

Baugrundtechnisches Gutachten

für das Bauvorhaben:

Erweiterung Gewerbegebiet Elsenroth

in Nümbrecht

| | |
|---------------|--|
| Auftraggeber: | Gemeinde Nümbrecht Hauptstraße 16 51588 Nümbrecht |
| Bearbeiter: | Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure Felderweg 12 51688 Wipperfürth Tel.: 02268/894530 Fax.: 02268/8945333 |
| Erstellt im: | Dezember 2019 |
| Auftrags-Nr.: | 19-6007 |

| Inhaltsverzeichnis | Seite |
|--|-----------|
| 1. AUFTRAG | 3 |
| 2. STANDORTBESCHREIBUNG, PLANUNGEN UND AUFGABENSTELLUNG | 3 |
| 3. VERWENDETE UNTERLAGEN | 4 |
| 4. GEOLOGIE | 4 |
| 5. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN | 4 |
| 5.1 Felduntersuchungen | 4 |
| 5.2 Laboruntersuchungen | 5 |
| 5.2.1 Boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen | 5 |
| 5.2.2 Chemische Untersuchungen | 5 |
| 6. ERGEBNISSE | 6 |
| 6.1 Schichtung des Untergrundes | 6 |
| 6.2 Untergrundwasser | 8 |
| 6.3 Ergebnisse der statischen Lastplattendruckversuche | 8 |
| 7. SCHADSTOFFGEHALTE IN DEN AUSHUBBÖDEN | 8 |
| 7.1 Verwertung von Böden nach TR LAGA Boden 2004 | 8 |
| 7.2 Beseitigung von Böden nach Deponieverordnung 2009 | 9 |
| 8. BEURTEILUNGEN | 10 |
| 8.1 Bodenklassen und bodenmechanische Parameter | 10 |
| 8.2 Bautechnische Eigenschaften | 12 |
| 8.3 Allgemeine und zusammenfassende Beurteilung des Standortes | 13 |
| 9. EMPFEHLUNGEN | 14 |
| 9.1 Empfehlungen zur Herstellung der Dammaufstandsbasis | 14 |
| 9.2 Empfehlungen zur Vorgehensweise im Abtragsgebiet | 14 |
| 9.3 Empfehlungen zur Herstellung des Dammkörpers | 15 |
| 9.4 Empfehlungen zur Qualität von angelieferten Böden | 16 |
| 9.5 Empfehlungen zum Anlegen der Böschungen | 16 |
| 9.6 Hinweise zur Entwässerung der Böschung und der Damfläche | 16 |
| 9.7 Abschließende Hinweise | 17 |

Im Anhang sind dargestellt:

- Anlage 1: Übersichtsplan und Lagepläne
- Anlage 2: Bohrprofile (Blätter 2.1 bis 2.3)
- Anlage 3: Ergebnisse der statischen Lastplattendruckversuche
- Anlage 4: Dokumentation der chemischen Analytik

1. Auftrag

Die Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure wurde mit Schreiben vom 04.11.2019 von der Gemeinde Nümbrecht mit der Durchführung von Bodenuntersuchungen für die Erweiterung des Gewerbegebietes Elsenroth in Nümbrecht beauftragt.

2. Standortbeschreibung, Planungen und Aufgabenstellung

Standortbeschreibung:

Die Erweiterung des Gewerbegebietes Elsenroth ist südöstlich der Ortslage Elsenroth von Nümbrecht geplant. Die dafür vorgesehene Fläche besitzt eine maximale Ost-West-Ausdehnung von ca. 650 m und eine Nord-Süd-Ausdehnung von bis zu 340 m. Die Fläche wird derzeit ganz überwiegend von Grünlandflächen eingenommen, die als Pferdekoppel genutzt werden. Nur eine kleine Parzelle im südlichen Teil des Gebietes ist bewaldet.

Die geplante Erweiterung grenzt im äußersten Nordwesten an das bestehende Gewerbegebiet, im Nordosten an die Wohnbebauung der Ortslage Elsenroth und im Südwesten an die Ortslage Gerhardsiefen an. Ansonsten wird das Gebiet von Wiesenflächen umschlossen.

Morphologisch bildet die vorgesehene Erweiterungsfläche einen in Ost-West-Richtung verlaufenden Höhenrücken mit einem Hochpunkt auf ca. 298 m NN im östlichen Teil. Ausgehend von diesem zentral gelegenen Höhenrücken fällt das Gelände in Richtung zu den nördlichen-, südlichen- und östlichen Gebietsgrenzen um bis zu 25 m ab. Lediglich in Richtung Westen steigt das Gelände wieder leicht an.

Planungen:

Aufgrund des starken Gefälles in der geplanten Erweiterungsfläche sind massive Erdbewegungen zur Terrassierung des Geländes vorgesehen. Die detaillierte zukünftige Geländeoberfläche ist noch nicht festgelegt. Es steht aber fest, dass der Höhenrücken eingeebnet und die dabei anfallenden Erdmassen in den tieferliegenden Bereichen im nördlichen- und südlichen Teil des Erschließungsgebietes wieder angefüllt werden. Dabei ist nach jetzigem Planungsstand mit maximalen Abtragsmächtigkeiten von 10 m und Auffüllungsmächtigkeiten von bis zu 15 m auszugehen.

Die entstehenden Böschung sollen frei geböscht werden.

Die Örtlichkeit sowie die Planungen können dem Übersichtsplan in Anlage 1a entnommen werden.

Aufgabenstellung:

Aufgabe des vorliegenden Gutachtens ist es, die Untergrundsichtung auf der Untersuchungsfläche zu erfassen und hinsichtlich der geplanten Baumaßnahmen baugrundtechnisch zu beurteilen. Insbesondere soll auf die Wiedereinbaufähigkeit der Aushubböden eingegangen und Angaben zur Herstellung der Dämme gemacht werden.

Es wird ausdrücklich angemerkt, dass mit dem vorliegenden Gutachten nur eine orientierende Untersuchung erfolgt. Jedem Fachmann muss klar sein, dass mit dem eingesetzten Bohrverfahren die notwendigen Bohrteufen von bis zu 10 m nicht zu erreichen sind. Der vorliegende Bericht soll deshalb eine möglichst fundierte Ersteinschätzung zur Umsetzbarkeit der geplanten Baumaßnahme liefern. Weiterführende Untersuchungen sind damit wahrscheinlich.

3. Verwendete Unterlagen

Dem Gutachter standen zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Gutachtens folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan im Maßstab 1:1.500 vom 03.09.2019. Zur Verfügung gestellt vom Planungsbüro Schumacher aus Nümbrecht.
- Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt C 5110 Gummersbach.

4. Geologie

Das Untersuchungsgrundstück befindet sich großräumig gesehen im Bereich des Stockheimer Sattels, einer Struktur innerhalb des paläozoischen Grundgebirges.

Der tiefere Untergrund wird gemäß Geologischer Karte von sandigen Ton- und Schluffsteinen der Bensberger Schichten aufgebaut. Innerhalb der Ton- und Schluffsteine sind bereichsweise Sandsteine zwischengelagert.

Die Bensberger Schichten werden in Tälern und Siefen von quartären Bachablagerungen und im Bereich von Talhängen von Hangsedimenten (Hangschutt und Hanglehm) überlagert.

Im gesamten geplanten Erweiterungsgebiet ist ein Grundwasserstockwerk innerhalb der Bensberger Schichten ausgebildet.

5. Durchgeführte Untersuchungen

5.1 Felduntersuchungen

Im Bereich der Untersuchungsfläche wurden am 13.11.2019 die neunzehn Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 19 und unmittelbar neben den Kleinrammbohrungen die neunzehn Schweren Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 19 durchgeführt.

Die Bohrstandorte wurden vom Planungsbüro Schumacher vorgegeben. Sie verteilen sich über das gesamte Erschließungsgebiet. Da verschiedene Flurstücke nicht betreten werden durften, wurden diese Flächen von den Untersuchungen ausgespart.

Nach einer ersten Auswertung der Bohrergebnisse wurden am 16.12.2019 zwei Schürfe (Schurf 1 und Schurf 2) im Bereich des Hochpunktes im östlichen Teil des Gebietes ausgehoben. Zur Beurteilung der Wiedereinbaufähigkeit der Aushubböden wurden unmittelbar

neben jedem Schurf zwei Probefelder angelegt und mit einer Rüttelplatte (AT 6500) in drei Lagen à 25 cm – 30 cm in sechs Übergängen verdichtet. Die Einbaudicke der 1,5 m breiten und ca. 3 m langen Prüffelder betrug somit ca. 0,8 m. Auf diese Weise wurden die Arbeitsvorgänge Lösen-Laden-Fahren-Einbauen-Verdichten simuliert, wobei das Laden und Fahren auf Grund der kurzen Distanz entfielen. Diese beiden Vorgänge beeinflussen die Güte des Bodens von den fünf Vorgängen am wenigsten.

Für das erste Probefeld eines jeden Schurfes wurde Bodenmaterial aus den oberen Schichten bis ca. 1,2 m unter Geländeoberkante (GOK) verwendet, das sich aus einem stark kiesigen Schluff zusammensetzt und das genetisch dem Hanglehm und dem zersetzten bis stark entfestigten Grundgebirge zugeordnet werden kann. Die zweiten Prüffelder, die je Schurf angelegt wurden, setzten sich aus Bodenmaterial zusammen, das aus dem weniger stark verwitterten Grundgebirge (stark entfestigt) gewonnen wurde. Dieses Bodenmaterial entstammt Entnahmeteufen > 1,2 m.

Auf jedem Probefeld wurde am 18.12.2019 (zwei Tage nach der Verdichtung) ein statischer Lastplattendruckversuch gemäß DIN 18 134 durchgeführt. Insgesamt wurden also vier statische Lastplattendruckversuche durchgeführt (LP 1 bis LP 4). Die Ergebnisse liefern eine Aussage über die Verdichtungsfähigkeit und damit über die Wiedereinbaufähigkeit der Aushubböden.

Zusätzlich wurden am 16.12.2019 die beiden Kleinrammbohrungen KRB 20 und KRB 21 mit den begleitenden Schweren Rammsondierungen DPH 20 und DPH 21 niedergebracht. Diese beiden Bohrungen liegen südöstlich des eigentlichen Erschließungsgebietes auf einer tieferliegenden und hängigen Wiese. Dieser Standort kommt möglicherweise für den Bau einer Beckenanlage zur Behandlung von Niederschlagsabflüsse aus dem Erschließungsgebiet in Frage und wurde deshalb nachträglich untersucht.

Die Lage der Sondieransatzpunkte und der Schürfe ist den Lageplänen in Anlage 1b und 1c zu entnehmen.

5.2 Laboruntersuchungen

5.2.1 Boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen

Die Bodenansprache erfolgte nach DIN EN ISO 22475-1 und organoleptisch. Auf boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen wurde für die Ersteinschätzung verzichtet. Eine repräsentative Beschreibung der Bodenschichten und Einordnung in Bodenklassen nach DIN 18300 sowie die geforderte Ersteinschätzung ist auch aufgrund der geologischen Feinaufnahme des Bohrguts möglich.

5.2.2 Chemische Untersuchungen

Aus den angetroffenen Bodenschichten wurden vier Bodenmischproben zusammengestellt und zur Feststellung des durchschnittlichen Schadstoffgehaltes in den Abtragsböden chemisch analytisch untersucht.

Die Probenbezeichnungen, die Entnahmeorte, sowie der Untersuchungsumfang sind in der nachfolgenden Tabelle 5.2.2 dargestellt. Mit den Untersuchungen wurde die Eurofins Umwelt West GmbH in Wesseling beauftragt. Die Eurofins Umwelt West GmbH verfügt über eine Akkreditierung für die Durchführung chemischer und chemisch/physikalischer Analytik gemäß der deutschen Akkreditierungsstelle "Chemie" unter der Dach-Registriernummer DAC-PL-14078-01-00.

Tabelle 5.2.2: Übersicht quantitativ-chemische Untersuchungen

| Probebezeichnung | Entnahmeort / Einzelproben | Bodenart | Untersuchungsumfang |
|------------------|--|----------|--|
| MP 1 | Mischprobe des Hanglehms aus dem westlichen Teil des Abtraggebietes. Zusammengestellt aus den Einzelproben 9/2, 12/2. | Boden | LAGA TR Boden 2004 und Deponieverordnung 2013; DK0 |
| MP 2 | Mischprobe der Grundgebirges aus dem westlichen Teil des Abtraggebietes. Zusammengestellt aus den Einzelproben 6/3, 7/3, 9/3, 12/3. | Boden | |
| MP 3 | Mischprobe des Hanglehms aus dem östlichen Teil des Abtraggebietes. Zusammengestellt aus den Einzelproben 13/2, 14/2, 15/2, 16/2, 17/2, 19/2. | Boden | |
| MP 4 | Mischprobe der Grundgebirges aus dem östlichen Teil des Abtraggebietes. Zusammengestellt aus den Einzelproben 13/3, 14/3, 15/3, 16/3, 17/3, 19/3, 19/4. | Boden | |

6. Ergebnisse

6.1 Schichtung des Untergrundes

Die Bohrprofile der Kleinrammbohrungen sind in Anlage 2 (Blätter 2.1 bis 2.3) enthalten.

In dem Untersuchungsgebiet ist bis zu den Bohrendteufen ganz überwiegend ein dreiteiliger Untergrundaufbau bestehend aus Mutterboden, Hanglehm und Grundgebirge verbreitet. Nur im westlichsten Teil ist auch mit Auffüllungen zu rechnen

Nachfolgend werden die erbohrten Schichten beschrieben. Einzelheiten und Schichtmächtigkeiten können darüber hinaus den Bohrprofilen und Rammdiagrammen in der Anlage 2 entnommen werden.

Mutterboden:

Der Mutterboden wird von einem schwach kiesigen Schluff mit steifplastischer Konsistenz aufgebaut. Die Oberbodendicke schwankt zwischen 0,2 m und 0,4 m.

Auffüllungen:

Auffüllungen wurden nur im westlichsten Teil der Maßnahme in den Bohrungen KRB 6 und KRB 7 erkundet. In diesen beiden Bohrungen erreicht die Auffüllung eine Mächtigkeit von maximal 2,4 m. Sie setzt sich aus schluffig-tonig-kiesigen und regionaltypischen Böden mit weichplastischer bis halbfester Konsistenz zusammen.

Hang- und Hochflächenlehm:

Hang- und Hochflächensedimente sind in allen Bohrungen mit Ausnahme von KRB 6 und KRB 7 verbreitet. Die Schichtuntergrenze des Hanglehms wurde in Teufen zwischen 0,4 m und 1,5 m angetroffen. Dabei treten niedrige Mächtigkeiten (0,4 m – 0,8 m) auf der Hochfläche und höhere Mächtigkeiten (> 1 m) in den tiefer liegenden Bereichen an den Hängen auf. Der Hang- und Hochflächenlehm setzt sich aus einem schwach kiesigen Schluff mit weich- bis steifplastischer Konsistenz zusammen.

Grundgebirge:

Unter den nur gering mächtigen Hang- und Hochflächenlehmen steht unmittelbar das Grundgebirge an. Dabei wird deutlich, dass im Erschließungsgebiet eine weite Bandbreite unterschiedlicher Lithologien mit unterschiedlichen Verwitterungsgraden ausgebildet sind. Es treten insbesondere Ton- und Schluffsteine und nur ganz untergeordnet Sandsteinzwischenlagen auf. Die Verwitterungsgrade reichen in den maximal 5,2 m tiefen Bohrungen von vollkommen zersetzt bis stark entfestigt. Böden mit geringerem Verwitterungsgrad lassen sich mit dem Verfahren der Kleinrammbohrung nicht mehr durchhörern.

