

Anlage 4

enthält Text und 4 Anlagen

K+ S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf

**Konzeptstudie zur Verminderung des
Sickerwasseranfalls durch Abdeckung der nördlichen
Anhydritthalde, Althalde Hattorf**

- Projekt-Nr. 16516 -

Verteiler: 1. - 5. Ausfertigung K + S KALI GmbH
6. Ausfertigung z. d. A.

Aufgestellt: Specht
Stand: Januar 2017

K+ S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf

**Konzeptstudie zur Verminderung des
Sickerwasseranfalls durch Abdeckung der nördlichen
Anhydrithalde, Althalde Hattorf**

- Projekt-Nr. 16516 -

. Ausfertigung

Stand: Januar 2017

DRUCKDATUM: 26.01.2017



Inhaltsverzeichnis

Seite:

| | |
|--|----|
| 1. Vorgang und Veranlassung | 7 |
| 2. Ausgangssituation | 8 |
| 2.1 Planung der Abdeckungen | 10 |
| 2.1.1 Anhydrithalde | 10 |
| 2.1.2 Becken IV | 11 |
| 2.1.3 Schlammbecken | 11 |
| 2.1.4 Ehemalige Kieseritaufstandsfläche | 12 |
| 3. Vorplanung Abdeckung Gesamt | 12 |
| 4. Datengrundlagen für die Berechnungen der Fracht der Anhydrithalde | 13 |
| 5. Betrachtung der Sickerwasserfracht | 18 |
| 5.1 Anhydrithalde | 18 |
| 5.1.1 Berechnung IST-Zustand | 18 |
| 5.1.2 Berechnung nach Abdeckung | 21 |
| 5.1.3 Frachtbetrachtung | 24 |
| 6. Zusammenfassung | 28 |

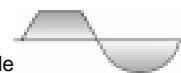
Anlagenverzeichnis

| Anlage | Bezeichnung | Maßstab |
|---------------|----------------------------------|----------------|
| 1 | Übersichtslageplan | 1:1000 |
| 2 | Lageplan Althalde Profilierung | 1:1000 |
| 3 | Lageplan Althalde Rekultivierung | 1:1000 |
| 4 | Ergebnisse HELP Simulation | |



Grundlagen

- [U0]: Lageplan Becken 4 Dammquerschnitt; 1964
Lageplan Becken 4 HA; 1964
Lageplan Fabrik Becken 4; 1964
- [U1]: 7. Betriebsplannachtrag der Vereinigten Kaliwerke Salzdetfurth AG, Werk Hattorf für das Jahr 1964; MB/Fabrik-Abwasserbeseitigung; Schlämme der Endlaugenbecken I, II und III in die ehemalige Lehmgrube auf dem Hattorfer Werks Gelände; 14.04.1964
- [U2]: Aktenvermerk zu Schlammbecken in der Lehmgrube der ehemaligen Ziegelei; Ortsbesichtigung durch das Bergamt Kassel; 04.06.1964
- [U3]: Anlage zum 7. Betriebsplannachtrag [U1], Übergabe der Schichtenverzeichnisse für die Aufschlussbohrungen im Bereich des Schlammbeckens; 03.06.1964
- [U4]: Anlage zum 7. Betriebsplannachtrag [U1], Gutachten über die Standsicherheit, 12.11.1964
- [U5]: Zulassung des 7. Betriebsplannachtrages [U1] durch das Bergamt Kassel, Geschäftsnummer 4069/64 vom 17.11.1964
- [U6]: Protokoll zur Abstimmung mit dem RP Kassel, Dez. 34 am 05.12.2012
- [U7]: Stilllegung des Schlammbeckens an der Kieserithalde Hattorf; Gutachten zur Ermittlung des Sickerwasserpotenzials der abgelagerten bergbaulichen Abfälle und des Schadstoffgehaltes des Sickerwassers in Anlehnung an Anhang 6 ABergV, Das Baugrund Institut Dipl.-Ing. Knierim GmbH, Kassel vom 26.11.2010
- [U8]: Geotechnisches Gutachten; Neubau Stapelbecken im Bereich der Althalde Werra Standort Hattorf; Das Baugrund Institut Dipl.-Ing. Knierim GmbH vom 29.06.2012 (bisher im Entwurf vorliegend)
- [U9]: Zustandsanalyse/Gefährdungsabschätzung bezüglich einer Beeinflussung des DWSG Unterbreizbach 1/43 und der Stollenfassung Glaamtal sowie der Ortslage Unterbreizbach durch Haldenwässer der ESTA-Rückstandshalde Hattorf; Fugro Consult GmbH vom 29.09.2011
- [U10]: Sonderbetriebsplan HA-29/12, DVS-Nr.: 3002707, Errichtung von Grundwassermessstellen (HGWL/SGWL) im Bereich der Althalde des Standortes Hattorf; WE-F/U-G vom 01.10.2012
- [U12]: Standsicherheitsnachweis Becken IV an der Kieserithalde Werk Werra, Standort Hattorf; Das Baugrund Institut Dipl.-Ing. Knierim GmbH vom 31.07.2008



- [U13]: 13.07.2013, K+S KALI GmbH, Sonderbetriebsplan HA-M/13
DVS-Nr. 3002759
- [U14]: 23.08.2013, Regierungspräsidium Kassel; Zulassungsbescheid Sonderbetriebsplan HA-11/13 DVS-Nr. 3002759, „Geotechnische Erkundung und Erarbeitung einer Gefährdungsabschätzung in Anlehnung an BodSchG/BBodSchV für das Becken IV im Bereich Althalde Hattorf“
- [U15]: 26.06.2013, Fugro Consult GmbH, Halde Hattorf, Beeinflussung SGWL/HGWL; 31-11-34
- [U16]: 27.08.2013 K+S KALI GmbH
Plankoordination B109/2013 HA-B111/2013 HA
- [U17]: 05.07.2013, K+S KALI GmbH, Schlammbecken Hattorf-Mengenbilanz
WE-GVI, 07/2013
- [U18]: 30.10.2013, SIG-HESSEN Ingenieure; K+S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf, Becken IV, geotechnisches Gutachten und Gefährdungsabschätzung in Anlehnung an BBodSchG / BBodSchV
- [U19]: 05.07.2013, K+S KALI GmbH, Schlammbecken Hattorf
DGM WE-GVI, 07/2013
- [U20]: 13.07.2013, K+S KALI GmbH, Sonderbetriebsplan,
HA-M/13 DVS Nr. 3002759, Geotechnische Erkundung und Erarbeitung einer Gefährdungsabschätzung in Anlehnung an BBodSchG/BBodSchV für das Becken IV im Bereich Althalde Hattorf
- [U21]: 26.11.2008, K+S KALI GmbH, Antrag Sonderbetriebsplan Nr. HA-15/08;
DVS Nr.: 3001979, zum auslaufenden Betrieb der Kieserithalde Hattorf, Werk Werra, Standort Hattorf
- [U22]: 28.09.2009, Regierungspräsidium Kassel, 34/HEF-40-11-314-4/49,
Zulassung Sonderbetriebsplan Nr. HA-15/08; DVS Nr.: 3001979
- [U23]: 30.11.2009, K+S KALI GmbH, NB3 Sonderbetriebsplan Nr. HA-15/08;
DVS Nr.: 3001979, zum auslaufenden Betrieb der Kieserithalde Hattorf, Werk Werra, Standort Hattorf
- [U24]: 04.07.2013 Ingenieurgesellschaft Nordwest mbH, Neubau Stapelbecken
Althalde, Kostenermittlung, Dokument Nr. 113394-2-0007_01_A
- [U26]: 08.01.2014, K+S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf, Konzept zur
Weiternutzung und Stilllegung des Beckens IV als Abfallentsorgungsanlage im Sinne § 22a ABergV
- [U27]: 25.02.2014, SIG-HESSEN Ingenieure; K+S KALI GmbH, Werk Werra,
Standort Hattorf Konzepterstellung für drei Varianten der Rekultivierung/Wiedernutzbarmachung von Teilbereichen der Althalde HA und Durchführung eines Variantenvergleichs



- [U28]: 18.03.2014, SIG-HESSSEN Ingenieure; K+S KALI GmbH, Werk Werra, K+S Kali GmbH, Werk Werra
Aktenvermerk Feldversuche Bereich Schlammbecken
- [U29]: 08.05.2014, SIG-HESSSEN Ingenieure; K+S KALI GmbH-Werk Werra, Standort Hattorf, Untersuchung der im Schlammbecken, im Becken IV und auf der Aufstandsfläche der zurückgebauten Kieserithalde bergbaulichen Abfälle hinsichtlich Bagger-, Transport- und Einbaufähigkeit Baugrundbeurteilung für die Aufstandsfläche der Kieserithalde
- [U30]: 17.12.2014, SIG-HESSSEN Ingenieure; K+S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf, Rekultivierung/Wiedernutzbarmachung von Teilbereichen der Althalde HA, Geotechnische Überprüfung Variante 1
- [U31]: HELM, J.& BIERWIRTH, R. (2014): Abschlussdokumentation zur Errichtung der GWM 32/2012 HA. – K+S KALI GmbH, Werk Werra, Stabsstelle Umwelt und Genehmigungen, 41 S., 10 Anlagen.
- [U32]: HELM, J.& BIERWIRTH, R. (2014): Abschlussdokumentation zur Errichtung der GWM 33/2012 HA. – K+S KALI GmbH, Werk Werra, Stabsstelle Umwelt und Genehmigungen, 35 S., 8 Anlagen.
- [U33]: HELM, J.& BIERWIRTH, R. (2014): Abschlussdokumentation zur Errichtung der GWM 34/2012 HA. – K+S KALI GmbH, Werk Werra, Stabsstelle Umwelt und Genehmigungen, 43 S., 10 Anlagen.
- [U34]: HELM, J.& BIERWIRTH, R. (2014): Abschlussdokumentation zur Errichtung der GWM 35/2012 HA. – K+S KALI GmbH, Werk Werra, Stabsstelle Umwelt und Genehmigungen, 46 S., 10 Anlagen.
- [U35]: 17.03.2015, SIG-HESSSEN Ingenieure; K+S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf; „Konzepterstellung zur Abdeckung des Schlammbeckens des Beckens IV sowie der Herrichtung eines wasserundurchlässigen Aufbaus der Aufstandsfläche der ehemaligen Kieserithalde“
- [U36]: 296/00 G10, Geotechnisches Gutachten K+S KALI GmbH, Haldenerweiterung Hattorf; Das Baugrund Institut Dipl.-Ing. Knierim GmbH, 13.02.2013
- [U37]: 03.11.2015, SIG-HESSSEN Ingenieure K+S KALI GmbH, Werk Werra, VORABZUG Standort Hattorf „Konzeptstudie zur Abdeckung des Schlammbeckens, des Beckens IV sowie der Herrichtung eines wasserundurchlässigen Aufbaus der Aufstandsfläche der ehemaligen Kieserithalde“
- [U38]: 21.11.2016, SIG-HESSSEN Ingenieure K+S KALI GmbH, Werk Werra, K + S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf, Konzeptstudie zur Gesamtabdeckung der sogenannten „Althalde“.



1. Vorgang und Veranlassung

Durch die SIG-HESEN Ingenieure wurden im Zeitraum von September 2013 bis Oktober 2013 im Bereich des Beckens IV des Werkes Werra, Standort Hattorf der K+S KALI GmbH, Untersuchungen vorgenommen, um die geotechnische Eignung des Beckens für den Weiterbetrieb bzw. die Einlagerung von bergbaulichen Abfällen im Sinne des § 22 ABergV und Anhang 6 zu überprüfen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden im Bericht der SIG-HESEN Ingenieure, vom 30.10.2013, *K+S KALI GmbH-Werk Werra, Standort Hattorf, Becken IV, geotechnisches Gutachten und Gefährdungsabschätzung in Anlehnung an BBodSchG/BBodSchV*, [U18] dokumentiert.

Zur Umgestaltung der Althalde Hattorf mit dem Ziel, den Salzaustrag in den Untergrund zu minimieren, wurden weitere Konzepte zum Umgang mit den Teilflächen Becken IV, Schlammbecken und Kieserithalde erstellt sowie ein Varianten-/Konzeptvergleich hinsichtlich der Parameterkosten, Zeit und Nutzen/Zweckmäßigkeit, Volumengewinn, bautechnischer Aufwand durchgeführt [U27]. Die technische Umsetzbarkeit wurde ebenfalls untersucht und in Teilberichten beschrieben [U28-U30].

Bis Anfang März 2015 wurde darauf basierend eine Konzeptstudie zur Abdeckung des Schlammbeckens und des Beckens IV sowie der Herrichtung eines „wasserundurchlässigen Aufbaus“ in der Aufstandsfläche der zurückgebauten Kieserithalde erarbeitet [U35].

Diese Konzeptstudie beschreibt die Machbarkeit und die Effektivität der geplanten Maßnahmen zur Reduzierung des Salzaustrages in das Grundwasser. Sie ist Teil des im März 2015 eingereichten Antrags auf die Erweiterung der ESTA-Rückstandshalde Hattorf. Die in der Konzeptstudie beschriebene Reduzierung des Salzaustrags in den Untergrund soll der Kompensation der Restinfiltration in der beantragten Haldenerweiterungsfläche dienen. Die Konzeptstudie wurde zudem am 27. August 2015 durch die K+S KALI GmbH den Vertretern des Regierungspräsidiums Kassel, Bad Hersfeld, vorgestellt.

Die SIG-HESEN Ingenieure wurden im September 2015 beauftragt, die vorliegende Konzeptstudie dahingehend zu überarbeiten, den Umfang der Infiltration von Sickerwasser aus dem Bereich der nördlichen Anhydrithalde zu erfassen, eine Abdeckung zu entwerfen und die Wasserhaushaltsbilanz des Abdichtungssystems zu prüfen.



Basierend auf diesen Daten sollte abschließend die Gesamtbilanz der Flächen erneut betrachtet werden. Mit Gutachten vom November 2015 [U37] wurde durch die SIG-HESSEN Ingenieure der Bericht zur Abdeckung der Anhydrithalde und der Berücksichtigung in der Gesamtbilanz vorgelegt.

Im August 2016 wurde im Zuge der vorschreitenden Planung und Ausschreibung für die Abdeckung des Schlammbeckens von Seiten der K+S KALI GmbH die Thematik wieder aufgegriffen und der Plan aufgestellt, die verschiedenen Abdichtungselemente der Teilbereiche der sogenannten Althalde in ein Gesamtkonzept zu integrieren.

Dieses Gesamtkonzept soll auch die mögliche Reduzierung des Salzaustrags in den Untergrund berücksichtigen, die zur Kompensation der Restinfiltration der Erweiterung der ESTA-Rückstandshalde Hattorf unter dem Aspekt der anrechenbaren Grundwassereinzugsgebiete angesetzt wird. Seitens der Genehmigungsbehörde wurde der K+S KALI GmbH mitgeteilt, dass nur abgedeckte Flächen für die Kompensation der Restinfiltration anerkannt werden,

1. die demselben Grundwasserkörper zuzurechnen sind, in der auch die Erweiterung der ESTA-Rückstandshalde liegt, und
2. für deren Umgestaltung/Sicherung keine rechtliche Verpflichtung bestehen.

Basierend auf dieser Ausgangssituation wurde durch die SIG-HESSEN Ingenieure eine Vorplanung vorgelegt, die die Gesamt-Abdeckung der Anhydrithalde beinhaltet und diese aus zwingenden bautechnischen Gründen in die Planung der Abdeckung des Becken IV integriert [U 38].

2. Ausgangssituation

In der Abbildung 1 sind die in der Konzeptstudie zur Althalde Hattorf in Betracht zu ziehenden Bereiche:

- Schlammbecken
- Nördliche Anhydrithalde
- Becken IV
- ehem. Kieseritaufstandsfläche

im gegenwärtigen Planungstand der Ingenieurgesellschaft Nordwest mbH dargestellt. Die blaue Linie wurde in den Ausschnitt des Übersichtslageplanes des *Sonderbetriebsplan* Nr. HA-06/16, DVS-Nr. 3002921: Umgestaltung der Althalde des Standortes Hattorf, Werk



Werra, 1. Teilmaßnahme: Oberflächenabdichtung Schlammbecken nach Datengrundlage der K+S KALI GmbH übernommen und markiert die Grenze der verschiedenen Grundwasserkörper.

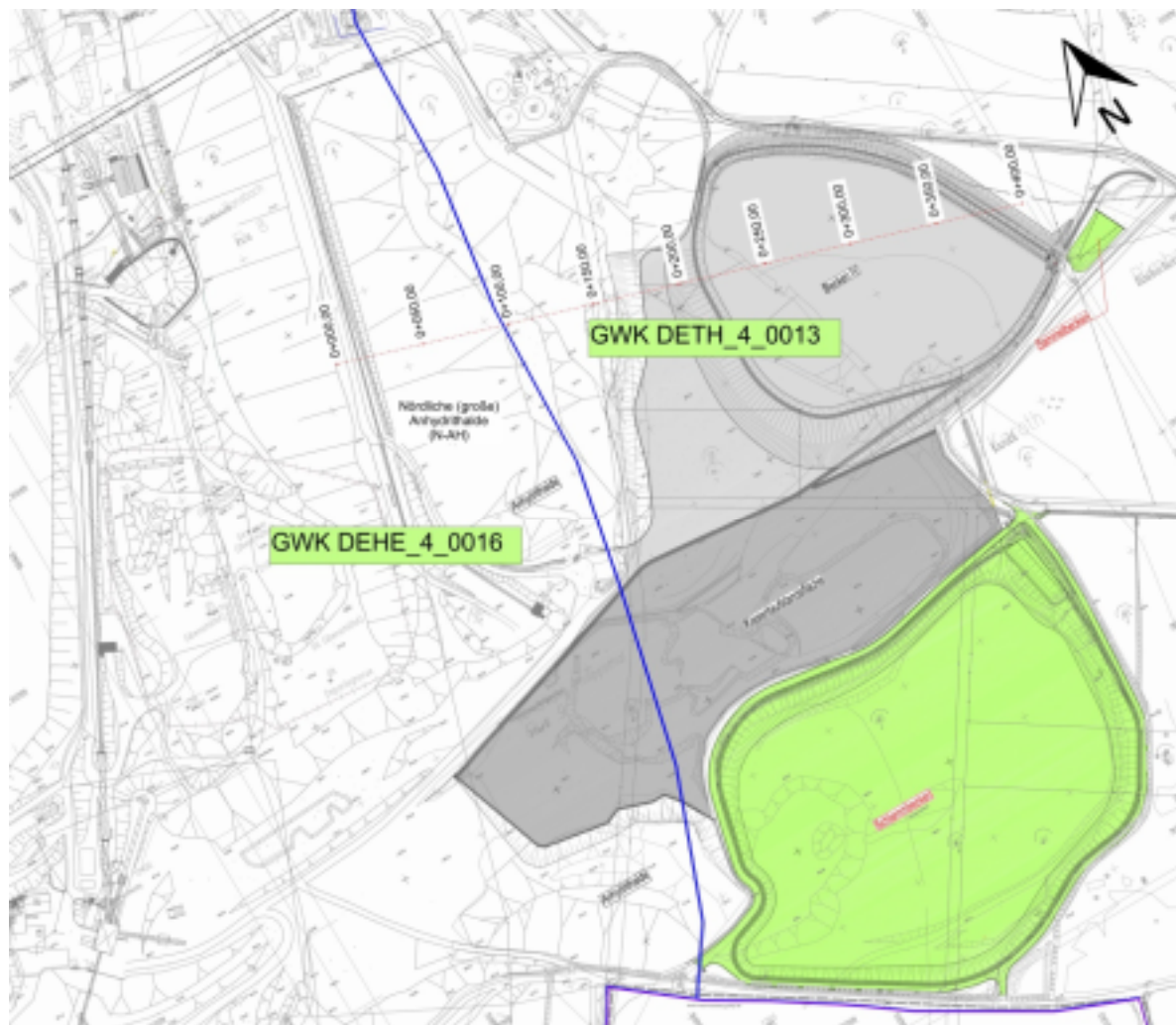


Abbildung 1: Übersicht gegenwärtiger Planungsstand Abdeckung "Althalde" und Grenze zwischen den Grundwasserkörpern GWK DEHE_4_0016 und GWK DETH_4_0013 (blaue Linie)

Für das Becken IV und das Schlammbecken ist basierend auf den durch Das Baugrundinstitut und die SIG-HESSSEN Ingenieure durchgeführten Gefährdungsbeurteilungen festgestellt worden, dass eine Sicherung zur Minimierung des Sickerwasseraustritts erfolgen muss. Diese ist in Form einer Oberflächenabdichtung vorgesehen [U35]. Die bereits durch die SIG-HESSSEN Ingenieure erfolgte Vorplanung und Berechnung wurde in der Genehmigungs- und Ausführungsplanung der Ingenieurgesellschaft Nordwest mbH weitestgehend übernommen und in wenigen Details angepasst. Die sogenannte ehemalige Kieseritaufstandsfläche soll nach der bestehenden Planung über einen längeren Zeitraum hinweg nicht überbaut und daher gesichert werden.



Der Bereich soll als logistische Reserve und Zwischenlagerfläche dienen und muss daher entsprechend dauerhaft angelegt werden. Die Kieseritaufstandsfläche ist Bestandteil der Planung, fließt aber nicht in die Betrachtungen ein, da sie nicht die Kriterien zur Kompensation erfüllt. Die sogenannte Teufhalde wurde aus den Betrachtungen vorläufig ausgeklammert (siehe Anlage 1).

Dieser Bericht fasst den Zwischenstand der Betrachtungen zur Vereinheitlichung der Oberflächenabdeckungen und -dichtungen zu einem Gesamtkonzept zusammen und gibt eine Abschätzung der Auswirkung auf die Massenbilanz der möglichen Reduzierung des Salzaustrags in den Untergrund.

