



Verformungsberechnungen / Setzungsprognose für die Deponieabschnitte DK 0 und DK I

Deponie Albstadt – Schönbuch

Ausbau und Betrieb einer DK I, DK 0 und Restverfüllung der DK -0,5 Deponie

Vorhabensträger:

Landkreis Zollernalbkreis

Impressum

Antragsteller: **Landkreis Zollernalbkreis**

Hirschbergstraße 29
72336 Balingen

Auftraggeber: **Landratsamt Zollernalbkreis - Abfallwirtschaftsamt**

Hirschbergstraße 29
72336 Balingen

Auftragnehmer: **Sweco GmbH**

Sweco GmbH
Jakob-Anstatt-Straße 2
55130 Mainz

Bearbeitung: Heiko Töhne
Vanessa Schmidt

Bearbeitungszeitraum: Mai 2019
Überarbeitung Januar 2020

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	1
2	Anlagen	1
3	Vorbemerkungen	1
4	Geologie und Hydrogeologie	2
5	Berechnungsmodell und Ergebnisse	3
6	Kurzzeichen	10
7	Bewertung und Maßnahmen	10

Zeichnungsverzeichnis

Zeichnung-Nr.	Inhalt	Maßstab
Lageplan		
GP-LP-20	Lageplan mit Setzungsprognose als Isofläche	1 : 1.250
Schnitt		
GP-S-04	Längsschnitte mit Setzungsprognose	1:500

1 Grundlagen

- [1] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 1054:2010-12 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, 2010.
- [2] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 4020: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN-EN 1997-2, 2010.
- [3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 4020: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN-EN 1997-2 Beiblatt 1, 2003.
- [4] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 4019: Baugrund - Setzungsberechnungen, 2005.
- [5] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN EN 1997-1:2014-03 : Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln, 2014.
- [6] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN EN 1997-2: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundungen und Untersuchungen des Baugrunds, 2010.
- [7] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. DGGT, Empfunen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" Häfen und Wasserstraßen, 2004.
- [8] Sweco GmbH, Deponie Schönbuch, Planungsunterlagen, Mai 2019.

2 Anlagen

- [A1] Setzungsprognose: Deponie Schönbuch für die Bereiche DK 0 sowie DK 1 in tabellarischer Zusammenstellung
- [A2] Lageplan Deponie Schönbuch mit Darstellung der Berechnungsknoten sowie Setzungsprognose als Isofläche
- [A3] Schnitte Deponie Schönbuch mit Darstellung der prognostizierten Setzungen

3 Vorbemerkungen

Der Landkreis Zollernalbkreis beabsichtigt zur Sicherstellung der Entsorgung von Erdaushub und mineralischen Abfällen bereits vorhandene Deponien im Kreisgebiet zu übernehmen, auszubauen und weiter zu betreiben. Die Deponie soll für die Ablagerung von Abfällen, die die Zuordnungswerte für DK 0 und DK I gemäß DepV 2017 einhalten, ausgebaut und betrieben werden. Der Ausbau und Betrieb der zu errichtenden Deponie soll entsprechend den Vorgaben der Deponieverordnung DepV erfolgen.

Im Rahmen des Planfeststellungsantrages für die Errichtung und den Betrieb des DK 0 sowie des DK 1 Bereiches der Deponie Schönbuch ist eine Verformungsberechnung als Setzungsprognose zu erstellen.

4 Geologie und Hydrogeologie

Geologisch befindet sich der Deponiestandort gemäß [8] im Süden oberflächennah auf der Festgesteinsformation der „Oberen Felskalke-FM“ mit einer Mächtigkeit von ca. 10 m bis 40 m. Im Norde des Projektgebietes befinden sich „Untere Massenkalk“ mit Mächtigkeiten von bis zu 200 m. Überlagert werden sie an dieser Stelle teilweise von quartären Verwitterungs-/ Umlagerungsbildnern. Beide Gesteinsfolgen gehören zur litologischen Einheit des Oberjuras (Weißjura).

Laut [8] gelten die „Oberen Felskalke FM“ und die „unteren Massenkalk“ als Kluft-Karstgrundwasserleiter mit einer guten Grundwassergewinnbarkeit.