Häufig ist die Verwitterung so weit fortgeschritten, dass das nunmehr zersetzte Grundgebirge die bodenmechanischen Eigenschaften eines bindigen Ton- oder Schluffbodens aufweist. Mit den Bohrungen vom 13.11.2019 wurde eine überwiegend halbfeste bis feste Konsistenz des zersetzten Grundgebirges notiert. Das zersetzte Grundgebirge ist insbesondere im nördlichen und westlichen Teil der Untersuchungsfläche zu erwarten (KRB 1 bis KRB 11). Die Böden sind hier häufiger aus einem Ton- und seltener aus einem Schluffstein hervorgegangen.

Insbesondere um den morphologischen Hochpunkt im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes bei KRB 16 deuten die Bohrungen einen geringeren Verwitterungsgrad und damit eine bessere Qualität des Grundgebirges an (KRB 14 bis KRB 19). Dies wird schon dadurch deutlich, dass diese Bohrungen nicht so tief geführt werden konnten (< 3 m). Das Grundgebirge wird hier häufiger von einem Schluffstein aufgebaut, der im Gegensatz zu den vollständig verwitterten Tonsteinen in den nördlichen und westliche Teilen des Erschließungsgebietes lediglich zersetzt-stark entfestigt ist. In den aufgeschlossenen Schichten ist von einem Übergang von Locker- zu Festgesteinseigenschaften auszugehen.

Die obigen Gesetzmäßigkeiten wurden aus einer punktuellen Untersuchung mit großen Rasterabständen von 100 m bis 200 m und einem Bohrverfahren abgeleitet, das nur wenige Meter und damit bei weitem nicht bis in die geplante Abtragstiefe von 10 m in den Untergrund geführt werden konnte. Es ist insgesamt mit einem häufigeren und engräumigeren Wechsel der Lithologien zu rechnen. Tendenziell ist aber in der östlichen Hochlage von einem „härteren“ Untergrund auszugehen. Vermutlich hat die höhere Verwitterungsresistenz auch zu der jetzigen Hochlage dieses Standortes beigetragen.

6.2 Untergrundwasser

In keiner der niedergebrachten Kleinrammbohrungen und nur im Schurf 2 wurde Untergrundwasser angetroffen. Fast alle Schichten wurden mit feucht angesprochen.

Unmittelbar nördlich der Kleinrammbohrung KRB 2 existiert ein Quellaustritt. In diesem Bereich ist deshalb definitiv mit Schichtenwasser im Untergrund zu rechnen.

Das gleiche gilt für den Hochpunkt um KRB 16: Am 13.11.2019 wurden hier nur feuchte und erdfeuchte Böden angetroffen. Der oberste Meter war fast trocken. Die geringen Wassergehalte waren Folge der langen Trockenphase im Sommer 2019. Bis zum Ausheben der Schürfe am 16.12.2019 hat es dann viel geregnet. Dadurch waren die Wassergehalte in den Böden im Dezember deutlich höher. In dem ca. 2,5 m tiefen Schurf 2 konnten sogar geringe Schichtwasserzutritte verzeichnet werden.

6.3 Ergebnisse der statischen Lastplattendruckversuche

Die Ergebnisse der auf den vier Prüffeldern durchgeführten statischen Lastplattendruckversuche sind in der Tabelle 6.3 zusammenfassend dargestellt. Die Versuche wurden zwei Tage nach der Verdichtung durchgeführt.

Tabelle 6.3: Ergebnisse der statischen Lastplattendruckversuche

| Standort | Versuchsbezeichnung | Herkunft der geprüften Böden | Bodenart | Entnahmetiefe der geprüften Böden | Ergebnisse E_{v2} [MN/m ²] E_{v2}/E_{v2} | |
|----------|---------------------|---|---|-----------------------------------|--|-----|
| Schurf 1 | LP 1 | Hanglehm und zersetzer-stark entfestigter UST | Kies, stark schluffig, tonig, sandig | 0,2 m - 1,2 m | Versuch abgebrochen. deutlich > 5 mm Setzung nach wenigen Laststufen | |
| | LP 2 | stark entfestigter UST | Kies und Steine, schluffig, sandig, tonig | 1,2 m - 2,4 m | 48,1 | 2,9 |
| Schurf 2 | LP 3 | Hanglehm und zersetzer-stark entfestigter UST | Kies, stark schluffig, tonig, sandig | 0,2 m - 1,5 m | Versuch abgebrochen. deutlich > 5 mm Setzung nach wenigen Laststufen | |
| | LP 4 | stark entfestigter UST | Kies und Steine, schluffig, sandig, tonig | 1,5 m - 2,5 m | 28,4 | 3,7 |

7. Schadstoffgehalte in den Aushubböden

7.1 Verwertung von Böden nach TR LAGA Boden 2004

In der nachfolgenden Tabelle 7.1 sind die Verwertungsmöglichkeiten nach TR LAGA Boden 2004 zusammengefasst.

Tabelle 7.1: Verwertungsmöglichkeiten der Aushubböden

| Probe | Probenart/ Entnahmeort / Einzelproben | Einstufung nach TR LAGA Boden 2004 |
|-------|--|--|
| MP 1 | Mischprobe des Hanglehms aus dem westlichen Teil des Abtraggebietes. Zusammengestellt aus den Einzelproben 9/2, 12/2. | Die Einstufung ist: Z0 (Lehm/ Schluff) keine Überschreitungen |
| MP 2 | Mischprobe des Grundgebirges aus dem westlichen Teil des Abtraggebietes. Zusammengestellt aus den Einzelproben 6/3, 7/3, 9/3, 12/3. | Die Einstufung ist: Z1.1 (Lehm/ Schluff) Feststoffüberschreitungen: Arsen > Z0* aber < Z1.1 Chrom, Kupfer, Nickel, Zink > Z0 aber < Z0* |
| MP 3 | Mischprobe des Hanglehms aus dem östlichen Teil des Abtraggebietes. Zusammengestellt aus den Einzelproben 13/2, 14/2, 15/2, 16/2, 17/2, 19/2. | Die Einstufung ist: Z2 (Lehm/ Schluff) Eluatüberschreitungen: ph-Wert > Z1.2 aber < Z2 Feststoffüberschreitungen: Nickel > Z0 aber < Z0* |
| MP 4 | Mischprobe des Grundgebirges aus dem östlichen Teil des Abtraggebietes. Zusammengestellt aus den Einzelproben 13/3, 14/3, 15/3, 16/3, 17/3, 19/3, 19/4. | Die Einstufung ist: Z0* (Lehm/ Schluff) Feststoffüberschreitungen: Nickel > Z0 aber < Z0* |

7.2 Beseitigung von Böden nach Deponieverordnung 2009

In der nachfolgenden Tabelle 7.3 sind die Beseitigungsmöglichkeiten zusammengefasst.

Tabelle 7.3: Beseitigungsmöglichkeiten der Aushubböden

| Probe | Entnahmestandorte | Einstufung nach DepV. 2009/ Überschreitungen |
|-------|--|---|
| MP 1 | Mischprobe des Hanglehms aus dem westlichen Teil des Abtraggebietes. Zusammengestellt aus den Einzelproben 9/2, 12/2. | Die Einstufung ist: DK 0 Glühverlust > DK I aber < DK II, gleichwertig zu betrachtender Parameter TOC hält DK 0-Grenzwert ein |
| MP 2 | Mischprobe des Grundgebirges aus dem westlichen Teil des Abtraggebietes. Zusammengestellt aus den Einzelproben 6/3, 7/3, 9/3, 12/3. | Die Einstufung ist: DK 0 Glühverlust > DK I aber < DK II, gleichwertig zu betrachtender Parameter TOC hält DK 0-Grenzwert ein |
| MP 3 | Mischprobe des Hanglehms aus dem östlichen Teil des Abtraggebietes. Zusammengestellt aus den Einzelproben 13/2, 14/2, 15/2, 16/2, 17/2, 19/2. | Die Einstufung ist: DK 0 Glühverlust > DK I aber < DK II, gleichwertig zu betrachtender Parameter TOC hält DK 0-Grenzwert ein |
| MP 4 | Mischprobe des Grundgebirges aus dem östlichen Teil des Abtraggebietes. Zusammengestellt aus den Einzelproben 13/3, 14/3, 15/3, 16/3, 17/3, 19/3, 19/4. | Die Einstufung ist: DK 0 Glühverlust > DK I aber < DK II, gleichwertig zu betrachtender Parameter TOC hält DK 0-Grenzwert ein |

8. Beurteilungen

8.1 Bodenklassen und bodenmechanische Parameter

Bodenklassen:

Mutterboden:

Die Mutterböden sind der Bodenklasse 1 (Oberboden) zuzuordnen.

Hang- und Hochflächenlehme:

Die Hang- und Hochflächenlehme gehören der Bodenklasse 4 (mittelschwer lösbar Bodenarten) an. Bei unsachgemäßer Behandlung bzw. bei Wasserzufuhr ist ein Übergang in Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) möglich.

Grundgebirge:

Das zersetzte Grundgebirge, wie es vor allem im nördlichen und westlichen Teil des geplanten Erschließungsgebietes erbohrt wurde, besitzt Lockergesteinseigenschaften und gehört damit den Bodenklassen 4 und 5 (schwer lösbar Bodenarten) an. Mit diesen Bodenklassen ist also in weiten Teilen des Erschließungsgebietes zu rechnen.

Im Bereich des Hochpunktes um die Schürfe 1 und 2 tritt ab ca. 1,2 m bis 1,5 m das stark entfestigte Grundgebirge in Form eines Schluffsteins auf. Dieser lässt sich bis zu den Sohlen der Schürfe der Bodenklasse 6 (leicht lösbarer Fels) zuzuordnen. Sowohl die Schürfe wie auch die Bohrungen konnten im Bereich des Hochpunktes maximal 2,8 m tief geführt werden. Bis zur geplanten Nulllinie (Linie, die die Auftragsgebiete von den Abtragsgebieten abgrenzt) fehlen hier also mehr als 7 m. Über die Zusammensetzung des Grundgebirges bis 10 m Teufe kann somit nur spekuliert werden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Güte des Felses mit zunehmender Teufe weiter ansteigt. Dies ist ganz häufig der Fall und würde bedeuten, dass ab ca. 3,5 m Teufe Bodenklasse 7 (schwer lösbarer Fels) nicht ausgeschlossen werden kann. In diesem Fall müssten also mehrere Meter mächtiger Fels der Bodenklasse 7 gelöst werden, was Sprengarbeiten sinnvoll macht.

Es ist aber auch nicht auszuschließen, dass die Güte des Grundgebirges mit zunehmender Teufe wieder abnimmt. Dies ist vor allem dann wahrscheinlich, wenn der tiefere Untergrund wieder von den verwitterungsanfälligeren Tonsteinen aufgebaut wird. In diesem Fall, den der Unterzeichner schon mehrfach angetroffen hat, würde auch am Hochpunkt überwiegend Bodenklasse 4 und 5 gelöst werden müssen.

Die Ausführungen machen deutlich, dass für eine genauere Quantifizierung der Bodenklassen ein engeres Untersuchungs raster und größere Bohrteufen notwendig sind. Diese lassen sich nur mit zusätzlichen Felskernbohrungen realisieren, die schon an dieser Stelle ausdrücklich empfohlen werden.

Bodenmechanische Kennwerte:

Die bodenmechanischen Kennwerte der in den Bohrungen angetroffenen, relevanten Bodenarten können aufgrund der Bodenansprache und Probenbeurteilung, wie in der Tabelle 8.1

aufgeführt, angenommen werden. Dabei wird zwischen den bodenmechanischen Eigenschaften der Böden im ungestörten und im wiedereingebauten Zustand unterschieden. Für den Wiedereinbau sind dabei keine Konditionierungsarbeiten aber trockene Witterungsbedingungen berücksichtigt.

Tabelle 8.1: Bodenmechanische Kennwerte für ungestörte Böden

| Bodenart | γ (KN/m ³) | γ' (KN/m ³) | φ' (°) | c' (KN/m ²) | E_s (KN/m ²) |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Auffüllung Schluff, kiesig, tonig steif | 20 | 10 | 27,5 | 2 | 6.000 |
| Hang- und Hochflächenlehm, Schluff, schwach kiesig, weich-steif | 20 | 10 | 27,5 | 2 | 5.000 |
| Ton- und toniger Schluffstein, vollkommen zersetzt, halbfest-fest | 21 | 11 | 27,5 | 10 | 15.000 |
| Schluffstein, schluffiger Tonstein stark entfestigt | 22 | 12 | 40 | | 80.000 |

Erklärung der Parameter zur obigen Tabelle:

γ = Wichte des erdfeuchten Bodens γ' = Wichte des Bodens unter Auftrieb
 φ' = Reibungswinkel des drainierten Bodens, bzw. Ersatzreibungswinkel einschließlich Kohäsionsanteil
 c' = Kohäsion des drainierten Bodens E_s = Steifeziffer

Tabelle 8.2: Bodenmechanische Kennwerte für wieder eingebaute Böden

| Bodenart | γ (KN/m ³) | γ' (KN/m ³) | φ' (°) | c' (KN/m ²) | E_s (KN/m ²) |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Auffüllung, wieder eingebaut Schluff, kiesig, tonig steif | 20 | 10 | 27,5 | 0 | 4.000 |
| Hang- und Hochflächenlehm, wieder eingebaut, Schluff, schwach kiesig, weich-steif | 20 | 10 | 27,5 | 0 | 4.000 |
| Ton- und toniger Schluffstein, wieder eingebaut, vollkommen zersetzt, halbfest-fest | 21 | 11 | 27,5 | 2 | 6.000 |
| Schluffstein, schluffiger Tonstein, wieder eingebaut, stark entfestigt | 21 | 11 | 30 | 10 | 50.000 |

Erklärung der Parameter zur obigen Tabelle:

γ = Wichte des erdfeuchten Bodens γ' = Wichte des Bodens unter Auftrieb
 φ' = Reibungswinkel des drainierten Bodens, bzw. Ersatzreibungswinkel einschließlich Kohäsionsanteil
 c' = Kohäsion des drainierten Bodens E_s = Steifeziffer

8.2 Bautechnische Eigenschaften

Auffüllungen, Hang- und Hochflächenlehme:

Aufgefüllte Böden treten voraussichtlich nur in geringen Mengen im westlichen Teil der Maßnahme auf. Die Hanglehme sind an der Oberfläche im gesamten Gebiet verbreitet. Sie sind nach DIN 18 196 überwiegend in die Bodengruppen UL und TL (leicht plastische Schluffe und Tone) zu stellen. Die Böden sind sehr frostempfindlich. Nach ZTVE-StB 1997 gehören sie der Frostempfindlichkeitsklasse F3 an. Die aufgefüllten Böden sowie die Hang- und Hochflächenlehme lassen sich der Verdichtbarkeitsklasse V3 zuordnen, was einer schlechten Verdichtbarkeit entspricht.

Die durchgeführten Verdichtungsüberprüfungen machen deutlich, dass die Böden ohne zusätzliche Konditionierungsmaßnahmen zum Wiedereinbau nicht geeignet sind. Die Lastplattendruckversuche LP 1 und LP 3 mussten schon nach wenigen Laststufen aufgrund der hohen eintretenden Setzungen abgebrochen werden.