2.1 Planung der Abdeckungen

2.1.1 Anhydrithalde

Für die nördliche Anhydrithalde, die gegenwärtig eine Gesamtgrundfläche von rund 38.000 m² aufweist, ist vorgesehen, die Abdeckung in Form einer Rekultivierungs- und Abdichtungsschicht vorzunehmen. Die sogenannte nördliche (große) Anhydrithalde weist von ihrer Zusammensetzung nicht nur Anhydrit (CaSO₄) und Epsomit auf (MgSO₄*7 H₂O; in feuchter Luft nimmt Kieserit Wasser auf und wandelt sich um), auch Steinsalz und Kieserit wurden hier abgelagert.

Alle Ablagerungen vor Ort weisen in unterschiedlicher Konzentration auch Salzverbindungen auf. Für den Bereich der ehemaligen Anhydrithalde ist potenziell von einer großen Eintragsfracht von Salz bzw. Anionen und Kationen in das Grundwasser auszugehen.

Die Anhydrithalde weist an der Süd- und der Westflanke sehr steile Böschungsneigungen mit bis zu 1:1,5 auf, dies entspricht dem sich natürlich einstellenden Schüttungswinkel des Materials. Der Aufbau von Boden auf einer Böschung steiler als 1:2 ist erfahrungsgemäß nicht standsicher. Da am westlichen Böschungsfuß aufgrund der sich unmittelbar anschließenden Deponie und des hier verlaufenden Abwurfbandes der Raum relativ eng bemessen ist, muss zur Verringerung der Böschungsneigung ein Abtrag auf der Westseite, ein Auftrag auf der Ostseite der Halde und die Einrichtung von Bermen vorgesehen werden (siehe Anlagen 2 und 3). In der folgenden Tabelle ist das Abdichtungssystem, wie in der Vorplanung entwickelt [U37/38], wiedergegeben. Aus Standsicherheitsgründen wurde ein zusätzliches Dränagesystem vorgesehen, um bei einer ver-



gleichsweise steilen Böschungsneigung die Ausbildung von Stauhorizonten und damit Gleitfugen zu vermeiden.

| Schicht | Aufbau [cm] | Dichtungskomponenten Oberflächenabdichtung |
|---------|----------------|--|
| 1 | 100 | Rekultivierungsschicht Schluff, lehmig, sandig, Uls, gering verdichtet, $k_f \geq 2,3E-06$ m/s |
| 2 | 50 | Rekultivierungsschicht Lehm, mittel tonig, kiesig, Lt3, stark verdichtet, $k_f \geq 3,4E-07$ m/s |
| 3 | 20 | mineralische Dränageschicht (anrechenbar 10 cm) |
| 4 | 33 | Abdeckung aus Böden $k_f \leq 1,0E-09$ m/s |

Tabelle 1: Aufbau Abdeckung Anhydritthalde

Die Problematik bei einer Abdeckung, die sich ausschließlich auf die Anhydritthalde beschränkt, besteht im Wesentlichen darin, dass Abtragsmassen in erheblicher Menge aus dem Bereich der Westflanke anfallen (ca. 180.000 m³), die vor Ort wieder eingebaut werden müssen.

2.1.2 Becken IV

Die Problematik des Überbauens des Becken IV im Hinblick auf die hier entstehenden Setzungen aufgrund der Auffüllung des Beckens IV mit Schlämmen aus der bergbaulichen Produktion des Standortes Hattorf wurde bereits eingehend diskutiert [U30]. In einer Variantenbetrachtung [U27-U29] wurde auf die geotechnischen Möglichkeiten explizit eingegangen und im Konzept der SIG-HESSSEN Ingenieure dargelegt [U35].

2.1.3 Schlammbecken

Der Aufbau wurde analog des Becken IV vorgesehen, jedoch wurde die Profilierungs- und Ausgleichsschicht mit rund 2,5 m deutlich geringmächtiger gewählt. Die geringere Mächtigkeit resultiert aus der vorhandenen günstigen Geländemorphologie, die ein Gesamtgefälle nach Osten vorgibt, woraus sich eine geringere Profilierungsmächtigkeit ergibt.



2.1.4 Ehemalige Kieseritaufstandsfläche

Für die Aufstandsfläche wurde folgender Aufbau (von oben nach unten) vorgesehen:

- 25 cm Schottertragschicht 0/32 mm Brechkorn oder vergleichbar, filterstabil
- 15 cm Entwässerungsschicht 8/32 mm
- Trenn- und Schutzvlies GRK 2-3
- 15 cm Dichtungsschicht, Boden verdichtet eingebaut $k_f < 10^{-9}$ m/s
- 30 cm Bodenverbesserung mit Secursol homogenisiertes und verdichtetes Boden-Salz-Gemisch $k_f \leq 10^{-7}$ m/s

Die Schottertragschicht dient der Sicherstellung der Befahrbarkeit und der generellen Sicherung der Fläche. Die Dränageschicht wird auf dem Planum der Dichtungsschicht bzw. dem Trennvlies aufgebracht und ist für die Abführung infiltrierenden Oberflächenwassers erforderlich. Dafür ist das Planum mit einem generellen Gefälle nach Osten mit mindestens 3 % herzustellen. In der Nordsüdachse sollte zusätzlich ein Dachprofil mit mindestens 2 % Gefälle ausgeprägt werden. In den Tiefpunkten können dann bei entsprechender hydraulischer Erfordernis Teilsickerrohre verlegt werden. Durch das Trennvlies besteht ein zusätzlicher Schutz gegen das Eindringen von Frost in die unterlagernde eigentliche Dichtungsschicht. Ein Teil der Kieseritaufstandsfläche (zwischen Anhydritthalde und Becken IV) soll ebenfalls abgedeckt und begrünt werden.

3. Vorplanung Abdeckung Gesamt

In der Besprechung am 30. August 2016 wurden die Rahmenbedingungen für eine konkretere Vorplanung festgelegt. Hierzu gehören:

- Die Oberflächenabdeckungssysteme im Becken IV und auf der Anhydritthalde sind unterschiedlich ausgelegt.
- Die Systeme sind so zu modellieren, dass sich durch die Abdeckung und Begrünung ein ausgeglichenes Landschaftsbild ergibt.
- Das verbleibende Oberflächenwasser, das die Anhydritthalde durchsickert und im östlichen Fußbereich austritt, ist durch eine Dränageleitung im Randbereich des Becken IV zu fassen, um die Systeme zu trennen.
- Die Abdeckungen Becken IV und Anhydritthalde sind baulich im Sinne einer Zwischenabdeckung zu trennen.



- Die Abdeckung der Anhydrithalde kann im Westen aus technischen Gründen nur bis auf Höhe der zunächst geplanten Abdeckung der Kieseritaufstandsfläche gezogen werden.
- Die baulichen Einrichtungen dort werden zurückgebaut.
- Es ist zu prüfen, ob die Erweiterung der Kieseritflächenabdeckung nach Westen aufgrund der Gefälleverhältnisse realisierbar ist.
- Die Entwässerungsverhältnisse und -möglichkeiten (Süß-/Salzwasser) sind zu prüfen.
- Die Flächen und Massen sind für die bevorzugte Variante zu prüfen.

Durch die dargestellten Maßnahmen lässt sich der Eintrag von Salz in das Grundwasser gegenüber dem Ausgangsstadium (Ist-Zustand) reduzieren. Die SIG-HESSEN Ingenieure wurden aufgefordert, die unter Kapitel 3. genannten Stichpunkte im Sinne einer Vorplanung zu bearbeiten und Details zu den verschiedenen Abdeckungen und den Anschlüssen zu entwickeln. Abschließend ist auf Basis der überprüften Flächen die Ausstragsbilanz zu modifizieren und die Massen abzuschätzen. Die Ergebnisse wurden in Berichtsform am 21. November 2016 vorgelegt [U38].

4. Datengrundlagen für die Berechnungen der Fracht der Anhydrithalde

Da sich die Ermittlung der Eintragsraten vor der Abdichtung der Anhydrithalde einer Berechnung mittels des HELP-Models entzieht (das Programm ist entworfen worden für Aufbausituationen, die entsprechend einer Deponieoberflächenabdichtung ausgebildet sind), wurde hier ein Ansatz im Sinne einer Wasserhaushaltsbilanz gewählt.

Definitionen:

Die **klimateische Wasserbilanz** ist gemäß DIN 4049-3 1994-10 die Differenz zwischen Niederschlagshöhe und potenzieller Verdunstung für einen Betrachtungsort in einer Betrachtungszeitspanne. In den **Gesamtwasserhaushalt bzw. in die Grundwasserneubildungsrate** ist der **Oberflächenabfluss** mit einzubeziehen.

Die **potenzielle Verdunstung** ist gemäß DIN 4049-3 1994-10 die Verdunstungshöhe von Oberflächen bei gegebenen meteorologischen Bedingungen und unbegrenzt verfügbarem Wasser.



Die **tatsächliche Verdunstung** ist gemäß DIN 4049-3 1994-10 die Verdunstungshöhe von Oberflächen bei gegebenen meteorologischen Bedingungen und begrenztem Wassernachschub.

Aufgrund der starken Böschungsneigungen der Anhydrithalde wurde hier besonderes Augenmerk auf die Oberflächenabflusssituation gelegt. Aus dem digitalen Geländemodell wurden die Bereiche mit starkem Gefälle sowie die Plateauflächen abgeleitet.

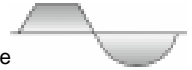
Wasserzutritte zum Haldenkörper können aufgrund der ursächlichen Niederschläge räumlich voneinander getrennt werden:

- Wasserzutritt infolge Niederschlag auf das Haldentop (und Ablauf im Haldenmantel)
- Wasserzutritte infolge Niederschlags auf den geneigten Haldenflanken.

Im Rahmen der Sickerwasserbilanzierung wird davon ausgegangen, dass Niederschlag, der auf das Haldentop fällt, in den Haldenkörper infiltriert, im Haldenmantel abläuft und im Untergrund versickert. Auf den Haldenflanken ist mit einem stärkeren Oberflächenabfluss zu rechnen und damit einer geringeren Infiltration.

Zur Bestimmung der zuströmenden Wassermengen wird ein „Einzugsgebiet“ auf dem Haldentop definiert. Bei der Festlegung sind geometrische Verhältnisse und Topografie zu berücksichtigen. Basierend auf dem digitalen Geländemodell der nicht profilierten Halde wurde die Plateaufläche mit rund **3.000 m²** berücksichtigt. Die gesamte Oberfläche wurde mit **44.000 m²** ermittelt. Die zu berücksichtigende Haldenflankenfläche wurde daher mit **41.000 m²** angesetzt.

Für die Plateauflächen mit ihrem geringen Gefälle (ca. 5 %) wurde ein Faktor von 5 % für den Oberflächenabfluss angenommen (zum Vergleich: Kieserit Aufstandsfläche 10 %). Die reale Verdunstung wurde hier aufgrund der längeren Verweildauer von Niederschlägen und dem vorhandenen spärlichen Bewuchs ebenfalls auf 20 % festgesetzt. Für die steilen Flanken des Haldenmantels wurde mit einem Abflussfaktor von 10 % gerechnet.



Bei den Flanken handelt es sich um stark geklüftete und strukturierte Oberflächen, sodass trotz der vergleichsweise steilen Böschung kein höherer Ansatz für den Oberflächenabfluss gewählt wurde. Die reale Verdunstung wurde auf 15 % begrenzt.

Das Material der Anhydritthalde besitzt eine fast sandige Struktur bzw. einen hohen Sandanteil, und visuell lässt sich dort so gut wie kein Oberflächenabfluss feststellen. Es finden sich keine hangabwärts verlaufenden Erosionsspuren, die Gerinne am Fuß sind trocken.



Foto 1: Blick auf die Ostflanke der Halde

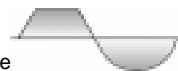


Foto 2: Versickerungsspuren (Lösung, Rutschung) auf der Böschung

Für die eigentliche Frachtbetrachtung ist neben den genannten Faktoren, die zur Ermittlung der Infiltrationsrate von Niederschlagswasser für die verschiedenen Flächen führen, das Austragsverhalten des Salzes entscheidend.

Aus den Untersuchungen des Grundwassers in den Messstellen GWM 35/2012 HA im Anstrom der Anhydrit- und Kieserithalde sowie GWM 32/2012 HA und GWM 33/2012 HA [31-34] im Abstrom können wir auf die Zusammensetzung des Sickerwassers unter der Aufstandsfläche schließen (siehe Abbildung 1). Das Wasser im Zustrom weist eine Gesamtmineralisation von im Mittel ca. 8 g/l auf. Im Abstrom beträgt die Gesamtmineralisation durchschnittlich 225 g/l (GWM 32) bzw. 163 g/l (GWM 33). Allein aus diesen Werten lässt sich ableiten, dass das Sickerwasser deutlich höher mineralisiert sein muss als das Grundwasser in den Messstellen GWM 32 und GWM 33.



Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass ein Verdünnungseffekt im Grundwasserleiter eintritt, die Konzentration also noch höher liegen kann. Packertests in den offenen Bohrlöchern für die Messstellen GWM 35/2012 HA und GWM 34/2012 HA belegen, dass

das Sickerwasser oberhalb des Grundwasserspiegels 3 bis 12-fach so hoch mineralisiert ist wie das Grundwasser selbst.

Unter Berücksichtigung der Löslichkeit von Steinsalz (359 g/l bei 20 °C) und Kieserit (340 g/l bei 20 °C), auf die über 80 % der ermittelten Gesamtmineralisation des Grundwassers zurückgehen, wird ein Wert von 300 g/l für die Gesamtmineralisation des Sickerwassers unter der Haldenaufstandsfläche abgeleitet.

Wetterdaten

Hinsichtlich der Wetterdaten Niederschlag, potenzielle Verdunstung, Windgeschwindigkeit, Temperatur und Globalstrahlung, die sowohl in die Berechnung der Infiltration bzw. der Sickerwasserrate und des Stofftransportes vor der Abdeckung eingehen als auch für die Simulation der Situation nach der Abdeckung erforderlich sind, wurde auf folgende Quellen zurückgegriffen:

- Wetterdaten der Station des DWD Bad Hersfeld (Download WESTE) 10 Jahre
- Wetterdaten der Station der K+S KALI GmbH (Excel), Koordinaten: 50°50'29.71" 9°59'23.41" komplett für 3 Jahre
- Gutachten des DWD für den Standort Hattorf aus dem Jahr 2014/2013 für 9 Jahre
- Ökologie und Umweltsicherung, Rekultivierung von Rückstandshalden der Kaliindustrie -2; G. PODLACHA, Gesamthochschule Kassel 16/1999.

Bei der Berechnung der Infiltration für die Haldenerweiterung Hattorf wurde auf die Niederschlagsdaten des DWD-Gutachten zurückgegriffen. Aus diesem Grund wird auch bei den Einlesedaten der Niederschlagswerte für die HELP-Simulation auf DWD-Daten zurückgegriffen und nicht auf die Messwerte der Station Hattorf der K+S KALI GmbH, um vergleichbare Ergebnisse erhalten.

Für die Berechnung im HELP-Model wurden die Daten der DWD-Station Bad Hersfeld verwendet, da hier die erforderlichen Tageswerte zur Verfügung standen und diese Werte in der Größenordnung dicht bei den Angaben im Gutachten des DWD für den Standort Hattorf liegen.



5. Betrachtung der Sickerwasserfracht

5.1 Anhydrithalde

Für den Jahresniederschlag wurden die Werte des DWD Gutachtens für den Standort Hattorf herangezogen. Für die Berechnung der Verdunstung wurde auf die Ansätze wie oben ausgeführt zurückgegriffen, da für den Bereich der Halde keine Abflussmessungen vorliegen und die Angaben des DWD Gutachtens nur für normale Böden anzusetzen sind, jedoch nicht für die Oberfläche des Anhydrits.

5.1.1 Berechnung IST-Zustand

In den Tabellen 2-4 sind die Daten für die gesamte Anhydrithalde vor der Profilierung zusammengestellt.

| | Anhydrithalde Plateaufläche | Jahresnieder- schlag | Oberflächenabfluss | Tatsächliche Verdunstung* | Potenzielle Infiltration | Potenzielle Infiltration | Potenzielle Infiltration |
|-------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | m ² | mm | mm | mm ² | mm/m ² | l/a | m ³ /a |
| mittel | 3.000,0 | 735,57 | 36,78 | 139,76 | 559,03 | 1.677.099,6 | 1.677,1 |
| max | 3.000,0 | 916,5 | 45,83 | 174,14 | 696,54 | 2.089.620,0 | 2.089,6 |
| min | 3.000,0 | 566,1 | 28,31 | 107,56 | 430,24 | 1.290.708,0 | 1.290,7 |
| *Ansatz 20% | | | | | | | |

Tabelle 2: Wasserhaushaltsbilanz Anhydrithalde gesamt, Plateau



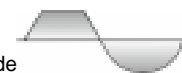
| | Anhydritthalde Haldenflanke | Jahresnieder- schlag | Oberflächenabfluss | Tatsächliche Verdunstung* | Potenzielle Infiltration | Potenzielle Infiltration | Potenzielle Infiltration |
|-------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | m ² | mm | mm | mm ² | mm/m ² | l/a | m ³ /a |
| mittel | 41.000,0 | 735,57 | 73,56 | 104,82 | 557,19 | 22.844.965,3 | 22.845,0 |
| max | 41.000,0 | 916,5 | 91,65 | 130,60 | 694,25 | 28.464.198,8 | 28.464,2 |
| min | 41.000,0 | 566,1 | 56,61 | 80,67 | 428,82 | 17.581.650,8 | 17.581,7 |
| *Ansatz 15% | | | | | | | |

Tabelle 3: Wasserhaushaltsbilanz Anhydritthalde gesamt, Haldenmantel

In der Tabelle 4 ist die berechnete Fracht für die Anhydritthalde zusammengestellt.

| | Eluat | Fracht | | |
|--------|-------|---------------|-----------|-------|
| | g/l | g/a | kg/a | t/a |
| max | 300 | 9.166.145.625 | 9.166.146 | 9.166 |
| mittel | 300 | 7.356.619.463 | 7.356.619 | 7.357 |

Tabelle 4: Auswertung Anhydritthalde gesamt



In den Tabellen 5-7 sind die Daten für die westliche Flanke der Anhydritthalde im Bereich des GWK DEHE 4_0016 vor der Profilierung zusammengestellt.

| | Anhydritthalde Plateaufläche | Jahresnieder- schlag | Oberflächenabfluss | Tatsächliche Verdunstung* | Potenzielle Infiltration | Potenzielle Infiltration | Potenzielle Infiltration |
|-------------|---|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | m² | mm | mm | mm² | mm/m² | l/a | m³/a |
| mittel | 1.500,0 | 735,57 | 36,78 | 139,76 | 559,03 | 838.550 | 838,5 |
| max | 1.500,0 | 916,5 | 45,83 | 174,14 | 696,54 | 1.044.810 | 1.044,8 |
| min | 1.500,0 | 566,1 | 28,31 | 107,56 | 430,24 | 645.354 | 645,4 |
| *Ansatz 20% | | | | | | | |

Tabelle 5: Wasserhaushaltsbilanz westliche Anhydritthalde, Plateau

| | Anhydritthalde Haldenflanke | Jahresnieder- schlag | Oberflächenabfluss | Tatsächliche Verdunstung* | Potenzielle Infiltration | Potenzielle Infiltration | Potenzielle Infiltration |
|-------------|--|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | m² | mm | mm | mm² | mm/m² | l/a | m³/a |
| mittel | 29.280,0 | 735,57 | 73,56 | 104,82 | 557,19 | 16.314.648 | 16.314,6 |
| max | 29.280,0 | 916,5 | 91,65 | 130,60 | 694,25 | 20.327.603 | 20.327,6 |
| min | 29.280,0 | 566,1 | 56,61 | 80,67 | 428,82 | 12.555.872 | 12.555,9 |
| *Ansatz 15% | | | | | | | |

Tabelle 6: Wasserhaushaltsbilanz westliche Anhydritthalde, Haldenflanke



In der Tabelle 7 ist die berechnete Fracht für die westliche Anhydritthalde zusammengestellt.

| | Eluat | Fracht | | |
|--------|-------|---------------|-----------|-------|
| | g/l | g/a | kg/a | t/a |
| max | 300 | 6.411.724.020 | 6.411.724 | 6.412 |
| mittel | 300 | 5.145.959.452 | 5.145.959 | 5.146 |

Tabelle 7: Auswertung westlich Anhydritthalde gesamt

5.1.2 Berechnung nach Abdeckung

HELP-Simulation

Der Wasserhaushalt der Abdeckungen wird mithilfe des Simulationsprogramms Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP) Version D 3.95 überprüft. Im Weiteren werden die erforderlichen Rahmendaten erläutert.

Meteorologische Eingangsdaten

Niederschlagsdaten

In das Programm müssen die für die Berechnung **besonders relevanten** Tageswerte im ASCII-Format eingelesen werden. Im konkreten Fall wurden, wie bereits erläutert, hier die Werte der DWD-Station Bad Hersfeld verwendet.

Temperaturdaten

Für die Tageswerte der Temperatur wurden die Daten der Station Hattorf der K+S KALI GmbH in das Programm eingelesen.

Globalstrahlung

Hier wurde auf die den Standortkoordinaten angepassten Datenbank des HELP-Programms zurückgegriffen.

Daten zur Evapotranspiration

Verdunstungszone

Die Tiefe der Verdunstungszone wurde an die Bodenmächtigkeit (1,5 m) und den Bewuchs angepasst.



Maximaler Blattflächenindex

Der Blattflächenindex (BFI) ist dimensionslos und beschreibt das Verhältnis von der Blattfläche der aktiv Wasser verdunstenden Pflanzen zur Oberfläche des Untergrundes. In der Berechnung muss ein Bewuchs berücksichtigt werden. Der gewählte Blattflächenindex von 12 entspricht dem im Bereich der Althalde vorgesehenen Bewuchs mit Gras und Sträuchern. Aufgrund der Erfahrungen auf anderen Halden wurde die Bewuchsqualität als mäßig angenommen (für den Oberflächenabfluss).

Durchschnittliche jährliche Windgeschwindigkeit

Für die durchschnittliche Windgeschwindigkeit wurden die Daten der Wetterstation Hattorf übernommen.