5 Berechnungsmodell und Ergebnisse

Mit Hilfe von Erfahrungswerten nach [7] lassen sich aus den eingebauten Materialien und der Einbauart für die Verformungsberechnung notwendige Steifemoduln E_s (MN/m²) näherungsweise nach [4] ermitteln.

Für das flächige Rechenmodell werden folgende Ansätze getroffen:

- Die Unterkante des Berechnungssystems liegt zwischen ca. 907 müNN und 913 müNN, dieses Niveau stellt das geplante Planum vor der weiteren Verfüllung dar. Unterhalb dieses Niveaus wird aufgrund der geostatischen Vorbelastung (Auskiesung) und glazialen (eiszeitbedingte) Vorbelastung der Untergrund als praktisch frei von Verformungen angesehen.
- Der Untergrund besteht aus ab einer Tiefe von 0,20 aus Festgestein und kann zusätzliche Lasten ohne wesentliche Verformungen aufnehmen.

Auch die weitere Überhöhung über dem ursprünglichen Geländeniveau führt zu keinen weiteren signifikanten Verformungen des natürlich gelagerten Untergrundes. Hinsichtlich der Untergrundbeschaffenheit liegen vergleichsweise günstige Rahmenbedingungen zur Aufnahme von Auflasten mit vergleichsweise geringen Setzungen im Bereich der Deponieaufstandsfläche vor.

Aufgrund der geringen Mächtigkeit des geplanten Planums wurde diese Schicht in den Setzungsberechnungen vernachlässigt.

- Der Grundwasserspiegel liegt deutlich unterhalb des derzeitigen Geländeniveaus und ist somit für die Setzungen der Auffüllung vernachlässigbar.
- Die Setzungsberechnungen beruhen auf dem Modell eines elastischen, isotropen und homogenen Halbraums. Die Setzungen wurden an Rasterpunkten und der dort befindlichen Mächtigkeit des Deponats bestimmt. Die Zwischenwerte werden entsprechend interpoliert.
- Für das Basis- und das Oberflächenabdichtungssystem wird ein Raumgewicht von $\gamma = 16,5$ kN/m³ als Mittelwert angesetzt.
- Die Belastungsspannung wird nach [4] vereinfacht in Schichtmitte ($d/2$) wie folgt ermittelt:

$$\sigma_{\bar{u}} = \gamma \cdot z$$

- Die errechneten Elastizitätsmoduln wurden nach [8] mit Hilfe von empirischen Beziehungen ermittelt:

$$E_s = \nu_e \cdot \sigma_{at} \cdot \left(\frac{\sigma_{\bar{u}}}{\sigma_{at}} \right)^{w_e}$$

Der Steifemodul E_s wird meist aus dem Kompressionsversuch bei behinderter Seitendehnung ermittelt. Da im Baugrund eine Ausdehnung zur Seite gegeben ist wird für die Setzungsberechnung der Zusammendrückungsmodul E_m verwendet, der wie folgt aus dem Steifemodul E_s abgeleitet werden kann [5]:

$$E_m = \frac{E_s}{\kappa}$$

Die Belastungen der Deponieaufstandsfläche resultieren aus den Abfallablagerungen und dem Basis- und Oberflächenabdichtungssystem. Die setzungserzeugende Auflastspannung wirkt großflächig und wird sich in den jeweiligen Randbereichen nicht signifikant abmindern.

Auf Basis der Lagepläne für die Deponieaufstandsfläche und die Deponieendgestaltung fließen neben den Abfallablagerungen somit auch die Komponenten des Basis- und des Oberflächenabdichtungssystems mit ein.

