

Baggergutmonodeponie Feldhofe Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

erstellt im Auftrag der



HPA Hamburg Port Authority AöR
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

durch

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

im September 2024

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

Haferwende 7
28357 Bremen



Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

Inhaltsverzeichnis

Kapitel		Seite
1	Veranlassung	1
2	Unterlagen	2
3	Standortbeschreibung	9
3.1	Lage der Deponie	9
3.2	Geologische Verhältnisse	9
3.3	Hydrogeologische Verhältnisse	10
3.4	Kampfmittelsituation	11
3.5	Historische Entwicklung	12
3.5.1	Altspülfeld	12
3.5.2	Basale Sohldichtung, Teilaufhöhung und Profilierungseinlagerung	16
3.5.3	Basisabdichtung, Einlagerung und Oberflächenabdichtung	18
3.6	Planungsstand zur Kapazitätserhöhung	19
4	Vorhandene Aufschlüsse / Untergrunderkundungen	21
5	Bodenmechanische Laborversuche	24
5.1	Allgemeines und Zuordnung	24
5.2	Baggergut	30
5.2.1	Herkunft und Aufbereitung	30
5.2.2	Unterteilung bindiges Baggergut / Schlick	30
5.2.3	Schlick als Deponat	32
5.2.3.1	Korngrößenverteilung	33
5.2.3.2	Korndichte	34
5.2.3.3	Glühverlust	35
5.2.3.4	Zustandsgrenzen	36
5.2.3.5	Wassergehalt	37
5.2.3.6	Feuchtdichte	38
5.2.3.7	Scherfestigkeiten	39
5.2.3.8	Kompressionsversuche	41
5.2.4	Kennwerte aus der Planfeststellung	42

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

5.2.5	METHA-Feinsande als Deponat	43
5.2.5.1	Korngrößenverteilung	44
5.2.5.2	Glühverlust	45
5.2.5.3	Korndichte	45
5.2.5.4	Porenanteile bei lockerster und dichtester Lagerung	46
5.2.5.5	Proctorversuche	47
5.2.5.6	Wassergehalt	48
5.2.5.7	Wasserdurchlässigkeit	49
5.2.5.8	Scherfestigkeit	50
5.2.5.9	Kompressionsversuche	51
5.3	Dränagesande	51
5.3.1	METHA-Dränagesande	52
5.3.1.1	Korngrößenverteilung	52
5.3.1.2	Wassergehalt	53
5.3.1.3	Feuchtdichte	54
5.3.1.4	Proctorversuche	54
5.3.1.5	Wasserdurchlässigkeit	54
5.3.2	Spülfeld-Dränagesande	55
5.3.2.1	Korngrößenverteilung	56
5.3.2.2	Wassergehalt	57
5.3.2.3	Glühverlust	58
5.3.2.4	Korndichte	58
5.3.2.5	Feuchtdichte	59
5.3.2.6	Proctorversuche	59
5.3.2.7	Wasserdurchlässigkeit	60
5.3.2.8	Porenanteil bei lockerster und dichtester Lagerung	62
5.3.2.9	Scherfestigkeit	62
5.3.2.10	Kompressionsversuche	63
5.4	Baggergut als Basisabdichtung	63
5.4.1	Korngrößenverteilung	63
5.4.2	Glühverlust	65
5.4.3	Korndichte	66
5.4.4	Feuchtdichte / Feuchtwichte und Trockendichte	67
5.4.5	Porenzahl und Porenanteil	68
5.4.6	Zustandsgrenzen	68
5.4.7	Wassergehalt	69

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

5.4.8	Wasserdurchlässigkeit	70
5.4.9	Scherfestigkeit	71
5.4.10	Kompressionsversuche	73
5.5	Profilierungseinlagerung	74
5.5.1	Korngrößenverteilungen	74
5.5.2	Glühverlust	75
5.5.3	Feuchtdichte / Feuchtwichte	75
5.5.4	Zustandsgrenzen	75
5.5.5	Wassergehalt	75
5.5.6	Wasserdurchlässigkeit	75
5.5.7	Scherfestigkeit	76
5.5.8	Kompressionsversuche	76
5.6	Teilaufhöhung	77
5.6.1	Korngrößenverteilungen	77
5.6.2	Glühverlust	77
5.6.3	Feuchtdichte / Feuchtwichte	77
5.6.4	Zustandsgrenzen	77
5.6.5	Wassergehalt	78
5.6.6	Scherfestigkeit	78
5.6.7	Kompressionsversuche	79
5.7	Basale Sohldichtung	79
5.7.1	Korngrößenverteilungen	79
5.7.2	Glühverlust	80
5.7.3	Korndichte	80
5.7.4	Feuchtdichte / Feuchtwichte	80
5.7.5	Porenzahl	81
5.7.6	Zustandsgrenzen	81
5.7.7	Wassergehalt	82
5.7.8	Wasserdurchlässigkeit	82
5.7.9	Scherfestigkeit	82
5.7.10	Kompressionsversuche	83
5.8	Altspülfeld	84
5.8.1	Korngrößenverteilung	84
5.8.2	Glühverlust	84
5.8.3	Korndichte	85
5.8.4	Feuchtdichte	85

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

5.8.5	Zustandsgrenzen	86
5.8.6	Wassergehalt	86
5.8.7	Wasserdurchlässigkeit	86
5.8.8	Scherfestigkeit	87
5.8.9	Kompressionsversuche	88
5.9	Holozäne Weichschichten	88
5.9.1	Korngrößenverteilung	88
5.9.2	Glühverlust	89
5.9.3	Korndichte	89
5.9.4	Feuchtdichte / Feuchtwichte	90
5.9.5	Porenzahl	90
5.9.6	Zustandsgrenzen	91
5.9.7	Wassergehalt	91
5.9.8	Wasserdurchlässigkeit	92
5.9.9	Scherfestigkeit	92
5.9.10	Kompressionsversuche	93
5.10	Holozäne Sande	94
5.10.1	Korngrößenverteilung	94
5.10.2	Wassergehalt	94
5.10.3	Wasserdurchlässigkeit	95
5.11	DB-Ablagerungen	95
5.12	Randdambereich	96
5.13	Weitere Bohrungen	96
6	Grundwassermonitoring sowie chemische Analysen Grundwasser und Deponat	97
7	Literaturverzeichnis	99

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Historische Spülfeldplanung Feldhofe 1972 [7]	12
Abbildung 2: Historische Spülfeldbezeichnung 1976 [9]	13
Abbildung 3: (Spül-) Feldbezeichnung 1983 [11]	15
Abbildung 4: Schematische Schnitt Deponie Feldhofe, A: nördl. Bereich, B: süd- Bereich [15]	18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl Bodenproben aus Bohrungen je Funktionsschicht / Systemschicht	26
Tabelle 2: Anzahl der Laborversuche aus den Bohrungen für den jeweiligen bodenmechanischen Kennwert	27
Tabelle 3: Ermittelte Kornverteilung des MKFP-Schlicks aus Anlage 5 zu [40]	33
Tabelle 4: Ermittelte Kornverteilung des HIP-Schlicks aus Anlage 5 zu [40]	33
Tabelle 5: Ermittelte Kornverteilung des Feld-Schlicks aus Anlage 5 zu [40]	33
Tabelle 6: Ermittelte Kornverteilung am Baggergut der Bohrkampagne 2022/2023 [49]	34
Tabelle 7: Ermittelte Korndichten der Schlicke aus Anlage 4 [40]	34
Tabelle 8: Ermittelte Korndichten der Schlicke aus Anlage 5 zu [40]	35
Tabelle 9: Ermittelte Glühverluste der Schlicke aus Anlage 4 [40]	35
Tabelle 10: Ermittelte Glühverluste der Schlicke aus Anlage 5 zu [40]	36
Tabelle 11: Ermittelte Zustandsgrenzen am Baggergut der Bohrkampagne 2022/2023 [49]	36
Tabelle 12: Ermittelte Wassergehalte der Schlicke aus Anlage 4 [40]	37
Tabelle 13: Ermittelte Wassergehalte der Schlicke aus Anlage 5 zu [40]	37
Tabelle 14: Ermittelte Wassergehalte am Baggergut der Bohrkampagne 2022/2023 [49]	38
Tabelle 15: Ermittelte Feuchtdichten der Schlicke aus Anlage 4 [40]	38
Tabelle 16: Ermittelte Feuchtdichten der Schlicke aus Anlage 5 zu [40]	39
Tabelle 17: Ermittelte Anfangsscherfestigkeiten der Schlicke (Handflügelsonde) aus Anlage 4 [40]	39

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

Tabelle 18: Ermittelte Anfangsscherfestigkeiten der Schlicke (Laborflügelsonde) aus Anlage 4 [40].....	40
Tabelle 19: Ermittelte Anfangsscherfestigkeiten der Schlicke aus Anlage 5 zu [40].....	40
Tabelle 20: Ermittelte Anfangs- und Endscherfestigkeiten am Baggergut der Bohrkampagne 2022/2023 [49]	41
Tabelle 21: „Ansatzkennwerte“ aus Planfeststellungsunterlagen 1999 (Teil I)	42
Tabelle 22: „Ansatzkennwerte“ aus den Planfeststellungsunterlagen 1999 (Teil II) ..	43
Tabelle 23: Ermittelte Korngrößenverteilung METHA-Feinsande 2011 [40].....	44
Tabelle 24: Ermittelte Korngrößenverteilung METHA-Feinsande 1998 [43].....	44
Tabelle 25: Ermittelte Glühverluste METHA-Feinsande	45
Tabelle 26: Ermittelte Korndichte an 22 Proben der METHA-Feinsande aus [40].....	45
Tabelle 27: Ermittelte Korndichte an 3 Proben der METHA-Feinsande aus [43]	46
Tabelle 28: Ermittelte Porenanteile nach [40]	46
Tabelle 29: Ermittelte Porenanteile nach [43]	46
Tabelle 30: Ermittelte Proctorwerte nach [40]	47
Tabelle 31: Ermittelte Proctorwerte nach [43]	47
Tabelle 32: Ermittelter Wassergehalt nach [40]	48
Tabelle 33: Ermittelter Wassergehalt nach [43]	48
Tabelle 34: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten nach [40]	49
Tabelle 35: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten nach [43]	49
Tabelle 36: Ermittelte Endscherfestigkeiten der METHA-Feinsande nach [40]	50
Tabelle 37: Ermittelte Endscherfestigkeiten der METHA-Feinsande nach [43]	50
Tabelle 38: Ermittelte Steifemoduli für METHA-Feinsande nach [40]	51
Tabelle 39: Ermittelte Kornverteilung METHA-Dränagesande nach [40].....	52
Tabelle 40: Ermittelte Kornverteilung METHA-Dränagesande an 5 Proben nach [46]	52
Tabelle 41: Ermittelte Kornverteilung METHA-Dränagesande an 5 Proben nach [48]	53
Tabelle 42: Ermittelte Wassergehalte METHA-Dränagesande.....	53
Tabelle 43: Ermittelte Feuchtdichten METHA-Dränagesande.....	54
Tabelle 44: Ermittelte Proctorwerte (METHA-Dränagesande	54
Tabelle 45: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten nach [48]	55
Tabelle 46: Ermittelte Kornverteilung der Spülfeld-Dränagesande nach [40]	56
Tabelle 47: Ermittelte Ton- und Schluffanteile verschiedener Spülfeld-Dränagesanden nach [46].....	56
Tabelle 48: Ermittelte Kornverteilung an 7 Proben nach [47]	57

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

Tabelle 49: Ermittelte Ton- und Schluffanteile an 5 Proben nach [48].....	57
Tabelle 50: Ermittelte Wassergehalte nach [40].....	57
Tabelle 51: Ermittelte Glühverluste an 7 Proben nach [47].....	58
Tabelle 52: Ermittelte Korndichten an 7 Proben nach [47].....	58
Tabelle 53: Ermittelte Feuchtdichten nach [40].....	59
Tabelle 54: Ermittelte Proctorwerte an 7 Proben nach [47].....	59
Tabelle 55: Ermittelte Proctorwerte nach [48].....	60
Tabelle 56: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten nach [46].....	60
Tabelle 57: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten bei Teil- und Vollsättigung nach [47]	61
Tabelle 58: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten nach [48].....	61
Tabelle 59: Ermittelte Porenanteile nach [47].....	62
Tabelle 60: Ermittelte Endscherfestigkeiten Spülfeld-Dränagesande nach [47].....	62
Tabelle 61: Ermittelte Steifemoduli Spülfeld-Dränagesande nach [47].....	63
Tabelle 62: Ermittelte Kornverteilung für die Basisabdichtung aus Bohrungen.....	63
Tabelle 63: Ermittelte Kornverteilung des Feld-Schlicks aus Anlage 5 [40].....	64
Tabelle 64: Ermittelte Kornverteilung des METHA-Schlicks aus Anlage 5 [40].....	64
Tabelle 65: Ermittelte Glühverluste für die Basisabdichtung aus Bohrungen.....	65
Tabelle 66: Ermittelte Glühverluste des METHA-Schlicks aus Anlage 5 [40].....	66
Tabelle 67: Ermittelte Korndichten des METHA-Schlicks aus Anlage 5 [40].....	66
Tabelle 68: Ermittelte Feuchtdichten für die Basisabdichtung aus Bohrungen.....	67
Tabelle 69: Ermittelte Feuchtdichten des METHA-Schlicks aus Anlage 5 [40].....	67
Tabelle 70: Ermittelte Porenzahlen für die Basisabdichtung aus Bohrungen.....	68
Tabelle 71: Ermittelte Zustandsgrenzen für die Basisabdichtung aus Bohrungen....	68
Tabelle 72: Ermittelte Wassergehalte für die Basisabdichtung aus Bohrungen.....	69
Tabelle 73: Ermittelte Wassergehalte des METHA-Schlicks aus Anlage 5 [40].....	69
Tabelle 74: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten der Schlicke (Schnelltests) aus Anlage 3 [40].....	70
Tabelle 75: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten der Schlicke (Langläufer) aus Anlage 3 [40].....	70
Tabelle 76: Ermittelte Anfangs- und Endscherfestigkeiten der Basisabdichtung aus Bohrungen.....	71
Tabelle 77: Ermittelte Anfangsscherfestigkeiten der Schlicke (Handflügelsonde) Anlage 3 [40].....	72
Tabelle 78: Ermittelte Anfangsscherfestigkeiten der Schlicke aus Anlage 3 (Laborflügelsonde) [40].....	72

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

Tabelle 79: Ermittelte Anfangsscherfestigkeiten des METHA-Schlicks aus Anlage 5 [40]	73
Tabelle 80: Ermittelte Steifemoduli an der Basisabdichtung durch Bohrungen	74
Tabelle 81: Ermittelte Kornverteilung der Profilierungseinlagerung aus Bohrungen	74
Tabelle 82: Ermittelte Zustandsgrenzen der Profilierungseinlagerung aus Bohrungen	75
Tabelle 83: Ermittelte Endscherfestigkeiten der Profilierungseinlagerung aus Bohrungen	76
Tabelle 84: Ermittelte Steifemoduli an der Profilierungseinlagerung durch Bohrungen	76
Tabelle 85: Ermittelte Korngrößenverteilung der Teilaufhöhung aus Bohrungen	77
Tabelle 86: Ermittelte Zustandsgrenzen der Teilaufhöhung aus Bohrungen	78
Tabelle 87: Ermittelte Endscherfestigkeit der Teilaufhöhung aus Bohrungen	78
Tabelle 88: Ermittelte Steifemoduli der Teilaufhöhung aus Bohrungen	79
Tabelle 89: Ermittelte Korngrößenverteilung der basalen Sohldichtung aus Bohrungen	79
Tabelle 90: Ermittelte Glühverluste der basalen Sohldichtung aus Bohrungen	80
Tabelle 91: Ermittelte Feuchtdichten der basalen Sohldichtung aus Bohrungen	80
Tabelle 92: Ermittelte Porenzahlen der basalen Sohldichtung aus Bohrungen	81
Tabelle 93: Ermittelte Zustandsgrenzen der basalen Sohldichtung aus Bohrungen	81
Tabelle 94: Ermittelte Wassergehalte der basalen Sohldichtung aus Bohrungen	82
Tabelle 95: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten der basalen Sohldichtung aus Bohrungen	82
Tabelle 96: Ermittelte Anfangs- und Endscherfestigkeiten der basalen Sohldichtung aus Bohrungen	83
Tabelle 97: Ermittelte Steifemoduli der basalen Sohldichtung durch Bohrungen	83
Tabelle 98: Ermittelte Kornverteilung am Altspülfeld aus Bohrungen	84
Tabelle 99: Ermittelte Glühverluste am Altspülfeld aus Bohrungen	84
Tabelle 100: Ermittelte Korndichten am Altspülfeld aus Bohrungen	85
Tabelle 101: Ermittelte Feuchtdichten am Altspülfeld aus Bohrungen	85
Tabelle 102: Ermittelte Zustandsgrenzen am Altspülfeld aus Bohrungen	86
Tabelle 103: Ermittelte Wassergehalte am Altspülfeld aus Bohrungen	86
Tabelle 104: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten am Altspülfeld aus Bohrungen	87
Tabelle 105: Ermittelte Anfangs- und Endscherfestigkeiten am Altspülfeld durch Bohrungen	87

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

Tabelle 106: Ermittelter Steifemodul am Altspülfeld durch Bohrungen	88
Tabelle 107: Ermittelte Kornverteilung der holozänen Weichschichten aus Bohrungen	88
Tabelle 108: Ermittelte Glühverluste der holozänen Weichschichten aus Bohrungen	89
Tabelle 109: Ermittelte Korndichten der holozänen Weichschichten aus Bohrungen	89
Tabelle 110: Ermittelte Feuchtdichten der holozänen Weichschichten aus Bohrungen	90
Tabelle 111: Ermittelte Porenzahlen der holozänen Weichschichten aus Bohrungen	90
Tabelle 112: Ermittelte Zustandsgrenzen der holozänen Weichschichten aus Bohrungen	91
Tabelle 113: Ermittelte Wassergehalte der holozänen Weichschichten aus Bohrungen	91
Tabelle 114: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten an holozänen Weichschichten aus Bohrungen	92
Tabelle 115: Ermittelte Anfangs- und Endscherfestigkeiten der holozän. Weichschichten aus Bohrungen	93
Tabelle 116: Ermittelte Kornverteilung der holozänen Sande aus Bohrungen	94
Tabelle 117: Ermittelte Wassergehalte der holozänen Sande aus Bohrungen	94
Tabelle 118: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten der holozänen Sande aus Bohrungen	95
Tabelle 119: Ermittelte Wassergehalte der DB-Ablagerungen aus Bohrungen	95

**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht**

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan Sondieransatzpunkte
Anlage 2	Prinzipschnitt durch den geplanten Deponiekörper im südöstlichen Deponiebereich
Anlage 3	Darstellung der zeitlichen Entwicklung des Deponiestandortes Feldhofe
Anlage 4.1	Zusammenstellung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
Anlage 4.2	Zusammenstellung der Ergebnisse der Kompressionsversuche

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

1 Veranlassung

Die HPA Hamburg Port Authority AöR ist Betreiberin der Baggergutmonodeponie Feldhofe. Die Deponie wurde mit Planfeststellungsbeschluss vom 03. August 2001, Aktenzeichen: M 310 – 1/99 0¹ i.V.m. der Ergänzung vom 14. Juli 2003, welche aufgrund des Inkrafttretens der Deponieverordnung (DepV) /1/² erforderlich wurde, genehmigt. Die zur Beseitigung von Baggergut und Schlick genehmigte Endgestaltungshöhe beträgt nach Stilllegung und Rekultivierung der Deponie + 38 mNN.

Die Restkapazität der Deponie wird in wenigen Jahren erschöpft sein. Über das Restvolumen der Deponie Feldhofe hinaus steht derzeit kein Ablagerungsvolumen für Baggergut im Bundesland Hamburg zur Verfügung.

Zur langfristigen Sicherung der Entsorgungssicherheit für Baggergut ist die HPA deshalb bestrebt, die Deponie auf eine Endgestaltungshöhe von + 56 mNN nach Stilllegung und Rekultivierung zu erhöhen und so die Einlagerungskapazität der Deponie maßgeblich zu erweitern. Die Kapazitätserhöhung erfolgt ausschließlich durch eine Anpassung der Deponiekontur. Eine Anpassung der Aufstandsfläche der Deponie ist nicht vorgesehen.

Neben der Konturänderung sollen im Rahmen des künftigen Deponieausbaus auch verschiedene technische Bauteile, betriebliche Einrichtungen und Anlagenbereiche vor dem Hintergrund der gewonnenen Betriebserfahrungen modifiziert und an den Stand der Technik sowie die aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere die Vorgaben der Deponieverordnung (DepV) /1/, angepasst werden. Als wesentliche Änderung ist hier das Oberflächenabdichtungssystem einschließlich seiner Entwässerungseinrichtungen zu nennen.

¹ Die in eckige Klammern gesetzten Ziffern, z.B. [1], beziehen sich auf die Unterlagen in Kapitel 2

² Die in Schrägstriche gesetzten Ziffern, z.B. /1/, beziehen sich auf das Literaturverzeichnis in Kapitel 7

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

Mit Schreiben vom 26. Juni 2017 wurde die Umttec, Prof. Biener | Sasse | Konertz Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, mit den geotechnischen Beratungsleistungen im Zuge der Vor- und Entwurfsplanung zur Kapazitätserhöhung der Baggergutmonodeponie Feldhofe beauftragt. Bestandteil jener Beratungsleistungen ist auch die Ausarbeitung eines „Geotechnischen Berichtes“ gemäß DIN 4020 /3/, der sich wie folgt gliedert:

- **Berichtsabschnitt 1:** Zusammenstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse sowie Darstellung der geotechnischen Informationen in einem *Geotechnischen Untersuchungsbericht* nach DIN EN 1997-2:2010-10, Abschnitt 6 /5/
- **Berichtsabschnitt 2:** Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse mit einer kritischen Beurteilung der im Berichtsabschnitt 1 aufgeführten geotechnischen Untersuchungsergebnisse in Abstimmung auf die bauliche Anlage
- **Berichtsabschnitt 3:** Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise zur Festlegung der charakteristischen Werte der Baugrundkenngößen sowie Sicherheitsnachweise und Abschätzungen von Setzungen und Setzungsunterschieden

Der vorliegende Bericht umfasst den sog. Geotechnischen Untersuchungsbericht, den Berichtsabschnitt 1 des geotechnischen Berichtes. Die Berichtsabschnitte 2 und 3 sind nicht Bestandteil des vorliegenden Berichtes.

