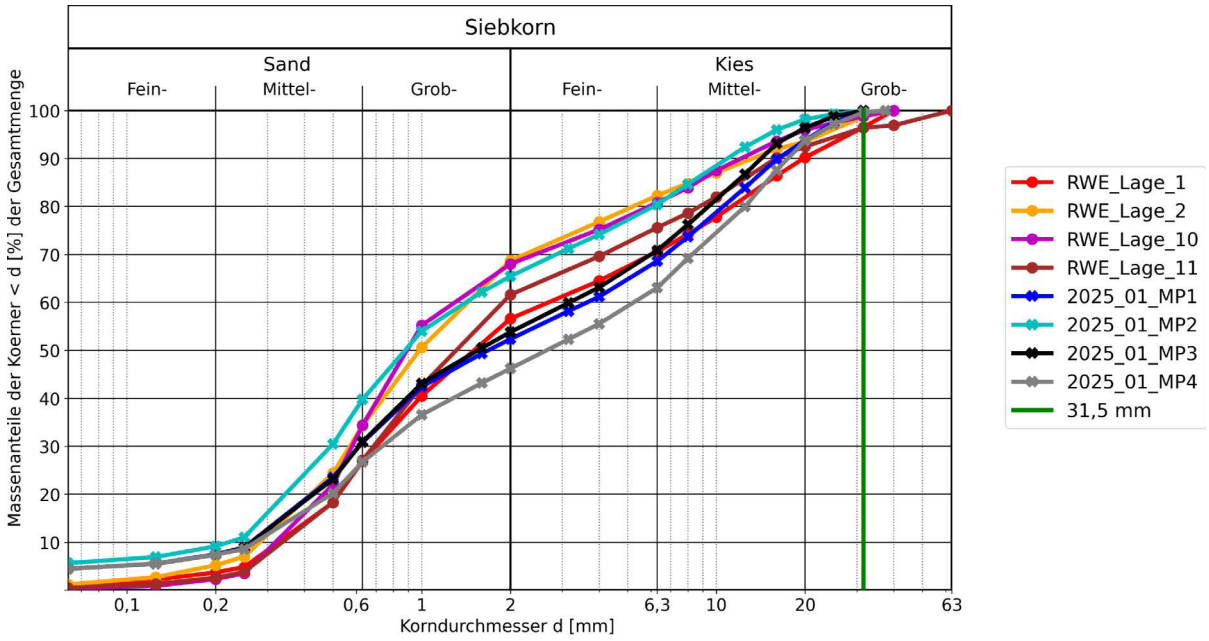


Abbildung 3.1: Korngrößenverteilungen von RWE aus den Prüfberichten [4] und Ergebnisse der TUD (bezeichnet als MP1 bis MP4).

Im Anhang B.1 befindet sich zudem je Probe ein Foto im trocknem und feuchtem Zustand. Die Farbansprache erfolgte nach den Munsell-Farbsystem [5].

3.3 Referenzdichten

Zur Bestimmung von Referenzdichten stehen bei einem Kies der Proctorversuch und die Bestimmung der maximalen Lagerungstrockendichte mit Rütteltisch zur Verfügung. Das Material für beide Versuche wurde mit einem Sieb der Maschenweite 31,5 mm abgesiebt. Beide Versuche wurden mit einem Proctortopf des Durchmessers 150 mm durchgeführt.

Die Proctordichten liegen zwischen 1,98 g/cm^3 (RWE 10. Lage) und 2,04 g/cm^3 (RWE 1. Lage). Die optimalen Wassergehalte streuen zwischen 6,1 % (RWE 10. Lage) bis 9,0 % (RWE 2. Lage). Als Mittelwert kann eine Referenzdichte von 2,00 g/cm^3 bei einem Wassergehalt von 7,7 % an-

gegeben werden. Die Ergebnisse der Proctorversuche der TUD liegen zwischen den Extremwerten der Versuche von RWE.

Die lockerste Lagerungstrockendichte liegt zwischen 1,56 g/cm^3 und 1,61 g/cm^3. Sie wurde über händisches Einschaufeln bestimmt. Die maximale Lagerungstrockendichte, bestimmt mittels Rütteltisch liegt mit 1,86 g/cm^3 bis 1,89 g/cm^3 unter den Proctordichten. Dies ist mit einem Entmischen des trockenen Materials während der Versuchsdurchführung zu begründen. Das entmischte Material ist dann lokal „enggestufter" und hat daher lokal einen größeren Porenraum und damit eine kleinere Dichte. Die Ergebnisse wurden bei weitgestuften oder intermittierend gestuften Materialien an der TUD schon öfters beobachtet.

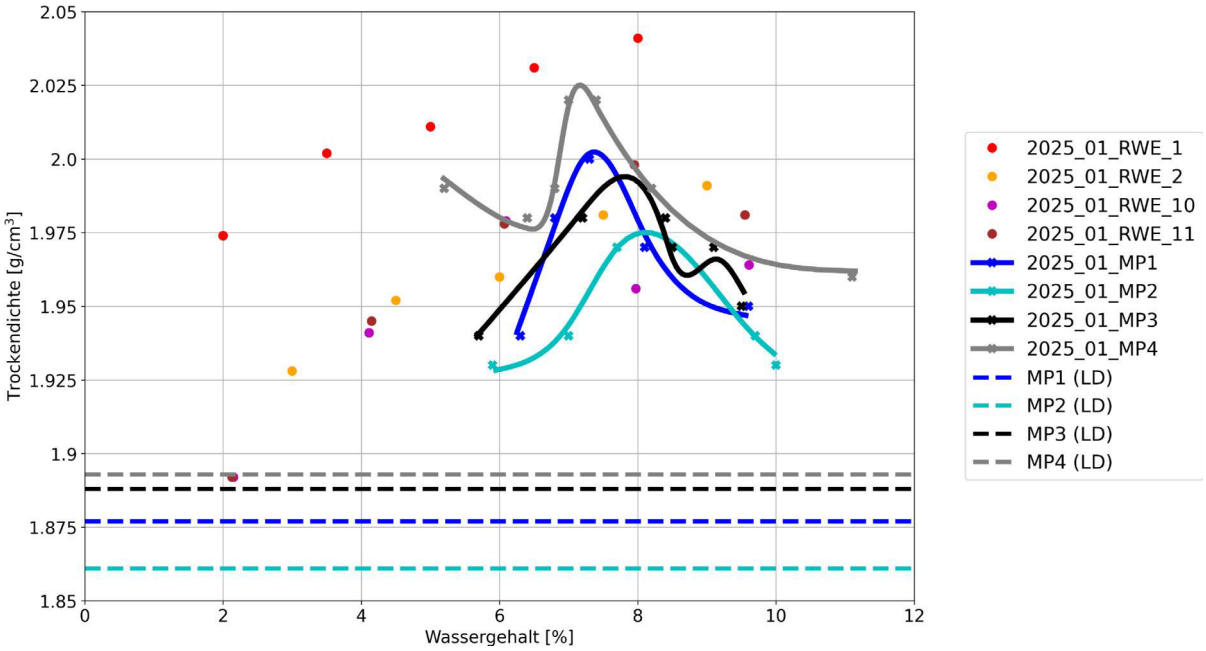


Abbildung 3.2: Versuchspunkte der Proctorversuche von RWE (nur Punkte) aus den Prüfberichten [4]. Versuchspunkte und Splines (volle Linie) der Proctorversuche und Trockendichten der maximalen Lagerungsdichte mit Rütteltisch („LD", strichliert) der TUD.

3.4 Scherfestigkeiten

Der Einbau in die Großrahmenscherversuche erfolgte mit einem Proctorhammer (Fallmasse: 4,5 kg, Fallhöhe: 450 mm), wie bereits in Abschnitt 2.5 beschrieben. Dabei wurden 3 Lagen mit einer Höhe von ungefähr 6 cm eingebaut und mit je 20 bis 40 Schlägen auf eine Lastverteilungsplatte verdichtet. Es wurde darauf geachtet, dass die Scherfuge nicht mit einer Lagenfuge zusammenfällt. Für den Einbau wurde das angelieferte Material unter Zugabe von zusätzlichen Leitungswasser verwendet, sodass die Einbauwassergehalte bei ca. 7 % lagen. Der Einbauwassergehalt liegt so nahe dem optimalen Wassergehalt des Proctorversuches von 7,7 %. Zur Kontrolle wurden je Lage ein Wassergehalt bestimmt. Nach dem Einbau wurde der Wasserkasten mit Leitungswasser gefüllt, wobei die Wasseroberfläche ungefähr auf Höhe der Probenoberkante ansteht. Alle Einbaudichten liegen

zwischen 1,92 und 1,99 g/cm^3.

Es wurden für jede Probe 3 Teilversuche mit unterschiedlichen Normalspannungen von 50, 100 und 300 kPa durchgeführt. Die Spannungen wurden mit dem Auftraggeber abgesprochen [4]. Aufgrund des vorhandenen Feinkorns, vgl. Abschnitt 3.2 wurden die Versuche 3 Tage konsolidiert und danach bei einer Schergeschwindigkeit von 0,02 mm/min 4 Tage geschert. Ein Einstellen des Scherspaltes zwischen dem oberen und unteren Rahmen zu Beginn der Scherung war nicht notwendig, da sich das Material dilatant verhält. Der Scherspalt war demnach 0 mm. Beim Ausbau wurde auf Höhe der Scherfuge nochmals eine Probe zur Bestimmung des Wassergehalts entnommen.

Während des Scherens des Versuchs MP4_3 ist die Steuereinheit der Vertikalspannung versagt. Die eingestellte Normalspannung von ca. 660 kPa konnte nicht aufrecht erhalten werden. Es stellte sich allerdings eine kleinere Vertikalspannung von ca. 18 kPa ein. Der Versuch konnte daher in die Auswertung mit berücksichtigt werden. Aufgrund des Defektes konnte der Versuch nicht nochmal wiederholt werden[1]. Weitere Details dazu sind dem Protokoll im Anhang B.6 zu entnehmen.

Für die Bewertung der Einbaudichten für die Großrahmenscherversuche werden die Referenzdichten aus Abschnitt 3.3 benötigt. Für die Protokolle werden die am Material bestimmten Dichten verwendet, obwohl aufgrund der Ähnlichkeit der 4 Proben auch mit ein Mittelwert für alle Proben zulässig gewesen wäre. Dies kann damit begründet werden, dass im Großrahmenscherversuch verwendete Material nicht exakt dem selben Material entspricht, wie das der Versuche zur Bestimmung der Referenzdichten. Die Ausbaufeuchtmasse wurde nicht direkt bestimmt. Auf den Protokollen des Anhangs B.6 wurde sie aus der Einbautrockenmasse und dem Ausbauwassergehalt berechnet.

Die Ergebnisse aller Scherversuche sind im Peakzustand in Abbildung 3.3 und für den kritischen Zustand in Abbildung 3.4 aufgezeigt. Die Ergebnisse auch die Versuche mit unterschiedlichem Material ergaben nur geringe Streuungen. Aus den Punkten und für den beprobten Normalspannungsbereich von ca. 20 bis 300 kPa kann kein nichtlinearer Verlauf erkannt werden. Daher wurden alle Versuchsergebnisse verwendet, um über eine Regressionsgerade (gelb) die Scherfestigkeit zu bestimmen. Im Peakzustand ergibt sich ein Reibungswinkel von 37,6° bei einer Kohäsion von 15 kPa. Im kritischen Zustand kann ein Reibungswinkel von 34,0° bei einer Kohäsion von 6,4 KPa angesetzt werden.

[1] Nach telefonischer Absprache am 11.09.2025 von Herrn Uhlig mit Herrn Jansen, wird das Projekt ohne diesen Versuch abgeschlossen.

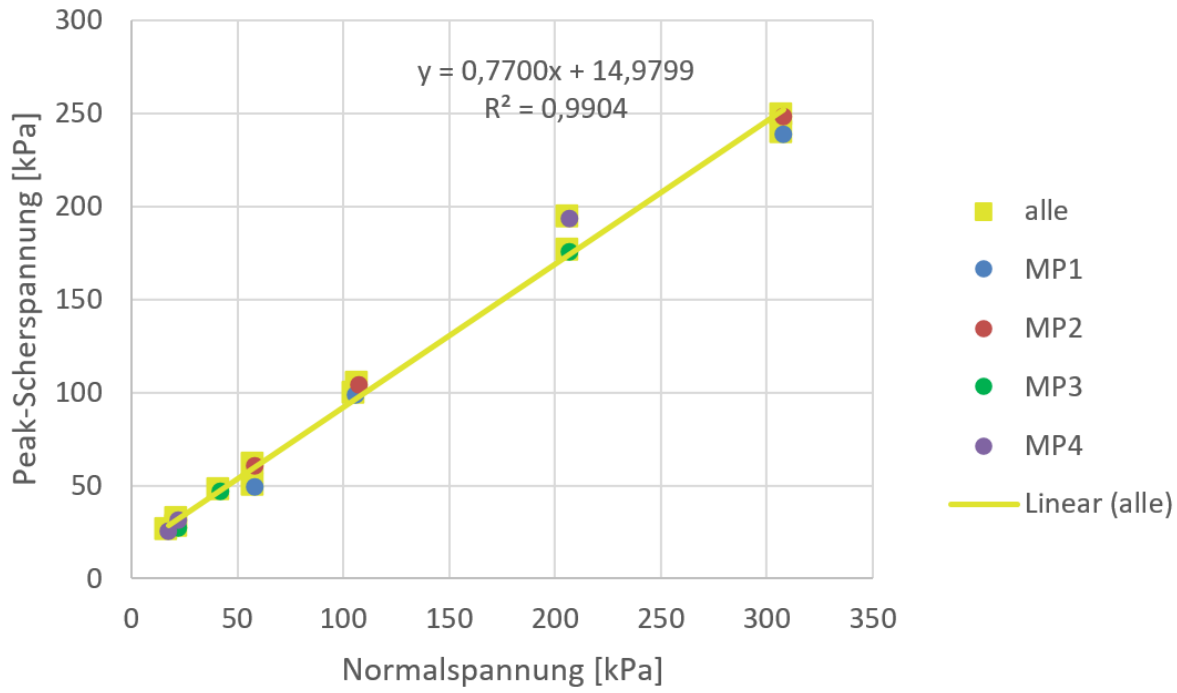


Abbildung 3.3: Auswertung der Peak-Scherfestigkeit der Großrahmenscherversuche.

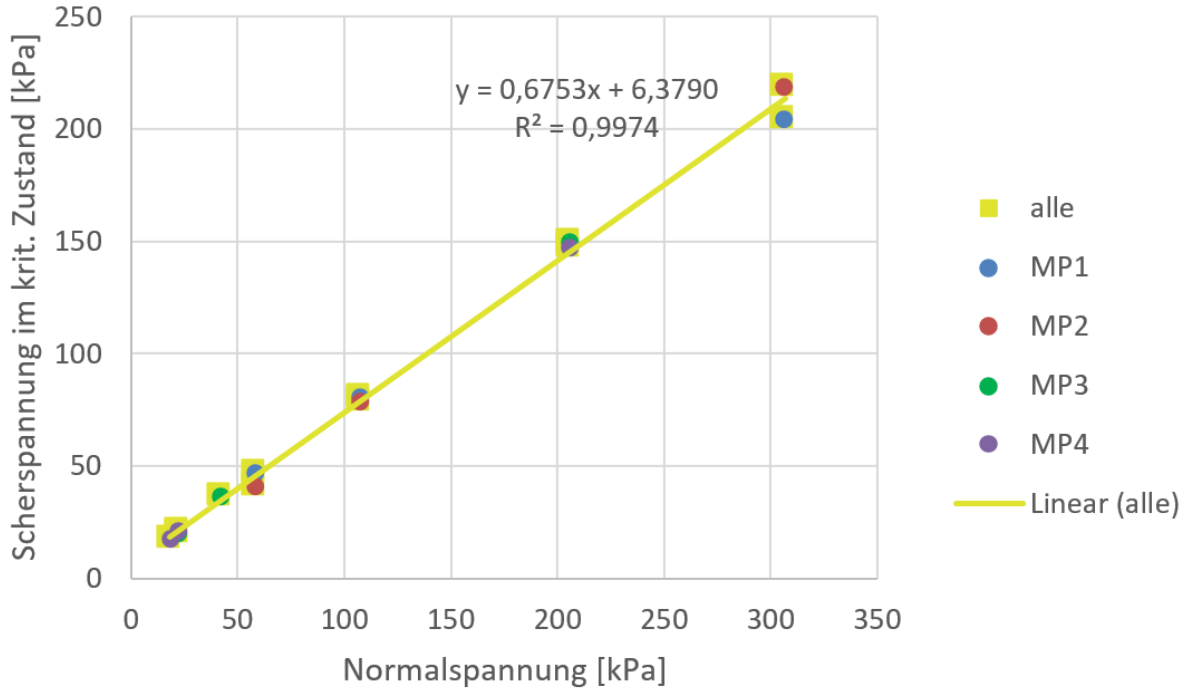


Abbildung 3.4: Auswertung der kritischen Scherfestigkeit der Großrahmenscherversuche.

4 Zusammenfassung

In diesem Bericht wurden Klassifikationsversuche und Großrahmenversuche an 4 ungestörten Proben des Projektes Einlasstrasse I402 im Tagebau Hambach durchgeführt. Trotz, dass alle 4 Proben in unterschiedliche Bodengruppen klassifiziert wurden, bilden alle 4 Böden ein typisches Band eines Homogenbereichs ab. Dies zeigt sich auch bei den Grenzen der Lagerungstrockendichten. So liegen die lockersten Lagerungstrockendichten, bestimmt mit Handschaufel, zwischen 1,56 und 1,61 g/cm^3. Die dichtesten Lagerungstrockendichten liegen zwischen 1,86 und 1,89 g/cm^3. Die Proctordichten liegen über den dichtesten Lagerungestrockendichten. Sie decken mit 1,98 bis 2,03 g/cm^3 ebenfalls ein enges Band ab.

Geringe Streuungen sind auch bei den Ergebnissen der 12 Großrahmenscherversuche zu beobachten. Als Reibungswinkel können maximal 37,6° (Peak, bei einer Kohäsion c' = 15 kPa) bzw. 34° (c' = 6,4 kPa) im kritischen Zustand angesetzt werden.

Literaturverzeichnis

[1] DIN 18196: *Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke*. Mai 2011

[2] Jansen, A.: *[EXT] 2025_01: Proben angekommen*. E-Mail, Dezember 2024. – 19.12.2024, 12:04 Uhr; Anlagen: "INT202400013_Entnahmeprotokoll_MP 1_sign.pdf", "INT202400013_Entnahmeprotokoll_MP 2_sign.pdf", "INT202400013_Entnahmeprotokoll_MP 3_sign.pdf", "INT202400013_Entnahmeprotokoll_MP 4_sign.pdf", "INT202400013_Lageskizze Probenahme.PDF"

[3] Jansen, A.: *AW: [EXT] Re: WG: Auflastspannungen für Direkte Scherversuche am IGT der TUD*. E-Mail, März 2025. – 26.03.2025, 12:32 Uhr

[4] Jansen, A.: *Versuche für Rampe I4, Hambach*. E-Mail, Januar 2025. – 07.01.2025, 16:49 Uhr; Anlagen: "INT202400013_Prüfbericht_1.Lage.pdf", "INT202400013_Prüfbericht_2.Lage.pdf", "INT202400013_Prüfbericht_3.Lage.pdf", "INT202400013_Prüfbericht_6.Lage.pdf", "INT202400013_Prübericht_10_Lage.pdf", "INT202400013_Prüfbericht_11_Lage.pdf"

[5] United Staes Department of Agricultrue: *Soil Survey Manual (United States Department of Agriculture Handbook No. 18)*. 2018 `https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-09/The-Soil-Survey-Manual.pdf`. – This manual is a revision and enlargement of U.S. Department of Agriculture Handbook No. 18, the Soil Survey Manual, previously issued October 1962 and October 1993. This version supersedes both previous versions.

A Übersichten und Lagepläne

A.1 Probennahme und Materialherkunft

Die nachfolgenden Probennahmeprotokolle sind vom Auftraggeber bereit gestellt worden [2].