Die prognostizierten Setzungen s errechnen sich nach:

$$s = 0,5 \cdot (d \cdot \sigma_{\bar{u}}) / E_m$$

- Konsolidationssetzungen und Kriechsetzungen werden nach [4] vernachlässigt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Berechnungsergebnisse für jeden betrachteten Messpunkt dargestellt:

Punkt auf der Zeichnung	OK Planum	OK Rekultivierungs- boden	Δh	Spannung in Schichtmitte σ	Es	Em	s	s
	[müNN]	[müNN]	[m]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[mm]	[cm]
1 K	912,78	912,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 J	911,08	911,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 E	902,29	902,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 D	899,65	899,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 C	897,00	897,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 L	912,67	921,47	8,81	0,07	2,15	3,22	2147,25	19,86
2 K	910,53	920,72	10,19	0,08	2,41	3,62	2413,86	23,67
2 J	908,39	919,03	10,64	0,09	2,50	3,75	2498,07	24,92
2 I	906,25	917,32	11,07	0,09	2,58	3,87	2578,66	26,14
2 H	904,11	915,61	11,50	0,09	2,66	3,99	2658,65	27,36
2 G	901,97	913,90	11,93	0,10	2,74	4,11	2738,03	28,60
2 F	899,83	911,99	12,16	0,10	2,78	4,17	2780,65	29,27
2 E	897,69	909,42	11,73	0,10	2,70	4,05	2701,36	28,02
2 D	895,55	906,85	11,30	0,09	2,62	3,93	2621,49	26,79
2 C	893,41	904,28	10,87	0,09	2,54	3,81	2541,93	25,58
2 B	891,27	896,51	5,24	0,04	1,42	2,13	1417,57	10,65
3 M	919,31	919,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 L	913,00	923,30	10,30	0,08	2,43	3,65	2434,19	23,97
3 K	910,86	928,77	17,90	0,15	3,79	5,68	3788,12	46,53
3 J	908,72	927,21	18,49	0,15	3,89	5,83	3886,85	48,36
3 I	906,58	925,54	18,95	0,16	3,97	5,95	3965,18	49,83
3 H	904,44	923,87	19,42	0,16	4,04	6,06	4043,13	51,31
3 G	902,30	922,19	19,89	0,16	4,12	6,18	4120,67	52,79
3 F	900,16	920,32	20,16	0,17	4,16	6,25	4164,98	53,65
3 E	898,02	917,70	19,68	0,16	4,09	6,13	4085,77	52,12
3 D	895,89	913,21	17,32	0,14	3,69	5,53	3689,37	44,73
3 C	893,75	906,40	12,66	0,10	2,87	4,31	2870,71	30,70
3 B	891,61	896,32	4,71	0,04	1,30	1,95	1302,24	9,38
4 M	919,45	919,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4 L	913,34	923,83	10,49	0,09	2,47	3,71	2470,95	24,51
4 K	911,20	931,29	20,09	0,17	4,15	6,23	4154,76	53,45
4 J	909,06	933,22	24,16	0,20	4,82	7,22	4815,09	66,69
4 I	906,92	932,22	25,30	0,21	5,00	7,49	4995,93	70,48
4 H	904,78	931,22	26,44	0,22	5,17	7,76	5174,58	74,29
4 G	902,64	930,21	27,57	0,23	5,35	8,03	5351,71	78,14
4 F	900,50	927,97	27,47	0,23	5,34	8,00	5335,65	77,79
4 E	898,36	920,74	22,38	0,18	4,53	6,79	4528,94	60,83
4 D	896,22	913,08	16,86	0,14	3,61	5,41	3609,85	43,29
4 C	894,08	905,47	11,39	0,09	2,64	3,96	2637,68	27,04
4 B	891,94	896,03	4,09	0,03	1,16	1,74	1163,25	7,92
5 M	919,60	919,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5 L	913,67	924,36	10,69	0,09	2,51	3,76	2507,54	25,06
5 K	911,53	931,61	20,07	0,17	4,15	6,23	4151,37	53,39
5 J	909,39	935,67	26,27	0,22	5,15	7,72	5148,84	73,74
5 I	907,25	935,56	28,31	0,23	5,46	8,20	5464,93	80,63
5 H	905,11	935,06	29,94	0,25	5,72	8,57	5716,49	86,26
5 G	902,97	934,18	31,20	0,26	5,91	8,86	5908,26	90,64
5 F	900,84	929,01	28,17	0,23	5,44	8,17	5444,28	80,18
5 E	898,70	920,66	21,97	0,18	4,46	6,69	4462,04	59,49
5 D	896,56	912,62	16,07	0,13	3,47	5,21	3474,37	40,87
5 C	894,42	904,69	10,28	0,08	2,43	3,64	2429,78	23,90