2 Unterlagen

Für die Ausarbeitung des vorliegenden Geotechnischen Untersuchungsberichtes wurden die vorliegenden geotechnische Stellungnahmen, Baugrundberichte, Berichte zu Baugrundaufschlüssen sowie Versuchs- und Laborberichte, Ergebnisse zu Laboruntersuchungen sowie aktuelle bodenmechanischen Laborversuche gesichtet und ausgewertet. Hierzu standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

- [1] Planfeststellungsbeschluss nach § 31 Abs. 2 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Aktenzeichen: M 310 - 1/99; erstellt durch die Freie und Hansestadt Hamburg, Umweltbehörde, Amt für Umweltschutz und Abfallwirtschaft, Hamburg, 03. August 2001

- [2] Entscheidung zum Planfeststellungsbeschluss nach § 31 Abs. 2 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Aktenzeichen: M 310 - 1/99; erstellt durch die Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Gesundheit, Amt für Umweltschutz und Abfallwirtschaft, Hamburg, 14. Juli 2003

- [3] Schlicklagerstätte Feldhofe, Baugrundbericht; erstellt durch Arbeitsgemeinschaft Schlicktechnik, Hamburg, September 1994

- [4] Schlicklagerstätte Feldhofe, Antrag auf Planfeststellung gemäß KrW-/AbfG, Auszug aus Ordner II-F Untergrundverhältnisse Standort Feldhofe (Stand 30. Juni 1999); erstellt durch die Arbeitsgemeinschaft Schlicktechnik, Hamburg, 1999

- [5] Baggergutdeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung -Erläuterungsbericht zur Entwurfsplanung (Entwurf); erstellt durch die Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, Bremen, 20. Dezember 2019

- [6] Luftbilder 1946 – 1984, Anlage 846469 C/139; erstellt durch Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dührkop (Beratende Ingenieure Für Grundbau, VBI, Erbaulaboratorium), Hamburg, unbekannt

- [7] Lageplan Spülfeldplanung Feldhofe (Stand 20.06.1972, Maßstab 1 : 5.000); erstellt durch das Amt Strom- und Hafenbau, Hamburg, 20. Juni 1972

- [8] Lageplan Veränderung des Grabensystems in Hamburg-Moorfleet, Ausbauplan (Stand 02.12.1974, Maßstab 1 : 2500); erstellt durch das Amt Strom- und Hafenbau, Hamburg, 1974

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

- [9] Deutsche Grundkarte, Moorfleet-Ost Nr. 2426 (Stand 1977, Maßstab 1 : 5000); erstellt durch das Vermessungsamt der Freien und Hansestadt Hamburg, 1976

- [10] Bericht Spülfeld Feldhofe Entmischungsfeld, Zusammenfassende Darstellung der 1984 abgeteufte Bohrungen und der dazugehörigen Laborergebnisse; erstellt durch Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dührkop (Beratende Ingenieure Für Grundbau, VBI, Erbaulaboratorium), Hamburg, 1985

- [11] Lageplan Spülfeld Feldhofe, Ausschreibungsplan SB 144/83 (Stand 08.09.1983, Maßstab 1 : 2500); erstellt durch Strom- und Hafenbau, Hamburg, 1983

- [12] Lageplan Spülfeld Feldhofe, Vorhandene (F3c, 3d, 3e) und herzustellende (F3c, 3D) Trocknungsfelder (Stand 19.02.1985, Maßstab 1 : 2500), öffentliche Ausschreibungsunterlagen, Leistungsbeschreibung und Anlagen zu Feldhofe, Wiederherrichtung der Trocknungsfelder 3c – d – e; erstellt durch Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Landwirtschaft, Strom- und Hafenbau, Hamburg, 1985

- [13] Bericht Spülfeld Feldhofe Trocknungsfelder 2a-b-c, Zusammenfassende Darstellung der 1984 durchgeführten Untergrundaufschlüsse und Laborversuche Bohrungen und der dazugehörigen Laborergebnisse; erstellt durch Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dührkop (Beratende Ingenieure Für Grundbau, VBI, Erbaulaboratorium), Hamburg, 24.01.1984

- [14] Kapazitätserweiterung Baggergutdeponie Feldhofe, Geotechnischer Bericht; erstellt durch die Hamburg Port Authority (AöR), Hamburg, Juli 2017

- [15] Schlickdeponie Feldhofe, Auszug aus Technische Planung der Schlickdeponie Feldhofe, 5. Technischer Entwurf (Stand Juni 1999); erstellt durch die Freie und Hansestadt Hamburg, Wirtschaftsbehörde, Amt Strom- und Hafenbau und ARGE Schlicktechnik, Hamburg, Juni 1999

- [16] Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung, Entwurfsplanung, Bestandslageplan Basisabdichtung (OK KDB), DF-PL-EW+DB-LP-040 (M 1 : 2.000); erstellt durch die Umttec Prof. Biener | Sasse | Konertz, Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, Bremen, Dezember 2020

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

- [17] Deponie Feldhofe, Umbau des Zentralschachtes und Optimierung der Einlagerungsschichten auf der Deponie Feldhofe, Antrag zum Planverfahren nach § 35 KrWG zur Änderung der Planfeststellung (Gz.: M310 - 1/99); erstellt durch die Hamburg Port Authority (AÖR), Hamburg, 27.06.2018

- [18] Änderung der Deponie Feldhofe zum Umbau des Zentralschachtes und Optimierung der Einlagerungsschichten, Plangenehmigungsbescheid, Gz.: U33-BA20621 - 06/18; erstellt durch die Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie, Hamburg, 20.05.2019

- [19] Änderung der Deponie Feldhofe zur Optimierung des Gasfassungs- und Behandlungssystems, Genehmigungsbescheid, Gz.: U33- BA20621 - 01/17, 17; erstellt durch die Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie, Amt für Umweltschutz und Abfallwirtschaft, Hamburg, 17.12.2018

- [20] Bericht zum Spülfeld Südliche Ost-West-Straße, Einfluss der Verwallung auf die vorhandene Gasleitung; erstellt durch Ing.-Büro Prof. Dr.-Ing. Karl Steinfeld, Hamburg, 01.07.1975

- [21] 2. Bericht zum Spülfeld Feldhofe zu beiden Seiten der südlichen Ost-West-Straße; erstellt durch Ing.-Büro Prof. Dr.-Ing. Karl Steinfeld, Hamburg, Hamburg, 07.01.1976

- [22] 3. Bericht zum Spülfeld Feldhofe, hier: Weiterer Baugrundaufschluss; erstellt durch Ing.-Büro Prof. Dr.-Ing. Karl Steinfeld, Hamburg, Hamburg, 24.08.1976

- [23] Bericht Stellungnahme zum Trocknungsverhalten der Trocknungsfelder 3c, 3d, 3e; erstellt durch Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dührkop (Beratende Ingenieure Für Grundbau, VBI, Erbaulaboratorium), Hamburg, 13.12.1984

- [24] Bericht Spülfeld Feldhofe, hier Laborbericht über Aufschlussarbeiten im Februar 1985 (Stand 19.08.1985); erstellt durch Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dührkop (Beratende Ingenieure Für Grundbau, VBI, Erbaulaboratorium), Hamburg, 1985

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

- [25] Bericht Statusdarstellung Geologie für die Spülfelder Ellerholz, Feldhofe, Moorburg-Mitte und Moorburg-Ost; erstellt durch das Geologische Landesamt Hamburg, Hamburg, 31.05.1985

- [26] Schlicklagerstätte Feldhofe, Installation der Verformungsmessstellen im Frühjahr und Sommer 1992; erstellt durch die G.E.O Monitoring Umweltschutz- und Bauüberwachungsgesellschaft m. b. H., Hamburg, November 1992

- [27] 1. Bericht Schlicklagerstätte Feldhofe, Ergebnisse bodenmechanischer Laboruntersuchungen an ausgewählten Proben; erstellt durch Universität Hannover (IGBE), Hannover, 17. 09. 1992

- [28] 1. Bericht Schlicklagerstätte Feldhofe – Inklinometerbohrungen, hier Versuchsbericht; erstellt durch Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dührkop (Beratende Ingenieure Für Grundbau, VBI, Erdbaulaboratorium), Hamburg, 26. 08. 1993

- [29] Schlickhügel Feldhofe, Zusätzliche Baugrundaufschlüsse im Bereich der Altbohrungen BS 3; erstellt durch die Arbeitsgemeinschaft Schlicktechnik, Hamburg, Mai 1998

- [30] Schlickdeponie Feldhofe, Baugrundbericht randliches Entwässerungssystem / Betriebsfläche (Stand 30.06.1999); erstellt durch Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dührkop, Hamburg, 1999

- [31] Untersuchungen an Dichtungsschlick der Deponie Feldhofe, Ergebnisse bodenmechanischer Laborversuche an im Zuge von Inklinometerbohrungen in 2019 entnommenen Bodenproben; erstellt durch Fichtner Water & Transportation GmbH, Hamburg, Juni 2020

- [32] Deponie Feldhofe, Bodenmechanische Laborversuche an ungestörten Proben aus den Bohrungen zur Einrichtung von Inklinometern; erstellt durch Umttec Prof. Biener | Sasse | Konertz Partnerschaft Beratende Ingenieure und Geologen mbB, Bremen, 29.02.2016

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

- [33] Baggergutdeponie Feldhofe, Durchlässigkeitsversuche mit konstantem hydraulischem Gefälle; erstellt durch Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz Partnerschaft Beratende Ingenieure und Geologen mbB, Bremen, 23.12.2015

- [34] Freie und Hansestadt Hamburg, Jahresbericht 2001 bis 2016 der Schlickdeponie Feldhofe; erstellt durch Hamburg Port Authority (AöR), Hamburg, 2002 bis 2016

- [35] Baggergut-Deponie Moorburg, Fremd- und Eigenprüfung, Ermittelte Schwerwiderstände c_{fv} durch Flügelsonde und Wassergehalte; erstellt durch die BBI Geo- und Umwelttechnik, unbekannt, 08.03.2016

- [36] Schlickhügel Feldhofe, Endgültige Fertigstellung des Schlickhügels, Zustimmungsbescheid nach § 62 der Hamburgischen Bauordnung (HBauO), (Gz.: BO 1: 111/97); erstellt durch die Baubehörde -Amt für Bauordnung und Hochbau BO 121, Hamburg, 06.04.1998

- [37] Schlickdeponie Feldhofe, Betriebshandbuch Textband; erstellt durch die Hamburg Port Authority (AöR), Hamburg, Februar 2006

- [38] Schlickdeponie Feldhofe, Betriebshandbuch Anlageband; erstellt durch die Hamburg Port Authority (AöR), Hamburg, Januar 2007

- [39] Baggergutdeponie Francop, Auswertung und Visualisierung von Überwachungsdaten der Qualitätssicherung, Auswertungsbericht; erstellt durch melchior + wittpohl, Hamburg, April 2016

- [40] Baggergutmonodeponie Francop und Feldhofe, Auswertung und Visualisierung von Überwachungsdaten der Qualitätssicherung, Auswertungsbericht; erstellt durch melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft, Hamburg, 06.06.2018 (überarbeitet 06.12.2019)

- [41] Deponie Feldhofe, Zusammenstellung und Auswertung von Steifemoduli der Deponien Feldhofe und Francop aus verschiedenen Planungsepochen sowie der Fremdüberwachung Dradenau 2014 und 2015, erstellt durch die Hamburg Port Authority (AöR), Hamburg, November 2016

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

- [42] METHA-Feinsandversuche, Auswertungsbericht; erstellt durch Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dührkop, Hamburg, März 1997
- [43] METHA-Feinsand, Bodenbeprobungen und Untersuchungen im Zusammenhang mit der Schlickaufbereitung in der METHA; erstellt durch ARGE Schlicktechnik, Hamburg, Februar 1998
- [44] Ermittlung bodenmechanischer Kennwerte für METHA-Feinsand, Laborbericht; erstellt durch Knabe Enders Dührkop Ingenieure GmbH, Hamburg, 18.05.2011
- [45] Deponien Feldhofe und Francop – Untersuchungen zur Filterstabilität von METHA-Feinsanden zu Dränsanden; erstellt durch melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft, Hamburg, 29.08.2018
- [46] Baggergutdeponie Francop, Auswertung von Überwachungsdaten der Qualitätssicherung, Auswertungsbericht Spülsande; erstellt durch melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft, Hamburg, Februar 2014.
- [47] Spülfelder Ellerholz, Ermittlung bodenmechanischer Parameter für Spülsand aus der Wassertiefeinstandhaltung, Laborbericht; erstellt durch melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft, Hamburg, 21.02.2014 (ergänzt 23.06.2014)
- [48] Sonderversuche, Bericht – Durchlässigkeitsversuche an Sandproben; erstellt durch Fichtner Water & Transportation GmbH, Hamburg, Oktober 2021
- [49] Sonderuntersuchungen im Zusammenhang mit Stauwasserbildungen auf der Deponie Feldhofe – Dokumentation der durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen; erstellt durch Fichtner Water & Transportation GmbH, Hamburg, Mai 2024
- [50] Großbrahmenscherversuche zur Bestimmung der Scherparameter in der Fuge KDB Solmax HD BAM glatt/glatt // Dränsand – Prüfbericht Nr. B 19.22.105.01; erstellt durch Materialforschungs- und Prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar im Auftrag von der Siebert + Knipschild GmbH, Weimar, November 2022.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

3 Standortbeschreibung

3.1 Lage der Deponie

Die Baggergutmonodeponie Feldhofe liegt am südöstlichen Stadtrand der Freien und Hansestadt Hamburg in dem Stadtteil Moorfleet im Bezirk Bergedorf.

Das Deponiegelände grenzt östlich des Autobahndreiecks Hamburg Südost direkt an die Bundesautobahn (BAB) 1 und nordöstlich an den Bahndamm der S-Bahnstrecke Hamburg-Bergedorf bzw. einen hier errichteten Umschlagbahnhof der Deutschen Bahn. Im Südwesten wird der Deponiestandort durch das Gewerbegebiet Allermöhe und westlich der Deponie durch die Amandus-Stubbe-Straße sowie die BAB 25 begrenzt.

Das Deponiegelände und die angrenzenden Flächen befinden sich in einem größeren Poldergebiet. Das im Poldergebiet anfallende Wasser wird über die Hauptentwässerungsgräben „Moorfleet“, „Moorfleeter Schlauchgraben“ und „Feldhofegraben“ gefasst und mittels Pumpen in die Dove-Elbe, die ca. 400 m südwestlich der Deponie fließt, entwässert. Die im Bereich der Deponie anfallenden Wasser werden in einer Klärtechnischen Anlage, der sog. TEKLA (Teichkläranlage) im Süden des Deponiegeländes gereinigt und bei Einhaltung der wasserrechtlichen Erlaubniswerte anschließend als „unbelastet“ gekennzeichnete Wasser mittels Pumpwerk separat in den Holzhafen eingeleitet.

3.2 Geologische Verhältnisse

Der unterhalb des Deponiegeländes anstehende Baugrund wird oberflächennah grundsätzlich aus holozänen Transgressions- und Verlandungsablagerungen der Elbe gebildet. Bei diesen Ablagerungen handelt es sich um sog. „holozäne Weichschichten“, die im Wesentlichen aus einer heterogenen Wechselfolge von Klei, Mudde und Torf bestehen. Die Mächtigkeit der holozänen Weichschichten schwankt überwiegend zwischen einigen Dezimetern und mehreren Metern, lokal treten auch Fehlstellen der holozänen Weichschichten auf.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

Vor der Nutzung als Spülfeld- und Deponiestandort lag die Geländeoberkante und somit die Oberkante der holozänen Weichschichten auf einer Höhe um $\pm 0,0$ mNN. Die Basis der holozänen Weichschichten liegt überwiegend in Tiefen zwischen ca. -3 mNN und ca. -5 mNN. In kleinräumigen Rinnenstrukturen kann die Basis der Weichschichten auch bis in Tiefen um ca. -7 mNN liegen [3].

Die holozänen Weichschichten werden von holozänen Fein- und Mittelsande unterlagert, die örtlich auch geringmächtige zwischengeschaltete Weichschichtbänder enthalten. Ab einer Tiefe von ca. -10 mNN folgen pleistozäne Mittel- und Grobsande sowie Kiese der Weichsel-Kaltzeit.

Den tieferen Untergrund bilden ab ca. -20 mNN bis ca. -30 mNN quartäre Schluffe, Tone (Beckenschluffe, Beckenton) und Geschiebemergel sowie der tertiäre Glimmerton [4].

Im Westen des Untersuchungsgebietes folgen bereits ab ca. -20 mNN tertiäre Glimmertonkuppen. Diese weichen im östlichen Untergrund einer bis zu rund 300 m tief reichenden elsterzeitlichen Rinne, die mit quartären Ablagerungen aus Sanden und Tonen gefüllt ist [5].

3.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Aufgrund von im Deponieuntergrund vorhandener eiszeitlicher Rinnenstrukturen liegen die allgemeinen Grundwasserverhältnisse z.T. komplex vor.

Der oberflächennahe Grundwasserleiter bzw. der erste Hauptgrundwasserleiter wird von den zuvor beschriebenen quartären (holozänen sowie pleistozäne) Sanden und Kiesen (vgl. Kapitel 3.2) gebildet. Dieser Grundwasserleiter liegt unterhalb der Deponie vollständig vor. Die Basis wird im südlichen Deponiebereich von tertiären Glimmertonen gebildet. Im überwiegenden Deponiebereich liegt jedoch eine bis zu 300 m tiefe elsterzeitliche Rinne vor, in der sich weitere Grundwasserleiter gebildet haben.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

Gemäß den vorliegenden Messungen in und um die Deponie installierte Grundwasserüberwachungsmessstellen [34] liegen die mittleren, entspannten Grundwasserstände im nördlichen und westlichen Deponierandbereich auf einer Höhe von ca. – 0,35 mNN. Im südlichen und östlichen Deponierandbereich liegen die mittleren, entspannten Grundwasserstände auf einer Höhe von ca. – 0,50 mNN. Die Wasserstände unterliegend nur geringen Schwankungen [34]. Entsprechend dem Online-Portal des Landesbetriebs Geoinformation und Vermessung der Freien und Hansestadt Hamburg [2] liegt der maximale gemessene freie Grundwasserspiegel im Bereich der Deponie zwischen $\pm 0,00$ mNHN und $- 0,25$ mNHN. Gemessen wurde dieser maximale Grundwasserspiegel im Jahr 2008. Einen geringen Einfluss auf den Grundwasserstand hat hierbei die Tide der Dove-Elbe [3]. Die Lage der Grundwassermessstellen ist im Lageplan in Anlage 1 dargestellt.

Außerhalb der elsterzeitlichen Rinne folgen unterhalb der (oberen) Glimmertone tertiäre Braunkohlensande, die durch eine zwischengeschaltete Tonschicht, dem sog. Hamburger Ton unterbrochen werden. Die oberen sowie die unteren Braunkohlensande bilden jeweils ein weiteres Grundwasserstockwerk. Diese beiden tertiären Grundwasserleiter stehen in hydraulischem Kontakt mit den tieferen Bereichen der elsterzeitlichen Rinne, was bei Untersuchungen nachgewiesen werden konnte [5].

Im Bereich der elsterzeitlichen Rinne liegen unterhalb der quartären Sande und Kiese weitere sandig-kiesige Rinnensedimente. Zwischen diesen beiden grundwasserführenden Schichten stehen lokal Geschiebemergel an, die die beiden Grundwasserstockwerke strukturell voneinander abgrenzen. Beide Schichten stehen in hydraulischem Kontakt. Die Basis wird von mächtigen Lauenburger Tonen gebildet. Unterhalb der Lauenburger Tone findet sich ein weiteres Grundwasserstockwerk, das mit den umgebenden unteren Braunkohlensanden in hydraulischem Kontakt steht [5].

3.4 Kampfmittelsituation

Zur Beurteilung der örtlichen Kampfmittelsituation erfolgten Untersuchungen durch den Kampfmittelräumdienst der Feuerwehr der Freien und Hansestadt Hamburg. Hierbei haben sich keine Hinweise auf das Vorhandensein von Bomben ergeben.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

3.5 Historische Entwicklung

3.5.1 Altspülfeld

Gemäß den uns vorliegenden historischen Luftbildern [6] und Kartenmaterialien aus dem Jahr 1972, wurden die Spülfelder vor deren Herrichtung landwirtschaftlich als Weideland genutzt. Das Gelände wurde von einem nordöstlich-südwestlich verlaufenden kleinen Seitenarm der Dove-Elbe und diversen Entwässerungsgräben durchzogen (vgl. Abbildung 1). Das Urgelände bzw. die ehemalige Geländeoberkante lag bei ± 0 mNN. Die Hauptentwässerung erfolgte durch den Moorfleeter Schlauchgraben und den Moorfleeter Pumpwerksgraben.

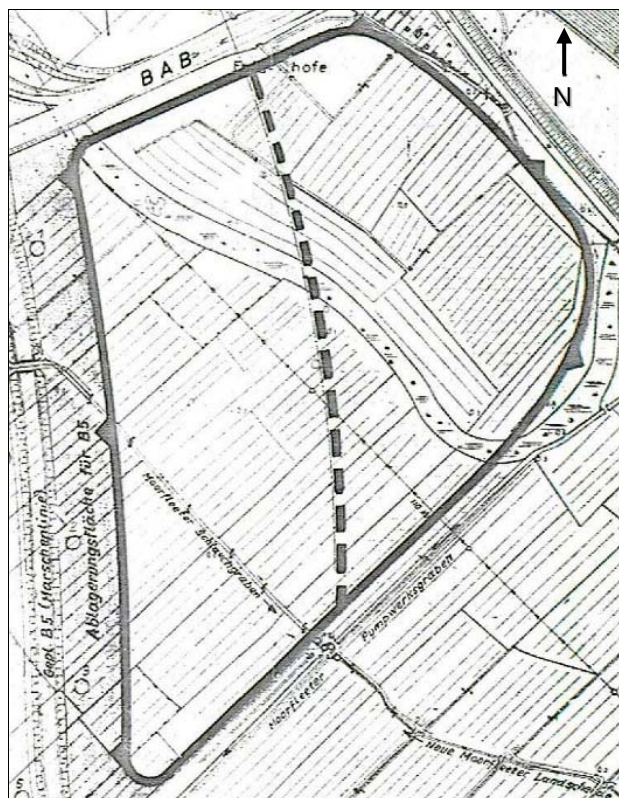


Abbildung 1: Historische Spülfeldplanung Feldhofe 1972 [7]

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Ab 1975 sah die weitere Planung zur Herrichtung der Spülflächen die Veränderung der Grabensysteme in Bezug auf den Moorfleeter Schlauch- und Moorfleeter Pumpwerkgraben vor [8]. Dazu wurden der Schlauchgraben nach Süden und Pumpwerkgraben nach Osten verschoben. Nach ihrer Umverlegung dienen beide Gräben auch heute noch der Entwässerung.

Im Jahr 1976 begann die Hamburg Port Authority (AÖR) (damals als Amt Strom- und Hafenbau) das Gelände der heutigen Deponie Feldhofe abschnittsweise als Spülfeld für Baggergut herzurichten. Die Konzeption sah die Aufteilung des Geländes in ein Entmischungsfeld (Spülfeld 1) sowie in die Spülfelder 2, 3 und 4 vor (vgl. Abbildung 2).

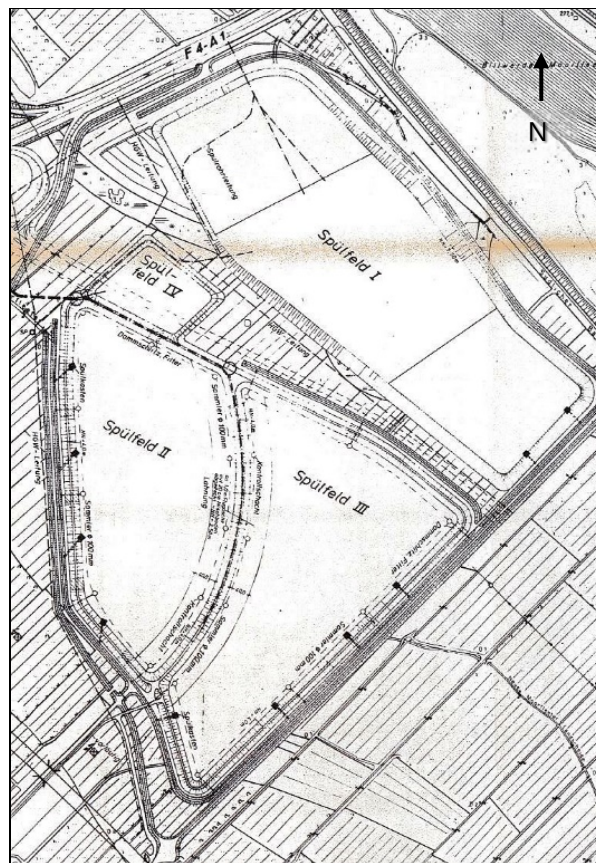


Abbildung 2: Historische Spülfeldbezeichnung 1976 [9]

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

Für die Begrenzung der Spülfelder wurden ca. 4 m hohe Rand- und Mitteldämme aufgeschüttet. Diese bestanden teilweise aus den in den Feldern oberflächennah abgeschoben Böden zusätzlich antransportierten Mischböden.

Nach der Herrichtung der Flächen begann ab November 1976 die Bespülung von Spülfeld 1 (Entmischungsfeld) mit Baggergut. Dies erfolgte über eine vom Moorfleeter Kanal aus verlegte Spülrohrleitung.

Ab dem Jahr 1980 folgte die Bespülung von Feld 3 sowie anschließend die der Felder 2 und 4. Die Felder 2 und 3 wurden sowohl mit Material aus dem Entmischungsfeld, als auch direkt mit Baggergut bespült. Feld 4 wurde lediglich von Mai bis August 1980 genutzt und mit Sand direkt aus der Schute bespült. Anschließend wurde es aufgegeben [10].

Im Jahr 1982 erfolgte innerhalb des Entmischungsfeldes 1 die Zweiteilung des Sandabsetzbereiches durch einen in Nordwest-Südost-Richtung angelegten Damm, um die Klassierleistung im Rahmen der Sandgewinnung zu verbessern. Im verbliebenen südöstlichen Teilbereich des Entmischungsfeldes 1 diente die sog. Barre zur Trennung des Feinkornanteils, welches sich im anschließenden Schlickabsetzbecken absetzen konnte (vgl. Abbildung 3).