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2022	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Projektdaten

Auftraggeber:	POB-GT, Jansen
Projektnummer:	INT202400013
Projektbezeichnung:	Einleittrasse RWTL, Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Probenahmeort (Straße/Flurstück):	Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Zweck/Anlass der Probenahme:	Scherfestigkeitsuntersuchung TU Dresden
Projekt-verantwortlicher	POB-GT, Jansen

Probendaten

Proben-Nr.:	MP 1	Konsistenz:	
Entnahmetiefe (m):		Farbe:	braun
Bodenansprache:	G,s,u'	Geruch/Aussehen:	

Angaben zur Probenahme

Probenehmer:	Nellen	Unterschrift:		Datum:	28.11.2024

Wetter aktuell:	[x] sonnig	[ ] bedeckt	[ ] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 8 °C			
Wetter Vortag:	[ ] sonnig	[x] bedeckt	[x] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 7 °C			
Probenahme-verfahren	[ ] Probenahmespeer	[ ] Bohrung	[ ] Ausstechzylinder	[x] Spaten	[ ]			
Probenbehälter /Probenvolumen	[ ] Kunststoffdose [ ] Glas [x] Kunststoffeimer [ ] Kunststoffbeutel	[ ] 250 ml [ ] 500 ml [ ] 1.000 ml [ ] 5.000 ml	[ ] 10.000 ml [ ] 10 Liter					

Angaben zur Abschätzung der Messunsicherheit

Flächengröße (m²):	5.000	Volumen (m³):		Mächtigkeit (m):	

Kann die Homogenität des Beprobungsbereiches beurteilt werden:	[x] ja [ ] nein
Einschätzung/Beschreibung der räumlichen Verteilung (z.B. mehrere Haufwerke, vernässte Bereiche, bindige Bereiche)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:
Einschätzung/Beschreibung der Zusammensetzung (z.B. Kornverteilung, Fremdpartikeln, Farbe)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2023	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Bemerkungen zur Probenahme

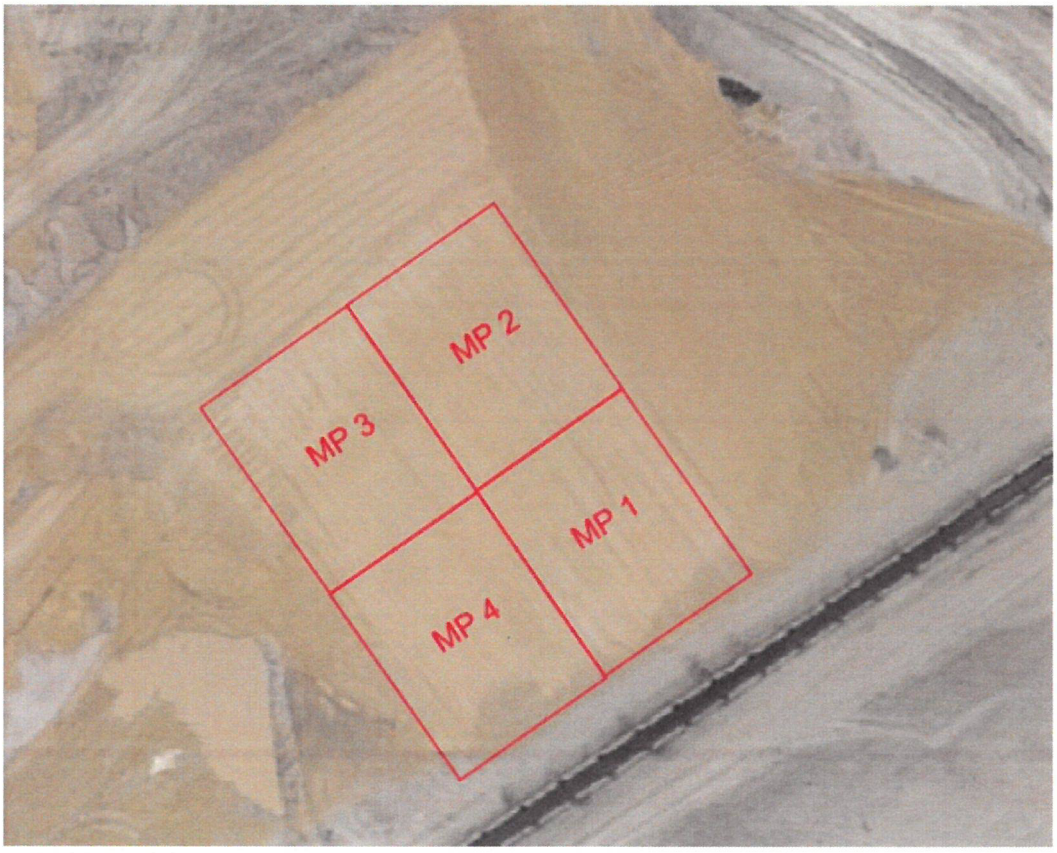
MP 1 aus Mischprobe aus 8 Einzelproben (Kunststoffeimer 10 Liter)

Dokumentation

Koordinaten:	RW:	2537733.1	HW:	5642999.5	Höhe:	

Fotografische Dokumentation: ☒ ja ☐ nein Dokument:

Lageskizze:



Erläuterungen zur Lageskizze:

mitgeltende Dokumente :
INT202400013_Lageskizze Probenahme.pdf
INT202400013_MP 1.jpeg
INT202400013_Gesamtfläche.jpeg

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2022	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Projektdaten

Auftraggeber:	POB-GT, Jansen
Projektnummer:	INT202400013
Projektbezeichnung:	Einleittrasse RWTL, Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Probenahmeort (Straße/Flurstück):	Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Zweck/Anlass der Probenahme:	Scherfestigkeitsuntersuchung TU Dresden
Projekt-verantwortlicher	POB-GT, Jansen

Probendaten

Proben-Nr.:	MP 1	Konsistenz:	
Entnahmetiefe (m):		Farbe:	braun
Bodenansprache:	G,s,u'	Geruch/Aussehen:	

Angaben zur Probenahme

Probenehmer:	Nellen	Unterschrift:		Datum:	28.11.2024

Wetter aktuell:	[x] sonnig	[ ] bedeckt	[ ] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 8 °C			
Wetter Vortag:	[ ] sonnig	[x] bedeckt	[x] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 7 °C			
Probenahme-verfahren	[ ] Probenahmespeer	[ ] Bohrung	[ ] Ausstechzylinder	[x] Spaten	[ ]			
Probenbehälter /Probenvolumen	[ ] Kunststoffdose [ ] Glas [x] Kunststoffeimer [ ] Kunststoffbeutel	[ ] 250 ml [ ] 500 ml [ ] 1.000 ml [ ] 5.000 ml	[ ] 10.000 ml [ ] 10 Liter					

Angaben zur Abschätzung der Messunsicherheit

Flächengröße (m²):	5.000	Volumen (m³):		Mächtigkeit (m):	

Kann die Homogenität des Beprobungsbereiches beurteilt werden:	[x] ja [ ] nein
Einschätzung/Beschreibung der räumlichen Verteilung (z.B. mehrere Haufwerke, vernässte Bereiche, bindige Bereiche)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:
Einschätzung/Beschreibung der Zusammensetzung (z.B. Kornverteilung, Fremdpartikeln, Farbe)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2023	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Bemerkungen zur Probenahme

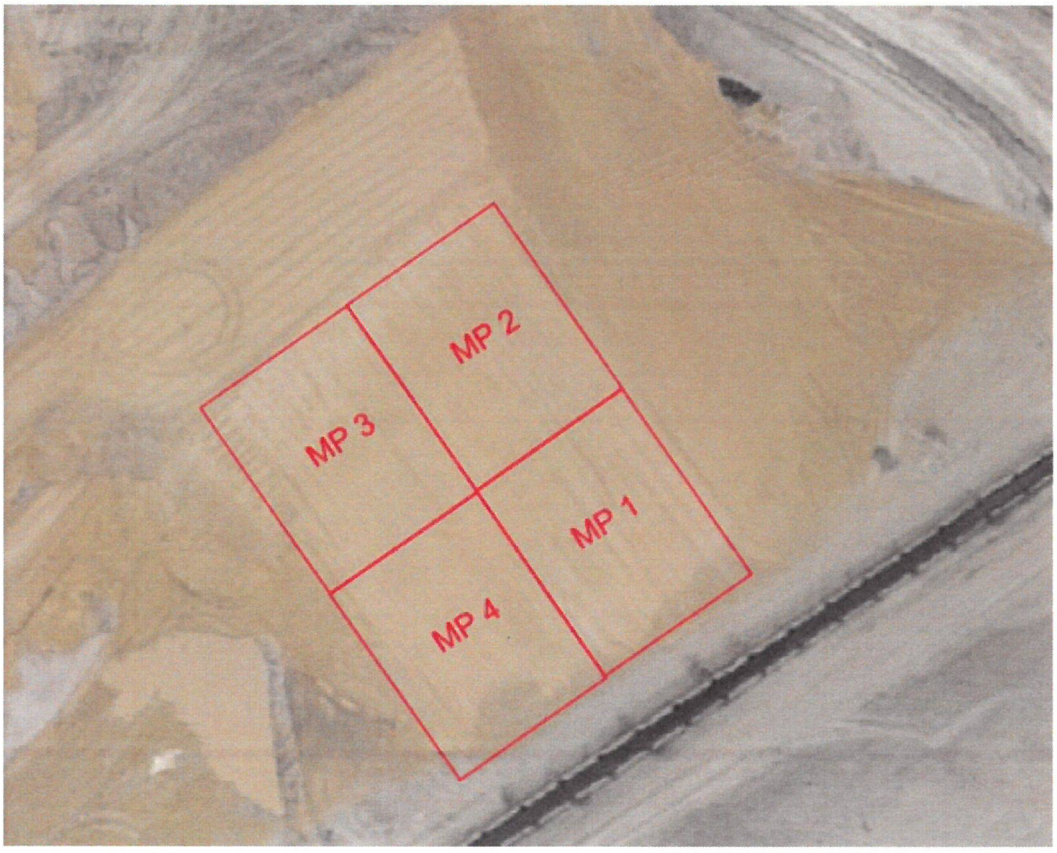
MP 1 aus Mischprobe aus 8 Einzelproben (Kunststoffeimer 10 Liter)

Dokumentation

Koordinaten:	RW:	2537733.1	HW:	5642999.5	Höhe:	

Fotografische Dokumentation: ☒ ja ☐ nein Dokument:

Lageskizze:



Erläuterungen zur Lageskizze:

mitgeltende Dokumente :
INT202400013_Lageskizze Probenahme.pdf
INT202400013_MP 1.jpeg
INT202400013_Gesamtfläche.jpeg

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2022	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Projektdaten

Auftraggeber:	POB-GT, Jansen
Projektnummer:	INT202400013
Projektbezeichnung:	Einleittrasse RWTL, Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Probenahmeort (Straße/Flurstück):	Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Zweck/Anlass der Probenahme:	Scherfestigkeitsuntersuchung TU Dresden
Projekt-verantwortlicher	POB-GT, Jansen

Probendaten

Proben-Nr.:	MP 1	Konsistenz:	
Entnahmetiefe (m):		Farbe:	braun
Bodenansprache:	G,s,u'	Geruch/Aussehen:	

Angaben zur Probenahme

Probenehmer:	Nellen	Unterschrift:		Datum:	28.11.2024

Wetter aktuell:	[x] sonnig	[ ] bedeckt	[ ] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 8 °C			
Wetter Vortag:	[ ] sonnig	[x] bedeckt	[x] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 7 °C			
Probenahme-verfahren	[ ] Probenahmespeer	[ ] Bohrung	[ ] Ausstechzylinder	[x] Spaten	[ ]			
Probenbehälter /Probenvolumen	[ ] Kunststoffdose [ ] Glas [x] Kunststoffeimer [ ] Kunststoffbeutel	[ ] 250 ml [ ] 500 ml [ ] 1.000 ml [ ] 5.000 ml	[ ] 10.000 ml [ ] 10 Liter					

Angaben zur Abschätzung der Messunsicherheit

Flächengröße (m²):	5.000	Volumen (m³):		Mächtigkeit (m):	

Kann die Homogenität des Beprobungsbereiches beurteilt werden:	[x] ja [ ] nein
Einschätzung/Beschreibung der räumlichen Verteilung (z.B. mehrere Haufwerke, vernässte Bereiche, bindige Bereiche)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:
Einschätzung/Beschreibung der Zusammensetzung (z.B. Kornverteilung, Fremdpartikeln, Farbe)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2023	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Bemerkungen zur Probenahme

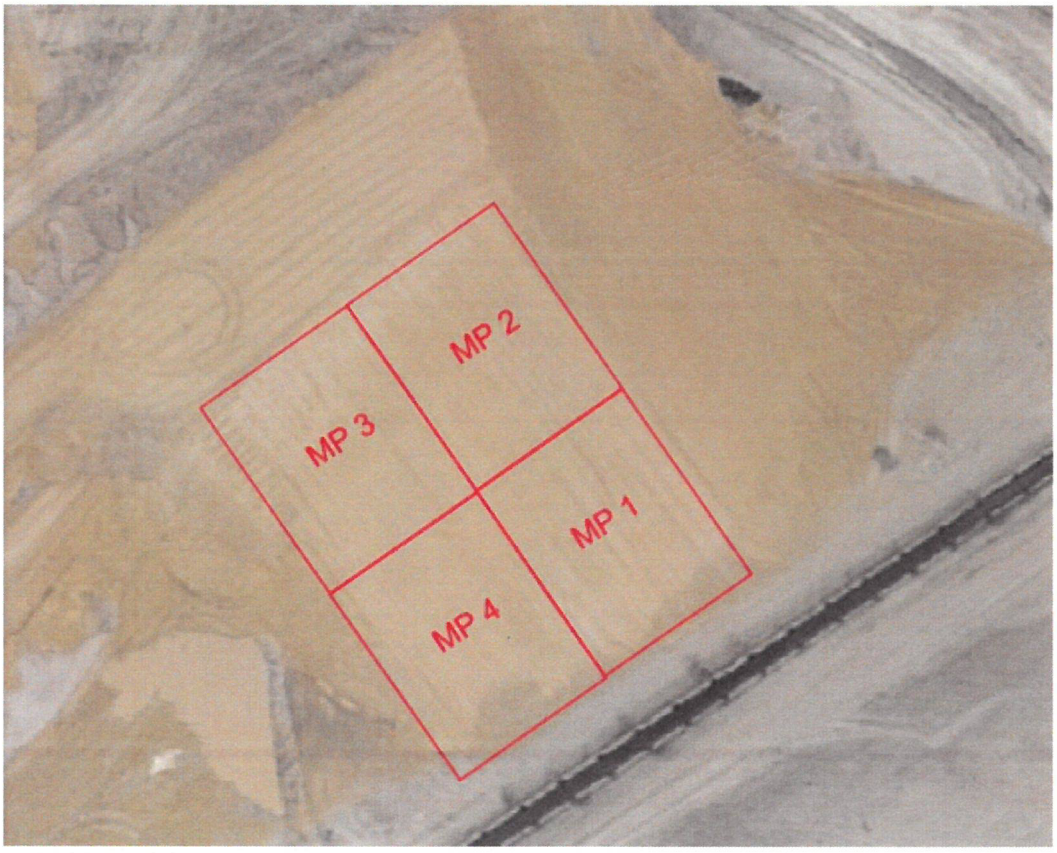
MP 1 aus Mischprobe aus 8 Einzelproben (Kunststoffeimer 10 Liter)

Dokumentation

Koordinaten:	RW:	2537733.1	HW:	5642999.5	Höhe:	

Fotografische Dokumentation: ☒ ja ☐ nein Dokument:

Lageskizze:



Erläuterungen zur Lageskizze:

mitgeltende Dokumente :
INT202400013_Lageskizze Probenahme.pdf
INT202400013_MP 1.jpeg
INT202400013_Gesamtfläche.jpeg

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2022	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Projektdaten

Auftraggeber:	POB-GT, Jansen
Projektnummer:	INT202400013
Projektbezeichnung:	Einleittrasse RWTL, Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Probenahmeort (Straße/Flurstück):	Bereich I402 KM 2.0, Tgb. Hambach
Zweck/Anlass der Probenahme:	Scherfestigkeitsuntersuchung TU Dresden
Projekt-verantwortlicher	POB-GT, Jansen

Probendaten

Proben-Nr.:	MP 1	Konsistenz:	
Entnahmetiefe (m):		Farbe:	braun
Bodenansprache:	G,s,u'	Geruch/Aussehen:	

Angaben zur Probenahme

Probenehmer:	Nellen	Unterschrift:		Datum:	28.11.2024

Wetter aktuell:	[x] sonnig	[ ] bedeckt	[ ] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 8 °C			
Wetter Vortag:	[ ] sonnig	[x] bedeckt	[x] Regen	[ ] Frost	Temperatur ca. 7 °C			
Probenahme-verfahren	[ ] Probenahmespeer	[ ] Bohrung	[ ] Ausstechzylinder	[x] Spaten	[ ]			
Probenbehälter /Probenvolumen	[ ] Kunststoffdose [ ] Glas [x] Kunststoffeimer [ ] Kunststoffbeutel	[ ] 250 ml [ ] 500 ml [ ] 1.000 ml [ ] 5.000 ml	[ ] 10.000 ml [ ] 10 Liter					

Angaben zur Abschätzung der Messunsicherheit

Flächengröße (m²):	5.000	Volumen (m³):		Mächtigkeit (m):	

Kann die Homogenität des Beprobungsbereiches beurteilt werden:	[x] ja [ ] nein
Einschätzung/Beschreibung der räumlichen Verteilung (z.B. mehrere Haufwerke, vernässte Bereiche, bindige Bereiche)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:
Einschätzung/Beschreibung der Zusammensetzung (z.B. Kornverteilung, Fremdpartikeln, Farbe)	Einschätzung: [x] homogen [ ] heterogen Beschreibung:

3-FRM-2054 Revision 01 gültig ab 15.05.2023	**Probenahmeprotokoll für Einzelbeprobungen**	**RWE Power AG** Gebirgs- und Bodenmechanisches Prüflabor

Bemerkungen zur Probenahme

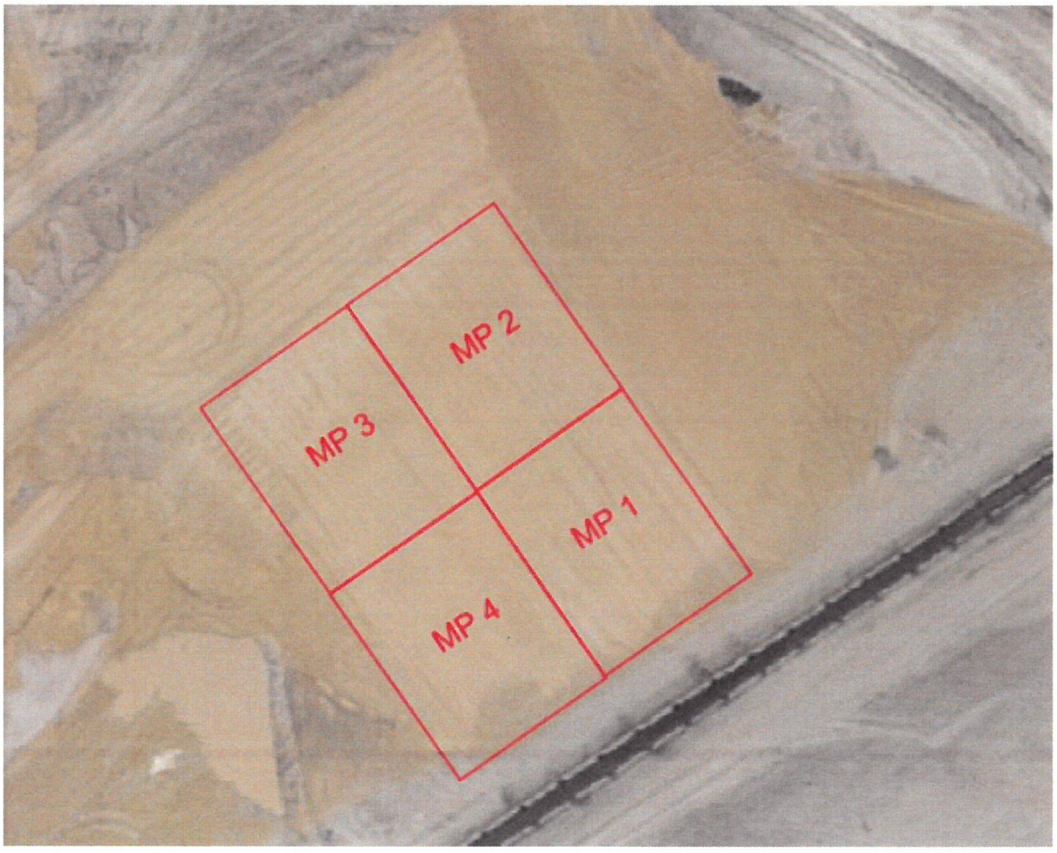
MP 1 aus Mischprobe aus 8 Einzelproben (Kunststoffeimer 10 Liter)

Dokumentation

Koordinaten:	RW:	2537733.1	HW:	5642999.5	Höhe:	

Fotografische Dokumentation: ☒ ja ☐ nein Dokument:

Lageskizze:



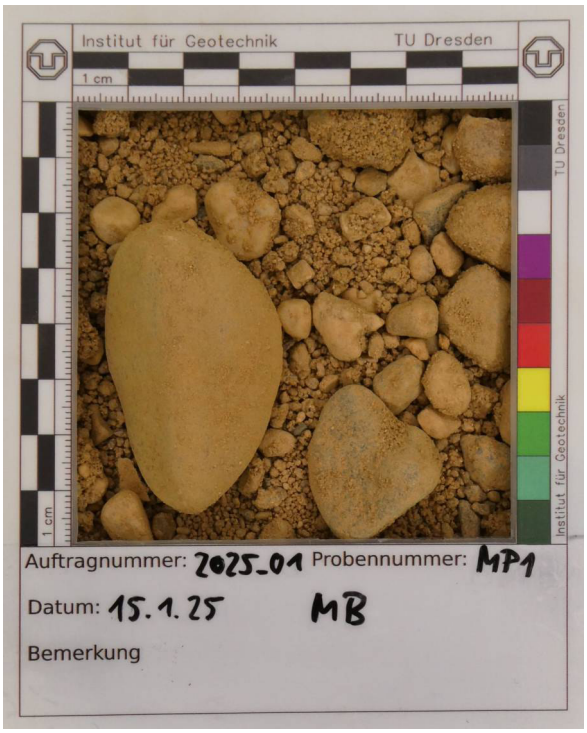
Erläuterungen zur Lageskizze:

mitgeltende Dokumente :
INT202400013_Lageskizze Probenahme.pdf
INT202400013_MP 1.jpeg
INT202400013_Gesamtfläche.jpeg

B Protokolle

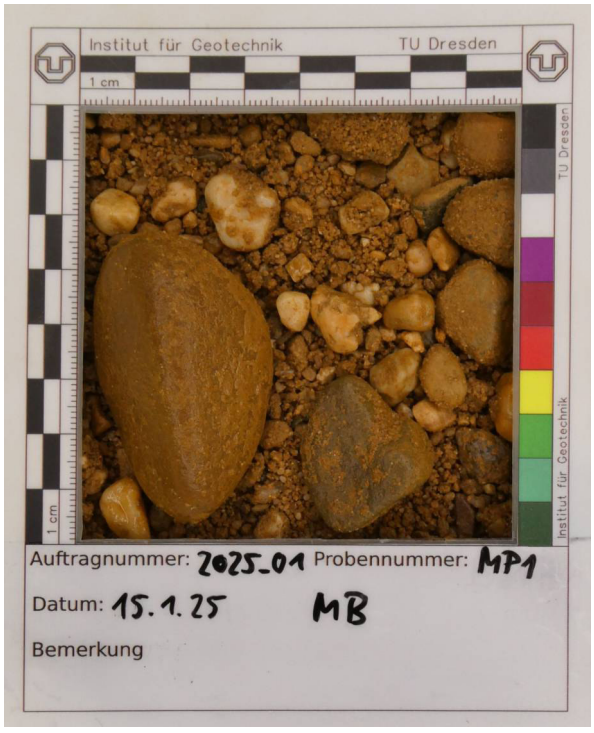
B.1 Fotodokumentation

B.1.1 MP1



MP1 trocken

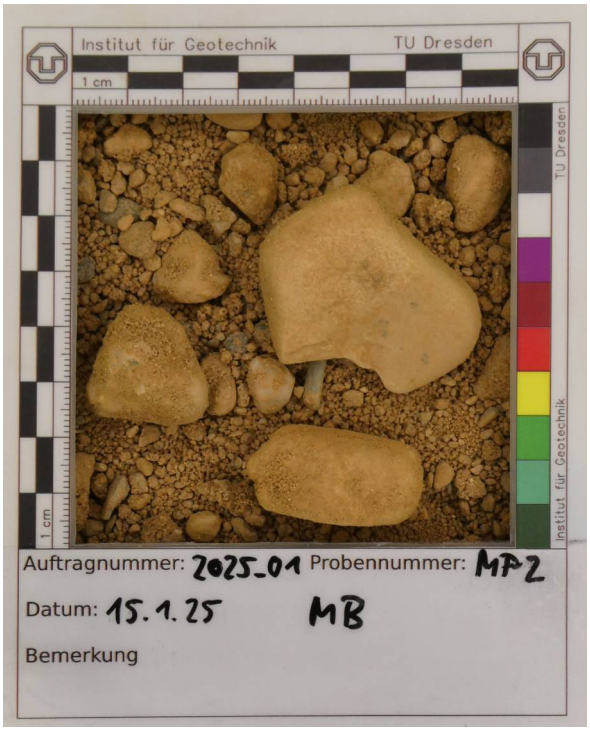
Farbe	Munsell-Code	Name
1	2.5 Y 7/4	blasses Braun



