

## ***Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen***

***Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen***

erstellt im Auftrag der

***bremenports GmbH & Co. KG***

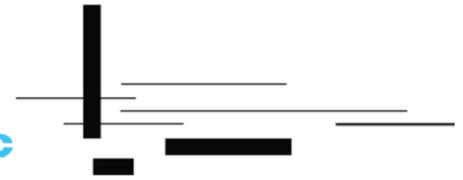
durch

***Umtec  
Prof. Biener | Sasse | Konertz  
Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB***

im August 2018

Partner  
***Prof. Dr.-Ing. Ernst Biener  
Dipl.-Ing. Torsten Sasse  
Dr. Klaus Konertz  
Dipl.-Geol. Christoph Meyer  
Dr. Tobias von Mücke***

Haferwende 7  
28357 Bremen  
Telefon  
0421 20 75 9-0  
Telefax  
0421 20 75 9-999  
info@umtec-partner.de  
www.umtec-partner.de



*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

**Inhaltsverzeichnis**

Kapitel		Seite
1	Vorgang	1
2	Mitwirkende	1
3	Unterlagen	2
4	Standortbeschreibung	2
5	Ausgeführte Arbeiten	3
6	Untersuchungsergebnisse	4
6.1	Oberflächennaher Untergrundaufbau	4
6.2	Chemische Analyseergebnisse	4
6.3	Bodenmechanische Laborergebnisse	5
6.3.1	Korngrößenverteilung, Wassergehalte, Glühverlust und Konsistenzgrenzen	5
6.3.2	Scherversuche	6
6.3.3	Proctorversuche	6
7	Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse	7
8	Literaturverzeichnis	10

*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

**Anlagenverzeichnis**

**Anlage 1            *Abbild***

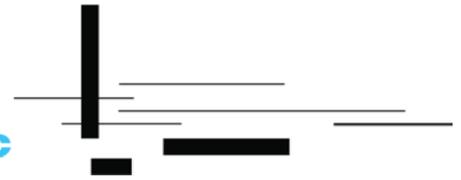
Abbild 1:            Übersichtslageplan  
Maßstab            1 : 1.000

**Anlage 2            *Chemische Untersuchungsergebnisse und Chromatogramme***

Anlage 2.1            Tabelle 1: Zusammenstellung der chemischen  
Analyseergebnisse  
Anlage 2.2            Prüfberichte  
Anlage 2.3            Chromatogramme

**Anlage 3            *Auswertung bodenmechanische Laborversuche***

Anlage 3.1            Korngrößenverteilungen  
Anlage 3.2            Konsistenzgrenzen  
Anlage 3.3            Scherversuche  
Anlage 3.4            Proctorversuche



**Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen**

**1 Vorgang**

Im Rahmen der Umsetzung von Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie werden durch die bremenports GmbH & Co. KG im Auftrag des Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (SUBV) Maßnahmen zur Optimierung von Gewässerstrukturen an Nebengewässern der Weser vorbereitet.

Im Bereich des Knotenpunktes Maschinenfleet / Waller Fleet soll durch einen flächigen Abtrag von Bodenmaterial eine Anbindung der Fläche an die Gewässer umgesetzt werden.

Innerhalb der gestalteten Fläche sollen u. a. im Bereich inselartiger Erhebungen ein Erlerbuchenwald sowie dauerhaft und zeitweise überstaute Bereiche entstehen.

Eine orientierende Erkundung im Bereich der abzutragenden Böden erfolgte im Februar 2018 [1]<sup>1</sup>.

Im Hinblick auf eine potentielle Verwertung der insgesamt ca. 5.800 m<sup>3</sup> auszuhebenden Bodenmaterialien als Rekultivierungs- bzw. Profilierungsmaterial auf der Blockland-Deponie beauftragte die bremenports GmbH & Co. KG die Umtec Prof. Biener | Sasse | Konertz, Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, mit Schreiben vom 31. Mai 2018 mit der Durchführung ergänzender laboranalytischer und bodenmechanischer Untersuchungen.

**2 Mitwirkende**

An dem vorliegenden Gutachten waren neben der bremenports GmbH & Co. KG als Auftraggeber sowie Umtec als Gutachter folgende Firmen beteiligt:

Laboratorien Dr. Döring GmbH  
28357 Bremen

Chemische Analytik

AGROLAB Agrar und Umwelt GmbH  
24107 Kiel

Chemische Analytik

Leibniz Universität Hannover  
Institut für Geotechnik (IGtH)

Durchführung der Scherversuche

---

<sup>1</sup> Die in eckigen Klammern gesetzten Ziffern, wie z.B. [1], beziehen sich auf das Unterlagenverzeichnis in Kapitel 3.

**Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen**

**3 Unterlagen**

Für die Untersuchungen sowie die Ausarbeitung des vorliegenden Gutachtens standen nachfolgende Unterlagen zur Verfügung:

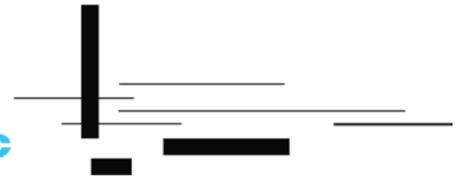
- [1] Maßnahmen gem. Wasserrahmenrichtlinie Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet, Untersuchungsbericht, Böker und Partner, 6. März 2018.
- [2] Maßnahmen gem. Wasserrahmenrichtlinie Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet, Leistungsbeschreibung, bremenports GmbH & Co. KG, 21. März 2018.
- [3] Ergebnisprotokoll; Abstimmungstermin bezüglich der möglichen Verwertung von Bodenmaterial resultierend aus geplanten Maßnahmen am Maschinenfleet nach WRRL, erstellt durch bremenports GmbH & Co. KG, 19. Juni 2018.

**4 Standortbeschreibung**

Das ca. 2,9 ha umfassende Flurstück 54/1 der Flur 15 befindet sich im Stadtteil Burglesum innerhalb des Ortsteils Blockland in Bremen und grenzt an die Gewässer Maschinenfleet, Waller Fleet und kleine Wümmme (s. Abbildung 1).



Abbildung 1: Lage der Maßnahmenfläche „Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet“ in Bremen (s. rot umrandete Fläche).



***Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen***

Die Fläche ist von Süden über die Waller Straße erschlossen und wird derzeit grüno-wirtschaftlich genutzt.

Die Geländehöhen des Grundstücks schwanken zwischen ca. +0,40 mNN und ca. +0,70 mNN.

## **5 Ausgeführte Arbeiten**

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden folgende Leistungen erbracht:

### ***Feldarbeiten***

- Anlegen von 2 Handschürfen bis in eine Tiefe von ca. 1,0 m unter GOK zur Beprobung der projektierten Aushubmaterialien (die Lage der Ansatzpunkte ist aus dem Übersichtslageplan in Anlage 1 ersichtlich)
- Entnahme von 4 Mischproben wie folgt:  
P1 Oberboden (Auenlehm; Tiefenbereich: ca. 0,0 m bis ca. 0,2 m unter GOK)  
P1 Unterboden (Torf; Tiefenbereich: ca. 0,2 m bis ca. 1,0 m unter GOK)  
P2 Oberboden (Auenlehm; Tiefenbereich: ca. 0,0 m bis ca. 0,2 m unter GOK)  
P2 Unterboden (Torf; Tiefenbereich: ca. 0,2 m bis ca. 1,0 m unter GOK)

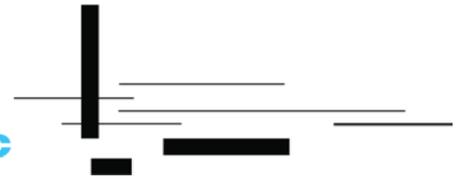
### ***Chemische Analytik***

- Chemische Analytik der Mischproben „P2 Oberboden“ (Auenlehm) und „P2 Unterboden“ (Torf) auf Parameterumfang gemäß Deponie Verordnung (Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 4), Brennwert (Ho) und Gasbildungsrate 21

### ***Bodenmechanische Laborversuche***

Zur Bestimmung ausgewählter bodenmechanischer Kennwerte wurden die Mischproben „P2 Oberboden (Auenlehm)“ und „P2 Unterboden (Torf)“ folgenden bodenmechanischen Laborversuchen zugeführt:

- Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1
- Bestimmung der Trockendichte nach DIN EN ISO 17892-2
- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
- Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122-1
- Bestimmung des Glühverlust nach DIN 18128
- Bestimmung der Scherfestigkeit nach DIN 18137
- Bestimmung der Proctordichte nach DIN 18127



**Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen**

**6 Untersuchungergebnisse**

**6.1 Oberflächennaher Untergrundaufbau**

Der generelle oberflächennahe Untergrundaufbau im Bereich der projektierten Maßnahmenfläche „Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet“ stellt sich unter Berücksichtigung der Baugrunderkennung Bremen /4/<sup>2</sup> sowie der Ausführungen in [1] wie folgt dar:

***Oberflächennah (Tiefenbereich: ca. 0,0 m bis 0,2 m unter GOK) steht ein natürlich gewachsener, stark humoser, schluffiger Oberboden (Auenlehm) von weich bis flüssiger, überwiegend breiiger Konsistenz an.***

***Unterhalb des Lehms folgt bis zur Endteufe von ca. 1,0 m der Schürfe unter GOK ein stark zersetzter Niedermoortorf von breiig bis flüssiger Konsistenz.***

Gemäß Baugrunderkennung /4/ erreichen die Torfe im Planungsgebiet eine Mächtigkeit von bis zu ca. 3 m. Unterlagert werden diese durch grundwasserführende Wesersande, deren Mächtigkeit hier maximal ca. 10 m beträgt. Das Grundwasser steht an der Unterfläche des Torfes gespannt an. Die Grundwasserdruckhöhe variiert jahreszeitenabhängig zwischen ca. +0,20 mNN und ca. +0,90 mNN.

Bei den Erkundungen vor Ort sowie der Bodenansprache im bodenmechanischen Labor wurden keine organoleptischen Auffälligkeiten festgestellt.

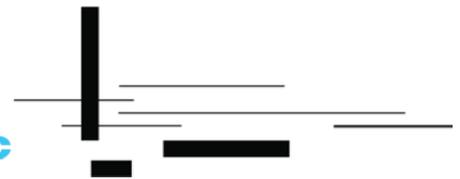
**6.2 Chemische Analyseergebnisse**

Die Mischproben „P2 Oberboden (Auenlehm)“ und „P2 Unterboden (Torf)“ wurden unter Berücksichtigung der bereits vorliegenden Prüfergebnisse [1] auf die Parameter gemäß Deponie Verordnung /1/ (Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 4), Brennwert (Ho) und Gasbildungsrate 21 untersucht.

Erwartungsgemäß weist der humose Oberboden (Auenlehm) sowie insbesondere der unterlagernde Torf hohe TOC-Gehalte und Brennwerte auf (vgl. auch Tabelle 1 in Anlage 2.1):

---

<sup>2</sup> Die in Schrägstriche gesetzten Ziffern, wie z.B. /1/, beziehen sich auf das Literaturverzeichnis in Kapitel 8.



**Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen**

Probenbezeichnung	Tiefenabschnitt [m u. GOK]	Brennwert (wasserfrei) [kJ/kg]	TOC [Gew.-%]	GB 21 [NI/kg]	KW C10-C40 [mg/kg]
P2 Oberboden (Auenlehm)	0,0 bis 0,2	1.570	4,9	7,4	330
P2 Unterboden (Torf)	0,2 bis 1,0	13.800	34	14,0	570

Zum Vergleich: Der Zuordnungswert für den Parameter GB 21 zur Verwertung von Abfällen auf dem Altteil der Blocklanddeponie beträgt 20 NI/kg (31.05.2013)

Tabelle 1: Übersicht ausgewählter chemischer Analyseergebnisse.

Die hohen TOC-Gehalte und Brennwerte beruhen auf einem nicht unerheblichen Anteil an elementarem Kohlenstoff (stark zersetzte organische Substanz), worauf die vergleichsweise niedrigen Gasbildungsraten hinweisen.

Die in den Proben ermittelten KW-Konzentrationen von 330 mg/kg bzw. 570 mg/kg sind auch unter Berücksichtigung der organoleptischen Ansprache sowie der Gaschromatogramme (GC) (s. Anlage 2.3) nicht auf Mineralölkohlenwasserstoffe sondern auf die pflanzlichen Relikte in den organischen Böden zurückzuführen.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), leicht flüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX), polychlorierte Biphenyle (PCB), die auf anthropogene Verunreinigungen bzw. Einflüsse zurückzuführen sind, wurden nicht festgestellt.