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht



Abbildung 3: (Spül-) Feldbezeichnung 1983 [11]

Ab Ende 1983 wurden die Spülfelder 2 und 3 zu Trocknungs- bzw. Entwässerungsfeldern umgebaut. Dazu wurden die Spülfelder zunächst durch Trenndämme in die Felder 2a, 2b, 2c und 3a, 3b, 3c, 3d, 3e unterteilt (vgl. Abbildung 3). Im Zuge der Umbaumaßnahmen wurden die Sohlen und Dämme der ehemaligen Spülfelder mit einer mineralischen Dichtung aus Schlick versehen, um schadstoffbelastete Emissionen in den Untergrund und das Grundwasser zu minimieren [5].

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

Gemäß den damaligen Unterlagen [12] war für die Sohlen im Feld 3 ein Aufbau, bestehend aus einer ca. 0,5 m mächtigen Dränageschicht mit Dränrohren und einer ca. 0,3 m mächtigen Schicht aus Dichtungsschlick vorgesehen. Die Außen- und Mitteldämme wurden neben der Schicht aus Dichtungsschlick mit einer ca. 0,5 m mächtigen Schlickschicht aus qualitativ minderwertigem Schlick überbaut. Gemäß [12] sollte das im Feld 3 bestehende Schlicksandgemisch (Mischboden) vorher ausgekoffert und abgefahren werden.

Aus den vorliegenden Unterlagen geht ein derartiger Aufbau für das Spülfeld 2 jedoch nicht vor. Dennoch ist von einem ähnlichen Aufbau auszugehen, da auch hier Flächenfilter und Dränagen eingebaut wurden [13].

Im Jahre 1989 wurde letztmalig Mal ein Feld gespült. Die Gesamtfläche aller Spülfelder wurde durch die Einspülung weitgehend bis auf ein Höhenniveau von ca. +5mNN aufgehöhht.

Aufgrund der unterschiedlichen Nutzung der heute als Altspülfeld bezeichneten Entmischungs-, Spül-, bzw. Trocknungsfelder, entstand durch die sich in unregelmäßigen Abständen bzw. mit Unterbrechung wiederholenden Spülprozesse eine heterogene Schichtenfolge aus Sand und Schlick. Örtlich begrenzt ist ein Horizont aus KraftwerksFlugasche und geringe Mengen an Schlämmen aus Sielen zwischengeschaltet.

3.5.2 Basale Sohldichtung, Teilaufhöhung und Profilierungseinlagerung

Auf Grundlage eines Baugenehmigungsverfahrens mit Konzentrationswirkung nach § 62 HBauO wurde im Jahr 1993 die baurechtliche Genehmigung erteilt, dass ca. 79 ha große Altspülfeld zu sichern und durch geordnete Einlagerung von Baggergut bis auf eine Höhe von + 14 mNN zu erhöhen (Teilaufhöhung) [14].

Es wurde zunächst mit dem Bau einer nach innen (Bauphase 1993 - 1997) und nach außen (Bauphase 2000 - 2004) geneigten mineralischen Dichtungsschicht aus Schlick, der sog. basalen Sohldichtung begonnen, um das weitere Eindringen von Poren -und Sickerwasser in den Untergrund zu reduzieren.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

Die nach außen gerichtete basale Sohldichtung wurde dabei ausschließlich in den nördlichen und östlichen Deponiebereichen realisiert. Hier schließt die nach außen geneigte basale Sohldichtung direkt an die nach innen geneigte basale Sohldichtung an (vgl. Abbildung 4B). Etwaiges Niederschlags- und Porenwasser aus der Teilaufhöhung sollte dem Zentralschacht zugeleitet werden.

Im südlichen und südwestlichen Randbereich schließt die nach innen geneigte basale Sohldichtung direkt an die Basisabdichtung an, da hier die Basisabdichtung direkt auf der Teilaufhöhung bzw. Profilierungseinlagerung aufgebracht wurde (vgl. Abbildung 4A und 4B). Die basale Sohldichtung wurde aus einer ca. 1,5 m dicken mineralischen Dichtung aus Schlick (Baggergut) und einer überlagernden ca. 0,3 m dicken Entwässerungsschicht aus Sand hergerichtet.

Auf der basalen Sohldichtung wurde im Anschluss die sogenannte Teilaufhöhung mit einem maximalen Höhenniveau von + 14 mNN errichtet. Die Teilaufhöhung besteht im Wechsel aus einer ca. 1,5 m mächtigen mineralischen Einlagerung (Baggergut) und einer ca. 0,3 m mächtigen Entwässerungsschicht aus Sand.

Mit dem Planfeststellungsbeschluss im Jahr 2001 wurde für die Baggergutmonodeponie Feldhofe eine Endhöhe (OK Oberflächenabdichtung) mit einem Maximum im Deponiehochpunkt auf + 38 mNN genehmigt (vgl. [1]). In diesem Zusammenhang wurde für die zusätzliche Baggergutverbringung auch die Aufbringung eines Basisabdichtungssystems planfestgestellt.

Mit dem Ziel, die Gefällesituation für die Entwässerung oberhalb der Basisabdichtung vor und nach Setzungen zu gewährleisten, war ein überhöhter Einbau erforderlich, für den zusätzliches Material als Profilierung eingebaut wurde. Bei dieser Profilierungseinlagerung handelt es sich ebenfalls um Baggergut bzw. Schlick.

Einen schematischen Schnitt durch den Deponiekörper mit Altspülfeld, basaler Sohldichtung, Teilaufhöhung, Profilierungseinlagerung und Basisabdichtung sowie des Weiteren grundsätzlich planfestgestellten Aufbaus mit Deponat und Oberflächenabdichtung zeigt die nachfolgende Abbildung 4.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

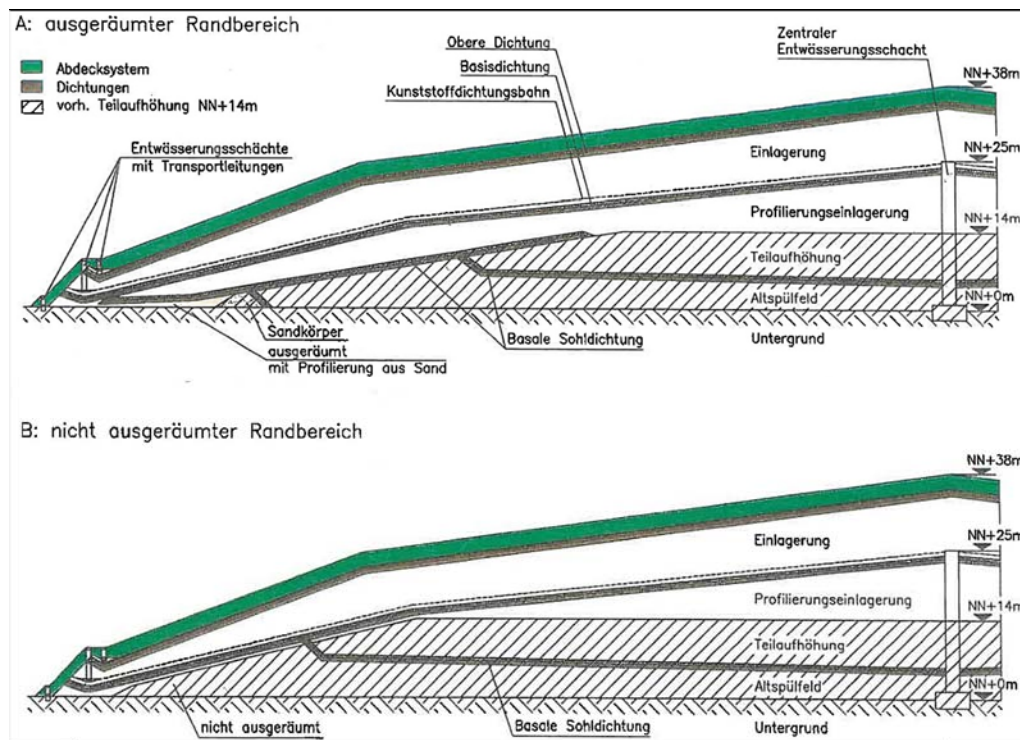


Abbildung 4: Schematische Schnitt Deponie Feldhofe, A: nördl. Bereich, B: süd. Bereich [15]

3.5.3 Basisabdichtung, Einlagerung und Oberflächenabdichtung

Auf Grundlage des Planfeststellungsbeschlusses [1] wurde im Jahr 2004 begonnen, die Basisabdichtung als Doppeldichtung aus mineralischer Schlickdichtung und Kunststoffdichtungsbahn herzustellen. Der Ausbau der Basisabdichtung erfolgt dabei abschnittsweise. Die Fertigstellung der Basisabdichtung erfolgte im Oktober 2021.

Auf der Basisabdichtung ist eine Basisdränage aus Sand von 0,3 m vollflächig vorhanden.

Seit 2004 wird oberhalb der Basisdränage das Baggergut in einer Mächtigkeit von 1,5 m aufgebracht. Zur Entwässerung des Baggergutes wird auf jeder Baggergutlage zusätzlich eine Sandzwischenlage in einer Mächtigkeit von 0,3 m eingebaut.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

Gemäß Planfeststellungsbeschluss [1] i.V.m. der Ergänzung zum Planfeststellungsbeschluss [2] war für die Baggergutmonodeponie Feldhofe ein Oberflächenabdichtungssystem aus einer 0,3 m mächtigen gasdränfähigen Ausgleichsschicht, einer 1,5 m mächtigen Dichtung aus METHA-Schlick und einer mindestens 1,0 m mächtigen Entwässerungsschicht sowie einer mindestens 1,0 m mächtigen Rekultivierungsschicht vorgesehen. Im Bereich der Aufforstung sollte die Rekultivierungsschicht mindestens 1,5 m betragen.

Das Oberflächenabdichtungssystem gemäß Planfeststellungsbeschluss 2001 sah bislang eine 0,30 m mächtige gasdränfähige Ausgleichsschicht, eine mindestens 0,80 m mächtige Dichtung aus METHA-Schlick, eine mindestens 0,30 m mächtigen Entwässerungsschicht sowie eine mindestens 1,00 m mächtigen Rekultivierungsschicht (im Bereich der Aufforstung mindestens 1,5 m) vor.

Im Jahr 2008 wurde von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) die „Eignungsprüfung von METHA-Material zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien“ /6/ erstellt. Nach diesem Stand der Technik wies die genehmigte Oberflächenabdichtung (OFAD) eine größere Gesamtmächtigkeit auf, als erforderlich ist und sollte daher angepasst bzw. modifiziert werden.

Mit dem Antrag auf Planfeststellung zur Kapazitätserhöhung der Deponie Feldhofe wird daher ein modifiziertes Oberflächenabdichtungssystem beantragt. Eine kurze Beschreibung der Modifikation erfolgt im nachfolgenden Kapitel 3.6.

Eine Zusammenfassung der zeitlichen Entwicklung des Deponiestandortes Feldhofe ist als Zeitstrahl in Anlage 3 beigefügt.

3.6 Planungsstand zur Kapazitätserhöhung

Die Kapazitätserhöhung soll auf einer Fläche von rund 57,5 ha erfolgen. Hierbei ist eine gleichmäßige, flächige Erhöhung des vorhandenen Deponiekörpers mit einem Maximum von 18 m im Bereich um den Zentralschacht geplant.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

Ausgehend von den bisher genehmigten Endgestaltungshöhen (Planfeststellungsbeschluss vgl. [1]), beginnt die Kapazitätserhöhung erst in einem Abstand von ca. 28 m zur Berme 1 (vgl. Anlage 2). Ab dieser Grenze sollen die Böschungsneigungen von 1 : 8 auf 1 : 4 versteilt werden. Die Böschungen weisen dann überwiegend eine Länge zwischen ca. 130 m und ca. 150 m auf (im nordöstlichen Bereich beim DB-Damm z.T. nur ca. 90 m) und schließen an das Deponiekörperplateau, welches mit einer Neigung von $\geq 5,0\%$ (nach Setzungen) vorgesehen ist. Der Plateaubereich soll auf einer Höhe von ca. + 43 mNN beginnen und führt zu einem Deponiehochpunkt, etwa 35 m nördlich Zentralschachtes, mit einer geplanten Endhöhe bzw. Oberkante (OK) Endgestaltung auf + 56 mNN.

Entsprechend den Beschreibungen im Genehmigungsantrag vom 27.06.2018 [17] sowie des Genehmigungsbescheids vom 20.05.2019 [18] soll im Rahmen der Kapazitätserhöhung die Einbaumächtigkeit des Baggergutes bzw. der Baggergutlagen oberhalb der planfestgestellten Basisabdichtung auf maximal 3,0 m erhöht werden. In diesem Zusammenhang bleibt das bestehende und genehmigte Konzept zur inneren Entwässerung des Baggergutes unverändert, d.h. die 0,3 m mächtigen Sandzwischenlagen werden weiterhin alternierend mit den dann maximal 3 m mächtigen Baggergutlagen eingebaut.

Im Zuge der Kapazitätserhöhung ist vorgesehen, dass die geplante Mächtigkeitserhöhung der Baggergutlagen im Wesentlichen im Zentrum des Deponiekörpers erfolgt. Die Baggergutlagen laufen bis zu den Deponierändern auf eine Mächtigkeit von 1,5 m aus. Auf diese Weise erhöht sich das zu den Deponierändern gerichtete Gefälle einer jeden Baggergutlage. Dieses Prinzip wird mit der Vorhabenplanung zur Kapazitätserhöhung bis zur vierten Baggergutlage fortgeführt. Unter Berücksichtigung der bisher durchgeführten und vorliegenden Setzungsabschätzungen und –berechnungen ergibt sich durch diese Überhöhung ein an der Oberkante der vierten Baggergutlage zu den Deponierändern gerichtetes Gefälle von 6 % vor Setzungen bzw. in den Randbereichen von 8 % vor Setzungen.

Die weiteren geplanten Baggergutlagen (fünfte bis neunte Lage) werden vollflächig in einer Mächtigkeit von 3,0 m hergestellt, so dass auch hier das Mindestgefälle vor Setzungen 6 % beträgt.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

Die vorgesehene zehnte sowie elfte (oberste) Baggergutlage wird ggf. nur in Teilbereichen aufgebracht. Ihre Mächtigkeit beträgt ebenfalls maximal 3,0 m. Über die Profilierung dieser beiden oberen Lagen wird im Bereich des Deponiekörperplateaus die planmäßige Deponiekontur vor Setzungen ausgestaltet.

Das im Jahr 2001 planfestgestellte Oberflächenabdichtungssystem (vgl. [1]) wird gemäß gültiger DepV /1/ modifiziert bzw. korrigiert. Hierbei soll an Stelle der METHA-Dichtung eine Kunststoffdichtungsbahn (KDB) als Dichtungselement verwendet werden. Das korrigierte Oberflächenabdichtungssystem soll dann aus den folgenden Einzelkomponenten (von oben nach unten) bestehen:

- 20 cm Oberboden
- 80 cm Unterboden (120 cm im Bereich der Aufforstung)
ggf. PP-Vlies als Trenn- Filterlage mit BAM-Zulassung
- 30 cm Entwässerungsschicht
ggf. PP-Vlies als Schutzvlies mit BAM-Zulassung
- 2,5 mm PEHD-Kunststoffdichtungsbahn (KDB) mit BAM-Zulassung
- gasdränsfähige Ausgleichsschicht nach hydraulischem Erfordernis

Im Bereich des Böschungsfußes des Oberflächenabdichtungssystems soll die OFAD an das vorhandene Basisabdichtungssystem angeschlossen werden.

Ein Prinzipschnitt durch den geplanten Deponiekörper im südöstlichen Deponiebereich ist als Anlage 2 beigelegt.

4 Vorhandene Aufschlüsse / Untergrunderkundungen

Die zur Verfügung stehenden Unterlagen [1] bis [48] (vgl. Kapitel 2) enthalten überwiegend historische Baugrundberichte, Baugrundaufschlüsse mit oder ohne Bohrprofilen, baugrundtechnische Stellungnahmen sowie Versuchs- und Laborberichte zu bodenmechanischen Laborversuchen. Darüber hinaus beinhalten die Unterlagen auch historisches Karten- und Luftbildmaterial.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

Anhand dieser Unterlagen konnten insgesamt 434 Bohrungen aus verschiedenen Bohrkampagnen zwischen den Jahren 1970 und 2023 zusammengetragen werden:

1970er-Jahre

Die frühesten Bohrungen wurden Anfang der 1970er-Jahre ausgeführt. Zu diesen Bohrungen liegt jedoch lediglich die Lage der Ansatzpunkte vor [20].

Für die Herrichtung der Spülfelder wurden Mitte der 1970er-Jahre weitere Kleinrammbohrungen / Rammkernsondierungen (RKS mit Bohrdurchmesser ≤ 80 mm) am Fuß der Verwallung des geplanten „Spülfeld 1“ bis in Tiefen von ca. – 6 mNN abgeteuft. Ziel war vorrangig die Erkundung der direkt ab GOK anstehenden holozänen Weichschichten. Hierbei wurden auch Bodenproben entnommen und bodenmechanisch untersucht. Die ersten vorliegenden bodenmechanischen Labor- und Feldversuche stammen aus dem Jahr 1975 (vgl. [21], [22]).

1980er-Jahre

Ein Großteil der hier vorliegenden Bohrungen wurde Mitte der 1980er-Jahre im Zusammenhang mit dem Betrieb des Spülfeldes 1 sowie der vorgesehenen Umbauten der Spülfelder 2 und 3 zu Trocknungsfeldern ausgeführt. Neben diverse Rammkernsondierungen wurden auch Trockenbohrungen (mit einem Bohrdurchmesser > 100 mm) zur Entnahme ungestörter Bodenproben abgeteuft. Die vordergründigen Untersuchungsschwerpunkte lagen auf der Sand- und Schlickzusammensetzung des eingespülten Baggergutes sowie auf dem Trocknungsverhalten des Schlicks und der Wirkungsweise eingebauter Sand-Dränschichten (vgl. [10], [13], [23]).

In einer weiteren Bohrkampagne sollte die Anbindungsmöglichkeit einer Dichtungsschicht im Spülfeld 1 untersucht werden. Zusätzlich wurden in den Böschungsbereichen der Spülfelder 1, 2 und 3 Trockenbohrungen bis in Tiefen von ca. – 5 mNN ausgeführt, um den Schlick für die Eigendichtung der Innenböschung der Rand- und Mitteldämme zu untersuchen. [24].

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

Weitere Mitte der 1980er-Jahre ausgeführte Aufschlüsse sollten der geologischen Erkundung und Untergrundbeschreibung für die Spülfelder Ellerholz, Feldhofe und Moorbург-Mitte dienen [25]. Hierzu liegen jedoch lediglich Informationen über die Untergrundverhältnisse und Bohrprofile vor. Bodenmechanischen Laborversuche wurden nicht durchgeführt.

1990er-Jahre

Die aus den 1990er-Jahren stammenden Bohrungen wurden überwiegend in den Randbereichen der seinerzeit geplanten Deponie ausgeführt.

Im Rahmen von Standsicherheitsuntersuchungen wurden Anfang der 1990er-Jahre Inklinometerbohrungen bzw. Trockenbohrungen im nördlichen Randbereich bis in eine Tiefenlage von ca. - 20 mNN abgeteuft. Die Bohransatzhöhen lagen zu diesem Zeitpunkt bereits oberhalb des Altspülfeldes, so dass neben der weiteren Erkundung des natürlichen Baugrundes auch bodenmechanische Untersuchungen am Altspülfeld stattfanden [27], [28].

Im Rahmen der weiteren Planungen zur Deponie Feldhofe sollten Mitte der 1990er-Jahre die Baugrundverhältnisse im Planungsbereich der Deponie konkreter geotechnisch bewertet und weitere bodenmechanische Kennwerte abgeleitet werden. Hierzu wurden ergänzende Bohrungen, teils als verrohrte Bohrungen, teils als Rammkernsondierungen (bis in Tiefen von ebenfalls ca. - 20 mNN abgeteuft [3].

Weitere Bohrungen zur Bewertung der holozänen Weichschichten wurden Ende der 1990er-Jahre im Rahmen der Entwurfsplanung im Nordwesten der geplanten Deponie durchgeführt [29].

Gegen Ende der 1990er-Jahre wurde eine größere Bohrkampagne mit Rammkernsondierungen im Rahmen von Setzungsberechnungen für das randliche Entwässerungssystem durchgeführt. Hierbei wurden erneut vorrangig die holozänen Weichschichten bodenmechanisch untersucht [30].

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

2000er-Jahre

In den 2000er Jahren wurden zur Überwachung von Verformungen im Deponie- sowie des Deponieaufstandsbereiches in mehreren Bohrkampagnen Inklinometermessstellen installiert. Die hierbei ausgeführten Bohrungen wurden auch zur Entnahme von gestörten sowie ungestörten Proben aus den Dichtungsschlicklagen, dem Altspülfeld sowie den holozänen Weichschichten genutzt [31], [32], [33].

2022/2023

Im Rahmen der Untersuchung von Stauwasserbildungen auf der Deponie sowie zur ergänzenden Untersuchung des bisher eingebauten Baggergutes als Deponat wurden Trockenbohrungen bis in die erste bzw. unterste Baggergutlage in einer Tiefe von teils 6,5 m durchgeführt.

Aus den jeweils durchteuften Deponatschichten (1. Baggergutlage bis 3. Baggergutlage) wurden gestörte und ungestörte Bodenproben entnommen und bodenmechanisch untersucht. In diesem Zusammenhang wurden triaxiale Scherversuche sowie Laborflügel Versuche am Baggergut als Deponat durchgeführt [48].

Die Lage der aus den 1970er bis 2023 zusammengetragenen Bohrungen ist im Lageplan in Anlage 1 dargestellt. Es sind sowohl die Bohrungen dargestellt, aus denen Bodenproben entnommen und bodenmechanische Laborversuche durchgeführt wurden, als auch die Bohrungen, aus denen keine Bodenproben entnommen wurden.

5 Bodenmechanische Laborversuche

5.1 Allgemeines und Zuordnung

Für die Erkundung, Untersuchung und Bewertung des Baugrundes sowie des bestehenden Deponiekörpers lagen Unterlagen zu insgesamt 434 Bohrungen aus diversen Bohrkampagnen vor (vgl. Kapitel 4). Von diesen Bohrungen wurden insgesamt 269 Stück für weitergehende bodenmechanische Untersuchungen genutzt.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

An insgesamt 896 Bodenproben wurde mindestens ein bodenmechanischer Laborversuch durchgeführt.

Bei vielen Bohrunterlagen bzw. Schichtenprofilen lag eine Unterteilung lediglich hinsichtlich der Materialzusammensetzung (z.B. Sand, Schluff, Baggergut etc.) vor. Eine funktionale Unterteilung bzw. Zuordnung zum Systemaufbau, wie z.B. Basisabdichtung, Profilierungseinlagerung oder Altspülfeld wurde jedoch nicht vorgenommen.

Mit dem Ziel, die erbohrten Materialien ihrer Funktion zuzuordnen, wurden die erbohrten Teufenlagen der einzelnen Schichten mit den planerisch zu berücksichtigenden bzw. in den DGM vorgegebenen Schichten verglichen.

Hierbei war eine eindeutige Zuordnung der Schichten jedoch nicht immer möglich, da gegenüber dem Zeitpunkt der Durchführung der Bohrung und den Planungsständen (mit den Soll-Höhen) innerhalb der bisher aufgetragenen Schichten und des Deponieuntergrundes bereits gewisse Setzungen und Eigensetzungen eingetreten sind, die zu leichten Verschiebungen der Schichtgrenzen führten.