Beginn und Ende der Vegetationsperiode

Die standortspezifischen Vegetationszeiten wurden anhand einer Klimazonenkarte abgeschätzt.

Quartalsmittel der relativen Luftfeuchte

Für die durchschnittliche Luftfeuchte werden ebenfalls die Daten der Wetterstation Hattorf übernommen.

Aufbau und Bodeneigenschaften

Für die Simulation des Wasserhaushalts der Oberflächenabdeckung der Anhydrithalde im HELP-Programm sind folgende Rahmendaten erforderlich:

- Mächtigkeit der Einheiten
- Fläche m²
- Böschungsneigung nach Profilierung 1:2 etwa 50 %
- Länge ca. m
- Bodengruppe gem. Bodenkundlicher Kartieranleitung.

Die Gesamtfläche der Westflanke wurde mit 3,8 ha, die Fläche der gesamten Anhydrithalde entsprechend der Vorplanung wurde mit 6,4 ha vorgegeben, die Böschungsneigung mit 50 % und die -länge mit 100 m. Die Exposition der Flächen wurde zunächst nicht berücksichtigt. In den Tabellen 8-9 ist die ermittelte jährliche Restdurchsickerung der Abdeckung zusammengestellt.



| Anhydrit Westflanke | | |
|----------------------------|---------------|----------------|
| Jahr | m³/a | l/a |
| 2012 | 783,00 | 783.000 |
| 2013 | 762,00 | 762.000 |
| 2014 | 774,00 | 774.000 |
| 2015 | 700,00 | 700.000 |
| Max. | 783,00 | 783.000 |
| Mittel | 754,75 | 754.750 |

Tabelle 8: Auswertung westlich Anhydrithalde Versickerung

| Anhydrithalde Gesamt | | |
|-----------------------------|-----------------|------------------|
| Jahr | m³/a | l/a |
| 2012 | 1.628,00 | 1.628.000 |
| 2013 | 1.585,00 | 1.585.000 |
| 2014 | 1.610,00 | 1.610.000 |
| 2015 | 1.456,00 | 1.456.000 |
| Max. | 1.628,00 | 1.628.000 |
| Mittel | 1.569,75 | 1.569.750 |

Tabelle 9: Auswertung Anhydrithalde gesamt Versickerung

Die in der Simulation ermittelten Daten sind in der Anlage 4 dem Bericht beigelegt.



5.1.3 Frachtbetrachtung

In den Abbildungen 2-3 sind die Ergebnisse der Frachtbetrachtung für die westliche Flanke der Anhydrithalde im Bereich des GWK DEHE 4 0016 zusammengestellt und grafisch aufbereitet. In der Abbildung 2 ist das Volumen des in den Untergrund infiltrierenden Wassers vor und nach der Abdeckung wiedergegeben.

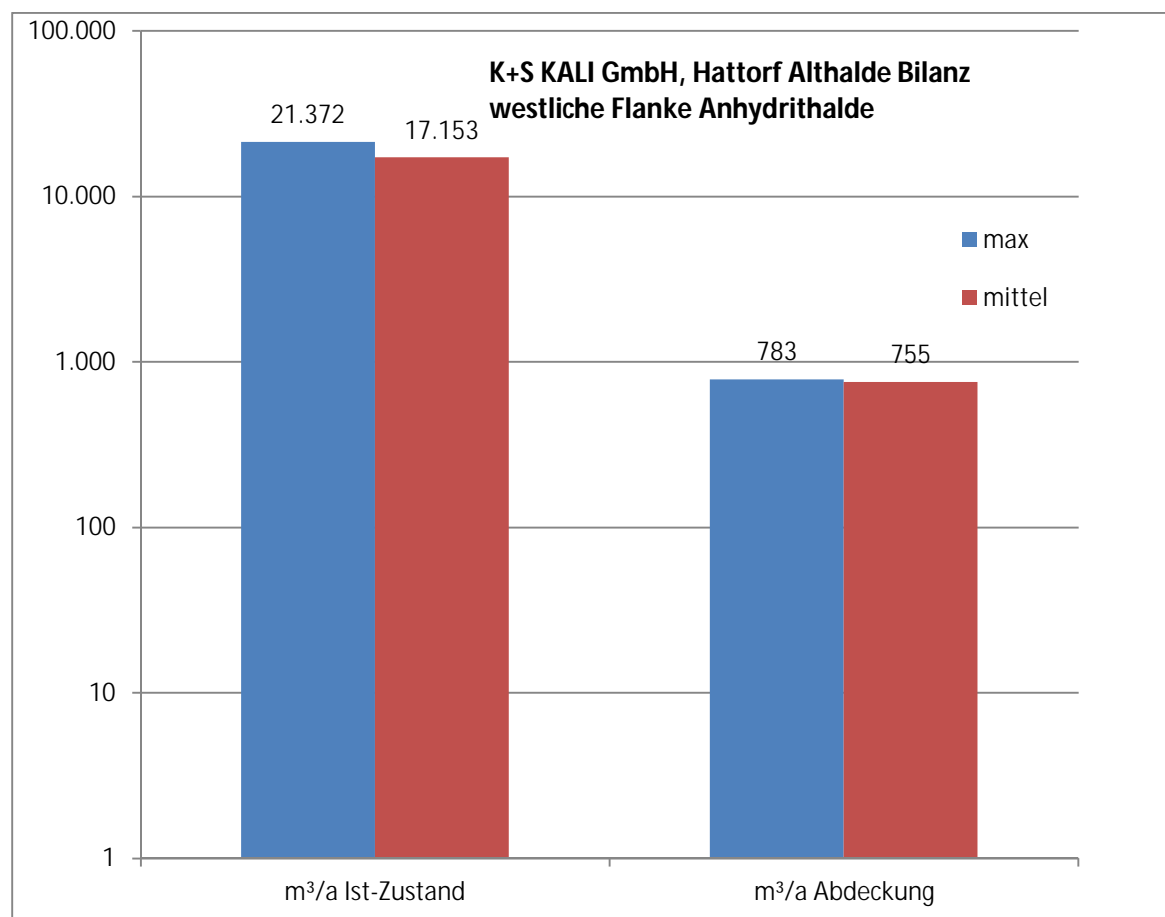


Abbildung 2: Bilanzierung westliche Flanke Anhydrithalde Wasser Infiltration in den Untergrund

Die Abbildung 3 gibt die aus der Infiltration abgeleiteten Salzfrachten vor und nach der Abdeckung der Halde wieder.

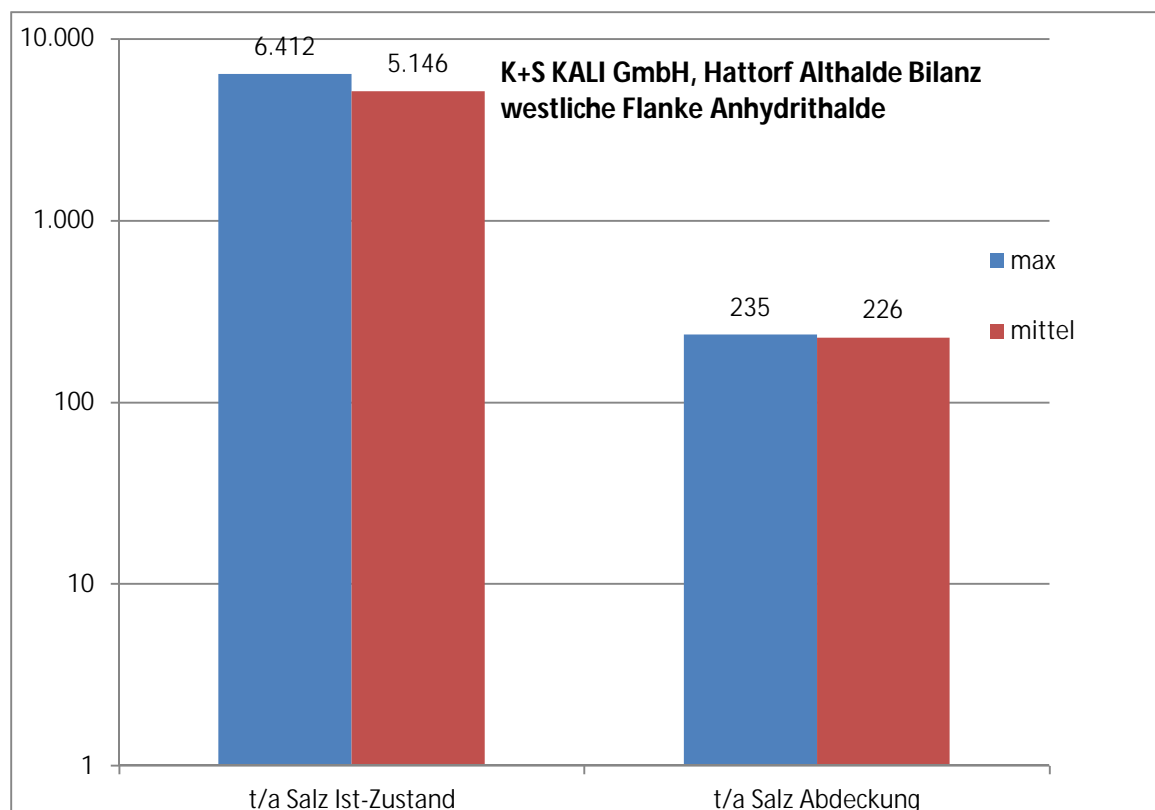


Abbildung 3: Bilanzierung westliche Flanke Anhydrithalde Salzaustrag in den Untergrund

Die Mittel- und Maximalwerte des Salzaustrages ergeben sich aus den im betrachteten Zeitraum ermittelten Jahresniederschlägen der einzelnen Jahre.

In den Abbildungen 4-5 sind die Ergebnisse der Frachtbetrachtung für die gesamte Anhydrithalde im Bereich des GWK DEHE 4 0016 und DETH 4 0013 zusammengestellt und grafisch aufbereitet.

Da aus den eingangs ausgeführten Gründen die Profilierung und Rekultivierung der Anhydrithalde auch den Bereich der jetzigen Kieserithalde bzw. Kieseritaufstandsfläche zwischen Anhydrithalde und Becken IV mit erfassen muss (siehe Anlagen 2 und 3), werden in der Betrachtung dieser Fläche bei der Betrachtung der Restinfiltration nach der Abdeckung mit erfasst.

In der Abbildung 4 ist das Volumen des in den Untergrund infiltrierenden Wassers des Gesamtgebietes vor und nach der Abdeckung wiedergegeben.

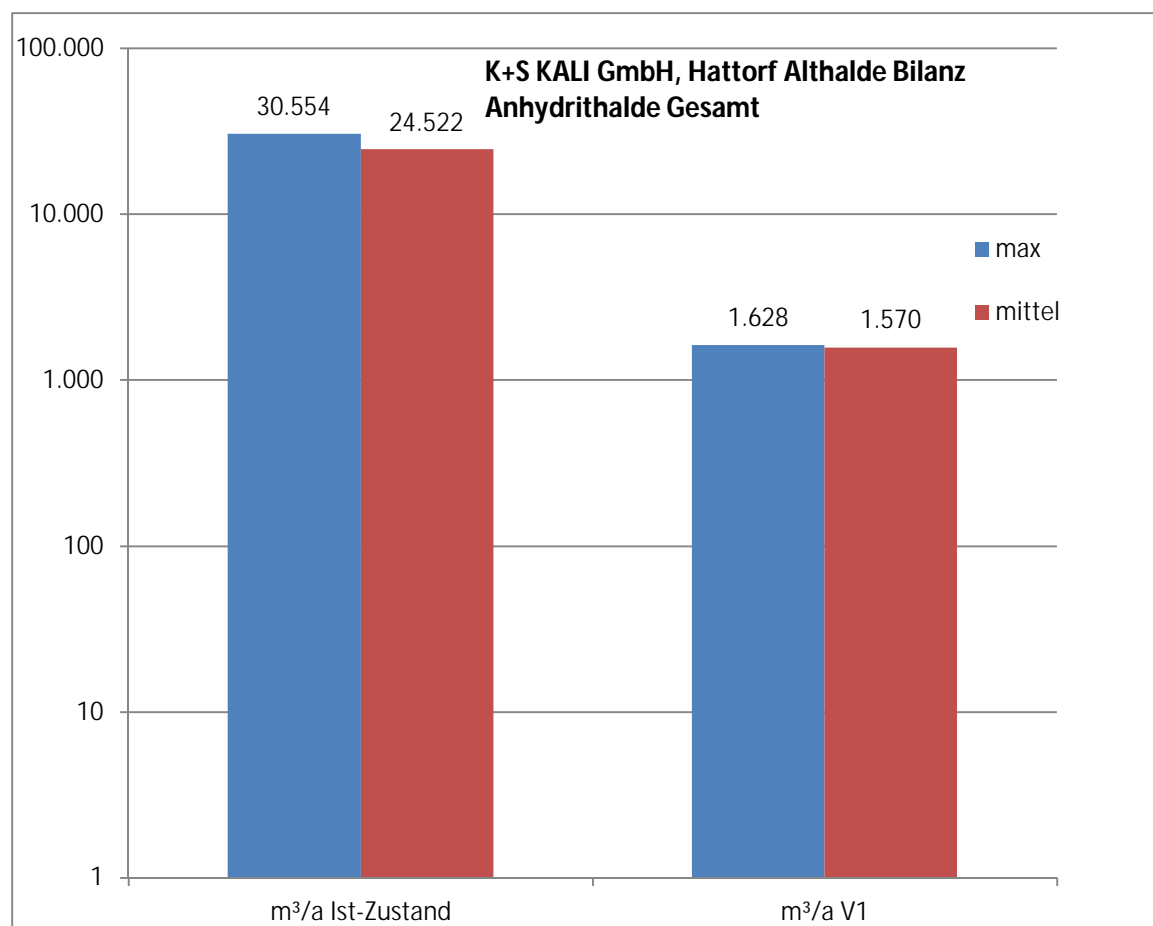


Abbildung 4: Bilanzierung Anhydrithalde Gesamt Wasser Infiltration in den Untergrund



Die Abbildung 5 gibt die aus der Infiltration abgeleiteten Salzfrachten vor und nach der Abdeckung der Halde wieder.

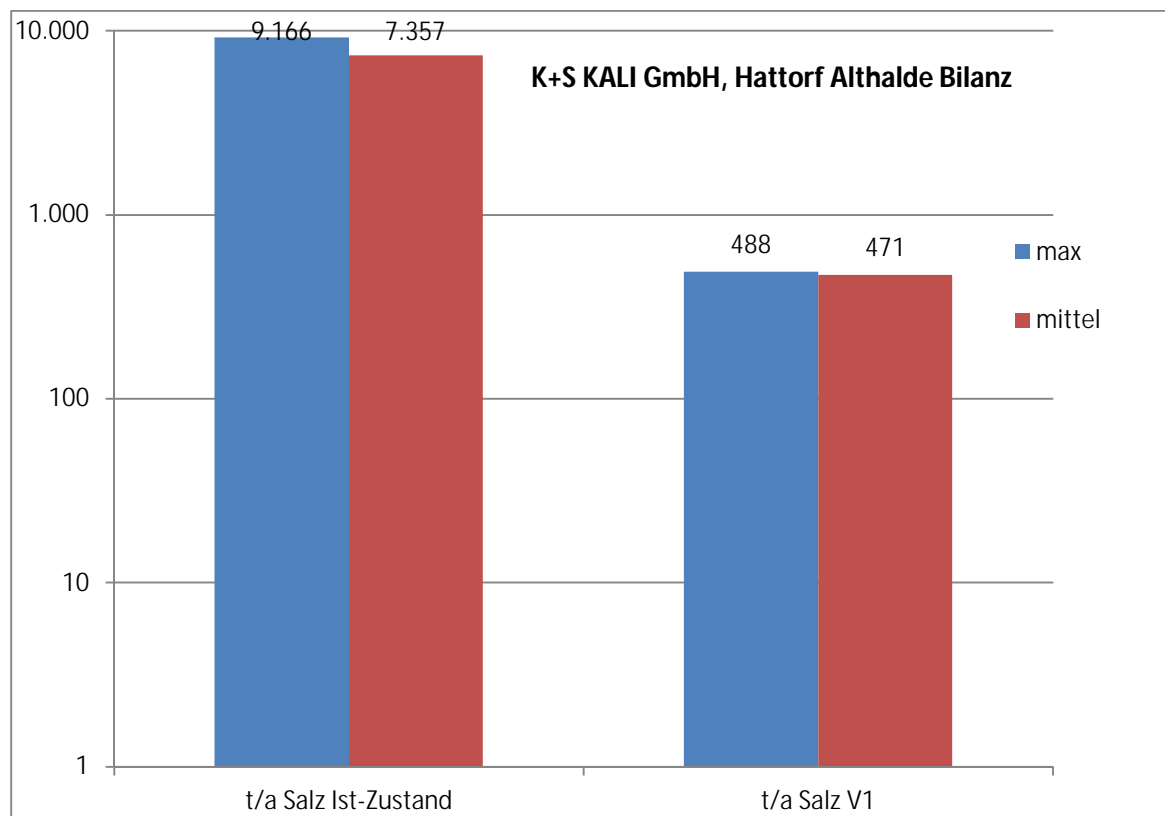


Abbildung 5: Bilanzierung Anhydrithalde Gesamt Salzaustrag in den Untergrund

Wie aus der Aufstellung ersichtlich ist, führt die Abdeckung der westlichen Flanke zu einer Verringerung der Infiltrationsrate und damit einer deutlichen Verringerung des Eintrags von Salz in den Grundwasserleiter im Bereich des GWK DEHE_4_0016 um im Mittel 4.920 t/a und maximal 6.177 t/a (Abb. 1-2).

Betrachtet man den Bereich der Anhydrithalde nach der Profilierung und Abdeckung bis zum westlichen Randbereich des Becken IV im Bereich des GWK DETH_4_0013, so ergibt sich Verringerung des Eintrags von Salz in den Grundwasserleiter um im Mittel 6.886 t/a und maximal 8.678 t/a (Abb. 4-5)



6. Zusammenfassung

Die in der Berechnung und HELP Simulation ermittelten Daten für den rekultivierten Teil der Althalde Hattorf sind in den Abbildungen 6-7 zusammengestellt.

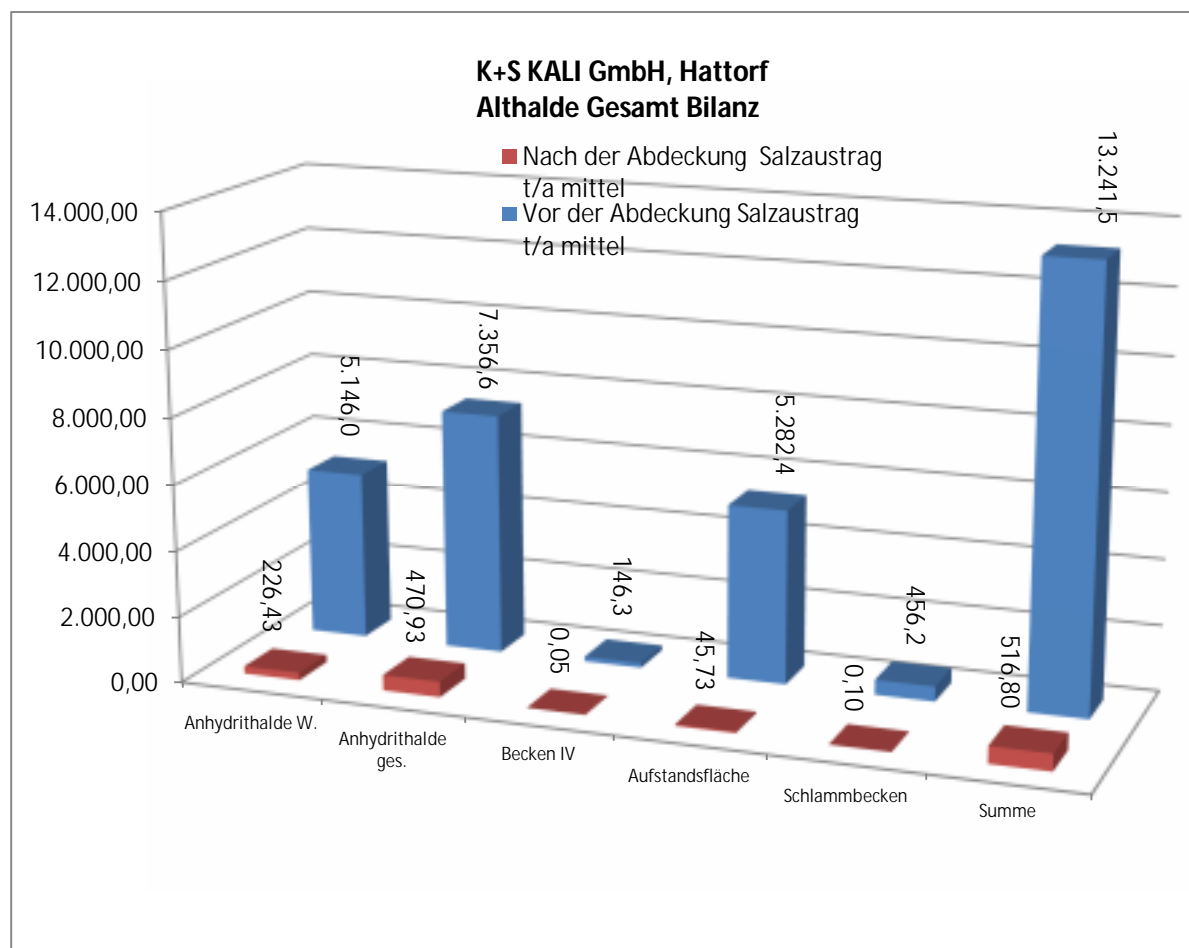


Abbildung 6: Gesamtbilanz Salzaustrag Althalde Hattorf unter Verwendung von Mittelwerten für Den Niederschlag