5 B	892,28	895,73	3,45	0,03	1,01	1,52	1014,65	6,45
6 M	919,74	919,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 L	914,01	924,89	10,88	0,09	2,54	3,82	2544,03	25,61
6 K	911,87	931,93	20,06	0,17	4,15	6,22	4148,52	53,33
6 J	909,73	936,92	27,19	0,22	5,29	7,94	5291,38	76,82
6 I	907,59	938,25	30,66	0,25	5,83	8,74	5826,46	88,76
6 H	905,45	938,00	32,55	0,27	6,11	9,17	6111,82	95,37
6 G	903,31	934,35	31,04	0,26	5,88	8,83	5883,75	90,08
6 F	901,17	928,92	27,75	0,23	5,38	8,07	5379,53	78,75
6 E	899,03	920,59	21,56	0,18	4,39	6,59	4394,90	58,15
6 D	896,89	912,27	15,38	0,13	3,35	5,03	3354,84	38,78
6 C	894,75	904,02	9,27	0,08	2,24	3,36	2237,63	21,13
6 B	893,23	895,59	2,36	0,02	0,75	1,12	748,36	4,09
7 M	919,88	919,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7 L	914,34	925,42	11,08	0,09	2,58	3,87	2580,39	26,16
7 K	912,20	932,24	20,04	0,17	4,15	6,22	4145,66	53,28
7 J	910,06	937,23	27,17	0,22	5,29	7,93	5288,70	76,76
7 I	907,92	939,48	31,55	0,26	5,96	8,94	5960,69	91,85
7 H	905,79	939,00	33,21	0,27	6,21	9,32	6210,94	97,69
7 G	903,65	934,30	30,66	0,25	5,83	8,74	5825,67	88,75
7 F	901,51	928,84	27,34	0,23	5,31	7,97	5314,58	77,33
7 E	899,37	920,51	21,14	0,17	4,33	6,49	4327,21	56,81
7 D	897,23	912,17	14,95	0,12	3,28	4,92	3278,90	37,47
7 C	895,09	903,83	8,75	0,07	2,14	3,20	2135,95	19,70
7 B	894,15	894,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8 M	920,02	920,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8 L	914,68	925,95	11,27	0,09	2,62	3,92	2616,59	26,71
8 K	912,54	932,56	20,02	0,17	4,14	6,21	4142,83	53,22
8 J	910,40	937,55	27,15	0,22	5,29	7,93	5286,02	76,71
8 I	908,26	940,72	32,46	0,27	6,10	9,15	6097,46	95,03
8 H	906,12	939,21	33,09	0,27	6,19	9,29	6192,85	97,27
8 G	903,98	934,25	30,27	0,25	5,77	8,65	5765,80	87,38
8 F	901,84	928,75	26,90	0,22	5,25	7,87	5247,50	75,87
8 E	899,70	920,41	20,71	0,17	4,26	6,38	4256,61	55,43
8 D	897,56	912,07	14,51	0,12	3,20	4,80	3202,51	36,17
8 C	895,42	903,73	8,31	0,07	2,05	3,08	2050,72	18,54
8 B	894,34	894,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9 M	920,16	920,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9 L	915,01	926,48	11,47	0,09	2,65	3,98	2652,70	27,27
9 K	912,87	932,88	20,00	0,17	4,14	6,21	4139,98	53,17
9 J	910,74	937,87	27,13	0,22	5,28	7,93	5283,34	76,65
9 I	908,60	941,92	33,32	0,27	6,23	9,34	6227,29	98,08
9 H	906,46	939,19	32,73	0,27	6,14	9,21	6138,55	95,99
9 G	904,32	934,19	29,87	0,25	5,71	8,56	5705,60	86,02
9 F	902,18	928,65	26,47	0,22	5,18	7,77	5179,69	74,40
9 E	900,04	920,31	20,28	0,17	4,19	6,28	4185,10	54,04
9 D	897,90	911,97	14,08	0,12	3,13	4,69	3125,64	34,88
9 C	895,76	903,64	7,88	0,07	1,96	2,95	1964,61	17,38
9 B	894,86	894,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10 M	920,31	920,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10 L	915,35	927,01	11,66	0,10	2,69	4,03	2688,70	27,83
10 K	913,21	933,28	20,07	0,17	4,15	6,23	4150,84	53,38
10 J	911,07	938,22	27,15	0,22	5,29	7,93	5285,97	76,70
10 I	908,93	942,59	33,66	0,28	6,28	9,42	6277,95	99,28
10 H	906,79	939,13	32,34	0,27	6,08	9,12	6079,31	94,61