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die vorliegenden Bodenproben aus den Bohrkampagnen nach ihrer zugeordneten Funktion aufgelistet:

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

Tabelle 1: Anzahl Bodenproben aus Bohrungen je Funktionsschicht / Systemschicht

Schicht	vorliegende Bodenproben
Deponat (Baggergut)	20
Basisabdichtung	20
Profilierungseinlagerung	2
Teilaufhöhung	2
Basale Sohldichtung	13
Altspülfeld	525
Holozäne Weichschichten	297
Holozäne Sande	11
Randdamm	1
DB-Ablagerungen	5
	Σ 896

An den 896 Bodenproben wurden insgesamt 1.352 bodenmechanische Laborversuche durchgeführt. In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die vorliegenden Laborversuche dem jeweils ermittelten bodenmechanischen Kennwert zugeordnet:

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 2: Anzahl der Laborversuche aus den Bohrungen für den jeweiligen bodenmechanischen Kennwert

Bodenmechanischer Kennwert	vorliegende Versuche
Wassergehalt w	870
Korndichte ρ_s	82
Glühverlust V_{gl}	69
Korngrößenverteilung	70
Durchlässigkeitsbeiwert k	48
Feuchtdichte ρ	39
Trockendichte ρ_d	22
Scherfestigkeit (effektiv sowie undränert)	
> Direkter Scherversuch	28
> Triaxial-Versuch	21
> Flügelscherversuch (Laborflügel)	45
> Taschenpenetrometer	10
Kompressionsversuch	24
Zustandsgrenzen	24

Eine Übersicht der vorliegenden bodenmechanischen Laborversuche aus den Bohrkampagnen und deren Einzelergebnisse mit Zuordnung zur jeweiligen Materialschicht / Funktion und zugehöriger Bohrung finden sich in den Tabellen in den Anlagen 4.1 und 4.2.

Für die Zuordnung wurden die Bohrbezeichnungen bzw. *Aufschlussbezeichnungen* aus den vorhandenen Bohrunterlagen übernommen. Bei den Bohrungen, die zu Inklinometermessstellen ausgebaut wurden, wurde zusätzlich die Bezeichnung der entsprechenden Inklinometermessstelle bzw. die *Ausbaubezeichnung* angegeben.

**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht**

Zusätzlich der bodenmechanischen Laborversuche aus den Bohrkampagnen liegen weitere Einzelergebnisse und zusammenfassende bodenmechanische Parameter aus Eigen- und Fremdüberwachungsmaßnahmen im Rahmen des bisherigen Deponiebaus vor. Hierbei handelt es sich überwiegend um die gemäß des QSP zur Deponie Feldhofe zu prüfenden Anforderungen an die Basisabdichtung und der Einlagerung (Deponat).

In den nachfolgenden Kapiteln werden die vorliegenden Laborversuche aus den o.g. Bohrungen je Funktionsschicht (vgl.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

Tabelle 1) sowie aus den vorliegenden Eigen- und Fremdprüfungen und, soweit vorhanden, aus weiteren Maßnahmen dargestellt.

Es werden die labortechnisch ermittelten Materialwerte bzw. die bodenmechanischen Eigenschaften beschrieben und soweit möglich, die Minimalwerte, Maximalwerte, Mittelwerte und der Median angegeben. Die uns vorliegenden Auswertungen zum Baggergut als Deponat sind ebenfalls in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt.

Insgesamt werden folgende Materialien labortechnisch beschrieben:

- Baggergut als Deponat
- METHA-Feinsande als Deponat
- Dränagesande
- Baggergut als Basisabdichtung
- Profilierungseinlagerung
- Teilaufhöhung
- Basale Sohldichtung
- Altspülfeld
- Holozäne Weichschichten
- Holozäne Sande
- Randdamm
- DB-Ablagerungen

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

5.2 Baggergut

5.2.1 Herkunft und Aufbereitung

Das bei der zur Aufrechterhaltung der für die Schifffahrt benötigten Wassertiefen regelmäßig anfallende Baggergut im Hamburger Hafen durchläuft vor seiner Verwendung eine natürliche oder technische Aufbereitung. Hierbei werden die Elbsedimente in Sand und Schlick getrennt. Die natürliche Aufbereitung erfolgt in flächenintensiven sowie witterungsabhängigen Trocknungsfeldern und die technische Aufbereitung im witterungsunabhängigen Prozess der METHA (**M**echanische **T**rennung und Entwässerung von **H**afensedimenten).

Durch die unterschiedlichen Aufbereitungsverfahren werden unterschiedliche Schlickarten produziert und als Deponat abgelagert oder als Deponieersatzbaustoffe, beispielsweise für den Bau mineralischer Dichtungen (z. B. Basisabdichtung), verwertet.

Die Qualitätsanforderungen an den Einsatz von Baggergut in der Deponie Feldhofe sind in den Qualitätssicherungsplänen (QSP) des Betriebshandbuchs (Textband [37] und Anlagenband [38]) sowie in der LAGA-Eignungsbeurteilung von METHA-Material /6/ festgelegt.

Neben den bindigen Baggergutmaterialien fallen in der METHA auch gewisse Mengen an Feinsanden, sog. METHA-Feinsande und Dränsande an.

5.2.2 Unterteilung bindiges Baggergut / Schlick

Das bindige Baggergut wurde im Hinblick auf seine Aufbereitung in verschiedene Schlicke bzw. Schlickarten unterteilt. Die weitere Verwendung erfolgt als einzelne Schlickart oder als Gemisch zweier aufbereiteter Schlicke wie folgt:

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

METHA-Schlick:

Der technisch aufbereitete METHA-Schlick wird entsprechend dem angewendeten Entwässerungsverfahren in der METHA wie folgt unterschieden:

- MKFP-Schlick (Membrankammerfilterpressen-Schlick)
- HIP-Schlick bzw. METHA-Mittelschlick (Siebbandpresse mit nachgeschalteter Hochdruckpresse)

Feld-Schlick:

Der in Entwässerungsfeldern natürlich aufbereitete Feld-Schlick unterscheidet sich wie folgt:

- Hopper-Schlick
- LSK-Schlick (Längsstromklassierter Schlick)
- Baggergut aus der Gewässerunterhaltung der Bezirke

Der LSK-Schlick wird nicht mehr produziert und eingebaut. In den Tabellen zur Qualitätssicherungsüberwachung [38] wird er jedoch aus statistischen und vergleichenden Gründen weitergeführt, da er zu Beginn der Einlagerungen auf der Deponie Feldhofe eingebaut wurde.

Gemischte Schlicke:

Die gemischten Schlicke setzen sich wie folgt zusammen:

- MKFP- oder HIP-Schlick bzw. METHA-Mittelschlick
- METHA-Schlick und Feldschlick bzw. Hopper-Schlick

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

5.2.3 Schlick als Deponat

Bis zum Jahr 2022 wurden bodenmechanische Laborversuche an Baggergut als Deponat im Rahmen von Eigen- und Fremdüberwachungsaufgaben über Jahre bei der Deponie Feldhofe und der ebenfalls in Hamburg gelegenen Deponie Francop durchgeführt und größtenteils von der melchior+wittpohl Ingenieurgesellschaft GbR, Hamburg, ausgewertet (vgl. [46], [39] und [40]). Der Bericht aus dem Jahr 2019 [40] ist als Fortschreibung der Berichte in den Unterlagen [46] und [39] zu verstehen. Im Rahmen des Einbaus des Deponates in die jeweiligen Lagen in Feldhofe wurden gemäß des Betriebshandbuches [37], [38] im Wesentlichen die undrnierten Flügelscherfestigkeiten im „frischen“ Zustand geprüft.

Um das Deponat nach längerer Liegezeit insbesondere im Böschungsbereich mit bis zu 3 Deponatlagen wie es im IST-Zustand anzutreffen ist besser beurteilen zu können, wurden zwischen Dezember 2022 und Januar 2023 an insgesamt sieben Untersuchungsstellen in verschiedenen Bereichen der Deponie Trockenbohrungen bis in die jeweils 1. Baggergutlage abgeteuft [48]. Hierbei wurden gestörte sowie ungestörte Materialproben entnommen. Die Lage der Bohrungen ist im Lageplan in Anlage 1 dargestellt.

Nachfolgend werden die vorliegenden und ermittelten bodenmechanischen Kennwerte der Untersuchungen aus der Eigen- und Fremdüberwachung bzw. die Anlagenteile 3 bis 5 gemäß der Unterlagen [46], [39] und [40] sowie die Ergebnisse der Bohrkampagne 2022/2023 [48] zusammengestellt.

Teilweise finden sich für gleiche Schlickarten unterschiedliche Angaben für Korndichte, Glühverlust, Wassergehalt, Feuchtdichte und Scherfestigkeit. Eine zusammenfassende Angabe dieser Werte erfolgt nicht.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.2.3.1 Korngrößenverteilung

Die Ergebnisse der Korngrößenverteilung stellen sich nach [40] und [48] wie folgt dar:

Tabelle 3: Ermittelte Kornverteilung des MKFP-Schlicks aus Anlage 5 zu [40]

	Ton- und Schluffanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]	Sandanteil (< 1 mm) [M.-%]	Anteil (> 1 mm) [M.-%]
Anzahl	97		
Minimal - Maximalwert	55,5 – 86,6	12,6 - 44,5	0 – 0,8
Mittelwert	71,3	28,5	0,2
Median	72,2	27,7	0,1

Tabelle 4: Ermittelte Kornverteilung des HIP-Schlicks aus Anlage 5 zu [40]

	Ton- und Schluffanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]	Sandanteil (< 1 mm) [M.-%]	Anteil (> 1 mm) [M.-%]
Anzahl	97		
Minimal - Maximalwert	55,5 – 86,6	12,6 - 44,5	0 – 0,8
Mittelwert	71,3	28,5	0,2
Median	72,2	27,7	0,1

Tabelle 5: Ermittelte Kornverteilung des Feld-Schlicks aus Anlage 5 zu [40]

	Tonanteil ($\leq 0,002$ mm) [M.-%]	Feinkornanteil ($< 0,02$ mm) [M.-%]	Sandanteil ($> 0,063$ mm) [M.-%]
Anzahl	23		
Minimal - Maximalwert	3,0 – 20,0	6,0 – 45,0	25,4 – 80,0
Mittelwert	11,0	23,7	52,4
Median	10,0	24,0	51,2

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 6: Ermittelte Kornverteilung am Baggergut der Bohrkampagne 2022/2023 [48]

	Tonanteil ($\leq 0,002$ mm) [M.-%]	Schluffanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]	Sandanteil (< 2 mm) [M.-%]	Anteil (> 2 mm) [M.-%]
Anzahl	10			
Minimal - Maximalwert	2,1 – 11,8	37,5 – 74,5	21,4 – 53,7	0 – 1,4
Mittelwert	7,0	53,9	38,6	0,8
Median	7,4	55,5	36,3	0,9

5.2.3.2 Korndichte

Die Korndichten der Schlicke stellen sich gemäß [40] wie folgt dar:

Tabelle 7: Ermittelte Korndichten der Schlicke aus Anlage 4 [40]

	Korndichte ρ_s [g/cm³]						
	„Einlagerung“			„Obere Einlagerung Basisabdichtung“			
	HIP- Schlick	MKFP- Schlick	Feld- Schlick	HIP- Schlick	MKFP- Schlick	Feld- Schlick	HIP/MKFP- Schlick
Anzahl	0	0	0	35	0	42	4
Minimal - Maximalwert	–	–	–	ca. 2,41 – ca. 2,66	–	ca. 2,38 – ca. 2,70	ca. 2,45 – ca. 2,52
Mittelwert	–	–	–	2,54	–	2,54	2,49
Median	–	–	–	2,54	–	2,55	2,49

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 8: Ermittelte Korndichten der Schlicke aus Anlage 5 zu [40]

	Korndichte ρ_s [g/cm ³]		
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick
Anzahl	38	1	23
Minimal - Maximalwert	2,41 – 2,64	2,45 – 2,57	2,38 – 2,61
Mittelwert	2,52	2,51	2,52
Median	2,52	2,50	2,53

5.2.3.3 Glühverlust

Die Glühverluste stellen sich gemäß [40] wie folgt dar:

Tabelle 9: Ermittelte Glühverluste der Schlicke aus Anlage 4 [40]

	Glühverlust V_{gl} [M.-%]						
	„Einlagerung“			„Obere Einlagerung Basisabdichtung“			
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick	HIP/MKFP-Schlick
Anzahl	0	0	0	35	0	42	4
Minimal - Maximalwert	–	–	–	ca. 3,8 – ca. 9,3	–	ca. 2,8 – ca. 8,9	ca. 6,2 – ca. 8,7
Mittelwert	–	–	–	6,68	–	5,48	7,57
Median	–	–	–	6,76	–	5,45	7,65

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 10: Ermittelte Glühverluste der Schlicke aus Anlage 5 zu [40]

	Glühverlust V_{gl} [M.-%]		
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick
Anzahl	97	97	23
Minimal - Maximalwert	5,6 – 12,3	5,6 – 12,3	3,2 – 6,6
Mittelwert	8,2	8,2	5,3
Median	8,3	8,3	5,4

5.2.3.4 Zustandsgrenzen

An 6 gestörten Bodenproben aus der Bohrkampagne 2022/2023 [48] wurden die Zustandsgrenzen der Schlicke bzw. des Baggergutes ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 11: Ermittelte Zustandsgrenzen am Baggergut der Bohrkampagne 2022/2023 [48]

	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_p [%]	Konsistenzzahl I_c [-]
Anzahl	6			
Minimal - Maximalwert	43 – 73,7	37,3 – 50,9	12,3 – 22,8	0,81 – 1,38
Mittelwert	60,7	43,3	17,3	1,23
Median	61,7	47,0	18,1	1,23

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

5.2.3.5 Wassergehalt

Die Wassergehalte stellen sich gemäß [40] wie folgt dar:

Tabelle 12: Ermittelte Wassergehalte der Schlicke aus Anlage 4 [40]

	Wassergehalt w [%]						
	„Einlagerung“			„Obere Einlagerung Basisabdichtung“			
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick	HIP/MKFP-Schlick
Anzahl	0	0	0	35	0	42	4
Minimal - Maximalwert	–	–	–	ca. 23 – ca. 65	–	ca. 19,7 – ca. 54,4	ca. 42 – ca. 56,5
Mittelwert	–	–	–	49,7	–	35,97	52,38
Median	–	–	–	51,2	–	33,45	55,5

Tabelle 13: Ermittelte Wassergehalte der Schlicke aus Anlage 5 zu [40]

	Wassergehalt w [%]		
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick
Anzahl	10.135	11.875	23
Minimal - Maximalwert	40,2 – 99,4	20,9 – 138,2	22,9 – 50,2
Mittelwert	70,7	64,0	35,5
Median	70,5	63,3	33,6

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Die ermittelten Wassergehalte bei der Bohrkampagne 2022/2023 stellen sich gemäß [48] wie folgt dar:

Tabelle 14: Ermittelte Wassergehalte am Baggergut der Bohrkampagne 2022/2023 [48]

	Wassergehalt w [%]
Anzahl	10
Minimal - Maximalwert	27,4 – 45,4
Mittelwert	39,2
Median	40,4

5.2.3.6 Feuchtdichte

Die Feuchtdichten stellen sich gemäß [40] wie folgt dar:

Tabelle 15: Ermittelte Feuchtdichten der Schlicke aus Anlage 4 [40]

	Feuchtdichte p [g/cm³]						
	„Einlagerung“			„Obere Einlagerung Basisabdichtung“			
	HIP- Schlick	MKFP- Schlick	Feld- Schlick	HIP- Schlick	MKFP- Schlick	Feld- Schlick	HIP/MKFP- Schlick
Anzahl	0	0	0	35	0	42	4
Minimal - Maximalwert	–	–	–	ca. 1,48 – ca. 1,90	–	ca. 1,57 – ca. 1,95	ca. 1,54 – ca. 1,68
Mittelwert	–	–	–	1,62	–	1,75	1,58
Median	–	–	–	1,59	–	1,75	1,56

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 16: Ermittelte Feuchtdichten der Schlicke aus Anlage 5 zu [40]

	Feuchtdichte ρ [g/cm ³]		
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick
Anzahl	38	1	23
Minimal - Maximalwert	1,41 – 1,87	-	1,65 – 1,94
Mittelwert	1,59	1,56	1,75
Median	1,58	-	1,76

5.2.3.7 Scherfestigkeiten

Mit den Überwachungsdaten der Deponien Feldhofe und Francop [40] lagen bis zum Jahr 2022 zur Scherfestigkeit nur Angaben zur Anfangsscherfestigkeit bzw. undrännierten Scherfestigkeit vor. Diese stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 17: Ermittelte Anfangsscherfestigkeiten der Schlicke (Handflügelsonde) aus Anlage 4 [40]

	Anfangsscherfestigkeit						
	Flügelsherversuch (Hand) c_{fv} bzw. τ_{HFS} [kN/m ²]						
	„Einlagerung“			„Obere Einlagerung Basisabdichtung“			
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick	HIP/MKFP-Schlick
Anzahl	3	11	593	1794	9	1446	130
Minimal - Maximalwert	ca. 31,8 – ca. 40,4	ca. 42,4 – ca. 62,4	ca. 28,2 – ca. 96	ca. 28 – ca. 87	ca. 31,8 – ca. 47,6	ca. 28 – ca. 97,7	ca. 32 – ca. 81,2
Mittelwert	-	50,2	58,5	50,1	43,6	65,0	60,7
Median	-	49,4	58,0	44,0	45,0	70,8	64,5

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 18: Ermittelte Anfangsscherfestigkeiten der Schlicke (Laborflügelsonde) aus Anlage 4 [40]

	Anfangsscherfestigkeit						
	Flügelversuch (Labor) c_{fv} bzw. τ_{fs} [kN/m ²]						
	„Einlagerung“			„Obere Einlagerung Basisabdichtung“			
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick	HIP/MKFP-Schlick
Anzahl	0	3	78	67	1	66	15
Minimal - Maximalwert	–	ca. 26,4 – ca. 62,2	ca. 16,4 – ca. 127,3	ca. 16,1 – ca. 116	ca. 26	ca. 15 – ca. 108	ca. 16,1 – ca. 57,1
Mittelwert	–	–	44,6	32,9	–	42,5	35,9
Median	–	–	39,9	27,1	–	40,7	37,4

Tabelle 19: Ermittelte Anfangsscherfestigkeiten der Schlicke aus Anlage 5 zu [40]

	Anfangsscherfestigkeit		
	Flügelversuch (Labor) c_{fv} bzw. τ_{fs} [kN/m ²]		
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick
Anzahl	5.022	3.833	37
Minimal - Maximalwert	3,6 – 64,9	14,7 – 131,8	15,0 – 62,0
Mittelwert	38,8	53,5	38,8
Median	37,9	53,9	38,3
5 %-Fraktil	30,9	37,6	18,1

Im Rahmen der Bohrkampagne 2022/2023 [48] wurde an 10 gestörten Bodenproben die undrainede Scherfestigkeit c_u mittels Laborflügelsonde ermittelt. Zudem wurden an 10 ungestörten Bodenproben im Triaxialversuch die effektiven Scherparameter φ' und c' ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 20: Ermittelte Anfangs- und Endscherfestigkeiten am Baggergut der Bohrkampagne 2022/2023 [48]

	Anfangsscherfestigkeit	Endscherfestigkeit	
	Flügelscherversuch (Labor)	Triaxialversuch (effekt. Scherparameter)	
	c_{fv} [kN/m ²]	φ' [°]	c' [kN/m ²]
Anzahl	10	10	
Minimal - Maximalwert	82,1 – 170,5	30,6 – 35,7	8,5 – 40,2
Mittelwert	92,9	33,8	19,9
Median	85,4	33,8	16,6

5.2.3.8 Kompressionsversuche

Beim Steifemodul handelt sich um einen lastabhängigen Wert, der im Rahmen von Setzungs- und Konsolidationsberechnungen verwendet wird. Für den Einbau von Baggergut in einer Deponatlage werden bzgl. des Steifemoduls keine Anforderungen in den Qualitätssicherungsplänen (QSP) des Betriebshandbuches (Textband [37] und Anlagenband [38]) vorgegeben. Konkrete Kompressionsversuche an bisher eingebautem Baggergut als Deponat in der Deponie Feldhofe liegen daher nicht vor.

Eine grundsätzliche Untersuchung der Steifigkeit von METHA-Schlick, unabhängig ob als Deponat oder als Dichtungsmaterial verwendet, fand im Rahmen der Angabe von Ansatzkennwerten (Rechenwerte cal.) bei der technischen Planung der Schlickdeponie Feldhofe [15] statt. Hierbei wurden die Ansatzkennwerte (vgl. Tabelle 21) mit E_s [MN/m²] = $3 \times \sigma$ [MN/m²] + 0,8 [MN/m²] angegeben.

Weitere einbaubezogene Werte zur Steifigkeit von Baggergut liegen aus einer Verfüllmaßnahme eines Hafenbeckens des Dradenauhafens in Hamburg [41] sowie einer Dichtungsbaumaßnahme bei der Deponie Ihlenberg, Selmsdorf, vor.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Für die Dichtungsmaßnahme bei der Deponie Ihlenberg wurde im Jahr 2014 METHA-Schlick eingebaut. Gemäß den Materialdatenblätter in Unterlage [40] wurde bei dieser Maßnahme der lastabhängiger Steifemodul mit $E_s \text{ [kPa]} = 9 \times \sigma \text{ [kPa]} + 350 \text{ [kPa]}$ angegeben.

Zur Herstellung einer Logistikfläche in den 2010er Jahren wurde ein Hafenbecken des Dradenauhafens in Hamburg mittels eingespülten Sandes und lagenweise verdichtetem METHA-Schlick verfüllt. Es wurden an mehreren Proben des eingebauten METHA-Schlicks in den Jahren 2014 und 2015 Kompressionsversuche durchgeführt und ausgewertet. Der Steifemodul wurde hierbei formelmäßig mit $E_s \text{ [kPa]} = 7,7 \times \sigma \text{ [kPa]} + 359 \text{ [kPa]}$ angegeben [41].

5.2.4 Kennwerte aus der Planfeststellung

Dem Antrag auf Planfeststellung [4] liegt die technische Planung der Schlickdeponie Feldhofe [15] zugrunde. Hierin wurden auch die zur möglichen Ablagerung vorgesehenen METHA-Schlicke beschrieben und deren „Ansatzkennwerte“ angegeben. Diese Ansatzkennwerte beruhen im Wesentlichen auf Laborversuchen zu METHA-Schlick im Rahmen der Deponie Francop. Detaillierte Laborversuche liegen der technischen Planung der Schlickdeponie Feldhofe [15] nicht bei. Die Ansatzkennwerte (Rechenwerte cal.) wurden wie folgt angegeben:

Tabelle 21: „Ansatzkennwerte“ aus Planfeststellungsunterlagen 1999 (Teil I)

Erdbaustoff	Wichte γ / γ' [kN/m ³]	Scherfestigkeit			Steifemodul E_s [MN/m ²]
		φ' [°]	c' [kN/m ²]	c_u [kN/m ²]	
METHA-Schlick	14,5 / 4,5	20 ^{*1)} 25 ^{*2)}	10 0	≥ 6	$0,8 + 3,0 \times \sigma$
Sandlagen: D $\geq 0,45$ 0,3 $\leq$ D $\leq 0,45$ D $< 0,3$	19 / 11 18 / 10 17 / 9	35 32,5 30	0 0 0	0 0 0	50 30 20
Schichtenpaket: (Sandlage+ METHA-Schlick) ^{*3)}	16,6 / 6,6	22 ^{*1)} 26 ^{*2)}	8 0	- -	- -

^{*1)} Für Auflast $\sigma > 97 \text{ kN/m}^2$,

^{*2)} Für Auflast $\sigma \leq 97 \text{ kN/m}^2$,

^{*3)} 1,5 m Schlick + 0,3 m Sand

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Bei den in Tabelle 21 angegebenen Scherparametern ist zu berücksichtigen, dass diese entsprechend des seinerzeit gültigen Globalsicherheitskonzeptes abgemindert wurden.

Tabelle 22: „Ansatzkennwerte“ aus den Planfeststellungsunterlagen 1999 (Teil II)

Erdbaustoff	Konsolidierungsbeiwert	Durchlässigkeitsbeiwert
	c_v [m ² /a]	k [m/s]
METHA-/ Dichtungsschlick	0,3	$1,0 \times 10^{-9}$
Sande	-	$1,0 - 5,0 \times 10^{-4}$

Der in den 1990er Jahren im Rahmen der baurechtlichen Genehmigung nach § 62 HBauO zur Endgestaltungshöhe + 38 mNN [36] und der technischen Planung zum Planfeststellungsverfahren [15] angegebene Wassergehalt des METHA-Schlicks lag zwischen $w = 60 - 150 \%$.

5.2.5 METHA-Feinsande als Deponat

Die in der METHA anfallenden Feinsande wurden 1997 [42] in einem Einbauversuch, im Jahr 1998 durch die ARGE Schlicktechnik [43] und in zwei Kampagnen 2011 [44] detailliert untersucht. Eine Zusammenfassung und statistische Auswertung der im Jahr 2011 durchgeführten Untersuchungen liefert der Bericht der melchior+wittpohl Ingenieurgesellschaft GbR, Hamburg, [40].