MP1 feucht

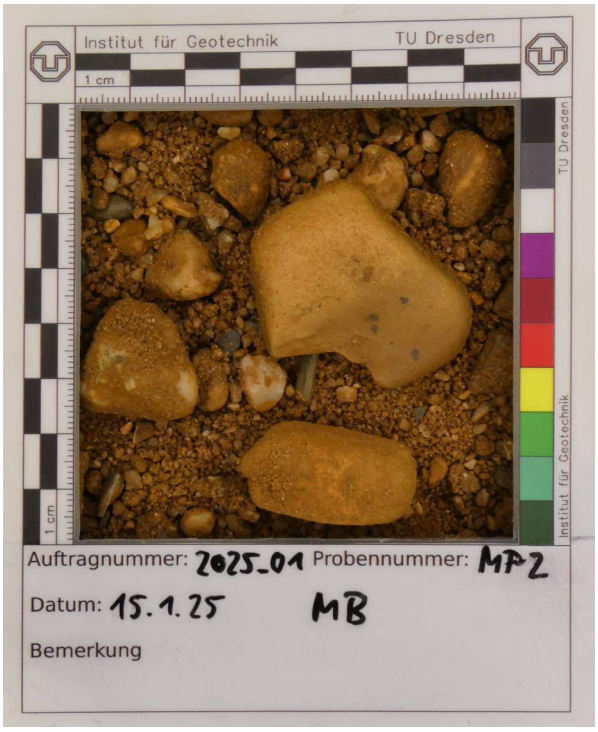
Farbe	Munsell-Code	Name
1	10 YR 4/4	dunkles gelbliches Braun
2	2.5 Y 7/4	blasses Braun

B.1.2 MP2



MP2 trocken

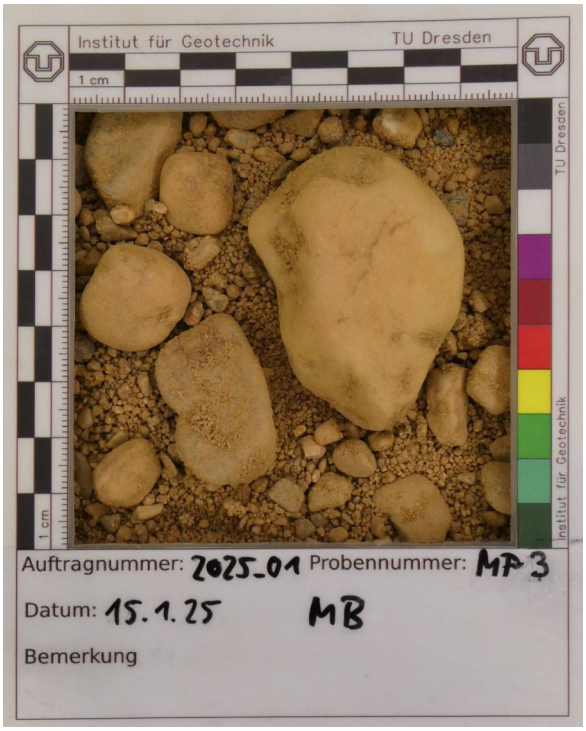
Farbe	Munsell-Code	Name
1	2.5 Y 7/4	blasses Braun



MP2 feucht

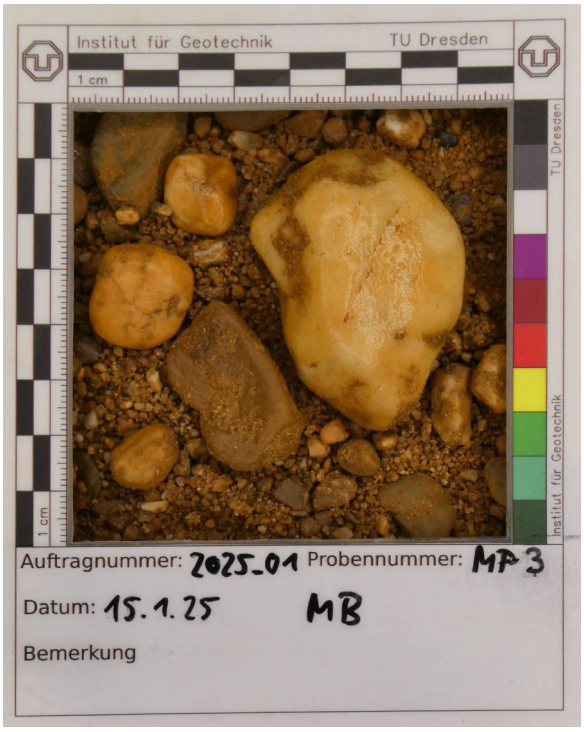
Farbe	Munsell-Code	Name
1	10 YR 5/4	gelbliches Braun
2	10 YR 7/6	gelb

B.1.3 MP3



MP3 trocken

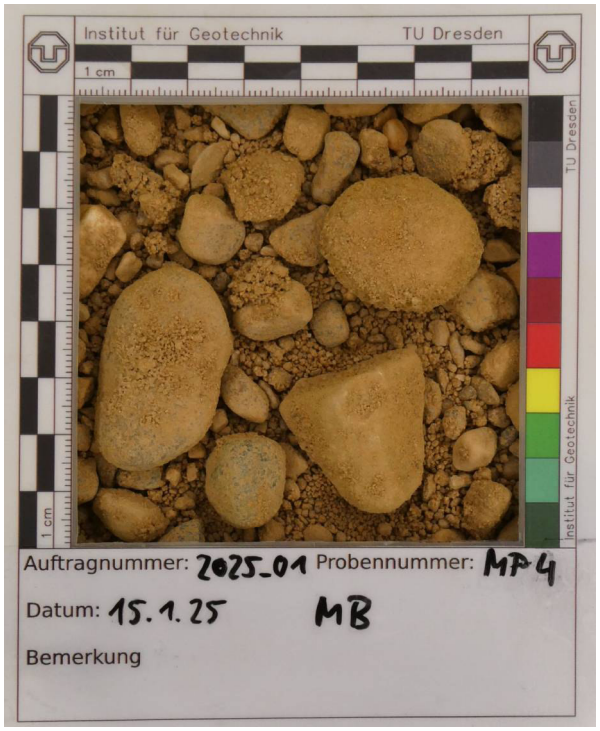
Farbe	Munsell-Code	Name
1	2.5 Y 7/4	blasses Braun



MP3 feucht

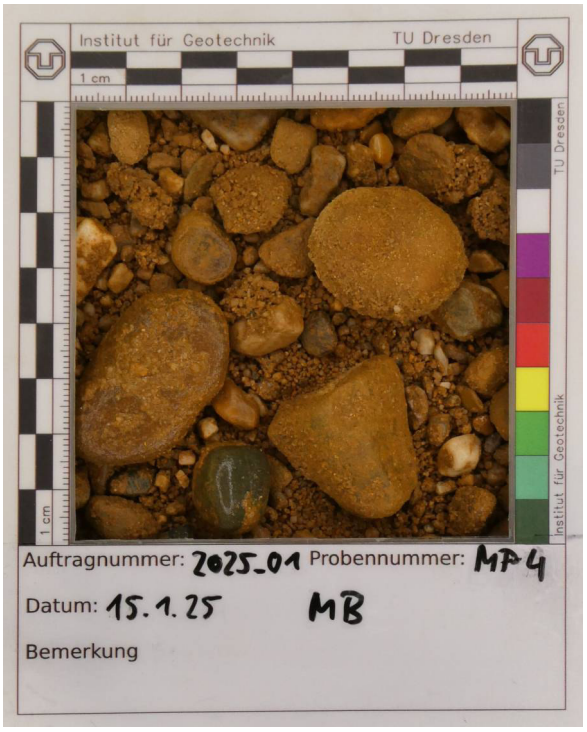
Farbe	Munsell-Code	Name
1	10 YR 4/4	dunkel gelbliches Braun
2	10 YR 7/6	gelb

B.1.4 MP2



MP4 trocken

Farbe	Munsell-Code	Name
1	10 YR 7/4	blasses Braun



MP4 feucht

Farbe	Munsell-Code	Name
1	10 YR 4/4	dunkel gelbliches Braun
2	10 YR 3/1	sehr dunkles grau

B.2 Wassergehalt bei Anlieferung

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Wassergehaltsbestimmung

DIN EN ISO 17892-1

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP1
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	02.01.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr cgr'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Natürlicher Wassergehalt

Probennummer	MP1	MP1	MP1	MP1	MP1	MP1
Behälterbezeichnung	VS39	VS29	VS44	VS72	VS66	VS37
Masse der Schale und Probe **$m_B + m$** in [g]	5413,0	9066,0	5701,0	4264,0	3829,0	7255,0
Trockenmasse der Schale u. Probe **$m_B + m_d$** in [g]	5202,0	8674,0	5442,0	4091,0	3670,0	6942,0
Masse der Schale **m_B** in [g]	452,1	559,6	459,3	325,1	260,4	607,8
Masse des Wassers **$m - m_d = m_W$** in [g]	211,0	392,0	259,0	173,0	159,0	313,0
Trockenmasse der Probe **m_d** in [g]	4749,9	8114,4	4982,7	3765,9	3409,6	6334,2
Wassergehalt [%] **$m_W/m_d = w$** in [%]	**4,44**	**4,83**	**5,20**	**4,59**	**4,66**	**4,94**
natürlicher Wassergehalt in [%]	**4,78**					

absoluter Fehler	0,34	0,05	0,42	0,18	0,11	0,16
mittlerer Fehler	0,21					
Standardabweichung	0,27					
Median	4,75					

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Wassergehaltsbestimmung

DIN EN ISO 17892-1

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP2
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	03.01.2025	Probenmaterial:	MSa csa mgr fgr si'/cl'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Natürlicher Wassergehalt

Probennummer	MP2	MP2	MP2	MP2	MP2	MP2
Behälterbezeichnung	VS27	VS25	VS58	VS30	VS32	VS63
Masse der Schale und Probe **$m_B + m$** in [g]	8209,0	8056,0	2220,0	7805,0	7976,0	2322,0
Trockenmasse der Schale u. Probe **$m_B + m_d$** in [g]	7848,0	7667,0	2099,0	7495,0	7624,0	2217,0
Masse der Schale **m_B** in [g]	583,2	591,7	322,4	606,4	600,2	317,1
Masse des Wassers **$m - m_d = m_W$** in [g]	361,0	389,0	121,0	310,0	352,0	105,0
Trockenmasse der Probe **m_d** in [g]	7264,8	7075,3	1776,6	6888,7	7023,8	1899,9
Wassergehalt [%] **$m_W/m_d = w$** in [%]	**4,97**	**5,50**	**6,81**	**4,50**	**5,01**	**5,53**
natürlicher Wassergehalt in [%]	**5,39**					

absoluter Fehler	0,42	0,11	1,42	0,89	0,37	0,14
mittlerer Fehler	0,56					
Standardabweichung	0,80					
Median	5,25					

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Wassergehaltsbestimmung

DIN EN ISO 17892-1

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP3
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	02.01.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Natürlicher Wassergehalt

Probennummer	MP3	MP3	MP3	MP3		
Behälterbezeichnung	VS16	VS62	VS15	VS64		
Masse der Schale und Probe **$m_B + m$** in [g]	17761,0	3479,0	15938,0	3585,0		
Trockenmasse der Schale u. Probe **$m_B + m_d$** in [g]	16984,0	3306,0	15290,0	3430,0		
Masse der Schale **m_B** in [g]	1135,0	333,7	1170,1	324,4		
Masse des Wassers **$m - m_d = m_W$** in [g]	777,0	173,0	648,0	155,0		
Trockenmasse der Probe **m_d** in [g]	15849,0	2972,3	14120,0	3105,6		
Wassergehalt [%] **$m_W/m_d = w$** in [%]	**4,90**	**5,82**	**4,59**	**4,99**		
natürlicher Wassergehalt in [%]	**5,08**					

absoluter Fehler	0,17	0,74	0,49	0,08		
mittlerer Fehler	0,37					
Standardabweichung	0,53					
Median	4,95					

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Wassergehaltsbestimmung

DIN EN ISO 17892-1

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP4
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	02.01.2025	Probenmaterial:	MGr csa msa fgr cgr'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Natürlicher Wassergehalt

Probennummer	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	
Behälterbezeichnung	VS3	VS70	VS24	VS33	VS71	
Masse der Schale und Probe **$m_B + m$** in [g]	16921,0	3396,0	8106,0	7541,0	3240,0	
Trockenmasse der Schale u. Probe **$m_B + m_d$** in [g]	16231,0	3242,0	7787,0	7205,0	3097,0	
Masse der Schale **m_B** in [g]	1562,0	330,7	580,1	577,5	321,6	
Masse des Wassers **$m - m_d = m_W$** in [g]	690,0	154,0	319,0	336,0	143,0	
Trockenmasse der Probe **m_d** in [g]	14669,0	2911,3	7206,9	6627,5	2775,4	
Wassergehalt [%] **$m_W/m_d = w$** in [%]	**4,70**	**5,29**	**4,43**	**5,07**	**5,15**	
natürlicher Wassergehalt in [%]	**4,93**					

absoluter Fehler	0,22	0,36	0,50	0,14	0,22	
mittlerer Fehler	0,29					
Standardabweichung	0,35					
Median	5,07					

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

B.3 Korngrößenverteilung

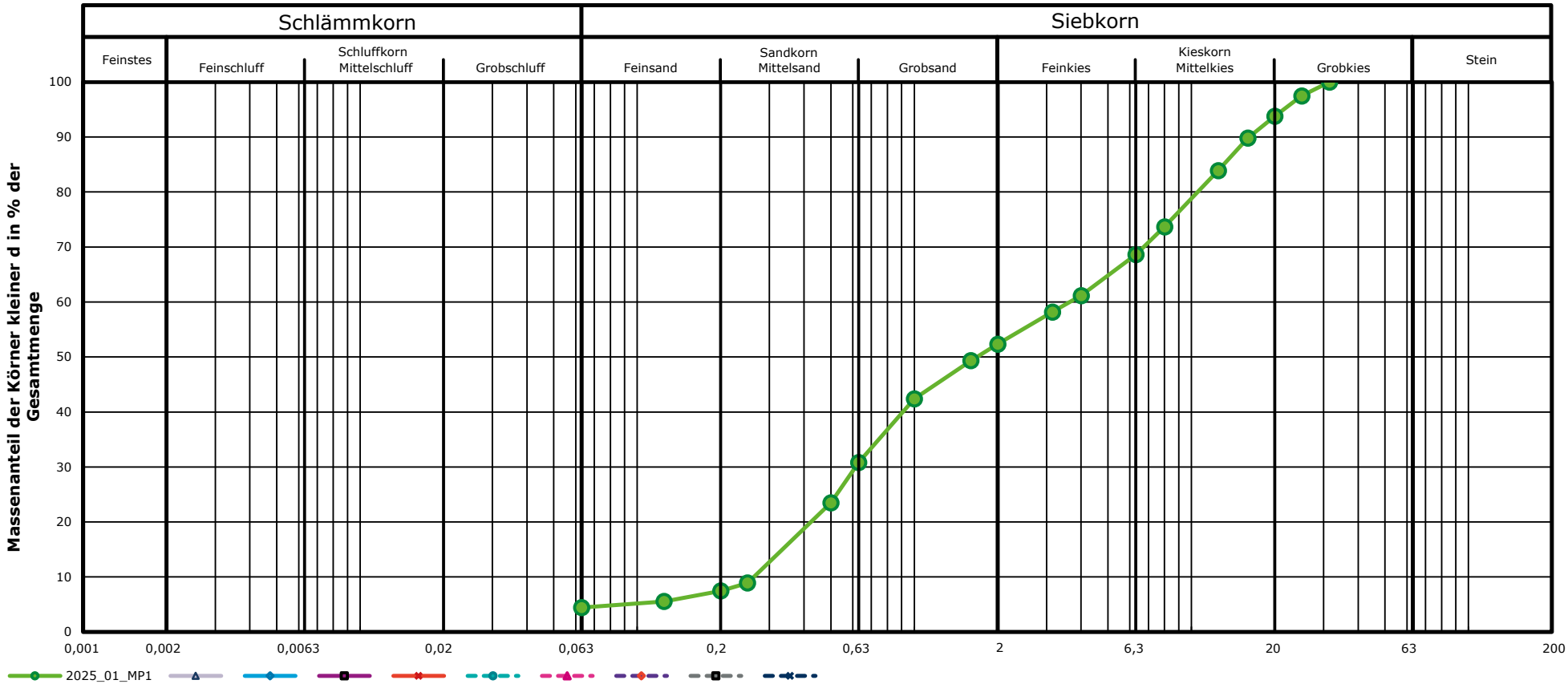
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Auftragsnummer: 2025_01 Projekt: Laborversuche Bergkies Auftraggeber: RWE Power AG Bearbeiter: F. Emmrich Datum: 12.2.2025



Probennummer:	2025_01_MP1									
Entnahmestelle:	TGB Hambach I402									
Bodengruppe:	GI									
Bodenart:	MGr msa csa fgr cgr'									
Cl/Si/Sa/Gr in [%]:	-/-/47,9/47,6									

Bemerkungen Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP1
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	12.02.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr cgr'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Verfahren: Siebung nach nassem Abtr. der Feinanteile

Siebanalyse

Siebweite [mm]	Siebrückstand [g]	Siebrückstand [%]	Siebdurchgang [%]
31,5	0,0	0,0	100,0
25	255,1	2,5	97,5
20	371,9	3,7	93,8
16	400,8	4,0	89,8
12,5	598,8	5,9	83,9
8	1032,0	10,2	73,7
6,3	511,0	5,1	68,6
4	750,8	7,4	61,2
3,15	302,0	3,0	58,2
2	589,0	5,8	52,4
1,6	305,0	3,0	49,3
1	700,0	6,9	42,4
0,63	1168,0	11,6	30,8
0,5	740,0	7,3	23,5
0,25	1474,0	14,6	8,9
0,2	145,0	1,4	7,5
0,125	193,0	1,9	5,6
0,063	113,0	1,1	4,4
<0,063*	448,2	4,4	0,0
Summe* [g]	10097,6		

Körnungslinienform nach
DIN EN ISO 14688(2): mäßig gestuft

Einwaage [g]	9655,8
Siebverlust (tr.) [%]	0,05
Gesamtmasse [g]	10102,0
* beinhaltet durch Auswaschen abgetrennte Körner d<0,063 mm [g]	446,2

c_U	=	13,8	
c_C	=	0,4	
d_{10}	=	0,263	[mm]
d_{20}	=	0,423	
d_{30}	=	0,614	
d_{40}	=	0,909	
d_{50}	=	1,681	
d_{60}	=	3,642	
d_{70}	=	6,727	
d_{80}	=	10,547	
d_{90}	=	16,161	

MGr msa csa fgr cgr'

Kornanteil [%]		
Ton	**cl**	**-**
Schluff	**si**	**-**
Feinschluff	fsi	-
Mittelschluff	msi	-
Grobschluff	csi	-
Ton, Schluff	**clsi**	**4,4**
Sand	**sa**	**47,9**
Feinsand	fsa	3,0
Mittelsand	msa	23,4
Grobsand	csa	21,5
Kies	**gr**	**47,6**
Feinkies	fgr	16,3
Mittelkies	mgr	25,2
Grobkies	cgr	6,2
Stein	**co**	**0,0**
Block	**bo**	**0,0**

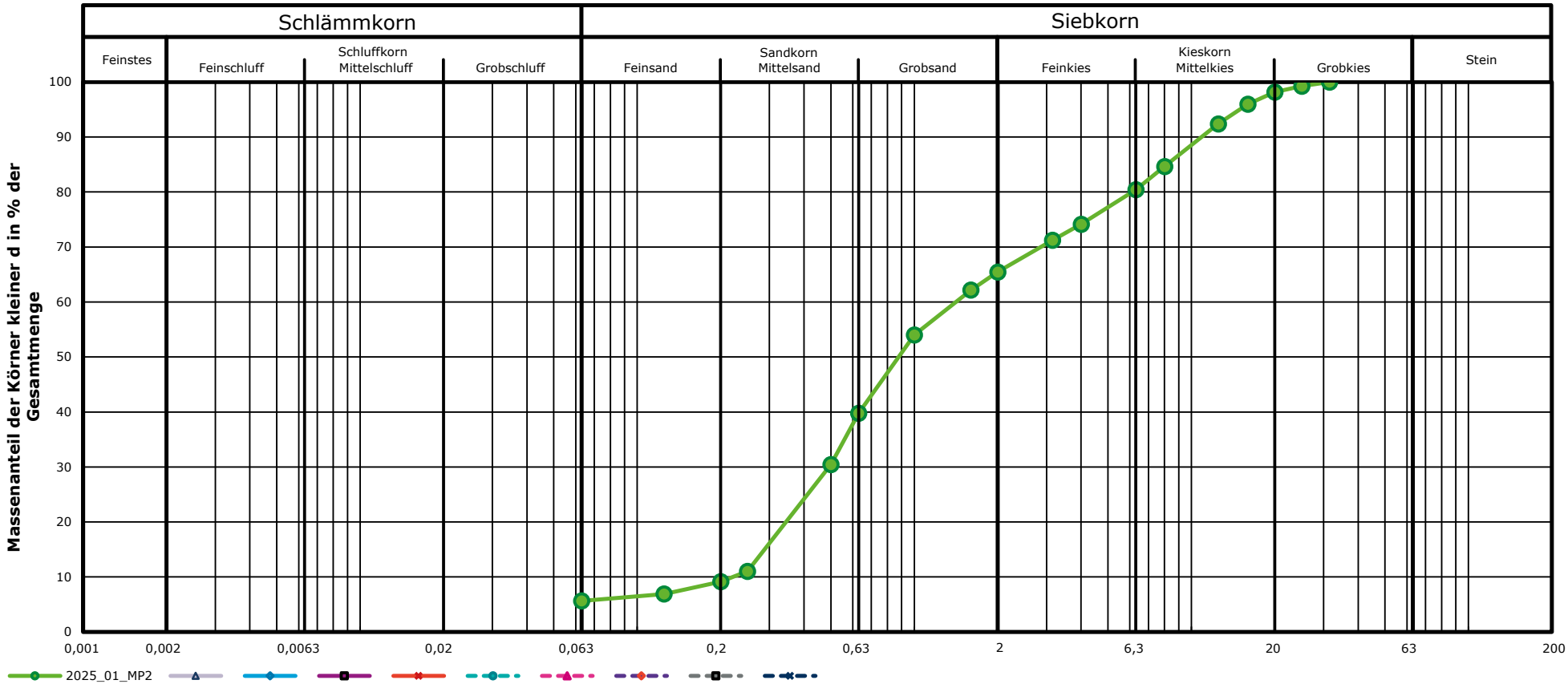
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Auftragsnummer: 2025_01 Projekt: Laborversuche Bergkies Auftraggeber: RWE Power AG Bearbeiter: F. Emmrich Datum: 10.2.2025