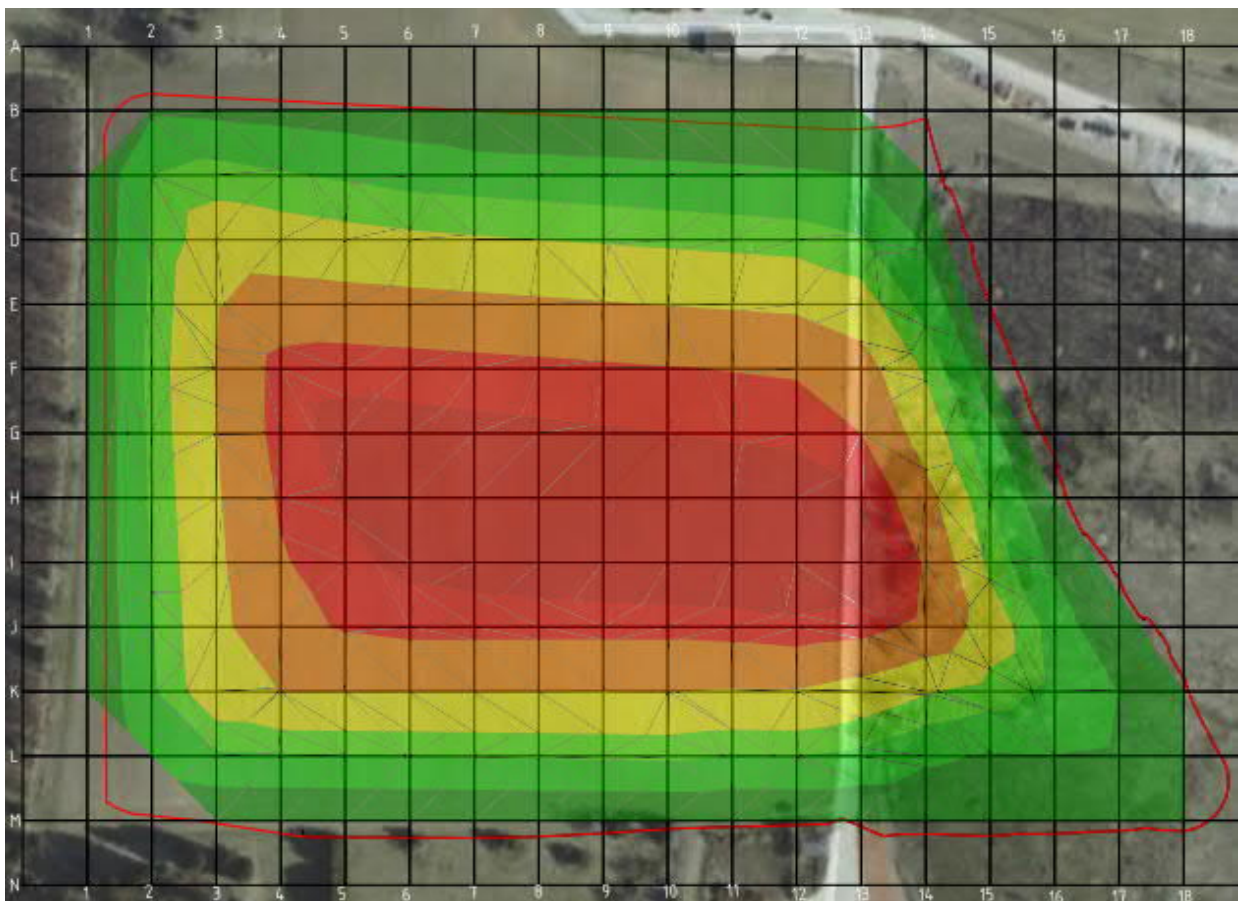
10 G	904,65	934,13	29,48	0,24	5,65	8,47	5645,26	84,66
10 F	902,51	928,55	26,04	0,21	5,11	7,67	5111,62	72,94
10 E	900,37	920,21	19,84	0,16	4,11	6,17	4113,31	52,65
10 D	898,23	911,88	13,64	0,11	3,05	4,57	3048,32	33,59
10 C	896,09	903,54	7,45	0,06	1,88	2,82	1877,53	16,24
10 B	895,15	895,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11 M	920,45	920,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11 L	915,69	926,44	10,75	0,09	2,52	3,78	2519,45	25,24
11 K	913,55	933,18	19,64	0,16	4,08	6,12	4079,14	52,00
11 J	911,41	939,02	27,61	0,23	5,36	8,04	5357,84	78,27
11 I	909,27	943,00	33,73	0,28	6,29	9,43	6288,55	99,53
11 H	907,13	939,07	31,94	0,26	6,02	9,03	6019,92	93,22
11 G	904,99	934,07	29,08	0,24	5,58	8,38	5584,74	83,30
11 F	902,85	928,45	25,60	0,21	5,04	7,57	5043,36	71,48
11 E	900,71	920,12	19,41	0,16	4,04	6,06	4041,20	51,27
11 D	898,57	911,78	13,21	0,11	2,97	4,46	2970,48	32,31
11 C	896,43	903,44	7,01	0,06	1,79	2,68	1789,45	15,11
11 B	895,45	895,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 M	920,59	920,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 L	916,02	926,96	10,94	0,09	2,55	3,83	2553,80	25,76
12 K	913,88	933,59	19,71	0,16	4,09	6,14	4090,32	52,21
12 J	911,74	940,16	28,42	0,23	5,48	8,22	5482,26	81,02
12 I	909,60	943,43	33,83	0,28	6,30	9,45	6302,76	99,87
12 H	907,46	939,01	31,55	0,26	5,96	8,94	5960,37	91,84
12 G	905,32	934,01	28,69	0,24	5,52	8,29	5524,06	81,95
12 F	903,18	928,35	25,17	0,21	4,97	7,46	4974,86	70,03
12 E	901,04	920,02	18,98	0,16	3,97	5,95	3968,76	49,90
12 D	898,90	911,68	12,78	0,11	2,89	4,34	2892,15	31,04
12 C	896,76	903,34	6,58	0,05	1,70	2,55	1700,27	13,99
12 B	895,51	895,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13 M	922,58	922,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13 L	919,39	929,15	9,76	0,08	2,33	3,50	2331,62	22,47
13 K	917,88	935,60	17,72	0,15	3,76	5,64	3757,23	45,97
13 J	914,23	941,74	27,52	0,23	5,34	8,01	5342,92	77,95
13 I	909,93	943,73	33,80	0,28	6,30	9,45	6297,90	99,75
13 H	907,79	937,66	29,87	0,25	5,71	8,56	5706,06	86,03
13 G	905,65	931,44	25,79	0,21	5,07	7,61	5072,89	72,11
13 F	903,51	925,95	22,44	0,19	4,54	6,81	4538,52	61,02
13 E	901,37	917,94	16,57	0,14	3,56	5,34	3560,09	42,40
13 D	899,23	910,53	11,30	0,09	2,62	3,93	2621,45	26,79
13 C	897,09	903,05	5,95	0,05	1,57	2,36	1570,31	12,42