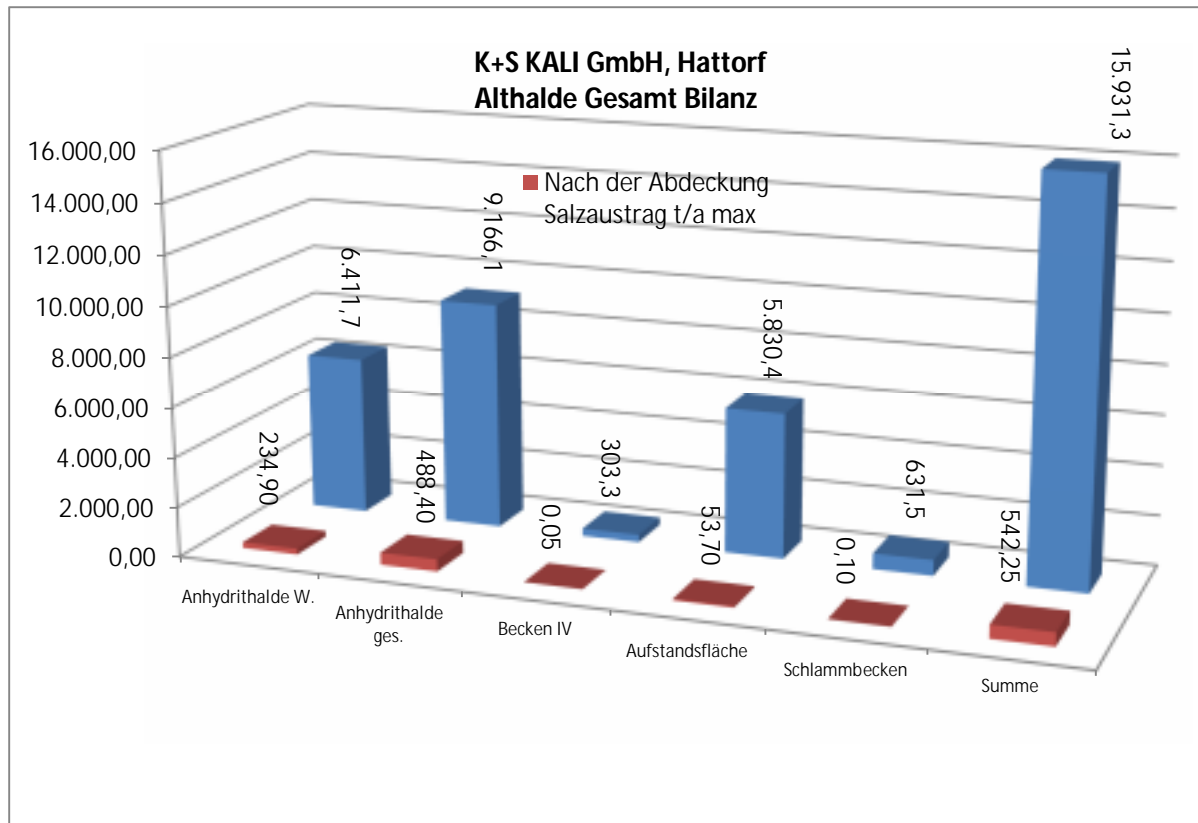
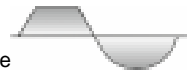


Abbildung 7: Gesamtbilanz Salzaustrag Althalde Hattorf unter Verwendung von Maximalwerten für den Niederschlag

Durch die dargestellten Maßnahmen lässt sich der Eintrag von Salz in das Grundwasser im anrechenbaren Bereich, also der Westflanke der Anhydrithalde gegenüber dem Ausgangsstadium (Ist-Zustand) mit einem potenziellen Eintrag im Bereich des GWK DEHE_4_0016 um im Mittel 4.920 t/a und maximal 6.177 t/a reduzieren.

Bei der Betrachtung ist zu beachten, dass streng genommen das Oberflächenwasser, welches gegenwärtig von der Anhydrithalde abläuft, ebenfalls eine Salzfracht mitführt. Nicht alle diese Wässer werden in den randlichen Gerinnen aufgefangen. Speziell im östlichen Randbereich zur ehemaligen Kieserithalde infiltriert ein Teil dieser Wässer in den Untergrund. Da sich dieser Anteil jedoch nicht bilanzieren lässt, wurde er in der Betrachtung ausgeklammert. Durch die Abdeckung wird dieser Teil auch mit gefasst.



Die Maßnahme Rekultivierung der Anhydrithalde lässt sich nur im Kontext mit der Abdeckung des Becken IV realisieren, da die durch die Profilierung der Westflanke anfallenden maßen im Anschlussbereich zum Becken IV eingebaut werden müssen.

Betrachtet man die gesamte Anhydrithalde, so ergibt sich durch die Abdeckung eine Reduzierung der Infiltration von Oberflächenwasser im Bereich des GWK DETH_4_0013 und DEHE 4 0016 und dadurch eine Verringerung des Eintrags von Salz in den Grundwasserleiter um im Mittel 6.886 t/a und maximal 8.678 t/a.

Immenhausen, 17. Januar 2017

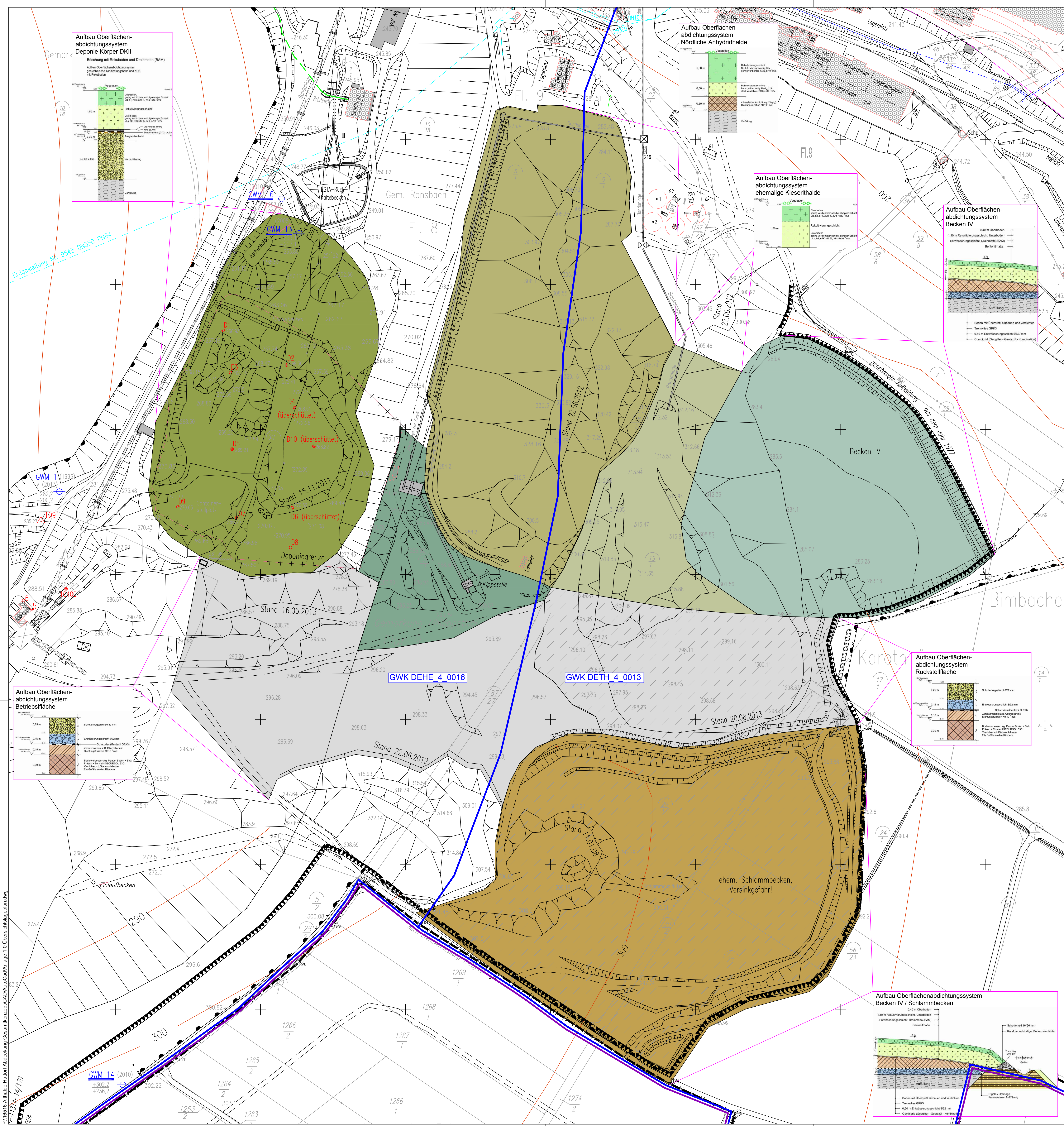
Projekt-Leiter
Dipl. Geol. H. Specht

Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH
SIG-HESSSEN INGENIEURE

ANLAGE 1

ÜBERSICHTSLAGEPLAN

D:\15516_Altlinie Hattorf_Abbotung_Gesamtkonzept\CAD\AutoCad\Anlage 1.0 Übersichtslageplan.dwg
22.10.14 - 14/1/10



- Legende**
- WRRL_GW_GWKH_2013
 - GWBODYGEOM_TH_3
 - OFA Deponie Körper DKII
 - OFA Bereich Übergabestation Kieserithalder
 - OFA Nördliche Anhydritthalde
 - OFA ehemalige Kieserithalder
 - OFA Becken IV
 - OFA Schlammbecken
 - Flächenversiegelung Betriebsfläche
 - Flächenversiegelung Rückstellfläche

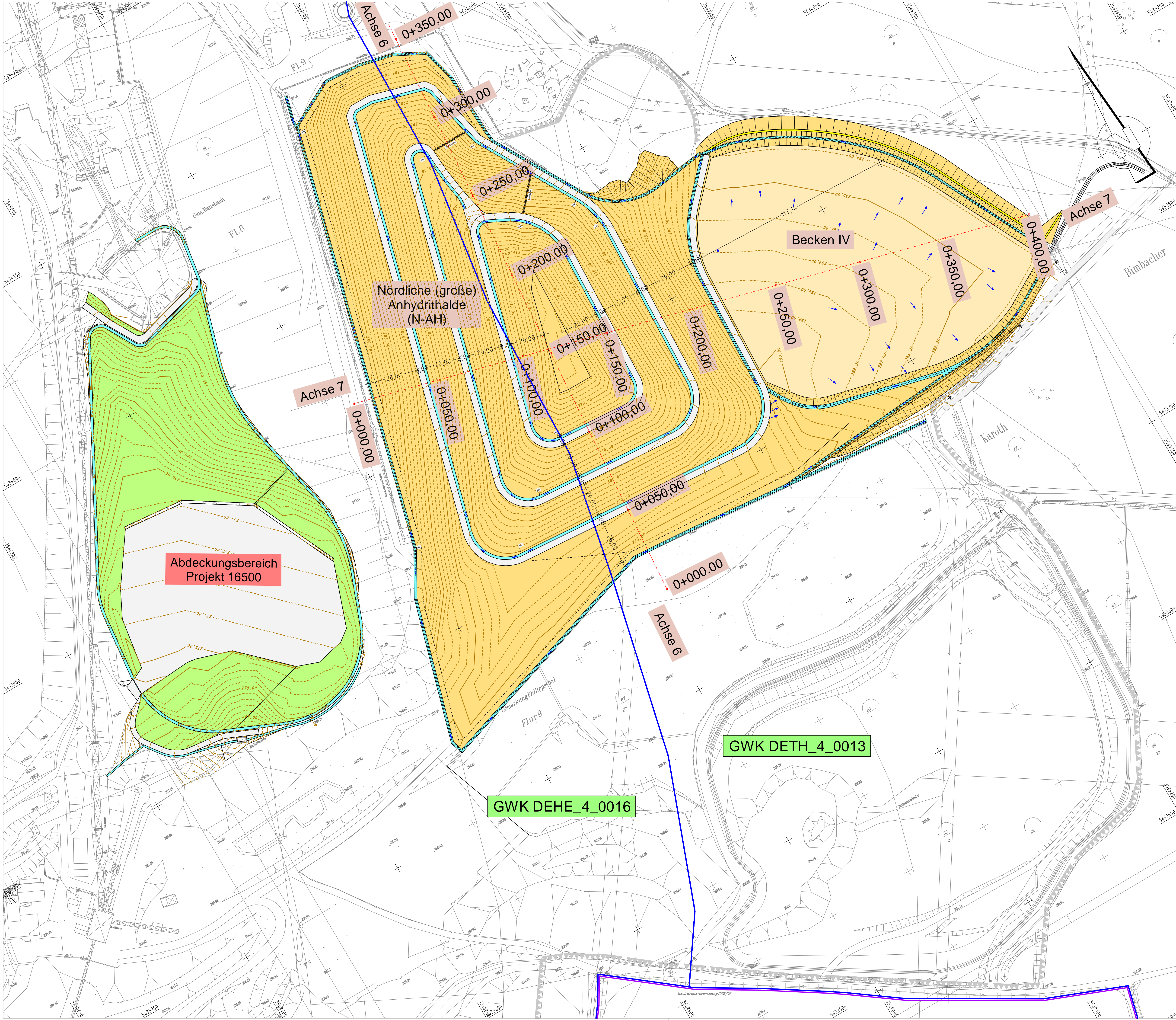
| | | | |
|---|----------------------|------------|------------|
| 02 Anpassung Benennung des GWK...4_0010 in ...4_0013 geändert | | 26.01.2017 | Wagner |
| 01 Grundwasserereignisbereiche hinzu | | 05.01.2017 | Oberlander |
| Index | Bemerkung / Änderung | Datum | Name |

| | | | |
|-----------------|---|---|---|
| Bauvorhaben | Konzeptstudie Gesamtabdeckung | Planungsstand | Vorplanung |
| Bauherr | K+S KALI GmbH Werk Werra - Standort Hattorf | Hattorfer Str. 36289 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0 Fax: 06620 / 79-2422 | Datum/Unterschrift |
| Projektplanung | Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH SIG-HESSEN INGENIEURE Bau-, Geo- & Umwelttechnik Planung Beratung Kontrolle | Zugelloweg 2 34376 Immershausen 05673 9985-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de | Projekt-Nr.: 16516 Zeichnungs-Nr.: 1.0 |
| Plandarstellung | | Übersichtslageplan | |
| gezeichnet | Datum | Name | Unterschrift |
| geprüft | 15.11.2016 | Oberlander | |
| Maßstab | 15.11.2016 | Specht | |
| 1 : 1000 | | Plan-Nr. | HA-XX-1520.00-2015-02-2220-02 |

Alle Rechte dieser Zeichnung unterliegen dem Urheberrecht gem. DIN 34

ANLAGE 2

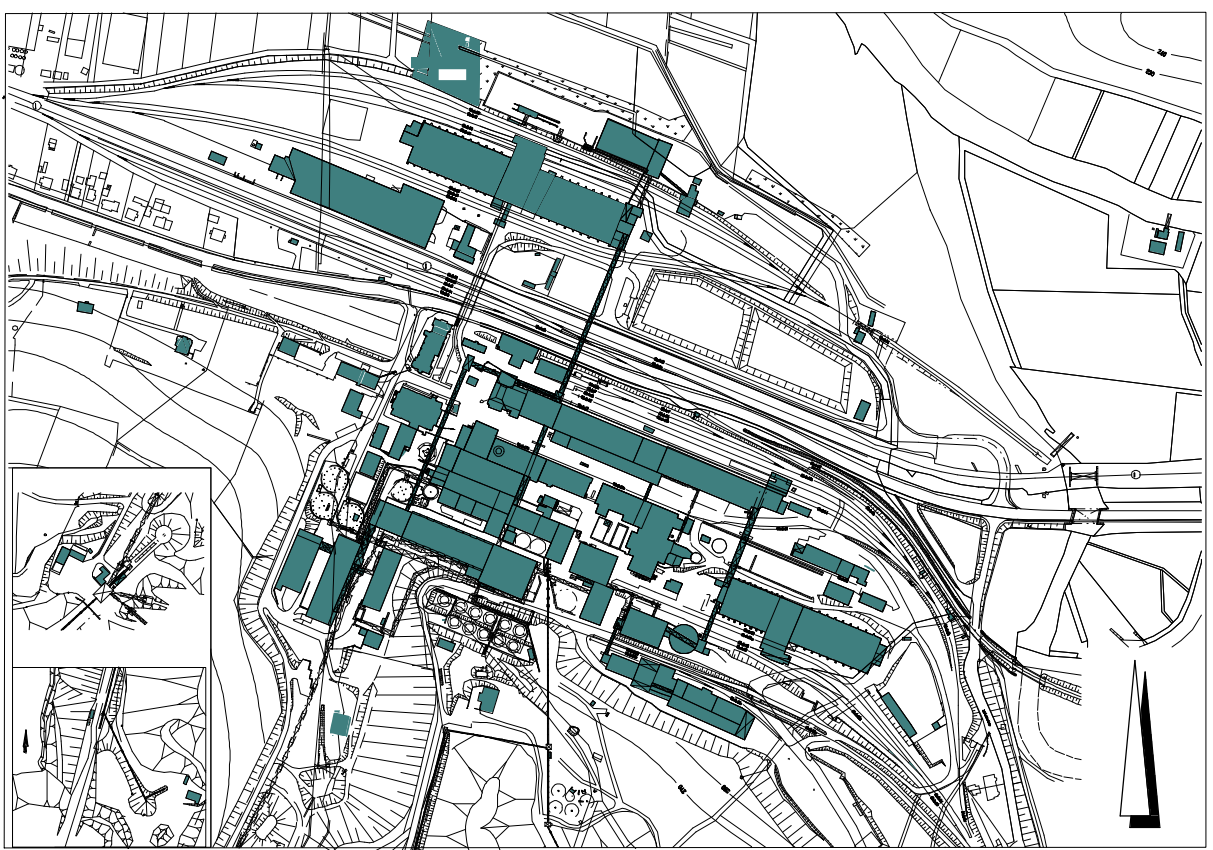
LAGEPLAN ALTHALDE PROFILIERUNG





Legende

- Grundwassereinzugsbereiche
- WRRL_GW_GWKH_2013
- GWBODYGEOM_TH_3
- Berme / Zuwegung
- Profilierungsfläche
- Zwischenabdeckung Becken IV
- Randgräben
- Höhenschichtlinie Profilieren aus DGM
- Werksgrenze
- Deckenhöhe (m NHN)

| | | | |
|-------|--|------------|----------|
| 02 | Anpassung Benennung des GWK...4_0010 in GWK...4_0013 | 26.01.2017 | Semssari |
| 01 | Grundwassereinzugsbereiche hinzu | 05.01.2017 | Semssari |
| Index | Bemerkung / Änderung | Datum | Name |



| | | | |
|----------------|---|--|---------------------------------------|
| Bauvorhaben | Konzeptstudie Gesamtabdeckung | Planungsstand | Vorplanung |
| Bauherr |  K+S KALI GmbH Werk Werra - Standort Hattorf | Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0 Fax: 06620 / 79-2422 | Datum/Unterschrift |
| Projektplanung |  Prof. Steffen, Hütterth & Schröder GmbH Bau-, Geo- & Umwelttechnik Planung Beratung Kontrolle | Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 99850-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de | Projekt Nr.: 16516 Anlage Nr.: 2.0 |

| Lageplan Althalde Profilierung | | | |
|--------------------------------|---------|-----------|-------------------------------|
| gezeichnet | Datum | Name | Unterschrift |
| geprüft | 12-2016 | Semssari | |
| Maßstab | 1:1000 | H. Specht | |
| | | Plan Nr. | HA-XX-1620.00-2015-02-2221-02 |

ANLAGE 3

LAGEPLAN ALTHALDE REKULTIVIERUNG



Legende

Grundwassereinzugsbereiche

WRRL_GW_GWKH_2013

GWBODYGEOM_TH_3

Berme / Zuwegung

Oberflächenabdeckung Rekultivierungsfläche

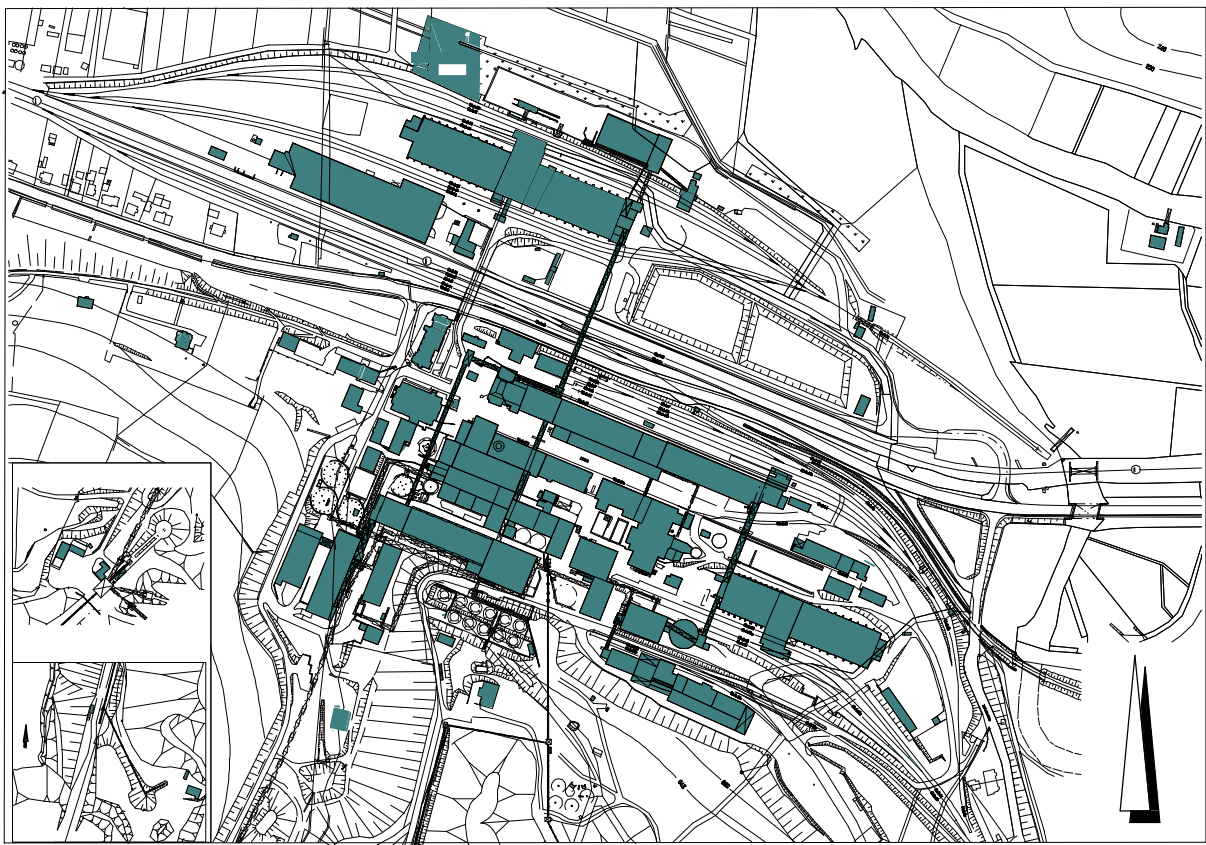
Randgräben

Höhenschichtlinie Rekultivierung aus DGM

Werksgrenze

Deckenhöhe (m NHN)

| | | | |
|-------|--|------------|----------|
| | | | |
| 02 | Anpassung Benennung des GWK...4_0010 in GWK...4_0013 | 26.01.2017 | Semssari |
| 01 | Grundwassereinzugsbereiche hinzu | 05.01.2017 | Semssari |
| Index | Bemerkung / Änderung | Datum | Name |



| | | | |
|----------------|---|--|---------------------------------------|
| Bauvorhaben | Konzeptstudie Gesamtabdeckung | Planungsstand | Vorplanung |
| Bauherr |  K+S KALI GmbH Werk Werra - Standort Hattorf | Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0 Fax: 06620 / 79-2422 | Datum/Unterschrift |
| Projektplanung |  Prof. Steffen, Hütterth & Schröder GmbH Bau-, Geo- & Umwelttechnik Planung Beratung Kontrolle | Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 99850-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de | Projekt Nr.: 16516 Anlage Nr.: 3.0 |
| Planarstellung | Lageplan Althalde Rekultivierung | | |
| gezeichnet | Datum | Name | Unterschrift |
| geprüft | 12-2016 | Semssari | |
| Maßstab | 12-2016 | H. Specht | |
| 1:1000 | | Plan Nr. | HA-XX-1620.00-2015-02-2222-02 |