Der Gutachter weist darauf hin, dass die Wiedereinbaufähigkeit der untersuchten Böden in hohem Maß von dem Wassergehalt abhängt. Neben dem Umstand, dass die Böden mit einem Zuschlagsstoff behandelt werden müssen, der das Wasser bindet, sind die Wiedereinbauarbeiten von den Witterungsbedingungen abhängig. Schon bei geringer Wasserzufuhr tritt eine deutliche Konsistenzverschlechterung ein. Verdichtbar ist der Boden dann nicht mehr. Voraussetzung für einen ordnungsgemäßen Einbau sind somit ausdrücklich gute Witterungsbedingungen.

zersetztes Grundgebirge:

Das zersetzte Grundgebirge besitzt durchgehend Lockergesteinseigenschaften. Es ist überwiegend in die Bodengruppen UL und TL zu stellen. Es gehört damit der Frostempfindlichkeitsklasse F3 und der Verdichtbarkeitsklasse V3 an. Es gelten im Wesentlichen die für den Hang- und Hochflächenlehm gemachten Angaben. Allerdings sind die Wassergehalte im zersetzten Grundgebirge etwas niedriger, wodurch auch eine etwas bessere Wiedereinbaufähigkeit gegeben ist. Die Beurteilung, dass es sich um sehr wasserempfindliche Böden handelt, gilt aber auch hier. Bei schlechter Witterung ist ein Einbau unmöglich. Die angetroffenen Konsistenzen stellen darüber hinaus eine Momentaufnahme dar. Es ist nicht auszuschließen, dass bei Beginn der Erdarbeiten höhere Wassergehalte im Boden vorhanden sind. Dann werden auch für das zersetzte Grundgebirge zusätzliche Konditionierungsmaßnahmen notwendig, um einen fachgerechten Wiedereinbau zu ermöglichen.

stark entfestigtes Grundgebirge:

Die geringeren Feinkornanteile der weniger stark verwitterten Grundgebirgsschichten legen den Schluss nahe, dass das Bodenmaterial eine gute Eignung zum Wiedereinbau besitzt. Dies ist grundsätzlich richtig. Langjährige Erfahrungen zeigen aber, dass selbst wenig verwitterte Grundgebirgsschichten, die beim Lösen den Bodenklasse 6 und 7 zugeordnet werden müssen, nach den Vorgängen Lösen-Laden-Fahren-Einbauen-Verdichten so hohe Feinkornanteile besitzen, dass sie bei ungünstigen Witterungsbedingungen nicht einbaufähig sind. Dies bedeu-

tet, trotz des hohen Aufwandes beim Lösen, ist keinesfalls ein unkomplizierter Wiedereinbau sichergestellt. Durch den Einsatz schwerer Verdichtungsgeräte (Polygonwalze) werden die Stein- und die Kiesfraktion häufig so zerkleinert, dass die abgewalzte Oberfläche in weiten Teilen den Eindruck eines glatten bindigen Bodens macht. Dabei muss berücksichtigt werden, dass nur Steine mit maximal ca. 25 cm Kantenlänge eingebaut werden dürfen. Fallen beim Lösen größere Gesteinsbrocken an, müssen diese vor dem Wiedereinbau gebrochen werden.

Trotz der insgesamt besseren Verwendbarkeit sind die Böden (nach dem Einbau) in die Bodengruppe GU*, die Frostempfindlichkeitsklasse F3 und die Verdichtbarkeitsklasse V2 zu stellen. Die beiden durchgeführten statischen Lastplattendruckversuche weisen darauf hin, dass der geforderte Ev2-Wert von 45 MN/m² erreicht werden kann, wenn günstige Witterungsbedingungen vorherrschen. Der zu geringe Messwert von Versuch LP 4 ist bereits dem einsetzenden Regen während der Verdichtungsarbeiten geschuldet. Dieser Umstand macht einmal mehr deutlich, wie entscheidend günstige Witterungsbedingungen für den Erfolg der Erdbauarbeiten sind.

8.3 Allgemeine und zusammenfassende Beurteilung des Standortes

Alle bisherigen Ergebnisse berücksichtigend, kann der untersuchte Standort für die geplante Maßnahme auf Grundlage der bisherigen Untersuchungen als schlecht bis mäßig bezeichnet werden:

- Im Hinblick auf die Qualität und Wiedereinbaufähigkeit des anfallenden Bodenmaterials hat der Unterzeichner schon deutlich bessere Standorte angetroffen. Die zu lösenden Böden sind überwiegend sehr wasserempfindlich, die Maßnahme ist damit extrem von der Witterung abhängig.
- Die übliche Vorgehensweise, zuerst den Mutterboden im gesamten Gebiet abzuschleppen und dann mit dem gleichzeitigen und großräumigen Bodenab- und Bodenauftrag zu starten, birgt im vorliegenden Fall ein hohes Risiko. Sobald ein Regenguss fällt, sind die von dem zersetzten Grundgebirge aufgebauten Bereiche nicht mehr befahrbar. Auch werden die Aushubböden dann nicht mehr einbaufähig sein. Die Baumaßnahme kann erst wieder beginnen, wenn die Oberflächen abgetrocknet sind und kein Regen mehr fällt.
- In den Bereichen, in denen die höchsten Abtragsmächtigkeiten vorgesehen sind, besteht noch Unklarheit über die Zusammensetzung des Untergrundes ab ca. 3 m Teufe. Die bisherigen Erkenntnisse deuten hier eine, für den Wiedereinbau günstigere Zusammensetzung des Untergrundes an. Hier sollten unbedingt noch Felskernbohrungen durchgeführt werden, um Klarheit zu schaffen. Es ist von nicht unerheblicher Bedeutung, ob die Böden von 3 m bis 10 m Teufe besser oder, wie das zersetzte Grundgebirge, eher schlecht wieder einbaufähig sind.
- Aufwändig stellt sich am untersuchten Standort die Herstellung der Dammaufstandsfläche dar. Diese müssen einerseits in Stufen abgetrepppt werden, damit ein Abrutschen des Dammkörpers verhindert wird, andererseits müssen sie ausreichend tragfähig sein. Dies ist aber nicht der Fall, da die Dammaufstandsflächen in den hängigen Auftragsgebieten von dem Hanglehm mit lediglich weich-steifplastischer Konsistenz aufgebaut werden. Hier werden in jedem Fall zusätzliche Konditionierungsmaßnahmen notwendig.

- Zusätzliche Konditionierungsarbeiten sind auch für das zersetzte Grundgebirge nicht auszuschließen.
- Es ist nicht ausgeschlossen, dass beim Bodenabtrag Schichtwasserhorizonte angeschnitten werden, auf die dann reagiert werden muss.

Abschließend möchte der Unterzeichner noch einmal ausdrücklich betonen, dass die Maßnahme extrem von der Witterung abhängig ist. In den Sommern 2018 und 2019 wären die Erdbauarbeiten in jedem Fall möglich gewesen. Leider können diese Bedingungen (trotz des Klimawandels) im Bergischen Land nicht immer angenommen werden. Der Unterzeichner hat schon mehrere vergleichbare Bauvorhaben begleitet, bei denen das Wetterisiko unterschätzt wurde. In niederschlagsreichen oder auch nur wechselhaften Zeiträumen müssen die Arbeiten abgebrochen werden. Monatelange Unterbrechungen, insbesondere im Winterhalbjahr sind dann die Folge.

9. Empfehlungen

Grundsätzlich wird empfohlen, die Erdarbeiten nur abschnittsweise in Teilgebieten durchzuführen, um keine zu großen Flächen der Witterung ausgesetzt zu lassen.

9.1 Empfehlungen zur Herstellung der Dammaufstandsbasis

Als erstes ist der Mutterboden abzuschleifen. Im Durchschnitt ist dabei mit ca. 0,3 m Mächtigkeit zu rechnen. Im Bereich der Bohrung KRB 2 sollte der Quellaustritt gefasst, verrohrt und bis vor den zukünftigen Böschungsfuß geführt werden, um eine zukünftige Erosion im Damm zu verhindern. In gleicher Weise ist vorzugehen, wenn an anderer Stelle ein Quellaustritt vorgefunden wird.

Um ein Abrutschen des Dammkörpers auf dem Untergrund zu verhindern, muss der Untergrund in Stufen angelegt werden. Die Stufen sollten mindestens 0,6 m hoch und zum besseren Wasserabfluss leicht nach außen geneigt sein (ca. 3-5 % Gefälle).

Der in der Dammaufstandsbasis überwiegend zu erwartende weich-steifplastische Hanglehm ist nicht ausreichend tragfähig. Er darf nicht überschüttet werden. Entweder wird er ausgekoffert, oder er wird durch die Zugabe eines geeigneten Zuschlagsstoffes bis in eine Teufe von $> 0,5$ m unter Dammaufstandsbasis so verbessert, dass ein Verformungsmodul $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$ und ein Verhältnisswert $E_{v2}/E_{v1} < 3$ nachgewiesen werden kann. Erfahrungsgemäß reicht dafür die Zugabe von 3-5 Gew.-% eines Kalk-Zement-Gemisches (z.B.) Dorosol C70 aus.

9.2 Empfehlungen zur Vorgehensweise im Abtragsgebiet

Die Aushubböden und auch die in den Einschnitten auf Erdplanumshöhe anstehenden Böden sind in weiten Bereichen sehr strukturempfindlich. Lediglich im Bereich um den Hochpunkt dürfen bessere Böden an der Basis des Einschnittes erwartet werden. Trotzdem sollten die Böden in den Einschnitten möglichst nicht befahren werden. Der Aushub muss dann von einem höheren Niveau mit einem Tieflöffelbagger erfolgen. Die Baggerschaufel sollte, soweit

es die Aushubböden zulassen, mit einer glatten Schneide bestückt sein. Wenn die vorgesehene Aushubtiefe erreicht ist, sind die Flächen in einer Dicke von 0,2 m mit einem grobkörnigen Boden abzudecken. In Bereichen, die befahren werden sollen, ist die Dicke auf ca. 0,5 m zu erhöhen.

9.3 Empfehlungen zur Herstellung des Dammkörpers

Die ordnungsgemäße Verdichtung im Dammkörper lässt sich nur durch Lagenschüttung erreichen. Der Boden wird hierbei lagenweise eingebaut und verdichtet. Die Schütthöhe richtet sich nach Art und Größe des Verdichtungsgerätes und dem geforderten Verdichtungsgrad des Bodens. Für die einzubauenden Böden aus dem Abtragsgebiet wird der Einsatz einer schweren Polygonwalze empfohlen. Damit können Schütthöhen von 0,5 m bis 0,6 m realisiert werden. Die Böden sind in fünf Übergängen über Kreuz zu verdichten. Dämme werden von Außen zur Mitte hin verdichtet.

Der Böschungsbereich ist besonders sorgfältig zu verdichten. Dabei kann wie folgt vorgegangen werden:

- Die Schütthöhe wird im äußeren, mindestens 2 m breiten Böschungsbereich verringert und mit Geräten verdichtet, die für den Randbereich geeignet sind.
- Der Damm wird über das Sohlprofil hinaus geschüttet (ca. 1 m) und auf voller Breite verdichtet. Der über das Sohlprofil hinaus eingebaute Boden wird danach wieder entfernt und kann z.B. für die Ausrundung des Dammfußbereiches verwendet werden.

Die Verdichtungsanforderungen auf jeder Einbaulage sind mindestens: $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$ und $E_{v2}/E_{v1} < 3$. Die durchgeführten Probeverdichtungen mit Bodenmaterial aus dem stark verwitterten Grundgebirge (LP 2 und LP 4) machen deutlich, dass diese Anforderungen, günstige Witterungsbedingungen vorausgesetzt, erreicht werden können.

Der bindige Hanglehm und unter Umständen auch die zersetzten Bereiche des Grundgebirges können nur eingebaut werden, wenn deren Wassergehalt nahe am optimalen Wassergehalt liegt. Da deren Wassergehalt von den, während der Bauphase herrschenden Bedingungen abhängig ist, kann noch nicht prognostiziert werden, ob ein Einbau erfolgen kann oder nicht. Es wird deshalb ausdrücklich empfohlen, für diese Böden zusätzliche Konditionierungsmaßnahmen einzuplanen, sofern keine Abfuhr vorgesehen ist. Auch hier sollte mit einer Zugabe von 3-5 Gew.-% Dorosol C70 kalkuliert werden.

Grundsätzlich hat sich bei ähnlichen Bauvorhaben die sogenannte Sandwichbauweise bewährt. Dabei werden bindige und grobkörnige Lagen im Wechsel eingebaut. Dies setzt aber voraus, dass über beide Böden im gleichen Moment verfügt werden kann. Sofern grobkörnige Böden angeliefert werden ist dies der Fall, ansonsten sind Böden aus unterschiedlichen Tiefen zu verwenden. Bei der Sandwichbauweise sollte eine Lage eines bindigen Bodens in einer Dicke von 0,25 m bis 0,30 m unmittelbar von einer etwa gleich dicken Lage eines grobkörnigen Bodens überschüttet und dann verdichtet werden. Auf diese Weise wird immer eine abgewalzte Fläche geschaffen, die eine etwas geringere Witterungsanfälligkeit aufweist.

9.4 Empfehlungen zur Qualität von angelieferten Böden

Sofern zusätzliche Böden angeliefert werden, sollten diese eine Qualität aufweisen, die die eines bindigen Bodens deutlich übersteigt. Geeignet sind natürlich Baustoffgemische mit definierter Körnungslinie. Auch Vorsiebmaterial kann geeignet sein, ist von einem Bodengutachter aber freizugeben.

Sofern Aushubböden aus anderen Erdbaumaßnahmen eingebaut werden, sollten diese aus Grundgebirgsaufschlüssen mit hohem Stein- und Kiesanteil stammen. Auch diese sind von einem erfahrenen Bodengutachter freizugeben.

Für die Verdichtungsanforderungen auf den angelieferten Böden gelten die oben gemachten Angaben.

9.5 Empfehlungen zum Anlegen der Böschungen

Normalerweise werden die Böschungsneigungen der Scherfestigkeit der einzubauenden Böden angepasst. Für die Böden aus dem Abtragsgebiet, die aus Hang- und Hochflächenlehmen und dem verwitterten Grundgebirge entnommen werden, und die im ordnungsgemäß eingebauten Zustand den Bodengruppen UL, TL, GU, GT, GU*, GT* mit halbfester Konsistenz zuzuordnen sind, können folgende Scherparameter angenommen werden:

$$\text{Reibungswinkel } \varphi': 30,0^\circ$$
$$\text{Kohäsion } c: 5 \text{ KN/m}^2$$

Für mit 1:1,5 geneigte Böschung wird dann der zulässige Ausnutzungsgrad in der Regel nicht überschritten. Dies ist aber von verschiedenen Randfaktoren abhängig. Der Unterzeichner empfiehlt deshalb ausdrücklich, die Durchführung zusätzlicher Böschungsbruchberechnungen für die höchsten Böschungsbereiche, nachdem die genaue Geometrie der Anschüttung bekannt ist.

Die Böschungen sind unmittelbar nach Fertigstellung mit einer schnell wachsenden Einsaat zu begrünen, um oberflächlichen Erosionen vorzubeugen.