13 B	894,88	894,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14 M	930,31	930,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14 L	928,79	935,74	6,95	0,06	1,78	2,66	1775,98	14,94
14 K	925,91	940,79	14,88	0,12	3,27	4,90	3266,85	37,27
14 J	920,92	945,27	24,35	0,20	4,85	7,27	4845,38	67,32
14 I	915,96	941,16	25,20	0,21	4,98	7,47	4980,26	70,15
14 H	910,63	932,63	22,00	0,18	4,47	6,70	4466,70	59,58
14 G	907,90	925,22	17,32	0,14	3,69	5,53	3689,55	44,73
14 F	905,73	919,60	13,87	0,11	3,09	4,63	3088,04	34,25
14 E	903,25	912,49	9,24	0,08	2,23	3,35	2231,30	21,04
14 D	901,66	906,80	5,14	0,04	1,40	2,09	1396,62	10,42
14 C	900,08	900,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15 M	938,44	938,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15 L	936,91	942,37	5,46	0,05	1,47	2,20	1465,37	11,20
15 K	933,26	946,21	12,95	0,11	2,92	4,38	2923,02	31,54
15 J	928,36	945,77	17,41	0,14	3,70	5,56	3704,17	45,00
15 I	923,01	936,42	13,40	0,11	3,00	4,51	3004,93	32,88
15 H	916,72	927,60	10,87	0,09	2,54	3,81	2541,95	25,58
15 G	911,68	919,32	7,64	0,06	1,92	2,88	1916,69	16,75
15 F	910,67	913,16	2,49	0,02	0,78	1,17	782,07	4,37
16 M	944,91	944,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16 L	941,95	947,84	5,89	0,05	1,56	2,33	1556,67	12,26
16 I	938,86	948,58	9,73	0,08	2,33	3,49	2325,03	22,38
16 J	933,73	942,70	8,97	0,07	2,18	3,27	2179,36	20,31
16 K	926,81	932,13	5,32	0,04	1,43	2,15	1434,70	10,85
16 H	919,64	919,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17 M	949,50	949,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17 L	946,01	951,29	5,28	0,04	1,43	2,14	1426,54	10,75
17 K	941,95	947,82	5,87	0,05	1,55	2,33	1552,67	12,21
17 J	938,83	938,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18 M	952,08	952,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18 L	949,49	952,82	3,33	0,03	0,99	1,48	986,79	6,19
18 K	944,48	944,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Die Gesamtsetzungen des Deponiekörpers lassen sich mit den oben beschriebenen Ansätzen in der Größenordnung von ca. 4 cm (aufgrund geringer Auflasten) in den Randbereichen bis etwa 100 cm im Flächenzentrum, an dieser Stelle die höchste Auflast vorhanden ist.