ANLAGE 4

ERGEBNISSE HELP SIMULATION

**

**

**

**

**

PERFORMANCE

HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL

**

**

**

2012)

HELP Version 3.95 D

(10 August

**

**

developed at

**

Germany

Institute of Soil Science, University of Hamburg,

**

**

based on

**

1997)

US HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER

**

**

DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY

**

**

USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION

**

**

FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING

**

LABORATORY

**

**

**

**

TIME: 11.41 DATE: 8.12.2016

PRECIPITATION DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Bad Hersfeld.d4

TEMPERATURE DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Station
Philipsthal.d7

SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Hattorf.d13

EVAPOTRANSPIRATION DATA F. 1: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Evapotrans.d11

SOIL AND DESIGN DATA FILE 1: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Soli6.d10

OUTPUT DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo

\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Anhydrithalde
 gesamt.out
 YEARLY OUTPUT DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMOD
 \HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Anhydrithalde
 gesamt.YR

COLUMNS OF YEARLY OUTPUT DATA FILE:

| | |
|------|--|
| 1 | DATE OF ULTIMO (yyyy1231) |
| 2 | PRECIPITATION (MM) |
| 3 | RUNOFF (MM) |
| 4 | POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION (MM) |
| 5 | ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION (MM) |
| 6 | DRAIN #1: LATERAL DRAINAGE FROM LAYER 3 (MM) |
| 7 | LEAK #1: PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4 |
| (MM) | |
| 8 | CHANGE IN TOTAL WATER STORAGE (MM) |
| 9 | CHANGE IN SOIL WATER STORAGE (MM) |
| 10 | CHANGE IN INTERCEPTION WATER STORAGE (MM) |
| 11 | CHANGE IN SNOW WATER STORAGE (MM) |
| 12 | ANNUAL WATER BUDGET BALANCE (MM) |

TITLE: Oberflächenabdichtung Althalde Hattorf

WEATHER DATA SOURCES

NOTE: PRECIPITATION DATA FOR Bad Hersfeld
 Hessen
 WAS ENTERED FROM A TEXT FILE.

NOTE: TEMPERATURE DATA FOR Phillipsthal
 Hessen
 WAS ENTERED FROM A TEXT FILE.

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY
 GENERATED USING
 COEFFICIENTS FOR GEISENHEIM
 HESSEN
 AND STATION LATITUDE = 50.00 DEGREES

LAYER DATA 1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW
WATER WERE
COMPUTED AS NEARLY STEADY-STATE VALUES BY THE
PROGRAM.

LAYER 1

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 319

| | | | |
|------------------------------|---|------------|---------|
| THICKNESS | = | 100.00 | CM |
| POROSITY | = | 0.4300 | VOL/VOL |
| FIELD CAPACITY | = | 0.2900 | VOL/VOL |
| WILTING POINT | = | 0.1300 | VOL/VOL |
| INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.2900 | VOL/VOL |
| EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.2310E-03 | |

CM/SEC

LAYER 2

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 515

| | | | |
|------------------------------|---|------------|---------|
| THICKNESS | = | 50.00 | CM |
| POROSITY | = | 0.3800 | VOL/VOL |
| FIELD CAPACITY | = | 0.3200 | VOL/VOL |
| WILTING POINT | = | 0.2500 | VOL/VOL |
| INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.3539 | VOL/VOL |
| EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.3470E-04 | |

CM/SEC

LAYER 3

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 21

| | | | |
|----------------|---|--------|---------|
| THICKNESS | = | 10.00 | CM |
| POROSITY | = | 0.3970 | VOL/VOL |
| FIELD CAPACITY | = | 0.0320 | VOL/VOL |

| | | | | |
|--------|------------------------------|---|--------|---------|
| | WILTING POINT | = | 0.0130 | VOL/VOL |
| | INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.0432 | VOL/VOL |
| | EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.3000 | |
| CM/SEC | | | | |
| | SLOPE | = | 50.00 | PERCENT |
| | DRAINAGE LENGTH | = | 100.0 | METERS |

LAYER 4

| | | | | |
|--------|------------------------------|---|------------|---------|
| | TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER | | | |
| | MATERIAL TEXTURE NUMBER 16 | | | |
| | THICKNESS | = | 33.00 | CM |
| | POROSITY | = | 0.4270 | VOL/VOL |
| | FIELD CAPACITY | = | 0.4180 | VOL/VOL |
| | WILTING POINT | = | 0.3670 | VOL/VOL |
| | INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.4270 | VOL/VOL |
| | EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.1000E-06 | |
| CM/SEC | | | | |

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA

1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM
 DEFAULT SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE #24 WITH
 A GOOD STAND OF GRASS, A SURFACE SLOPE OF
 50.% AND A SLOPE LENGTH OF 100. METERS.

| | | | | |
|----------|------------------------------------|---|--------|----|
| | SCS RUNOFF CURVE NUMBER | = | 87.62 | |
| | FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF | = | 100.0 | |
| PERCENT | | | | |
| | AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE | = | 6.4000 | |
| HECTARES | | | | |
| | EVAPORATIVE ZONE DEPTH | = | 1.5 | CM |
| | INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE | = | 0.435 | CM |
| | UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE | = | 0.645 | CM |
| | FIELD CAPACITY OF EVAPORATIVE ZONE | = | 0.435 | CM |
| | LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE | = | 0.195 | CM |
| | SOIL EVAPORATION ZONE DEPTH | = | 1.5 | CM |
| | INITIAL SNOW WATER | = | 0.000 | CM |
| | INITIAL INTERCEPTION WATER | = | 0.124 | CM |
| | INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS | = | 61.218 | CM |

| | | | |
|-------------------------|---|--------|----|
| TOTAL INITIAL WATER | = | 61.342 | CM |
| TOTAL SUBSURFACE INFLOW | = | 0.00 | |

MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION DATA 1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM
Hattorf HESSEN

| | | | |
|---------|---------------------------------------|---|-------|
| DEGREES | STATION LATITUDE | = | 50.50 |
| | MAXIMUM LEAF AREA INDEX | = | 12.00 |
| | START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) | = | 45 |
| | END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) | = | 320 |
| | EVAPORATIVE ZONE DEPTH | = | 1.5 |
| CM | AVERAGE ANNUAL WIND SPEED | = | 2.20 |
| KPH | AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 85.6 |
| % | AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 77.5 |
| % | AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 81.2 |
| % | AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 90.7 |
| % | | | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2012

| | | | |
|---------------|---------|--------|-----|
| METERS | PERCENT | MM | CU. |
| ----- | ----- | ----- | |
| PRECIPITATION | | 693.30 | |
| 44371.207 | 100.00 | | |

| | | | |
|-------------------------------------|-------|-----------|---|
| RUNOFF | | 24.656 | |
| 1577.963 | 3.56 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 539.088 | |
| 34501.656 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 242.666 | |
| 15530.608 | 35.00 | | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | 400.7651 | |
| 25648.965 | 57.81 | | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4 | | 25.440313 | |
| 1628.180 | 3.67 | | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4 | | 0.5306 | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | -0.227 | - |
| 14.507 | -0.03 | | |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | | 612.180 | |
| 39179.547 | | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | | 612.182 | |
| 39179.633 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | | 1.237 | |
| 79.166 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | | 1.009 | |
| 64.573 | | | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | | 0.000 | |
| 0.000 | 0.00 | | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | | 0.000 | |
| 0.000 | 0.00 | | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | | 0.0000 | |
| 0.000 | 0.00 | | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2013

MM

CU.

| METERS | PERCENT | |
|-------------------------------------|---------|-----------|
| ----- | ----- | ----- |
| PRECIPITATION | | 756.90 |
| 48441.613 | 100.00 | |
| RUNOFF | | 49.589 |
| 3173.716 | 6.55 | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 545.808 |
| 34931.715 | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 206.114 |
| 13191.269 | 27.23 | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | 482.8285 |
| 30901.021 | 63.79 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4 | | 24.771059 |
| 1585.348 | 3.27 | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4 | | 0.6547 |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | -6.403 |
| 409.770 | -0.85 | - |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | | 612.182 |
| 39179.633 | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | | 606.384 |
| 38808.602 | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | | 1.009 |
| 64.573 | | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | | 0.404 |
| 25.835 | | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | | 0.000 |
| 0.000 | 0.00 | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | | 0.000 |
| 0.000 | 0.00 | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | | 0.0004 |
| 0.028 | 0.00 | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2014

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|-------------------------------------|---------|-----------|-----|
| PRECIPITATION | | 716.80 | |
| 45875.195 | 100.00 | | |
| RUNOFF | | 60.237 | |
| 3855.166 | 8.40 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 567.905 | |
| 36345.941 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 249.610 | |
| 15975.062 | 34.82 | | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | 382.0053 | |
| 24448.342 | 53.29 | | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4 | | 25.164949 | |
| 1610.557 | 3.51 | | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4 | | 0.5226 | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | -0.218 | - |
| 13.922 | -0.03 | | |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | | 606.384 | |
| 38808.602 | | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | | 605.670 | |
| 38762.883 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | | 0.404 | |
| 25.835 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | | 0.900 | |
| 57.630 | | | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | | 0.000 | |
| 0.000 | 0.00 | | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | | 0.000 | |
| 0.000 | 0.00 | | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | | -0.0001 | |
| -0.008 | 0.00 | | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2015

```

-----
-----
METERS      PERCENT      MM      CU.
-----
PRECIPITATION      564.20
36108.805      100.00

RUNOFF      12.655
809.920      2.24

POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION      570.242
36495.488

ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION      202.376
12952.057      35.87

DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3      335.6592
21482.191      59.49

PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4      22.759256
1456.592      4.03

AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4      0.4476

CHANGE IN WATER STORAGE      -9.249      -
591.967      -1.64

SOIL WATER AT START OF YEAR      605.670
38762.883

SOIL WATER AT END OF YEAR      597.321
38228.547

INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR      0.900
57.630

INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR      0.000
0.000

SNOW WATER AT START OF YEAR      0.000
0.000      0.00

SNOW WATER AT END OF YEAR      0.000
0.000      0.00

ANNUAL WATER BUDGET BALANCE      0.0002
0.014      0.00

```


FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2015

| LAYER | (CM) | (VOL/VOL) |
|-----------------------|---------|-----------|
| ---- | ----- | ----- |
| 1 | 28.9939 | 0.2899 |
| 2 | 16.3203 | 0.3264 |
| 3 | 0.3269 | 0.0327 |
| 4 | 14.0910 | 0.4270 |
| TOTAL WATER IN LAYERS | 59.732 | |
| SNOW WATER | 0.000 | |
| INTERCEPTION WATER | 0.000 | |
| TOTAL FINAL WATER | 59.732 | |

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS 2012 THROUGH

2015

| (CU. METERS) | (MM) |
|---------------|--------|
| ----- | ----- |
| PRECIPITATION | 66.00 |
| 4224.000 | |
| RUNOFF | 33.641 |
| 2152.9998 | |

| | |
|-------------------------------------|------------|
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | 18.43602 |
| 1179.90515 | |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4 | 0.087640 |
| 5.60894 | |
| AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4 | 11.426 |
| MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 4 | 17.216 |
| LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 3 | |
| (DISTANCE FROM DRAIN) | 0.0 METERS |
| SNOW WATER | 22.40 |
| 1433.5817 | |
| MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL) | |
| 0.4300 | |
| MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL) | |
| 0.1300 | |

*** Maximum heads are computed using McEnroe's equations. ***

Reference: Maximum Saturated Depth over
Landfill Liner
by Bruce M. McEnroe, University of
Kansas
ASCE Journal of Environmental
Engineering
Vol. 119, No. 2, March 1993, pp.
262-270.

| | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|
| AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 2012 | | | | |
| THROUGH 2015 | | | | |
| ----- | | | | |
| ----- | | | | |
| | JAN/JUL | FEB/AUG | MAR/SEP | APR/OCT |
| MAY/NOV JUN/DEC | ----- | ----- | ----- | ----- |
| ----- | | | | |
| PRECIPITATION | | | | |
| ----- | | | | |
| TOTALS | 56.77 | 21.07 | 25.75 | 37.80 |

| | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| 96.77 | 61.72 | | | | |
| 51.42 | 48.42 | 109.07 | 62.97 | 49.02 | 61.97 |
| STD. DEVIATIONS | | 22.32 | 9.37 | 16.71 | 14.75 |
| 70.24 | 32.66 | | | | |
| | | 85.65 | 25.79 | 15.73 | 38.67 |
| 26.95 | 28.31 | | | | |
| RUNOFF | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 3.328 | 1.323 | 0.154 | 0.482 |
| 5.205 | 0.770 | | | | |
| | | 15.789 | 2.459 | 0.472 | 4.909 |
| 1.012 | 0.881 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 3.859 | 2.115 | 0.307 | 0.965 |
| 9.309 | 1.168 | | | | |
| | | 27.634 | 4.314 | 0.564 | 9.438 |
| 1.134 | 1.633 | | | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 6.338 | 7.867 | 25.382 | 57.612 |
| 90.592 | 100.727 | | | | |
| | | 111.722 | 86.070 | 45.712 | 14.541 |
| 4.734 | 4.465 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.284 | 0.969 | 4.497 | 4.669 |
| 9.348 | 3.296 | | | | |
| | | 8.866 | 6.711 | 3.005 | 2.137 |
| 0.267 | 0.316 | | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 5.642 | 5.909 | 12.595 | 20.097 |
| 34.810 | 33.843 | | | | |
| | | 43.815 | 28.945 | 20.629 | 10.357 |
| 4.401 | 4.148 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.504 | 2.331 | 0.804 | 7.226 |
| 12.776 | 12.556 | | | | |
| | | 16.829 | 10.857 | 5.251 | 1.325 |
| 0.150 | 0.671 | | | | |
| LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 45.5269 | 21.6288 | 10.1076 | 16.2676 |
| 38.8590 | 41.7247 | | | | |
| | | 39.8962 | 36.9238 | 29.0925 | 36.8855 |
| 40.5663 | 42.8357 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 25.7703 | 15.0182 | 5.2018 | 12.6198 |
| 28.6636 | 33.2381 | | | | |
| | | 40.4759 | 21.3628 | 11.1446 | 22.8486 |
| 22.0185 | 16.9434 | | | | |

PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4

| | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TOTALS | | 2.2744 | 1.9740 | 1.8825 | 1.7601 |
| 2.0246 | 1.8109 | | | | |
| | | 1.9328 | 2.2314 | 2.1434 | 2.2041 |
| 2.0800 | 2.2155 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.0998 | 0.1130 | 0.2374 | 0.3422 |
| 0.3288 | 0.8918 | | | | |
| | | 0.5482 | 0.1740 | 0.2506 | 0.0804 |
| 0.3109 | 0.1447 | | | | |

 AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS
 (CM)

| | | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4 | | | | | |
| AVERAGES | | 0.0717 | 0.0375 | 0.0160 | 0.0264 |
| 0.0615 | 0.0692 | | | | |
| | | 0.0673 | 0.0578 | 0.0473 | 0.0584 |
| 0.0660 | 0.0674 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.0405 | 0.0261 | 0.0084 | 0.0202 |
| 0.0456 | 0.0569 | | | | |
| | | 0.0715 | 0.0332 | 0.0183 | 0.0357 |
| 0.0359 | 0.0266 | | | | |

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS
 2012 THROUGH 2015

| | | | |
|------------------------------|---------|---------|------------|
| METERS | PERCENT | MM | CU. |
| PRECIPITATION | | 682.80 | (83.313) |
| 43699.2 | 100.00 | | |
| RUNOFF | | 36.784 | (21.9342) |
| 2354.19 | 5.387 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 555.761 | (15.6443) |

35568.70

| | | |
|---------------------------|---------|------------|
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | 225.191 | (24.4007) |
| 14412.25 32.981 | | |

| | | |
|----------------------------|-----------|-------------|
| LATERAL DRAINAGE COLLECTED | 400.31454 | (61.43898) |
| 25620.131 58.62837 | | |
| FROM LAYER 3 | | |

| | | |
|-----------------------------|----------|------------|
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH | 24.53390 | (1.21454) |
| 1570.169 3.59313 | | |
| LAYER 4 | | |

| | | |
|---------------------|-------|----------|
| AVERAGE HEAD ON TOP | 0.539 | (0.086) |
| OF LAYER 4 | | |

| | | | |
|-------------------------|--------|-----------|---|
| CHANGE IN WATER STORAGE | -4.024 | (0.1788) | - |
| 257.54 -0.589 | | | |

**

**

**

**

**

PERFORMANCE

HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL

**

**

**

2012)

HELP Version 3.95 D

(10 August

**

**

developed at

**

Germany

Institute of Soil Science, University of Hamburg,

**

**

based on

**

1997)

US HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER

**

**

DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY

**

**

USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION

**

**

FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING

**

LABORATORY

**

**

**

**

TIME: 11.50 DATE: 14.12.2016

PRECIPITATION DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Bad Hersfeld.d4

TEMPERATURE DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Station
Philipsthal.d7

SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Hattorf.d13

EVAPOTRANSPIRATION DATA F. 1: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Evapotrans.d11

SOIL AND DESIGN DATA FILE 1: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Aufstandneu
\Soilneu.d10

OUTPUT DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMoD
 \HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Aufstandneu
 \Aufneu.out
 YEARLY OUTPUT DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMoD
 \HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Aufstandneu
 \Aufneu.YR

COLUMNS OF YEARLY OUTPUT DATA FILE:

| | |
|------|--|
| 1 | DATE OF ULTIMO (yyyy1231) |
| 2 | PRECIPITATION (MM) |
| 3 | RUNOFF (MM) |
| 4 | POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION (MM) |
| 5 | ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION (MM) |
| 6 | DRAIN #1: LATERAL DRAINAGE FROM LAYER 2 (MM) |
| 7 | LEAK #1: PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 3 |
| (MM) | |
| 8 | LEAK #2: PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4 |
| (MM) | |
| 9 | CHANGE IN TOTAL WATER STORAGE (MM) |
| 10 | CHANGE IN SOIL WATER STORAGE (MM) |
| 11 | CHANGE IN INTERCEPTION WATER STORAGE (MM) |
| 12 | CHANGE IN SNOW WATER STORAGE (MM) |
| 13 | ANNUAL WATER BUDGET BALANCE (MM) |

TITLE: Oberflächenabdichtung Althalde Hattorf

WEATHER DATA SOURCES

NOTE: PRECIPITATION DATA FOR Bad Hersfeld
 Hessen
 WAS ENTERED FROM A TEXT FILE.

NOTE: TEMPERATURE DATA FOR Phillipsthal
 Hessen
 WAS ENTERED FROM A TEXT FILE.

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY
 GENERATED USING
 COEFFICIENTS FOR GEISENHEIM

HESSEN

AND STATION LATITUDE = 50.00 DEGREES

LAYER DATA 1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW
WATER WERE
COMPUTED AS NEARLY STEADY-STATE VALUES BY THE
PROGRAM.