9.6 Hinweise zur Entwässerung der Böschung und der Dammfläche

Die Schüttilagen der witterungsempfindlichen Schichten sind mit einem Quergefälle von mindestens 3-5 % anzulegen und jede Lage unmittelbar nach dem Schütten zu verdichten. Sind beim Einbau dieser Schichten Niederschlagswässer zu erwarten, so ist die verdichtete Fläche am Ende der Tagesleistung glatt zu walzen. Dabei ist keine Polygonwalze sonder eine Glattwalze zu nutzen. Bei ungünstiger Witterung sind die Arbeiten einzustellen (s.o.).

Anfallendes Niederschlagswasser muss durch hangparallele Gerinne oder Gräben, nötigenfalls mit dichter Sohle, gesammelt und abgeleitet werden. Für die nachteilsfreie Ableitung der anfallenden und mit voraussichtlich hohen Feinkornanteilen durchsetzten Niederschlagswässer sind planerisch Vorkehrungen zu treffen.

Schichtwasseraustritte und Sickerwässer müssen vor dem Überschütten dauerhaft gedränt bzw. gefasst und so abgeleitet werden, dass keine Erosionen im Dammkörper auftreten können. Bergseitiges Oberflächenwasser ist am Böschungsfuß des Einschnittes in Gräben, nötigenfalls mit dichter Sohle, abzuleiten. Der Versickerung von Oberflächenwasser in den Dammkörper ist wie o.a. durch Neigungen von 3 – 5 % zu begegnen, da sonst Wasseraustritte an der talseitigen Böschung zu Schäden führen können.

9.7 Abschließende Hinweise

Sämtliche Erdbauarbeiten sind unbedingt bodengutachterlich engmaschig begleiten zu lassen.

Es wird abschließend noch einmal auf die Abhängigkeit der Maßnahme von der Witterung hingewiesen. Für eine solche Maßnahme lässt sich seriös kein Zeitfenster definieren. Vielmehr muss der Arbeitsfortschritt der Witterung angepasst werden. Alternativ müssen große Mengen an Böden abgefahren und durch gut verdichtbare und weniger wasserempfindliche Baustoffgemische ersetzt werden.

In den Bereichen mit hoher Abtragsmächtigkeit sollten unbedingt noch Felskernbohrungen durchgeführt werden. Die Datenbasis in diesem Bereich ist noch zu gering.

Das Gutachten basiert auf den im Gelände ermittelten Befunden und ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Der Aufbau des Untergrundes zwischen den abgeteuften Sondierungen und ausgehobenen Schürfen wurde interpoliert. Dies muss nicht mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmen. Sollte während der Tiefbauarbeiten eine andere als die in dem vorliegenden Gutachten aufgeführte Untergrundsituation angetroffen werden, ist der Gutachter unverzüglich zu benachrichtigen, um weitere Empfehlungen einzuholen.

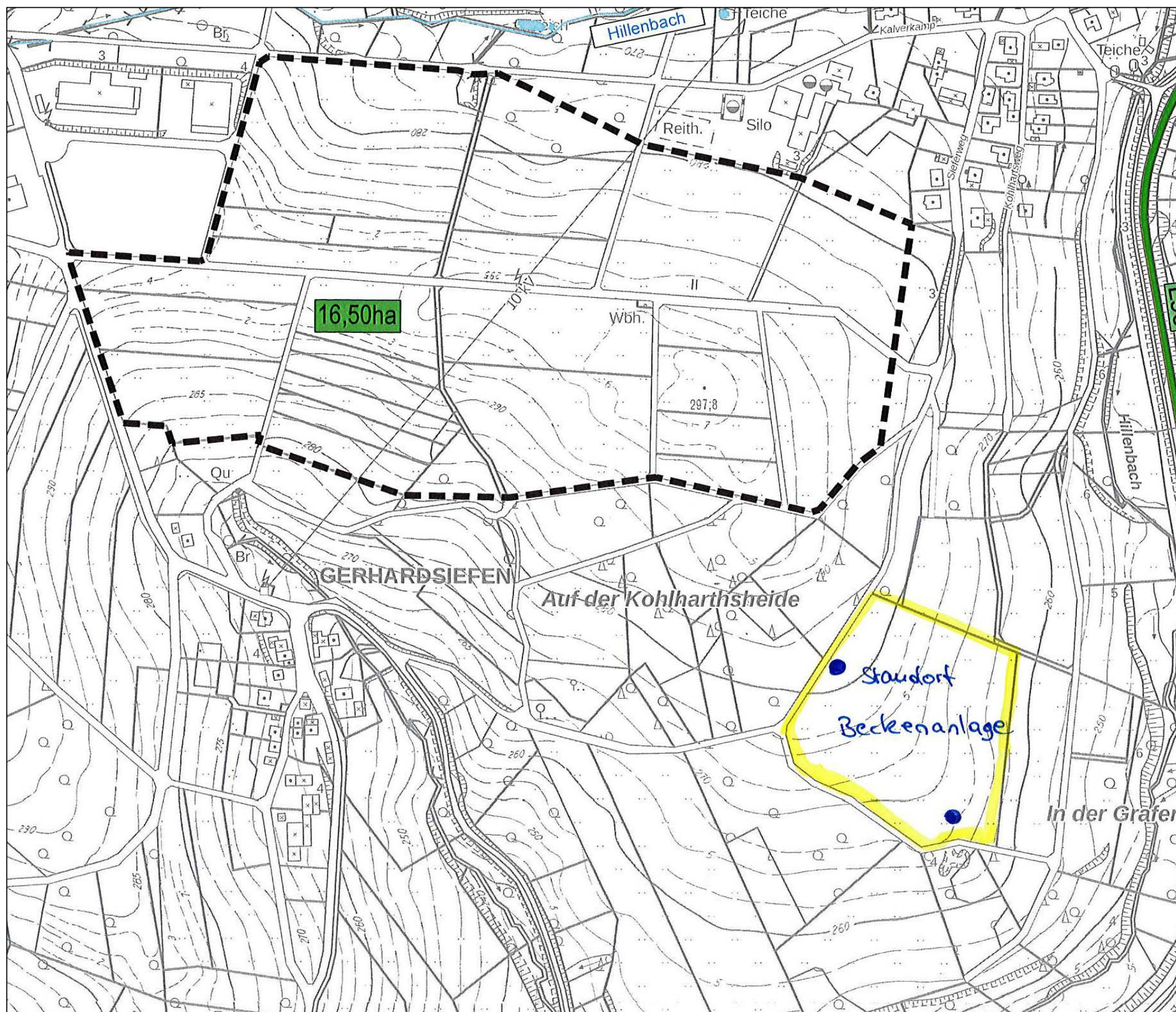
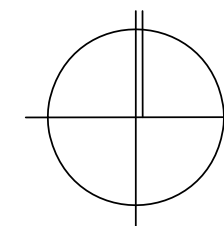
Wipperfürth, den 20.12.2019

Slach & Partner beratende Ingenieure mbB

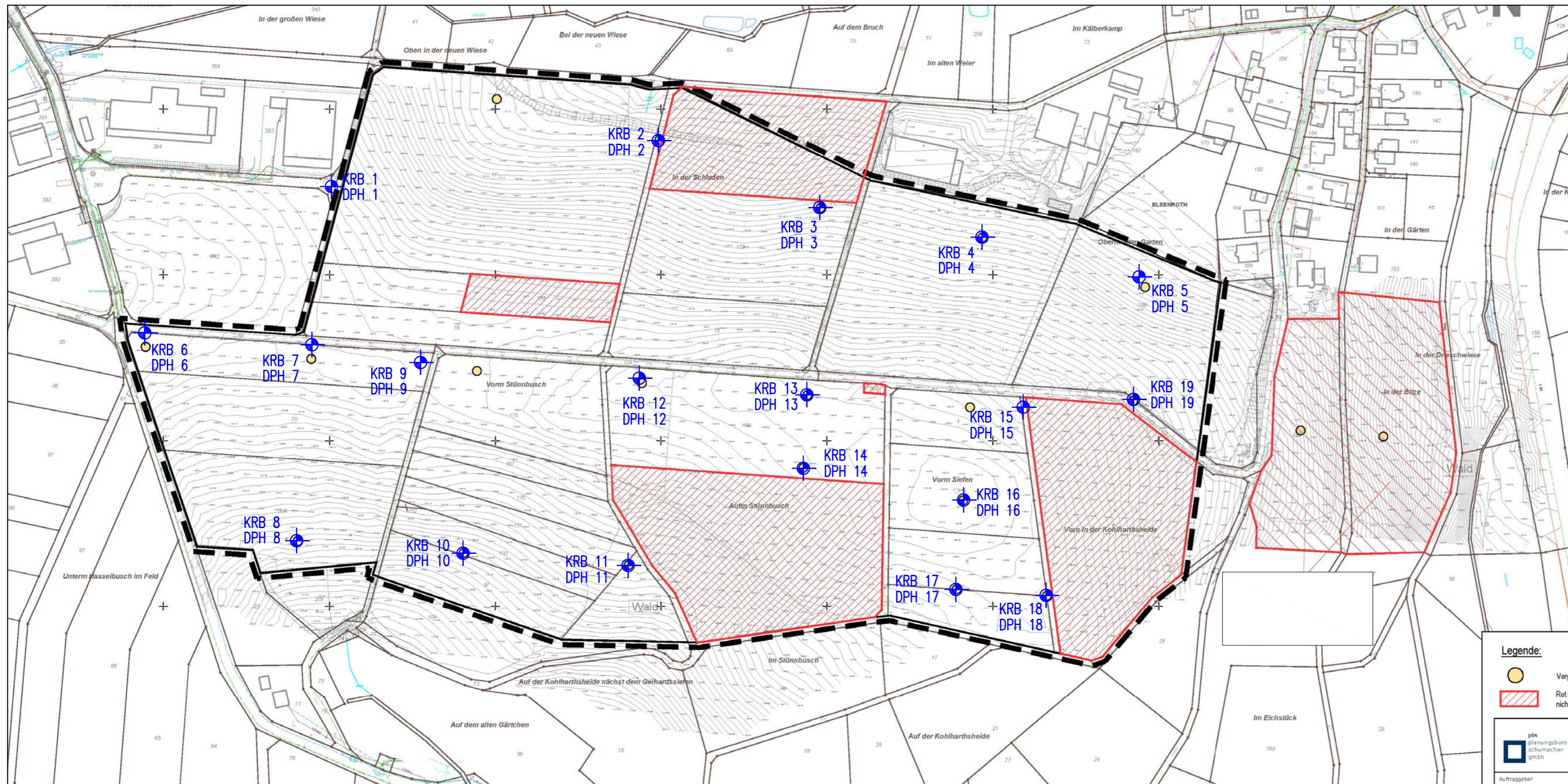
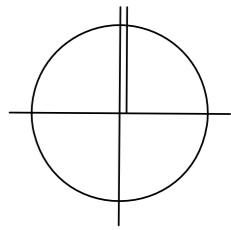
Diplom Geologe Jean-Claude Slach




Anlage 1a-c

Übersichtsplan und Lagepläne



| | | |
|--|--------------------------|---------------------|
| Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure Felderweg 12 51688 Wipperfürth Tel.: 02268 / 894530 Fax: 02268 / 8945333 | | |
| Auftraggeber: Gemeinde Nümbrecht Hauptstraße 16 in 51588 Nümbrecht | | |
| Projekt: Erweiterung Gewerbegebiet Elsenroth | | |
| Planinhalt: Übersichtsplan des Erschließungsgebietes und der geplanten Beckenanlage | | |
| bear./Dat. | gepr./Datum | geändert/Datum |
| Maßstab: ohne | Zeichnungsnr. 19-6007 | Anlage Nummer 1a |



-  Ansatzpunkt
-  KRB Kleinrammbohrung
-  DPH Schwere Rammsondierung

Slach & Partner mbB
Beratende Ingenieure

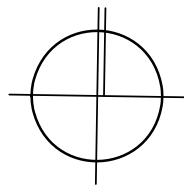
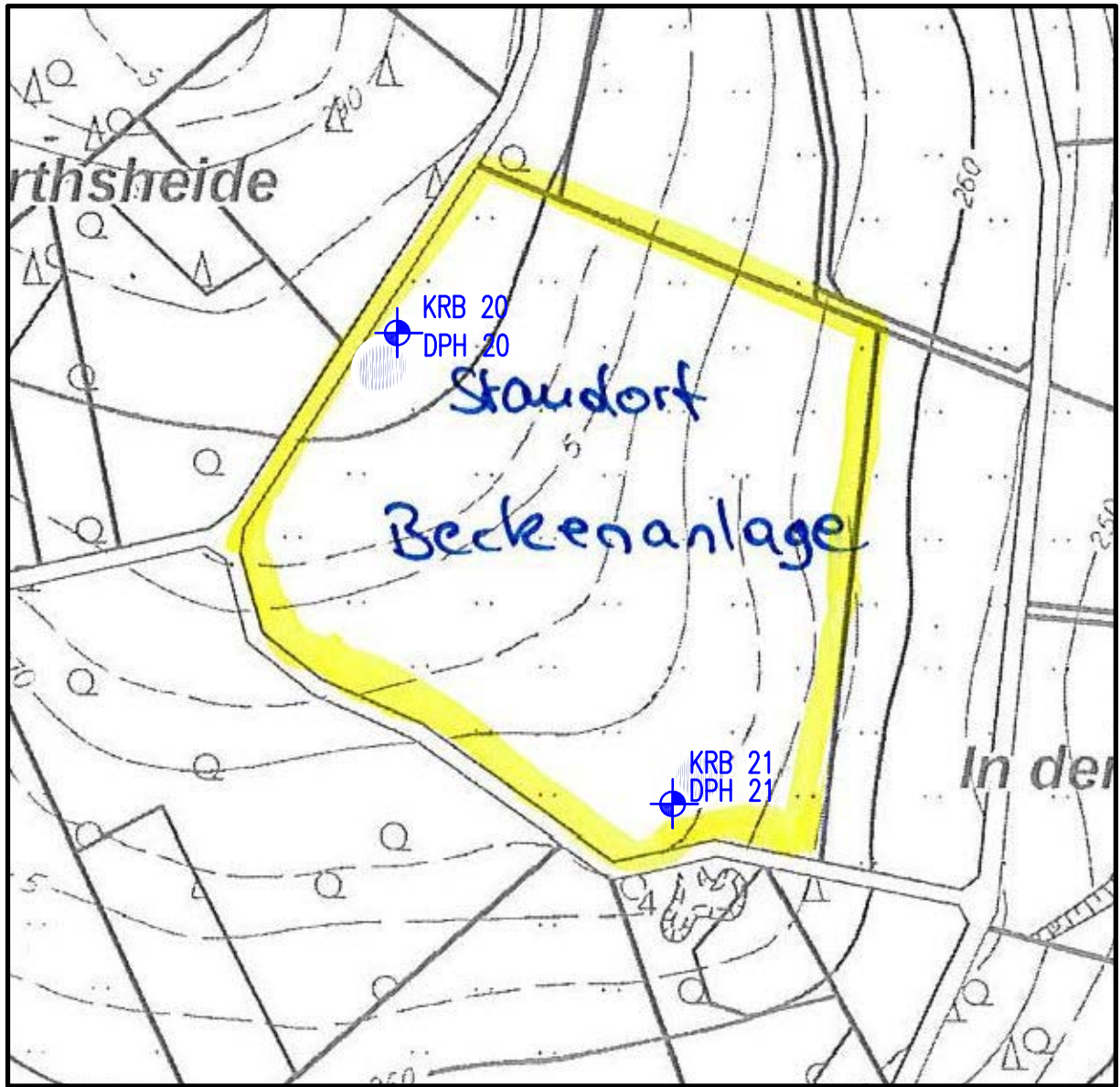
Felderweg 12
51688 Wipperfürth
Tel.: 02268 / 894530
Fax: 02268 / 8945333