Die in [1] für die Parameter „Schwermetalle“ ermittelten Konzentrationen sind weitgehend als unauffällig zu bewerten. In der Probe „Oberboden A“ wurden für die Parameter Blei und Quecksilber leicht erhöhte Konzentrationen festgestellt, welche im Vergleich die in der BBodSchV /3/ für „Ton bzw. Lehm und Schluff“ genannten Vorsorgewerte geringfügig überschreiten (vgl. auch Ausführungen in Kapitel 7).

### 6.3 **Bodenmechanische Laborergebnisse**

Nachfolgend werden die Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche beschrieben. In Anlage 3 liegen die einzelnen Versuchsauswertungen bei.

#### 6.3.1 **Korngrößenverteilung, Wassergehalte, Glühverlust und Konsistenzgrenzen**

Kornanalytisch (s. Anlage 3.1) sind die untersuchten Böden wie folgt anzusprechen:

**Oberboden (Auenlehm): schwach sandiger, schluffiger Ton**  
**Unterboden (Torf): schwach sandiger, stark schluffiger Ton**

**Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen**

Die Ergebnisse der ermittelten Wassergehalte, Glühverluste sowie der Konsistenzgrenzen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Probenbezeichnung	Tiefenabschnitt [m u. GOK]	Glühverlust [%]	Wassergehalt [%]	Zustandsform
P2 Oberboden (Auenlehm)	0,0 bis 0,2	18	58,2	weich-flüssig, überwiegend breiig
P2 Unterboden (Torf)	0,2 bis 1,0	72,5	401,4	breiig-flüssig

Tabelle 2: Übersicht ausgewählter bodenmechanischer Kennwerte.

### 6.3.2 Scherversuche

Die Ergebnisse der Scherversuche sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst (s. auch Anlage 3.3):

P 2 Oberboden (Auenlehm) (P2 18-303)			P 2 Unterboden (Torf) (P2 18-304)		
Werte	Reibungswinkel $\phi'$	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Reibungswinkel $\phi'$	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Werte
im Bruchzustand	22,2 °	17,7	22,7 °	4,4	bei 2 mm Verschiebung
bei 5 mm Verschiebung	26,2 °	5,3	27,2 °	7,3	bei 5 mm Verschiebung
bei 10 mm Verschiebung	17,0 °	7,1	32,2 °	6,8	bei 9 mm Verschiebung
Feuchtdichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,55		1,10		Feuchtdichte [g/cm <sup>3</sup> ]

Hinweis: Bei dem Scherversuch „P2 Unterboden“ (Auenlehm) konnte kein Bruchzustand erreicht werden.

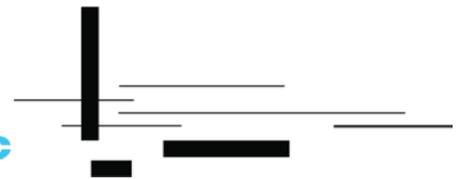
Tabelle 3: Zusammenstellung Reibungswinkel, Kohäsion und Feuchtdichte.

### 6.3.3 Proctorversuche

Die Ergebnisse der Proctorversuche lassen sich wie folgt zusammenfassen (s. auch Anlage 3.4):

Probenbezeichnung	100% der Proctordichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Optimaler Wassergehalt [%]
P2 Oberboden (Auenlehm)	1,022	47,9
P2 Unterboden (Torf)	0,585	11,2

Tabelle 4: Zusammenstellung Ergebnisse der Proctorversuche



***Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen***

**7 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse**

Aufgrund der Tatsache, dass es sich bei den projektierten Aushubmaterialien grundsätzlich um schützenswerte Böden handelt, welche einer Verwertung zugeführt werden sollten, wird im Folgenden auf eine abfalltechnische Bewertung gemäß LAGA TR Boden /2/ verzichtet.

Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich, auch auf Grundlage des zwischenzeitlich zusammen mit bremenports GmbH & Co. KG und dem SUBV geführten Abstimmungsgesprächs [3], auf eine Bewertung der Bodenmaterialien im Hinblick auf eine mögliche bodenähnliche Verwertung.

Die untersuchten Bodenmaterialien sind insgesamt als organoleptisch unauffällig zu bewerten und zeigen keine Hinweise auf anthropogene Verunreinigungen.

***Eventuelle Eignung als Profilierungs- und Rekultivierungsschicht auf der Blocklanddeponie***

Weder der Auenlehm noch der Torf weisen hinreichende bodenmechanische Eigenschaften (geringe Scherfestigkeit, Setzungsempfindlichkeit, insgesamt schlechte erdbautechnische Verarbeitbarkeit) für einen Einsatz als Profilierungsmaterial auf.

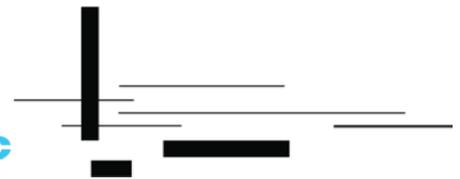
Im Hinblick auf eine alternative Verwertung der Böden als Rekultivierungsschicht für das Oberflächenabdichtungssystem der Blockland Deponie sind die festgestellten, teilweise deutlichen Unter- bzw. Überschreitungen der für die Parameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sulfat, Cadmium und Zink genannten Zuordnungswerte zu berücksichtigen (s. auch tabellarische Zusammenstellung in Anlage 2.1).

Demnach liegen die ermittelten pH-Werte (Schwankungsbreite: 4,1 bis 5,5) der untersuchten Bodenmaterialien (Auenlehm / Torf) deutlich unterhalb des gemäß DepV. /1/ für Rekultivierungsschichten geforderten Wertebereiches von 6,5 bis 9,0.

Zudem wurden in den untersuchten Proben des Auenlehms (P2 Oberboden) sowie des Torfes (P2 Unterboden) erhöhte Sulfatgehalte von 100 mg/L bis 540 mg/L festgestellt, welche den in /1/ für Rekultivierungsschichten genannten Zuordnungswert für Sulfat von 50 mg/l überschreiten.

Des Weiteren wurden in der Auenlehmprobe (P2 Oberboden) Überschreitungen der Zuordnungswerte für die elektrische Leitfähigkeit (1.040  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; Zuordnungswert:  $\leq 500 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), Cadmium (0,0031 mg/L; Zuordnungswert:  $\leq 0,002 \text{ mg}/\text{L}$ ) und Zink (0,54 mg/L; Zuordnungswert:  $\leq 0,1 \text{ mg}/\text{L}$ ) festgestellt.

Eine Verwertung der projektierten Aushubböden als Rekultivierungsschicht für das Oberflächenabdichtungssystem der Blockland Deponie ist hiernach nicht zulässig.



***Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen***

Gegebenenfalls kann das Material durch eine Bodenaufbereitung soweit verbessert werden, dass die Anforderungen an einen Rekultivierungsboden gemäß /1/ eingehalten werden.

***Bodenähnliche Anwendung***

Eine Verwertung des Auenlehms und Torfs in Form bodenähnlicher Anwendungen ist aus gutachterlicher Sicht vorstellbar.

Die mittels des  $C_{org}$ - bzw. TOC-Gehaltes rechnerisch ermittelten Humusgehalte für die untersuchten Bodenmaterialien betragen ca. 8,4 % bis ca. 58,5 %.

Gemäß den Ausführungen in der BBodSchV /3/ finden die in Tabelle 4.1 genannten Vorsorgewerte für Böden und Bodenhorizonte mit einem Humusgehalt von mehr als 8 Prozent keine Anwendung.

Zu Vergleichszwecken wurden die Vorsorgewerte für „Ton“ bzw. „Lehm/Schluff“ herangezogen. Demnach werden in der untersuchten Bodenprobe des Auenlehms „Oberboden A“ für die Parameter Blei (170 mg/kg) und Quecksilber (1,2 mg/kg) singuläre, geringfügige Überschreitungen der genannten Vorsorgewerte von 100 mg/kg bzw. 1 mg/kg festgestellt. Diese Überschreitungen stellen für eine entsprechende Verwertung jedoch kein zwingendes Ausschlusskriterium dar. Hier können die zuständigen Behörden gebietsbezogene Festsetzungen treffen.

Vor dem Hintergrund der vorgenannten Ausführungen sowie unter Berücksichtigung der schlechten bodenmechanischen Eigenschaften der projektierten Aushubmaterialien und nicht zuletzt auch aus wirtschaftlichen Aspekten empfehlen wir, eine bodenähnliche Verwertung vor Ort.

Im Plangebiet des Knotenpunktes „Maschinenfleet / Waller Fleet“ stehen unterhalb der angetroffenen Niedermoortorfe ab einer mittleren Tiefe von ca. 2,0 m unter GOK natürlich gewachsene Sande an.

Den uns vorliegenden Informationen zufolge wird gegenwärtig geprüft, ob ein Austausch des oberen Meters der unterlagernden Sande durch die projektierten Aushubmaterialien (Auenlehm und Torf) inkl. anschließender Verwertung der Sande möglich ist.

In diesem Zusammenhang erlauben wir uns den Hinweis, dass das Grundwasser an der Unterfläche der organischen Weichschichten gespannt ansteht (Grundwasserdrukfläche variiert jahreszeitenabhängig zwischen ca. + 0,2 mNN und ca. + 0,90 mNN, s. Kapitel 6.1). Eine Auftriebssicherheit der gering durchlässigen, organischen Weichschichten im Falle einer entsprechenden Umsetzung wäre hiernach nicht gewährleistet.

***Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen***

Selbst für den Fall eines oberflächigen Abtrages um einen Meter sind hydraulische Grundbrüche bzw. ein Aufschwimmen der geringdurchlässigen Weichschichten zu befürchten.

Bremen, 21. September 2018

Bearbeiter:  
M. Sc. Kai Wiemers

---

(Dr. von Mücke)

*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

**8** *Literaturverzeichnis*

- /1/ N.N. Deponieverordnung (DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert.
- /2/ N.N. LAGA TR Boden:  
Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand: 05.11.2004
- /3/ N.N. Bundes - Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), Fassung vom 16. Juli 1999
- /4/ N.N. Baugrundkarte Bremen, Senator für das Bauwesen – Kataster- und Vermessungsverwaltung Bremen, Dezember 1980



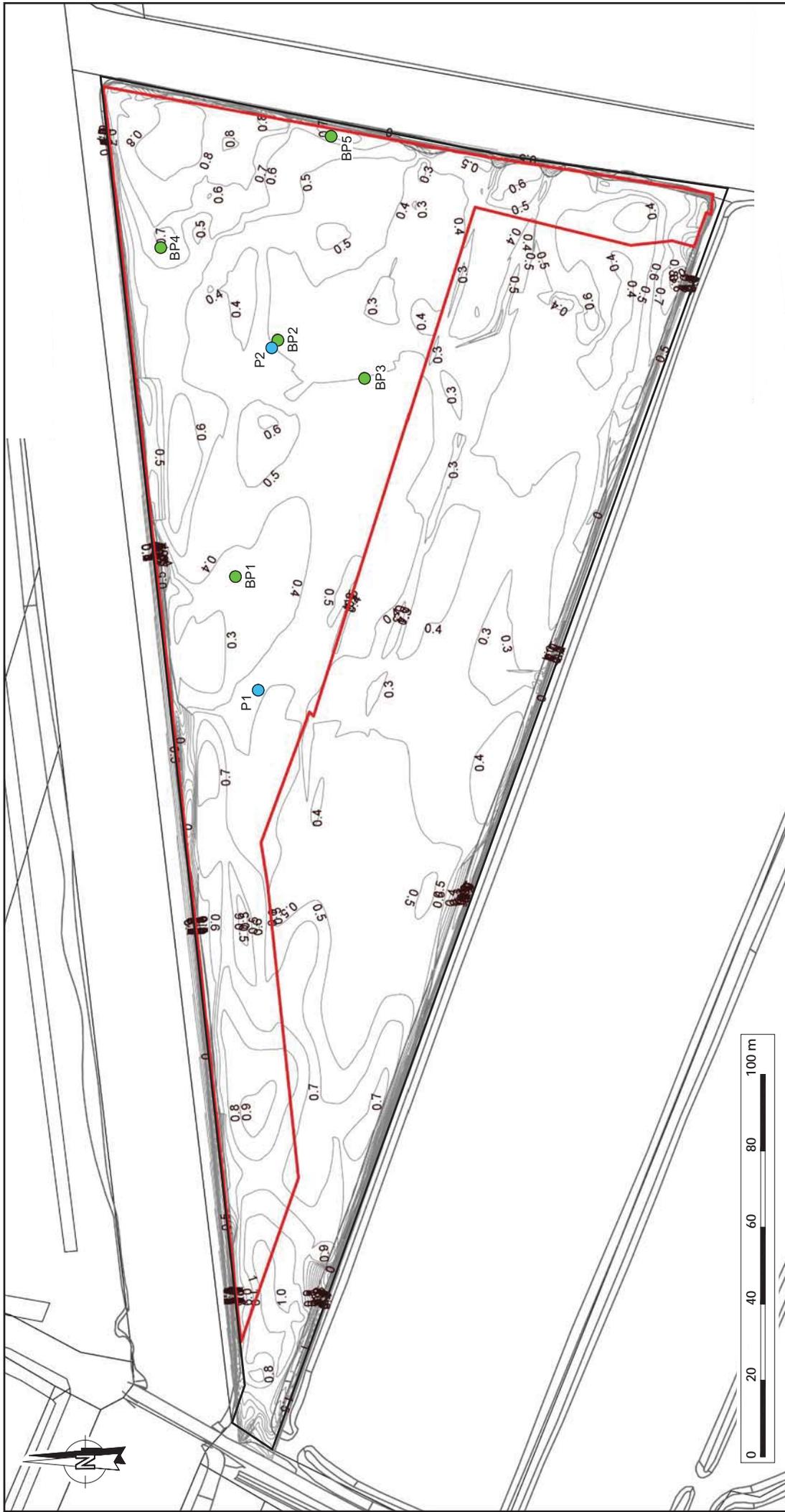
*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