Probennummer:	2025_01_MP2									
Entnahmestelle:	TGB Hambach I402									
Bodengruppe:	SU/ST									
Bodenart:	MSa csa mgr fgr si'/cl'									
Cl/Si/Sa/Gr in [%]:	-/-/59,8/34,5									

Bemerkungen Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP2
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	10.02.2025	Probenmaterial:	MSa csa mgr fgr si'/cl'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Verfahren: Siebung nach nassem Abtr. der Feinanteile

Siebanalyse

Siebweite [mm]	Siebrückstand [g]	Siebrückstand [%]	Siebdurchgang [%]
31,5	0,0	0,0	100,0
25	80,3	0,8	99,2
20	113,7	1,1	98,2
16	234,4	2,2	96,0
12,5	380,4	3,6	92,4
8	821,4	7,7	84,6
6,3	448,7	4,2	80,4
4	665,5	6,3	74,1
3,15	309,7	2,9	71,2
2	612,4	5,8	65,5
1,6	348,4	3,3	62,2
1	865,6	8,2	54,0
0,63	1510,1	14,2	39,8
0,5	989,5	9,3	30,5
0,25	2062,1	19,4	11,0
0,2	200,1	1,9	9,1
0,125	237,0	2,2	6,9
0,063	134,3	1,3	5,6
<0,063*	598,8	5,6	0,0
Summe* [g]	10612,4		

Körnungslinienform nach DIN EN ISO 14688(2): nicht bestimmt

Einwaage [g]	10009,1
Siebverlust (tr.) [%]	-0,05
Gesamtmasse [g]	10607,0
* beinhaltet durch Auswaschen abgetrennte Körner d<0,063 mm [g]	597,9

c_U	=		
c_C	=		
d_{10}	=	0,221	[mm]
d_{20}	=	0,344	
d_{30}	=	0,492	
d_{40}	=	0,634	
d_{50}	=	0,878	
d_{60}	=	1,412	
d_{70}	=	2,861	
d_{80}	=	6,115	
d_{90}	=	10,898	

Kornanteil [%]		
Ton	**cl**	**-**
Schluff	**si**	**-**
Feinschluff	fsi	-
Mittelschluff	msi	-
Grobschluff	csi	-
Ton, Schluff	**clsi**	**5,6**
Sand	**sa**	**59,8**
Feinsand	fsa	3,5
Mittelsand	msa	30,6
Grobsand	csa	25,7
Kies	**gr**	**34,5**
Feinkies	fgr	15,0
Mittelkies	mgr	17,8
Grobkies	cgr	1,8
Stein	**co**	**0,0**
Block	**bo**	**0,0**

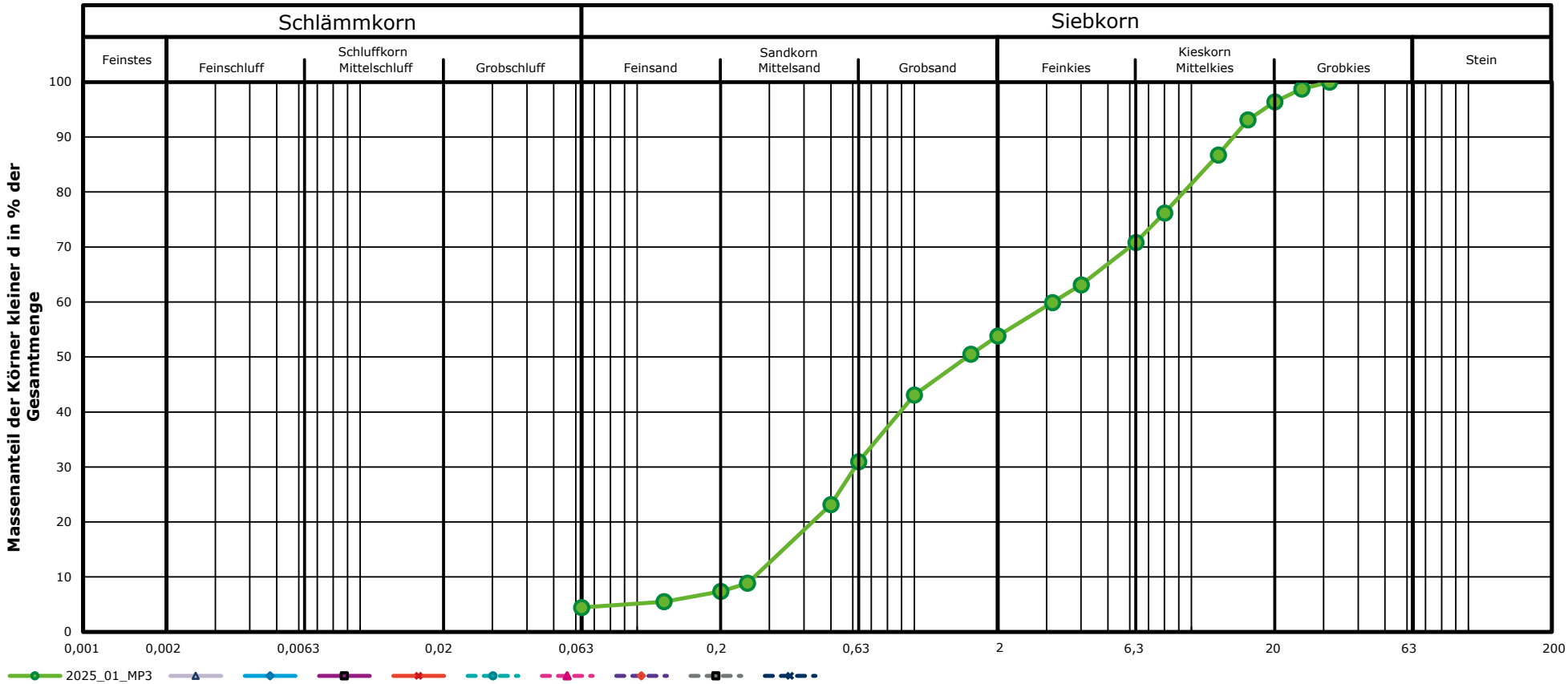
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Auftragsnummer: 2025_01 Projekt: Laborversuche Bergkies Auftraggeber: RWE Power AG Bearbeiter: F. Emmrich Datum: 5.2.2025



Probennummer:	2025_01_MP3									
Entnahmestelle:	TGB Hambach I402									
Bodengruppe:	GI									
Bodenart:	MGr msa csa fgr									
Cl/Si/Sa/Gr in [%]:	-/-/49,4/46,2									

Bemerkungen Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP3
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	05.02.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Verfahren: Siebung nach nassem Abtr. der Feinanteile

Siebanalyse

Siebweite [mm]	Siebrückstand [g]	Siebrückstand [%]	Siebdurchgang [%]
31,5	0,0	0,0	100,0
25	127,8	1,3	98,7
20	238,7	2,3	96,4
16	335,2	3,3	93,1
12,5	650,3	6,4	86,7
8	1071,7	10,5	76,2
6,3	546,6	5,4	70,8
4	784,9	7,7	63,1
3,15	330,4	3,2	59,9
2	619,6	6,1	53,8
1,6	337,7	3,3	50,5
1	753,4	7,4	43,1
0,63	1236,3	12,1	31,0
0,5	794,7	7,8	23,2
0,25	1455,1	14,3	8,9
0,2	153,1	1,5	7,4
0,125	191,0	1,9	5,5
0,063	105,7	1,0	4,5
<0,063*	454,1	4,5	0,0
Summe* [g]	10186,4		

Körnungslinienform nach DIN EN ISO 14688(2): mäßig gestuft

Einwaage [g]	9697,0
Siebverlust (tr.) [%]	-0,37
Gesamtmasse [g]	10150,0
* beinhaltet durch Auswaschen abgetrennte Körner d<0,063 mm [g]	453,0

c_U	=	12,0	
c_C	=	0,4	
d_{10}	=	0,264	[mm]
d_{20}	=	0,429	
d_{30}	=	0,612	
d_{40}	=	0,889	
d_{50}	=	1,551	
d_{60}	=	3,175	
d_{70}	=	5,995	
d_{80}	=	9,397	
d_{90}	=	14,186	

MGr msa csa fgr

Kornanteil [%]		
Ton	**cl**	**-**
Schluff	**si**	**-**
Feinschluff	fsi	-
Mittelschluff	msi	-
Grobschluff	csi	-
Ton, Schluff	**clsi**	**4,5**
Sand	**sa**	**49,4**
Feinsand	fsa	2,9
Mittelsand	msa	23,6
Grobsand	csa	22,8
Kies	**gr**	**46,2**
Feinkies	fgr	17,0
Mittelkies	mgr	25,6
Grobkies	cgr	3,6
Stein	**co**	**0,0**
Block	**bo**	**0,0**

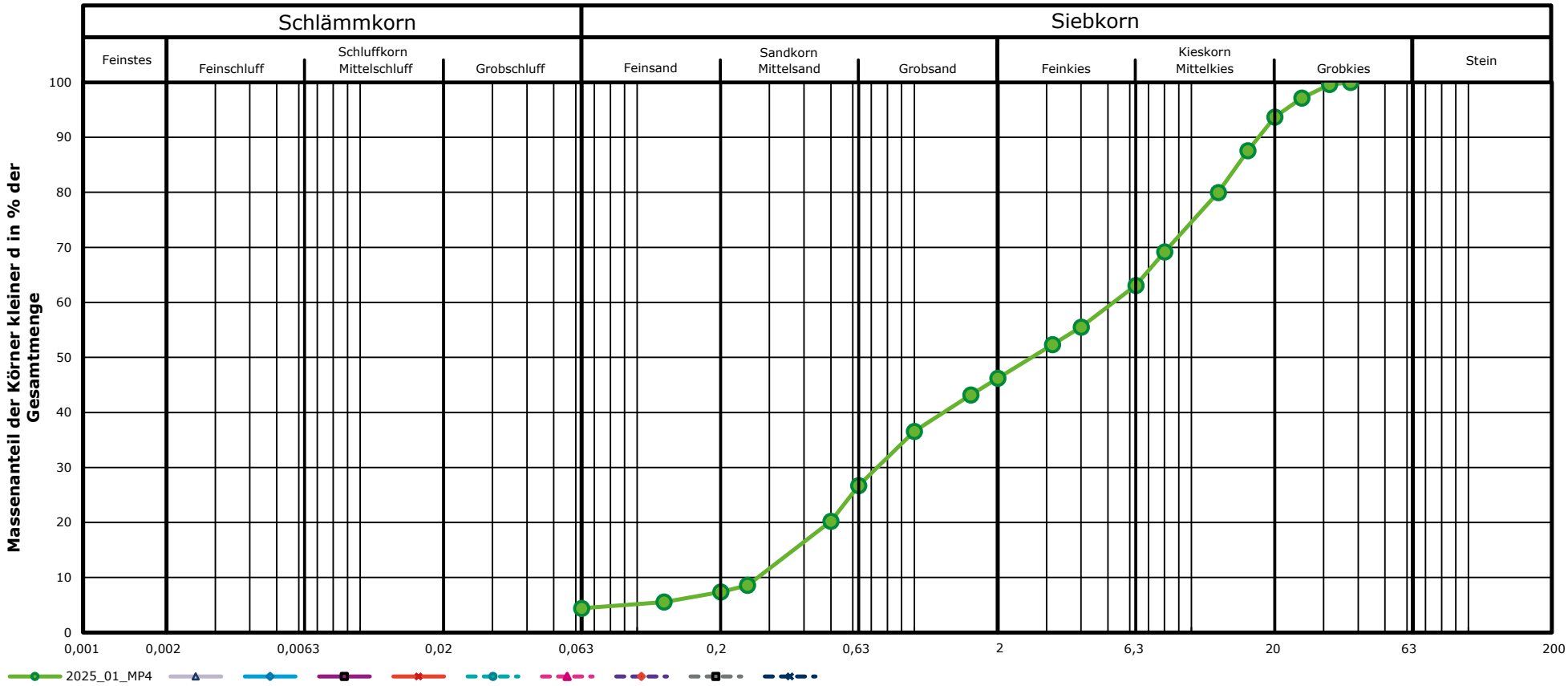
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Auftragsnummer: 2025_01 Projekt: Laborversuche Bergkies Auftraggeber: RWE Power AG Bearbeiter: F. Emmrich Datum: 4.2.2025



Probennummer:	2025_01_MP4									
Entnahmestelle:	TGB Hambach I402									
Bodengruppe:	GI									
Bodenart:	MGr csa msa fgr cgr'									
Cl/Si/Sa/Gr in [%]:	-/-/41,8/53,8									

Bemerkungen Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Korngrößenverteilung

benutzerdefiniert

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP4
Projekt:	Laborversuche Bergkie	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	04.02.2025	Probenmaterial:	MGr csa msa fgr cgr'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Verfahren: Siebung nach nassem Abtr. der Feinanteile

Siebanalyse

Siebweite [mm]	Siebrückstand [g]	Siebrückstand [%]	Siebdurchgang [%]
37,5	0,0	0,0	100,0
31,5	44,2	0,4	99,6
25	270,8	2,5	97,1
20	377,3	3,4	93,7
16	666,2	6,1	87,6
12,5	835,2	7,6	80,0
8	1182,1	10,8	69,2
6,3	668,9	6,1	63,1
4	825,2	7,5	55,5
3,15	351,3	3,2	52,3
2	669,6	6,1	46,2
1,6	329,0	3,0	43,2
1	726,5	6,6	36,6
0,63	1077,2	9,8	26,7
0,5	711,1	6,5	20,2
0,25	1274,4	11,6	8,6
0,2	134,6	1,2	7,4
0,125	199,2	1,8	5,5
0,063	123,9	1,1	4,4
<0,063*	483,5	4,4	0,0
Summe* [g]	10950,2		

Körnungslinienform nach DIN EN ISO 14688(2): intermittierend gestu

Einwaage [g]	10456,0
Siebverlust (tr.) [%]	-0,12
Gesamtmasse [g]	10938,0
* beinhaltet durch Auswaschen abgetrennte Körner d<0,063 mm [g]	482,0

c_U	=	19,3	
c_C	=	0,4	
d_{10}	=	0,272	[mm]
d_{20}	=	0,493	
d_{30}	=	0,735	
d_{40}	=	1,276	
d_{50}	=	2,652	
d_{60}	=	5,238	
d_{70}	=	8,279	
d_{80}	=	12,514	
d_{90}	=	17,476	

MGr csa msa fgr cgr'

Kornanteil [%]		
Ton	**cl**	**-**
Schluff	**si**	**-**
Feinschluff	fsi	-
Mittelschluff	msi	-
Grobschluff	csi	-
Ton, Schluff	**clsi**	**4,4**
Sand	**sa**	**41,8**
Feinsand	fsa	3,0
Mittelsand	msa	19,4
Grobsand	csa	19,5
Kies	**gr**	**53,8**
Feinkies	fgr	16,9
Mittelkies	mgr	30,6
Grobkies	cgr	6,3
Stein	**co**	**0,0**
Block	**bo**	**0,0**

B.4 Lagerungsdichten

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Lagerungsdichten

DIN 18126 - 150

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP1
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	09.01.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr cgr'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Probenbeschreibung

Korndichte	ρ_s in [g/cm³] =	2,650	Trockendichte	ρ_d in [g/cm³] =	
Größtkorn	in [mm] =	31,5	Porenanteil (natürl.)	**n** in [] =	
Ungleichsförmigkeitszahl	in [] =	13,8	Porenzahl(natürl.)	**e** in [] =	

Lockerste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	12,02	Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Volumen des Zylinders	$V_{z,1}$ in [=	2127,3

Teilversuch	1	2	3	4	5	6	7	8
Trockenmasse $m_{d,1}$ in [g]	3290,0	3316,0	3334,0	3340,0	3368,0	3374,0	3430,0	3422,0
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,547	1,559	1,567	1,570	1,583	1,586	1,612	1,609

Dichteste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	17,02	Höhe des Stempels	h_s in [cm] =	7,48
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Höhe des Aufsatzr.	h_a in [cm] =	-
Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03			

Trockenmasse der Probe $m_{d,2}$ in [g]	3662,0	3808,0	3962,0	
mittlere Setzung s_m in [cm]	-1,6373	-1,9260	-2,1893	
Volumen der Probe $(h_z - h_s - s_m) * A_z = V_2$ in [cm³]	1980,0	2031,1	2077,7	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,849	1,875	1,907	

Dichte bei lockerster Lagerung

min. Trockendichte $m_{d,1}/V_{z,1} = \rho_{dmin}$ in [g/cm³]	1,579
max. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmin} - 1 = e_{max}$ in []	0,678
max. Porenanteil $1 - \rho_{dmin}/\rho_s = n_{max}$ in []	0,404

Dichte bei dichtester Lagerung

max. Trockendichte $m_{d,2}/V_2 = \rho_{dmax}$ in [g/cm³]	1,877
min. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmax} - 1 = e_{min}$ in []	0,412
min. Porenanteil $1 - \rho_{dmax}/\rho_s = n_{min}$ in []	0,292

Lagerungsdichte $(n_{max} - n)/(n_{max} - n_{min}) = D$	
Verdichtungsfähigkeit $(e_{max} - e_{min})/e_{min} = I_f$	0,647

bezogene Lagerungsdichte $(e_{max} - e)/(e_{max} - e_{min}) = I_D$	

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Lagerungsdichten

DIN 18126 - 150

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP2
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	09.01.2025	Probenmaterial:	MSa csa mgr fgr si'/cl'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Probenbeschreibung

Korndichte	ρ_s in [g/cm³] =	2,650	Trockendichte	ρ_d in [g/cm³] =	
Größtkorn	in [mm] =	31,5	Porenanteil (natürl.)	**n** in [] =	
Ungleichsförmigkeitszahl	in [] =		Porenzahl(natürl.)	**e** in [] =	

Lockerste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	12,02	Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Volumen des Zylinders	$V_{z,1}$ in [=	2127,3

Teilversuch	1	2	3	4	5	6	7	
Trockenmasse $m_{d,1}$ in [g]	3384,0	3388,0	3324,0	3312,0	3254,0	3286,0	3272,0	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,591	1,593	1,563	1,557	1,530	1,545	1,538	

Dichteste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	17,02	Höhe des Stempels	h_s in [cm] =	7,48
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Höhe des Aufsatzr.	h_a in [cm] =	-
Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03			

Trockenmasse der Probe $m_{d,2}$ in [g]	3956,0	3994,0	3910,0	
mittlere Setzung s_m in [cm]	-2,3313	-2,5793	-2,4573	
Volumen der Probe $(h_z - h_s - s_m) * A_z = V_2$ in [cm³]	2102,9	2146,8	2125,2	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,881	1,860	1,840	

Dichte bei lockerster Lagerung

min. Trockendichte $m_{d,1}/V_{z,1} = \rho_{dmin}$ in [g/cm³]	1,559
max. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmin} - 1 = e_{max}$ in []	0,699
max. Porenanteil $1 - \rho_{dmin}/\rho_s = n_{max}$ in []	0,412

Dichte bei dichtester Lagerung

max. Trockendichte $m_{d,2}/V_2 = \rho_{dmax}$ in [g/cm³]	1,861
min. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmax} - 1 = e_{min}$ in []	0,424
min. Porenanteil $1 - \rho_{dmax}/\rho_s = n_{min}$ in []	0,298

Lagerungsdichte $(n_{max} - n)/(n_{max} - n_{min}) = D$	
Verdichtungsfähigkeit $(e_{max} - e_{min})/e_{min} = I_f$	0,648

bezogene Lagerungsdichte $(e_{max} - e)/(e_{max} - e_{min}) = I_D$	

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Lagerungsdichten

DIN 18126 - 150

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP3
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	09.01.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Probenbeschreibung

Korndichte	ρ_s in [g/cm³] =	2,650	Trockendichte	ρ_d in [g/cm³] =	
Größtkorn	in [mm] =	31,5	Porenanteil (natürl.)	**n** in [] =	
Ungleichsförmigkeitszahl	in [] =	12,0	Porenzahl(natürl.)	**e** in [] =	

Lockerste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	12,02	Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Volumen des Zylinders	$V_{z,1}$ in [=	2127,3

Teilversuch	1	2	3	4	5	6	7	
Trockenmasse $m_{d,1}$ in [g]	3432,0	3424,0	3350,0	3366,0	3404,0	3468,0	3456,0	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,613	1,610	1,575	1,582	1,600	1,630	1,625	

Dichteste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	17,02	Höhe des Stempels	h_s in [cm] =	7,48
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Höhe des Aufsatzr.	h_a in [cm] =	-
Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03			

Trockenmasse der Probe $m_{d,2}$ in [g]	4038,0	3970,0	3950,0	
mittlere Setzung s_m in [cm]	-2,4973	-2,5527	-2,1000	
Volumen der Probe $(h_z - h_s - s_m) * A_z = V_2$ in [cm³]	2132,3	2142,0	2061,9	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,894	1,853	1,916	

Dichte bei lockerster Lagerung

min. Trockendichte $m_{d,1}/V_{z,1} = \rho_{dmin}$ in [g/cm³]	1,605
max. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmin} - 1 = e_{max}$ in []	0,651
max. Porenanteil $1 - \rho_{dmin}/\rho_s = n_{max}$ in []	0,394

Dichte bei dichtester Lagerung

max. Trockendichte $m_{d,2}/V_2 = \rho_{dmax}$ in [g/cm³]	1,888
min. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmax} - 1 = e_{min}$ in []	0,404
min. Porenanteil $1 - \rho_{dmax}/\rho_s = n_{min}$ in []	0,288

Lagerungsdichte $(n_{max} - n)/(n_{max} - n_{min}) = D$	
Verdichtungsfähigkeit $(e_{max} - e_{min})/e_{min} = I_f$	0,612

bezogene Lagerungsdichte $(e_{max} - e)/(e_{max} - e_{min}) = I_D$	

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Lagerungsdichten

DIN 18126 - 71

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP4
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	10.01.2025	Probenmaterial:	MGr csa msa fgr cgr'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Probenbeschreibung