LAYER 1

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 501

| | | | |
|------------------------------|---|------------|---------|
| THICKNESS | = | 25.00 | CM |
| POROSITY | = | 0.3700 | VOL/VOL |
| FIELD CAPACITY | = | 0.0400 | VOL/VOL |
| WILTING POINT | = | 0.0300 | VOL/VOL |
| INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.0485 | VOL/VOL |
| EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.2660E-02 | |

CM/SEC

LAYER 2

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 21

| | | | |
|------------------------------|---|--------|---------|
| THICKNESS | = | 15.00 | CM |
| POROSITY | = | 0.3970 | VOL/VOL |
| FIELD CAPACITY | = | 0.0320 | VOL/VOL |
| WILTING POINT | = | 0.0130 | VOL/VOL |
| INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.1266 | VOL/VOL |
| EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.3000 | |

CM/SEC

| | | | |
|-----------------|---|-------|---------|
| SLOPE | = | 3.00 | PERCENT |
| DRAINAGE LENGTH | = | 300.0 | METERS |

LAYER 3

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS = 15.00 CM
POROSITY = 0.4270 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.4180 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.3670 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.4270 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT.= 0.1000E-08

CM/SEC

LAYER 4

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

THICKNESS = 30.00 CM
POROSITY = 0.3800 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.3100 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.1600 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.3100 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT.= 0.3470E-07

CM/SEC

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA

1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM
DEFAULT SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 1 WITH
BARE GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 2. %
AND A SLOPE LENGTH OF 300. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER = 70.91
FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF = 100.0
PERCENT
AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE = 3.8000
HECTARES
EVAPORATIVE ZONE DEPTH = 1.5 CM
INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE = 0.274 CM
UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 0.555 CM
FIELD CAPACITY OF EVAPORATIVE ZONE = 0.060 CM
LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE = 0.045 CM
SOIL EVAPORATION ZONE DEPTH = 1.5 CM

| | | | |
|----------------------------------|---|--------|----|
| INITIAL SNOW WATER | = | 0.000 | CM |
| INITIAL INTERCEPTION WATER | = | 0.105 | CM |
| INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS | = | 18.817 | CM |
| TOTAL INITIAL WATER | = | 18.922 | CM |
| TOTAL SUBSURFACE INFLOW | = | 0.00 | |

MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION DATA 1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM
Hattorf HESSEN

| | | | |
|---------|---------------------------------------|---|-------|
| DEGREES | STATION LATITUDE | = | 50.50 |
| | MAXIMUM LEAF AREA INDEX | = | 12.00 |
| | START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) | = | 45 |
| | END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) | = | 320 |
| | EVAPORATIVE ZONE DEPTH | = | 1.5 |
| CM | AVERAGE ANNUAL WIND SPEED | = | 2.20 |
| KPH | AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 85.6 |
| % | AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 77.5 |
| % | AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 81.2 |
| % | AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 90.7 |
| % | | | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2012

| | | | |
|--------|---------|----|-----|
| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|--------|---------|----|-----|

| | | |
|-------------------------------------|--------|----------|
| ----- | ----- | |
| PRECIPITATION | | 693.30 |
| 26345.404 | 100.00 | |
| RUNOFF | | 91.112 |
| 3462.264 | 13.14 | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 539.088 |
| 20485.359 | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 233.821 |
| 8885.183 | 33.73 | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2 | | 368.2957 |
| 13995.234 | 53.12 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3 | | 0.357179 |
| 13.573 | 0.05 | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3 | | 19.3156 |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4 | | 0.357179 |
| 13.573 | 0.05 | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | -0.285 |
| 10.848 | -0.04 | - |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | | 188.173 |
| 7150.568 | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | | 188.178 |
| 7150.749 | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | | 1.050 |
| 39.919 | | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | | 0.760 |
| 28.890 | | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | | 0.000 |
| 0.000 | 0.00 | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | | 0.000 |
| 0.000 | 0.00 | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | | -0.0001 |
| -0.003 | 0.00 | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2013

```

-----
-----
METERS      PERCENT      MM      CU.
-----
PRECIPITATION      756.90
28762.207      100.00

RUNOFF      124.345
4725.106      16.43

POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION      545.808
20740.705

ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION      203.700
7740.602      26.91

DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2      390.8076
14850.690      51.63

PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3      0.358819
13.635      0.05

AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3      20.7608

PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4      0.358819
13.635      0.05

CHANGE IN WATER STORAGE      37.689
1432.168      4.98

SOIL WATER AT START OF YEAR      188.178
7150.749

SOIL WATER AT END OF YEAR      226.292
8599.105

INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR      0.760
28.890

INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR      0.334
12.702

SNOW WATER AT START OF YEAR      0.000
0.000      0.00

SNOW WATER AT END OF YEAR      0.000
0.000      0.00

ANNUAL WATER BUDGET BALANCE      0.0001
0.005      0.00

```


ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2014

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|-------------------------------------|---------|----------|-----|
| PRECIPITATION | | 716.80 | |
| 27238.396 | 100.00 | | |
| RUNOFF | | 153.440 | |
| 5830.711 | 21.41 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 567.905 | |
| 21580.402 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 244.629 | |
| 9295.915 | 34.13 | | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2 | | 316.2072 | |
| 12015.873 | 44.11 | | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3 | | 0.350522 | |
| 13.320 | 0.05 | | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3 | | 16.6567 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4 | | 0.350522 | |
| 13.320 | 0.05 | | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | 2.173 | |
| 82.586 | 0.30 | | |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | | 226.292 | |
| 8599.105 | | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | | 228.022 | |
| 8664.846 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | | 0.334 | |
| 12.702 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | | 0.778 | |
| 29.547 | | | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | | 0.000 | |
| 0.000 | 0.00 | | |

| | |
|-----------------------------|---------|
| SNOW WATER AT END OF YEAR | 0.000 |
| 0.000 0.00 | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | -0.0002 |
| -0.007 0.00 | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2015

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|-------------------------------------|---------|----------|-----|
| ----- | ----- | ----- | |
| PRECIPITATION | | 564.20 | |
| 21439.604 | 100.00 | | |
| RUNOFF | | 63.758 | |
| 2422.791 | 11.30 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 570.242 | |
| 21669.195 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 199.602 | |
| 7584.880 | 35.38 | | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2 | | 311.4378 | |
| 11834.636 | 55.20 | | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 3 | | 0.349992 | |
| 13.300 | 0.06 | | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 3 | | 16.4468 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4 | | 0.349992 | |
| 13.300 | 0.06 | | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | -10.948 | - |
| 416.008 | -1.94 | | |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | | 228.022 | |
| 8664.846 | | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | | 217.852 | |
| 8278.385 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | | 0.778 | |

29.547

| | |
|-----------------------------------|--------|
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | 0.000 |
| 0.000 | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | 0.000 |
| 0.000 | 0.00 |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | 0.000 |
| 0.000 | 0.00 |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | 0.0001 |
| 0.005 | 0.00 |

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2015

| LAYER | (CM) | (VOL/VOL) |
|-----------------------|--------|-----------|
| ---- | ----- | ----- |
| 1 | 5.1628 | 0.2065 |
| 2 | 0.9174 | 0.0612 |
| 3 | 6.4050 | 0.4270 |
| 4 | 9.3000 | 0.3100 |
| TOTAL WATER IN LAYERS | 21.785 | |
| SNOW WATER | 0.000 | |
| INTERCEPTION WATER | 0.000 | |
| TOTAL FINAL WATER | 21.785 | |

| PEAK DAILY VALUES FOR YEARS 2012 THROUGH 2015 | |
|--|-------------|
| | (MM) |
| (CU. METERS) | |
| PRECIPITATION | 66.00 |
| 2508.000 | |
| RUNOFF | 64.947 |
| 2467.9863 | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2 | 4.11008 |
| 156.18321 | |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 3 | 0.001321 |
| 0.05020 | |
| AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 3 | 79.361 |
| MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 3 | 150.015 |
| LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 2 (DISTANCE FROM DRAIN) | 16.2 METERS |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4 | 0.001321 |
| 0.05020 | |
| SNOW WATER | 22.40 |
| 851.1891 | |
| MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL) | |
| 0.3700 | |
| MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL) | |
| 0.0300 | |

*** Maximum heads are computed using McEnroe's equations. ***

Reference: Maximum Saturated Depth over
Landfill Liner
by Bruce M. McEnroe, University of
Kansas
ASCE Journal of Environmental
Engineering
Vol. 119, No. 2, March 1993, pp.
262-270.

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 2012
THROUGH 2015

| MAY/NOV | JUN/DEC | JAN/JUL | FEB/AUG | MAR/SEP | APR/OCT |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| PRECIPITATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 56.77 | 21.07 | 25.75 | 37.80 |
| 96.77 | 61.72 | 109.07 | 62.97 | 49.02 | 61.97 |
| 51.42 | 48.42 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 22.32 | 9.37 | 16.71 | 14.75 |
| 70.24 | 32.66 | 85.65 | 25.79 | 15.73 | 38.67 |
| 26.95 | 28.31 | | | | |
| RUNOFF | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 10.742 | 0.897 | 2.445 | 4.930 |
| 14.239 | 3.224 | 32.508 | 9.213 | 6.772 | 8.114 |
| 7.185 | 7.895 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 11.042 | 1.496 | 4.890 | 8.147 |
| 18.513 | 3.148 | 56.805 | 8.740 | 3.465 | 10.351 |
| 6.886 | 11.424 | | | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 6.338 | 7.867 | 25.382 | 57.612 |
| 90.592 | 100.727 | 111.722 | 86.070 | 45.712 | 14.541 |
| 4.734 | 4.465 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.284 | 0.969 | 4.497 | 4.669 |
| 9.348 | 3.296 | 8.866 | 6.711 | 3.005 | 2.137 |
| 0.267 | 0.316 | | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 5.637 | 5.803 | 11.708 | 17.608 |
| 34.287 | 34.228 | 43.896 | 28.863 | 19.666 | 10.219 |
| 4.390 | 4.133 | | | | |

| | | | | |
|-----------------|--------|--------|-------|-------|
| STD. DEVIATIONS | 0.492 | 2.339 | 0.834 | 6.321 |
| 13.448 11.677 | | | | |
| | 15.916 | 10.973 | 5.001 | 1.212 |
| 0.105 0.658 | | | | |

LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 2

| | | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| TOTALS | 42.7661 | 20.7404 | 13.4837 | 14.9432 |
| 27.4191 34.3834 | | | | |
| | 28.8645 | 30.3641 | 22.9629 | 37.6896 |
| 36.8938 36.1763 | | | | |

| | | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| STD. DEVIATIONS | 18.0903 | 10.2779 | 5.3722 | 6.3765 |
| 13.3982 26.6205 | | | | |
| | 20.3551 | 16.6000 | 10.7685 | 21.6484 |
| 17.3461 9.1423 | | | | |

PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 3

| | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| TOTALS | 0.0315 | 0.0267 | 0.0283 | 0.0276 |
| 0.0298 0.0297 | | | | |
| | 0.0300 | 0.0302 | 0.0285 | 0.0310 |
| 0.0300 0.0308 | | | | |

| | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| STD. DEVIATIONS | 0.0020 | 0.0008 | 0.0006 | 0.0007 |
| 0.0015 0.0030 | | | | |
| | 0.0023 | 0.0018 | 0.0012 | 0.0024 |
| 0.0019 0.0010 | | | | |

PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4

| | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| TOTALS | 0.0315 | 0.0267 | 0.0283 | 0.0276 |
| 0.0298 0.0297 | | | | |
| | 0.0300 | 0.0302 | 0.0285 | 0.0310 |
| 0.0300 0.0308 | | | | |

| | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| STD. DEVIATIONS | 0.0020 | 0.0008 | 0.0006 | 0.0007 |
| 0.0015 0.0030 | | | | |
| | 0.0023 | 0.0018 | 0.0012 | 0.0024 |
| 0.0019 0.0010 | | | | |

 AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS
 (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 3

| | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| AVERAGES | 2.6637 | 1.4253 | 0.8399 | 0.9618 |
| 1.7078 2.2130 | | | | |
| | 1.7979 | 1.8913 | 1.4779 | 2.3475 |
| 2.3746 2.2533 | | | | |

| | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| STD. DEVIATIONS | 1.1268 | 0.7167 | 0.3346 | 0.4104 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|

| | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.8345 | 1.7134 | | | | |
| | | 1.2678 | 1.0340 | 0.6931 | 1.3484 |
| 1.1164 | 0.5694 | | | | |

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS
2012 THROUGH 2015

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|------------------------------|----------|-----------|-------------|
| ----- | ----- | ----- | |
| PRECIPITATION | | 682.80 | (83.313) |
| 25946.4 | 100.00 | | |
| RUNOFF | | 108.164 | (39.0487) |
| 4110.22 | 15.841 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 555.761 | (15.6443) |
| 21118.92 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 220.438 | (22.2005) |
| 8376.65 | 32.284 | | |
| LATERAL DRAINAGE COLLECTED | | 346.68707 | (39.09420) |
| 13174.108 | 50.77432 | | |
| FROM LAYER 2 | | | |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH | | 0.35413 | (0.00453) |
| 13.457 | 0.05186 | | |
| LAYER 3 | | | |
| AVERAGE HEAD ON TOP | | 18.295 | (2.099) |
| OF LAYER 3 | | | |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH | | 0.35413 | (0.00453) |
| 13.457 | 0.05186 | | |
| LAYER 4 | | | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | 7.157 | (0.8321) |
| 271.97 | 1.048 | | |

**

**

**

**

**

PERFORMANCE

HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL

**

**

**

2012)

HELP Version 3.95 D

(10 August

**

**

developed at

**

Germany

Institute of Soil Science, University of Hamburg,

**

**

based on

**

1997)

US HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER

**

**

DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY

**

**

USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION

**

**

FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING

**

LABORATORY

**

**

**

**

TIME: 16.11 DATE: 8.12.2016

PRECIPITATION DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Bad Hersfeld.d4

TEMPERATURE DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Station
Philipsthal.d7

SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Hattorf.d13

EVAPOTRANSPIRATION DATA F. 1: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Evapotrans.d11

SOIL AND DESIGN DATA FILE 1: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Becken IV neu
\Solineu.d10

OUTPUT DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMoD
\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Becken IV neu\Becken
IV neu.out

YEARLY OUTPUT DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMoD
\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Becken IV neu\Becken
IV neu.YR

COLUMNS OF YEARLY OUTPUT DATA FILE:

| | |
|------|--|
| 1 | DATE OF ULTIMO (yyyy1231) |
| 2 | PRECIPITATION (MM) |
| 3 | RUNOFF (MM) |
| 4 | POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION (MM) |
| 5 | ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION (MM) |
| 6 | DRAIN #1: LATERAL DRAINAGE FROM LAYER 3 (MM) |
| 7 | LEAK #1: PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5 |
| (MM) | |
| 8 | LEAK #2: PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 6 |
| (MM) | |
| 9 | CHANGE IN TOTAL WATER STORAGE (MM) |
| 10 | CHANGE IN SOIL WATER STORAGE (MM) |
| 11 | CHANGE IN INTERCEPTION WATER STORAGE (MM) |
| 12 | CHANGE IN SNOW WATER STORAGE (MM) |
| 13 | ANNUAL WATER BUDGET BALANCE (MM) |

TITLE: Oberflächenabdichtung Althalde Hattorf

WEATHER DATA SOURCES

NOTE: PRECIPITATION DATA FOR Bad Hersfeld
Hessen
WAS ENTERED FROM A TEXT FILE.

NOTE: TEMPERATURE DATA FOR Phillipsthal
Hessen
WAS ENTERED FROM A TEXT FILE.

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY
GENERATED USING
COEFFICIENTS FOR GEISENHEIM

HESSEN

AND STATION LATITUDE = 50.00 DEGREES

LAYER DATA 1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW
WATER WERE
COMPUTED AS NEARLY STEADY-STATE VALUES BY THE
PROGRAM.

LAYER 1

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

| | | | |
|------------------------------|---|------------|---------|
| THICKNESS | = | 40.00 | CM |
| POROSITY | = | 0.5200 | VOL/VOL |
| FIELD CAPACITY | = | 0.3300 | VOL/VOL |
| WILTING POINT | = | 0.1500 | VOL/VOL |
| INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.4214 | VOL/VOL |
| EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.5670E-04 | |

CM/SEC

LAYER 2

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

| | | | |
|------------------------------|---|------------|---------|
| THICKNESS | = | 110.00 | CM |
| POROSITY | = | 0.4300 | VOL/VOL |
| FIELD CAPACITY | = | 0.2900 | VOL/VOL |
| WILTING POINT | = | 0.1300 | VOL/VOL |
| INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.4200 | VOL/VOL |
| EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.2310E-05 | |

CM/SEC

LAYER 3

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 20

| | | | | |
|--------|------------------------------|---|--------|---------|
| | THICKNESS | = | 2.00 | CM |
| | POROSITY | = | 0.8500 | VOL/VOL |
| | FIELD CAPACITY | = | 0.0100 | VOL/VOL |
| | WILTING POINT | = | 0.0050 | VOL/VOL |
| | INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.0126 | VOL/VOL |
| | EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 10.00 | |
| CM/SEC | | | | |
| | SLOPE | = | 5.00 | PERCENT |
| | DRAINAGE LENGTH | = | 140.0 | METERS |

LAYER 4

| | | | | |
|---------------|----------------------------------|---|-------------|----|
| | TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER | | | |
| | MATERIAL TEXTURE NUMBER 0 | | | |
| | THICKNESS | = | 0.60 | CM |
| | EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.3000E-09 | |
| CM/SEC | | | | |
| | FML PINHOLE DENSITY | = | 0.00 | |
| HOLES/HECTARE | | | | |
| | FML INSTALLATION DEFECTS | = | 0.00 | |
| HOLES/HECTARE | | | | |
| | FML PLACEMENT QUALITY | = | 1 - PERFECT | |

LAYER 5

| | | | | |
|--------|------------------------------|---|------------|---------|
| | TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER | | | |
| | MATERIAL TEXTURE NUMBER 503 | | | |
| | THICKNESS | = | 200.00 | CM |
| | POROSITY | = | 0.3500 | VOL/VOL |
| | FIELD CAPACITY | = | 0.1900 | VOL/VOL |
| | WILTING POINT | = | 0.0800 | VOL/VOL |
| | INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.3500 | VOL/VOL |
| | EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.3360E-03 | |
| CM/SEC | | | | |

LAYER 6

| | | | | |
|--------|-------------------------------------|---|--------|---------|
| | TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER | | | |
| | MATERIAL TEXTURE NUMBER 21 | | | |
| | THICKNESS | = | 50.00 | CM |
| | POROSITY | = | 0.3970 | VOL/VOL |
| | FIELD CAPACITY | = | 0.0320 | VOL/VOL |
| | WILTING POINT | = | 0.0130 | VOL/VOL |
| | INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.0320 | VOL/VOL |
| | EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.3000 | |
| CM/SEC | | | | |

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA

1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM
DEFAULT SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 9 WITH
AN EXCELLENT STAND OF GRASS, A SURFACE SLOPE
OF 5. % AND A SLOPE LENGTH OF 140. METERS.

| | | | |
|------------------------------------|---|---------|----|
| SCS RUNOFF CURVE NUMBER | = | 72.94 | |
| FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF | = | 100.0 | |
| PERCENT | | | |
| AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE | = | 2.1300 | |
| HECTARES | | | |
| EVAPORATIVE ZONE DEPTH | = | 1.5 | CM |
| INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE | = | 0.495 | CM |
| UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE | = | 0.780 | CM |
| FIELD CAPACITY OF EVAPORATIVE ZONE | = | 0.495 | CM |
| LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE | = | 0.225 | CM |
| SOIL EVAPORATION ZONE DEPTH | = | 1.5 | CM |
| INITIAL SNOW WATER | = | 0.000 | CM |
| INITIAL INTERCEPTION WATER | = | 0.124 | CM |
| INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS | = | 134.677 | CM |
| TOTAL INITIAL WATER | = | 134.801 | CM |
| TOTAL SUBSURFACE INFLOW | = | 0.00 | |

MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION DATA 1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM
Hattorf HESSEN

| | | |
|---------------------------------------|---|-------|
| STATION LATITUDE | = | 50.50 |
| DEGREES | | |
| MAXIMUM LEAF AREA INDEX | = | 12.00 |
| START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) | = | 45 |
| END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) | = | 320 |

| | | | |
|-----|---------------------------------------|---|------|
| CM | EVAPORATIVE ZONE DEPTH | = | 1.5 |
| KPH | AVERAGE ANNUAL WIND SPEED | = | 2.20 |
| % | AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 85.6 |
| % | AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 77.5 |
| % | AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 81.2 |
| % | AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 90.7 |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2012

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|---------------------------------|---------|----------|-----|
| ----- | ----- | ----- | |
| PRECIPITATION | | 693.30 | |
| 14767.293 | 100.00 | | |
| RUNOFF | | 3.086 | |
| 65.741 | 0.45 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 539.088 | |
| 11482.583 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 251.778 | |
| 5362.880 | 36.32 | | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | 438.6295 | |
| 9342.810 | 63.27 | | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5 | | 0.079005 | |
| 1.683 | 0.01 | | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4 | | 0.2150 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 6 | | 0.079005 | |
| 1.683 | 0.01 | | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | -0.273 | |
| -5.820 | -0.04 | | |

| | |
|-------------------------------------|----------|
| SOIL WATER AT START OF YEAR | 1346.774 |
| 28686.287 | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | 1346.742 |
| 28685.605 | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | 1.237 |
| 26.348 | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | 0.996 |
| 21.208 | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | 0.000 |
| 0.000 0.00 | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | 0.000 |
| 0.000 0.00 | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | 0.0000 |
| -0.001 0.00 | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2013

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|---------------------------------|---------|----------|-----|
| PRECIPITATION | | 756.90 | |
| 16121.976 | 100.00 | | |
| RUNOFF | | 19.103 | |
| 406.887 | 2.52 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 545.808 | |
| 11625.712 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 214.112 | |
| 4560.581 | 28.29 | | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | 566.8316 | |
| 12073.514 | 74.89 | | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5 | | 0.073435 | |
| 1.564 | 0.01 | | |

| | | | |
|-------------------------------------|-------|----------|---|
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER | 4 | 0.3031 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER | 6 | 0.073435 | |
| 1.564 | 0.01 | | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | -43.220 | - |
| 920.577 | -5.71 | | |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | | 1346.742 | |
| 28685.605 | | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | | 1304.137 | |
| 27778.119 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | | 0.996 | |
| 21.208 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | | 0.381 | |
| 8.117 | | | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | | 0.000 | |
| 0.000 | 0.00 | | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | | 0.000 | |
| 0.000 | 0.00 | | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | | 0.0002 | |
| 0.005 | 0.00 | | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2014