*Anlagen*

*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

*Anlage 1*

*Abbild*



**Übersichtslageplan:**



**Legende:**

-  Lage Untersuchungsgebiet
-  Flurstück 54/1; Flur 15; Gemarkung VR15
-  Untersuchungsgebiet
-  BP1-BP5 Erkundungen Feb. 2018 (Böker und Partner)
-  P1-P2 Erkundungen Juni 2018 (Umtec)

**Hinweis:**

Die Planerstellung basiert auf einem digitalen Lageplan der durch den AG zur Verfügung gestellt wurde, Stand 20.11.2017, erstellt durch Böker und Partner.

Projekt		Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet	
Auftraggeber	bremenports Bremen - Bremerhaven - GmbH & Co. KG		
Planverfasser	Umtec   Prof. Dr. rer. oec. Sören J. Konietz Planwirtschaft für architektonische, ingenieur- und geotechnische Aufgaben Hafenweg 7 28357 Bremen E-Mail: <a href="mailto:konietz@umtec.de">konietz@umtec.de</a> www.umtec.de		
Projekt-Nr.	U265118	Datum	27.07.2016
Zeichner	Wiemers	Wskala	1:1.000
gezeichnet	Dresbach	Planstabung	Übersichtslageplan
geprüft	Wiemers	Blatt	Anlage 1



*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

*Anlage 2*

*Chemische Untersuchungsergebnisse und Chromatogramme*



*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

*Anlage 2.1*

*Tabelle 1: Zusammenstellung der chemischen Analyseergebnisse*

Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen

Feststoff	Oberboden				Unterboden		Vorsorgewerte gemäß BBodSchV [mg/kg]	Zuordnungswerte für Rekultivierungsschicht gemäß DepV Anhang 3, Tabelle 2, Nr. 9
	Oberboden A	Oberboden B	P2 Oberboden	Unterboden A	Unterboden B	P2 Unterboden		
Arsen	-	-	-	15	14	-	-	-
Blei	170	100	4,7	70	46	100 (Ton)	≤ 140	
Cadmium	0,46	0,7	4,6	0,66	0,44	1,5 (Ton) / 1 (Lehm/Schluff)*	≤ 1,0	
Chrom ges.	57	62	4,6	62	52	100 (Ton)	≤ 120	
Kupfer	50	48	4,6	41	34	60 (Ton)	≤ 80	
Nickel	33	39	4,6	44	42	70 (Ton) / 50 (Lehm / Schluff)*	≤ 100	
Quecksilber	1,2	0,57	4,6	0,38	0,13	1 (Ton)	≤ 1,0	
Zink	130	160	4,6	180	140	200 (Ton) / 150 (Lehm / Schluff)*	≤ 300	
TOC	11	12	4,9	7,9	12	-	-	
errechneter Humusgehalt								
TOC * Faktor 1,72	18,92	20,64	8,428	13,588	20,64			
EOX	-	-	4,7	< 1,0	< 1,0	-	-	
MKW	-	-	4,7	< 100	< 100	-	-	
PAK	2,1	< 1,0	4,6	< 1,0	< 1,0	10	≤ 5	
Benzo(a)pyren	0,17	< 0,06	4,6	< 0,06	< 0,06	1	≤ 0,6	
PCB			n.n.		n.n.	0,1 / 0,05	≤ 0,1	
Eluat			4,7	4,6	4,1		6,5 - 9	
pH-Wert			1,040				≤ 500	
elektr. Leitfähigkeit			2,5				≤ 10	
Chlorid			540				≤ 50	
Sulfat			n.n.					
Cyanide			n.n.					
Phenolindex			n.n.					
Arsen			0,009				≤ 0,01	
Blei			0,0031				≤ 0,04	
Cadmium			0,017				≤ 0,002	
Kupfer			0,043				≤ 0,05	
Nickel			n.n.				≤ 0,0002	
Quecksilber			0,54				≤ 0,1	
Zink							≤ 0,03	
Chrom, gesamt								

n.n.: nicht nachweisbar

\* Bei Böden der Bodenart Ton mit einem pH-Wert von < 6,0 gelten für Cadmium, Nickel und Zink die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff


Analyseergebnisse Umtec 2018, Prüfbericht vom 04.07.2018  
Analyseergebnisse aus Böker und Partner, Prüfbericht vom 22.02.2018  
Überschreitung Zuordnungswerte für Rekultivierungsschicht gemäß Depv.  
Überschreitung Vorsorgewert gemäß BBodSchV



*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

*Anlage 2.2*

*Prüfberichte*

## Protokoll analog DIN 19747 (Juli 2009) und Deponieverordnung (April 2009 und 2. DepVÄndV vom Mai 2013)

12.07.2018

### Erhebungsdaten Probenahme (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Probenahme durch	Auftraggeber
Maximale Korngröße/Stückigkeit	<10mm
Masse Laborprobe in kg	0,50

### Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Auftragsnummer	1907569/ 2
Analysennummer	465346/ 2
Probenbezeichnung Kunde	P 2 - Oberboden
Laborfreigabe Datum, Uhrzeit	26.06.2018 11:06:00

Probenahmeprotokoll liegt dem Labor vor	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	siehe Anlage
Auffälligkeiten bei der Probenanlieferung	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
inerte Fremdanteile (nicht untersuchte Fraktion: z.B. Metall, Glas, etc.)	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	Anteil Gew-%
Analyse Gesamtfraktion	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	
Zerkleinerung durch Backenbrecher	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
Siebung:					

Analyse Siebdurchgang < 2 mm	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	Anteil < 2 mm Gew-%
Analyse Siebrückstand > 2 mm	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	siehe gesonderte Analysennummer
Lufttrocknung	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	
Probenteilung / Homogenisierung					
Fraktionierendes Teilen	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	
Kegeln und Vierteln	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
Rotationsteiler	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
Riffelteiler	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
Cross-riffling	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
Rückstellprobe	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	Rückstellung mindestens 1 Jahr ab Laboreingang
Anzahl Prüfproben				<input type="text" value="3"/>	anzugeben

### Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe)

untersuchungsspez. Trocknung Prüfprobe					
chem. Trocknung	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
Trocknung 105°C	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	(Ausnahme: GV aus 105°C Teilprobe)
Lufttrocknung	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	
Gefriertrocknung	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
untersuchungsspez. Feinzerkleinerung Prüfprobe					
mahlen	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	(<250 µm, <5 mm, <10 mm, <20 mm)
schneiden	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	

**AGROLAB Umwelt Kiel Frau Anne Krischker, Tel. 0431/22138-536**  
**Kundenbetreuung Altlasten**

Auch elektronisch übermittelte Dokumente wurden geprüft und freigegeben. Sie entsprechen den Anforderungen der ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und sind ohne Unterschrift gültig.

## Protokoll analog DIN 19747 (Juli 2009) und Deponieverordnung (April 2009 und 2. DepVÄndV vom Mai 2013)

12.07.2018

### Erhebungsdaten Probenahme (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Probenahme durch	Auftraggeber
Maximale Korngröße/Stückigkeit	<10mm
Masse Laborprobe in kg	0,50

### Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Auftragsnummer	1907569/ 2
Analysennummer	465347/ 2
Probenbezeichnung Kunde	P 2 - Unterboden
Laborfreigabe Datum, Uhrzeit	26.06.2018 11:06:00

Probenahmeprotokoll liegt dem Labor vor	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	siehe Anlage
Auffälligkeiten bei der Probenanlieferung	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
inerte Fremdanteile (nicht untersuchte Fraktion: z.B. Metall, Glas, etc.)	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	Anteil Gew-%
Analyse Gesamtfraktion	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	
Zerkleinerung durch Backenbrecher	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
Siebung:					

Analyse Siebdurchgang < 2 mm	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	Anteil < 2 mm Gew-%
Analyse Siebrückstand > 2 mm	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	siehe gesonderte Analysennummer
Lufttrocknung	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	
Probenteilung / Homogenisierung					
Fraktionierendes Teilen	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	
Kegeln und Vierteln	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
Rotationsteiler	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
Riffelteiler	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
Cross-riffling	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
Rückstellprobe	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	Rückstellung mindestens 1 Jahr ab Laboreingang
Anzahl Prüfproben				<input type="text" value="3"/>	anzugeben

### Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe)

untersuchungsspez. Trocknung Prüfprobe					
chem. Trocknung	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
Trocknung 105°C	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	(Ausnahme: GV aus 105°C Teilprobe)
Lufttrocknung	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	
Gefriertrocknung	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	
untersuchungsspez. Feinzerkleinerung Prüfprobe					
mahlen	nein	<input type="checkbox"/>	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	(<250 µm, <5 mm, <10 mm, <20 mm)
schneiden	nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	

**AGROLAB Umwelt Kiel Frau Anne Krischker, Tel. 0431/22138-536**  
**Kundenbetreuung Altlasten**

Auch elektronisch übermittelte Dokumente wurden geprüft und freigegeben. Sie entsprechen den Anforderungen der ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und sind ohne Unterschrift gültig.