Korndichte	ρ_s in [g/cm³] =	2,650	Trockendichte	ρ_d in [g/cm³] =	
Größtkorn	in [mm] =	37,5	Porenanteil (natürl.)	**n** in [] =	
Ungleichsförmigkeitszahl	in [] =	19,3	Porenzahl(natürl.)	**e** in [] =	

Lockerste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	12,02	Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Volumen des Zylinders	$V_{z,1}$ in [=	2127,3

Teilversuch	1	2	3	4	5	6	7	
Trockenmasse $m_{d,1}$ in [g]	3380,0	3365,0	3414,0	3410,0	3338,0	3368,0	3359,0	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,589	1,582	1,605	1,603	1,569	1,583	1,579	

Dichteste Lagerung

Höhe des Zylinders	h_z in [cm] =	17,02	Höhe des Stempels	h_s in [cm] =	7,48
Innendurchmesser	d_z in [cm] =	15,01	Höhe des Aufsatzr.	h_a in [cm] =	-
Fläche des Zylinders	A_z in [cm²] =	177,03			

Trockenmasse der Probe $m_{d,2}$ in [g]	3882,0	3852,0	3778,0	
mittlere Setzung s_m in [cm]	-2,1700	-1,7300	-1,8207	
Volumen der Probe $(h_z - h_s - s_m) * A_z = V_2$ in [cm³]	2074,3	1996,4	2012,5	
Trockendichte ρ_d in [g/cm³]	1,871	1,929	1,877	

Dichte bei lockerster Lagerung

min. Trockendichte $m_{d,1}/V_{z,1} = \rho_{dmin}$ in [g/cm³]	1,587
max. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmin} - 1 = e_{max}$ in []	0,670
max. Porenanteil $1 - \rho_{dmin}/\rho_s = n_{max}$ in []	0,401

Dichte bei dichtester Lagerung

max. Trockendichte $m_{d,2}/V_2 = \rho_{dmax}$ in [g/cm³]	1,893
min. Porenzahl $\rho_s/\rho_{dmax} - 1 = e_{min}$ in []	0,400
min. Porenanteil $1 - \rho_{dmax}/\rho_s = n_{min}$ in []	0,286

Lagerungsdichte $(n_{max} - n)/(n_{max} - n_{min}) = D$	
Verdichtungsfähigkeit $(e_{max} - e_{min})/e_{min} = I_f$	0,674

bezogene Lagerungsdichte $(e_{max} - e)/(e_{max} - e_{min}) = I_D$	

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

B.5 Proctorversuch

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP1
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	06.02.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr cgr'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Versuchsparameter

Durchmesser des Zylinders **d_z** [mm]	150,01
Höhe des Zylinders **h_z** [mm]	124,94
Fallgewicht [kg]	4,5
Fallhöhe **h** [mm]	450
Schichtanzahl []	3
Schlagzahl pro Schicht []	22

Bodenparameter

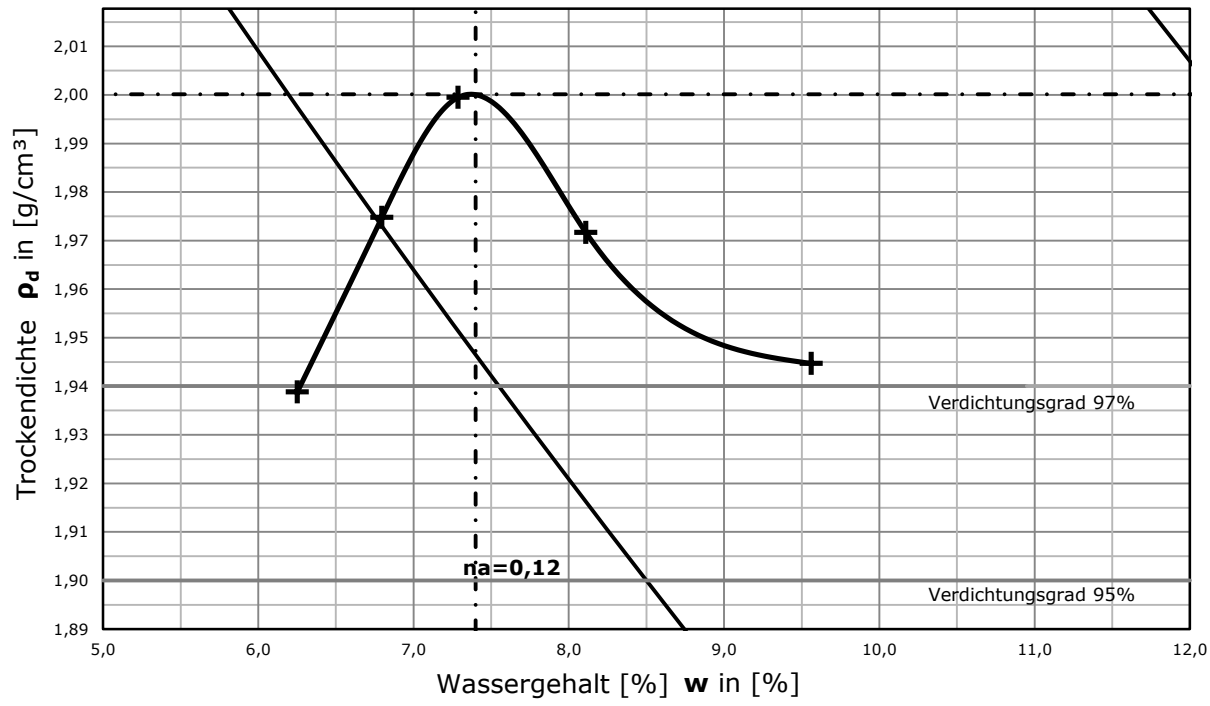
Überkornanteil **ü** []	0,00
Korndichte **ρ_s** [g/cm³]	2,650
Korndichte des Überkorns **$\rho_{sü}$** [g/cm³]	-
Größtkorn [mm]	31,5
zulässiges Größtkorn [mm]	31,5
Wassergehalt Überkorn **$w_ü$** [%]	0,00

Ergebnisse

Proctordichte **ρ_{pr}** [g/cm³]	2,00
Proctordichte (97%) **0,97*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,94
Proctordichte (95%) **0,95*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,90

optimaler Wassergehalt **w_{pr}** [%]	7,4
Wassergehalt [%] (97%) **w** [%]	6,3 / -
Wassergehalt [%] (95%) **w** [%]	- / -

Proctorkurve



TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP1
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	06.02.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr cgr'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Dichtebestimmung

Probennummer	MP1							
Versuchsnummer	MP1	MP1	MP1	MP1	MP1			
Masse der Probe mit Zylinder **$m_1 + m_z$** [g]	16328	16436	16516	16486	16484			
Masse des Zylinders **m_z** [g]	11774	11774	11774	11774	11774			
Masse der Probe **m_1** [g]	4554	4662	4742	4712	4710			
Volumen des Zylinders **V_Z** [cm³]	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1			
Feuchtdichte **ρ** [g/cm³]	2,06	2,11	2,15	2,13	2,13			
Trockendichte **$\rho/(1+w/100) = \rho_d$** [g/cm³]	1,94	1,98	2,00	1,97	1,95			

Wassergehaltsbestimmung

Behälterbezeichnung	D05	D09	D10	D08	D03			
Masse der Schale und Probe **$m_B + m_2$** [g]	351,2	444,9	427,9	454,2	462,6			
Trockenmasse der Schale u. Probe **$m_B + m_d$** [g]	338,8	424,7	408,9	429,6	435,0			
Masse der Schale **m_B** [g]	140,5	127,5	148,2	126,3	146,4			
Masse des Wassers **$m_2 - m_d = m_W$** [g]	12,4	20,2	19,0	24,6	27,6			
Trockenmasse der Probe **m_d** [g]	198,3	297,2	260,7	303,3	288,6			
Wassergehalt [%] **$m_W/m_d = w$** [%]	6,3	6,8	7,3	8,1	9,6			

Korrektur für den Einfluss des Überkornanteils

korrigierter Wassergehalt **$w*(1-ü) + ü*w_ü = w'$** [%]	6,3	6,8	7,3	8,1	9,6			
korrigierte Trockendichte **$\rho_d*(1-ü)+0,9*ü*\rho_{sü} = \rho_d'$** [g/cm³]	1,94	1,98	2,00	1,97	1,95			

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP2
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	10.02.2025	Probenmaterial:	MSa csa mgr fgr si'/cl'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Versuchsparameter

Durchmesser des Zylinders **d_z** [mm]	150,01
Höhe des Zylinders **h_z** [mm]	124,94
Fallgewicht [kg]	4,5
Fallhöhe **h** [mm]	450
Schichtanzahl []	3
Schlagzahl pro Schicht []	22

Bodenparameter

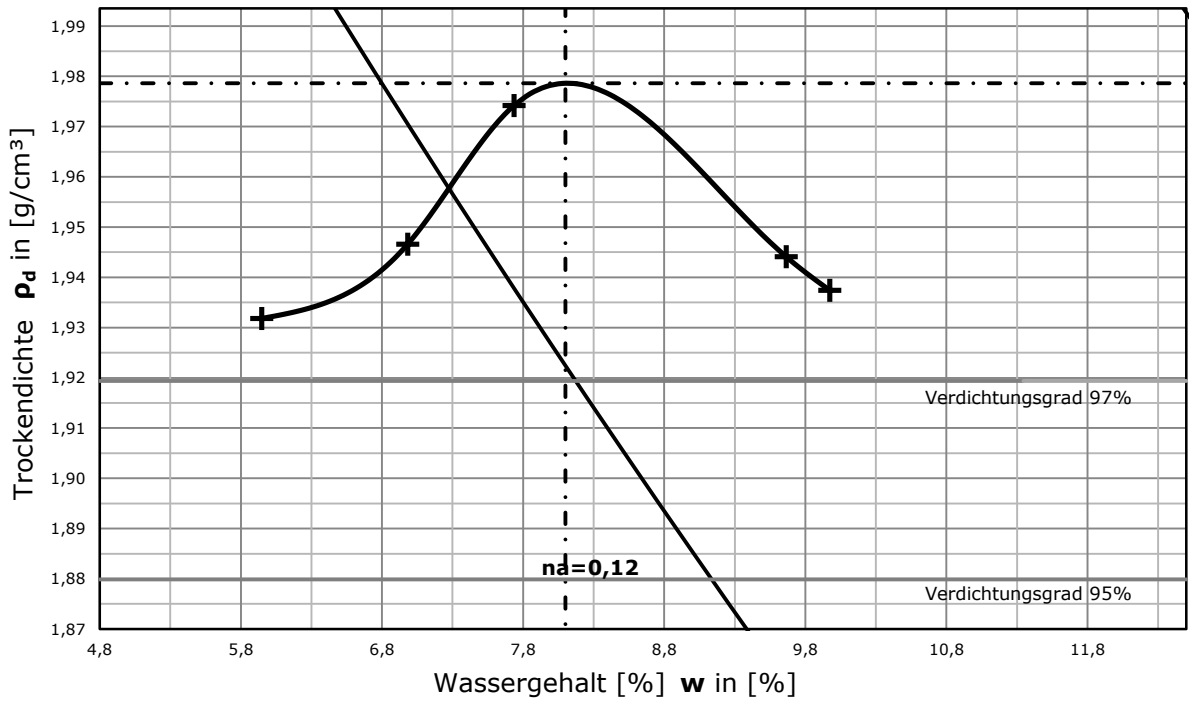
Überkornanteil **ü** []	0,00
Korndichte **ρ_s** [g/cm³]	2,650
Korndichte des Überkorns **$\rho_{sü}$** [g/cm³]	-
Größtkorn [mm]	31,5
zulässiges Größtkorn [mm]	31,5
Wassergehalt Überkorn **$w_ü$** [%]	0,00

Ergebnisse

Proctordichte **ρ_{pr}** [g/cm³]	1,98
Proctordichte (97%) **0,97*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,92
Proctordichte (95%) **0,95*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,88

optimaler Wassergehalt **w_{pr}** [%]	8,1
Wassergehalt [%] (97%) **w** [%]	- / -
Wassergehalt [%] (95%) **w** [%]	- / -

Proctorkurve



TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP2
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	10.02.2025	Probenmaterial:	MSa csa mgr fgr si'/cl'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Dichtebestimmung

Probennummer	MP2							
Versuchsnummer	MP2	MP2	MP2	MP2	MP2			
Masse der Probe mit Zylinder **$m_1 + m_z$** [g]	16285	16364	16462	16473	16470			
Masse des Zylinders **m_z** [g]	11774	11774	11774	11774	11774			
Masse der Probe **m_1** [g]	4511	4590	4688	4699	4696			
Volumen des Zylinders **V_Z** [cm³]	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1			
Feuchtdichte **ρ** [g/cm³]	2,04	2,08	2,12	2,13	2,13			
Trockendichte **$\rho/(1+w/100) = \rho_d$** [g/cm³]	1,93	1,94	1,97	1,94	1,93			

Wassergehaltsbestimmung

Behälterbezeichnung	D09	D08	D10	D05	D03			
Masse der Schale und Probe **$m_B + m_2$** [g]	397,9	469,5	456,5	455,9	498,8			
Trockenmasse der Schale u. Probe **$m_B + m_d$** [g]	382,7	447,1	434,4	428,1	466,8			
Masse der Schale **m_B** [g]	127,5	126,3	148,2	140,5	146,4			
Masse des Wassers **$m_2 - m_d = m_W$** [g]	15,2	22,4	22,1	27,8	32,0			
Trockenmasse der Probe **m_d** [g]	255,2	320,8	286,2	287,6	320,5			
Wassergehalt [%] **$m_W/m_d = w$** [%]	5,9	7,0	7,7	9,7	10,0			

Korrektur für den Einfluss des Überkornanteils

korrigierter Wassergehalt **$w*(1-ü) + ü*w_ü = w'$** [%]	5,9	7,0	7,7	9,7	10,0			
korrigierte Trockendichte **$\rho_d*(1-ü)+0,9*ü*\rho_{sü} = \rho_d'$** [g/cm³]	1,93	1,94	1,97	1,94	1,93			

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP3
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	12.02.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Versuchsparameter

Durchmesser des Zylinders **d_z** [mm]	150,01
Höhe des Zylinders **h_z** [mm]	124,94
Fallgewicht [kg]	4,5
Fallhöhe **h** [mm]	450
Schichtanzahl []	3
Schlagzahl pro Schicht []	22

Bodenparameter

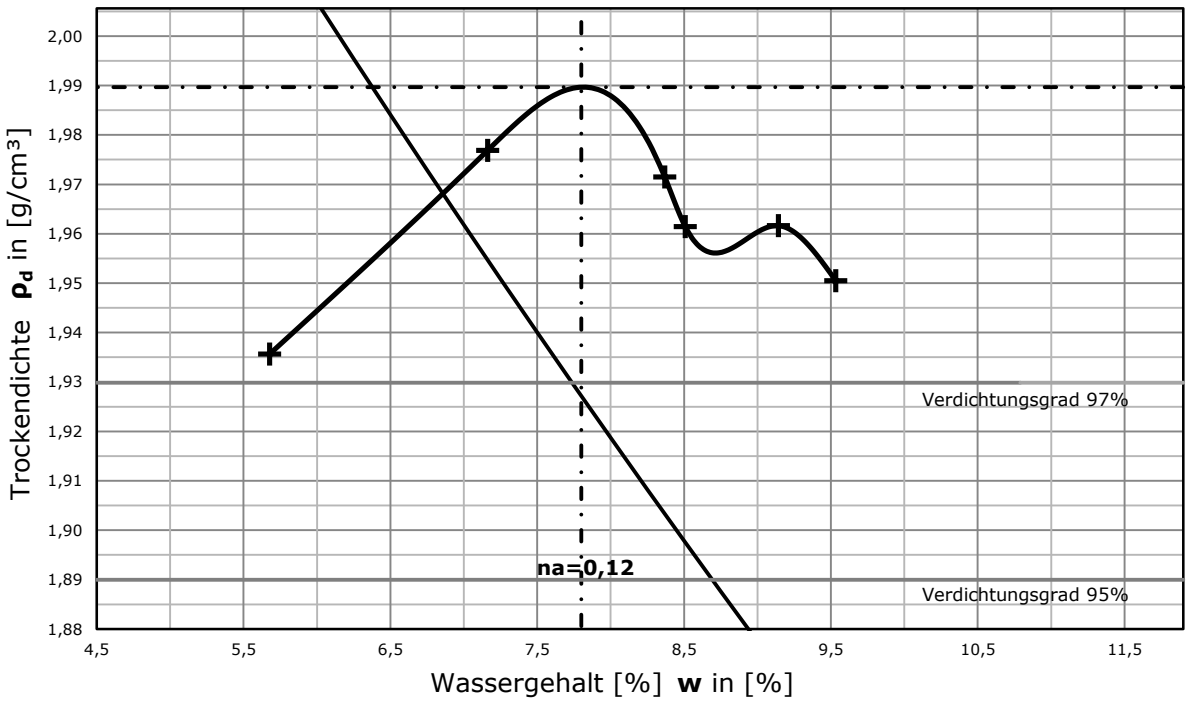
Überkornanteil **ü** []	0,00
Korndichte **ρ_s** [g/cm³]	2,650
Korndichte des Überkorns **$\rho_{sü}$** [g/cm³]	-
Größtkorn [mm]	31,5
zulässiges Größtkorn [mm]	31,5
Wassergehalt Überkorn **$w_ü$** [%]	0,00

Ergebnisse

Proctordichte **ρ_{pr}** [g/cm³]	1,99
Proctordichte (97%) **0,97*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,93
Proctordichte (95%) **0,95*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,89

optimaler Wassergehalt **w_{pr}** [%]	7,8
Wassergehalt [%] (97%) **w** [%]	- / -
Wassergehalt [%] (95%) **w** [%]	- / -

Proctorkurve



TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP3
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	12.02.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Dichtebestimmung

Probennummer	MP3							
Versuchsnummer	MP3	MP3	MP3	MP3	MP3	MP3		
Masse der Probe mit Zylinder **$m_1 + m_z$** [g]	16301	16462	16502	16484	16512	16502		
Masse des Zylinders **m_z** [g]	11774	11774	11774	11774	11774	11774		
Masse der Probe **m_1** [g]	4527	4688	4728	4710	4738	4728		
Volumen des Zylinders **V_Z** [cm³]	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1		
Feuchtdichte **ρ** [g/cm³]	2,05	2,12	2,14	2,13	2,15	2,14		
Trockendichte **$\rho/(1+w/100) = \rho_d$** [g/cm³]	1,94	1,98	1,98	1,97	1,97	1,95		

Wassergehaltsbestimmung

Behälterbezeichnung	D09	D05	D08	D10	D02	D03		
Masse der Schale und Probe **$m_B + m_2$** [g]	362,0	411,3	429,3	446,6	452,8	480,7		
Trockenmasse der Schale u. Probe **$m_B + m_d$** [g]	349,4	393,2	405,9	423,2	425,5	451,6		
Masse der Schale **m_B** [g]	127,5	140,5	126,3	148,2	126,9	146,4		
Masse des Wassers **$m_2 - m_d = m_W$** [g]	12,6	18,1	23,4	23,4	27,3	29,1		
Trockenmasse der Probe **m_d** [g]	221,9	252,7	279,6	275,0	298,6	305,2		
Wassergehalt [%] **$m_W/m_d = w$** [%]	5,7	7,2	8,4	8,5	9,1	9,5		

Korrektur für den Einfluss des Überkornanteils

korrigierter Wassergehalt **$w*(1-ü) + ü*w_ü = w'$** [%]	5,7	7,2	8,4	8,5	9,1	9,5		
korrigierte Trockendichte **$\rho_d*(1-ü)+0,9*ü*\rho_{sü} = \rho_d'$** [g/cm³]	1,94	1,98	1,98	1,97	1,97	1,95		

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP4
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	17.02.2024	Probenmaterial:	MGr csa msa fgr cgr'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Versuchsparameter

Durchmesser des Zylinders **d_z** [mm]	150,01
Höhe des Zylinders **h_z** [mm]	124,94
Fallgewicht [kg]	0,0
Fallhöhe **h** [mm]	0
Schichtanzahl []	3
Schlagzahl pro Schicht []	22

Bodenparameter

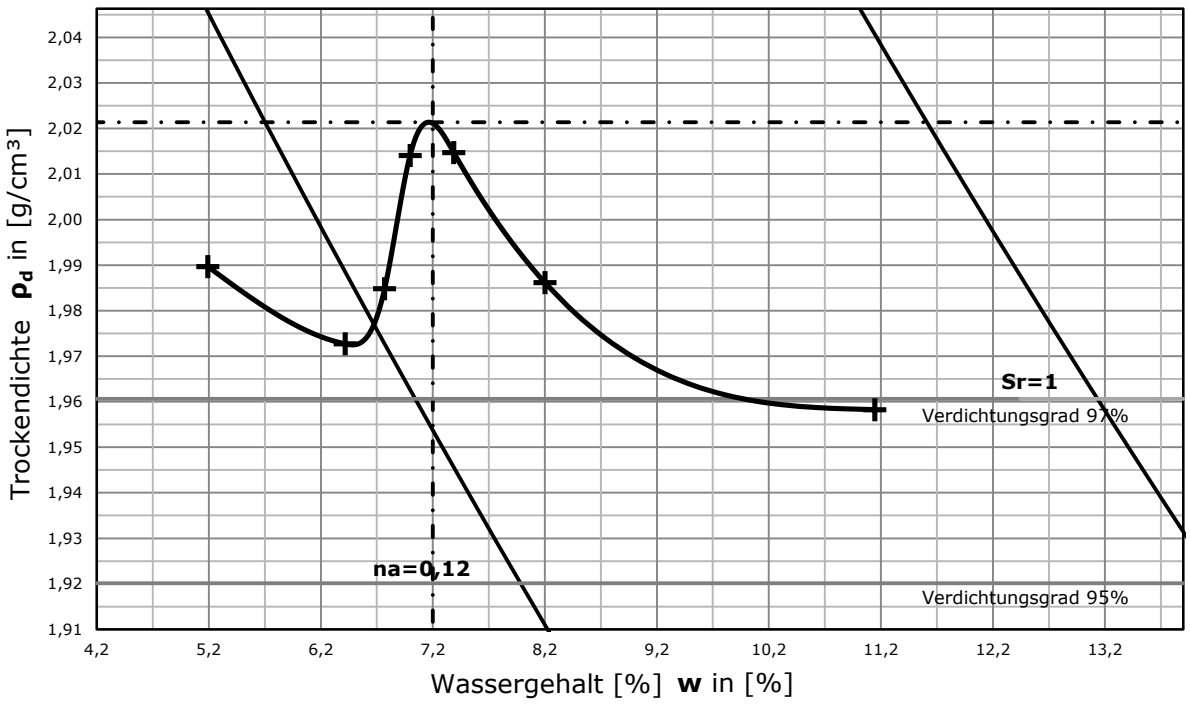
Überkornanteil **ü** []	0,00
Korndichte **ρ_s** [g/cm³]	2,650
Korndichte des Überkorns **$\rho_{sü}$** [g/cm³]	-
Größtkorn [mm]	-
zulässiges Größtkorn [mm]	31,5
Wassergehalt Überkorn **$w_ü$** [%]	0,00