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

5.2.5.1 Korngrößenverteilung

Die ermittelten Korngrößenverteilungen ergeben sich gemäß [40] und [43] wie folgt:

Tabelle 23: Ermittelte Korngrößenverteilung METHA-Feinsande 2011 [40]

	Ton- und Schluffanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]
Anzahl	22
Minimal - Maximalwert	28,0 – 53,0
Mittelwert	40,4
Median	41,0

Tabelle 24: Ermittelte Korngrößenverteilung METHA-Feinsande 1998 [43]

	Ton- und Schluffanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]
Anzahl	12
Minimal - Maximalwert	40 - 63
Mittelwert	54,5
Median	57,0

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.2.5.2 Glühverlust

Der Glühverlust V_{gl} ergibt sich gemäß [43] wie folgt:

Tabelle 25: Ermittelte Glühverluste METHA-Feinsande

	Glühverlust V_{gl} [M.-%]
Anzahl	12
Minimal - Maximalwert	2,1 – 2,69
Mittelwert	2,49
Median	2,67

5.2.5.3 Korndichte

Die ermittelten Korndichten ergeben sich gemäß [40] und [43] wie folgt:

Tabelle 26: Ermittelte Korndichte an 22 Proben der METHA-Feinsande aus [40]

	Korndichte ρ_s [g/cm³]
Anzahl	22
Minimal - Maximalwert	2,60 – 2,68
Mittelwert	2,64
Median	2,64

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 27: Ermittelte Korndichte an 3 Proben der METHA-Feinsande aus [43]

	Korndichte ρ_s [g/cm ³]
Anzahl	3
Minimal - Maximalwert	2,573 – 2,594
Mittelwert	-
Median	-

5.2.5.4 Porenanteile bei lockerster und dichtester Lagerung

Es wurden die Porenanteile bei lockerster als auch bei dichtester Lagerung ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich nach [40] und [43] wie folgt dar:

Tabelle 28: Ermittelte Porenanteile nach [40]

	Porenanteil bei lockerster Lagerung n_0 [1]	Porenanteil bei dichtester Lagerung n_d [1]
Anzahl	22	
Minimal - Maximalwert	0,499 – 0,574	0,378 – 0,450
Mittelwert	0,537	0,422
Median	0,540	0,424

Tabelle 29: Ermittelte Porenanteile nach [43]

	Porenanteil bei lockerster Lagerung n_0 [1]	Porenanteil bei dichtester Lagerung n_d [1]
Anzahl	12	
Minimal - Maximalwert	0,541 – 0,564	0,419 – 0,447
Mittelwert	0,555	0,437
Median	0,560	0,446

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.2.5.5 Proctorversuche

Die Proctordichte ρ_{pr} und der optimale Wassergehalt w_{pr} stellen sich gemäß [40] und [43] wie folgt dar:

Tabelle 30: Ermittelte Proctorwerte nach [40]

	Proctordichte ρ_{pr} [g/cm ³]	Optimaler Wassergehalt [M.-%]
Anzahl	22	
Minimal - Maximalwert	1,500 – 1,650	15,9 – 19,5
Mittelwert	1,606	17,5
Median	1,607	17,5

Tabelle 31: Ermittelte Proctorwerte nach [43]

	Proctordichte ρ_{pr} [g/cm ³]	Optimaler Wassergehalt [%]
Anzahl	12	
Minimal - Maximalwert	1,46 – 1,54	18,7 – 21,8
Mittelwert	1,51	20,5
Median	1,52	20,8

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.2.5.6 Wassergehalt

Der Wassergehalt w stellt sich gemäß [40] und [43] wie folgt dar:

Tabelle 32: Ermittelter Wassergehalt nach [40]

	Wassergehalt w [%]
Anzahl	22
Minimal - Maximalwert	7,7 – 19,5
Mittelwert	15,0
Median	16,3

Tabelle 33: Ermittelter Wassergehalt nach [43]

	Wassergehalt w [%]
Anzahl	12
Minimal - Maximalwert	7,6 – 25,5
Mittelwert	17,1
Median	17,7

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.2.5.7 Wasserdurchlässigkeit

Es wurden Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k wie folgt ermittelt:

Tabelle 34: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten nach [40]

	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
Anzahl	22
Minimal - Maximalwert	8,05E-7 – 1,86E-5
Mittelwert	7,87E-6
Median	5,79E-6

Tabelle 35: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten nach [43]

	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
Anzahl	12
Minimal - Maximalwert	2,30E-07 – 1,80E-06
Mittelwert	8,30E-07
Median	4,70E-07

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

5.2.5.8 Scherfestigkeit

Die effektiven Scherparameter φ' und c' (Endscherfestigkeit) wurden an 22 Proben bei [40] und an 12 Proben bei [43] untersucht. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 36: Ermittelte Endscherfestigkeiten der METHA-Feinsande nach [40]

Probenbezeichnung	Direkter Scherversuch (effekt. Scherparameter)	
	φ' [°]	c' [kN/m ²]
Anzahl	22	
Minimal - Maximalwert	25,0 – 32,5	2,0 – 18,0
Mittelwert	28,5	7,5
Median	28,0	6,5
5 %-Fraktil	25,1	4,0

Tabelle 37: Ermittelte Endscherfestigkeiten der METHA-Feinsande nach [43]

Probenbezeichnung	Direkter Scherversuch (effekt. Scherparameter)	
	φ' [°]	c' [kN/m ²]
Anzahl	12	
Minimal - Maximalwert	34,0 – 36,0	0,0 – 6,0
Mittelwert	34,7	4,0
Median	34,0	6,0

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.2.5.9 Kompressionsversuche

An insgesamt 22 Proben wurden Kompressionsversuche durchgeführt. Die Steifemoduli E_s ergeben sich gemäß [40] wie folgt:

Tabelle 38: Ermittelte Steifemoduli für METHA-Feinsande nach [40]

		Normalspannung [kN/m ²]			
		50 - 100	100 - 150	150 - 200	200 - 250
Steifemodul [MN/m²]	Anzahl	22			
	Minimal – Maximalwert	2,4 – 16,4	4,8 – 45,5	6,5 – 25,6	7,1 – 29,6
	Mittelwert	7,5	11,3	13,0	16,9
	Median	7,5	9,7	12,5	16,1
	5 %-Fraktil	3,5	6,8	7,1	9,8

5.3 Dränagesande

Die Dränagesande stammen aus der METHA sowie aus der klassierten Ablagerung in den Spülfeldern. Bodenmechanische Laborversuche wurden überwiegend im Rahmen von Eigen- und Fremdüberwachungsaufgaben bei der Deponie Feldhofe und der Deponie Francop durchgeführt.

Eine statistische Auswertung von ca. 3.500 Korngrößenverteilungen an überwiegend Spülfeldsanden sowie einigen METHA-Dränagesanden aus Eigen- und Fremdüberwachungsmaßnahmen aus den Jahren 2001 bis 2012 wurde durch die melchior+wittpohl Ingenieurgesellschaft GbR, Hamburg, vorgenommen [46]. Eine weitere statische Auswertung von Laboruntersuchungen an Spülfeld- und METHA-Dränagesanden aus der Fremdüberwachung aus den Jahren 2006 bis 2021 liegt durch die melchior+wittpohl Ingenieurgesellschaft GbR, Hamburg, in Unterlage [40] vor. Eine Überschneidung von Daten aus diesen beiden Unterlagen ist nicht auszuschließen, so dass die vorliegenden Ergebnisse separat dargestellt werden.

Eine zusätzliche Beprobungskampagne mit der Entnahme und Untersuchung von sieben Proben aus dem Spülfeld „Ellerholz B“ erfolgte durch die melchior+wittpohl Ingenieurgesellschaft GbR, Hamburg, im Jahr 2013 [47].

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Weiterhin wurden durch die Fichtner Water & Transportation GmbH, Hamburg, im Oktober 2021 Laborversuche an insgesamt fünf Sandproben aus den Spülfeldsanden und an fünf Proben aus den METHA-Dränagesanden durchgeführt [48].

5.3.1 METHA-Dränagesande

5.3.1.1 Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilungen stellen sich nach [40], [46] und [48] wie folgt dar:

Tabelle 39: Ermittelte Kornverteilung METHA-Dränagesande nach [40]

	Ton- und Schluffanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]	Sandanteil ($> 0,063$ mm) [M.-%]	Kiesanteil (≥ 2 mm) [M.-%]
Anzahl	47		
Minimal - Maximalwert	0,0 – 3,4	78,9 – 98,8	1,2 – 21,1
Mittelwert	0,2	93,8	6,2
Median	0,1	95,5	4,5

Tabelle 40: Ermittelte Kornverteilung METHA-Dränagesande an 5 Proben nach [46]

	Ton- und Schluffanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]
Anzahl	5
Minimal - Maximalwert	0,0 – 0,3
Mittelwert	0,2
Median	0,2

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 41: Ermittelte Kornverteilung METHA-Dränagesande an 5 Proben nach [48]

	Ton- und Schluffanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]
Anzahl	5
Minimal - Maximalwert	0,0 – 0,0
Mittelwert	0,0
Median	0,0

5.3.1.2 Wassergehalt

Die Wassergehalte stellen sich nach [40] wie folgt dar:

Tabelle 42: Ermittelte Wassergehalte METHA-Dränagesande

	Wassergehalt w [%]
Anzahl	29
Minimal - Maximalwert	2,9 – 6,1
Mittelwert	4,2
Median	3,9

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.3.1.3 Feuchtdichte

Die Feuchtdichten stellen sich gemäß [40] wie folgt dar:

Tabelle 43: Ermittelte Feuchtdichten METHA-Dränagesande

	Feuchtdichte ρ [g/cm ³]
Anzahl	134
Minimal - Maximalwert	1,65 – 1,94
Mittelwert	1,78
Median	1,78

5.3.1.4 Proctorversuche

Bei den Untersuchungen der Fichtner Water & Transportation GmbH im Jahr 2021 [48] wurde an einer Probe aus den METHA-Dränсандen ein Proctorversuch durchgeführt. Das Ergebnis stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 44: Ermittelte Proctorwerte (METHA-Dränagesande)

Proctordichte ρ_{pr} [g/cm ³]	Optimaler Wassergehalt [%]
1,66	12,6

5.3.1.5 Wasserdurchlässigkeit

Gemäß den Vorgaben des Betriebshandbuches zur Baggergutmonodeponie Feldhofe [37], [38] wird über den empirischen Nachweis $d_{10} \geq 0,17$ mm aus der Korngrößenverteilung vorausgesetzt, dass die Wasserdurchlässigkeit mindestens $1 \cdot 10^{-4}$ m/s beträgt. Sollte hiernach $d_{10} < 0,17$ mm sein, ist ein Wasserdurchlässigkeitsversuch zu führen.

Aus diesem Grund liegen nur wenige Ergebnisse zu Wasserdurchlässigkeitsversuchen an METHA-Dränagesanden aus den Daten zur Eigen- und Fremdprüfung vor.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Die Wasserdurchlässigkeit wurde bei [48] an drei Proben mit Einbaudichten zwischen 94,2 % D_{Pr} und 94,7 % D_{Pr} wie folgt ermittelt:

Tabelle 45: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten nach [48]

	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
Anzahl	14
Minimal - Maximalwert	9,0E-05 – 1,4E-04
Mittelwert (arithmetisches Mittel)	1,13E-04
Median	1,10E-04

5.3.2 Spülfeld-Dränagesande

Die Spülsande entstammen verschiedenen Einbauorten der Deponien Feldhofe und Francop. Teilweise ist bei Antransport zur Deponie Feldhofe eine Trennung nach Herkunft nicht möglich. Die Spülsande bei der Deponie Feldhofe entstammen im Wesentlichen den beiden Spülfeldern „Ellerholz A“ und „Ellerholz B“. Sofern möglich, werden die jeweiligen Herkunftsort bei den nachfolgenden Beschreibungen berücksichtigt.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.3.2.1 Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung stellen sich gemäß den Unterlagen [40], [46], [47] und [48] wie folgt dar:

Tabelle 46: Ermittelte Kornverteilung der Spülfeld-Dränagesande nach [40]

	Ton- und Schluffanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]	Sandanteil ($> 0,063$ mm) [M.-%]	Kiesanteil (≥ 2 mm) [M.-%]
Anzahl	317		
Minimal - Maximalwert	0,0 – 0,8	80,5 – 99,9	0,1 – 18,7
Mittelwert	0,2	96,6	3,2
Median	0,1	97,9	2,0

Tabelle 47: Ermittelte Ton-und Schluffanteile verschiedener Spülfeld-Dränagesanden nach [46]

Bezeichnung Herkunft	Anzahl	Minimal – Maximalwert [M.-%]	Mittelwert [M.-%]	Median [M.-%]
Ellerholz A	780	0,0 – 5,1	0,1	0,0
Ellerholz B	619	0,0 – 4,4	0,1	0,0
Francop Einbau	179	0,0 – 3,4	0,2	0,2
Francop Gerinne	185	0,0 – 12,6	0,6	0,3
Feldhofe Einbau	1.513	0,0 – 9,0	0,2	0,1
Eingangskontrolle- Feldhofe - Sonstige	260	0,0 – 1,4	0,2	0,2

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 48: Ermittelte Kornverteilung an 7 Proben nach [47]

	Ton- und Schluffanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]	Sandanteil ($> 0,063$ mm) [M.-%]	Kiesanteil (≥ 2 mm) [M.-%]
Anzahl	7		
Minimal - Maximalwert	0,0 – 0,1	97,9 – 99,4	0,5 – 1,9
Mittelwert	0,1	98,7	1,2
Median	0,1	98,7	1,3

Tabelle 49: Ermittelte Ton- und Schluffanteile an 5 Proben nach [48]

	Ton- und Schluffanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]
Anzahl	5
Minimal - Maximalwert	0,0 – 0,0
Mittelwert	0,0
Median	0,0

5.3.2.2 Wassergehalt

Wassergehalte wurden nach [40] im Rahmen von Fremdprüfungsmaßnahmen der Deponien Feldhofe und Francop im Zeitraum 2006 bis 2013 wie folgt ermittelt:

Tabelle 50: Ermittelte Wassergehalte nach [40]

	Wassergehalt w [%]
Anzahl	58
Minimal - Maximalwert	2,9 – 4,8
Mittelwert	3,9
Median	3,9

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.3.2.3 Glühverlust

Bei den Untersuchungen aus dem Jahr 2013 an sieben Proben aus dem Spülfeld „Ellerholz B“ [47] wurde der Glühverlust wie folgt ermittelt:

Tabelle 51: Ermittelte Glühverluste an 7 Proben nach [47]

	Glühverlust V_{gl} [M.-%]
Anzahl	7
Minimal - Maximalwert	0,1 – 0,3
Mittelwert	0,2
Median	0,2

5.3.2.4 Korndichte

Bei den Untersuchungen aus dem Jahr 2013 an sieben Proben aus dem Spülfeld „Ellerholz B“ [47] wurde die Korndichte wie folgt ermittelt:

Tabelle 52: Ermittelte Korndichten an 7 Proben nach [47]

	Korndichte ρ_s [g/cm³]
Anzahl	7
Minimal - Maximalwert	2,60 – 2,63
Mittelwert	2,62
Median	2,62

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.3.2.5 Feuchtdichte

Feuchtdichten wurden nach [40] im Rahmen von Fremdprüfungsmaßnahmen der Deponien Feldhofe und Francop im Zeitraum 2006 bis 2013 wie folgt ermittelt:

Tabelle 53: Ermittelte Feuchtdichten nach [40]

	Feuchtdichte ρ [g/cm³]
Anzahl	79
Minimal - Maximalwert	1,675 – 1,864
Mittelwert	1,753
Median	1,752

5.3.2.6 Proctorversuche

Bei den Untersuchungen aus dem Jahr 2013 an sieben Proben aus dem Spülfeld „Ellerholz B“ [47] wurden Proctorwerte wie folgt ermittelt:

Tabelle 54: Ermittelte Proctorwerte an 7 Proben nach [47]

	Proctordichte ρ_{pr} [g/cm³]	Optimaler Wassergehalt [%]
Anzahl	7	
Minimal - Maximalwert	1,703 – 1,772	9,3 – 12,3
Mittelwert	1,730	11,5
Median	1,723	12,0

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Bei der Beprobungskampagne im Jahr 2021 [48] wurde ein Proctorversuch an den Spülfeldsanden „Ellerholz“ wie folgt durchgeführt:

Tabelle 55: Ermittelte Proctorwerte nach [48]

Proctordichte ρ_{pr} [g/cm ³]	Optimaler Wassergehalt [%]
1,71	9,5

5.3.2.7 Wasserdurchlässigkeit

In der statistischen Auswertung nach [46] werden insgesamt 165 Wasserdurchlässigkeitsversuche aus den Jahren 2003 bis 2011 aufgeführt. Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 56: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten nach [46]

	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
Anzahl	165
Minimal - Maximalwert	4,6E-05 – 5,8E-04
Mittelwert (harmonisches Mittel)	2,0E-04
Median	2,0E-04

Bei der Beprobungskampagne aus dem Spülfeld „Ellerholz B“ im Jahr 2013 [47] wurde an sieben Proben wurden sowohl die Wasserdurchlässigkeit bei Teilsättigung als auch die Wasserdurchlässigkeit bei Vollsättigung mit Einbau bei 100 % D_{Pr} ermittelt. An vier weiteren Proben wurde außerdem die Wasserdurchlässigkeit bei Vollsättigung mit Einbau von 93 % D_{Pr} ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar:

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 57: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten bei Teil- und Vollsättigung nach [47]

	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k bei Teilsättigung [m/s]	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k bei Vollsättigung [m/s]	
		100 % D_{Pr}	93 % D_{Pr}
Anzahl	7	7	4
Minimal - Maximalwert	8,2E-06 – 5,2E-05	1,0E-04 – 1,5E-04	1,7E-04 – 1,8E-04
Mittelwert (harmonisches Mittel)	2,8E-05	1,3E-04	1,7E-04

Die im Jahr 2021 durch die Fichtner Water & Transportation GmbH, Hamburg, durchgeführten fünf Wasserdurchlässigkeitsversuche [48] fanden ebenfalls an Material aus dem Spülfeld Ellerholz statt. Die Versuchsergebnisse bei Einbaudichten zwischen 89,4 % D_{Pr} und 95,5 % D_{Pr} stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 58: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten nach [48]

	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
Anzahl	5
Minimal - Maximalwert	1,7E-04 – 3,2E-04
Mittelwert (arithmetisches Mittel)	2,3E-04
Median	2,2E-04

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.3.2.8 Porenanteil bei lockerster und dichtester Lagerung

An sieben Bodenproben aus dem Spülfeld „Ellerholz B“ wurden die Porenanteile bei lockerster als auch bei dichtester Lagerung ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich nach [47] wie folgt dar:

Tabelle 59: Ermittelte Porenanteile nach [47]

	Porenanteil bei lockerster Lagerung n_0 [1]	Porenanteil bei dichtester Lagerung n_d [1]
Anzahl	7	
Minimal - Maximalwert	0,411 – 0,426	0,318 – 0,336
Mittelwert	0,420	0,330
Median	0,420	0,332

5.3.2.9 Scherfestigkeit

Die effektiven Scherparameter φ' und c' (Endscherfestigkeit) wurden an zwei Proben aus dem Spülfeld Ellerholz untersucht [47]. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 60: Ermittelte Endscherfestigkeiten Spülfeld-Dränagesande nach [47]

Probenbezeichnung	Direkter Scherversuch (effekt. Scherparameter)	
	φ' [°]	c' [kN/m²]
Anzahl	2	
Minimal - Maximalwert	32,0 – 32,4	4,7 – 9,1
Mittelwert	-	-
Median	-	-

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.3.2.10 Kompressionsversuche

An vier Bodenproben aus dem Spülfeld „Ellerholz B“ wurden Kompressionsversuche durchgeführt [47]. Die ermittelten Steifemoduli stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 61: Ermittelte Steifemoduli Spülfeld-Dränagesande nach [47]

		Normalspannung [kN/m ²]				
		0 – 50	50 – 100	100 – 150	150 – 200	200 – 250
Steifemodul [MN/m²]	Minimal – Maximalwert	1,84 – 2,72	4,91 – 9,49	6,87 – 12,79	15,40 – 23,61	11,07 – 17,58
	Mittelwert	3,05	7,77	10,83	19,32	16,68

5.4 Baggergut als Basisabdichtung

5.4.1 Korngrößenverteilung

An 8 ungestörten Proben aus den Bohrungen wurde die Korngrößenverteilung bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 62: Ermittelte Kornverteilung für die Basisabdichtung aus Bohrungen

	Tonanteil (≤ 0,002 mm) [M.-%]	Schluffanteil (> 0,002 mm und ≤ 0,063 mm) [M.-%]	Sandanteil (> 0,063 mm) [M.-%]	Kiesanteil (≥ 2 mm) [M.-%]
Anzahl	8			
Minimal - Maximalwert	2,3 – 17,6	61,8 – 78,8	11,4 – 21,6	0,0 – 1,4
Mittelwert	10,2	72,1	15,8	0,9
Median	11,4	74,0	15,5	1,0

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Weitere Untersuchungen zur Korngrößenverteilung und anderen bodenmechanischen Kennwerten fanden im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung bei der Deponie Feldhofe und der Deponie Francop statt. Die Einzelwerte hierzu finden sich im Auswertebericht der melchior+wittpohl Ingenieurgesellschaft GbR, Hamburg, [40].

Die Korngrößenverteilungen stellen sich gemäß [40] wie folgt dar:

Tabelle 63: Ermittelte Kornverteilung des Feld-Schlicks aus Anlage 5 [40]

	Tonanteil ($\leq 0,002$ mm) [M.-%]	Kornanteil $\leq 0,02$ mm [M.-%]	Kornanteil $> 0,063$ mm [M.-%]
Anzahl	96	94	87
Minimal - Maximalwert	10,0 – 35,0	22,0 – 56,0	23,0 – 55,0
Mittelwert	18,2	36,7	36,1
Median	17,5	37,5	36,0

Tabelle 64: Ermittelte Kornverteilung des METHA-Schlicks aus Anlage 5 [40]

	Feinkornanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]	Sandanteil (< 1 mm) [M.-%]	Kornanteil > 1 mm [M.-%]
Anzahl	114		
Minimal - Maximalwert	55,5 – 86,6	12,6 – 44,5	0 – 0,8
Mittelwert	71,3	28,5	0,2
Median	72,2	27,7	0,1

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Eine grundsätzliche Beschreibung und Darstellung der bodenmechanischen Eigenschaften von METHA-Schlick findet sich in der LAGA-Eignungsbeurteilung /6/. Hiernach sind folgende bodenmechanische Kennwerte bzw. Spannweiten zur Korngrößenverteilung zu nennen:

- Feinkornanteil < 0,02 mm: im Mittel 42 M.-%
(Spannweite 21 M.-% bis 62 M.-%)
- Tonanteil: im Mittel 16 M.-%
- Schluffanteil: im Mittel 55 M.-%
- Sandanteil: im Mittel 29 M.-%
(Spannweite 7 M.-% bis 59 M.-%)

5.4.2 Glühverlust

An 6 gestörten und 2 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Glühverlust V_{gl} bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 65: Ermittelte Glühverluste für die Basisabdichtung aus Bohrungen

	Glühverlust V_{gl} [M.-%]
Anzahl	8
Minimal - Maximalwert	4,3 – 9,8
Mittelwert	7,9
Median	8,2

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Die Glühverluste gemäß [40] ergeben sich wie folgt:

Tabelle 66: Ermittelte Glühverluste des METHA-Schlicks aus Anlage 5 [40]

	Glühverlust V_{gl} [M.-%]
Anzahl	3.620
Minimal - Maximalwert	5,6 – 12,3
Mittelwert	8,2
Median	8,3

In der LAGA-Eignungsbeurteilung /6/ wird für METHA-Schlick ein mittlerer Glühverlust V_{Gl} von 8 % angegeben.

5.4.3 Korndichte

Aus den Bohrungen liegen für 6 Bodenproben Angaben zur Korndichte ρ_s vor. Diese wurde jedoch nicht im bodenmechanischen Labor ermittelt, sondern lediglich als Erfahrungswert mit 2,50 g/cm³ nach [31] angesetzt.