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany  
www.agrolab.de

**AGROLAB Umwelt Kiel** Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

Umtec - Partnerschaft beratender Ingenieure und Geologen  
mbH  
Haferwende 7  
28357 Bremen

Datum 30.07.2018

Kundennr. 10037150

## PRÜFBERICHT 1908018 - 467729

Auftrag **1908018 Projekt: U265118 Maschieneffleet / Waller Fleet -  
Nachsendung**  
Analysenr. **467729**  
Probeneingang **29.06.2018**  
Probenahme **19.06.2018**  
Probenehmer **Auftraggeber**  
Kunden-Probenbezeichnung **P2 - Oberboden**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

### Feststoff

Gasbildungsrate (GB21)	NI/kg	7,4	0,1	DIN 38414-8 (S 8)(PT) v)
------------------------	-------	-----	-----	--------------------------

v) Vergabe an ein akkreditiertes Labor

### Unterauftragsvergabe bzw. Fremdvergabe

#### Untersuchung durch

(PT) PLANCOTEC / INFU, KOHLENSTR. 8, 37249 NEU-EICHENBERG, für die zitierte Methode akkreditiert nach EN ISO 17025:2005,  
Akkreditierungsurkunde: D-PL-14470-01-00

#### Methoden

DIN 38414-8 (S 8)

Beginn der Prüfungen: 29.06.2018

Ende der Prüfungen: 30.07.2018

*Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.*

*A. Unsicker*

**AGROLAB Umwelt Kiel Frau Anne Krischker, Tel. 0431/22138-536**  
**Kundenbetreuung Altlasten**

**AGROLAB Umwelt Kiel** Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

Umtec - Partnerschaft beratender Ingenieure und Geologen  
mbH  
Haferwende 7  
28357 Bremen

Datum 30.07.2018

Kundennr. 10037150

## PRÜFBERICHT 1908018 - 467730

Auftrag **1908018 Projekt: U265118 Maschieneffleet / Waller Fleet -  
Nachsendung**  
Analysenr. **467730**  
Probeneingang **29.06.2018**  
Probenahme **19.06.2018**  
Probenehmer **Auftraggeber**  
Kunden-Probenbezeichnung **P2 - Unterboden**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

### Feststoff

Gasbildungsrate (GB21)	NI/kg	14	0,1	DIN 38414-8 (S 8)(PT) v)
------------------------	-------	----	-----	--------------------------

v) Vergabe an ein akkreditiertes Labor

### Unterauftragsvergabe bzw. Fremdvergabe

#### Untersuchung durch

(PT) PLANCOTEC / INFU, KOHLENSTR. 8, 37249 NEU-EICHENBERG, für die zitierte Methode akkreditiert nach EN ISO 17025:2005,  
Akkreditierungsurkunde: D-PL-14470-01-00

#### Methoden

DIN 38414-8 (S 8)

Beginn der Prüfungen: 29.06.2018

Ende der Prüfungen: 30.07.2018

*Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.*

*A. Unsicker*

**AGROLAB Umwelt Kiel Frau Anne Krischker, Tel. 0431/22138-536**  
**Kundenbetreuung Altlasten**

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany  
www.agrolab.de

**AGROLAB Umwelt Kiel** Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

Umtec - Partnerschaft beratender Ingenieure und Geologen  
mbB  
Haferwende 7  
28357 Bremen

Datum 12.07.2018

Kundennr. 10037150

## PRÜFBERICHT 1907569 / 2 - 465346 / 2

Der Schrägstrich hinter der Auftrags- und/oder Analysennummer entspricht der aktuellen Version des Prüfberichts. Diese Version ersetzt alle vorherigen Versionen dieses Prüfberichts.

Auftrag	<b>1907569 / 2 Projekt: U265118 Maschienenfleet / Waller Fleet</b>
Analysennr.	<b>465346 / 2</b>
Probeneingang	<b>26.06.2018</b>
Probenahme	<b>19.06.2018</b>
Probenehmer	<b>Auftraggeber</b>
Kunden-Probenbezeichnung	<b>P 2 - Oberboden</b>
Rückstellprobe	<b>Ja</b>
Auffälligkeit. Probenanlieferung	<b>Keine</b>
Probenahmeprotokoll	<b>Nein</b>

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
---------	----------	-----------	---------

### Feststoff

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Analyse in der Gesamtfraktion			keine Angabe
Fraktion > 10 mm	% ° <5	5	Siebung, Wägung
Masse Laborprobe	kg ° 0,50	0,02	keine Angabe
Zerkleinerung Backenbrecher			keine Angabe
Trockensubstanz	% ° 63,4	0,1	DIN ISO 11465
Brennwert (Ho) wasserfrei	kJ/kg 1570	500	DIN EN 15170 : 2009-05(PL) u)
Brennwert (Ho) roh	kJ/kg ° 993	500	DIN EN 15400 : 2011-05(PL) u)
Glühverlust	% 18,0	0,1	DIN EN 15169
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	% 4,9	0,1	DIN EN 13137
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg 330	50	DIN EN 14039 + LAGA KW/04 (Schütteleextr.)
Naphthalin	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Acenaphthylen	mg/kg <0,10	0,1	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Acenaphthen	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Fluoren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Phenanthren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Anthracen	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Fluoranthen	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Pyren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Benzo(a)anthracen	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Chrysen	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Benzo(a)pyren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Benzo(ghi)perylene	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
<b>PAK-Summe (nach EPA)</b>	mg/kg <b>n.b.</b>		DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Benzol	mg/kg <0,10	0,1	DIN ISO 22155
Toluol	mg/kg <0,10	0,1	DIN ISO 22155
Ethylbenzol	mg/kg <0,10	0,1	DIN ISO 22155

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " \* " gekennzeichnet.

DOC-27-1166555-DE-P1

## PRÜFBERICHT 1907569 / 2 - 465346 / 2

Kunden-Probenbezeichnung **P 2 - Oberboden**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>m,p-Xylol</i>	mg/kg	<0,20	0,2	DIN ISO 22155
<i>o-Xylol</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN ISO 22155
<i>Cumol</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN ISO 22155
<i>Styrol</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN ISO 22155
<b>BTX - Summe</b>	mg/kg	n.b.		DIN ISO 22155
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<b>PCB-Summe</b>	mg/kg	n.b.		Berechnung
<b>PCB-Summe (6 Kongenere)</b>	mg/kg	n.b.		Berechnung

### Eluat

Eluaterstellung				DIN EN 12457-4
Mineralischer Abfall				keine Angabe
Gesamtgehalt an gelösten Stoffen	mg/l	850	10	DIN 38409-1 (H 1)
Temperatur Eluat	°C	24,7	0	DIN 38404-4 (C 4)
pH-Wert		4,7	4	DIN 38404-5 (C 5)
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	1040	10	DIN EN 27888 (C 8)
Chlorid (Cl)	mg/l	2,5	1	DIN EN ISO 10304-1 (D 20)
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	540	1	DIN EN ISO 10304-1 (D 20)
Cyanide leicht freisetzbar	mg/l	<0,005	0,005	ISO 11262 / DIN EN ISO 14403
Phenolindex	mg/l	<0,0080	0,008	DIN EN ISO 14402
Arsen (As)	mg/l	<0,0010	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei (Pb)	mg/l	0,009	0,007	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium (Cd)	mg/l	0,0031	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer (Cu)	mg/l	0,017	0,014	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel (Ni)	mg/l	0,043	0,014	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN 1483 (E 12-4)
Zink (Zn)	mg/l	0,54	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

*Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.*

*Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.*

*Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.*

*u) Vergabe an ein akkreditiertes Agrolab-Gruppen-Labor*

### Agrolab-Gruppen-Labore

#### Untersuchung durch

(PL) AGROLAB Standort Plauen, Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, für die zitierte Methode akkreditiert nach ISO/IEC 17025:2005, Akkreditierungsurkunde: D-PL-14087-01-00

#### Methoden

DIN EN 15400 : 2011-05; DIN EN 15170 : 2009-05

Beginn der Prüfungen: 26.06.2018

Ende der Prüfungen: 04.07.2018

*Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.*

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " \* " gekennzeichnet.

# AGROLAB Agrar und Umwelt GmbH

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany  
www.agrolab.de



Datum 12.07.2018  
Kundennr. 10037150

**PRÜFBERICHT 1907569 / 2 - 465346 / 2**  
Kunden-Probenbezeichnung **P 2 - Oberboden**

*A. Unischker*

**AGROLAB Umwelt Kiel Frau Anne Krischker, Tel. 0431/22138-536**  
**Kundenbetreuung Altlasten**

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " \* " gekennzeichnet.

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany  
www.agrolab.de

**AGROLAB Umwelt Kiel** Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

Umtec - Partnerschaft beratender Ingenieure und Geologen  
mbB  
Haferwende 7  
28357 Bremen

Datum 12.07.2018

Kundennr. 10037150

## PRÜFBERICHT 1907569 / 2 - 465347 / 2

Der Schrägstrich hinter der Auftrags- und/oder Analysennummer entspricht der aktuellen Version des Prüfberichts. Diese Version ersetzt alle vorherigen Versionen dieses Prüfberichts.

Auftrag	<b>1907569 / 2 Projekt: U265118 Maschienenfleet / Waller Fleet</b>
Analysennr.	<b>465347 / 2</b>
Probeneingang	<b>26.06.2018</b>
Probenahme	<b>19.06.2018</b>
Probenehmer	<b>Auftraggeber</b>
Kunden-Probenbezeichnung	<b>P 2 - Unterboden</b>
Rückstellprobe	<b>Ja</b>
Auffälligkeit. Probenanlieferung	<b>Keine</b>
Probenahmeprotokoll	<b>Nein</b>

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
---------	----------	-----------	---------

### Feststoff

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Analyse in der Gesamtfraktion			keine Angabe
Fraktion > 10 mm	% ° <5	5	Siebung, Wägung
Masse Laborprobe	kg ° 0,50	0,02	keine Angabe
Zerkleinerung Backenbrecher			keine Angabe
Trockensubstanz	% ° 21,3	0,1	DIN ISO 11465
Brennwert (Ho) wasserfrei	kJ/kg 13800	500	DIN EN 15170 : 2009-05(PL) u)
Brennwert (Ho) roh	kJ/kg ° 2950	500	DIN EN 15400 : 2011-05(PL) u)
Glühverlust	% 72,5	0,1	DIN EN 15169
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	% 34	0,1	DIN EN 13137
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg 570	50	DIN EN 14039 + LAGA KW/04 (Schütteleextr.)
Naphthalin	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Acenaphthylen	mg/kg <0,10	0,1	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Acenaphthen	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Fluoren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Phenanthren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Anthracen	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Fluoranthen	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Pyren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Benzo(a)anthracen	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Chrysen	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Benzo(a)pyren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Benzo(ghi)perylene	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg <0,050	0,05	DIN ISO 18287 (Verfahren A)
<b>PAK-Summe (nach EPA)</b>	mg/kg <b>n.b.</b>		DIN ISO 18287 (Verfahren A)
Benzol	mg/kg <0,10	0,1	DIN ISO 22155
Toluol	mg/kg <0,10	0,1	DIN ISO 22155
Ethylbenzol	mg/kg <0,10	0,1	DIN ISO 22155

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " \* " gekennzeichnet.

## PRÜFBERICHT 1907569 / 2 - 465347 / 2

Kunden-Probenbezeichnung **P 2 - Unterboden**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>m,p-Xylol</i>	mg/kg	<0,20	0,2	DIN ISO 22155
<i>o-Xylol</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN ISO 22155
<i>Cumol</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN ISO 22155
<i>Styrol</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN ISO 22155
<b>BTX - Summe</b>	mg/kg	n.b.		DIN ISO 22155
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308
<b>PCB-Summe</b>	mg/kg	n.b.		Berechnung
<b>PCB-Summe (6 Kongenere)</b>	mg/kg	n.b.		Berechnung

### Eluat

Eluaterstellung				DIN EN 12457-4
Mineralischer Abfall				keine Angabe
Gesamtgehalt an gelösten Stoffen	mg/l	216	10	DIN 38409-1 (H 1)
Temperatur Eluat	°C	24,6	0	DIN 38404-4 (C 4)
pH-Wert		5,5	4	DIN 38404-5 (C 5)
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	280	10	DIN EN 27888 (C 8)
Chlorid (Cl)	mg/l	6,0	1	DIN EN ISO 10304-1 (D 20)
Sulfat (SO4)	mg/l	100	1	DIN EN ISO 10304-1 (D 20)
Cyanide leicht freisetzbar	mg/l	<0,005	0,005	ISO 11262 / DIN EN ISO 14403
Phenolindex	mg/l	<0,0080	0,008	DIN EN ISO 14402
Arsen (As)	mg/l	<0,0010	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei (Pb)	mg/l	<0,007	0,007	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,014	0,014	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel (Ni)	mg/l	<0,014	0,014	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN 1483 (E 12-4)
Zink (Zn)	mg/l	<0,050	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

u) Vergabe an ein akkreditiertes Agrolab-Gruppen-Labor

### Agrolab-Gruppen-Labore

#### Untersuchung durch

(PL) AGROLAB Standort Plauen, Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, für die zitierte Methode akkreditiert nach ISO/IEC 17025:2005, Akkreditierungsurkunde: D-PL-14087-01-00

#### Methoden

DIN EN 15170 : 2009-05; DIN EN 15400 : 2011-05

Beginn der Prüfungen: 26.06.2018

Ende der Prüfungen: 04.07.2018

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " \* " gekennzeichnet.

# AGROLAB Agrar und Umwelt GmbH

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany  
www.agrolab.de



Datum 12.07.2018  
Kundennr. 10037150

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol "\*" gekennzeichnet.