Ergebnisse

Proctordichte **ρ_{pr}** [g/cm³]	2,03
Proctordichte (97%) **0,97*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,96
Proctordichte (95%) **0,95*ρ_{pr}** [g/cm³]	1,92

optimaler Wassergehalt **w_{pr}** [%]	7,2
Wassergehalt [%] (97%) **w** [%]	- / 10
Wassergehalt [%] (95%) **w** [%]	- / -

Proctorkurve



TU Dresden
Institut für Geotechnik
George-Bähr-Straße 1a
01069 Dresden

Bestimmung der Proctordichte

DIN 18127 - P 150 X

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP4
Projekt:	Laborversuche Bergkies	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE Power AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	17.02.2024	Probenmaterial:	MGr csa msa fgr cgr'
Bearbeiter:	F. Emmrich	Probenart:	gestört

Dichtebestimmung

Probennummer	MP4							
Versuchsnummer	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	
Masse der Probe mit Zylinder **$m_1 + m_z$** [g]	16404	16417	16462	16540	16560	16527	16588	
Masse des Zylinders **m_z** [g]	11774	11773	11774	11773	11774	11773	11773	
Masse der Probe **m_1** [g]	4630	4644	4688	4767	4786	4754	4815	
Volumen des Zylinders **V_Z** [cm³]	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	2208,1	
Feuchtdichte **ρ** [g/cm³]	2,10	2,10	2,12	2,16	2,17	2,15	2,18	
Trockendichte **$\rho/(1+w/100) = \rho_d$** [g/cm³]	1,99	1,98	1,99	2,02	2,02	1,99	1,96	

Wassergehaltsbestimmung

Behälterbezeichnung	D03	D27	D10	D24	D08	D23	D03	
Masse der Schale und Probe **$m_B + m_2$** [g]	394,7	281,4	412,8	333,1	429,5	324,7	478,5	
Trockenmasse der Schale u. Probe **$m_B + m_d$** [g]	382,2	269,2	396,0	316,5	408,7	305,6	445,2	
Masse der Schale **m_B** [g]	140,4	78,9	148,2	78,6	126,4	73,1	146,4	
Masse des Wassers **$m_2 - m_d = m_W$** [g]	12,6	12,2	16,8	16,6	20,9	19,1	33,3	
Trockenmasse der Probe **m_d** [g]	241,8	190,3	247,9	237,8	282,3	232,5	298,8	
Wassergehalt [%] **$m_W/m_d = w$** [%]	5,2	6,4	6,8	7,0	7,4	8,2	11,1	

Korrektur für den Einfluss des Überkornanteils

korrigierter Wassergehalt **$w*(1-ü) + ü*w_ü = w'$** [%]	5,2	6,4	6,8	7,0	7,4	8,2	11,1	
korrigierte Trockendichte **$\rho_d*(1-ü)+0,9*ü*\rho_{sü} = \rho_d'$** [g/cm³]	1,99	1,98	1,99	2,02	2,02	1,99	1,96	

Bemerkungen

Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16;
Korndichte mit 2,65 g/cm³ angenommen

B.6 Rahmenscherversuche

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Scherversuch nach DIN EN ISO 17892-10 (04.2019)

Rahmenscherversuch (T51002)

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP1_RSV_1
Projekt:	BV Einlasstrasse	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE POWER AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	16.02.2024	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr cgr'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Versuchsboden

Klassifikation (DIN 18196): GI Bodenfarbe: braun Bodenart (DIN EN ISO 14688-1): MGr msa csa fgr cgr'

ρ_s: 2,650 g/cm^3 ♦ $\rho_{d,min}$ = 1,579 g/cm^3 $\rho_{d,max}$ = 1,877 g/cm^3

Gerät

Gerätenummer: V0043 Gerätehersteller: Wille

Aufzeichnungssoftware: GEODESC (Version: 2.0.22)

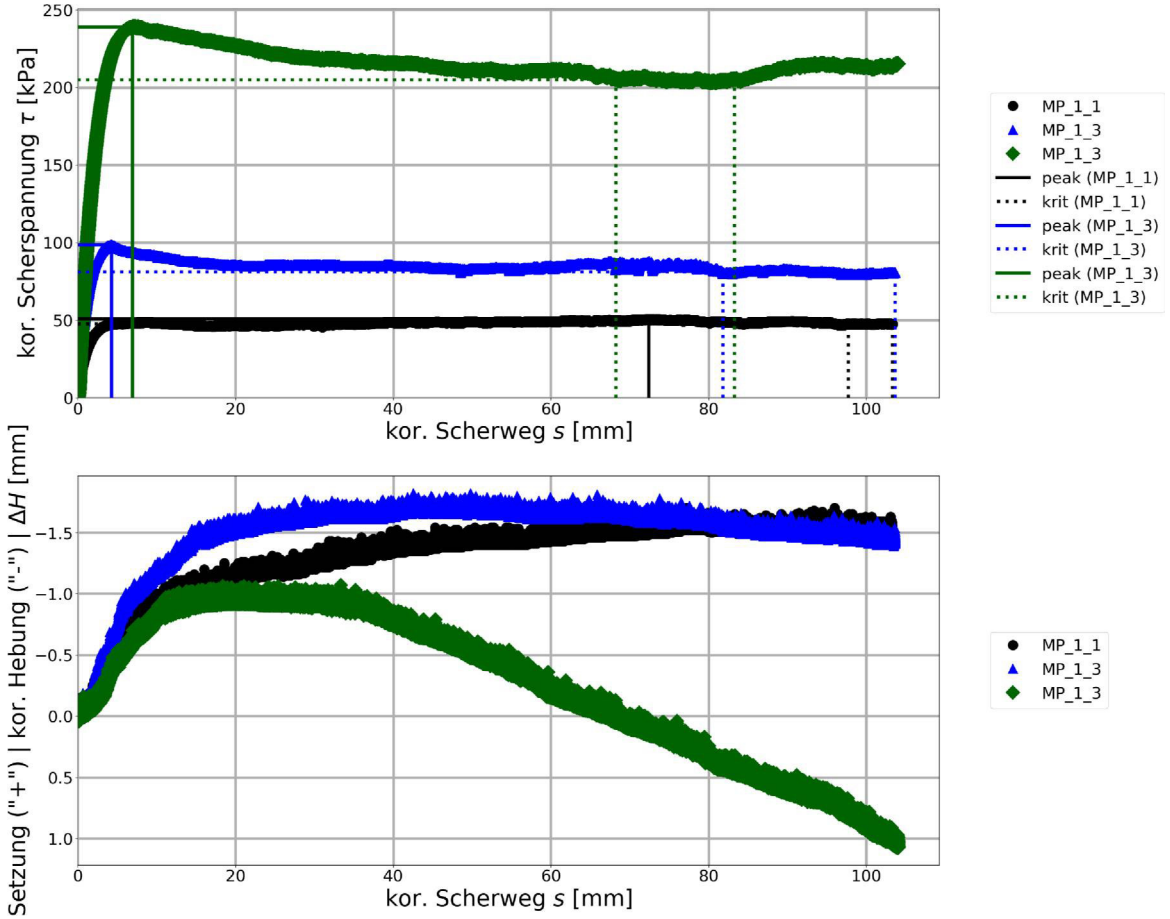
weitere Gerätespezifikationen:

- oberer Scherrahmen vertikal frei beweglich
- Belastungskissen geführt (horizontal unverschieblich, nicht verdrehbar)
- Scherfläche: 300 x 300 = 9 000 mm^2 (quadratisch)

Einbau

Proben-nummer	Einbauzustand									
	l	A	h	m_f	ρ_f	w	ρ_d	S_r	e	I_D
	[mm]	[mm^2]	[mm]	[g]	[g/cm^3]	[%]	[g/cm^3]	[%]	[-]	[-]
MP_1_1	300,00	90000,0	166,00	30600,00	2,05	6,4	1,92	45,1	0,38	1,13
MP_1_3	300,00	90000,0	157,87	30032,00	2,11	7,0	1,98	54,3	0,34	1,26
MP_1_3	300,00	90000,0	158,52	29590,00	2,07	6,6	1,95	48,3	0,36	1,19

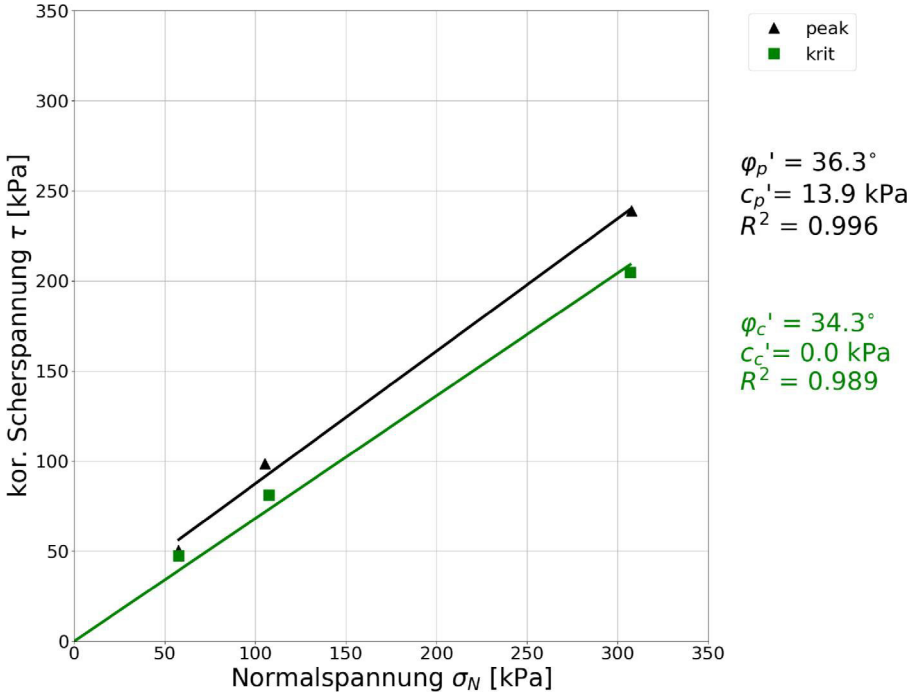
Scherverhalten



Ausbau

Proben-nummer	Ausbauzustand		
	m_f	w	I_D
	[g]	[%]	[-]
MP_1_1	31988,82	11,3	n.a.
MP_1_3	31460,63	12,1	n.a.
MP_1_3	30955,69	11,5	n.a.

Bestimmung der effektiven Scherparameter



Proben-nummer	v	h_s	Peakzustand		krit. Zustand	
			σ_N	τ	σ_N	τ
	[mm/min]	[mm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
MP_1_1	0,020	0,0	57,8	50,7	57,7	47,5
MP_1_3	0,020	0,0	105,5	98,6	107,6	81,1
MP_1_3	0,020	0,0	307,8	239,0	306,9	204,8

Bemerkung

- Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16
- Korndichte mit 2,65 g/cm^3 angenommen
- Masse des oberen Scherrahmens aufgrund Dilatanzverhalten in Auswertung berücksichtigt (+8 kPa)
- Versuche mit erdfeuchtem Material ausgeführt
- Einbau mit Proctorhammer (Fallhöhe 40cm bei 4,5 kg Masse) in 3 Schichten mit ca. 20 bis 40 Schlägen
- Ausbaukennwerte vom Einbau übernommen

Symbole, Formelzeichen und Formeln

♦...Wert angenommen
$\rho_{d,max}$...max. Lagerung
h...Probenhöhe
w...Wassergehalt
e...Porenzahl $\left[=\frac{\rho_s}{\rho_d}-1\right]$
ΔH...Normalweg
φ_c'...eff. krit. Reibungswinkel
h_s...Scherspalt zu Beginn der Scherung
ρ_s...Korndichte
l...Probenseitenlänge
m_f...Einbaumasse feucht
ρ_d...Trockendichte $\left[=\frac{\rho_f}{(1+w)}\right]$
I_D...bezogene Lagerungsdichte $\left[=\frac{\rho_{d,max}\cdot(\rho_d-\rho_{d,min})}{\rho_d\cdot(\rho_{d,max}-\rho_{d,min}}\right]$
φ_p'...eff. Peakreibungswinkel
c_c'...eff. Kohäsion (krit. Zustand)
σ_N...Normalspannung
$\rho_{d,min}$...min. Lagerung
A...Probenfläche $\left[=l^2\right]$
ρ_f...Feuchtdichte $\left[=\frac{m_f}{(h\cdot A)}\right]$
S_r...Sättigungsgrad $\left[=\frac{w\cdot\rho_s\cdot\rho_d}{1{,}0\cdot(\rho_s-\rho_d)}\right]$
s...Scherweg
c_p'...eff. Kohäsion (Peakzustand)
v...Schergeschwindigkeit
τ...Scherspannung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Scherversuch nach DIN EN ISO 17892-10 (04.2019)

Rahmenscherversuch (T51002)

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP2_RSV_1
Projekt:	BV Einlasstrasse	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE POWER AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	16.02.2024	Probenmaterial:	MSa csa mgr fgr si'/cl'
Bearbeiter:	S. Müller	Probenart:	gestört

Versuchsboden

Klassifikation (DIN 18196): ST/SU
ρ_s: 2,650 g/cm^3 ♦

Bodenfarbe: braun
$\rho_{d,min}$ = 1,559 g/cm^3

Bodenart (DIN EN ISO 14688-1): MSa csa mgr fgr si'/cl'
$\rho_{d,max}$ = 1,861 g/cm^3

Gerät

Gerätenummer: V0043
Gerätehersteller: Wille
Aufzeichnungssoftware: GEODESC (Version: 2.0.22)

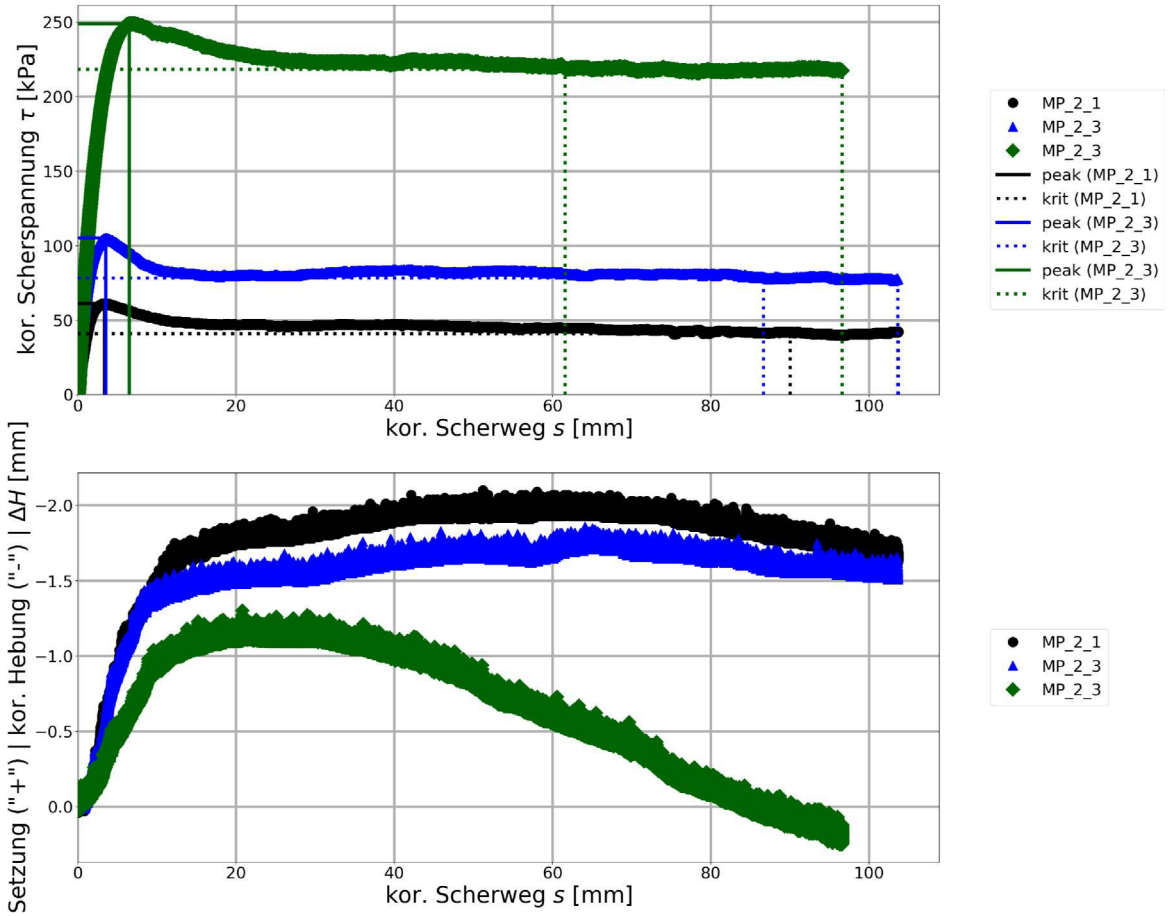
weitere Gerätespezifikationen:

- oberer Scherrahmen vertikal frei beweglich
- Belastungskissen geführt (horizontal unverschieblich, nicht verdrehbar)
- Scherfläche: 300 x 300 = 9 000 mm^2 (quadratisch)

Einbau

Proben-nummer	Einbauzustand									
	l	A	h	m_f	ρ_f	w	ρ_d	S_r	e	I_D
	[mm]	[mm^2]	[mm]	[g]	[g/cm^3]	[%]	[g/cm^3]	[%]	[-]	[-]
MP_2_1	300,00	90000,0	159,90	29828,00	2,07	7,2	1,93	51,3	0,37	1,20
MP_2_3	300,00	90000,0	160,52	29834,00	2,07	7,2	1,93	51,0	0,38	1,17
MP_2_3	300,00	90000,0	156,25	29832,00	2,12	7,9	1,97	60,3	0,35	1,27

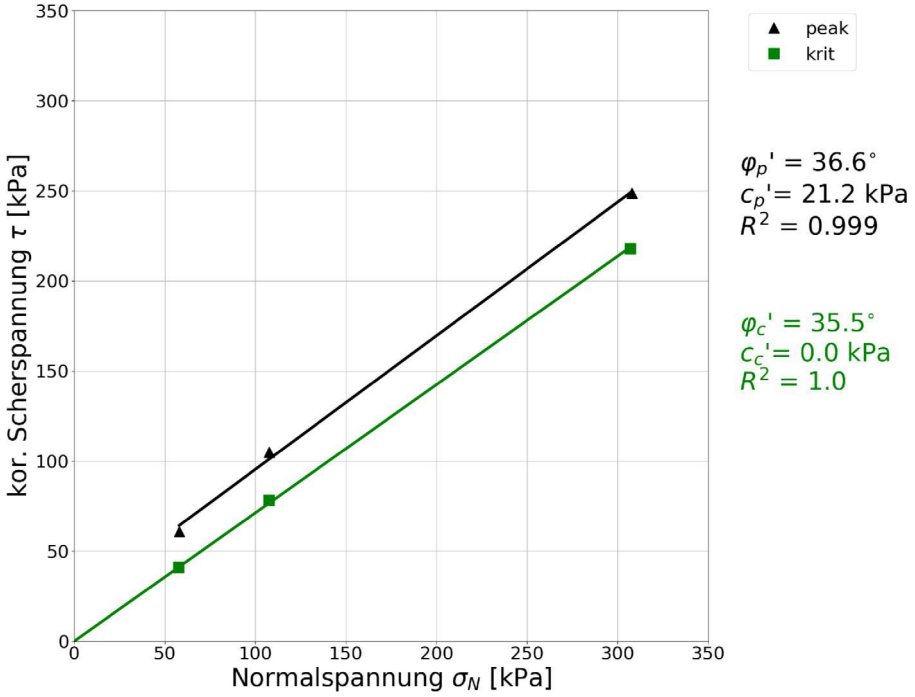
Scherverhalten



Ausbau

Proben-nummer	Ausbauzustand		
	m_f	w	I_D
	[g]	[%]	[-]
MP_2_1	31127,90	11,8	n.a.
MP_2_3	31138,87	11,9	n.a.
MP_2_3	30155,42	9,1	n.a.