In dem nachfolgenden Lageplanausschnitt sind die prognostizierten Setzungen in den Berechnungsknoten sowie die Flächen gleicher prognostizierter Setzungen zusammenfassend dargestellt.

Höhentabelle [cm]			
Nummer	Min. Höhenwert	Max. Höhenwert	Farbe
1	0.000	12.420	
2	12.420	25.579	
3	25.579	36.172	
4	36.172	53.166	
5	53.166	72.114	
6	72.114	84.656	
7	84.656	99.869	



6 Kurzzeichen

γ	Wichte des Bodens [kN/m ³]
d	Schichtdicke [m]
z	Tiefe gerechnet ab Oberkante betrachteter Schicht (nach unten positiv) [m]
$\sigma_{\bar{u}}$	lotrechte effektive Spannung aus der Eigenlast des Bodens (Druckspannung positiv) [kN/m ²]
E_s	Steifemodul nach DIN 18135 [kN/m ²]
E_m	Zusammendrückungsmodul [kN/m ²]
v	Steifebeiwert [-]
w_e	empirisch gefundener Parameter [-]
κ	Korrekturbeiwert [-]
s	Setzung [m]

7 Bewertung und Maßnahmen

Die Verformungsberechnungen basieren auf Erfahrungswerten zu den eingebauten Verfüllböden sowie die bisher erfolgte Einbauart. Vor Baubeginn sind diese bodenmechanischen Annahmen durch Drucksondierungen in den Bereichen der angesetzten Messpunkte zu überprüfen. Werden vergleichbare Ergebnisse erzielt hat die Verformungsberechnung weiterhin Bestand. Weichen die bodenmechanische Kennwerte stark ab ist es notwendig eine neue Setzungsberechnung durchzuführen. Aufgrund der berücksichtigten Sicherheiten in der Verformungsberechnung als auch bei der planerischen Umsetzung der Deponieaufstandsfläche stellen größere Verformungen kein Problem oder Versagen der Dichtungskomponenten und der Sickerwasserdrainage dar.