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|------------------------------|---------|---------|-----|
| PRECIPITATION | | 716.80 | |
| 15267.839 | 100.00 | | |
| RUNOFF | | 58.237 | |
| 1240.454 | 8.12 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 567.905 | |
| 12096.384 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 257.234 | |

| | | |
|-------------------------------------|-------|----------|
| 5479.092 | 35.89 | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | |
| 8398.303 | 55.01 | 394.2865 |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5 | | |
| 1.761 | 0.01 | 0.082660 |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4 | | |
| | | 0.1909 |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 6 | | |
| 1.761 | 0.01 | 0.082660 |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | |
| 148.235 | 0.97 | 6.959 |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | | |
| 27778.119 | | 1304.137 |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | | |
| 27915.592 | | 1310.591 |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | | |
| 8.117 | | 0.381 |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | | |
| 18.878 | | 0.886 |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | | |
| 0.000 | 0.00 | 0.000 |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | | |
| 0.000 | 0.00 | 0.000 |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | | |
| -0.005 | 0.00 | -0.0002 |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2015

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|---------------|---------|--------|-----|
| ----- | | | |
| PRECIPITATION | | 564.20 | |
| 12017.462 | 100.00 | | |

| | | |
|-------------------------------------|----------|---|
| RUNOFF | 0.091 | |
| 1.942 0.02 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | 570.242 | |
| 12146.155 | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | 208.703 | |
| 4445.373 36.99 | | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | 361.0867 | |
| 7691.148 64.00 | | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5 | 0.082222 | |
| 1.751 0.01 | | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4 | 0.1714 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 6 | 0.082222 | |
| 1.751 0.01 | | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | -5.763 | - |
| 122.750 -1.02 | | |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | 1310.591 | |
| 27915.592 | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | 1305.714 | |
| 27811.721 | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | 0.886 | |
| 18.878 | | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | 0.000 | |
| 0.000 | | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | 0.000 | |
| 0.000 0.00 | | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | 0.000 | |
| 0.000 0.00 | | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | 0.0000 | |
| -0.001 0.00 | | |

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2015

| LAYER | (CM) | (VOL/VOL) |
|-----------------------|---------|-----------|
| ----- | ----- | ----- |
| 1 | 13.7382 | 0.3435 |
| 2 | 45.1940 | 0.4109 |
| 3 | 0.0392 | 0.0196 |
| 4 | 0.0000 | 0.0000 |
| 5 | 70.0000 | 0.3500 |
| 6 | 1.6000 | 0.0320 |
| TOTAL WATER IN LAYERS | 130.571 | |
| SNOW WATER | 0.000 | |
| INTERCEPTION WATER | 0.000 | |
| TOTAL FINAL WATER | 130.571 | |

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS 2012 THROUGH
2015

| (CU. METERS) | (MM) |
|--|----------|
| ----- | ----- |
| PRECIPITATION 1405.800 | 66.00 |
| RUNOFF 806.0690 | 37.844 |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 133.27460 | 6.25702 |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5 0.00552 | 0.000259 |
| AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4 | 1.105 |

| | | |
|-----------------------------------|---|------------|
| MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER | 4 | 2.089 |
| LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER | 3 | |
| (DISTANCE FROM DRAIN) | | 0.0 METERS |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER | 6 | 0.000259 |
| 0.00552 | | |
| SNOW WATER | | 22.40 |
| 477.1139 | | |
| MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL) | | |
| 0.5200 | | |
| MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL) | | |
| 0.1500 | | |

*** Maximum heads are computed using McEnroe's equations. ***

Reference: Maximum Saturated Depth over
Landfill Liner
by Bruce M. McEnroe, University of
Kansas
ASCE Journal of Environmental
Engineering
Vol. 119, No. 2, March 1993, pp.
262-270.

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 2012
THROUGH 2015

| | | | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ----- | | | | | |
| ----- | | | | | |
| MAY/NOV | JUN/DEC | JAN/JUL | FEB/AUG | MAR/SEP | APR/OCT |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| PRECIPITATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 56.77 | 21.07 | 25.75 | 37.80 |
| 96.77 | 61.72 | 109.07 | 62.97 | 49.02 | 61.97 |
| 51.42 | 48.42 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 22.32 | 9.37 | 16.71 | 14.75 |

| | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| 70.24 | 32.66 | | | | |
| | | 85.65 | 25.79 | 15.73 | 38.67 |
| 26.95 | 28.31 | | | | |
| RUNOFF | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 0.284 | 0.868 | 0.000 | 0.000 |
| 3.144 | 0.009 | | | | |
| | | 14.560 | 0.023 | 0.000 | 1.242 |
| 0.000 | 0.000 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.516 | 1.441 | 0.000 | 0.000 |
| 6.288 | 0.018 | | | | |
| | | 29.118 | 0.046 | 0.000 | 2.483 |
| 0.000 | 0.000 | | | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 6.338 | 7.867 | 25.382 | 57.612 |
| 90.592 | 100.727 | | | | |
| | | 111.722 | 86.070 | 45.712 | 14.541 |
| 4.734 | 4.465 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.284 | 0.969 | 4.497 | 4.669 |
| 9.348 | 3.296 | | | | |
| | | 8.866 | 6.711 | 3.005 | 2.137 |
| 0.267 | 0.316 | | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 5.643 | 5.914 | 13.021 | 20.595 |
| 36.245 | 35.750 | | | | |
| | | 45.130 | 30.459 | 21.295 | 10.355 |
| 4.400 | 4.149 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.505 | 2.340 | 0.621 | 7.347 |
| 13.499 | 12.970 | | | | |
| | | 17.926 | 10.919 | 5.561 | 1.308 |
| 0.148 | 0.670 | | | | |
| LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 53.5658 | 44.9271 | 30.8018 | 20.9833 |
| 20.1074 | 39.3064 | | | | |
| | | 41.3171 | 42.0407 | 32.4259 | 33.9109 |
| 40.6135 | 40.2087 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 24.3729 | 12.6374 | 6.3303 | 1.4805 |
| 9.2779 | 37.7619 | | | | |
| | | 18.4972 | 26.1285 | 13.8194 | 6.6578 |
| 27.4053 | 10.0786 | | | | |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5 | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 0.0052 | 0.0064 | 0.0078 | 0.0075 |
| 0.0070 | 0.0059 | | | | |
| | | 0.0068 | 0.0063 | 0.0069 | 0.0066 |
| 0.0062 | 0.0067 | | | | |

| | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| STD. DEVIATIONS | 0.0014 | 0.0011 | 0.0004 | 0.0004 |
| 0.0007 0.0014 | | | | |
| | 0.0011 | 0.0013 | 0.0009 | 0.0015 |
| 0.0016 0.0007 | | | | |

PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 6

| | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| TOTALS | 0.0052 | 0.0064 | 0.0078 | 0.0075 |
| 0.0070 0.0059 | | | | |
| | 0.0068 | 0.0063 | 0.0069 | 0.0066 |
| 0.0062 0.0067 | | | | |

| | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| STD. DEVIATIONS | 0.0014 | 0.0011 | 0.0004 | 0.0004 |
| 0.0007 0.0014 | | | | |
| | 0.0011 | 0.0013 | 0.0009 | 0.0015 |
| 0.0016 0.0007 | | | | |

 AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS
 (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4

| | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| AVERAGES | 0.0348 | 0.0281 | 0.0163 | 0.0114 |
| 0.0111 0.0251 | | | | |
| | 0.0242 | 0.0254 | 0.0189 | 0.0199 |
| 0.0262 0.0228 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | 0.0184 | 0.0090 | 0.0035 | 0.0008 |
| 0.0053 0.0278 | | | | |
| | 0.0113 | 0.0178 | 0.0091 | 0.0056 |
| 0.0226 0.0067 | | | | |

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS
 2012 THROUGH 2015

| | | | |
|--------|---------|----|-----|
| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|--------|---------|----|-----|

| | | | |
|------------------------------|-----------|-------------|---|
| PRECIPITATION | 682.80 | (83.313) | |
| 14543.6 100.00 | | | |
| RUNOFF | 20.129 | (26.7411) | |
| 428.76 2.948 | | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | 555.761 | (15.6443) | |
| 11837.71 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | 232.957 | (25.0802) | |
| 4961.98 34.118 | | | |
| LATERAL DRAINAGE COLLECTED | 440.20859 | (90.19415) | |
| 9376.443 64.47108 | | | |
| FROM LAYER 3 | | | |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH | 0.07933 | (0.00425) | |
| 1.690 0.01162 | | | |
| LAYER 5 | | | |
| AVERAGE HEAD ON TOP | 0.220 | (0.058) | |
| OF LAYER 4 | | | |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH | 0.07933 | (0.00425) | |
| 1.690 0.01162 | | | |
| LAYER 6 | | | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | -10.574 | (0.8810) | - |
| 225.23 -1.549 | | | |

**

**

**

**

**

PERFORMANCE

HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL

**

**

**

2012)

HELP Version 3.95 D

(10 August

**

**

developed at

**

**

Germany

Institute of Soil Science, University of Hamburg,

**

**

based on

**

1997)

US HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER

**

**

DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY

**

**

USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION

**

**

FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING

**

LABORATORY

**

**

**

**

TIME: 12.15 DATE: 14.12.2016

PRECIPITATION DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Bad Hersfeld.d4

TEMPERATURE DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Station
Philipsthal.d7

SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Hattorf.d13

EVAPOTRANSPIRATION DATA F. 1: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Evapotrans.d11

SOIL AND DESIGN DATA FILE 1: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Schlambecken neu
\Soli3.d10

OUTPUT DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMOD
 \HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Schlambecken neu
 \Schlambecken neu.out
 YEARLY OUTPUT DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMOD
 \HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Schlambecken neu
 \Schlambecken neu.YR

COLUMNS OF YEARLY OUTPUT DATA FILE:

| | |
|------|--|
| 1 | DATE OF ULTIMO (yyyy1231) |
| 2 | PRECIPITATION (MM) |
| 3 | RUNOFF (MM) |
| 4 | POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION (MM) |
| 5 | ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION (MM) |
| 6 | DRAIN #1: LATERAL DRAINAGE FROM LAYER 3 (MM) |
| 7 | LEAK #1: PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5 |
| (MM) | |
| 8 | LEAK #2: PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 6 |
| (MM) | |
| 9 | CHANGE IN TOTAL WATER STORAGE (MM) |
| 10 | CHANGE IN SOIL WATER STORAGE (MM) |
| 11 | CHANGE IN INTERCEPTION WATER STORAGE (MM) |
| 12 | CHANGE IN SNOW WATER STORAGE (MM) |
| 13 | ANNUAL WATER BUDGET BALANCE (MM) |

TITLE: Oberflächenabdichtung Althalde Hattorf

WEATHER DATA SOURCES

NOTE: PRECIPITATION DATA FOR Bad Hersfeld
 Hessen
 WAS ENTERED FROM A TEXT FILE.

NOTE: TEMPERATURE DATA FOR Phillipsthal
 Hessen
 WAS ENTERED FROM A TEXT FILE.

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY
 GENERATED USING
 COEFFICIENTS FOR GEISENHEIM

HESSEN

AND STATION LATITUDE = 50.00 DEGREES

LAYER DATA 1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW
WATER WERE
COMPUTED AS NEARLY STEADY-STATE VALUES BY THE
PROGRAM.

LAYER 1

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

| | | | |
|------------------------------|---|------------|---------|
| THICKNESS | = | 40.00 | CM |
| POROSITY | = | 0.5200 | VOL/VOL |
| FIELD CAPACITY | = | 0.3300 | VOL/VOL |
| WILTING POINT | = | 0.1500 | VOL/VOL |
| INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.4214 | VOL/VOL |
| EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.5670E-04 | |

CM/SEC

LAYER 2

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 0

| | | | |
|------------------------------|---|------------|---------|
| THICKNESS | = | 110.00 | CM |
| POROSITY | = | 0.4300 | VOL/VOL |
| FIELD CAPACITY | = | 0.2900 | VOL/VOL |
| WILTING POINT | = | 0.1300 | VOL/VOL |
| INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.4200 | VOL/VOL |
| EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.2310E-05 | |

CM/SEC

LAYER 3

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 20

| | | | | |
|--------|------------------------------|---|--------|---------|
| | THICKNESS | = | 0.50 | CM |
| | POROSITY | = | 0.8500 | VOL/VOL |
| | FIELD CAPACITY | = | 0.0100 | VOL/VOL |
| | WILTING POINT | = | 0.0050 | VOL/VOL |
| | INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.0204 | VOL/VOL |
| | EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 10.00 | |
| CM/SEC | | | | |
| | SLOPE | = | 5.00 | PERCENT |
| | DRAINAGE LENGTH | = | 140.0 | METERS |

LAYER 4

| | | | | |
|---------------|----------------------------------|---|-------------|----|
| | TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER | | | |
| | MATERIAL TEXTURE NUMBER 0 | | | |
| | THICKNESS | = | 0.60 | CM |
| | EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.3000E-09 | |
| CM/SEC | | | | |
| | FML PINHOLE DENSITY | = | 0.00 | |
| HOLES/HECTARE | | | | |
| | FML INSTALLATION DEFECTS | = | 0.00 | |
| HOLES/HECTARE | | | | |
| | FML PLACEMENT QUALITY | = | 1 - PERFECT | |

LAYER 5

| | | | | |
|--------|------------------------------|---|------------|---------|
| | TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER | | | |
| | MATERIAL TEXTURE NUMBER 0 | | | |
| | THICKNESS | = | 250.00 | CM |
| | POROSITY | = | 0.4270 | VOL/VOL |
| | FIELD CAPACITY | = | 0.4180 | VOL/VOL |
| | WILTING POINT | = | 0.3670 | VOL/VOL |
| | INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.4270 | VOL/VOL |
| | EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.1000E-08 | |
| CM/SEC | | | | |

LAYER 6

| | | | | |
|--------|-------------------------------------|---|--------|---------|
| | TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER | | | |
| | MATERIAL TEXTURE NUMBER 21 | | | |
| | THICKNESS | = | 50.00 | CM |
| | POROSITY | = | 0.3970 | VOL/VOL |
| | FIELD CAPACITY | = | 0.0320 | VOL/VOL |
| | WILTING POINT | = | 0.0130 | VOL/VOL |
| | INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.0320 | VOL/VOL |
| | EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.3000 | |
| CM/SEC | | | | |

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA

1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM
DEFAULT SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 9 WITH
AN EXCELLENT STAND OF GRASS, A SURFACE SLOPE
OF 5. % AND A SLOPE LENGTH OF 140. METERS.

| | | | |
|------------------------------------|---|---------|----|
| SCS RUNOFF CURVE NUMBER | = | 72.94 | |
| FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF | = | 100.0 | |
| PERCENT | | | |
| AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE | = | 4.0000 | |
| HECTARES | | | |
| EVAPORATIVE ZONE DEPTH | = | 1.5 | CM |
| INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE | = | 0.495 | CM |
| UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE | = | 0.780 | CM |
| FIELD CAPACITY OF EVAPORATIVE ZONE | = | 0.495 | CM |
| LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE | = | 0.225 | CM |
| SOIL EVAPORATION ZONE DEPTH | = | 1.5 | CM |
| INITIAL SNOW WATER | = | 0.000 | CM |
| INITIAL INTERCEPTION WATER | = | 0.124 | CM |
| INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS | = | 171.412 | CM |
| TOTAL INITIAL WATER | = | 171.536 | CM |
| TOTAL SUBSURFACE INFLOW | = | 0.00 | |

MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION DATA 1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM
Hattorf HESSEN

| | | |
|---------------------------------------|---|-------|
| STATION LATITUDE | = | 50.50 |
| DEGREES | | |
| MAXIMUM LEAF AREA INDEX | = | 12.00 |
| START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) | = | 45 |
| END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) | = | 320 |

| | | | |
|-----|---------------------------------------|---|------|
| CM | EVAPORATIVE ZONE DEPTH | = | 1.5 |
| KPH | AVERAGE ANNUAL WIND SPEED | = | 2.20 |
| % | AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 85.6 |
| % | AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 77.5 |
| % | AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 81.2 |
| % | AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 90.7 |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2012

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|---------------------------------|---------|----------|-----|
| ----- | ----- | ----- | |
| PRECIPITATION | | 693.30 | |
| 27732.004 | 100.00 | | |
| RUNOFF | | 3.086 | |
| 123.457 | 0.45 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 539.088 | |
| 21563.535 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 251.778 | |
| 10071.136 | 36.32 | | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | 438.6297 | |
| 17545.188 | 63.27 | | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5 | | 0.078875 | |
| 3.155 | 0.01 | | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4 | | 0.2150 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 6 | | 0.078875 | |
| 3.155 | 0.01 | | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | -0.273 | - |
| 10.922 | -0.04 | | |

| | |
|-------------------------------------|----------|
| SOIL WATER AT START OF YEAR | 1714.124 |
| 68564.953 | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | 1714.092 |
| 68563.680 | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | 1.237 |
| 49.480 | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | 0.996 |
| 39.827 | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | 0.000 |
| 0.000 0.00 | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | 0.000 |
| 0.000 0.00 | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | -0.0002 |
| -0.010 0.00 | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2013

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|---------------------------------|---------|----------|-----|
| ----- | ----- | ----- | |
| PRECIPITATION | | 756.90 | |
| 30276.008 | 100.00 | | |
| RUNOFF | | 19.103 | |
| 764.107 | 2.52 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 545.808 | |
| 21832.322 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 214.112 | |
| 8564.472 | 28.29 | | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | 566.8320 | |
| 22673.279 | 74.89 | | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5 | | 0.073111 | |
| 2.924 | 0.01 | | |

| | | | |
|-------------------------------------|-------|----------|---|
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER | 4 | 0.3031 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER | 6 | 0.073111 | |
| 2.924 | 0.01 | | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | -43.220 | - |
| 1728.790 | -5.71 | | |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | | 1714.092 | |
| 68563.680 | | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | | 1671.487 | |
| 66859.477 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | | 0.996 | |
| 39.827 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | | 0.381 | |
| 15.243 | | | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | | 0.000 | |
| 0.000 | 0.00 | | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | | 0.000 | |
| 0.000 | 0.00 | | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | | 0.0004 | |
| 0.017 | 0.00 | | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2014

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|------------------------------|---------|---------|-----|
| ----- | ----- | ----- | |
| PRECIPITATION | | 716.80 | |
| 28671.996 | 100.00 | | |
| RUNOFF | | 58.237 | |
| 2329.491 | 8.12 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 567.905 | |
| 22716.213 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 257.234 | |

| | | |
|-------------------------------------|-------|----------|
| 10289.374 | 35.89 | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | 394.2860 |
| 15771.439 | 55.01 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5 | | 0.083113 |
| 3.325 | 0.01 | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4 | | 0.1909 |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 6 | | 0.083113 |
| 3.325 | 0.01 | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | 6.960 |
| 278.383 | 0.97 | |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | | 1671.487 |
| 66859.477 | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | | 1677.941 |
| 67117.648 | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | | 0.381 |
| 15.243 | | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | | 0.886 |
| 35.453 | | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | | 0.000 |
| 0.000 | 0.00 | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | | 0.000 |
| 0.000 | 0.00 | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | | -0.0004 |
| -0.015 | 0.00 | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2015

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|---------------|---------|--------|-----|
| ----- | | ----- | |
| PRECIPITATION | | 564.20 | |
| 22568.004 | 100.00 | | |

| | | |
|-------------------------------------|----------|---|
| RUNOFF | 0.091 | |
| 3.648 0.02 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | 570.242 | |
| 22809.680 | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | 208.703 | |
| 8348.117 36.99 | | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | 361.0860 | |
| 14443.439 64.00 | | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5 | 0.082806 | |
| 3.312 0.01 | | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4 | 0.1714 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 6 | 0.082806 | |
| 3.312 0.01 | | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | -5.763 | - |
| 230.521 -1.02 | | |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | 1677.941 | |
| 67117.648 | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | 1673.065 | |
| 66922.586 | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | 0.886 | |
| 35.453 | | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | 0.000 | |
| 0.000 | | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | 0.000 | |
| 0.000 0.00 | | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | 0.000 | |
| 0.000 0.00 | | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | 0.0002 | |
| 0.009 0.00 | | |

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2015

| LAYER | (CM) | (VOL/VOL) |
|-----------------------|----------|-----------|
| ----- | ----- | ----- |
| 1 | 13.7382 | 0.3435 |
| 2 | 45.1940 | 0.4109 |
| 3 | 0.0242 | 0.0484 |
| 4 | 0.0000 | 0.0000 |
| 5 | 106.7500 | 0.4270 |
| 6 | 1.6000 | 0.0320 |
| TOTAL WATER IN LAYERS | 167.306 | |
| SNOW WATER | 0.000 | |
| INTERCEPTION WATER | 0.000 | |
| TOTAL FINAL WATER | 167.306 | |

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS 2012 THROUGH

2015

| (CU. METERS) | (MM) |
|--|----------|
| ----- | ----- |
| PRECIPITATION 2640.000 | 66.00 |
| RUNOFF 1513.7445 | 37.844 |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 250.28093 | 6.25702 |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5 0.01037 | 0.000259 |
| AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4 | 1.105 |

| | | |
|-----------------------------------|---|------------|
| MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER | 4 | 2.089 |
| LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER | 3 | |
| (DISTANCE FROM DRAIN) | | 0.0 METERS |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER | 6 | 0.000259 |
| 0.01037 | | |
| SNOW WATER | | 22.40 |
| 895.9885 | | |
| MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL) | | |
| 0.5200 | | |
| MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL) | | |
| 0.1500 | | |

*** Maximum heads are computed using McEnroe's equations. ***

Reference: Maximum Saturated Depth over
Landfill Liner
by Bruce M. McEnroe, University of
Kansas
ASCE Journal of Environmental
Engineering
Vol. 119, No. 2, March 1993, pp.
262-270.