**PRÜFBERICHT 1907569 / 2 - 465347 / 2**  
Kunden-Probenbezeichnung **P 2 - Unterboden**

*A. Unischker*

**AGROLAB Umwelt Kiel Frau Anne Krischker, Tel. 0431/22138-536**  
**Kundenbetreuung Altlasten**



*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

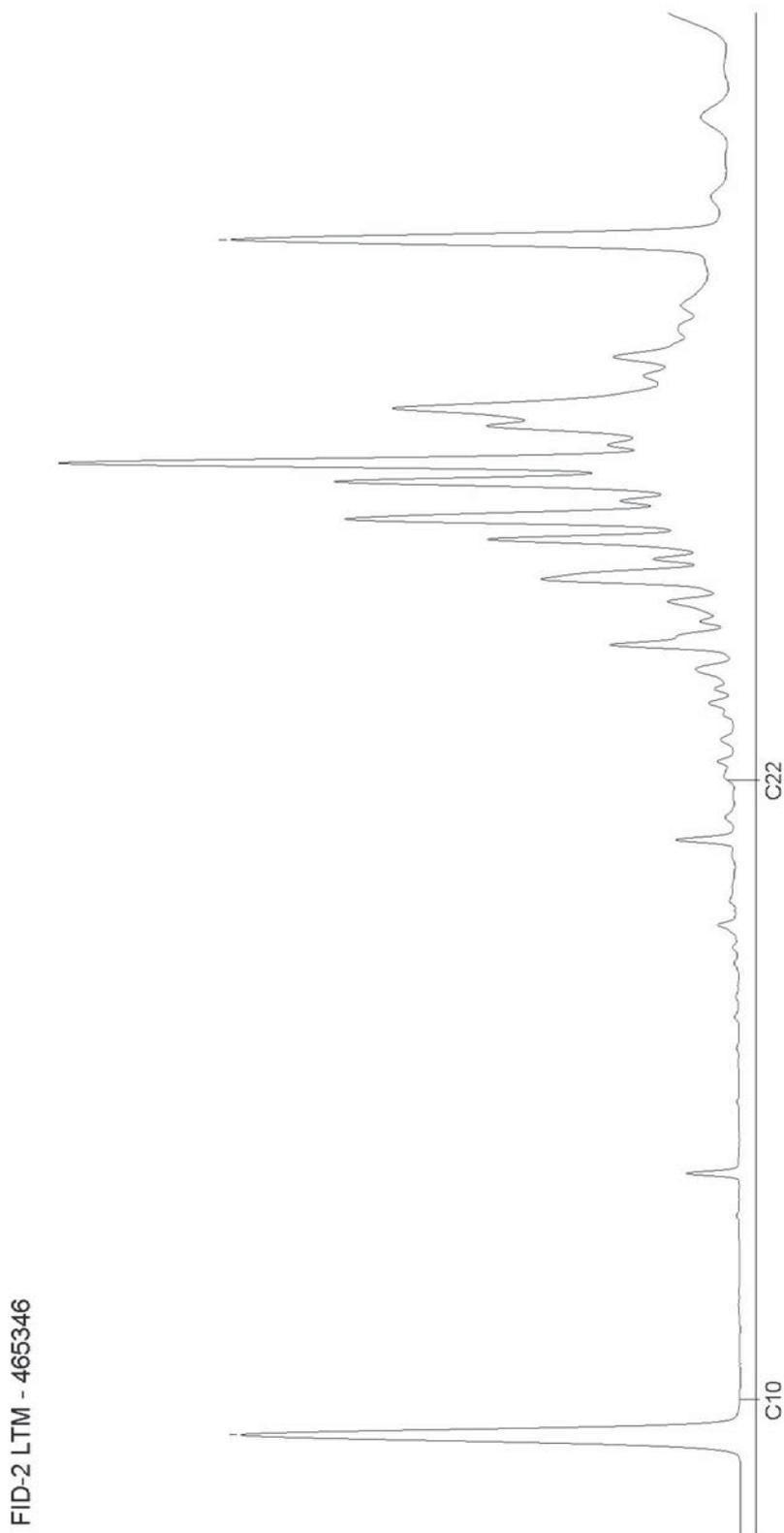
*Anlage 2.3*

*Chromatogramme*

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany  
www.agrolab.de

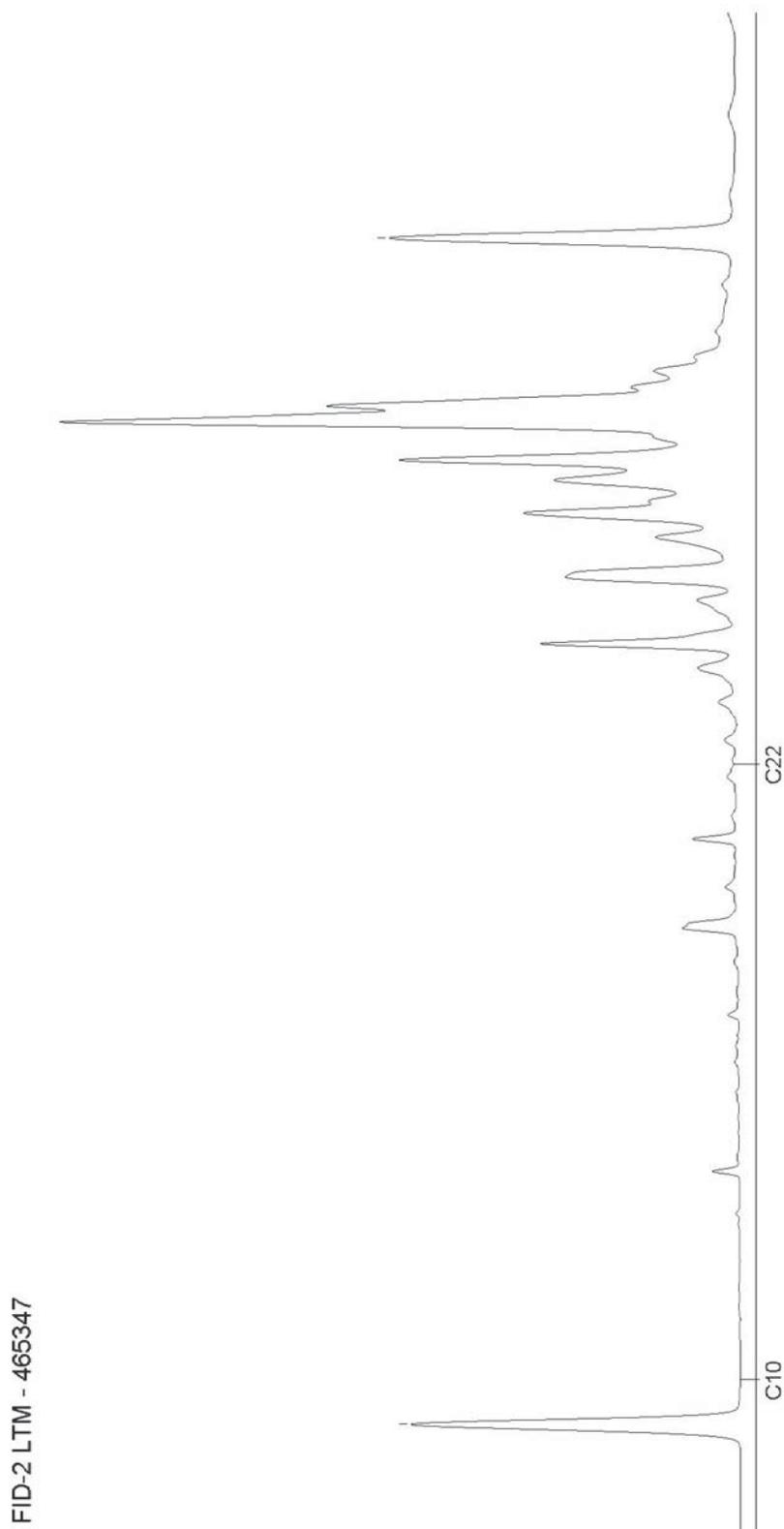
CHROMATOGRAM for Order No. 1907569, Analysis No. 465346, created at 02.08.2018 10:52:33

**Probenbezeichnung: P 2 - Oberboden**



CHROMATOGRAM for Order No. 1907569, Analysis No. 465347, created at 02.08.2018 10:57:45

**Probenbezeichnung: P 2 - Unterboden**





*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

*Anlage 3*

*Auswertung der bodenmechanischen Laborversuche*

*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

*Anlage 3.1*

*Korngrößenverteilungen*



**Umttec** | Prof. Biener | Sasse | Konertz  
Partnerschaft: Beratender Ingenieure und Geologen mbB  
Haferwende 7 Telefon: 0421 / 20759-0  
28357 Bremen e-mail: info@umtec-partner.de  
www.umtec-partner.de

# Körnungslinie

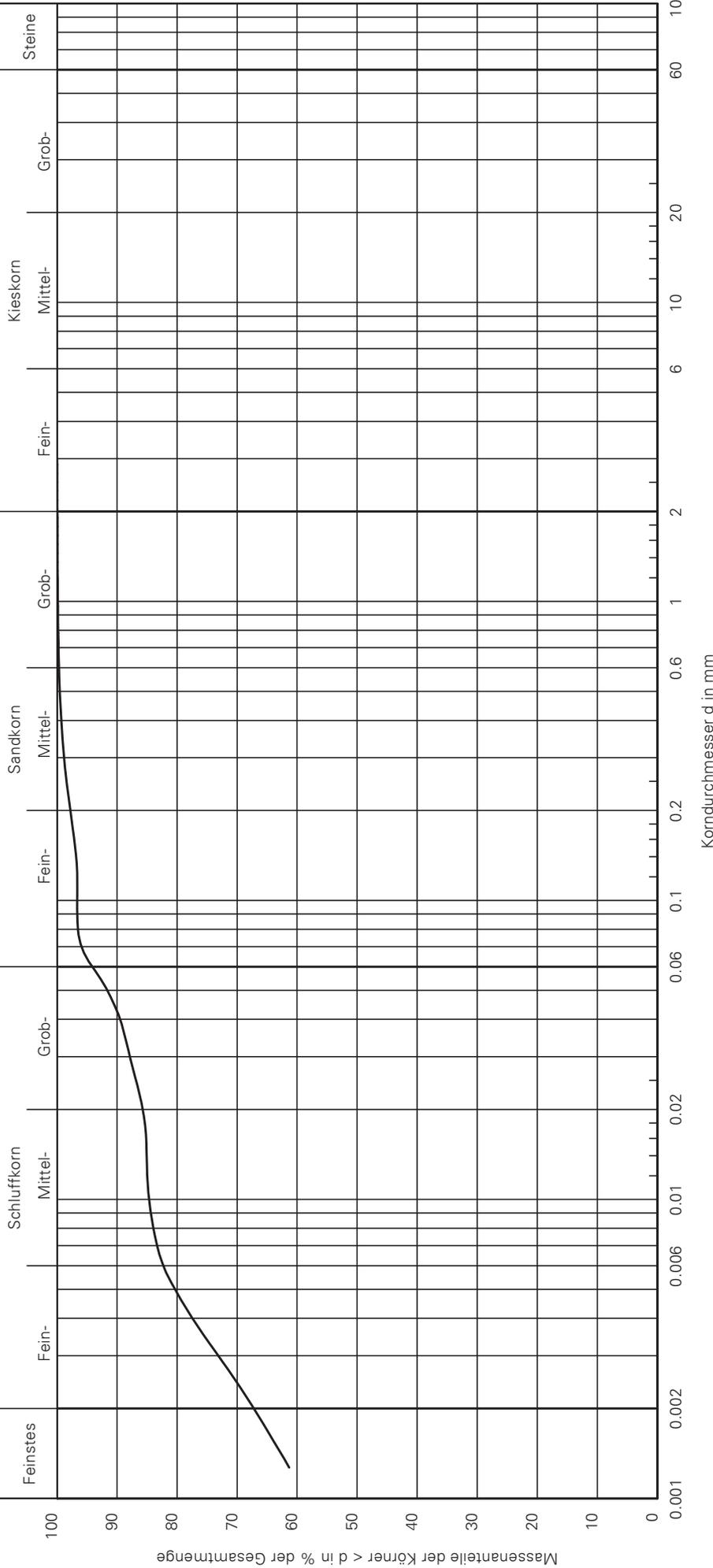
## Maschinenfleet

### U265118

Bearbeiter / Datum: Imer / 04.07.2018  
Probe entnommen am: 19.06.2018  
Art der Entnahme: gestört  
Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN EN ISO 17892-4  
U265118\_Kornverteilung\_18-303\_P 2\_Oberboden.kvs