Auftraggeber: Gemeinde Nümbrecht
Hauptstraße 16 in 51588 Nümbrecht

Projekt: Erweiterung Gewerbegebiet Elsenroth

Planinhalt: Lageplan mit Eintrag der Sondieransatzpunkte

| bear./Dat. | gepr./Datum | geändert/Datum |
|------------|--------------------------|----------------|
| Maßstab: | Zeichnungsnr. 19-6007 | Anlage 1b |



Legende:



Ansatzpunkt

KRB

Kleinrammbohrung

DPH

Schwere Rammsondierung

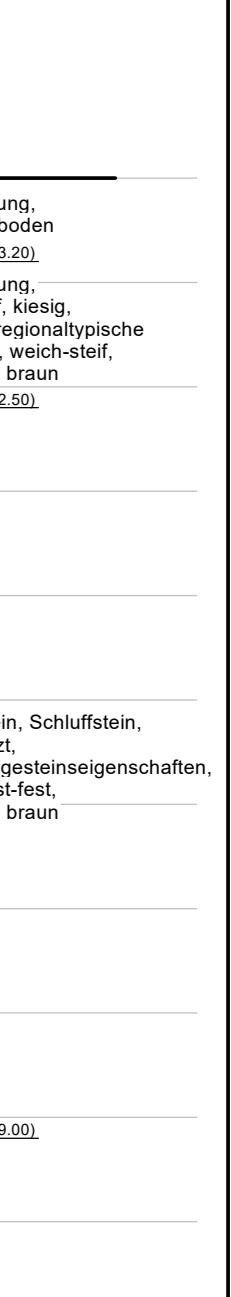
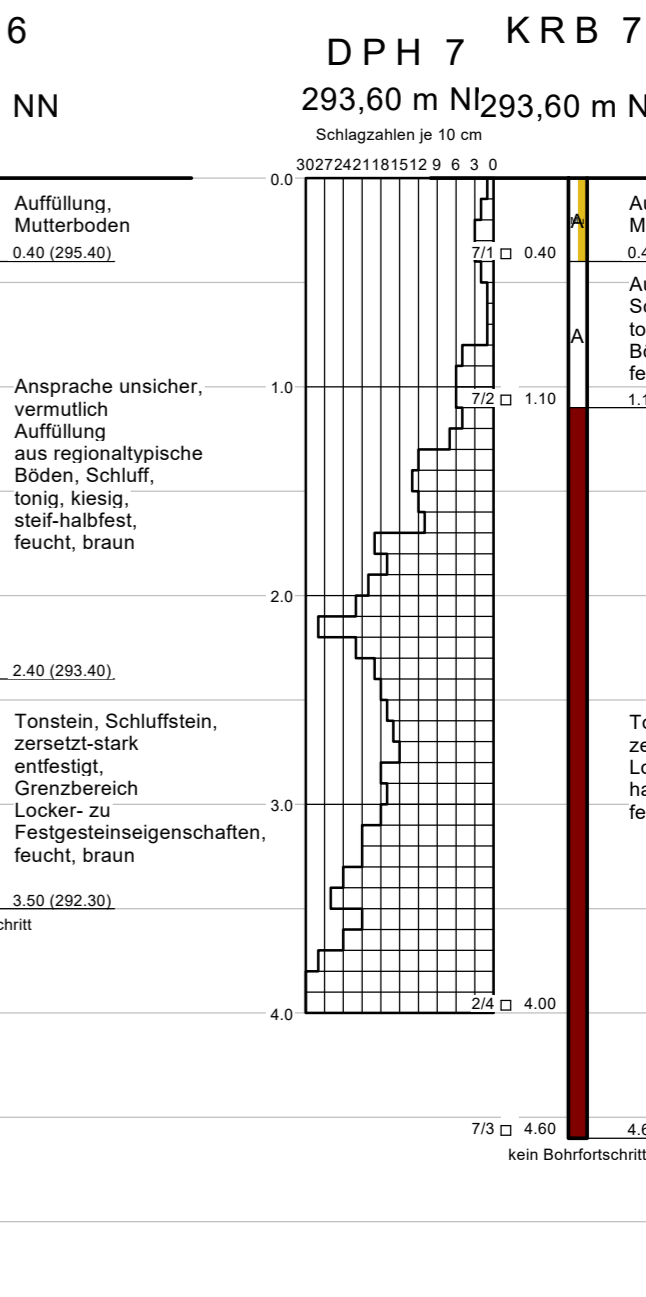
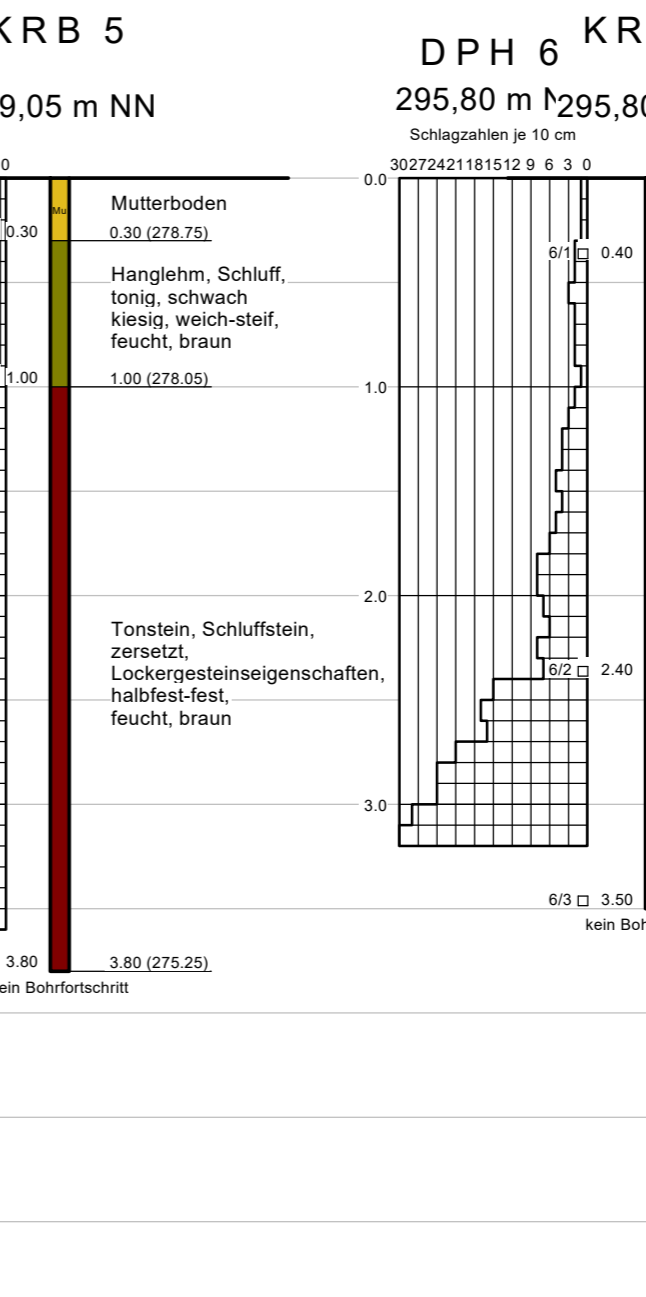
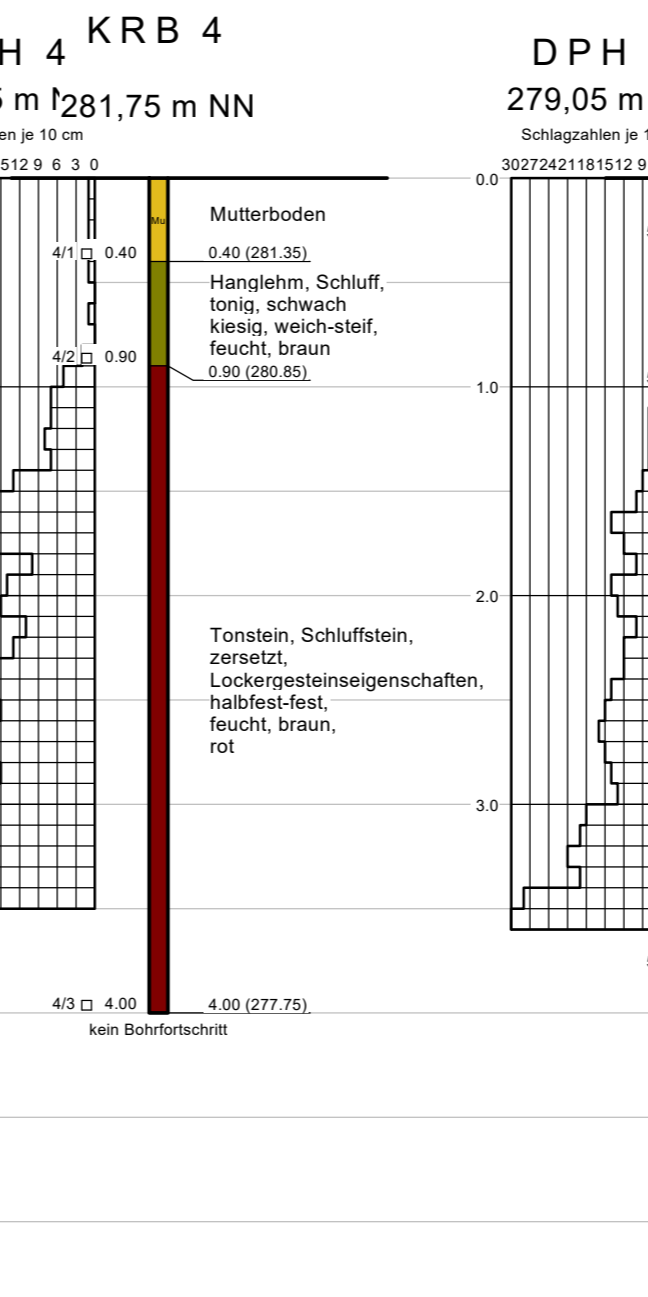
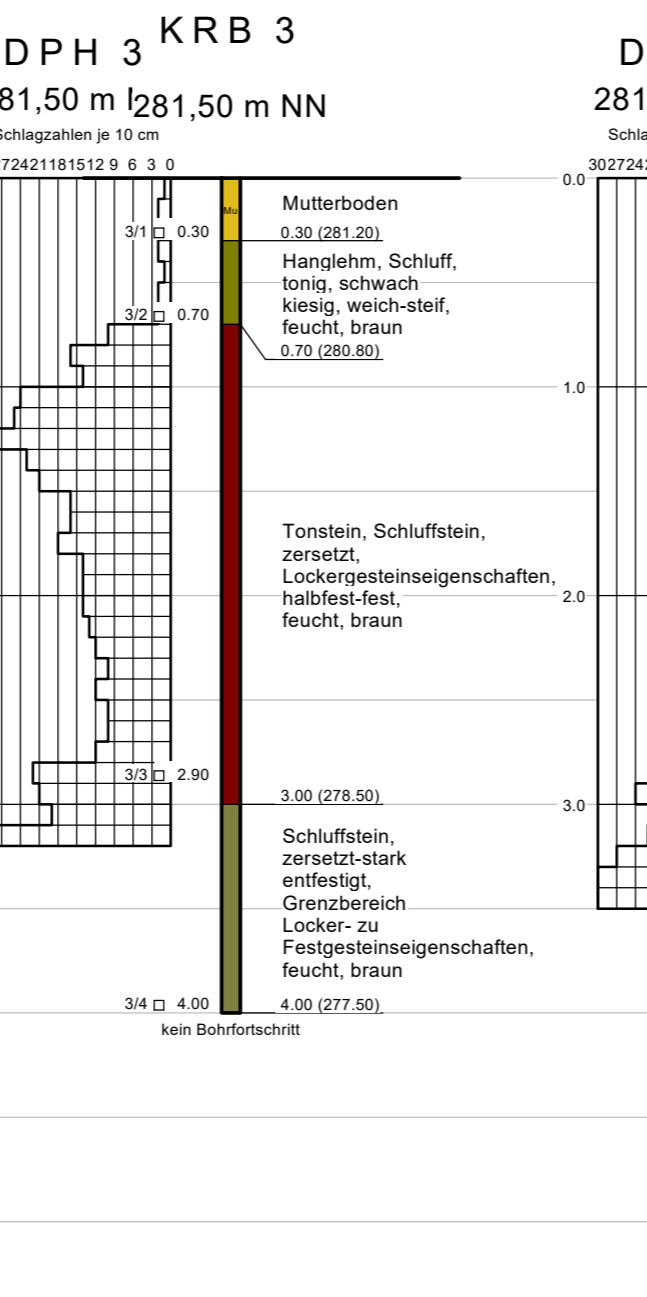
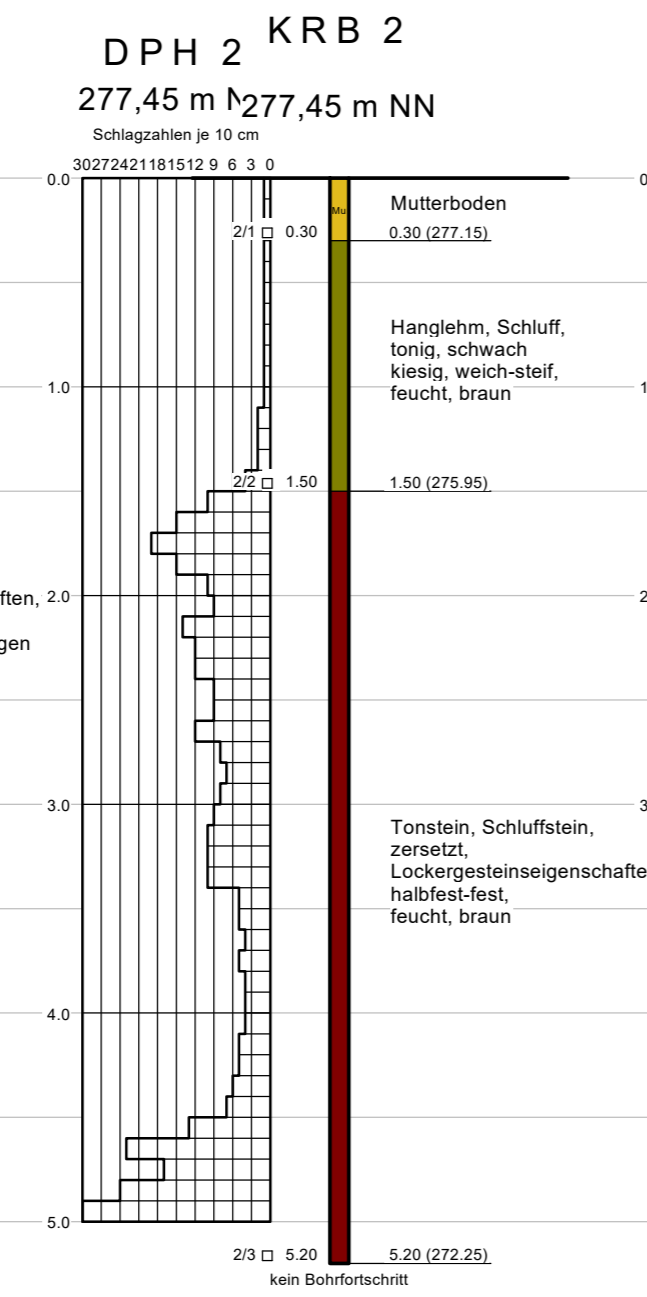
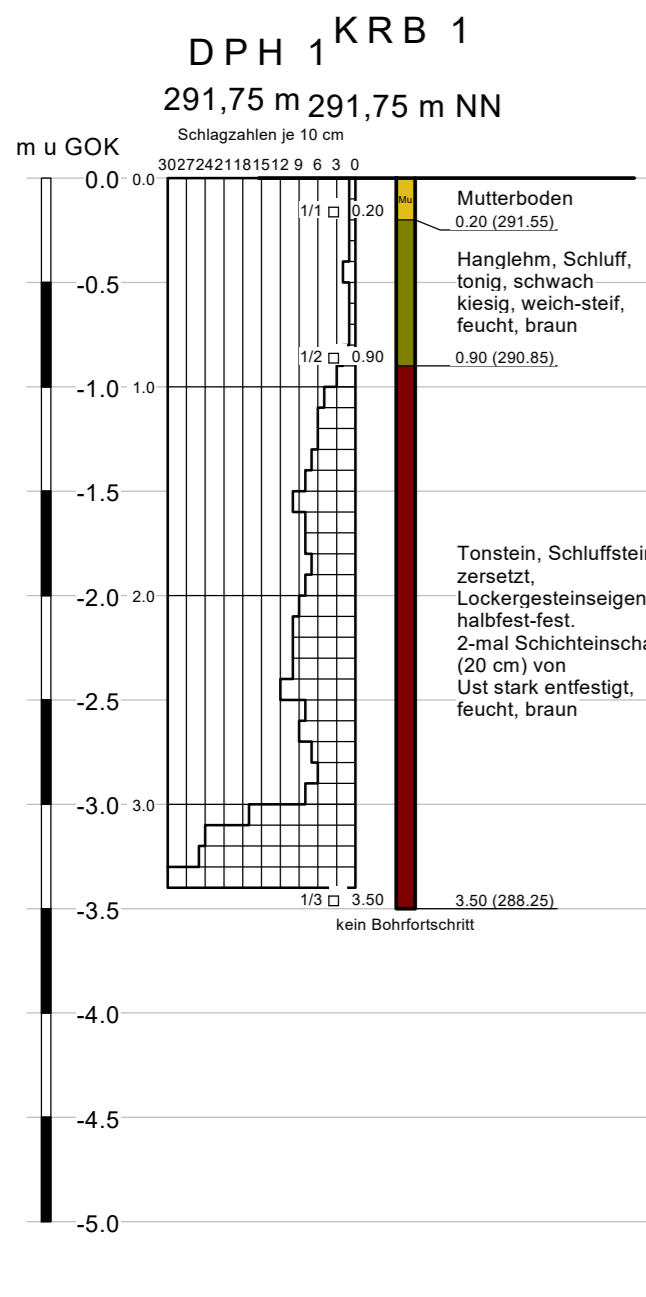
| | | |
|--|--------------------------|---------------------|
| Auftraggeber: Gemeinde Nümbrecht Hauptstraße 16 in 51588 Nümbrecht | | |
| Projekt: Erweiterung Gewerbegebiet Elsenroth | | |
| Planinhalt: Lageplan mit Eintrag der Sondieransatzpunkte im Bereich der geplanten Beckenanlage | | |
| bear./Dat. | gepr./Datum | geändert/Datum |
| Maßstab: ohne | Zeichnungsnr. 19-6007 | Anlage Nummer 1c |