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 2012
THROUGH 2015

| MAY/NOV | JUN/DEC | JAN/JUL | FEB/AUG | MAR/SEP | APR/OCT |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| PRECIPITATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 56.77 | 21.07 | 25.75 | 37.80 |
| 96.77 | 61.72 | 109.07 | 62.97 | 49.02 | 61.97 |
| 51.42 | 48.42 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 22.32 | 9.37 | 16.71 | 14.75 |

| | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| 70.24 | 32.66 | | | | |
| | | 85.65 | 25.79 | 15.73 | 38.67 |
| 26.95 | 28.31 | | | | |
| RUNOFF | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 0.284 | 0.868 | 0.000 | 0.000 |
| 3.144 | 0.009 | | | | |
| | | 14.560 | 0.023 | 0.000 | 1.242 |
| 0.000 | 0.000 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.516 | 1.441 | 0.000 | 0.000 |
| 6.288 | 0.018 | | | | |
| | | 29.118 | 0.046 | 0.000 | 2.483 |
| 0.000 | 0.000 | | | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 6.338 | 7.867 | 25.382 | 57.612 |
| 90.592 | 100.727 | | | | |
| | | 111.722 | 86.070 | 45.712 | 14.541 |
| 4.734 | 4.465 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.284 | 0.969 | 4.497 | 4.669 |
| 9.348 | 3.296 | | | | |
| | | 8.866 | 6.711 | 3.005 | 2.137 |
| 0.267 | 0.316 | | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 5.643 | 5.914 | 13.021 | 20.595 |
| 36.245 | 35.750 | | | | |
| | | 45.130 | 30.459 | 21.295 | 10.355 |
| 4.400 | 4.149 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.505 | 2.340 | 0.621 | 7.347 |
| 13.499 | 12.970 | | | | |
| | | 17.926 | 10.919 | 5.561 | 1.308 |
| 0.148 | 0.670 | | | | |
| LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 53.5657 | 44.9270 | 30.8018 | 20.9833 |
| 20.1073 | 39.3064 | | | | |
| | | 41.3172 | 42.0407 | 32.4259 | 33.9109 |
| 40.6135 | 40.2087 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 24.3732 | 12.6374 | 6.3303 | 1.4805 |
| 9.2779 | 37.7620 | | | | |
| | | 18.4972 | 26.1285 | 13.8194 | 6.6578 |
| 27.4054 | 10.0786 | | | | |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5 | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 0.0053 | 0.0064 | 0.0078 | 0.0075 |
| 0.0070 | 0.0058 | | | | |
| | | 0.0068 | 0.0063 | 0.0069 | 0.0066 |
| 0.0063 | 0.0066 | | | | |

| | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| STD. DEVIATIONS | 0.0015 | 0.0011 | 0.0004 | 0.0004 |
| 0.0007 0.0015 | | | | |
| | 0.0011 | 0.0013 | 0.0010 | 0.0015 |
| 0.0018 0.0007 | | | | |

PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 6

| | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| TOTALS | 0.0053 | 0.0064 | 0.0078 | 0.0075 |
| 0.0070 0.0058 | | | | |
| | 0.0068 | 0.0063 | 0.0069 | 0.0066 |
| 0.0063 0.0066 | | | | |

| | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| STD. DEVIATIONS | 0.0015 | 0.0011 | 0.0004 | 0.0004 |
| 0.0007 0.0015 | | | | |
| | 0.0011 | 0.0013 | 0.0010 | 0.0015 |
| 0.0018 0.0007 | | | | |

 AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS
 (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4

| | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| AVERAGES | 0.0348 | 0.0281 | 0.0163 | 0.0114 |
| 0.0111 0.0251 | | | | |
| | 0.0242 | 0.0254 | 0.0189 | 0.0199 |
| 0.0262 0.0228 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | 0.0184 | 0.0090 | 0.0035 | 0.0008 |
| 0.0053 0.0278 | | | | |
| | 0.0113 | 0.0178 | 0.0091 | 0.0056 |
| 0.0226 0.0067 | | | | |

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS
 2012 THROUGH 2015

| | | | |
|--------|---------|----|-----|
| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|--------|---------|----|-----|

| | | | |
|------------------------------|-----------|-------------|---|
| PRECIPITATION | 682.80 | (83.313) | |
| 27312.0 100.00 | | | |
| RUNOFF | 20.129 | (26.7411) | |
| 805.18 2.948 | | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | 555.761 | (15.6443) | |
| 22230.44 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | 232.957 | (25.0802) | |
| 9318.27 34.118 | | | |
| LATERAL DRAINAGE COLLECTED | 440.20840 | (90.19473) | |
| 17608.336 64.47105 | | | |
| FROM LAYER 3 | | | |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH | 0.07948 | (0.00466) | |
| 3.179 0.01164 | | | |
| LAYER 5 | | | |
| AVERAGE HEAD ON TOP | 0.220 | (0.058) | |
| OF LAYER 4 | | | |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH | 0.07948 | (0.00466) | |
| 3.179 0.01164 | | | |
| LAYER 6 | | | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | -10.574 | (0.8811) | - |
| 422.96 -1.549 | | | |

**

**

**

**

**

PERFORMANCE

HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL

**

**

**

**

2012)

HELP Version 3.95 D

(10 August

**

**

developed at

**

**

Germany

Institute of Soil Science, University of Hamburg,

**

**

based on

**

**

1997)

US HELP MODEL VERSION 3.07 (1 NOVEMBER

**

**

DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY

**

**

USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION

**

**

FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING

**

LABORATORY

**

**

**

**

TIME: 8.11 DATE: 6.12.2016

PRECIPITATION DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Bad Hersfeld.d4

TEMPERATURE DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Station
Philipsthal.d7

SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Hattorf.d13

EVAPOTRANSPIRATION DATA F. 1: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Evapotrans.d11

SOIL AND DESIGN DATA FILE 1: C:\Program Files (x86)\HELPMo
d\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde\Soli5.d10

OUTPUT DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMo

\HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde
 \WestflankeAnhydrit.out
 YEARLY OUTPUT DATA FILE: C:\Program Files (x86)\HELPMOD
 \HELP395D\Daten\2016_11_25_Anhydrithalde
 \WestflankeAnhydrit.YR

COLUMNS OF YEARLY OUTPUT DATA FILE:

| | |
|------|--|
| 1 | DATE OF ULTIMO (yyyy1231) |
| 2 | PRECIPITATION (MM) |
| 3 | RUNOFF (MM) |
| 4 | POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION (MM) |
| 5 | ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION (MM) |
| 6 | DRAIN #1: LATERAL DRAINAGE FROM LAYER 3 (MM) |
| 7 | LEAK #1: PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4 |
| (MM) | |
| 8 | CHANGE IN TOTAL WATER STORAGE (MM) |
| 9 | CHANGE IN SOIL WATER STORAGE (MM) |
| 10 | CHANGE IN INTERCEPTION WATER STORAGE (MM) |
| 11 | CHANGE IN SNOW WATER STORAGE (MM) |
| 12 | ANNUAL WATER BUDGET BALANCE (MM) |

TITLE: Oberflächenabdichtung Althalde Hattorf

WEATHER DATA SOURCES

NOTE: PRECIPITATION DATA FOR Bad Hersfeld
 Hessen
 WAS ENTERED FROM A TEXT FILE.

NOTE: TEMPERATURE DATA FOR Phillipsthal
 Hessen
 WAS ENTERED FROM A TEXT FILE.

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY
 GENERATED USING
 COEFFICIENTS FOR GEISENHEIM
 HESSEN
 AND STATION LATITUDE = 50.00 DEGREES

LAYER DATA 1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW
WATER WERE
COMPUTED AS NEARLY STEADY-STATE VALUES BY THE
PROGRAM.

LAYER 1

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 319

| | | | |
|------------------------------|---|------------|---------|
| THICKNESS | = | 100.00 | CM |
| POROSITY | = | 0.4300 | VOL/VOL |
| FIELD CAPACITY | = | 0.2900 | VOL/VOL |
| WILTING POINT | = | 0.1300 | VOL/VOL |
| INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.2900 | VOL/VOL |
| EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.2310E-03 | |

CM/SEC

LAYER 2

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 515

| | | | |
|------------------------------|---|------------|---------|
| THICKNESS | = | 50.00 | CM |
| POROSITY | = | 0.3800 | VOL/VOL |
| FIELD CAPACITY | = | 0.3200 | VOL/VOL |
| WILTING POINT | = | 0.2500 | VOL/VOL |
| INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.3539 | VOL/VOL |
| EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.3470E-04 | |

CM/SEC

LAYER 3

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER
MATERIAL TEXTURE NUMBER 21

| | | | |
|----------------|---|--------|---------|
| THICKNESS | = | 10.00 | CM |
| POROSITY | = | 0.3970 | VOL/VOL |
| FIELD CAPACITY | = | 0.0320 | VOL/VOL |

| | | | | |
|--------|------------------------------|---|--------|---------|
| | WILTING POINT | = | 0.0130 | VOL/VOL |
| | INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.0432 | VOL/VOL |
| | EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.3000 | |
| CM/SEC | | | | |
| | SLOPE | = | 50.00 | PERCENT |
| | DRAINAGE LENGTH | = | 100.0 | METERS |

LAYER 4

| | | | | |
|--------|------------------------------|---|------------|---------|
| | TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER | | | |
| | MATERIAL TEXTURE NUMBER 16 | | | |
| | THICKNESS | = | 33.00 | CM |
| | POROSITY | = | 0.4270 | VOL/VOL |
| | FIELD CAPACITY | = | 0.4180 | VOL/VOL |
| | WILTING POINT | = | 0.3670 | VOL/VOL |
| | INITIAL SOIL WATER CONTENT | = | 0.4270 | VOL/VOL |
| | EFFECTIVE SAT. HYD. CONDUCT. | = | 0.1000E-06 | |
| CM/SEC | | | | |

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA

1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM
 DEFAULT SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE #24 WITH
 A GOOD STAND OF GRASS, A SURFACE SLOPE OF
 50.% AND A SLOPE LENGTH OF 100. METERS.

| | | | | |
|----------|------------------------------------|---|--------|----|
| | SCS RUNOFF CURVE NUMBER | = | 87.62 | |
| | FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF | = | 100.0 | |
| PERCENT | | | | |
| | AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE | = | 3.0780 | |
| HECTARES | | | | |
| | EVAPORATIVE ZONE DEPTH | = | 1.5 | CM |
| | INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE | = | 0.435 | CM |
| | UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE | = | 0.645 | CM |
| | FIELD CAPACITY OF EVAPORATIVE ZONE | = | 0.435 | CM |
| | LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE | = | 0.195 | CM |
| | SOIL EVAPORATION ZONE DEPTH | = | 1.5 | CM |
| | INITIAL SNOW WATER | = | 0.000 | CM |
| | INITIAL INTERCEPTION WATER | = | 0.124 | CM |
| | INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS | = | 61.218 | CM |

| | | | |
|-------------------------|---|--------|----|
| TOTAL INITIAL WATER | = | 61.342 | CM |
| TOTAL SUBSURFACE INFLOW | = | 0.00 | |

MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION DATA 1

VALID FOR 4 YEARS

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM
Hattorf HESSEN

| | | | |
|---------|---------------------------------------|---|-------|
| DEGREES | STATION LATITUDE | = | 50.50 |
| | MAXIMUM LEAF AREA INDEX | = | 12.00 |
| | START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) | = | 45 |
| | END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE) | = | 320 |
| | EVAPORATIVE ZONE DEPTH | = | 1.5 |
| CM | AVERAGE ANNUAL WIND SPEED | = | 2.20 |
| KPH | AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 85.6 |
| % | AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 77.5 |
| % | AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 81.2 |
| % | AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY | = | 90.7 |
| % | | | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2012

| | | | |
|---------------|---------|--------|-----|
| METERS | PERCENT | MM | CU. |
| ----- | ----- | ----- | |
| PRECIPITATION | | 693.30 | |
| 21339.777 | 100.00 | | |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| RUNOFF | 24.656 |
| 758.901 3.56 | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | 539.088 |
| 16593.141 | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | 242.666 |
| 7469.252 35.00 | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | 400.7651 |
| 12335.549 57.81 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4 | 25.440313 |
| 783.053 3.67 | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4 | 0.5306 |
| CHANGE IN WATER STORAGE | -0.227 |
| -6.977 -0.03 | |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | 612.180 |
| 18842.914 | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | 612.182 |
| 18842.955 | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | 1.237 |
| 38.074 | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | 1.009 |
| 31.056 | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | 0.000 |
| 0.000 0.00 | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | 0.000 |
| 0.000 0.00 | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | 0.0000 |
| 0.000 0.00 | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2013

MM

CU.

| METERS | PERCENT | |
|-------------------------------------|---------|-----------|
| ----- | ----- | ----- |
| PRECIPITATION | | 756.90 |
| 23297.389 | 100.00 | |
| RUNOFF | | 49.589 |
| 1526.359 | 6.55 | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 545.808 |
| 16799.973 | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 206.114 |
| 6344.176 | 27.23 | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | 482.8285 |
| 14861.460 | 63.79 | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4 | | 24.771059 |
| 762.453 | 3.27 | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4 | | 0.6547 |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | -6.403 |
| 197.074 | -0.85 | - |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | | 612.182 |
| 18842.955 | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | | 606.384 |
| 18664.512 | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | | 1.009 |
| 31.056 | | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | | 0.404 |
| 12.425 | | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | | 0.000 |
| 0.000 | 0.00 | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | | 0.000 |
| 0.000 | 0.00 | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | | 0.0004 |
| 0.013 | 0.00 | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2014

| METERS | PERCENT | MM | CU. |
|-------------------------------------|---------|-----------|-----|
| PRECIPITATION | | 716.80 | |
| 22063.102 | 100.00 | | |
| RUNOFF | | 60.237 | |
| 1854.094 | 8.40 | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 567.905 | |
| 17480.127 | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | 249.610 | |
| 7683.006 | 34.82 | | |
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | 382.0053 | |
| 11758.125 | 53.29 | | |
| PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4 | | 25.164949 | |
| 774.577 | 3.51 | | |
| AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4 | | 0.5226 | |
| CHANGE IN WATER STORAGE | | -0.218 | |
| -6.696 | -0.03 | | |
| SOIL WATER AT START OF YEAR | | 606.384 | |
| 18664.512 | | | |
| SOIL WATER AT END OF YEAR | | 605.670 | |
| 18642.523 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR | | 0.404 | |
| 12.425 | | | |
| INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR | | 0.900 | |
| 27.717 | | | |
| SNOW WATER AT START OF YEAR | | 0.000 | |
| 0.000 | 0.00 | | |
| SNOW WATER AT END OF YEAR | | 0.000 | |
| 0.000 | 0.00 | | |
| ANNUAL WATER BUDGET BALANCE | | -0.0001 | |
| -0.004 | 0.00 | | |

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2015

```

-----
-----
METERS      PERCENT      MM      CU.
-----
PRECIPITATION      564.20
17366.078      100.00

RUNOFF      12.655
389.521      2.24

POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION      570.242
17552.049

ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION      202.376
6229.130      35.87

DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3      335.6592
10331.592      59.49

PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4      22.759256
700.530      4.03

AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4      0.4476

CHANGE IN WATER STORAGE      -9.249      -
284.699      -1.64

SOIL WATER AT START OF YEAR      605.670
18642.523

SOIL WATER AT END OF YEAR      597.321
18385.543

INTERCEPTION WATER AT START OF YEAR      0.900
27.717

INTERCEPTION WATER AT END OF YEAR      0.000
0.000

SNOW WATER AT START OF YEAR      0.000
0.000      0.00

SNOW WATER AT END OF YEAR      0.000
0.000      0.00

ANNUAL WATER BUDGET BALANCE      0.0002
0.007      0.00

```


FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2015

| LAYER | (CM) | (VOL/VOL) |
|-----------------------|---------|-----------|
| ---- | ----- | ----- |
| 1 | 28.9939 | 0.2899 |
| 2 | 16.3203 | 0.3264 |
| 3 | 0.3269 | 0.0327 |
| 4 | 14.0910 | 0.4270 |
| TOTAL WATER IN LAYERS | 59.732 | |
| SNOW WATER | 0.000 | |
| INTERCEPTION WATER | 0.000 | |
| TOTAL FINAL WATER | 59.732 | |

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS 2012 THROUGH

2015

| | (MM) |
|---------------|--------|
| (CU. METERS) | ----- |
| PRECIPITATION | 66.00 |
| 2031.480 | |
| RUNOFF | 33.641 |
| 1035.4583 | |

| | |
|-------------------------------------|------------|
| DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | 18.43602 |
| 567.46063 | |
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4 | 0.087640 |
| 2.69755 | |
| AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4 | 11.426 |
| MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 4 | 17.216 |
| LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 3 | |
| (DISTANCE FROM DRAIN) | 0.0 METERS |
| SNOW WATER | 22.40 |
| 689.4632 | |
| MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL) | |
| 0.4300 | |
| MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL) | |
| 0.1300 | |

*** Maximum heads are computed using McEnroe's equations. ***

Reference: Maximum Saturated Depth over
Landfill Liner
by Bruce M. McEnroe, University of
Kansas
ASCE Journal of Environmental
Engineering
Vol. 119, No. 2, March 1993, pp.
262-270.

| | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|
| AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 2012 | | | | |
| THROUGH 2015 | | | | |
| ----- | | | | |
| ----- | | | | |
| | JAN/JUL | FEB/AUG | MAR/SEP | APR/OCT |
| MAY/NOV JUN/DEC | ----- | ----- | ----- | ----- |
| ----- | | | | |
| PRECIPITATION | | | | |
| ----- | | | | |
| TOTALS | 56.77 | 21.07 | 25.75 | 37.80 |

| | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| 96.77 | 61.72 | | | | |
| 51.42 | 48.42 | 109.07 | 62.97 | 49.02 | 61.97 |
| STD. DEVIATIONS | | 22.32 | 9.37 | 16.71 | 14.75 |
| 70.24 | 32.66 | | | | |
| | | 85.65 | 25.79 | 15.73 | 38.67 |
| 26.95 | 28.31 | | | | |
| RUNOFF | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 3.328 | 1.323 | 0.154 | 0.482 |
| 5.205 | 0.770 | | | | |
| | | 15.789 | 2.459 | 0.472 | 4.909 |
| 1.012 | 0.881 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 3.859 | 2.115 | 0.307 | 0.965 |
| 9.309 | 1.168 | | | | |
| | | 27.634 | 4.314 | 0.564 | 9.438 |
| 1.134 | 1.633 | | | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 6.338 | 7.867 | 25.382 | 57.612 |
| 90.592 | 100.727 | | | | |
| | | 111.722 | 86.070 | 45.712 | 14.541 |
| 4.734 | 4.465 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.284 | 0.969 | 4.497 | 4.669 |
| 9.348 | 3.296 | | | | |
| | | 8.866 | 6.711 | 3.005 | 2.137 |
| 0.267 | 0.316 | | | | |
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 5.642 | 5.909 | 12.595 | 20.097 |
| 34.810 | 33.843 | | | | |
| | | 43.815 | 28.945 | 20.629 | 10.357 |
| 4.401 | 4.148 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.504 | 2.331 | 0.804 | 7.226 |
| 12.776 | 12.556 | | | | |
| | | 16.829 | 10.857 | 5.251 | 1.325 |
| 0.150 | 0.671 | | | | |
| LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3 | | | | | |
| ----- | | | | | |
| TOTALS | | 45.5269 | 21.6288 | 10.1076 | 16.2676 |
| 38.8590 | 41.7247 | | | | |
| | | 39.8962 | 36.9238 | 29.0925 | 36.8855 |
| 40.5663 | 42.8357 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 25.7703 | 15.0182 | 5.2018 | 12.6198 |
| 28.6636 | 33.2381 | | | | |
| | | 40.4759 | 21.3628 | 11.1446 | 22.8486 |
| 22.0185 | 16.9434 | | | | |

PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4

| | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TOTALS | | 2.2744 | 1.9740 | 1.8825 | 1.7601 |
| 2.0246 | 1.8109 | | | | |
| | | 1.9328 | 2.2314 | 2.1434 | 2.2041 |
| 2.0800 | 2.2155 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.0998 | 0.1130 | 0.2374 | 0.3422 |
| 0.3288 | 0.8918 | | | | |
| | | 0.5482 | 0.1740 | 0.2506 | 0.0804 |
| 0.3109 | 0.1447 | | | | |

 AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS
 (CM)

| | | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4 | | | | | |
| AVERAGES | | 0.0717 | 0.0375 | 0.0160 | 0.0264 |
| 0.0615 | 0.0692 | | | | |
| | | 0.0673 | 0.0578 | 0.0473 | 0.0584 |
| 0.0660 | 0.0674 | | | | |
| STD. DEVIATIONS | | 0.0405 | 0.0261 | 0.0084 | 0.0202 |
| 0.0456 | 0.0569 | | | | |
| | | 0.0715 | 0.0332 | 0.0183 | 0.0357 |
| 0.0359 | 0.0266 | | | | |

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS
 2012 THROUGH 2015

| | | | | |
|------------------------------|---------|---------|------------|-----|
| | | MM | | CU. |
| METERS | PERCENT | | | |
| PRECIPITATION | | 682.80 | (83.313) | |
| 21016.6 | 100.00 | | | |
| RUNOFF | | 36.784 | (21.9342) | |
| 1132.22 | 5.387 | | | |
| POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION | | 555.761 | (15.6443) | |

17106.32

| | | |
|---------------------------|---------|------------|
| ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION | 225.191 | (24.4007) |
| 6931.39 32.981 | | |

| | | |
|----------------------------|-----------|-------------|
| LATERAL DRAINAGE COLLECTED | 400.31454 | (61.43898) |
| 12321.682 58.62837 | | |
| FROM LAYER 3 | | |

| | | |
|-----------------------------|----------|------------|
| PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH | 24.53390 | (1.21454) |
| 755.153 3.59313 | | |
| LAYER 4 | | |

| | | |
|---------------------|-------|----------|
| AVERAGE HEAD ON TOP | 0.539 | (0.086) |
| OF LAYER 4 | | |

| | | | |
|-------------------------|--------|-----------|---|
| CHANGE IN WATER STORAGE | -4.024 | (0.1788) | - |
| 123.86 -0.589 | | | |