### Schlammkorn

### Siebkorn



Probennummer:	18-303
Bezeichnung:	P.2. Oberboden, Schurf 2
Signatur:	
Tiefe:	0,00 m - 0,20 m
Bodenart:	T, u, s'
TU/S/G [%]:	67/2/27,6/5,1/0,1
Cu/Cc	-/
k [m/s] (Hazen):	-
Bodenartgruppe	UA
Frostsicherheit	F3

Anlage  
3.1.1

**Bemerkungen:**  
Berücksichtigter Übergang  
Schluff / Sand bei 0,063 mm



**Umttec** | Prof. Biener | Sasse | Konertz  
Partnerschaft: Beratender Ingenieure und Geologen mbB  
Haferwende 7 Telefon: 0421 / 20759-0  
28357 Bremen e-mail: info@umttec-partner.de  
www.umttec-partner.de

# Körnungslinie

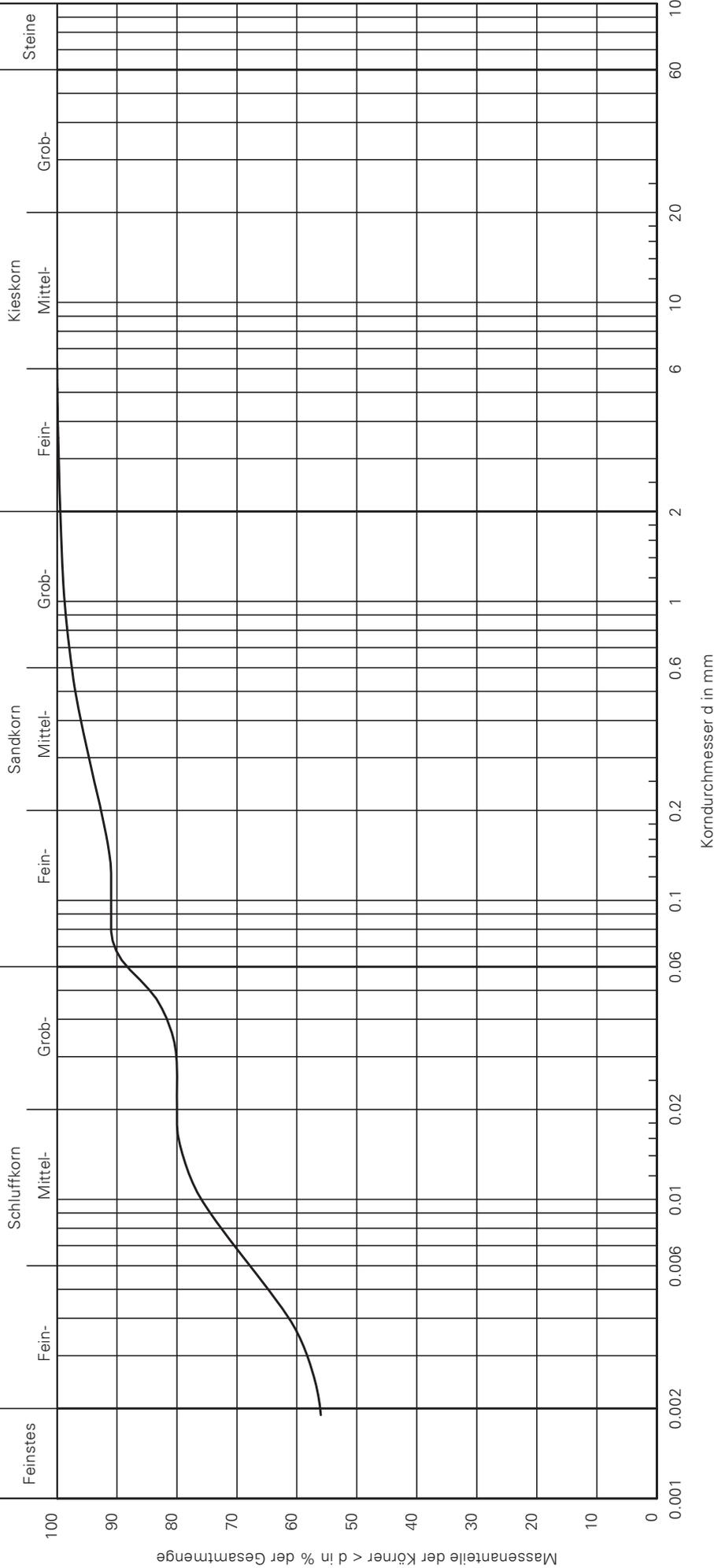
## Maschinenfleet

### U265118

Bearbeiter / Datum: lmer / 02.07.2018  
Probe entnommen am: 19.06.2018  
Art der Entnahme: gestört  
Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN EN ISO 17892-4  
U265118\_Kornverteilung\_18-304\_P 2\_Unterboden.kvs

### Schlammkorn

### Siebkorn



Probennummer:	18-304
Bezeichnung:	P.2., Unterboden, Schurf 2
Signatur:	
Tiefe:	0,20 m - 1,00 m
Bodenart:	T., u., s'
TU/S/G [%]:	56.1/33.0/10.3/0.6
Cu/Cc	-/
k [m/s] (Hazen):	-
Bodenartgruppe	UA
Frostsicherheit	F3

Anlage  
3.1.2

**Bemerkungen:**  
Berücksichtigter Übergang  
Schluff / Sand bei 0,063 mm



*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

*Anlage 3.2*

*Konsistenzgrenzen*

## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

U265118

Maschinenfleet

Bearbeiter: Imer

Datum: 09.07.2018

Entnahmestelle: P 2, Oberboden, Schurf 2

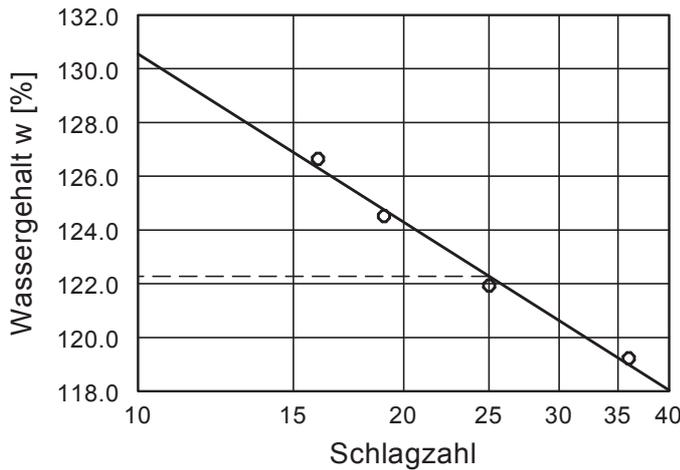
Tiefe: 0,00 - 0,20

Bodenart: Auenlehm

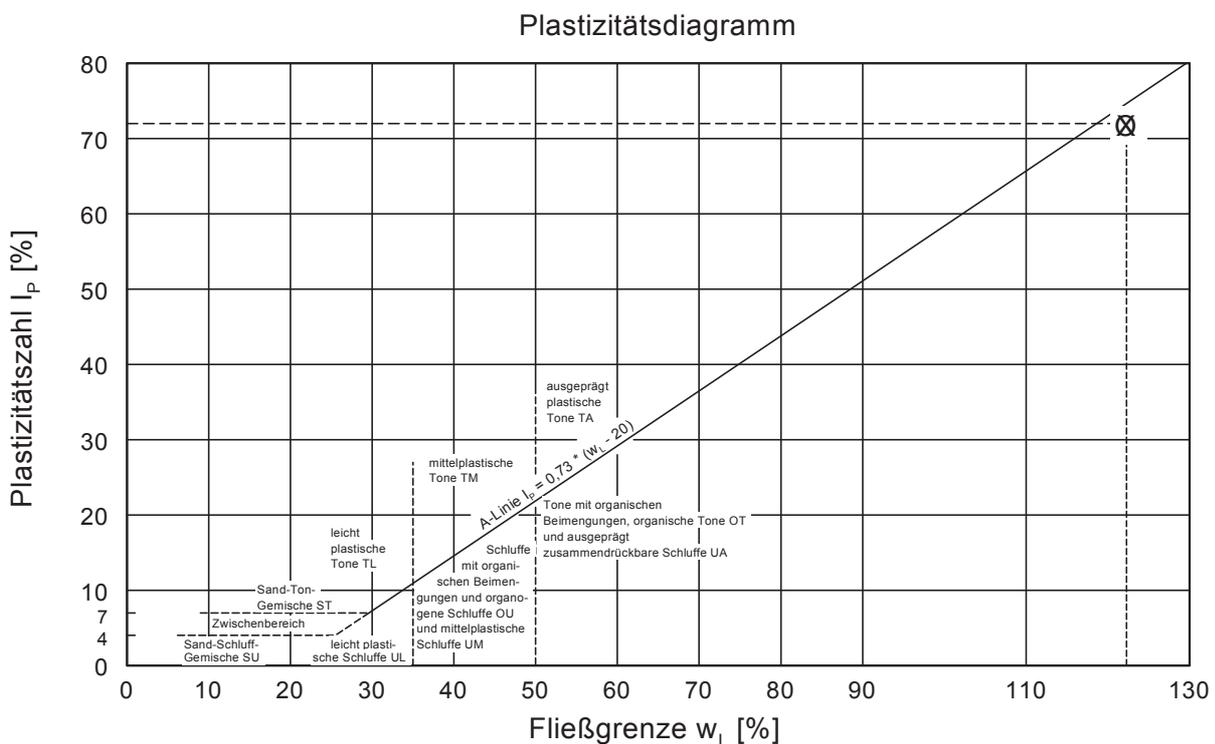
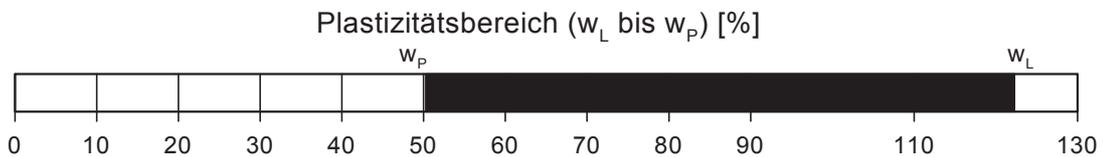
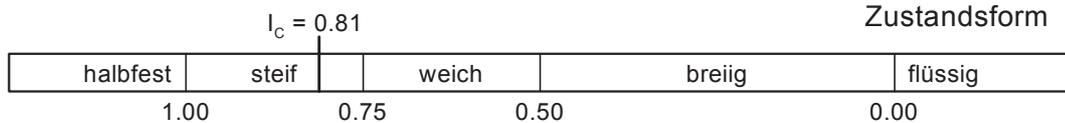
Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 19.06.2018

freigegeben: ai (14.08.2018)



Wassergehalt $w$ =	63.8 %
Fließgrenze $w_L$ =	122.3 %
Ausrollgrenze $w_P$ =	50.3 %
Plastizitätszahl $I_P$ =	72.0 %
Konsistenzzahl $I_C$ =	0.81



## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

U265118

Maschienenfleet

Bearbeiter: Imer

Datum: 09.07.2018

Entnahmestelle: P 2, Unterboden, Schurf 2

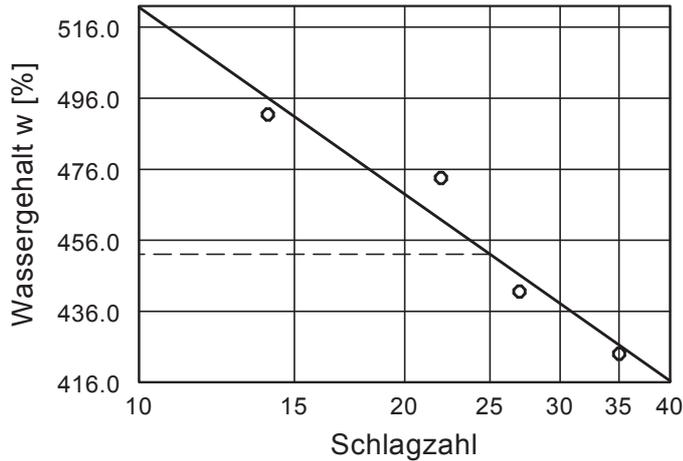
Tiefe: 0,20 - 1,00

Bodenart: Torf, stark zersetzt

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 19.06.2018

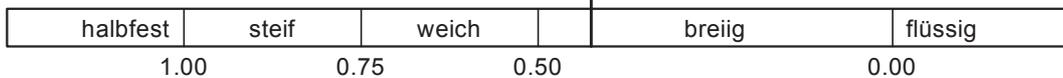
freigegeben: ai (14.08.2018)