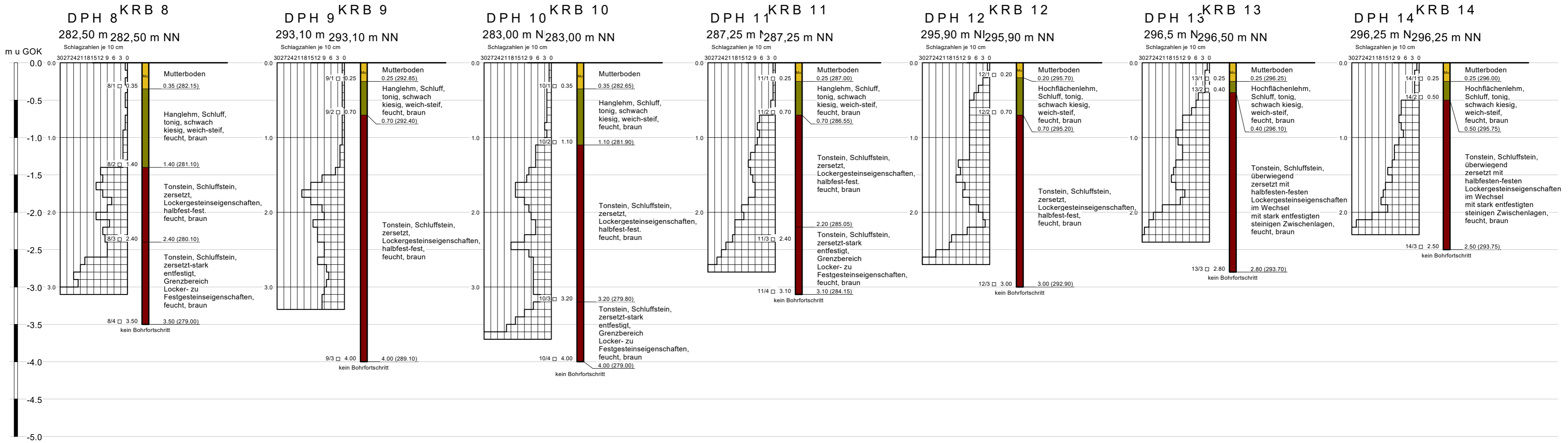
Slach & Partner mbB
Beratende Ingenieure

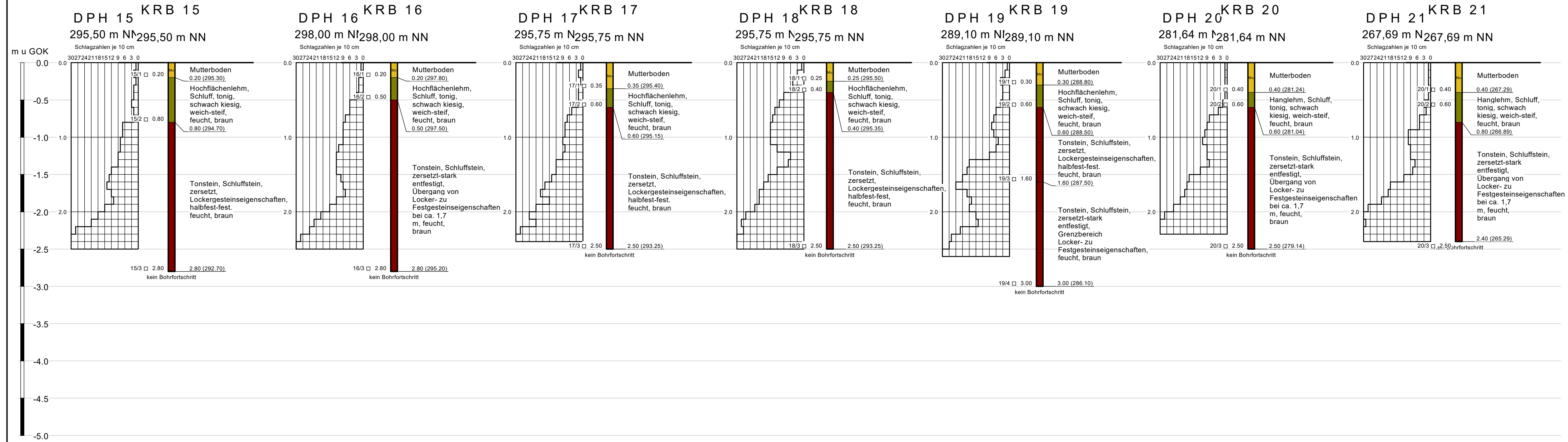
Felderweg 12
51688 Wipperfürth
Tel.: 02268 / 894530
Fax: 02268 / 8945333

Anlage 2

Bohrprofile (Blätter 2.1 bis 2.3)







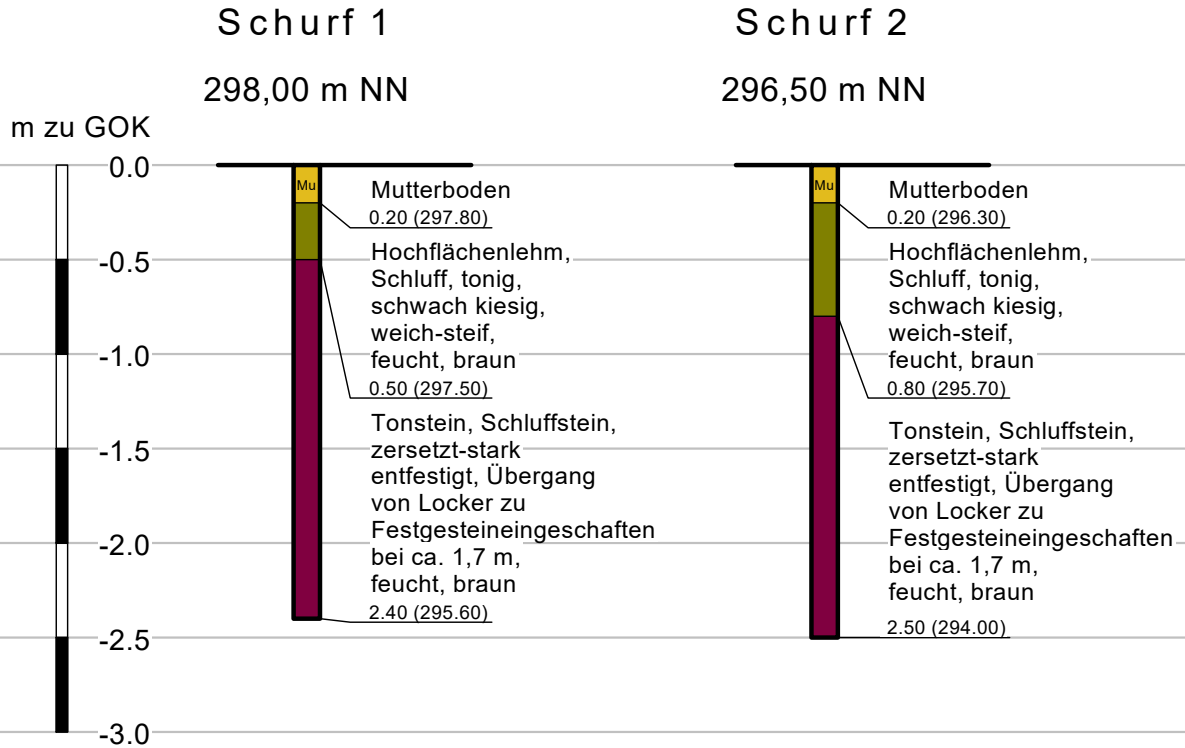
Slach & Partner mbB
Felderweg 12
51688 Wipperfürth
Tel.: 02268/89 45 3 0

Gemeinde Nümbrecht

BV: Erweiterung Erschließung Elsenroth

Projekt-Nr. 19-6007

Anlage Nr. 2.4



Anlage 3

Ergebnisse der statischen Lastplattendruckversuche

| | | |
|--|---|-----------------|
| Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure Felderweg 12 51688 Wipperfürth Tel. 02268 - 89 45 30 | Lastplattendruckversuch nach DIN 18 134 Lastplatte D = 300 mm | Anlage 3 |
|--|---|-----------------|

Allgemeine Angaben

| | | | |
|---------------|---|-------------------|----------------------------------|
| Projekt: | 19-6007 Erweiterung Erschließung Elsenroth Bauabschnitt A1 | Datum: | 18.12.2019 |
| Auftraggeber: | Gemeinde Nümbrecht | Witterung: | bedeckt, trocken |
| | | Witterung Vortag: | hohe Niederschläge |
| | | Bearbeiter: | M. Sc. Geograph Fabian Linden |

Geländedaten

| | | | |
|--------------|---|-------------------------|---------------|
| Meßstelle: | LP 1 | Schichtdicke: | ca. 0,2 m |
| Standort: | Prüffeld neben Schurf 1 (Siehe Lageplan) | Zeit nach Verdichtung: | ca. 48 Stunde |
| Prüfschicht: | Hanglehm und zersetzer-stark entfestigter UST | Plattenunterlage: | Mittelsand |
| Bodenart: | Kies, stark schluffig, tonig, sandig Entnahmeteufe: 0,2 m - 1,2 m Schurf 1 | Übersetzungsverhältnis: | 2 |
| | | Sonstiges: | |

Ergebnisse

| Nr. | Kraft kN | Normalspannung σ_0 MN/m ² | Ablesung Meßuhr 10 ⁻² mm | Setzung Platte 10 ⁻² mm | Ergebnisse |
|-----|-------------|--|--|---------------------------------------|--|
| 1 | 5,65 | 0,08 | 105 | 210 | $a_{1,1}$ [mm/MN/m ²] = 156,950 $a_{2,1}$ [mm/MN/m ²] = -268,615 E_{v1} [MN/m ²] = 9,94 $a_{1,2}$ [mm/MN/m ²] = 0,000 $a_{2,2}$ [mm/MN/m ²] = 0,000 E_{v2} [MN/m ²] = #DIV/0! E_{v2} / E_{v1} = #DIV/0! |
| 2 | 11,31 | 0,16 | 285 | 570 | |
| 3 | 16,96 | 0,24 | 389 | 778 | |
| 4 | 22,62 | 0,32 | 605 | 1210 | |
| 5 | 28,27 | 0,40 | 905 | 1810 | |
| 6 | 31,81 | 0,45 | Versuch abgebrochen. | | |
| 7 | 35,34 | 0,50 | | 0 | |
| 8 | 17,67 | 0,25 | | 0 | |
| 8 | 8,48 | 0,12 | | 0 | |
| 10 | 0,00 | 0,00 | | 0 | |
| 11 | 5,65 | 0,08 | | 0 | |
| 12 | 11,31 | 0,16 | | 0 | |
| 13 | 16,96 | 0,24 | | 0 | |
| 14 | 22,62 | 0,32 | | 0 | |
| 15 | 28,27 | 0,40 | | 0 | |
| 16 | 31,81 | 0,45 | | 0 | |

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| | E_{v1} [MN/m ²] | E_{v2} [MN/m ²] | E_{v2} / E_{v1} |
| Istwert: | | | |
| Sollwert: | | | |

Beurteilung: Versuch abgebrochen. deutlich > 5 mm Setzung nach wenigen Laststufen

| | | |
|--|---|-----------------|
| Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure Felderweg 12 51688 Wipperfürth Tel. 02268 - 89 45 30 | Lastplattendruckversuch nach DIN 18 134 Lastplatte D = 300 mm | Anlage 3 |
|--|---|-----------------|

Allgemeine Angaben

| | | | |
|---------------|--|-------------------|----------------------------------|
| Projekt: | 19-6007 Erweiterung Erschließung Elsenroth | Datum: | 18.12.2019 |
| Auftraggeber: | Gemeinde Nümbrecht | Witterung: | bedeckt, trocken |
| | | Witterung Vortag: | hohe Niederschläge |
| | | Bearbeiter: | M. Sc. Geograph Fabian Linden |