Folgende Maßnahmen sind im weiteren Ablauf zu berücksichtigen:

- Durchführung von Drucksondierungen nach Herstellung der Deponieaufstandsfläche und Abgleich mit den Ansätzen und Ergebnissen der Verformungsberechnung. Bei signifikanten Abweichungen mit Vergrößerung der Setzungen muss der planerische Ansatz der Setzungsüberhöhung überprüft werden.
- Auf Basis der projektspezifischen Materialkennwerte und Bodenkennwerte sowie den herzustellenden Drucksondierungen nach Herstellung der Deponieaufstandsfläche wird rechtzeitig vor der Bauausführung in dem jeweiligen Bereich ein Verformungsnachweis entsprechend der GDA – Empfehlung 2-13 einschließlich des Verformungsnachweises für das maßgebende Abdichtungssystem (Basisabdichtungssystem und nach Verfüllung das Oberflächenabdichtungssystem) durchgeführt. Hierdurch sollen die Ergebnisse dieser Verformungsberechnungen weiter konkretisiert werden. Die hieraus resultierenden Ergebnisse werden in der Fortschreibung der Qualitätsmanagementpläne hinsichtlich der Materialanforderungen festgeschrieben.

- Der Baufortschritt soll für den Bereich DK I von Süden in Richtung Norden erfolgen und für den Bereich DK 0 von Norden in Richtung Süden.
- Die Überhöhung der Deponieaufstandsfläche von Osten und Westen muss nach Abschluss der Setzungen gemäß den Vorgaben der DepV mindestens gewährleisten, dass das Längsgefälle der Sickerwasserdränageleitungen mindestens 1,0 % beträgt. Das planerisch vorgegebene Längsgefälle der Sickerwasserdränageleitungen beträgt 1,5 % entsprechend einer Überhöhung von mindestens 2,5 m. Entsprechend den in der Verformungsberechnung prognostizierten Setzungen von maximal 100 cm können diese durch die Setzungsüberhöhungen mit noch verbleibender großer Sicherheit aufgenommen werden.
- Die prognostizierten Setzungen an der Deponieaufstandsfläche wurden planerisch in den Längsneigungen der Sickerwasserdränagen mitberücksichtigt. Gemäß den Vorgaben der DepV 2017 muss das Längsgefälle im Trassenbereich der Sickerwasserdränageleitungen nach Abschluss aller Setzungen mindestens 1,0 % betragen. Planerisch berücksichtigt wurde ein diesbezügliches Längsgefälle von 1,5 % für jede einzelne Sickerwasserdränageleitung. Die Sickerwasserdränageleitung im 1. Betriebsabschnitt weist eine Überhöhung von 4,15 m auf, die Überhöhung nach Abschluss der Setzungen muss hierbei mindestens 2,75 m betragen. Die hieraus resultierende zusätzliche Setzungsüberhöhung beträgt somit 1,40 m. Die maximal prognostizierten Setzungen betragen 1,00 m, somit besteht eine zusätzliche Sicherheit von etwa 0,40 m zur schadlosen Aufnahme von weiteren derzeit nicht prognostizierbaren Setzungen.
- Aufgrund der weitgehenden Homogenität der Auffüllungen und den prognostizierten Verformungen im Bereich der Deponieaufstandsfläche werden die Dehnungen ein Maß von 0,2 % nicht überschreiten. Somit kann eine verformungsbedingte Rissbildung im Bereich der technischen Barriere ausgeschlossen werden.

Für die vorgesehenen Geokunststoffe stellen diese Dehnungen keine Relevanz dar, da die BAM für die Kunststoffdichtungsbahn wesentlich größere Dehnungsvorgaben an die Zulassung definieren als für die technische Barriere maßgebend.

- Zusätzliche Maßnahmen zur Baugrundverbesserung und Beschleunigung der Konsolidierung sind im Erweiterungsbereich nicht erforderlich.
- Die Sickerwasserdränageleitungen werden im Rahmen der nach DepV vorgegebenen Überwachung jährlich mit einer Kamera befahren. Im Rahmen dieser Befahrung wird auch das Höhenprofil des jeweiligen Längsgefälles mit aufgenommen und mit den Werten der Setzungsprognose abgeglichen. Bei festgestellten signifikanten Abweichungen sind in Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde weitere Maßnahmen durchzuführen.