Die Korndichten gemäß [40] ergeben sich wie folgt:

Tabelle 67: Ermittelte Korndichten des METHA-Schlicks aus Anlage 5 [40]

	Korndichte ρ_s [g/cm³]	
	METHA-Schlick	Feld-Schlick
Anzahl	52	84
Minimal - Maximalwert	2,38– 2,57	2,42 – 2,59
Mittelwert	2,47	2,50
Median	2,47	2,50

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Eine grundsätzliche Beschreibung und Darstellung der bodenmechanischen Eigenschaften ist in der LAGA-Eignungsbeurteilung /6/ wird die mittlere Korndichte ρ_s von METHA-Schlick mit $2,439 \text{ g/cm}^3$ angegeben.

5.4.4 Feuchtdichte / Feuchtwichte und Trockendichte

An 8 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde die Feuchtdichte ρ ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 68: Ermittelte Feuchtdichten für die Basisabdichtung aus Bohrungen

	Feuchtdichte ρ [g/cm ³]	Wichte γ [kN/m ³]
Anzahl	8	
Minimal - Maximalwert	1,55 – 1,80	15,5 – 18,0 *
Mittelwert	1,64	16,4
Median	1,64	16,4

*mit $\gamma = \rho \times g$ (mit Erdbeschleunigung $g \approx 10 \text{ m/s}^2$)

Die Feuchtdichten gemäß [40] ergeben sich wie folgt:

Tabelle 69: Ermittelte Feuchtdichten des METHA-Schlicks aus Anlage 5 [40]

	Feuchtdichte ρ [g/cm ³]	
	METHA-Schlick	Feld-Schlick
Anzahl	813	967
Minimal - Maximalwert	1,27 – 1,76	1,41 – 1,84
Mittelwert	1,52	1,61
Median	1,52	1,61

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

In der LAGA-Eignungsbeurteilung /6/ wird die mittlere Trockendichte ρ_d für METHA-Schlick mit $0,83 \text{ g/cm}^3$ angegeben. Die Spannweite der Trockendichte wird mit $0,78 \text{ g/cm}^3$ bis $0,95 \text{ g/cm}^3$ angegeben.

5.4.5 Porenzahl und Porenanteil

An 6 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde die Porenzahl e rechnerisch abgeleitet. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 70: Ermittelte Porenzahlen für die Basisabdichtung aus Bohrungen

	Porenzahl e [-]
Anzahl	6
Minimal - Maximalwert	0,85 – 1,63
Mittelwert	1,31
Median	1,32

5.4.6 Zustandsgrenzen

An 4 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurden die Zustandsgrenzen ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 71: Ermittelte Zustandsgrenzen für die Basisabdichtung aus Bohrungen

	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_p [%]	Konsistenzzahl I_c [-]
Anzahl	4			
Minimal - Maximalwert	79,4 – 86,8	46,0 – 54,6	28,4 – 38,9	0,7 – 1,1
Mittelwert	-	-	-	-
Median	-	-	-	-

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.4.7 Wassergehalt

An 8 gestörten und 11 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Wassergehalt w ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 72: Ermittelte Wassergehalte für die Basisabdichtung aus Bohrungen

	Wassergehalt w [%]
Anzahl	19
Minimal - Maximalwert	30,3 – 67,7
Mittelwert	50,1
Median	52,1

Die Wassergehalte gemäß [40] ergeben sich wie folgt:

Tabelle 73: Ermittelte Wassergehalte des METHA-Schlicks aus Anlage 5 [40]

	Wassergehalt w [%]	
	METHA-Schlick	Feld-Schlick
Anzahl	10.135	1.028
Minimal - Maximalwert	40,2 – 99,9	26,0 – 80,4
Mittelwert	70,7	50,7
Median	70,5	49,9

In den 2010er Jahren durchgeführte Versuche der Fremdprüfung [35] bei der Deponie Feldhofe ergaben einen Wassergehalt des METHA-Schlicks zwischen $w = 55\%$ und 80% . Der Medienwert liegt hiernach bei 66% .

Die nach LAGA-Eignungsbeurteilung /6/ für den Einbau zulässige Wassergehaltsspanne beträgt $w = 50\%$ bis 90% . Der Mittelwert wird mit 68% angegeben.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.4.8 Wasserdurchlässigkeit

An 2 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k zu $1,95 \times 10^{-10}$ m/s und $3,96 \times 10^{-10}$ m/s bestimmt.

Die Wasserdurchlässigkeiten gemäß [40] ergeben sich wie folgt:

Tabelle 74: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten der Schlicke (Schnelltests) aus Anlage 3 [40]

	Schnelltests				
	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [m/s]				
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick	HIP/MKFP-Schlick	METHA/Feld-Schlick
Anzahl	1.132	223	1.064	541	56
Minimal - Maximalwert	ca. $3,2\text{E-}09$ – ca. $1,2\text{E-}10$	ca. $2,2\text{E-}09$ – ca. $3,2\text{E-}10$	ca. $6,0\text{E-}09$ – ca. $1,7\text{E-}10$	ca. $2,9\text{E-}09$ – ca. $2,0\text{E-}10$	ca. $2,9\text{E-}09$ – ca. $3,5\text{E-}10$
Mittelwert	$1,1\text{E-}9$	$1,1\text{E-}9$	$6,5\text{E-}10$	$9,2\text{E-}10$	$6,7\text{E-}10$
Median	$1,1\text{E-}9$	$9,9\text{E-}10$	$5,8\text{E-}10$	$8,7\text{E-}10$	$6,0\text{E-}10$

Tabelle 75: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten der Schlicke (Langläufer) aus Anlage 3 [40]

	Langläufer				
	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [m/s]				
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick	HIP/MKFP-Schlick	METHA/Feld-Schlick
Anzahl	142	2	140	57	8
Minimal - Maximalwert	ca. $2,0\text{E-}09$ – ca. $3,5\text{E-}11$	ca. $9,5\text{E-}10$ – ca. $2,2\text{E-}10$	ca. $8,0\text{E-}10$ – ca. $3,5\text{E-}11$	ca. $1,1\text{E-}09$ – ca. $2,0\text{E-}11$	ca. $7,0\text{E-}10$ – ca. $1,6\text{E-}10$
Mittelwert	$5,8\text{E-}10$	-	$3,9\text{E-}10$	$3,7\text{E-}10$	$3,7\text{E-}10$
Median	$6,0\text{E-}10$	-	$3,7\text{E-}10$	$2,4\text{E-}10$	$3,1\text{E-}10$

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Eine grundsätzliche Beschreibung der Wasserdurchlässigkeit k von METHA-Schlick im gesättigten Zustand ist in der LAGA-Eignungsbeurteilung dargestellt /6/. Hiernach wird das harmonische Mittel mit $6,4 \times 10^{-10}$ m/s angegeben.

5.4.9 Scherfestigkeit

An 3 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde die undrained Scherfestigkeit c_u mittels Flügelscherversuch im Labor und mittels Taschenpenetrometer ermittelt. Zudem wurden an 9 ungestörten Bodenproben die effektiven Scherparameter φ' und c' mittels direktem Scherversuch bestimmt. Teilweise werden auch Angaben zum Ersatzreibungswinkel φ_E und zum Winkel der Gesamtscherfestigkeit φ_s' gemacht, die in der Tabelle in Anlage 4.1 mit aufgeführt sind.

Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 76: Ermittelte Anfangs- und Endscherfestigkeiten der Basisabdichtung aus Bohrungen

	Anfangsscherfestigkeit		Endscherfestigkeit	
	Flügelscherversuch (Labor)	Taschen- penetrometer	Direkter Scherversuch (effekt. Scherparameter)	
	c_{fv} [kN/m ²]	c_{fv} [kN/m ²]	φ' [°]	c' [kN/m ²]
Anzahl	3	3	9	9
Minimal - Maximalwert	34,0 – 40,0	44,0 – 84,0	12,4 – 43,9	18,5 – 56,7
Mittelwert	-	-	27,5	34,1
Median	-	-	25,5	29,3

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Die Anfangsscherfestigkeiten gemäß [40] stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 77: Ermittelte Anfangsscherfestigkeiten der Schlicke (Handflügelsonde) Anlage 3 [40]

	Anfangsscherfestigkeit				
	Flügelverscherversuch (Hand) c_{fv} bzw. τ_{HFS} [kN/m ²]				
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick	HIP/MKFP-Schlick	METHA/Feld-Schlick
Anzahl	9.018	161	8.034	3.787	392
Minimal - Maximalwert	ca. 29 – ca. 87	ca. 30 – ca. 47	ca. 26 – ca. 128	ca. 32 – ca. 72	ca. 30 – ca. 88
Mittelwert	40	38	48	39	39
Median	37	38	43	36	35

Tabelle 78: Ermittelte Anfangsscherfestigkeiten der Schlicke aus Anlage 3 (Laborflügelsonde) [40]

	Anfangsscherfestigkeit				
	Flügelverscherversuch (Labor) c_{fv} bzw. τ_{FS} [kN/m ²]				
	HIP-Schlick	MKFP-Schlick	Feld-Schlick	HIP/MKFP-Schlick	METHA/Feld-Schlick
Anzahl	129	3	114	54	6
Minimal - Maximalwert	ca. 15,5 – ca. 47	ca. 18 – ca. 20	ca. 17 – ca. 80	ca. 16 – ca. 38	ca. 18 – ca. 32
Mittelwert	22	-	32	22	23
Median	20,7	-	27	20,7	21,5

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 79: Ermittelte Anfangsscherfestigkeiten des METHA-Schlicks aus Anlage 5 [40]

	Anfangsscherfestigkeit	
	Flügelscherversuch (Labor) c_{fv} bzw. τ_{fs} [kN/m ²]	
	METHA-Schlick	Feld-Schlick
Anzahl	5.022	97
Minimal - Maximalwert	3,6 – 64,9	17,2 – 73,1
Mittelwert	38,8	31,0
Median	37,9	27,2

Weitere Werte zu den undrännierten Scherfestigkeiten wurden aus den Versuchsergebnissen der Fremdprüfung mittels Flügelsonden unter Ansatz eines Korrekturfaktors μ abgeleitet [35]. Auf Datengrundlage von 57 Monatsmittelwerten aus den Jahren 2006 - 2013 für die Deponien Francop und Feldhofe ergab die Auswertung für das 5%-Quantil der Flügelsondenscherfestigkeit einen Wert von $c_{fv} = 16 \text{ kN/m}^2$.

Ausgehend von der Flügelsondenscherfestigkeit von $c_{fv} = 16 \text{ kN/m}^2$ (5%-Quantil) und einem Korrekturfaktor von $\mu = 0,72$ ergab sich ein Wert für die charakteristische undrännierte Scherfestigkeit des METHA-Schlicks von $c_u \approx 11,5 \text{ N/m}^2$.

5.4.10 Kompressionsversuche

Bei der Verwendung von Baggergut als Dichtungsmaterial wurde hinsichtlich des Steifemoduls bisher nicht zwischen METHA-Schlick, Feld-Schlick und Schlick-Gemischen unterschieden. Im Sinne des anforderungsgerechten Einbaus von Baggergut in der Basisabdichtung und den hiermit verbundenen Einbauanforderungen des QSP bzw. der Betriebshandbücher zur Deponie Feldhofe [37], [38] ist der Steifemodul nicht relevant. Daher liegen im Rahmen der Eigenüberwachung und Fremdprüfung zum Einbau der Basisabdichtung bei der Deponie Feldhofe keine separaten Laborversuche zum Steifemodul vor.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

Für das Baggergut in der Basisabdichtung sind nach [4] und [15] die gleichen formelmäßigen Zusammenhänge wie für Baggergut als Deponat in Kapitel 5.2.3.8 angegeben.

Konkrete Laborversuche zum Steifemodul des Baggergutes in der Basisabdichtung liegen lediglich im Rahmen der Inklinometerbohrungen vor. Hier wurden an zwei ungestörten Bodenproben Kompressionsversuche durchgeführt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 80: Ermittelte Steifemoduli an der Basisabdichtung durch Bohrungen

		Normalspannung [kN/m ²]				
		0 – 25	25 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 400
	Probenbezeichnung					
Steifemodul [MN/m ²]	I 555 - 464/15 FH- IKL-111	0,6	0,8	1,0	1,9	3,7
	I 555 - 471/15 FH-IKL-105	0,8	1,1	1,5	2,3	4,1

5.5 Profilierungseinlagerung

5.5.1 Korngrößenverteilungen

An zwei ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde die Korngrößenverteilung bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 81: Ermittelte Kornverteilung der Profilierungseinlagerung aus Bohrungen

Probenbezeichnung	Tonanteil (≤ 0,002 mm) [M.-%]	Schluffanteil (> 0,002 mm und ≤ 0,063 mm) [M.-%]	Sandanteil (> 0,063 mm) [M.-%]	Kiesanteil (≥ 2 mm) [M.-%]
I 555 - 466/15 FH-IKL-130	16,8	52,0	31,1	0,0
I 555 - 468/15 FH-IKL-141	17,7	35,5	46,7	0,1

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.5.2 Glühverlust

Der Glühverlust V_{gl} wurde an den in Tabelle 81 genannten Proben zu 7 M.-% und 9,4 M.-% bestimmt.

5.5.3 Feuchtdichte / Feuchtwichte

Die Feuchtdichte ρ wurde an den in Tabelle 81 genannten Proben zu 1,59 g/cm³ und 1,70 g/cm³ ermittelt. Die Feuchtwichten γ betragen hiernach 15,9 kN/m³ und 17,0 kN/m³.

5.5.4 Zustandsgrenzen

Zusätzlich wurden an den Tabelle 82 genannten Proben die Zustandsgrenzen ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 82: Ermittelte Zustandsgrenzen der Profilierungseinlagerung aus Bohrungen

Probenbezeichnung	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_p [%]	Konsistenzzahl I_c [-]
I 555 - 466/15 FH-IKL-130	70,1	44,4	26,6	1,0
I 555 - 468/15 FH-IKL-141	97,1	61,4	35,7	1,2

5.5.5 Wassergehalt

An den in Tabelle 81 bzw. Tabelle 82 genannten Proben wurden die Wassergehalte w zu 43,2 % und 59,9 % ermittelt.

5.5.6 Wasserdurchlässigkeit

Von den Bodenproben die der Profilierungseinlagerungsschicht zugeordnet wurden, liegen uns keine bodenmechanische Laborergebnisse in Bezug auf den Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k vor.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.5.7 Scherfestigkeit

Die effektiven Scherparameter φ' und c' wurden ebenfalls an den beiden ungestörten Bodenproben bestimmt. Angaben über den Versuchsaufbau oder zur undrained Scherfestigkeit c_u liegen nicht vor.

Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 83: Ermittelte Endscherfestigkeiten der Profilierungseinlagerung aus Bohrungen

Probenbezeichnung	Direkter Scherversuch (effekt. Scherparameter)	
	φ' [°]	c' [kN/m ²]
I 555 - 466/15 FH-IKL-130	23,4	44,8
I 555 - 468/15 FH-IKL-141	23,4	49,8

5.5.8 Kompressionsversuche

An den beiden o.g. ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurden Kompressionsversuche zur Ermittlung des Steifemoduls E_s durchgeführt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 84: Ermittelte Steifemoduli an der Profilierungseinlagerung durch Bohrungen

		Normalspannung [kN/m ²]				
		0 – 25	25 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 400
	Probenbezeichnung					
Steifemodul [(MN/m ²)]	I 555 - 466/15 FH-IKL-130	0,5	0,7	1,1	1,6	4,0
	I 555 - 468/15 FH-IKL-141	1,3	2,1	2,9	3,6	4,1

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

5.6 Teilaufhöhung

5.6.1 Korngrößenverteilungen

An einer ungestörten Bodenprobe aus den Bohrungen wurde die Korngrößenverteilung bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 85: Ermittelte Korngrößenverteilung der Teilaufhöhung aus Bohrungen

Tonanteil ($\leq 0,002$ mm) [M.- %]	Schluffanteil ($> 0,002$ mm und $\leq 0,063$ mm) [M.-%]	Sandanteil ($> 0,063$ mm) [M.-%]	Kiesanteil (≥ 2 mm) [M.-%]
15,4	55,5	28,8	0,4

5.6.2 Glühverlust

Der Glühverlust V_{gl} wurde an einer ungestörten Bodenprobe aus den Bohrungen zu 11,1 M.-% bestimmt.

5.6.3 Feuchtdichte / Feuchtwichte

An einer der ungestörten Bodenprobe aus den Bohrungen wurde die Feuchtdichte ρ zu $1,60 \text{ g/cm}^3$ bzw. die Feuchtwichte γ zu 16 kN/m^3 ermittelt.

5.6.4 Zustandsgrenzen

An einer Bodenprobe aus den Bohrungen wurden die Zustandsgrenzen ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 86: Ermittelte Zustandsgrenzen der Teilaufhöhung aus Bohrungen

Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_p [%]	Konsistenzzahl I_c [-]
102,0	62,2	39,8	1,1

5.6.5 Wassergehalt

An 2 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurden die Wassergehalte w zu 36,5 % sowie 54,4 % bestimmt.

5.6.6 Scherfestigkeit

An einer ungestörten Bodenprobe aus den Bohrungen wurden die effektiven Scherparameter φ' und c' ermittelt. Angaben über den Versuchsaufbau oder zur Anfangsscherfestigkeit bzw. über die undrained Scherfestigkeit c_u liegen nicht vor.

Das Ergebnis stellt sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 87: Ermittelte Endscherfestigkeit der Teilaufhöhung aus Bohrungen

Direkter Scherversuch (effekt. Scherparameter)	
φ' [°]	c' [kN/m ²]
29,4	41,8

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.6.7 Kompressionsversuche

An einer Bodenprobe aus den Bohrungen wurde ein Kompressionsversuch durchgeführt. Das Ergebnis stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 88: Ermittelte Steifemoduli der Teilaufhöhung aus Bohrungen

	Normalspannung [kN/m ²]				
	0 – 25	25 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 400
Steifemodul [MN/m ²]	0,7	0,6	2,3	3,5	4,3

5.7 Basale Sohldichtung

5.7.1 Korngrößenverteilungen

An 5 ungestörten Proben aus den Bohrungen wurde die Korngrößenverteilung bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 89: Ermittelte Korngrößenverteilung der basalen Sohldichtung aus Bohrungen

	Tonanteil (≤ 0,002 mm) [M.-%]	Schluffanteil (> 0,002 mm und ≤ 0,063 mm) [M.-%]	Sandanteil (> 0,063 mm) [M.-%]	Kiesanteil (≥ 2 mm) [M.-%]
Anzahl	5			
Minimal – Maximalwert	5,8– 15,0	52,5 – 72,7	19,5 – 32,5	0,2 – 1,2
Mittelwert	9,7	61,2	27,4	0,7
Median	7,8	60,9	28,8	0,7

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.7.2 Glühverlust

An 3 gestörten und 4 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Glühverlust V_{gl} bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 90: Ermittelte Glühverluste der basalen Sohldichtung aus Bohrungen

	Glühverlust V_{gl} [M.-%]
Anzahl	7
Minimal - Maximalwert	5,8 – 9,7
Mittelwert	7,6
Median	7,6

5.7.3 Korndichte

Für die Angabe einer Korndichte ρ_s wurde auf Erfahrungswerte zurückgegriffen. Die Korndichte wurde mit 2,45 g/cm³ bis 2,50 g/cm³ angegeben.

5.7.4 Feuchtdichte / Feuchtwichte

An 4 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde die Feuchtdichte ρ ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 91: Ermittelte Feuchtdichten der basalen Sohldichtung aus Bohrungen

	Feuchtdichte ρ [g/cm³]	Wichte γ [kN/m³]
Anzahl	4	
Minimal - Maximalwert	1,64 – 1,74	16,4 – 17,4
Mittelwert	-	-
Median	-	-

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.7.5 Porenzahl

An 3 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde die Porenzahl e rechnerisch abgeleitet. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 92: Ermittelte Porenzahlen der basalen Sohldichtung aus Bohrungen

	Porenzahl e [-]
Anzahl	3
Minimal - Maximalwert	0,97 – 1,36
Mittelwert	-
Median	-

5.7.6 Zustandsgrenzen

An 4 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurden die Zustandsgrenzen ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 93: Ermittelte Zustandsgrenzen der basalen Sohldichtung aus Bohrungen

	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_p [%]	Konsistenzzahl I_c [-]
Anzahl	4			
Minimal - Maximalwert	58,5 – 78,7	34,9 – 49,5	23,6 – 32,3	0,8 – 1,3
Mittelwert	71,8	43,1	28,7	0,9
Median	75,0	44,0	29,4	0,9

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.7.7 Wassergehalt

An 13 Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Wassergehalt w ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 94: Ermittelte Wassergehalte der basalen Sohldichtung aus Bohrungen

	Wassergehalt w [%]
Anzahl	13
Minimal - Maximalwert	35,0 – 60,3
Mittelwert	44,7
Median	44,1

5.7.8 Wasserdurchlässigkeit

An 3 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 95: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten der basalen Sohldichtung aus Bohrungen

	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
Anzahl	3
Minimal - Maximalwert	1,22E-10 – 3,27E-10
Mittelwert	-
Median	-

5.7.9 Scherfestigkeit

An 3 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde im Labor die Anfangsscherfestigkeit bzw. die undrained Scherfestigkeit τ_{FS} bzw. c_{fv} mittels

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Flügelscherversuch ermittelt. An 3 weiteren ungestörten Bodenproben wurde die undrained Scherfestigkeit c_{fv} ausschließlich mittels Taschenpenetrometer ermittelt.

Zudem wurden an 4 Bodenproben aus den Bohrungen die effektiven Scherparameter φ' und c' mittels direkten Scherversuchen bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 96: Ermittelte Anfangs- und Endscherfestigkeiten der basalen Sohldichtung aus Bohrungen

	Anfangsscherfestigkeit		Endscherfestigkeit	
	Flügelscherversuch (Labor)	Taschenpenetrometer	Direkter Scherversuch (effekt. Scherparameter)	
	c_{fv} [kN/m ²]	c_{fv} [kN/m ²]	φ' [°]	c' [kN/m ²]
Anzahl	3		4	
Minimal - Maximalwert	46,0 – 62,0	81,0 – 128,0	21,4 – 34,4	22,4 – 109,4
Mittelwert	56,3	104,3	27,2	51,5
Median	61,0	105,0	26,5	37,1

Teilweise werden auch ein Ersatzreibungswinkel φ_E und ein Winkel der Gesamtscherfestigkeit φ_s' angegeben, die in der Tabelle in Anlage 4.1 mit aufgeführt sind.

5.7.10 Kompressionsversuche

An einer ungestörten Bodenprobe aus den Bohrungen wurde ein Kompressionsversuch durchgeführt. Das Ergebnis stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 97: Ermittelte Steifemoduli der basalen Sohldichtung durch Bohrungen

	Normalspannung [kN/m ²]				
	0 – 25	25 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 400
Steifemodul [MN/m ²]	1,1	1,0	1,1	2,2	7,1

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.8 Altspülfeld

5.8.1 Korngrößenverteilung

An 17 ungestörten Proben aus den Bohrungen wurde die Korngrößenverteilung bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 98: Ermittelte Kornverteilung am Altspülfeld aus Bohrungen

	Tonanteil ($\leq 0,002$ mm) [M.-%]	Schluffanteil ($> 0,002$ mm und $\leq 0,063$ mm) [M.-%]	Sandanteil ($> 0,063$ mm) [M.-%]	Kiesanteil (≥ 2 mm) [M.-%]
Anzahl	17			
Minimal - Maximalwert	2,0 – 41,2	3,0 – 88,0	4,0 – 39,0	2,2 – 2,2
Mittelwert	18,6	53,9	14,5	2,2
Median	13,5	65,0	12,7	2,2

5.8.2 Glühverlust

An 2 gestörten und 8 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Glühverlust V_{gl} bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 99: Ermittelte Glühverluste am Altspülfeld aus Bohrungen

	Glühverlust V_{gl} [M.-%]
Anzahl	10
Minimal - Maximalwert	3,1 – 22,6
Mittelwert	16,5
Median	17,6

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

5.8.3 Korndichte

Von 66 ungestörten Bodenproben wurde die Korndichte ρ_s angegeben, die laut Versuchsangaben überwiegend von der Kornwichte abgeleitet wurde. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 100: Ermittelte Korndichten am Altspülfeld aus Bohrungen

	Korndichte ρ_s [g/cm ³]
Anzahl	66
Minimal – Maximalwert	2,13 – 2,65 *
Mittelwert	2,49
Median	2,51

* abgeleitet aus Kornwichte

5.8.4 Feuchtdichte

An 17 ungestörten und 5 gestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde die Feuchtdichte ρ ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 101: Ermittelte Feuchtdichten am Altspülfeld aus Bohrungen

	Feuchtdichte ρ [g/cm ³]	Wichte γ [kN/m ³]
Anzahl	22	
Minimal - Maximalwert	1,15 – 1,88	11,5 – 18,8
Mittelwert	1,52	15,2
Median	1,57	15,7

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.8.5 Zustandsgrenzen

An einer Bodenprobe aus den Bohrungen wurden die Zustandsgrenzen ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 102: Ermittelte Zustandsgrenzen am Altspülfeld aus Bohrungen

Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_p [%]	Konsistenzzahl I_c [-]
137,4	92,8	44,6	0,4

5.8.6 Wassergehalt

An 489 gestörten und 36 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Wassergehalt w ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 103: Ermittelte Wassergehalte am Altspülfeld aus Bohrungen

	Wassergehalt w [%]
Anzahl	525
Minimal - Maximalwert	11,0 – 260,4
Mittelwert	95,9
Median	89,6

5.8.7 Wasserdurchlässigkeit

An 3 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 104: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten am Altspülfeld aus Bohrungen

	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [%]
Anzahl	3
Minimal - Maximalwert	1,22E-10 – 3,27E-10
Mittelwert	-
Median	-

5.8.8 Scherfestigkeit

An 12 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde die undrained Scherfestigkeit c_u mittels Flügelscherversuch im Labor (Laborflügel) ermittelt.