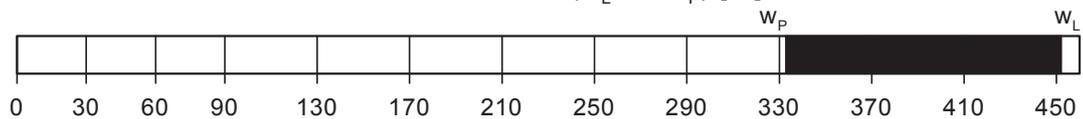
Wassergehalt w =	401.4 %
Fließgrenze $w_L$ =	452.1 %
Ausrollgrenze $w_P$ =	332.9 %
Plastizitätszahl $I_P$ =	119.2 %
Konsistenzzahl $I_C$ =	0.43

Zustandsform

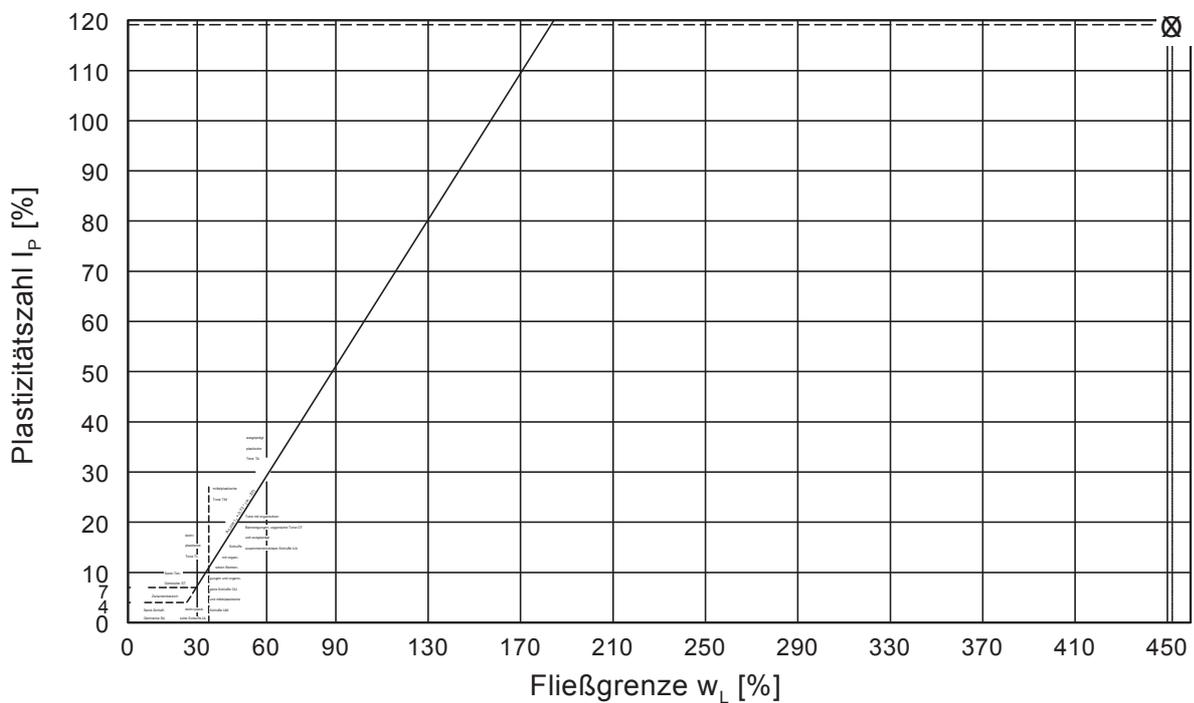
$I_C = 0.43$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_P$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

*Anlage 3.3*

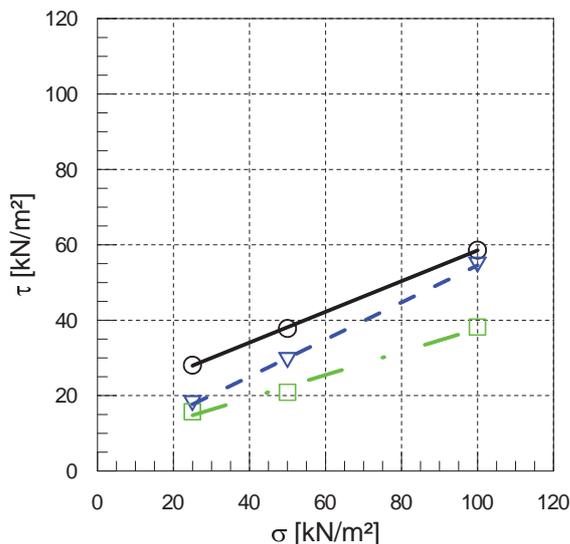
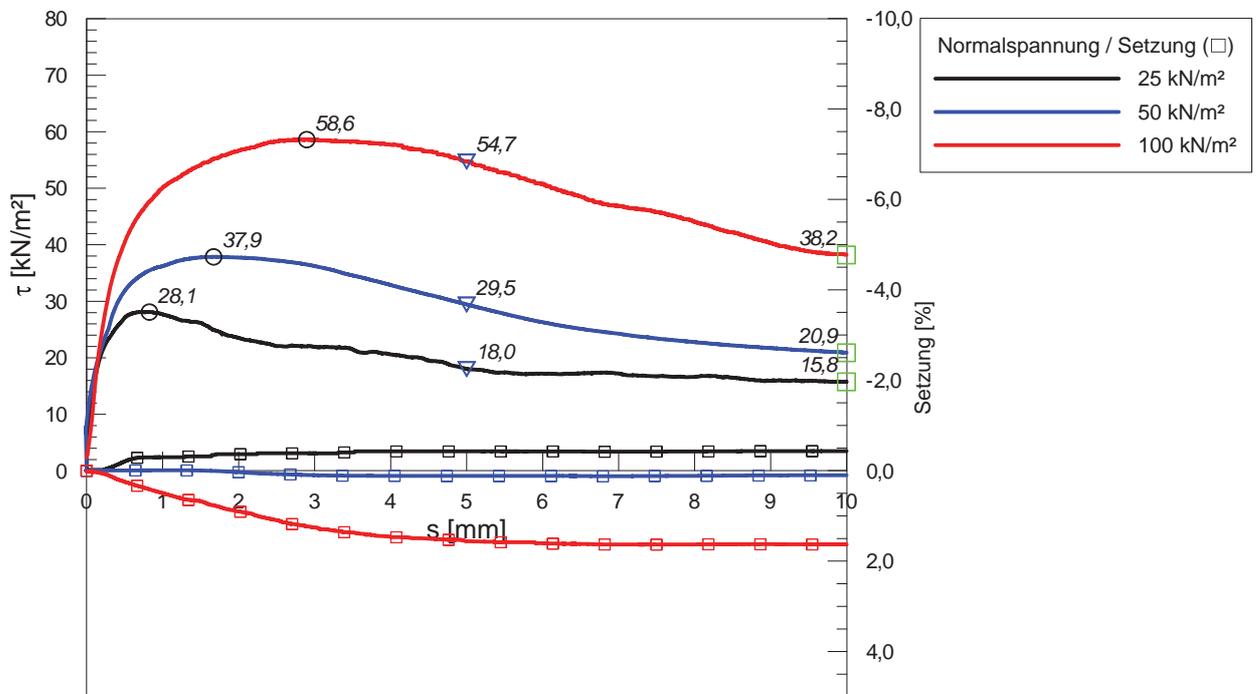
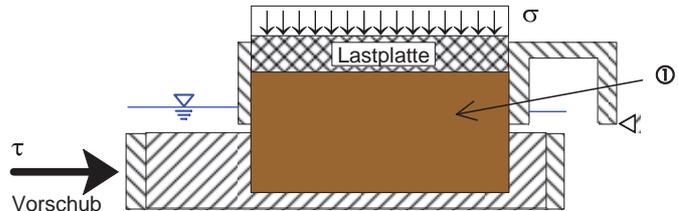
*Scherversuche*

## Umtec - Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB Maschinenfleet Bremen

### Ergebnisse der Scherversuche mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit

IGtH-Probennummer: 41840  
 Probenbezeichnung: P2 18-303  
 Entnahmetiefe: 0,00 m - 0,20 m  
 Prüfdatum: 03.07.18  
 Ⓞ Erdstoff: Schluff, Auenlehm

Einbauwerte des Erdstoffs vor Belastung:  
 $w \approx 62,21 \%$   
 $\rho_d \approx 0,956 \text{ g/cm}^3$   
 $\rho_f \approx 1,550 \text{ g/cm}^3$



Schерparameter für Normalspannungen von 25 bis 100 kN/m²	
○	Werte im Bruchzustand: $\phi' = 22,2^\circ$ ( $c' = 17,7 \text{ kN/m}^2$ ) [ $R^2 = 0,9998$ ]
▽	Werte bei 5 mm Verschiebung: $\phi' = 26,2^\circ$ ( $c' = 5,3 \text{ kN/m}^2$ ) [ $R^2 = 0,9994$ ]
□	Werte bei 10 mm Verschiebung: $\phi' = 17,0^\circ$ ( $c' = 7,1 \text{ kN/m}^2$ ) [ $R^2 = 0,9872$ ]

Prüffläche: 40 cm²  
 schwebender,  
 verkippter oberer Rahmen  
 Prüfungsgeschwindigkeit:  $v = 0,5 \text{ mm/h}$   
 Vorbelastungsdauer:  $t = \text{rd. } 1 \text{ Tag}$

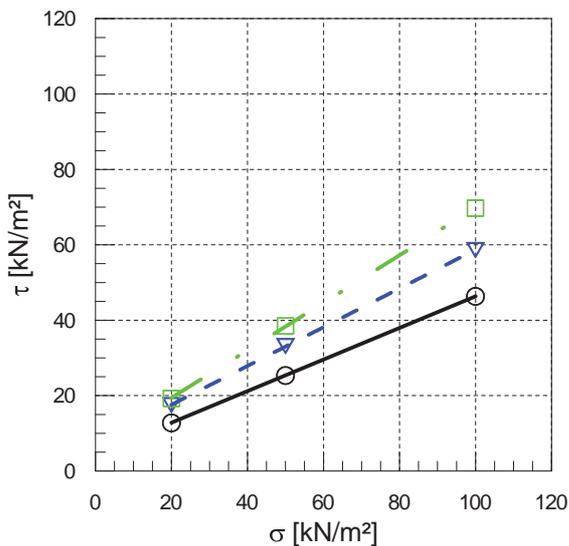
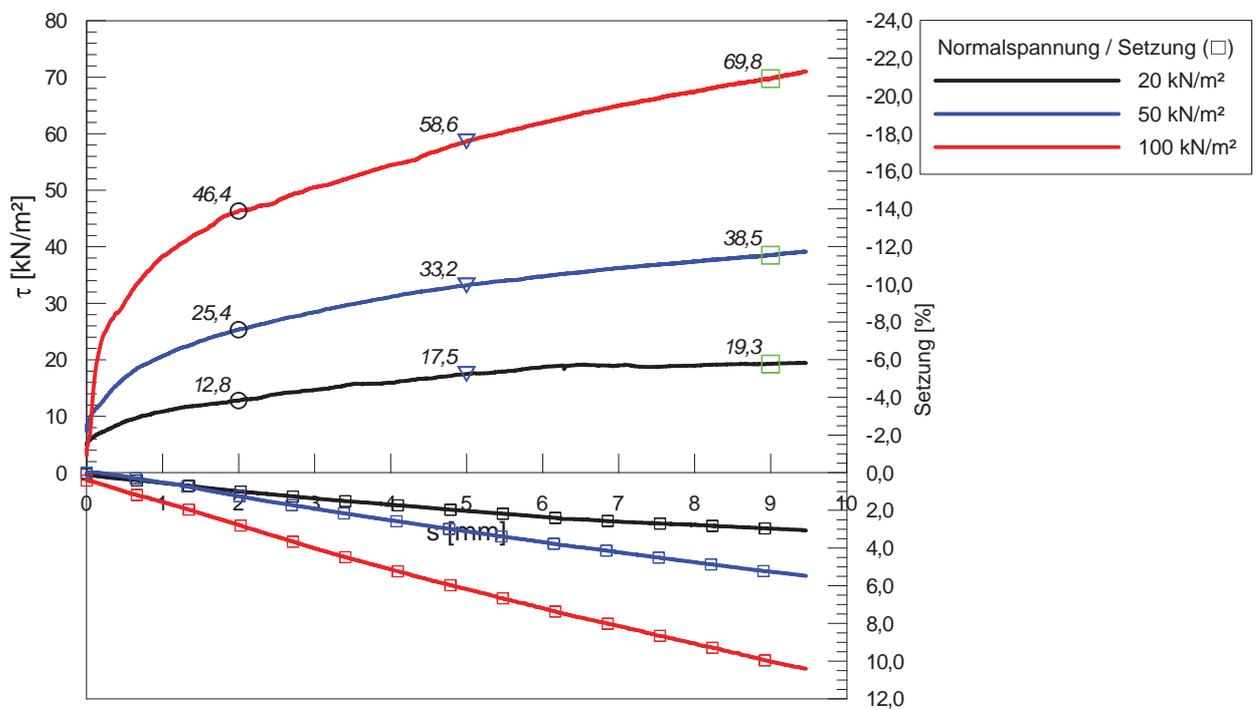
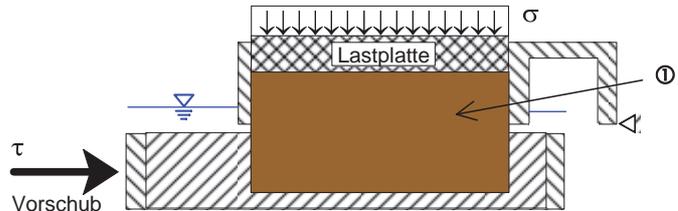
Versuch unter Wasser