Geländedaten

| | | | |
|--------------|---|-------------------------|---------------|
| Meßstelle: | LP 2 | Schichtdicke: | ca. 0,2 m |
| Standort: | Prüffeld neben Schurf 1 (Siehe Lageplan) | Zeit nach Verdichtung: | ca. 48 Stunde |
| Prüfschicht: | stark entfestigter UST | Plattenunterlage: | Mittelsand |
| Bodenart: | Kies und Steine, schluffig, sandig, tonig | Übersetzungsverhältnis: | 2 |
| | Entnahmeteufe: 1,2 m – 2,4 m aus Schurf 1 | Sonstiges: | |

Ergebnisse

| Nr. | Kraft kN | Normalspannung σ_0 MN/m ² | Ablesung Meßuhr 10 ⁻² mm | Setzung Platte 10 ⁻² mm | Ergebnisse |
|-----|-------------|--|--|---------------------------------------|--|
| 1 | 5,65 | 0,08 | 89 | 178 | $a_{1,1}$ [mm/MN/m ²] = 15,171 |
| 2 | 11,31 | 0,16 | 151 | 302 | $a_{2,1}$ [mm/MN/m ²] = -3,258 |
| 3 | 16,96 | 0,24 | 201 | 402 | E_{v1} [MN/m ²] = 16,62 |
| 4 | 22,62 | 0,32 | 254 | 508 | $a_{1,2}$ [mm/MN/m ²] = 7,905 |
| 5 | 28,27 | 0,40 | 311 | 622 | $a_{2,2}$ [mm/MN/m ²] = -6,453 |
| 6 | 31,81 | 0,45 | 339 | 678 | E_{v2} [MN/m ²] = 48,09 |
| 7 | 35,34 | 0,50 | 368 | 736 | E_{v2} / E_{v1} = 2,89 |
| 8 | 17,67 | 0,25 | 362 | 724 | |
| 8 | 8,48 | 0,12 | 348 | 696 | |
| 10 | 0,00 | 0,00 | 269 | 538 | |
| 11 | 5,65 | 0,08 | 289 | 578 | |
| 12 | 11,31 | 0,16 | 318 | 636 | |
| 13 | 16,96 | 0,24 | 341 | 682 | |
| 14 | 22,62 | 0,32 | 365 | 730 | |
| 15 | 28,27 | 0,40 | 371 | 742 | |
| 16 | 31,81 | 0,45 | 375 | 750 | |

| | E_{v1} [MN/m ²] | E_{v2} [MN/m ²] | E_{v2} / E_{v1} |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Istwert: | 16,6 | 48,1 | 2,9 |
| Sollwert: | | | |

Beurteilung:

| | | |
|--|---|-----------------|
| Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure Felderweg 12 51688 Wipperfürth Tel. 02268 - 89 45 30 | Lastplattendruckversuch nach DIN 18 134 Lastplatte D = 300 mm | Anlage 3 |
|--|---|-----------------|

Allgemeine Angaben

| | | | |
|---------------|--|-------------------|----------------------------------|
| Projekt: | 19-6007 Erweiterung Erschließung Elsenroth | Datum: | 18.12.2019 |
| Auftraggeber: | Gemeinde Nümbrecht | Witterung: | bedeckt, trocken |
| | | Witterung Vortag: | hohe Niederschläge |
| | | Bearbeiter: | M. Sc. Geograph Fabian Linden |

Geländedaten

| | | | |
|--------------|---|-------------------------|---------------|
| Meßstelle: | LP 3 | Schichtdicke: | ca. 0,2 m |
| Standort: | Prüffeld neben Schurf 2 (Siehe Lageplan) | Zeit nach Verdichtung: | ca. 48 Stunde |
| Prüfschicht: | Hanglehm und zersetzer-stark entfestigter UST | Plattenunterlage: | Mittelsand |
| Bodenart: | Kies, stark schluffig, tonig, sandig | Übersetzungsverhältnis: | 2 |
| | Entnahmetiefe: 0,2 m - 1,5 m aus Schurf 2 | Sonstiges: | |

Ergebnisse

| Nr. | Kraft kN | Normalspannung σ_0 MN/m ² | Ablesung Meßuhr 10 ⁻² mm | Setzung Platte 10 ⁻² mm | Ergebnisse |
|-----|-------------|--|--|---------------------------------------|--|
| 1 | 5,65 | 0,08 | 148 | 296 | $a_{1,1}$ [mm/MN/m ²] = 172,638 |
| 2 | 11,31 | 0,16 | 389 | 778 | $a_{2,1}$ [mm/MN/m ²] = -300,890 |
| 3 | 16,96 | 0,24 | 499 | 998 | E_{v1} [MN/m ²] = 10,14 |
| 4 | 22,62 | 0,32 | 651 | 1302 | $a_{1,2}$ [mm/MN/m ²] = 0,000 |
| 5 | 28,27 | 0,40 | 1002 | 2004 | $a_{2,2}$ [mm/MN/m ²] = 0,000 |
| 6 | 31,81 | 0,45 | Versuch abgebrochen. | | E_{v2} [MN/m ²] = #DIV/0! |
| 7 | 35,34 | 0,50 | | 0 | E_{v2} / E_{v1} = #DIV/0! |
| 8 | 17,67 | 0,25 | | 0 | |
| 8 | 8,48 | 0,12 | | 0 | |
| 10 | 0,00 | 0,00 | | 0 | |
| 11 | 5,65 | 0,08 | | 0 | |
| 12 | 11,31 | 0,16 | | 0 | |
| 13 | 16,96 | 0,24 | | 0 | |
| 14 | 22,62 | 0,32 | | 0 | |
| 15 | 28,27 | 0,40 | | 0 | |
| 16 | 31,81 | 0,45 | | 0 | |

| | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| E_{v1} [MN/m ²] | E_{v2} [MN/m ²] | E_{v2} / E_{v1} |
| Istwert: | | |
| Sollwert: | | |

Beurteilung: Versuch abgebrochen. deutlich > 5 mm Setzung nach wenigen Laststufen

| | | |
|--|---|-----------------|
| Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure Felderweg 12 51688 Wipperfürth Tel. 02268 - 89 45 30 | Lastplattendruckversuch nach DIN 18 134 Lastplatte D = 300 mm | Anlage 3 |
|--|---|-----------------|

Allgemeine Angaben

| | | | |
|---------------|--|-------------------|----------------------------------|
| Projekt: | 19-6007 Erweiterung Erschließung Elsenroth | Datum: | 18.12.2019 |
| Auftraggeber: | Gemeinde Nümbrecht | Witterung: | bedeckt, trocken |
| | | Witterung Vortag: | hohe Niederschläge |
| | | Bearbeiter: | M. Sc. Geograph Fabian Linden |

Geländedaten

| | | | |
|--------------|---|-------------------------|---------------|
| Meßstelle: | LP 4 | Schichtdicke: | ca. 0,2 m |
| Standort: | Prüffeld neben Schurf 2 (Siehe Lageplan) | Zeit nach Verdichtung: | ca. 48 Stunde |
| Prüfschicht: | stark entfestigter UST | Plattenunterlage: | Mittelsand |
| Bodenart: | Kies und Steine, schluffig, sandig, tonig | Übersetzungsverhältnis: | 2 |
| | Entnahmetiefe: 1,5 m - 2,5 m aus Schurf 2 | Sonstiges: | |

Ergebnisse

| Nr. | Kraft kN | Normalspannung σ_0 MN/m ² | Ablesung Meßuhr 10 ⁻² mm | Setzung Platte 10 ⁻² mm | Ergebnisse |
|-----|-------------|--|--|---------------------------------------|--|
| 1 | 5,65 | 0,08 | 51 | 102 | $a_{1,1}$ [mm/MN/m ²] = 9,365 |
| 2 | 11,31 | 0,16 | 148 | 296 | $a_{2,1}$ [mm/MN/m ²] = 39,670 |
| 3 | 16,96 | 0,24 | 252 | 504 | E_{v1} [MN/m ²] = 7,71 |
| 4 | 22,62 | 0,32 | 359 | 718 | $a_{1,2}$ [mm/MN/m ²] = 7,606 |
| 5 | 28,27 | 0,40 | 499 | 998 | $a_{2,2}$ [mm/MN/m ²] = 0,643 |
| 6 | 31,81 | 0,45 | 618 | 1236 | E_{v2} [MN/m ²] = 28,38 |
| 7 | 35,34 | 0,50 | 755 | 1510 | E_{v2} / E_{v1} = 3,68 |
| 8 | 17,67 | 0,25 | 750 | 1500 | |
| 8 | 8,48 | 0,12 | 720 | 1440 | |
| 10 | 0,00 | 0,00 | 608 | 1216 | |
| 11 | 5,65 | 0,08 | 625 | 1250 | |
| 12 | 11,31 | 0,16 | 662 | 1324 | |
| 13 | 16,96 | 0,24 | 700 | 1400 | |
| 14 | 22,62 | 0,32 | 732 | 1464 | |
| 15 | 28,27 | 0,40 | 758 | 1516 | |
| 16 | 31,81 | 0,45 | 779 | 1558 | |

| | E_{v1} [MN/m ²] | E_{v2} [MN/m ²] | E_{v2} / E_{v1} |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Istwert: | 7,7 | 28,4 | 3,7 |
| Sollwert: | | | |

Beurteilung:

Anlage 4

Dokumentation der chemischen Analytik

Eurofins Umwelt West GmbH - Vorgebirgsstrasse 20 - D-50389 - Wesseling

Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure
Felderweg 12
51688 Wipperfürth

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01960824

Prüfberichtsnummer: AR-19-AN-045875-01

Auftragsbezeichnung: 19-6007

Anzahl Proben: 4

Probenart: Boden

Probenahmedatum: 13.11.2019

Probenehmer: Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 19.11.2019

Prüfzeitraum: 19.11.2019 - 25.11.2019

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

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

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Jessica Bossems
Prüfleiterin
Tel. +49 2236 897 202

Digital signiert, 25.11.2019
Dr. Marco Runk
Prüfleitung



| Probenbezeichnung | MP1 | MP2 | MP3 |
|------------------------|------------|------------|------------|
| Probenahmedatum/ -zeit | 13.11.2019 | 13.11.2019 | 13.11.2019 |
| Probennummer | 019235114 | 019235115 | 019235116 |

| Parameter | Lab. | Akk. | Methode | BG | Einheit | | | |
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|--|--|
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|--|--|

Probenvorbereitung Feststoffe

| | | | | | | | | |
|------------------------------|----|-------|--------------------|-----|----|------|------|------|
| Probenmenge inkl. Verpackung | AN | LG004 | DIN 19747: 2009-07 | | kg | 1,2 | 1,9 | 1,0 |
| Fremdstoffe (Art) | AN | LG004 | DIN 19747: 2009-07 | | | nein | nein | nein |
| Fremdstoffe (Menge) | AN | LG004 | DIN 19747: 2009-07 | | g | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Siebückstand > 10mm | AN | LG004 | DIN 19747: 2009-07 | | | ja | nein | nein |
| Rückstellprobe | AN | | Hausmethode | 100 | g | 400 | 1130 | 778 |

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | | |
|--------------|----|-------|-----------------------|-----|-------|------|------|------|
| Trockenmasse | AN | LG004 | DIN EN 14346: 2007-03 | 0,1 | Ma.-% | 84,3 | 87,6 | 89,0 |
|--------------|----|-------|-----------------------|-----|-------|------|------|------|

Anionen aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | | |
|-----------------|----|-------|------------------------|-----|----------|-------|-------|-------|
| Cyanide, gesamt | AN | LG004 | DIN ISO 17380: 2006-05 | 0,5 | mg/kg TS | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 |
|-----------------|----|-------|------------------------|-----|----------|-------|-------|-------|

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

| | | | | | | | | |
|------------------|----|-------|-----------------------------|------|----------|--------|-------|--------|
| Arsen (As) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,8 | mg/kg TS | 13,3 | 25,2 | 5,5 |
| Blei (Pb) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 2 | mg/kg TS | 11 | 23 | 6 |
| Cadmium (Cd) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,2 | mg/kg TS | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 |
| Chrom (Cr) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 1 | mg/kg TS | 31 | 70 | 36 |
| Kupfer (Cu) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 1 | mg/kg TS | 16 | 54 | 32 |
| Nickel (Ni) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 1 | mg/kg TS | 39 | 97 | 60 |
| Quecksilber (Hg) | AN | LG004 | DIN EN ISO 12846: 2012-08 | 0,07 | mg/kg TS | < 0,07 | 0,16 | < 0,07 |
| Thallium (Tl) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,2 | mg/kg TS | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 |
| Zink (Zn) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 1 | mg/kg TS | 76 | 172 | 76 |

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|----|-------|---|------|----------|----------------------|--------|--------|
| Glühverlust | AN | LG004 | DIN EN 15169: 2007-05 | 0,1 | Ma.-% TS | 3,4 | 4,4 | 4,4 |
| TOC | AN | LG004 | DIN EN 13137: 2001-12 | 0,1 | Ma.-% TS | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| EOX | AN | LG004 | DIN 38414-S17: 2017-01 | 1,0 | mg/kg TS | < 1,0 | < 1,0 | < 1,0 |
| Schwerflüchtige lipophile Stoffe | AN | LG004 | LAGA KW/04: 2009-12 | 0,02 | Ma.-% | < 0,05 ¹⁾ | < 0,02 | < 0,02 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 | AN | LG004 | DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2009-12 | 40 | mg/kg TS | < 40 | < 40 | < 40 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | AN | LG004 | DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2009-12 | 40 | mg/kg TS | < 40 | < 40 | < 40 |

| Probenbezeichnung | MP1 | MP2 | MP3 |
|------------------------|------------|------------|------------|
| Probenahmedatum/ -zeit | 13.11.2019 | 13.11.2019 | 13.11.2019 |
| Probennummer | 019235114 | 019235115 | 019235116 |

| Parameter | Lab. | Akk. | Methode | BG | Einheit | | | |
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|--|--|
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|--|--|

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|----|-------|------------------------------|------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Benzol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Toluol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Ethylbenzol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| m-/p-Xylol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| o-Xylol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Summe BTEX | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | | mg/kg TS | (n. b.) ²⁾ | (n. b.) ²⁾ | (n. b.) ²⁾ |
| Isopropylbenzol (Cumol) | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Styrol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Summe BTEX + Styrol + Cumol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | | mg/kg TS | (n. b.) ²⁾ | (n. b.) ²⁾ | (n. b.) ²⁾ |

LHKW aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|----|-------|------------------------|------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Dichlormethan | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| trans-1,2-Dichlorethen | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| cis-1,2-Dichlorethen | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Chloroform (Trichlormethan) | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| 1,1,1-Trichlorethan | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Tetrachlormethan | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Trichlorethen | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Tetrachlorethen | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| 1,1-Dichlorethen | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| 1,2-Dichlorethan | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Summe LHKW (10 Parameter) | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | | mg/kg TS | (n. b.) ²⁾ | (n. b.) ²⁾ | (n. b.) ²⁾ |

| Parameter | Lab. | Akkr. | Methode | Probenbezeichnung | | MP1 | MP2 | MP3 |
|---|------|-------|------------------------|------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | | Probenahmedatum/ -zeit | | 13.11.2019 | 13.11.2019 | 13.11.2019 |
| | | | | Probennummer | | 019235114 | 019235115 | 019235116 |
| | | | | BG | Einheit | | | |
| PAK aus der Originalsubstanz | | | | | | | | |
| Naphthalin | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Acenaphthylen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Acenaphthen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Fluoren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Phenanthren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Anthracen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Fluoranthren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Pyren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo[a]anthracen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Chrysen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo[b]fluoranthren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo[k]fluoranthren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo[a]pyren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Dibenzo[a,h]anthracen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo[ghi]perylen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Summe 16 EPA-PAK exkl.BG | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | | mg/kg TS | (n. b.) ²⁾ | (n. b.) ²⁾ | (n. b.) ²⁾ |
| Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | | mg/kg TS | (n. b.) ²⁾ | (n. b.) ²⁾ | (n. b.) ²⁾ |