Zudem wurden an einer ungestörten Bodenprobe aus den Bohrungen die effektiven Scherparameter φ' und c' mittels direktem Scherversuch sowie mittels Triaxialversuch bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 105: Ermittelte Anfangs- und Endscherfestigkeiten am Altspülfeld durch Bohrungen

	Anfangsscherfestigkeit	Endscherfestigkeit			
	Flügelscherversuch (Labor)	Direkter Scherversuch (effekt. Scherparameter)		Triaxialversuch (effekt. Scherparameter)	
	c_{fv} bzw. τ_{HFS} [kN/m ²]	φ' [°]	c' [kN/m ²]	φ' [°]	c' [kN/m ²]
	12	1			
Minimal - Maximalwert	0,7 – 11,5	40,0	12,9	13,0	22,0
Mittelwert	4,0	-	-	-	-
Median	1,8	-	-	-	-

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.8.9 Kompressionsversuche

An einer ungestörten Bodenprobe aus den Bohrungen wurde ein Kompressionsversuch durchgeführt. Das Ergebnis stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 106: Ermittelter Steifemodul am Altspülfeld durch Bohrungen

	Normalspannung [kN/m ²]				
	0 – 25	25 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 400
Steifemodul [MN/m ²]	0,6	0,6	0,7	0,9	1,9

5.9 Holozäne Weichschichten

5.9.1 Korngrößenverteilung

An 18 ungestörten Proben aus den Bohrungen wurde die Korngrößenverteilung bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 107: Ermittelte Kornverteilung der holozänen Weichschichten aus Bohrungen

	Tonanteil (≤ 0,002 mm) [M.-%]	Schluffanteil (> 0,002 mm und ≤ 0,063 mm) [M.-%]	Sandanteil (> 0,063 mm) [M.-%]	Kiesanteil (≥ 2 mm) [M.-%]
Anzahl	18			
Minimal - Maximalwert	25,0 – 60,0	3,0 – 62,3	0,8 – 37,6	0,0 – 9,1
Mittelwert	41,0	39,4	6,9	3,7
Median	39,5	41,8	2,4	1,9

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.9.2 Glühverlust

An 22 gestörten und 17 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Glühverlust V_{gl} bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 108: Ermittelte Glühverluste der holozänen Weichschichten aus Bohrungen

	Glühverlust V_{gl} [M.-%]
Anzahl	39
Minimal - Maximalwert	5,1 – 36,8
Mittelwert	16,8
Median	17,4

5.9.3 Korndichte

Für 56 gestörten und 10 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde die Korndichte ρ_s angegeben, die laut Versuchsangaben überwiegend von der Kornwichte γ_s abgeleitet wurde. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 109: Ermittelte Korndichten der holozänen Weichschichten aus Bohrungen

	Korndichte ρ_s [g/cm³]
Anzahl	66
Minimal - Maximalwert	2,13 – 2,65 *
Mittelwert	2,49
Median	2,51

* abgeleitet von der Kornwichte

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.9.4 Feuchtdichte / Feuchtwichte

An 20 ungestörten und 2 gestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde die Feuchtdichte ρ ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 110: Ermittelte Feuchtdichten der holozänen Weichschichten aus Bohrungen

	Feuchtdichte ρ [g/cm ³]	Wichte γ [kN/m ³]
Anzahl	22	
Minimal - Maximalwert	1,15 – 1,88	11,5 – 18,8
Mittelwert	1,52	15,2
Median	1,57	15,7

5.9.5 Porenzahl

An 6 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde die Porenzahl e rechnerisch abgeleitet. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 111: Ermittelte Porenzahlen der holozänen Weichschichten aus Bohrungen

	Porenzahl e [-]
Anzahl	6
Minimal - Maximalwert	1,07 – 1,53
Mittelwert	1,31
Median	1,32

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.9.6 Zustandsgrenzen

An 4 Proben aus den Bohrungen wurden die Zustandsgrenzen ermittelt. Davon wurde nur an einer Probe die Plastizitätszahl I_p und die Konsistenzzahl I_c angegeben. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 112: Ermittelte Zustandsgrenzen der holozänen Weichschichten aus Bohrungen

	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_p [%]	Konsistenzzahl I_c [-]
Anzahl	4			
Minimal - Maximalwert	91,0 – 178,5	31,0 – 99,0	79,5 *	0,9 *
Mittelwert	-	-	-	-
Median	-	-	-	-

* Nur an einer Probe angegeben

5.9.7 Wassergehalt

An 222 gestörten und 75 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Wassergehalt w ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 113: Ermittelte Wassergehalte der holozänen Weichschichten aus Bohrungen

	Wassergehalt w [%]
Anzahl	297
Minimal - Maximalwert	14,0 – 247,0
Mittelwert	83,4
Median	67,6

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

5.9.8 Wasserdurchlässigkeit

An 14 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 114: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten an holozänen Weichschichten aus Bohrungen

	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
Anzahl	14
Minimal - Maximalwert	2,40E-11 – 5,30E-10
Mittelwert	1,68E-10
Median	7,95E-10

5.9.9 Scherfestigkeit

An 12 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde die undrained Scherfestigkeit c_u mittels Flügelscherversuch im Labor ermittelt. An einer ungestörten Bodenprobe wurde die undrained Scherfestigkeit c_u mittels Taschenpenetrometer ermittelt.

Zudem wurden an 7 ungestörten Bodenproben die effektiven Scherparameter φ' und c' mittels direkter Scherversuche bestimmt. An weiteren 10 Bodenproben wurden die effektiven Scherparameter φ' und c' mittels Triaxialversuch ermittelt.

Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

Tabelle 115: Ermittelte Anfangs- und Endscherfestigkeiten der holozän. Weichschichten aus Bohrungen

	Anfangsscherfestigkeit		Endscherfestigkeit			
	Flügelscherversuch (Labor)	Taschen-pene-trometer	Direkter Scherversuch (effekt. Scherparameter)		Triaxialversuch (effekt. Scherparameter)	
	c_{fv} [kN/m ²]		φ' [°]	c' [kN/m ²]	φ' [°]	c' [kN/m ²]
Anzahl	12	1	7		10	
Minimal - Maximalwert	24,9 – 58,6	38	15,2 – 33,0	20,0 – 45,4	11,0 – 32,5	5,0 – 35,0
Mittelwert	41,5	-	24,5	30,5	18,1	18,4
Median	40,2	-	24,0	28,9	16,5	16,5

5.9.10 Kompressionsversuche

An insgesamt 17 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurden Kompressionsversuche zur Ermittlung des Steifemoduls E_s durchgeführt.

Bei der überwiegenden Anzahl der Versuche erfolgte zwar eine Lastaufbringung bis 400 kN/m², teilweise wurden jedoch nur Steifemoduli bis Auflasten von 200 kN/m² sowie für Lastzunahmen von lediglich 50 kN/m² angegeben. Dies betrifft insgesamt 12 Proben. Aufgrund der teilweise verschiedentlichen Lastbereiche sind die Einzelwerte und Ergebnisse der an den holozänen Weichschichten durchgeführten Kompressionsversuche nur in der Tabelle in Anlage 4.2 dargestellt. Eine zusätzliche Angabe eines Mittelwertes sowie des Medianwertes entfällt.

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

5.10 Holozäne Sande

5.10.1 Korngrößenverteilung

An 9 ungestörten Proben aus den Bohrungen wurde die Korngrößenverteilung bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 116: Ermittelte Kornverteilung der holozänen Sande aus Bohrungen

	Tonanteil ($\leq 0,002$ mm) [M.-%]	Feinkornanteil ($\leq 0,063$ mm) [M.-%]	Sandanteil ($> 0,063$ mm) [M.-%]	Kiesanteil (≥ 2 mm) [M.-%]
Anzahl	9			
Minimal - Maximalwert	0,0	0,0 – 8,3	91,7 – 99,7	0,3 – 5,6
Mittelwert	-	1,2	98,0	2,3
Median	-	0,5	99,4	1,1

5.10.2 Wassergehalt

An einer gestörten und 2 ungestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Wassergehalt w ermittelt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 117: Ermittelte Wassergehalte der holozänen Sande aus Bohrungen

	Wassergehalt w [%]
Anzahl	3
Minimal - Maximalwert	10,0 – 22,3
Mittelwert	-
Median	-

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung **Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer** **Untersuchungsbericht**

5.10.3 Wasserdurchlässigkeit

An 3 gestörten Bodenproben aus den Bohrungen wurde der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k bestimmt. Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 118: Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten der holozänen Sande aus Bohrungen

	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
Anzahl	3
Minimal - Maximalwert	2,9E-04 – 5,4E-04
Mittelwert	-
Median	-

5.11 DB-Ablagerungen

Von den 876 vorliegenden Bodenproben aus den Bohrungen konnten den sog. DB-Ablagerungen (aus Bodenumlagerungen im Zusammenhang mit dem Gleisanlagenbau der Deutschen Bahn nördlich der Deponie) insgesamt 5 gestörte Bodenproben zugeordnet werden. Hierbei handelt es sich um Auffüllungsmaterialien bzw. Mischböden aus bindigen und sandigen Anteilen. An dem Auffüllungsmaterial wurden ausschließlich die Wassergehalte w ermittelt.

Die Ergebnisse stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

Tabelle 119: Ermittelte Wassergehalte der DB-Ablagerungen aus Bohrungen

	Wassergehalt w [%]
Anzahl	876
Minimal - Maximalwert	13,0 – 45,8
Mittelwert	23,1
Median	16,6

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung

Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht

Weitere Untersuchungen und Kennwerte zu den DB-Ablagerungen liegen mit der Technischen Planung aus dem Jahr 1994 [15] vor. An drei Proben wurde die Korngrößenverteilung bestimmt. Bei den untersuchten Proben handelt es sich um schluffige Fein- und Mittelsande mit einem Feinkornanteil (Korndurchmesser $\leq 0,063$ mm) von 18 M.-%, 21 M.-% und 22 M.-%. Der Kiesanteil lag bei 1 M.-% (2 Stück) und 2 M.-%.

An jeder der drei Bodenproben wurden weiterhin ein zweiaxialer Scherversuch durchgeführt und die Wichten ermittelt. Hierbei wurden folgende (Labor-)Scherparameter und Wichten ermittelt:

- Probe 1: $\varphi' = 35^\circ$ $c' = 25 \text{ kN/m}^2$ $\gamma' \approx 19,8 \text{ kN/m}^3$
- Probe 2: $\varphi' = 36^\circ$ $c' = 30 \text{ kN/m}^2$ $\gamma' \approx 19,9 \text{ kN/m}^3$
- Probe 3: $\varphi' = 35^\circ$ $c' = 20 \text{ kN/m}^2$ $\gamma' \approx 21,3 \text{ kN/m}^3$

5.12 Randdambereich

Von den 876 vorliegenden Bodenproben aus den Bohrungen konnte lediglich eine gestörte Bodenprobe dem ausgeräumten Randdambereich zugeordnet werden. Hierbei handelt es sich um Auffüllungsmaterial aus Sand, das zur Profilierung der nördlichen und östlichen Randbereiche eingebaut wurde [15]. An dem Auffüllungsmaterial wurden die Korngrößenverteilung sowie die Wasserdurchlässigkeit k ermittelt.

Hiernach weist die untersuchte Auffüllung einen Sandanteil von 65,6 M.-%, einen Kiesanteil von 34,0 M.-% und einen Schluffanteil von 0,4 M.-% auf. Tonanteile wurden nicht festgestellt. Die Wasserdurchlässigkeit k wurde zu $6,5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ermittelt.

5.13 Weitere Bohrungen

Es liegen weitere Unterlagen zu Bodenproben und zugehörigen bodenmechanischen Laborversuchen vor, welche jedoch im Rahmen der Zuordnung der einzelnen Bohrungen und Schichten nicht eindeutig zugeordnet werden konnten.

**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht**

Daher werden diese Bodenproben nicht weiter berücksichtigt. Die Lage der zugehörigen Bohrungen wurde jedoch in den Lageplan in Anlage 1 mit aufgenommen.

6 Grundwassermonitoring sowie chemische Analysen Grundwasser und Deponat

Mit der Planfeststellung aus dem Jahr 2001 [1] werden etwaige Umweltauswirkungen aus dem laufenden Deponiebetrieb überwacht und dokumentiert. Die Überwachung erfolgt in Form eines Monitoringprogramms. Hierbei werden zum einen die Grundwasserstände im Ober- und Unterstrom der Deponie an 15 Grundwassermessstellen 14-tägig gemessen und durch Datensammler kontinuierlich erfasst.

Zum anderen wird der Grundwasserchemismus sowohl jährlich (Frühjahr oder Herbst) als auch teilweise in einem dreijährigen Turnus überwacht. Die zu untersuchenden organischen- und anorganischen Parameter sind in einem Messumfang A (jährlich) und Messumfang B (dreijährig) festgelegt. Sofern sich bei diesen Untersuchungen auffällige Parameter ergeben, werden weitere Untersuchungen, sog. Sonderuntersuchungen durchgeführt.

Nach der Reinigung der im Deponiebereich anfallenden Wasser in einer Teichkläranlage im Süden des Deponiegeländes (TEKLA), werden die unbelasteten Wasser, sofern alle Einleitwerte eingehalten werden, mittels Pumpwerk in den Holzhafen eingeleitet.

Das zur Entsorgung in der Deponie vorgesehene Material wird hinsichtlich der Einhaltung der gemäß Planfeststellungsbeschluss zugelassenen Schadstoffgehalte überprüft. Die vorliegenden und dokumentierten Ergebnisse sind in den Jahresberichten der Hamburg Port Authority (AöR) zusammengefasst (vgl. [34]) und werden hier nicht weiter erläutert.

**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht**

Bearbeiter:



Bremen, im September 2024

Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht

7 Literaturverzeichnis

- /1/ Bund: DepV
Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts, „Verordnung über Deponien und Langzeitlager“ (Deponieverordnung – DepV) vom 27. April 2009; BGBl. I, Nr. 22, S. 900, geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 27. September 2017, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

- /2/ Frei und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, Kartenserver: <https://geoportal-hamburg.de/Geoportal/geo-online/>, Abrufdatum: 05. und 06. März 2019

- /3/ DIN 4020:2010-12, Geotechnische Untersuchung für bautechnische Zwecke – ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2; DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

- /4/ DIN EN 1997-1:2014-03, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik -Teil 1: Allgemeine Regeln; DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

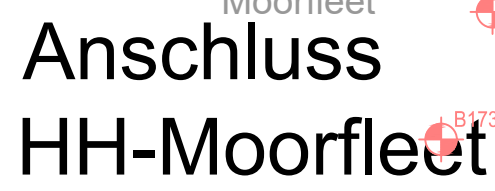
- /5/ DIN EN 1997-2:2010-10, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik -Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes; DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

- /6/ Eignungsbeurteilung von METHA-Material zur Herstellung von mineralischen Dichtungen in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien; Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) Ad-hoc-AG „Deponietechnische Vollzugsfragen“, 16.06.2008.

**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht**

Anlage 1

Lageplan der Sondieransatzpunkte



A 25

7390

Runge

Bestandsgelände mit Topographie und infrastrukturellen Einrichtungen
(Stand 12/2016 und 2017 sowie Betriebsflächen 02/2019)

Höhhenlinien Bestandsgelände m. ü. NN

Oberflächierung mit Angabe des Gefälles

Wasser unbelastet (Grabensystem Moorfeet)

Wasser ggf. belastet (Grabensystem Deponie Feldhofe)

Antizipationen

Grundstücksgrenze der HPA im Bereich der Deponiefläche

Grenze der Aufschüttung gemäß Bebauungsplan Muffel 9/ Billwerd
(Feststellungsdatum 05.06.1998)

Spütschacht Basisdrainage

Revisionsschächte Basis- und Subdrainage

Verbindungsschächte Basale Solidrdrainage (VZS existiert nicht)

Verbindungsschächte Astpfeifdrainage

Zentraltschacht

Vertikalbauwerke zur Gassfassung (Gassfassung oberhalb der KDB)

Zentrales Verteilerbauwerke zur Gassfassung Ebene 3 (oberhalb der KDB)

Gassanschub (Gasenebe 4, oberhalb der KDB)

Vertikalbauwerke zur Gassfassung (Gassfassung unterhalb der KDB)

Vertikalbauwerke zur Gassfassung unterhalb der KDB
(Gassfassung aus Basisdrainage und Profilierungskörper) Redundanz z

Grundwasserseismelle HPA

Sondierung mit bodenmechanischen Laborversuch

Ausführungsjahr	Art der Bohrung	Anzahl der Bohrung	Quelle
2023	TB	14	Sonderuntersuchung im Zusammenhang mit Stauwasserbildungen auf der Deponie Feldhöhe (Fichtner Water & Transportation GmbH, Hamburg, Dez. 2022 und Jan. 2023)
2019	INK	8	Untersuchungen an Dichtungsschicht der Deponie Feldhöhe – Ergebnisse bodenmechanischer Laborversuche an im Zuge von Inklinometerbohrungen in 2019 entnommenen Bodenproben (Fichtner Water & Transportation GmbH, Hamburg, Juni 2020)
2015	INK	6	Deponie Feldhöhe, Bodenmechanische Laborversuche (Uremt Breiten, 20.02.20)
1999	RKS	56	Baugrundbericht und Laborergiebisse Schlackendeckelung Feldhöhe, Randliches Entwässerungssystem / Betriebsfläche (Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dürkhop, Hamburg, 30.06.1999)
1993	TB	16	Baugrundbericht Schlackagerstätte Feldhöhe (Arbeitsgemeinschaft Schlicketechnik, Hamburg, 09.1994)
1993	RKS	14	Baugrundbericht Schlackagerstätte Feldhöhe (Arbeitsgemeinschaft Schlicketechnik, Hamburg, 09.1994)
16, 1, 1992	INK	7	Schlackagerstätte Feldhöhe, Installation der Verformungsmessstellen im Frühjahr und Sommer 1992 (G.E.O. Monitoring Umweltversch., Baubewachungsgesellschaft m.b.H. Hamburg, 11.1992) (Anmerkung: bereits zurückgebogen)
			1. Bericht zum Spülfeldhöhe Feldhöhe, Ergebnisse bodenmechanischer Laboruntersuchungen an ausgewählten Proben (Universität Hannover (GfE), 17.09.1992)
			1. Versuchsbericht Schlackagerstätte Feldhöhe – Inklinometerbohrungen (Enders und Dürkhop, Hamburg, 25.09.1995)
1985	RKS	9	Bericht Spülfeldhöhe; hier Laborbericht über Aufschlußarbeiten im Februar 1985 (Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dürkhop, Hamburg, 19.08.1985)
1985	TB	14	Bericht Spülfeldhöhe; hier Laborbericht über Aufschlußarbeiten im Februar 1985 (Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dürkhop, Hamburg, 19.08.1985)
1983-1984	RKS	34	Stellungnahme zum Trocknungsverhalten der Trocknungsfelder 3c, 3d, 3e (Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dürkhop, Hamburg, 13.12.1984)
1984	RKS	25	Spültes Feldhöhe Trocknungsfelder 2a-b-c, Zusammenfassende Darstellung der 1984 durchgeführten Untersuchungsfläche und Laborversuche Bohrungen und der dazugehörigen Laborergebnisse (Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dürkhop, Hamburg, 25.01.1985)
1984	RKS	67	Spültes Feldhöhe Entnimmschloß, Zusammenfassende Darstellung der 1984 abgeteuften Bohrungen und der dazugehörigen Laborergebnisse (Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dürkhop, Hamburg, 16.01.1985)
1975	RKS	10	3. Bericht zum Spültes Feldhöhe – Weiterer Baugrundaufschluß (Ing.-Büro Prof. Dr.-Ing. Karl Steinfeld, Hamburg, 24.08.1976)

Ausführungs- jahr	Art der Bohrung	Anzahl der Bohrungen	Quelle
2019-2007	INK	8	Plan "4561x067-Inklinometer 2019.dwg" überreicht durch die HPA am 24.01.2020.
2015	INK	3	Schildepoiese (Hafde, HPA - SD Feldhohe) Bohrprofile- Inklinometerausbau (Wilhelm Sotau, GmbH, 06.07.2015)
1999	RKS	57	Schildepoiese Feldhohe Baugrundbericht und Laboreingebnisse, Randliches Entwässerungssystem / Betriebsfläche (Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dührkop, Hamburg, 30.06.1999)
1998	RKS	8	Schlichtighe Feldhohe: Zusätzliche Baugrundaufschlüsse im Bereich der Altbohrungen B53 (Arbeitsgemeinschaft Schlichtechnik, Hamburg, 05.1998)
1985	TB	12	Statusdarstellung Geologie für die Spülfelder Ellerhof, Feldhohe, Moorburg-Mitte und Moorburg-Ost (Frei und Hanestadt Hamburg Geologisches Landesamt, Hamburg, 31.05.1988)
1985	RKS	9	Bericht Spülfeld Feldhohe, hier Laborbereich über Aufschlußarbeiten im Februar 1985 (Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dührkop, Hamburg, 18.08.1985)
1984	RKS	28	Spülfelds Entschlammungskanal, Zusammenfassende Darstellung der 1984 abgetragenen Bohrungen und der dazugehörigen Laboreingebnisse (Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Enders und Dipl.-Ing. Heinz Dührkop, Hamburg, 16.01.1985)
1975	BB	5	Lageplan, Schichter-Verzeichnisse und z.T. Bohrprofile der sog. Brunnenumbohrungen FHP1 und FHP2 (Anf. für Siron und Industrie)
1975	TB	4	3. Bericht zum Spülfeld Feldhohe - weitere Baugrundaufschlüsse (Ing.- Büro Prof. Dr.-Ing. Karl Steinfield, Hamburg, 24.08.1976)
1974	RKS	33	3. Bericht zum Spülfeld Südost-Ost-West-Strasse, Einfluß der Verwallung auf die vorhandenen Geiselstein (Ing.- Büro Prof. Dr.-Ing. Karl Steinfield, Hamburg, 07.01.1976)

metabothrung, TB = Trockenbohrung, RKS = Rammkernsondierung, BB = Brunnenumbohrung

[illegible]

Prüfvermerke:	10,31
---------------	-------

Auftragnehmer / Planverfasser / ausführende Firma: Umtec / Prof. Biener / Sasse / Konertz Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB Hafenwende 7 28357 Bremen Tel.-Nr.: 0421 / 20759 - 0	Gezeichnet: [Redacted] 02.09.24
	Bearbeitet: [Redacted] 02.09.24
	Geprüft: [Redacted] 02.09.24

	Hamburg Port Authority A.ö.R. Landside Treatment and Disposal / Baggergutentsorgung Neuer Wandrahm 4 20457 Hamburg	Hamburg, den (Name und Unterschrift) Bauherr
---	---	--

Bauwerk / Baumaßnahme:	Kapazitätserweiterung Baggergutmonodeponie Feldhofs
Planart:	Geotechnische Beratungsleistung
Bauteil:	Deponiebauwerk
Darstellung:	Lageplan Sondieransatzpunkte