Bestimmung der effektiven Scherparameter



Proben-nummer	v	h_s	Peakzustand		krit. Zustand	
			σ_N	τ	σ_N	τ
	[mm/min]	[mm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
MP_2_1	0,020	0,0	58,0	61,1	57,8	41,0
MP_2_3	0,020	0,0	107,8	105,1	107,6	78,2
MP_2_3	0,020	0,0	307,8	248,8	306,9	218,1

Bemerkung

- Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16
- Korndichte mit 2,65 g/cm^3 angenommen
- Masse des oberen Scherrahmens aufgrund Dilatanzverhalten in Auswertung berücksichtigt (+8 kPa)
- Versuche mit erdfeuchtem Material ausgeführt
- Einbau mit Proctorhammer (Fallhöhe 40cm bei 4,5 kg Masse) in 3 Schichten mit ca. 20 bis 40 Schlägen
- Ausbaukennwerte vom Einbau übernommen

Symbole, Formelzeichen und Formeln

♦...Wert angenommen
$\rho_{d,max}$...max. Lagerung
h...Probenhöhe
w...Wassergehalt
e...Porenzahl $\left[= \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1\right]$
ΔH...Normalweg
φ_c'...eff. krit. Reibungswinkel
h_s...Scherspalt zu Beginn der Scherung
ρ_s...Korndichte
l...Probenseitenlänge
m_f...Einbaumasse feucht
ρ_d...Trockendichte $\left[= \frac{\rho_f}{(1+w)}\right]$
I_D...bezogene Lagerungsdichte $\left[= \frac{\rho_{d,max} \cdot (\rho_d - \rho_{d,min})}{\rho_d \cdot (\rho_{d,max} - \rho_{d,min}}\right]$
φ_p'...eff. Peakreibungswinkel
c_c'...eff. Kohäsion (krit. Zustand)
σ_N...Normalspannung
$\rho_{d,min}$...min. Lagerung
A...Probenfläche $\left[= l^2\right]$
ρ_f...Feuchtdichte $\left[= \frac{m_f}{(h \cdot A)}\right]$
S_r...Sättigungsgrad $\left[= \frac{w \cdot \rho_s \cdot \rho_d}{1{,}0 \cdot (\rho_s - \rho_d)}\right]$
s...Scherweg
c_p'...eff. Kohäsion (Peakzustand)
v...Schergeschwindigkeit
τ...Scherspannung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Scherversuch nach DIN EN ISO 17892-10 (04.2019)

Rahmenscherversuch (T51002)

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP3_RSV_1
Projekt:	BV Einlasstrasse	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE POWER AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	11./22./29.04.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	S. Müller, S. Gesellmann	Probenart:	gestört

Versuchsboden

Klassifikation (DIN 18196): GI Bodenfarbe: braun Bodenart (DIN EN ISO 14688-1): MGr msa csa fgr

ρ_s: 2,650 g/cm^3♦ $\rho_{d,min}$ = 1,605 g/cm^3 $\rho_{d,max}$ = 1,888 g/cm^3

Gerät

Gerätenummer: V0043 Gerätehersteller: Wille

Aufzeichnungssoftware: GEODESC (Version: 2.0.22)

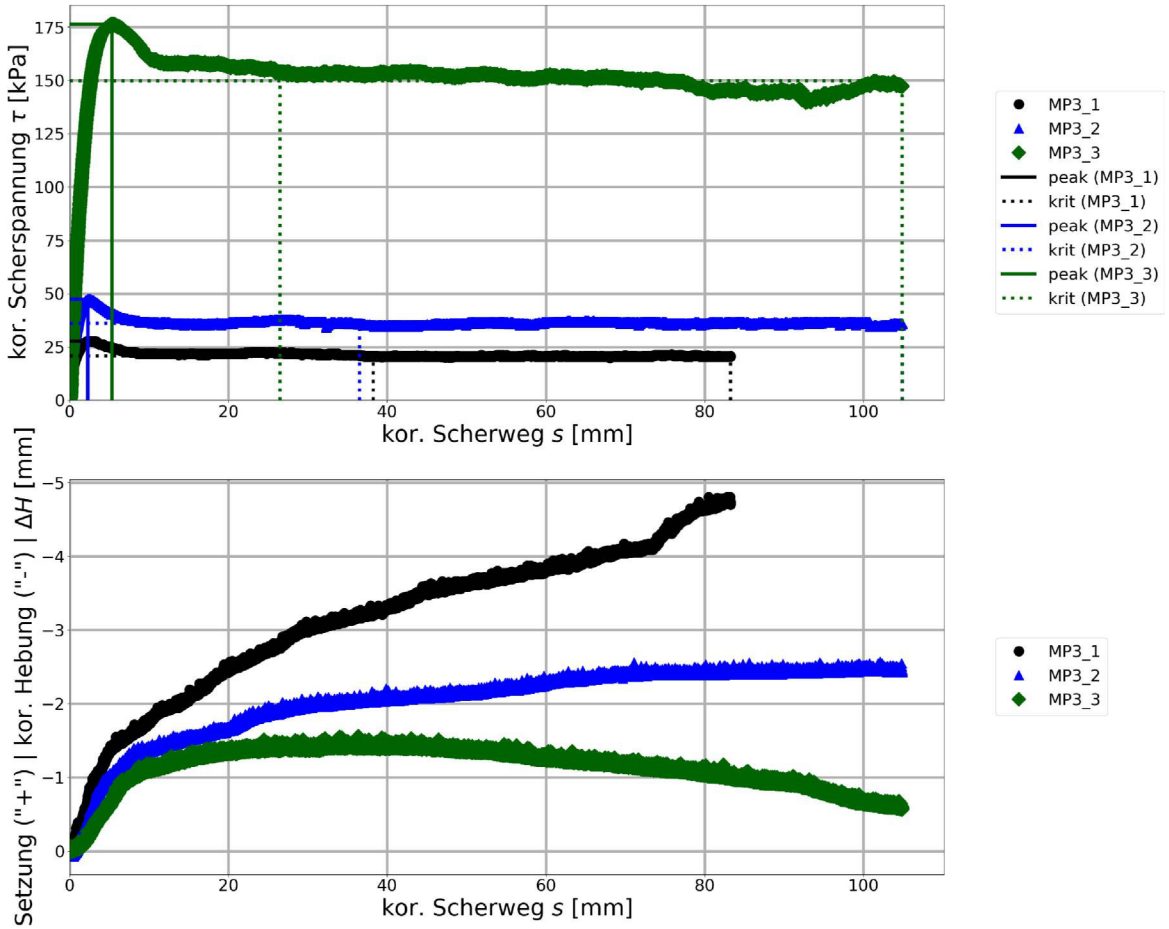
weitere Gerätespezifikationen:

- oberer Scherrahmen vertikal frei beweglich
- Belastungskissen geführt (horizontal unverschieblich, nicht verdrehbar)
- Scherfläche: 300 x 300 = 9 000 mm^2 (quadratisch)

Einbau

Proben-nummer	Einbauzustand									
	l	A	h	m_f	ρ_f	w	ρ_d	S_r	e	I_D
	[mm]	[mm^2]	[mm]	[g]	[g/cm^3]	[%]	[g/cm^3]	[%]	[-]	[-]
MP3_1	300,00	90000,0	158,52	29852,00	2,09	6,7	1,96	50,6	0,35	1,21
MP3_2	300,00	90000,0	159,01	29856,00	2,09	6,3	1,96	47,6	0,35	1,22
MP3_3	300,00	90000,0	159,15	29862,00	2,08	6,5	1,96	48,5	0,35	1,20

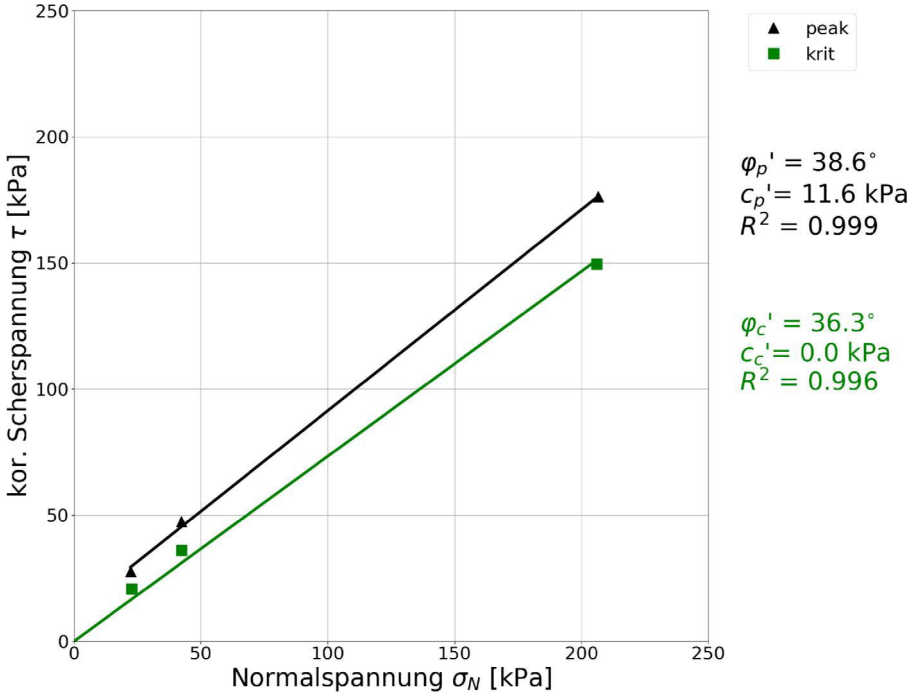
Scherverhalten



Ausbau

Proben-nummer	Ausbauzustand		
	m_f	w	I_D
	[g]	[%]	[-]
MP3_1	29852,00	12,1	n,a,
MP3_2	29856,00	12,8	n,a,
MP3_3	29862,00	12,0	n,a,

Bestimmung der effektiven Scherparameter



Proben-nummer	v	h_s	Peakzustand		krit. Zustand	
			σ_N	τ	σ_N	τ
	[mm/min]	[mm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
MP3_1	0,020	0,0	22,3	27,7	22,7	20,7
MP3_2	0,020	0,0	42,4	47,4	42,4	36,1
MP3_3	0,020	0,0	206,8	176,3	206,1	149,7

Bemerkung

- Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16
- Korndichte mit 2,65 g/cm^3 angenommen
- Masse des oberen Scherrahmens aufgrund Dilatanzverhalten in Auswertung berücksichtigt (+8 kPa)
- Versuche mit erdfeuchtem Material ausgeführt
- Einbau mit Proctorhammer (Fallhöhe 40cm bei 4,5 kg Masse) in 3 Schichten mit ca. 20 bis 40 Schlägen
- Ausbaukennwerte vom Einbau übernommen

Symbole, Formelzeichen und Formeln

♦...Wert angenommen
$\rho_{d,max}$...max. Lagerung
h...Probenhöhe
w...Wassergehalt
e...Porenzahl $\left[=\frac{\rho_s}{\rho_d}-1\right]$
ΔH...Normalweg
φ_c'...eff. krit. Reibungswinkel
h_s...Scherspalt zu Beginn der Scherung
ρ_s...Korndichte
l...Probenseitenlänge
m_f...Einbaumasse feucht
ρ_d...Trockendichte $\left[=\frac{\rho_f}{(1+w)}\right]$
I_D...bezogene Lagerungsdichte $\left[=\frac{\rho_{d,max}\cdot(\rho_d-\rho_{d,min})}{\rho_d\cdot(\rho_{d,max}-\rho_{d,min}}\right]$
φ_p'...eff. Peakreibungswinkel
c_c'...eff. Kohäsion (krit. Zustand)
σ_N...Normalspannung
$\rho_{d,min}$...min. Lagerung
A...Probenfläche $\left[=l^2\right]$
ρ_f...Feuchtdichte $\left[=\frac{m_f}{(h\cdot A)}\right]$
S_r...Sättigungsgrad $\left[=\frac{w\cdot\rho_s\cdot\rho_d}{1{,}0\cdot(\rho_s-\rho_d)}\right]$
s...Scherweg
c_p'...eff. Kohäsion (Peakzustand)
v...Schergeschwindigkeit
τ...Scherspannung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Scherversuch nach DIN EN ISO 17892-10 (04.2019)

Rahmenscherversuch (T51002)

Auftragsnummer:	2025_01	Probennummer:	2025_01_MP4_RSV_1
Projekt:	BV Einlasstrasse	Entnahmestelle:	TGB Hambach I402
Auftraggeber:	RWE POWER AG	Entnahmedatum:	28.11.2024
Datum:	09./20./30.05.2025	Probenmaterial:	MGr msa csa fgr
Bearbeiter:	S. Müller, S. Gesellmann	Probenart:	gestört

Versuchsboden

Klassifikation (DIN 18196): GI Bodenfarbe: braun Bodenart (DIN EN ISO 14688-1): MGr csa msa fgr cgr'

ρ_s: 2,650 g/cm^3 ♦ $\rho_{d,min}$ = 1,587 g/cm^3 $\rho_{d,max}$ = 1,893 g/cm^3

Gerät

Gerätenummer: V0043 Gerätehersteller: Wille

Aufzeichnungssoftware: GEODESC (Version: 2.0.22)

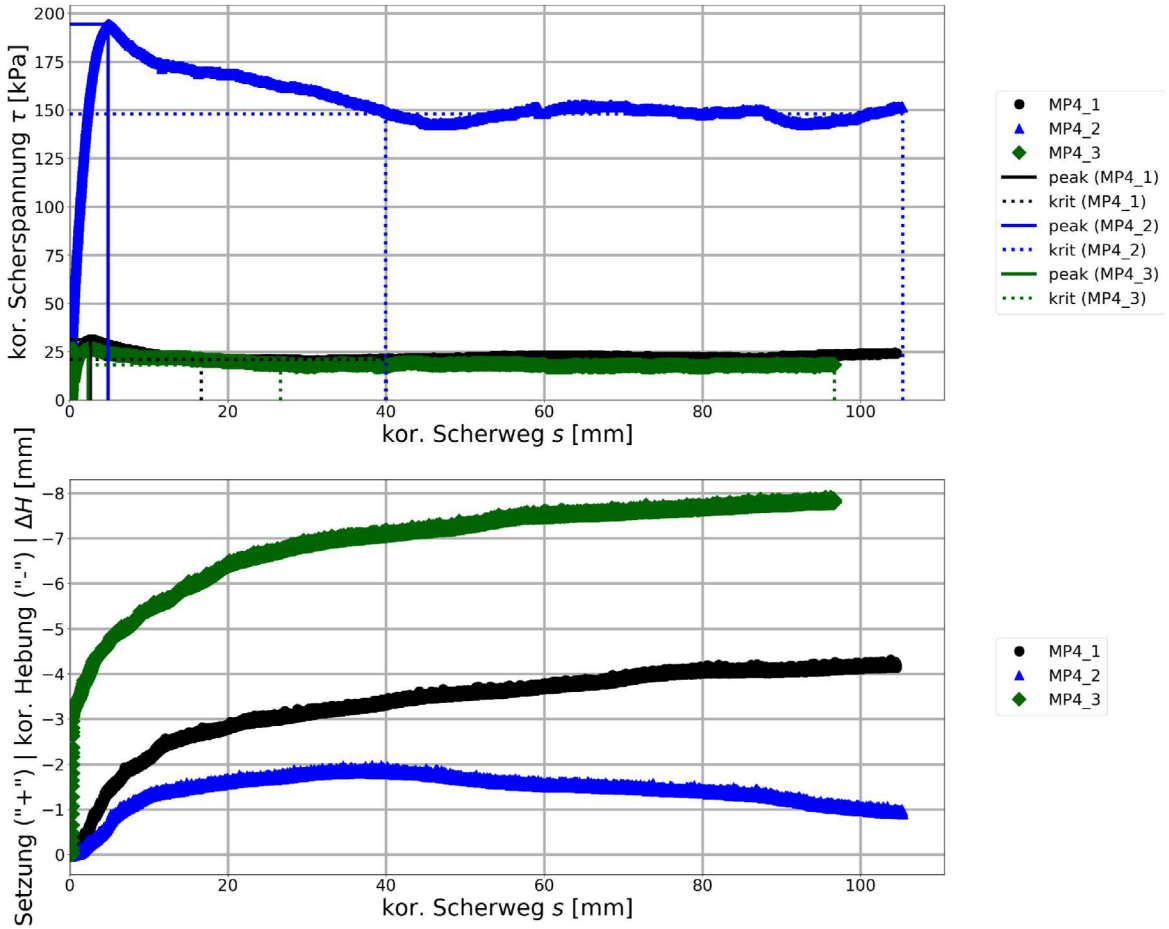
weitere Gerätespezifikationen:

- oberer Scherrahmen vertikal frei beweglich
- Belastungskissen geführt (horizontal unverschieblich, nicht verdrehbar)
- Scherfläche: 300 x 300 = 9 000 mm^2 (quadratisch)

Einbau

Proben-nummer	Einbauzustand									
	l	A	h	m_f	ρ_f	w	ρ_d	S_r	e	I_D
	[mm]	[mm^2]	[mm]	[g]	[g/cm^3]	[%]	[g/cm^3]	[%]	[-]	[-]
MP4_1	300,00	90000,0	159,91	30550,00	2,12	7,1	1,98	55,7	0,34	1,23
MP4_2	300,00	90000,0	160,06	30560,00	2,12	6,4	1,99	51,7	0,33	1,26
MP4_3	300,00	90000,0	160,14	30554,00	2,12	6,6	1,99	52,4	0,33	1,25

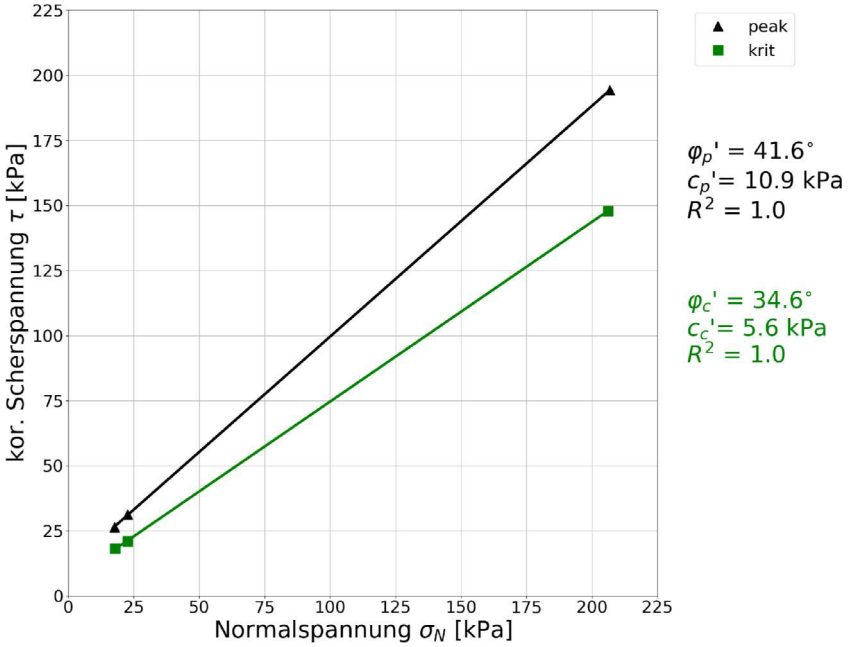
Scherverhalten



Ausbau

Proben-nummer	Ausbauzustand		
	m_f	w	I_D
	[g]	[%]	[-]
MP4_1	30550,00	10,6	n,a,
MP4_2	30560,00	11,0	n,a,
MP4_3	30554,00	12,3	n,a,

Bestimmung der effektiven Scherparameter



Proben-nummer	v	h_s	Peakzustand		krit. Zustand	
			σ_N	τ	σ_N	τ
	[mm/min]	[mm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
MP4_1	0,020	0,0	22,7	31,4	22,7	21,0
MP4_2	0,020	0,0	206,9	194,3	206,1	147,9
MP4_3	0,020	0,0	17,8	26,4	17,8	18,2

Bemerkung

- Materialbezeichnung bei RWE: Horizont 16
- Korndichte mit 2,65 g/cm^3 angenommen
- Masse des oberen Scherrahmens aufgrund Dilatanzverhalten in Auswertung berücksichtigt (+8 kPa)
- Versuche mit erdfeuchtem Material ausgeführt
- Einbau mit Proctorhammer (Fallhöhe 40cm bei 4,5 kg Masse) in 3 Schichten mit ca. 20 bis 40 Schlägen
- Ausbaukennwerte vom Einbau übernommen
- Während des Versuchs MP_3 hat Belastungseinheit der Vertikalspannung Schaden genommen. Zu Beginn der Scherung war die Normalspannung noch bei den eingestellten 666 kPa. Danach fiel die Normalspannung auf ca. 18 kPa ab. Aus diesen Vorgang resultiert der Sprung am Anfang im Scherweg-Setzungs-Diagramm. Im Scherweg-Scherspannungs-Diagramm ist ein Absinken der Scherspannung zu beobachten. Danach ist die Normalspannung im Gerät konstant mit ungefähr 18 kPa.

Symbole, Formelzeichen und Formeln

♦...Wert angenommen
$\rho_{d,max}$...max. Lagerung
h...Probenhöhe
w...Wassergehalt
e...Porenzahl $\left[= \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1\right]$
ΔH...Normalweg
φ_c'...eff. krit. Reibungswinkel
h_s...Scherspalt zu Beginn der Scherung
ρ_s...Korndichte
l...Probenseitenlänge
m_f...Einbaumasse feucht
ρ_d...Trockendichte $\left[= \frac{\rho_f}{(1+w)}\right]$
I_D...bezogene Lagerungsdichte $\left[= \frac{\rho_{d,max} \cdot (\rho_d - \rho_{d,min})}{\rho_d \cdot (\rho_{d,max} - \rho_{d,min}}\right]$
φ_p'...eff. Peakreibungswinkel
c_c'...eff. Kohäsion (krit. Zustand)
σ_N...Normalspannung
$\rho_{d,min}$...min. Lagerung
A...Probenfläche $\left[= l^2\right]$
ρ_f...Feuchtdichte $\left[= \frac{m_f}{(h \cdot A)}\right]$
S_r...Sättigungsgrad $\left[= \frac{w \cdot \rho_s \cdot \rho_d}{1{,}0 \cdot (\rho_s - \rho_d)}\right]$
s...Scherweg
c_p'...eff. Kohäsion (Peakzustand)
v...Schergeschwindigkeit
τ...Scherspannung

Datum: 25.06.2025
Prüfberichtsnummer: 2025005484-001-V1

RWE Power Hauptlabor, Goldenbergstraße 2, 50354 Hürth

RWE Power AG
Herr Andreas Jansen
Stüttgenweg 2
50935 Köln

Prüfbericht

Probenmaterial:	Bodenprobe
Probenahmestelle:	Horizont 8, Tgb. Hambach
Probenehmer:	RWE Power AG
Probenahmedatum:	26.05.2025
Eingangsdatum:	28.05.2025 12:53
Probennummer:	2025005484-001
Kunden-Probenbezeichnung:	Probe 1 (2023097)
Verantwortliches Labor:	HL Kohle
Prüfzeitraum:	28.05.2025 - 25.06.2025

Analyt	Wert	BG	Einheit	Methode	Bemerkung
Externe Probenbezeichnung	777-2025-00175620			Dienstleistung	FA

Bemerkungen zum Prüfgegenstand:
Der in Klammern angegebene Wert ist die erweiterte Messunsicherheit u mit dem Erweiterungsfaktor k = 2.
FA Fremdvergabe an akkreditiertes Labor, nicht akkreditiert

Alle Prüfergebnisse gelten für die Probe wie erhalten. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Ohne schriftliche Genehmigung darf dieser Bericht auszugsweise nicht vervielfältigt werden.

Der Bericht wurde maschinell erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

i.V. Dr. Jens Steidtner (Techn. Leitung)

i. A. Sabrina Wolfram (Laborleitung Kohle)

Datum: 25.06.2025
Prüfberichtsnummer: 2025005484-002-V1

RWE Power Hauptlabor, Goldenbergstraße 2, 50354 Hürth

RWE Power AG
Herr Andreas Jansen
Stüttgenweg 2
50935 Köln

Prüfbericht

Probenmaterial:	Bodenprobe
Probenahmestelle:	Horizont 10, Tgb. Hambach
Probenehmer:	RWE Power AG
Probenahmedatum:	26.05.2025
Eingangsdatum:	28.05.2025 12:53
Probennummer:	2025005484-002
Kunden-Probenbezeichnung:	Probe 2 (2023097)
Verantwortliches Labor:	HL Kohle
Prüfzeitraum:	28.05.2025 - 25.06.2025

Analyt	Wert	BG	Einheit	Methode	Bemerkung
Externe Probenbezeichnung	777-2025-00175621			Dienstleistung	FA

Bemerkungen zum Prüfgegenstand:
Der in Klammern angegebene Wert ist die erweiterte Messunsicherheit u mit dem Erweiterungsfaktor k = 2.
FA Fremdvergabe an akkreditiertes Labor, nicht akkreditiert

Alle Prüfergebnisse gelten für die Probe wie erhalten. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Ohne schriftliche Genehmigung darf dieser Bericht auszugsweise nicht vervielfältigt werden.