PCB aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | | |
|--------------------------|----|-------|-----------------------|------|----------|--------|-----------------------|-----------------------|
| PCB 28 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| PCB 52 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | 0,02 | < 0,01 | < 0,01 |
| PCB 101 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| PCB 153 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| PCB 138 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| PCB 180 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Summe 6 DIN-PCB exkl. BG | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | | mg/kg TS | 0,02 | (n. b.) ²⁾ | (n. b.) ²⁾ |
| PCB 118 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Summe PCB (7) | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | | mg/kg TS | 0,02 | (n. b.) ²⁾ | (n. b.) ²⁾ |

Physikal.-chem. Kenngrößen aus 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

| | | | | | | | | |
|---|----|-------|-----------------------|------|-------|--------|--------|--------|
| pH-Wert | AN | LG004 | DIN 38404-C5: 2009-07 | | | 7,3 | 8,2 | 5,8 |
| Temperatur pH-Wert | AN | LG004 | DIN 38404-10: 2012-12 | | °C | 20,7 | 13,4 | 19,7 |
| Leitfähigkeit bei 25°C | AN | LG004 | DIN EN 27888: 1993-11 | 5 | µS/cm | 15 | 23 | 10 |
| Wasserlöslicher Anteil | AN | LG004 | DIN EN 15216: 2008-01 | 0,15 | Ma.-% | < 0,15 | < 0,15 | < 0,15 |
| Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen | AN | LG004 | DIN EN 15216: 2008-01 | 150 | mg/l | < 150 | < 150 | < 150 |

Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

| | | | | | | | | |
|--|----|-------|-----------------------------------|-------|------|---------|---------|---------|
| Fluorid | AN | LG004 | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 | 0,2 | mg/l | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 |
| Chlorid (Cl) | AN | LG004 | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 | 1,0 | mg/l | < 1,0 | < 1,0 | < 1,0 |
| Sulfat (SO ₄) | AN | LG004 | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 | 1,0 | mg/l | 2,9 | 5,7 | 2,4 |
| Cyanide, gesamt | AN | LG004 | DIN EN ISO 14403 (D6): 2002-07 | 0,005 | mg/l | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei | AN | LG004 | DIN EN ISO 14403: 2012-10 | 0,005 | mg/l | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |

| Probenbezeichnung | MP1 | MP2 | MP3 |
|------------------------|------------|------------|------------|
| Probenahmedatum/ -zeit | 13.11.2019 | 13.11.2019 | 13.11.2019 |
| Probennummer | 019235114 | 019235115 | 019235116 |

| Parameter | Lab. | Akk. | Methode | BG | Einheit | | | |
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|--|--|
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|--|--|

Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

| | | | | | | | | |
|------------------|----|-------|-----------------------------|--------|------|----------|----------|----------|
| Antimon (Sb) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Arsen (As) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Barium (Ba) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | 0,003 | < 0,001 | < 0,001 |
| Blei (Pb) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Cadmium (Cd) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,0003 | mg/l | < 0,0003 | < 0,0003 | < 0,0003 |
| Chrom (Cr) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Kupfer (Cu) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,005 | mg/l | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| Molybdän (Mo) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Nickel (Ni) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Quecksilber (Hg) | AN | LG004 | DIN EN ISO 12846: 2012-08 | 0,0002 | mg/l | < 0,0002 | < 0,0002 | < 0,0002 |
| Selen (Se) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Zink (Zn) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,01 | mg/l | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

| | | | | | | | | |
|---------------------------------|----|-------|---------------------------------|-------|------|---------|---------|---------|
| Gelöster org. Kohlenstoff (DOC) | AN | LG004 | DIN EN 1484: 1997-08 | 1,0 | mg/l | < 1,0 | < 1,0 | < 1,0 |
| Phenolindex, wasserdampflich | AN | LG004 | DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12 | 0,010 | mg/l | < 0,010 | < 0,010 | < 0,010 |

| | |
|-------------------------------|-------------------|
| Probenbezeichnung | MP4 |
| Probenahmedatum/ -zeit | 13.11.2019 |
| Probennummer | 019235117 |

| Parameter | Lab. | Akk. | Methode | BG | Einheit | |
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|

Probenvorbereitung Feststoffe

| | | | | | | |
|------------------------------|----|-------|--------------------|-----|----|------|
| Probenmenge inkl. Verpackung | AN | LG004 | DIN 19747: 2009-07 | | kg | 2,1 |
| Fremdstoffe (Art) | AN | LG004 | DIN 19747: 2009-07 | | | nein |
| Fremdstoffe (Menge) | AN | LG004 | DIN 19747: 2009-07 | | g | 0,0 |
| Siebückstand > 10mm | AN | LG004 | DIN 19747: 2009-07 | | | ja |
| Rückstellprobe | AN | | Hausmethode | 100 | g | 400 |

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

| | | | | | | |
|--------------|----|-------|-----------------------|-----|-------|------|
| Trockenmasse | AN | LG004 | DIN EN 14346: 2007-03 | 0,1 | Ma.-% | 89,9 |
|--------------|----|-------|-----------------------|-----|-------|------|

Anionen aus der Originalsubstanz

| | | | | | | |
|-----------------|----|-------|------------------------|-----|----------|-------|
| Cyanide, gesamt | AN | LG004 | DIN ISO 17380: 2006-05 | 0,5 | mg/kg TS | < 0,5 |
|-----------------|----|-------|------------------------|-----|----------|-------|

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

| | | | | | | |
|------------------|----|-------|-----------------------------|------|----------|--------|
| Arsen (As) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,8 | mg/kg TS | 4,5 |
| Blei (Pb) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 2 | mg/kg TS | 5 |
| Cadmium (Cd) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,2 | mg/kg TS | < 0,2 |
| Chrom (Cr) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 1 | mg/kg TS | 41 |
| Kupfer (Cu) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 1 | mg/kg TS | 37 |
| Nickel (Ni) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 1 | mg/kg TS | 75 |
| Quecksilber (Hg) | AN | LG004 | DIN EN ISO 12846: 2012-08 | 0,07 | mg/kg TS | < 0,07 |
| Thallium (Tl) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,2 | mg/kg TS | < 0,2 |
| Zink (Zn) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 1 | mg/kg TS | 94 |

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

| | | | | | | |
|----------------------------------|----|-------|---|------|----------|--------|
| Glühverlust | AN | LG004 | DIN EN 15169: 2007-05 | 0,1 | Ma.-% TS | 4,5 |
| TOC | AN | LG004 | DIN EN 13137: 2001-12 | 0,1 | Ma.-% TS | 0,2 |
| EOX | AN | LG004 | DIN 38414-S17: 2017-01 | 1,0 | mg/kg TS | < 1,0 |
| Schwerflüchtige lipophile Stoffe | AN | LG004 | LAGA KW/04: 2009-12 | 0,02 | Ma.-% | < 0,02 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 | AN | LG004 | DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2009-12 | 40 | mg/kg TS | < 40 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | AN | LG004 | DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2009-12 | 40 | mg/kg TS | < 40 |

| | |
|-------------------------------|-------------------|
| Probenbezeichnung | MP4 |
| Probenahmedatum/ -zeit | 13.11.2019 |
| Probennummer | 019235117 |

| Parameter | Lab. | Akk. | Methode | BG | Einheit | |
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

| | | | | | | |
|--------------------------------|----|-------|---------------------------------|------|----------|-----------------------|
| Benzol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Toluol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Ethylbenzol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| m-/p-Xylol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| o-Xylol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Summe BTEX | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | | mg/kg TS | (n. b.) ²⁾ |
| Isopropylbenzol (Cumol) | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Styrol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Summe BTEX + Styrol + Cumol | AN | LG004 | HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08 | | mg/kg TS | (n. b.) ²⁾ |

LHKW aus der Originalsubstanz

| | | | | | | |
|------------------------------|----|-------|------------------------|------|----------|-----------------------|
| Dichlormethan | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| trans-1,2-Dichlorethen | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| cis-1,2-Dichlorethen | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Chloroform (Trichlormethan) | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| 1,1,1-Trichlorethan | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Tetrachlormethan | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Trichlorethen | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Tetrachlorethen | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| 1,1-Dichlorethen | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| 1,2-Dichlorethan | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Summe LHKW (10 Parameter) | AN | LG004 | DIN ISO 22155: 2006-07 | | mg/kg TS | (n. b.) ²⁾ |

| | |
|-------------------------------|-------------------|
| Probenbezeichnung | MP4 |
| Probenahmedatum/ -zeit | 13.11.2019 |
| Probennummer | 019235117 |

| Parameter | Lab. | Akkr. | Methode | BG | Einheit | |
|-----------|------|-------|---------|----|---------|--|
|-----------|------|-------|---------|----|---------|--|

PAK aus der Originalsubstanz

| | | | | | | |
|---|----|-------|------------------------|------|----------|-----------------------|
| Naphthalin | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Acenaphthylen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Acenaphthen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Fluoren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Phenanthren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Anthracen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Fluoranthren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Pyren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Benzo[a]anthracen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Chrysen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Benzo[b]fluoranthren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Benzo[k]fluoranthren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Benzo[a]pyren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Dibenzo[a,h]anthracen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Benzo[ghi]perylen | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 |
| Summe 16 EPA-PAK exkl.BG | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | | mg/kg TS | (n. b.) ²⁾ |
| Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG | AN | LG004 | DIN ISO 18287: 2006-05 | | mg/kg TS | (n. b.) ²⁾ |

PCB aus der Originalsubstanz

| | | | | | | |
|--------------------------|----|-------|-----------------------|------|----------|-----------------------|
| PCB 28 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 |
| PCB 52 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 |
| PCB 101 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 |
| PCB 153 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 |
| PCB 138 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 |
| PCB 180 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 |
| Summe 6 DIN-PCB exkl. BG | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | | mg/kg TS | (n. b.) ²⁾ |
| PCB 118 | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 |
| Summe PCB (7) | AN | LG004 | DIN EN 15308: 2016-12 | | mg/kg TS | (n. b.) ²⁾ |

Physikal.-chem. Kenngrößen aus 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

| | | | | | | |
|---|----|-------|-----------------------|------|-------|--------|
| pH-Wert | AN | LG004 | DIN 38404-C5: 2009-07 | | | 7,6 |
| Temperatur pH-Wert | AN | LG004 | DIN 38404-10: 2012-12 | | °C | 20,1 |
| Leitfähigkeit bei 25°C | AN | LG004 | DIN EN 27888: 1993-11 | 5 | µS/cm | 15 |
| Wasserlöslicher Anteil | AN | LG004 | DIN EN 15216: 2008-01 | 0,15 | Ma.-% | < 0,15 |
| Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen | AN | LG004 | DIN EN 15216: 2008-01 | 150 | mg/l | < 150 |

Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

| | | | | | | |
|--|----|-------|-----------------------------------|-------|------|---------|
| Fluorid | AN | LG004 | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 | 0,2 | mg/l | < 0,2 |
| Chlorid (Cl) | AN | LG004 | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 | 1,0 | mg/l | < 1,0 |
| Sulfat (SO ₄) | AN | LG004 | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 | 1,0 | mg/l | 3,5 |
| Cyanide, gesamt | AN | LG004 | DIN EN ISO 14403 (D6): 2002-07 | 0,005 | mg/l | < 0,005 |
| Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei | AN | LG004 | DIN EN ISO 14403: 2012-10 | 0,005 | mg/l | < 0,005 |

| | |
|-------------------------------|-------------------|
| Probenbezeichnung | MP4 |
| Probenahmedatum/ -zeit | 13.11.2019 |
| Probennummer | 019235117 |

| Parameter | Lab. | Akk. | Methode | BG | Einheit | |
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|

Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

| | | | | | | |
|------------------|----|-------|-----------------------------|--------|------|----------|
| Antimon (Sb) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | < 0,001 |
| Arsen (As) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | < 0,001 |
| Barium (Ba) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | 0,002 |
| Blei (Pb) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | < 0,001 |
| Cadmium (Cd) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,0003 | mg/l | < 0,0003 |
| Chrom (Cr) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | 0,001 |
| Kupfer (Cu) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,005 | mg/l | < 0,005 |
| Molybdän (Mo) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | < 0,001 |
| Nickel (Ni) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | < 0,001 |
| Quecksilber (Hg) | AN | LG004 | DIN EN ISO 12846: 2012-08 | 0,0002 | mg/l | < 0,0002 |
| Selen (Se) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,001 | mg/l | < 0,001 |
| Zink (Zn) | AN | LG004 | DIN EN ISO 17294-2: 2005-02 | 0,01 | mg/l | < 0,01 |

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

| | | | | | | |
|----------------------------------|----|-------|---------------------------------|-------|------|---------|
| Gelöster org. Kohlenstoff (DOC) | AN | LG004 | DIN EN 1484: 1997-08 | 1,0 | mg/l | < 1,0 |
| Phenolindex, wasserdampfflüchtig | AN | LG004 | DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12 | 0,010 | mg/l | < 0,010 |

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ Die angewandte Bestimmungsgrenze weicht von der Standardbestimmungsgrenze (Spalte BG) ab aufgrund von Matrixstörungen.

²⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 019235114

Probenbeschreibung MP1

Probenvorbereitung

| | |
|--|-------------------------|
| Probenehmer | Auftraggeber |
| Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: | Nein |
| Fremdstoffe (Menge): | 0,0 g |
| Fremdstoffe (Art): | nein |
| Siebrückstand > 10mm: | ja |
| Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt. | |
| Probenteilung / Homogenisierung durch: | Fraktionierendes Teilen |
| Rückstellprobe: | 400 g |

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

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

*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

**) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen

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

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

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 019235115

Probenbeschreibung MP2

Probenvorbereitung

| | |
|--|-------------------------|
| Probenehmer | Auftraggeber |
| Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: | Nein |
| Fremdstoffe (Menge): | 0,0 g |
| Fremdstoffe (Art): | nein |
| Siebrückstand > 10mm: | nein |
| Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt. | |
| Probenteilung / Homogenisierung durch: | Fraktionierendes Teilen |
| Rückstellprobe: | 1130 g |

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

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

*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

**) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen

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

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

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 019235116

Probenbeschreibung MP3

Probenvorbereitung

| | |
|--|-------------------------|
| Probenehmer | Auftraggeber |
| Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: | Nein |
| Fremdstoffe (Menge): | 0,0 g |
| Fremdstoffe (Art): | nein |
| Siebrückstand > 10mm: | nein |
| Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt. | |
| Probenteilung / Homogenisierung durch: | Fraktionierendes Teilen |
| Rückstellprobe: | 778 g |

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

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

*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

**) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen

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

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

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 019235117

Probenbeschreibung MP4

Probenvorbereitung

| | |
|--|-------------------------|
| Probenehmer | Auftraggeber |
| Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: | Nein |
| Fremdstoffe (Menge): | 0,0 g |
| Fremdstoffe (Art): | nein |
| Siebrückstand > 10mm: | ja |
| Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt. | |
| Probenteilung / Homogenisierung durch: | Fraktionierendes Teilen |
| Rückstellprobe: | 400 g |

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

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

*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

**) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen

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

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