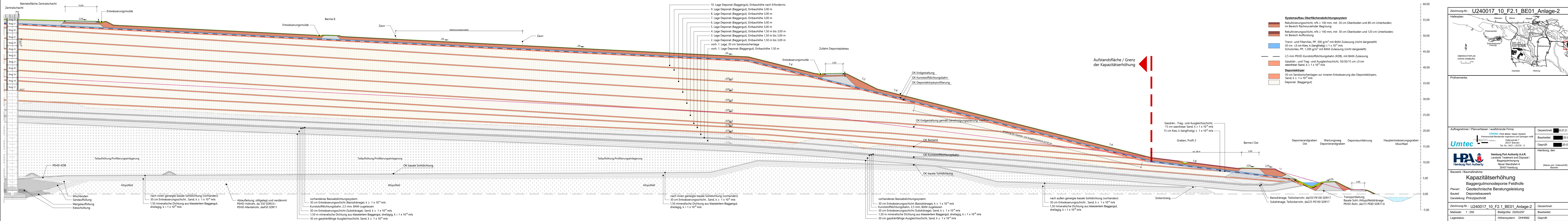
Zeichnung-Nr.: U240017_10_F2.1_BE01_Anlage-1		Gezeichnet:
Maßstab: 1 : 2.000	Blattgröße: A0	Bearbeitet:
Lagestatus: 320	Höhensystem: DHHN85	Geprüft:

\\24h\U240017_10_Feldhoefe_Geotechnik\04_Plane\2AD\04_Feldhoefe_2.1\Geotechnischer Bericht Teil WU240017_10_F2.1_BE01_Anlage-1.dwg

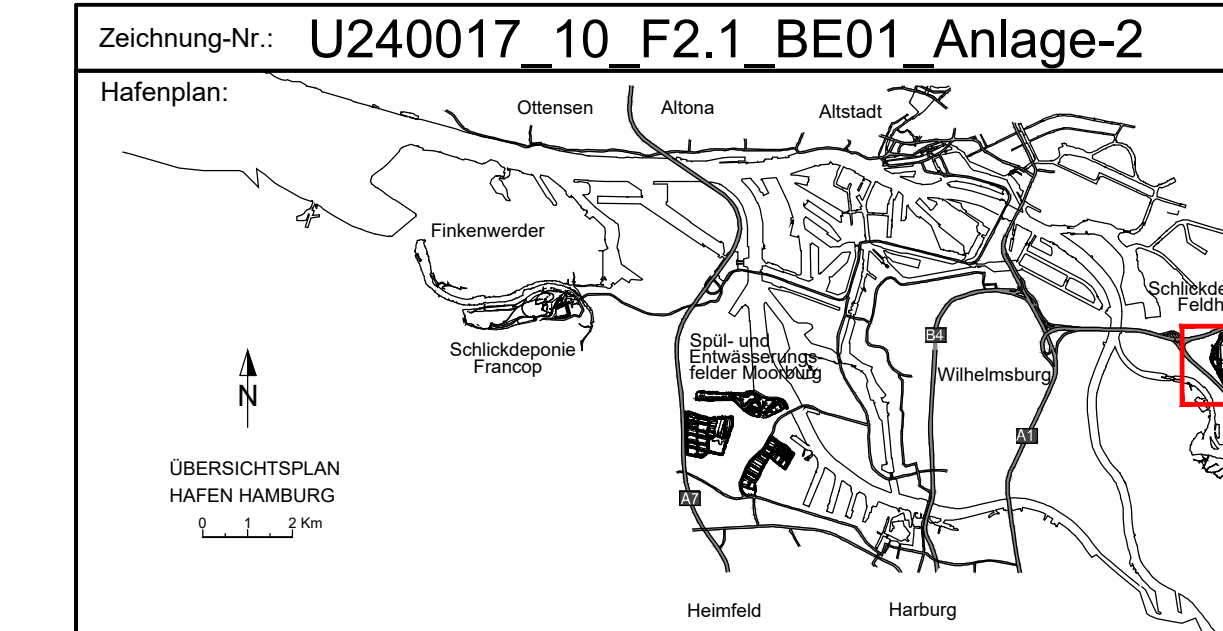
**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht**

Anlage 2

**Prinzipschnitt durch den geplanten Deponiekörper im südöstlichen
Deponiebereich**



- Systemaufbau Oberflächenabdichtungssystem**
- Rekultivierungsschicht, nFK ≥ 140 mm, mit 20 cm Oberboden und 80 cm Unterboden; im Bereich flachwurzelnznder Begrüung
 - Rekultivierungsschicht, nFK ≥ 140 mm, mit 30 cm Oberboden und 120 cm Unterboden; im Bereich Aufforstung
 - Trenn- und Filtervlies, PP, 300 g/m² mit BAM-Zulassung (nicht dargestellt)
 - 30 cm ± 3 cm Kies, k (langfristig) $\geq 1 \times 10^{-2}$ m/s
 - Schutzvlies, PP, 1.200 g/m² mit BAM-Zulassung (nicht dargestellt)
 - 2,5 mm PEHD-Kunststoffdichtungsbahn (KDB), mit BAM-Zulassung
 - Gasdrän-, und Trag- und Ausgleichsschicht, 50/30/15 cm ± 3 cm steinfreier Sand, k $\geq 1 \times 10^{-4}$ m/s
- Deponiekörper**
- 30 cm Sandzwischenlagen zur inneren Entwässerung des Deponiekörpers, Sand, k $\geq 1 \times 10^{-4}$ m/s
 - Deponat (Baggergut)



Prüfvermerke:

Auftragnehmer / Planverfasser / ausführende Firma:		Gezeichnet: 20.07.21
Umttec Prof. Biener Sasse Konertz Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB Hafenwerde 7 28357 Bremen Tel.-Nr. 0421 / 20759 - 0		Bearbeitet: 20.07.21
Hamburg, den		Geprüft: 20.07.21
Hamburg Port Authority A.ö.R. Landside Treatment and Disposal / Baggergutentsorgung Neuer Wanddamm 4 20457 Hamburg		(Name und Unterschrift) Bauherr

Bauwerk / Baumaßnahme:		Gezeichnet:
Kapazitätserhöhung Baggergutmonodeponie Feldhofe		Bearbeitet:
Planart:		Geprüft:
Bauteil:		
Darstellung: Prinzipschnitt		
Zeichnung-Nr.: U240017_10_F2.1_BE01_Anlage-2		Gezeichnet:
Maßstab: 1 : 250	Blattgröße: 2020x297	Bearbeitet:
Lagestatus:	Höhensystem: DHHN92	Geprüft:

**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht**

Anlage 3

Darstellung der zeitlichen Entwicklung des Deponiestandortes Feldhofe

Maßnahme	Anfang	Ende	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021												
Spülfelder Feldhofe	1976	1989																																																					
Herrichtung der Spülfelder 1 - 4 (Höhenniveau ca. ± 0,0 mNN)	1976	1976																																																					
Bespülung Entmischungsfeld 1	1976	1989																																																					
Bespülung Spülfelder 1, 2, 3, 4	1980	1989																																																					
Umbau der Spülfelder 2 und 3 zu Trocknungs- und Entwässerungsfelder	1983	1983																																																					
Ende Bespülung aller Spülfelder (Auf Höhenniveau ca. + 5 mNN)	1989	1989																																																					
Schlickhügel Feldhofe	1993	2004																																																					
Teilaufhöhung + 14 mNN	1993	1999																																																					
Baurechtliche Genehmigung nach § 62 HBauO ^{*1)} zur Teilaufhöhung + 14 mNN inkl. Basale Sohldichtung	1993	1993																																																					
Bau der nach innen geneigten basalen Sohldichtung	1993	1997																																																					
Einlagerung Teilaufhöhung	1993	1999																																																					
Bau der nach außen geneigten basalen Sohldichtung	2000	2004																																																					
Geplante Endgestaltungshöhe + 38 mNN	1996	1998																																																					
Vorplanung und Antrag auf Zustimmung nach § 62 HBauO ^{*1)}	1996	1997																																																					
Baurechtliche Genehmigung nach § 62 HBauO ^{*1)} zur Endgestaltungshöhe + 38 mNN inkl. Profilierungseinlagerung und Basisabdichtung	1998	1998																																																					
Schlickdeponie Feldhofe	1999	2026^{*4)}																																																					
Geplante Endgestaltungshöhe + 38 mNN	1999	2026																																																					
Antrag auf Planfeststellung nach § 31 Abs. 2 KrW-/AbfG	1999	1999																																																					
Planfeststellungsbeschluss zur Endgestaltungshöhe + 38 mNN ^{*2)} inkl. Profilierungseinlagerung und Basisabdichtung	2001	2001																																																					
Ergänzung zum Planfeststellungsbeschluss ^{*2)} nach Inkrafttreten der Deponieverordnung (DepV)	2003	2003																																																					
Antrag auf Erteilung einer Plangenehmigung zum Umbau des Zentralschachtes und Optimierung der Einlagerungsschichten ^{*3)}	2018	2018																																																					
Plangenehmigungsbescheid zum Umbau des Zentralschachtes und Optimierung der Einlagerungsschichten ^{*3)}	2019	2019																																																					
Profilierungseinlagerung	1999	2009																																																					
Bau der Basisdichtung	2004	2021																																																					
Baggerguteinlagerung	2010	2026 ^{*4)}																																																					
Baggergutmonodeponie Feldhofe -Kapazitätserhöhung-	2021	2065^{*4)}																																																					
Antrag auf Planfeststellung zur Kapazitätserhöhung der Baggergutmonodeponie Feldhofe mit einer Endgestaltungshöhe von + 56 mNN	2021	2065 ^{*4)}																																																					

^{*1)} gemäß Baugenehmigungsverfahren mit Konzentrationswirkung nach § 62 HBauO

^{*2)} gemäß Planfeststellung nach § 31 Abs. 2 KrW-/AbfG

^{*3)} gemäß Planfeststellung nach § 35 Abs. 3 KrW-/AbfG

^{*4)} geplantes Einlagerungsende / vsl. erreichen der Endgestaltungshöhe

Entwurfs- und Genehmigungsphase

**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht**

Anlage 4.1

Zusammenstellung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Schicht	Aufschlusssbezeichnung	Ausbaubezeichnung	Ablagerungsgut	Probenbezeichnung	Jahr der Bohrung / Probenahme	Art der Probenahme		Entnahmetiefe m unter GOK		Entnahmetiefe mNN / mNHN		Bohrlochentiefe m unter GOK	Bohrlochentiefe mNN / mNHN	Bodenart	Wasser-gehalt	Porenzahl	Dichten / Wichten				Zustandsgrenzen				Glüh-verlust	Korngrößenverteilung				Wasser-durch-lässigkeit	Scherversuch (Direkter Scherversuch)			Scherversuch (Triaxialversuch)			undräßierte Scherfestigkeit						
						gestört	ungestört	von	bis	von	bis				w	e	ρs	ρd	ρ	γ	wL	wp	Ip	Ic	V90	Tonanteil	Schluffanteil	Sandanteil	Kiesanteil	k- Wert	Bruchwert Reibungswinkel	Gleitwert Reibungswinkel	Bruchwert Kohäsion	Gleitwert Kohäsion	Bruchwert Reibungswinkel	Bruchwert Kohäsion	Reibungswinkel über Spannungspfade	Kohäsion über Spannungspfade	Flügelscher-versuch (Labor)	Flügelscher-versuch (Feld)	Taschen-penetrometer		
																																										[%]	[-]
						gestört	ungestört	von	bis	von	bis				[%] <td>[-]<td>[t/m³]</td><td>[t/m³]</td><td>[t/m³]</td><td>[kN/m³]</td><td>[%]</td><td>[%]</td><td>[%]</td><td>[-]</td><td>[%]</td><td>[M.-%]</td><td>[M.-%]</td><td>[M.-%]</td><td>[M.-%]</td><td>[m/s]</td><td>φ°</td><td>φ°</td><td>c°</td><td>c°</td><td>φ°</td><td>c°</td><td>φ°</td><td>c°</td><td>φ°</td><td>c°</td><td>φ°</td><td>c°</td></td>	[-] <td>[t/m³]</td> <td>[t/m³]</td> <td>[t/m³]</td> <td>[kN/m³]</td> <td>[%]</td> <td>[%]</td> <td>[%]</td> <td>[-]</td> <td>[%]</td> <td>[M.-%]</td> <td>[M.-%]</td> <td>[M.-%]</td> <td>[M.-%]</td> <td>[m/s]</td> <td>φ°</td> <td>φ°</td> <td>c°</td> <td>c°</td> <td>φ°</td> <td>c°</td> <td>φ°</td> <td>c°</td> <td>φ°</td> <td>c°</td> <td>φ°</td> <td>c°</td>	[t/m³]	[t/m³]	[t/m³]	[kN/m³]	[%]	[%]	[%]	[-]	[%]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[m/s]	φ°	φ°	c°	c°	φ°	c°	φ°	c°	φ°	c°	φ°	c°	
Deponat	B 1a		Baggergut	1. Baggergutschicht / UP1	2022/23	x		1,90	2,15	11,20	10,95	2,85	10,25	S, u*, t'	27,4						43	30,7	12,3	0,81		7,5	37,5	53,7	1,3										82,1				
	B 1b		Baggergut	1. Baggergutschicht / UP1	2022/23		x	1,85	2,10	11,25	11,00	2,80	10,30	S, u*, t'																													
	B 2a		Baggergut	3. Baggergutschicht / UP1	2022/23	x		0,70	0,95	23,47	23,22	6,05	18,12	U, fs, ms'	45,4											4,7	58,9	36,4	-											82,1			
	B 2b		Baggergut	3. Baggergutschicht / UP2	2022/23		x	1,60	1,85	22,57	22,32	6,05	18,12	U, fs, ms'																													
	B 2a		Baggergut	2. Baggergutschicht / UP3	2022/23	x		2,55	2,80	21,62	21,37	6,05	18,12	U, fs, t', ms'	41,3						72,6	50,5	22,1	1,36		7,7	62	30,3	-											85,2			
	B 2b		Baggergut	2. Baggergutschicht / UP4	2022/23		x	3,05	3,30	21,12	20,87	6,05	18,12	U, fs, t', ms'																													
	B 2b		Baggergut	1. Baggergutschicht / UP6	2022/23		x	5,10	5,35	19,07	18,82	6,05	18,12	U, fs, t', ms'																													
	B 2a		Baggergut	1. Baggergutschicht / UP6	2022/23	x		5,30	5,55	18,87	18,62	6,05	18,12	U, fs, t', ms'	44,3						73,7	50,9	22,8	1,23		11,8	61,5	26,7	-											103,2			
	B 3a		Baggergut	1. Baggergutschicht / UP1	2022/23	x		2,30	2,55	10,81	10,56	3,15	9,96	U, fs, t', ms'	46,1											10,2	52,2	36,2	1,4												41,9		
	B 3b		Baggergut	1. Baggergutschicht / UP1	2022/23		x	2,15	2,40	10,96	10,71	3,00	10,11	U, fs, t', ms'																													
	B 4a		Baggergut	2. Baggergutschicht / UP1	2022/23	x		2,30	2,55	21,29	21,04	5,50	18,09	U, fs, ms, t', gs'	26,0						52	37,3	14,7	1,38		7,2	40,2	51,7	0,9												170,5		
	B 4b		Baggergut	2. Baggergutschicht / UP3	2022/23		x	3,25	3,50	20,34	20,09	3,50	20,09	U, fs, ms, t', gs'																													
	B 5a		Baggergut	2. Baggergutschicht / UP2	2022/23	x		4,05	4,30	21,32	21,07	6,45	18,92	U, fs, ms, gs'	34,8						61,7	43,5	18,1	1,16		2,1	45,9	51,2	0,9												85,5		
	B 5a		Baggergut	1. Baggergutschicht / UP4	2022/23	x		6,20	6,45	19,17	18,92	6,45	18,92	U, fs	51,0											4,1	74,5	21,4	-												85,1		
	B 5b		Baggergut	2. Baggergutschicht / UP2	2022/23		x	4,20	4,45	21,17	20,92	6,50	18,87	U, fs, ms, gs'																													
	B 5b		Baggergut	1. Baggergutschicht / UP4	2022/23		x	6,25	6,50	19,12	18,87	6,50	18,87	U, fs																													
	B 6a		Baggergut	1. Baggergutschicht / UP3	2022/23	x		3,65	3,90	24,35	24,10	5,40	22,60	U, fs, t', ms'	39,5						60,9	47	13,8	1,43		9	58,7	32,2	0,1												101,3		
	B 6b		Baggergut	1. Baggergutschicht / UP3	2022/23		x	3,60	3,85	24,40	24,15	4,50	23,50	U, fs, t', ms'																													
	B 7a		Baggergut	2. Baggergutschicht / UP3	2022/23	x		2,60	2,85	21,46	21,21	5,45	18,61	U, fs*, t', ms'	36,4											5,8	47,6	46,2	0,3												91,6		
	B 7b		Baggergut	2. Baggergutschicht / UP2	2022/23		x	2,50	2,75	21,56	21,31	5,40	18,66	U, fs*, t', ms'																													
Basisdichtung	0/649	INK 536	Baggergut	UP1	2019		x		1,80		3,49	15,50	-10,21	U, t', fs', o'	42,3	1,30	2,50		1,55	15,50						10,2	76,4	11,9	1,4		31,2			23,4						37,0			
	0/649	INK 536	Baggergut	GP4	2019	x		2,00	3,00	3,29	2,29			U, fs, t', o'	35,5																												
	0/650	INK 537	Baggergut	GP 3	2019	x		2,10	3,30	4,57	3,37	15,50	-8,83	U, fs, t', ms', o'	30,3									4,3																			
	0/650	INK 537	Baggergut	UP 1	2019		x		2,80	4,17	3,87			U, fs, t', ms', o'	33,7	0,85	2,50		1,80	18,00												43,9			20,0								
	0/652	INK 541	Baggergut	GP 5	2019	x		3,00	3,50	2,35	1,85	15,50	-10,15	U, fs', t', o	67,7																												
	0/653	INK 542	Baggergut	GP 4	2019	x		2,40	3,40	5,36	4,36	17,00	-9,24	U, fs'-fs, t', ms', o	54,7									9,8																			
	0/653	INK 542	Baggergut	UP 1	2019		x		3,30		4,46			U, fs, ms', o	63,6	1,63	2,50		1,57	15,70						2,3	78,8	18,9				30,6			29,3								
	0/655	INK 563	Baggergut	GP 3	2019	x		1,40	2,40	3,41	2,41	15,50	-10,69	U, fs', t', o	41,4																												
	0/655	INK 563	Baggergut	UP 1	2019		x		2,40		2,41			U, t', fs', o	49,8	1,22	2,50		1,70	17,00						6,8	75,8	16,6	0,7		12,4			50,1									
	0/656	INK 564	Baggergut	UP 1	2019		x		3,00		3,41	15,50	-9,09	U, fs', o	52,1	1,34	2,50		1,63	16,30	79,4	46,0	33,4	0,7	7,7	17,6	69,6	11,4	1,3	1,95E-10									40,0		44,0		
	0/656	INK 564	Baggergut	UP 2	2019		x		3,30		3,11			U, fs', t', o																											84,0		
	0/656	INK 564	Baggergut	GP 5	2019	x		3,00	3,50	3,41	2,91	15,50	-10,45	U, fs', t', o	54,1										8,9																		
	0/658	INK 568	Baggergut	UP 1	2019		x		2,30		2,75			U, t', fs', o	56,8	1,53	2,50		1,56	15,60	85,3	46,3	38,9	0,7	8,5	13,4	72,1	14,4		3,96E-10								34,0		53,0			
	0/658	INK 568	Baggergut	UP 2	2019		x		2,80		2,25	15,50	-10,45	U, fs', t', o	58,5																	24,7			18,5								
	0/658	INK 568	Baggergut	GP 3	2019	x		2,50	3,50	2,55	1,55			U, fs', t', o	62,1										9,7																		
	0/659	INK 569	Baggergut	GP 4	2019	x		2,40	3,60	4,72	3,52	15,50	-8,38	U, fs', t', o	53,4										8,6																		
	0/659	INK 569	Baggergut	UP 1	2019		x		3,30		3,82			U, fs, o'	58,0												2,5	75,8	21,6	0,0				29,0			26,5						

k. a.: Keine Angaben vorhanden.
n. a.: Nicht auswertbar. Höhenangaben bezogen auf mNN / mNHN liegen nicht vor.

n. a.: Nicht auswertbar. Höhenangaben bezogen auf mNN / mNHN liegen nicht vor.

k. a.: Keine Angaben vorhanden.
n. a.: Nicht auswertbar. Höhenangaben bezogen auf mNN / mNHN liegen nicht vor.

k. a.: Keine Angaben vorhanden.
n. a.: Nicht auswertbar. Höhenangaben bezogen auf mNN / mNHN liegen nicht vor.

k. a.: Keine Angaben vorhanden.
n. a.: Nicht auswertbar. Höhenangaben bezogen auf mNN / mNHN liegen nicht vor.

[illegible]

k. a.: Keine Angaben vorhanden.
n. a.: Nicht auswertbar. Höhenangaben bezogen auf mNN / mNHN liegen nicht vor.

[illegible]

n. a.: Nicht auswertbar. Höhenangaben bezogen auf mNN / mNHN liegen nicht vor.

n. a.: Nicht auswertbar. Höhenangaben bezogen auf mNN / mNHN liegen nicht vor.

n. a.: Nicht auswertbar. Höhenangaben bezogen auf mNN / mNHN liegen nicht vor.

k. a.: Keine Angaben vorhanden.
n. a.: Nicht auswertbar. Höhenangaben bezogen auf mNN / mNHN liegen nicht vor.

n. a.: Nicht auswertbar. Höhenangaben bezogen auf mNN / mNHN liegen nicht vor.

n. a.: Nicht auswertbar. Höhenangaben bezogen auf mNN / mNHN liegen nicht vor.

**Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung
Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer
Untersuchungsbericht**

Anlage 4.2

Zusammenstellung der Ergebnisse der Kompressionsversuche

Anlage 4.2: Zusammenstellung der Kompressionsversuche

Schicht	Aufschlussbezeichnung	Ausbaubezeichnung	Ablagerungsgut	Probenbezeichnung	Jahr der Bohrung / Probenahme	Entnahmetiefe m unter GOK		Entnahmetiefe mNN / mNNH		Bohrlochendtiefe m unter GOK	Bohrlochendtiefe mNN / mNNH	Bodenart	Kompressionsversuch			
													Laststufe		ermittelter Steifemodul	Bemerkungen
						von	bis	E _s								
						von	bis	von	bis				[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	
holozäne Weichschichten	BI 17	I 517	Klei	UP 3	1992		5,00		-3,66	20,00	-18,66	U, t*, fs'	50	100	1,40	untersuchter Lastbereich 0 - 500 kN/m ²
												100	150	1,40		
													150	200	1,90	
	BI 21	I 521	Klei	UP	1992		14,00		-3,56	31,50	-21,06	U, t*, s'	50	100	2,90	untersuchter Lastbereich 0 - 500 kN/m ²
												100	150	2,50		
												150	200	3,00		
	BI6	I 506	Klei (Kl, h*)	32200	1992		1,00		-0,95	17,00	-15,95	U, t*, fs', h*	25	50	0,38	
												50	100	0,49		
												100	200	0,83		
	BI6	I 506	Klei (Kl, h*)	32201	1992		2,00		-1,95			U, t*, fs', h*	25	50	0,41	
												50	100	0,68		
												100	200	1,01		
	BI15	I 515	Klei (Kl, h*)	32202	1992		2,50		-1,82	17,00	-15,32	T, u*, fs', h	25	50	0,30	
												50	100	0,44		
												100	200	0,65		
	BI15	I 515	Klei (Kl, h)	32203	1992		3,30		-2,62			T, u*, fs', h	50	100	0,80	
												100	200	1,27		
												200	400	1,89		
	BI22	I 522	Klei (Kl, h*)	32204	1992		3,30		-1,30	20,00	-18,00	T, u*, h*	50	100	0,72	
												100	200	1,07		
												200	400	1,47		
	BI22	I 522	Klei (Kl, h*)	32205	1992		4,00		-2,00			T, u*, h*	50	100	0,54	
												100	200	0,96		
												200	400	1,55		
	BI22	I 522	Klei (Kl, h)	32206	1992		5,10		-3,10			U, t*, fs', h*	50	100	0,92	
												100	200	1,59		
												200	400	2,46		