Der Bericht wurde maschinell erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

i.V. Dr. Jens Steidtner (Techn. Leitung)

i. A. Sabrina Wolfram (Laborleitung Kohle)

eurofins | Umwelt

Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) - Vorgebirgsstrasse 20 - 50389 Wesseling

RWE Power AG
Technische Dienste Hauptlabor
Goldenbergstraße 2
50354 Hürth
Deutschland

Prüfbericht

Prüfberichtsnummer	**AR-777-2025-084747-01**
Ihre Auftragsreferenz	**Kontrakt 4400012150-R4-G70, Lieferschein: 8533**
Bestellbeschreibung	**-**
Auftragsnummer	**777-2025-084747**
Anzahl Proben	**2**
Probenart	**Boden**
Probeneingang	**02.06.2025**
Prüfzeitraum	**02.06.2025 - 23.06.2025**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände im Anlieferungszustand. Bei Verwendung von Probenbehältnissen, Probenträgern und Nährmedien, die vom Auftraggeber beschafft und/oder gelagert wurden, kann ein Einfluss auf die Messergebnisse nicht ausgeschlossen werden. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dies gilt auch für Berechnungsergebnisse, die auf Daten des Auftraggebers beruhen. Angaben zu Probenbezeichnung, Probenahmedatum, Probenart und Probeninformationen werden vom Auftraggeber übernommen. 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 West GmbH.

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 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Eurofins Umwelt West GmbH
Wehnerstr. 1-7
41068 Mönchengladbach

Digital signiert, 23.06.2025
Anja Hohl

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14078-01-00

			Probenreferenz		2025005484 - 001 Boden-probe	2025005484 - 002 Boden-probe
Parametername	**Akkr.**	**Methode**	**BG**	**Einheit**	**777-2025-00175620**	**777-2025-00175621**
Probenvorbereitung Feststoffe						
Fraktion < 2 mm	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	86,2	96,1
Fraktion > 2 mm	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	13,8	3,9
Fraktion < 5 mm (feucht)	L8	DVGW GW 9: 2011-05	0,1	Ma.-%	90,9	100,0
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz						
Trockenmasse	L8	L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0,1	Ma.-%	96,5	96,7
Wasser	L8	L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0,1	Ma.-%	3,5	3,3
pH-Wert [1)]	F5	DIN ISO 10390: 2005-12			3,0	7,6
Leitfähigkeit bei 25°C	L8	DIN ISO 11265: 1997-06	5	µS/cm	543	66
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)						
Säuregrad nach Baumann Gully [1)]	F5	DIN EN 16502: 2014-11	4	ml/kg TS	142	< 4
Anorganische Summenparameter aus der Originalsubstanz						
Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	L8	DIN 38409-7 (H7): 2005-12	0,5	mmol/kg TS	(n.a.) [3)]	1,6
Basekapazität pH 7,0	L8	DIN 38409-7 (H7): 2005-12	0,5	mmol/kg TS	14,0	(n.a.) [3)]
Anionen aus der Originalsubstanz						
Sulfid, gesamt [1)]	F5	DIN 4030-2: 2008-06	5	mg/kg TS	14	270
Sulfid [1)]	F5	DIN 50929-3: 2018-03	5	mg/kg TS	12	< 5,0
Anionen aus dem Salzsäureauszug nach DIN 4030-2: 2008-06						
Sulfat (SO4) [1)]	F5	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	20	mg/kg TS	1300	< 20
Anionen aus dem Salzsäureauszug nach DIN 50929-3: 2018-03						
Sulfat (SO4) [1)]	F5	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	0,1	mmol/kg TS	12	< 0,1
Anionen aus dem Heißwasser-Auszug						
Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	25	mg/kg TS	< 25	< 25
Anionen aus dem wässrigen Auszug						
Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,03	mmol/kg TS	< 0,17 [2)]	< 0,29 [2)]
Sulfat (SO4)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,03	mmol/kg TS	4,6	< 0,11 [2)]
Neutralsalze, berechnet	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07		mmol/kg TS	< 9,3 [2)]	< 0,51 [2)]

Weitere Erläuterungen

Nr.	Probennummer	Probenart	Probenreferenz	Probenbeschreibung	Eingangsdatum
1	777-2025-00175620	Boden	2025005484 - 001 Bodenprobe		02.06.2025
2	777-2025-00175621	Boden	2025005484 - 002 Bodenprobe		02.06.2025

Akkreditierung

1) Die Analyse erfolgte in Fremdvergabe bei Eurofins Umwelt Ost GmbH, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), Deutschland

Akkr.-Code	Erläuterung
F5	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 (Scope on https://www.dakks.de/as/ast/d/D-PL-14081-01-00.pdf)
L8	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 (Scope on https://www.dakks.de/as/ast/d/D-PL-14078-01-00.pdf)

Laborkürzelerklärung

BG - Bestimmungsgrenze
Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Alle nicht besonders gekennzeichneten Analysenparameter
wurden durch die Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) untersucht.
Angaben zur durchgeführte(n) Probenahme(n), sofern von Eurofins durchgeführt, siehe Probenahmeprotokoll(e).

Kommentare

zu Ergebnissen:

2) Die Bestimmungsgrenze musste laborseitig erhöht werden.

3) nicht analysierbar

Datum: 25.06.2025
Prüfberichtsnummer: 2025005402-001-V1

RWE Power Hauptlabor, Goldenbergstraße 2, 50354 Hürth

RWE Power AG
Herr Andreas Jansen
Stüttgenweg 2
50935 Köln

Prüfbericht

Probenmaterial:	Bodenprobe
Probenahmestelle:	Hambach 7a
Probenehmer:	RWE Power AG
Probenahmedatum:	19.05.2025
Eingangsdatum:	26.05.2025 09:56
Probennummer:	2025005402-001
Kunden-Probenbezeichnung:	Probe 1 (2023097)
Verantwortliches Labor:	HL Kohle
Prüfzeitraum:	26.05.2025 - 25.06.2025

Analyt	Wert	BG	Einheit	Methode	Bemerkung
Externe Probenbezeichnung	777-2025-00175622			Dienstleistung	FA

Bemerkungen zum Prüfgegenstand:
Der in Klammern angegebene Wert ist die erweiterte Messunsicherheit u mit dem Erweiterungsfaktor k = 2.
FA Fremdvergabe an akkreditiertes Labor, nicht akkreditiert

Alle Prüfergebnisse gelten für die Probe wie erhalten. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Ohne schriftliche Genehmigung darf dieser Bericht auszugsweise nicht vervielfältigt werden.

Der Bericht wurde maschinell erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

i.V. Dr. Jens Steidtner (Techn. Leitung)

i. A. Sabrina Wolfram (Laborleitung Kohle)

Datum: 25.06.2025
Prüfberichtsnummer: 2025005402-002-V1

RWE Power Hauptlabor, Goldenbergstraße 2, 50354 Hürth

RWE Power AG
Herr Andreas Jansen
Stüttgenweg 2
50935 Köln

Prüfbericht

Probenmaterial:	Bodenprobe
Probenahmestelle:	Hambach 13B
Probenehmer:	RWE Power AG
Probenahmedatum:	19.05.2025
Eingangsdatum:	26.05.2025 09:56
Probennummer:	2025005402-002
Kunden-Probenbezeichnung:	Probe 2 (2023097)
Verantwortliches Labor:	HL Kohle
Prüfzeitraum:	26.05.2025 - 25.06.2025

Analyt	Wert	BG	Einheit	Methode	Bemerkung
Externe Probenbezeichnung	777-2025-00175623			Dienstleistung	FA

Bemerkungen zum Prüfgegenstand:
Der in Klammern angegebene Wert ist die erweiterte Messunsicherheit u mit dem Erweiterungsfaktor k = 2.
FA Fremdvergabe an akkreditiertes Labor, nicht akkreditiert

Alle Prüfergebnisse gelten für die Probe wie erhalten. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Ohne schriftliche Genehmigung darf dieser Bericht auszugsweise nicht vervielfältigt werden.

Der Bericht wurde maschinell erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

i.V. Dr. Jens Steidtner (Techn. Leitung)

i. A. Sabrina Wolfram (Laborleitung Kohle)

eurofins | Umwelt

Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) - Vorgebirgsstrasse 20 - 50389 Wesseling

RWE Power AG
Technische Dienste Hauptlabor
Goldenbergstraße 2
50354 Hürth
Deutschland

Prüfbericht

Prüfberichtsnummer	**AR-777-2025-084748-01**
Ihre Auftragsreferenz	**Kontrakt 4400012150-R4-G70, Lieferschein: 8524**
Bestellbeschreibung	**-**
Auftragsnummer	**777-2025-084748**
Anzahl Proben	**2**
Probenart	**Boden**
Probeneingang	**02.06.2025**
Prüfzeitraum	**02.06.2025 - 23.06.2025**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände im Anlieferungszustand. Bei Verwendung von Probenbehältnissen, Probenträgern und Nährmedien, die vom Auftraggeber beschafft und/oder gelagert wurden, kann ein Einfluss auf die Messergebnisse nicht ausgeschlossen werden. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dies gilt auch für Berechnungsergebnisse, die auf Daten des Auftraggebers beruhen. Angaben zu Probenbezeichnung, Probenahmedatum, Probenart und Probeninformationen werden vom Auftraggeber übernommen. 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 West GmbH.

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 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Eurofins Umwelt West GmbH
Wehnerstr. 1-7
41068 Mönchengladbach

Digital signiert, 23.06.2025
Anja Hohl

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14078-01-00

			Probenreferenz		2025005402 - 001 Boden-probe	2025005402 - 002 Boden-probe
Parametername	**Akkr.**	**Methode**	**BG**	**Einheit**	**777-2025-00175622**	**777-2025-00175623**
Probenvorbereitung Feststoffe						
Fraktion < 2 mm	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	90,1	42,9
Fraktion > 2 mm	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	9,9	57,1
Fraktion < 5 mm (feucht)	L8	DVGW GW 9: 2011-05	0,1	Ma.-%	0,4	100,0
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz						
Trockenmasse	L8	L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0,1	Ma.-%	80,1	80,9
Wasser	L8	L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0,1	Ma.-%	19,9	19,1
pH-Wert [1)]	F5	DIN ISO 10390: 2005-12			7,3	6,8
Leitfähigkeit bei 25°C	L8	DIN ISO 11265: 1997-06	5	µS/cm	124	287
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)						
Säuregrad nach Baumann Gully [1)]	F5	DIN EN 16502: 2014-11	4	ml/kg TS	44	27
Anorganische Summenparameter aus der Originalsubstanz						
Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	L8	DIN 38409-7 (H7): 2005-12	0,5	mmol/kg TS	32,7	12,4
Basekapazität pH 7,0	L8	DIN 38409-7 (H7): 2005-12	0,5	mmol/kg TS	(n.a.) [2)]	(n.a.) [2)]
Anionen aus der Originalsubstanz						
Sulfid, gesamt [1)]	F5	DIN 4030-2: 2008-06	5	mg/kg TS	7,1	740
Sulfid [1)]	F5	DIN 50929-3: 2018-03	5	mg/kg TS	< 5,0	27
Anionen aus dem Salzsäureauszug nach DIN 4030-2: 2008-06						
Sulfat (SO4) [1)]	F5	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	20	mg/kg TS	170	630
Anionen aus dem Salzsäureauszug nach DIN 50929-3: 2018-03						
Sulfat (SO4) [1)]	F5	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	0,1	mmol/kg TS	1,1	1,3
Anionen aus dem Heißwasser-Auszug						
Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	25	mg/kg TS	< 25	< 25
Anionen aus dem wässrigen Auszug						
Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,03	mmol/kg TS	0,12	0,40
Sulfat (SO4)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,03	mmol/kg TS	0,08	2,5
Neutralsalze, berechnet	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07		mmol/kg TS	0,28	5,5

Weitere Erläuterungen

Nr.	Probennummer	Probenart	Probenreferenz	Probenbeschreibung	Eingangsdatum
1	777-2025-00175622	Boden	2025005402 - 001 Bodenprobe		02.06.2025
2	777-2025-00175623	Boden	2025005402 - 002 Bodenprobe		02.06.2025

Akkreditierung

1) Die Analyse erfolgte in Fremdvergabe bei Eurofins Umwelt Ost GmbH, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), Deutschland

Akkr.-Code	Erläuterung
F5	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 (Scope on https://www.dakks.de/as/ast/d/D-PL-14081-01-00.pdf)
L8	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 (Scope on https://www.dakks.de/as/ast/d/D-PL-14078-01-00.pdf)

Laborkürzelerklärung

BG - Bestimmungsgrenze
Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Alle nicht besonders gekennzeichneten Analysenparameter
wurden durch die Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) untersucht.
Angaben zur durchgeführte(n) Probenahme(n), sofern von Eurofins durchgeführt, siehe Probenahmeprotokoll(e).

Kommentare

zu Ergebnissen:

2) nicht analysierbar

Datum: 01.08.2025
Prüfberichtsnummer: 2025007177-001-V1

RWE Power Hauptlabor, Goldenbergstraße 2, 50354 Hürth

RWE Power AG
Herr Andreas Jansen
Stüttgenweg 2
50935 Köln

Prüfbericht

Probenmaterial:	Sand
Probenahmestelle:	Tagebau Hambach
Probenehmer:	RWE Power AG
Probenahmedatum:	28.05.2025
Eingangsdatum:	17.07.2025 06:57
Probennummer:	2025007177-001
Kunden-Probenbezeichnung:	Kiessand, Horizont H16, Tgb. Hambach
Verantwortliches Labor:	HL Kohle
Prüfzeitraum:	17.07.2025 - 01.08.2025

Analyt	Wert	BG	Einheit	Methode	Bemerkung
Externe Probenbezeichnung	777-2025-00231411			Dienstleistung	FA

Bemerkungen zum Prüfgegenstand:
Der in Klammern angegebene Wert ist die erweiterte Messunsicherheit u mit dem Erweiterungsfaktor k = 2.
FA Fremdvergabe an akkreditiertes Labor, nicht akkreditiert

Alle Prüfergebnisse gelten für die Probe wie erhalten. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Ohne schriftliche Genehmigung darf dieser Bericht auszugsweise nicht vervielfältigt werden.

Der Bericht wurde maschinell erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

i.V. Dr. Jens Steidtner (Techn. Leitung)

i. A. Sabrina Wolfram (Laborleitung Kohle)

eurofins | Umwelt

Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) - Vorgebirgsstrasse 20 - 50389 Wesseling

RWE Power AG
Technische Dienste Hauptlabor
Goldenbergstraße 2
50354 Hürth
Deutschland

Prüfbericht

Prüfberichtsnummer	**AR-777-2025-111458-01**
Ihre Auftragsreferenz	**Kontrakt 4400012150-R4-G70, Lieferschein: 8707**
Bestellbeschreibung	**-**
Auftragsnummer	**777-2025-111458**
Anzahl Proben	**1**
Probenart	**Sand**
Probeneingang	**17.07.2025**
Prüfzeitraum	**17.07.2025 - 31.07.2025**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände im Anlieferungszustand. Bei Verwendung von Probenbehältnissen, Probenträgern und Nährmedien, die vom Auftraggeber beschafft und/oder gelagert wurden, kann ein Einfluss auf die Messergebnisse nicht ausgeschlossen werden. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dies gilt auch für Berechnungsergebnisse, die auf Daten des Auftraggebers beruhen. Angaben zu Probenbezeichnung, Probenahmedatum, Probenart und Probeninformationen werden vom Auftraggeber übernommen. 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 West GmbH.

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 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Eurofins Umwelt West GmbH
Wehnerstr. 1-7
41068 Mönchengladbach

Digital signiert, 31.07.2025
Anja Hohl

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14078-01-00

			Probenreferenz		2025007177 - 001 Sand
Parametername	**Akkr.**	**Methode**	**BG**	**Einheit**	**777-2025-00231411**
Probenvorbereitung Feststoffe					
Fraktion < 2 mm	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	86,4
Fraktion > 2 mm	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	13,6
Fraktion < 5 mm (feucht)	L8	DVGW GW 9: 2011-05	0,1	Ma.-%	68,9
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz					
Trockenmasse	L8	L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0,1	Ma.-%	100
Wasser	L8	L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0,1	Ma.-%	< 0,1
pH-Wert [1]	F5	DIN EN ISO 10390: 2022-08			7,1
Leitfähigkeit bei 25°C	L8	DIN ISO 11265: 1997-06	5	µS/cm	90
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)					
Säuregrad nach Baumann Gully [1]	F5	DIN EN 16502: 2014-11	4	ml/kg TS	< 4
Anorganische Summenparameter aus der Originalsubstanz					
Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	L8	DIN 38409-7 (H7): 2005-12	0,5	mmol/kg TS	2,2
Basekapazität pH 7,0	L8	DIN 38409-7 (H7): 2005-12	0,5	mmol/kg TS	(n.a.) [3]
Anionen aus der Originalsubstanz					
Sulfid, gesamt [1]	F5	DIN 4030-2: 2008-06	5	mg/kg TS	< 5,0
Sulfid [1]	F5	DIN 50929-3: 2018-03	5	mg/kg TS	< 5,0
Anionen aus dem Salzsäureauszug nach DIN 4030-2: 2008-06					
Sulfat (SO4) [1]	F5	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	20	mg/kg TS	79
Anionen aus dem Salzsäureauszug nach DIN 50929-3: 2018-03					
Sulfat (SO4) [1]	F5	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	0,1	mmol/kg TS	0,2
Anionen aus dem Heißwasser-Auszug					
Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	25	mg/kg TS	< 25
Anionen aus dem wässrigen Auszug					
Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,03	mmol/kg TS	< 0,28 [2]
Sulfat (SO4)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,03	mmol/kg TS	0,13
Neutralsalze, berechnet	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07		mmol/kg TS	< 0,55 [2]

Weitere Erläuterungen

Nr.	Probennummer	Probenart	Probenreferenz	Probenbeschreibung	Eingangsdatum
1	777-2025-00231411	Sand	2025007177 - 001 Sand		17.07.2025

Akkreditierung

1) Die Analyse erfolgte in Fremdvergabe bei Eurofins Umwelt Ost GmbH, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), Deutschland

Akkr.-Code	Erläuterung
F5	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 (Scope on https://www.dakks.de/as/ast/d/D-PL-14081-01-00.pdf)
L8	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 (Scope on https://www.dakks.de/as/ast/d/D-PL-14078-01-00.pdf)

Laborkürzelerklärung

BG - Bestimmungsgrenze
Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Alle nicht besonders gekennzeichneten Analysenparameter
wurden durch die Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) untersucht.
Angaben zur durchgeführte(n) Probenahme(n), sofern von Eurofins durchgeführt, siehe Probenahmeprotokoll(e).

Kommentare

zu Ergebnissen:

2) Die Bestimmungsgrenze musste laborseitig erhöht werden.

3) nicht analysierbar

RWE Power AG
Geomonitoring
Geotechnik (POC-GT)
Zum Gut Bohlendorf
50126 Bergheim

Projekt: **Einleitbauwerk Tagebau Hambach**
Ergänzung zur Geotechnischen Stellungnahme
2023097 03.08.2026

Geotechnische Stellungnahme für die Errichtung des Einleitbauwerks im Tagebau Hambach

Ergänzung zum Bericht vom 31.10.2025

1. Veranlassung

Im Bericht vom 31.10.2025 wurden die Ergebnisse der bis zu diesem Zeitpunkt ausgeführten Baugrunduntersuchungen beschrieben und Angaben zu den Baugrundeigenschaften getroffen. Vor dem Hintergrund des damaligen Planungsstands und noch ausstehender Auswertungen wurde festgehalten, dass

- weitere Baugrunduntersuchungen durchzuführen und
- der Ansatz der Baugrundklasse (Erdbebenthematik) zu überprüfen ist.

Auf der Basis der zwischenzeitlich fortgeschrittenen und präzisierten Planung und nach erfolgter Auswertung seismischer Messungen werden diese offenen Punkte nachfolgend erläutert bzw. finalisiert.

2. Weitere Baugrunduntersuchungen

In der seit dem Verfassen der Geotechnischen Stellungnahme fortgeschrittenen und nunmehr weitgehend fertiggestellten technischen Planung des Einleitbauwerks wurden die Erkenntnisse sowohl aus den Erkundungsmaßnahmen als auch aus der langjährigen geotechnischen Betreuung des Tagebaubetriebs berücksichtigt. Das geplante Bauwerk wurde auf den locker gelagerten Kippenuntergrund und die daraus zu erwartenden Kippenverformungen und Baugrundeigenschaften ausgelegt. Weitere Bohr- und Sondierarbeiten zur Baugrunderkundung sind daher aufgrund des geringen zu erwartenden Erkenntnisgewinns nach aktuellem Sachstand nicht vorgesehen.

Die Herstellung der Einleittrasse – als oberem Bereich der Kippe und unmittelbarem Untergrund unter dem Bauwerk - erfolgt mittels Erdbautechnik durch verdichteten Einbau von

ausgewähltem Material. Materialqualität und Verdichtung werden stichprobenartig während der Herstellung geprüft. Die Baugrundeigenschaften dieser Bereiche sind daher bekannt und eine nachträgliche Untersuchung ist in der Regel nicht erforderlich.

3. Festlegung der Baugrundklasse (Erdbebenansatz)

Nach DIN EN 1998-1/NA muss für die Einordnung des Baugrundes in die Baugrundklasse C in einer Tiefe bis 30 m eine dominierende Scherwellengeschwindigkeit von mind. 150 m/s vorherrschen.

Im Mai bis Juli 2025 wurden im Auftrag der RWE Power AG von der DMT GmbH & Co. KG im Tagebau Hambach auf der 3. Kippstrosse (I3) westlich der Einleittrasse mittels verschiedener geophysikalischer Verfahren u. a. die in der Kippe vorherrschenden Scherwellengeschwindigkeiten ermittelt. Die Ergebnisse sind in einem Bericht vom 08.05.2026 zusammengefasst und wurden der Bezirksregierung Arnsberg (Dezernat 61) mit Datum vom 17.07.2026 vorgelegt.

Mittels Crosshole-Seismik und weiterer Verfahren wurden im Teufenbereich zwischen 0 – 30 m ansteigende Scherwellengeschwindigkeiten von 130 m/s bis ca. 300 m/s ermittelt. Die gemessene dominierende Scherwellengeschwindigkeit bis 30 m Tiefe liegt oberhalb der Vorgabe von 150 m/s. Der in der Geotechnischen Stellungnahme vom 31.10.2025 gewählte Ansatz der Baugrundklasse C ist damit gerechtfertigt.

Andreas Jansen, M. Sc.

08.08.26