## Umtec - Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB Maschinenfleet Bremen

### Ergebnisse der Scherversuche mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit

IGtH-Probennummer: 41841  
 Probenbezeichnung: P2 18-304  
 Entnahmetiefe: 0,20 m - 1,0 m  
 Prüfdatum: 29.06.18  
 Ⓞ Erdstoff: Torf

Einbauwerte des Erdstoffs vor Belastung:  
 $w \approx 392,45 \%$   
 $\rho_d \approx 0,280 \text{ g/cm}^3$   
 $\rho_f \approx 1,100 \text{ g/cm}^3$



Schерparameter für Normalspannungen von 20 bis 100 kN/m²	
○	Werte bei 2 mm Verschiebung: $\phi' = 22,7^\circ$ ( $c' = 4,4 \text{ kN/m}^2$ ) [ $R^2 = 0,9999$ ]
▽	Werte bei 5 mm Verschiebung: $\phi' = 27,2^\circ$ ( $c' = 7,3 \text{ kN/m}^2$ ) [ $R^2 = 0,9999$ ]
□	Werte bei 9 mm Verschiebung: $\phi' = 32,2^\circ$ ( $c' = 6,8 \text{ kN/m}^2$ ) [ $R^2 = 0,9999$ ]

Prüffläche: 40 cm²  
 schwebender,  
 verkipbarer oberer Rahmen  
 Prüfgeschwindigkeit:  $v = 0,5 \text{ mm/h}$   
 Vorbelastungsdauer:  $t = \text{rd. } 3 \text{ Tage}$

Versuch unter Wasser



*Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie  
Knotenpunkt Maschinenfleet / Waller Fleet in Bremen  
Gutachten über laboranalytische und bodenmechanische Untersuchungen*

*Anlage 3.4*

*Proctorversuche*

Proctorkurve (DIN 18 127)

Maschinenfleet/ Waller Fleet

U265118

Bearbeiter: Imer

Datum: 27.06.2018

Entnahmestelle: P 2, Oberboden, Schurf 2

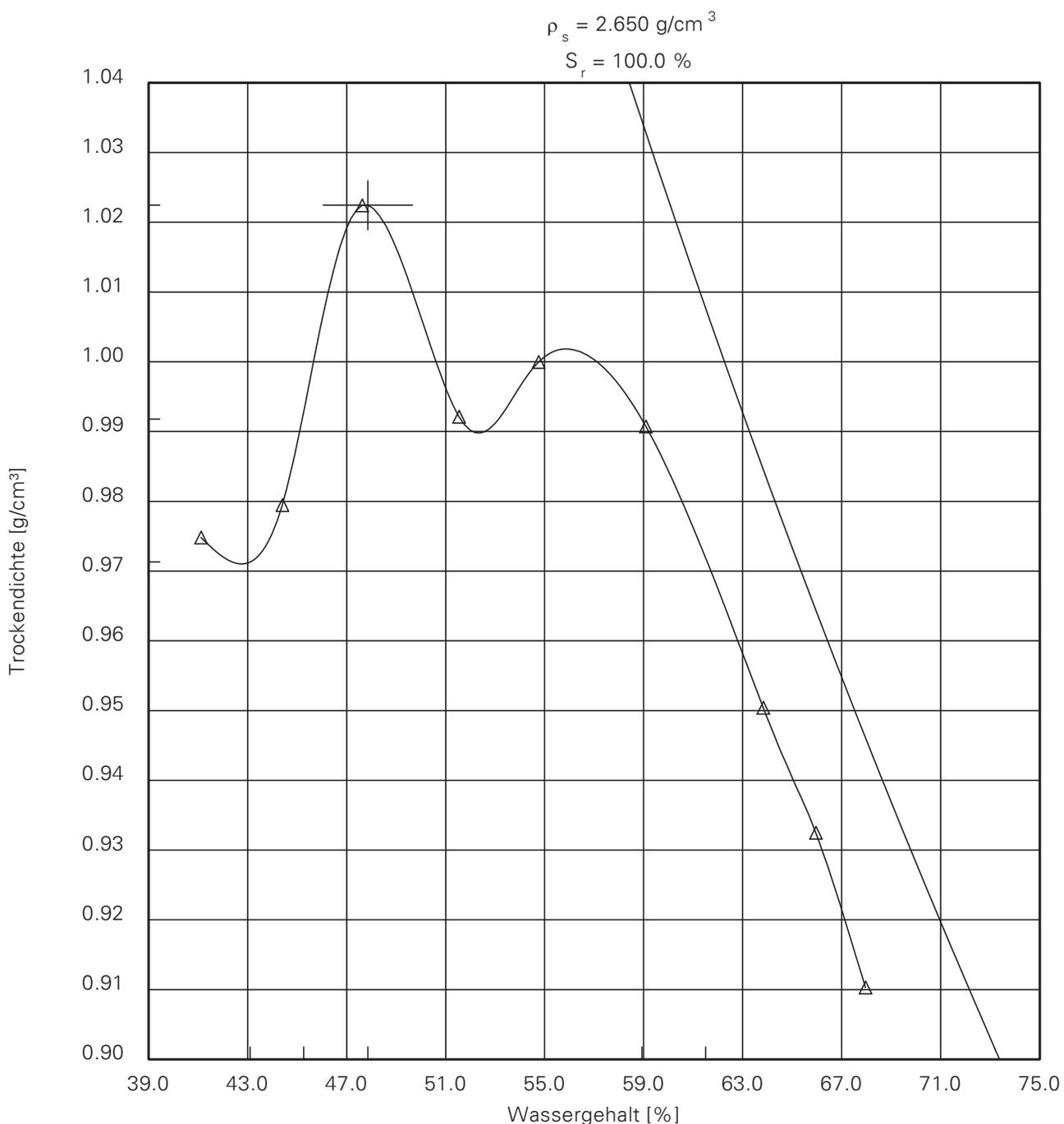
Tiefe: 0,00 m - 0,20 m

Bodenart: Auenlehm

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 19.06.2018

freigegeben: ai (14.08.2018)



100 % der Proctordichte  $\rho_{Pr} = 1.022 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt  $w_{Pr} = 47.9 \%$

97.0 % der Proctordichte  $\rho_d = 0.992 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt  $w = 45.3 / 58.9 \%$

95.0 % der Proctordichte  $\rho_d = 0.971 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt  $w = 43.1 / 61.5 \%$

### Proctorkurve (DIN 18 127)

Maschinenfleet/ Waller Fleet

U265118

Bearbeiter: Meyer-Klenke

Datum: 27.06.2018

Entnahmestelle: P 2, Unterboden, Schurf 2

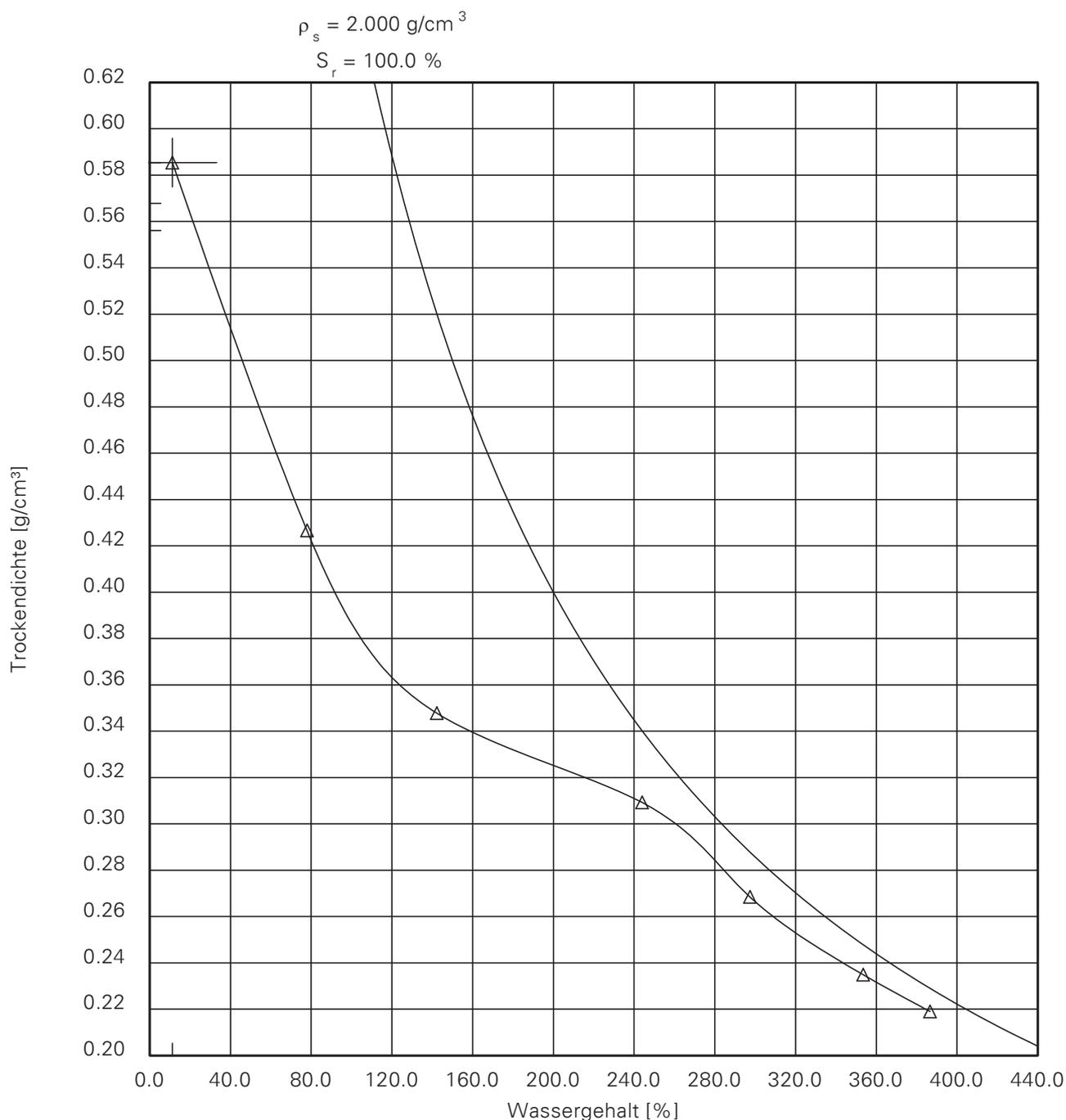
Tiefe: 0,20 m - 1,00 m

Bodenart: Torf, stark zersetzt

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 19.06.2018

freigegeben: ai (14.08.2018)



100 % der Proctordichte  $\rho_{Pr} = 0.585 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt  $w_{Pr} = 11.2 \%$

97.0 % der Proctordichte  $\rho_d = 0.568 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt  $w = - / - \%$

95.0 % der Proctordichte  $\rho_d = 0.556 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt  $w = - / - \%$