

Anlage 1

SIG Hessen Ingenieure (2016)

**Untersuchungen zum Nachweis der Eignung der Materialien
der mineralischen Dichtungsschicht**

**K+S KALI GmbH Werk Werra Standort Hattorf
Nachhaltiges Rückstandsmanagement
T2-Flächenvorbereitung, Wasserhaltung
System Basisabdichtung
KURZFASSUNG
- Projekt-Nr. 16511 -**

Verteiler: 1. - 4. Ausfertigung K+S KALI GmbH
5. Ausfertigung z. d. A.

Aufgestellt: Specht/th

Stand: Januar 2016

**Untersuchungen zum Nachweis der Eignung der Materialien
der mineralischen Dichtungsschicht**

**K+S KALI GmbH Werk Werra Standort Hattorf
Nachhaltiges Rückstandsmanagement
T2-Flächenvorbereitung, Wasserhaltung
System Basisabdichtung
KURZFASSUNG**

- Projekt-Nr. 16511 -

. Ausfertigung

Stand: Januar 2016



Inhaltsverzeichnis

Seite:

1. Allgemeines/Veranlassung	5
2. Aufbau der Abdichtung und Rahmenbedingungen des Standortes Hattorf	6
3. Untersuchungen Vorzugsvariante.....	7
3.1 Herkunft und Anteile der Bau- und Hilfsstoffe.....	7
3.2 Ausgangs-Baustoffe.....	7
3.2.1 Bestimmung Kalkgehalt.....	8
3.2.2 chemisch Analytik.....	9
3.2.3 Kornverteilungen	9
3.3 Gemische untere und obere Lage	9
3.3.1 Kornverteilungen	9
3.3.2 Wassergehalt	12
3.3.3 Proctordichten	12
3.3.4 Durchlässigkeit.....	13
3.3.5 Durchlässigkeit des Gesamtsystems	13
3.3.6 Scherfestigkeit.....	14
4. Bewertung der Ergebnisse.....	15

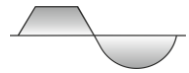


Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1	Datenblatt Nanoalps®	
Anlage 1.2	Datenblatt Secursol 3301®	
Anlage 2.1	Prüfprotokolle Agrolab	
Anlage 2.2	Kornverteilungen Ausgangsstoffe	(Anlage 2.1.7, 2.1.12-2.1.14, 2.1.21 aus Gesamtbericht)
Anlage 2.3	Proctorkurven Secursol + Nanoalps	(Anlage 6.2.5-6.2.6 aus Gesamtbericht)
Anlage 2.4	Grafische Auswertung Durchlässigkeitsbestimmung unter /obere Lage	
Anlage 2.5	Graphische Auswertung Scherversuche	(Anlage aus Gesamtbericht)
Anlage 2.6	Grafische Auswertung Durchlässigkeitsbestimmung Gesamtsystem	(Anlage 5.2.4 aus Gesamtbericht)

Grundlagen, verwendete Unterlagen

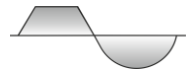
- [U38] Untersuchungen zum Nachweis der Materialien der mineralischen Dichtungsschicht K+S Kali GmbH Werk Werra Standort Hattorf, Nachhaltiges Rückstandsmanagement T2-Flächenvorbereitung, Wasserhaltung System Basisabdichtung, SIG-Hessen Ingenieure, Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH, vom 29. Mai 2015



1. Allgemeines/Veranlassung

Die K+S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf, betreibt zur Ablagerung des bei der Rohsalzaufbereitung entstehenden Rückstandes die ESTA-Rückstandshalde Hattorf. Zur Standort- und Produktionssicherung wird derzeit ein bergrechtliches Genehmigungsverfahren zur Erweiterung der Rückstandshalde durchgeführt (Vorhaben: „Nachhaltiges Rückstandsmanagement (RM) am Standort Hattorf (Haldenerweiterung Hattorf)“; RBP HA-04/09 i. d. F. v. 30.03.15, DVS 3002013). Das hierin geplante System Basisabdichtung umfasst neben einer zweilagigen mineralischen Dichtungsschicht ein Entwässerungssystem mit haldeninternen und äußeren Elementen.

Die SIG-Hessen Ingenieure wurden am 08.10.2014 durch die K+S KALI GmbH mit der Durchführung von Eignungsuntersuchungen für die Materialien der mineralischen Dichtungsschicht beauftragt. Der vollständige Bericht zu allen durchgeführten Untersuchungen an verschiedenen Materialgemischen wurde im Mai 2015 vorgelegt [U38]. Der vorliegende Kurzbericht stellt die relevanten Ergebnisse der Vorzugsvarianten zu den Materialgemischen von oberer und unterer Dichtungslage zusammen.



2. Aufbau der Abdichtung und Rahmenbedingungen des

Standortes Hattorf

Für die zweilagige mineralische Dichtungsschicht wurde folgender Schichtenaufbau in der technischen Beschreibung der Untersuchungsleistung vorgegeben:

obere Dichtungslage:

- ca. 0,20 m kornabgestufte mineralische Dichtung (in Annäherung an die Fuller-Kurve-Kornverteilung mit minimalem Hohlraumgehalt)
- Rezeptur soll aus ortsnah verfügbaren standardisierten Baustoffen bestehen, aus z. B. Kies 2/8, Sand 0/2 mm sowie 10 Gew.-% Feinstbestandteil (Tonmehl-Polymer-Gemisch)
- geforderte Durchlässigkeit: $k_f \leq 1 \cdot 10^{-09} \text{ m/s}$
- geforderter Reibungswinkel: $\varphi' \geq 35^\circ$.

untere Dichtungslage:

- ca. 0,10 m vergütete/aufbereitete mineralische Dichtung (in Annäherung an die Fuller-Kurve-Kornverteilung mit minimalem Hohlraumgehalt)
- Rezeptur bestehend aus Sand 0/2 mm sowie 20 Gew.-% Feinstbestandteil (Tonmehl-Polymer-Gemisch)
- geforderte Durchlässigkeit: $k_f \leq 5 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$
- geforderter Reibungswinkel: $\varphi' \geq 30^\circ$.

Die Erweiterung der Rückstandshalde am Standort Hattorf betrifft das Areal westlich der bereits bestehenden Halde und umfasst eine Fläche von ca. 72 ha. Bei den Überlegungen zu den erforderlichen Materialmengen wurde zunächst davon ausgegangen, dass im Weiteren eine Fläche von durchschnittlich rd. 3 ha pro Jahr mit dem System Basisabdichtung überbaut werden soll. Zu berücksichtigen ist weiterhin, dass das Haldenwasser eine hohe Salzfracht aufweist. Entsprechend ist bei den Untersuchungen eine mögliche Beeinflussung der Tonminerale in der Dichtungsmischung zu betrachten. Die endgültige Schüttungshöhe der Halde (ca. 520 m NN) wird maximal ca. 170 m über der Sohle liegen (ca. 350 m ü. NN; siehe Anlage 1). Die daraus resultierenden Lasten und Kräfte an der Basis der Halde bedingen die geforderten Reibungswinkel und sollen in die Betrachtung zur Eignung des Materials mit einfließen.



3. Untersuchungen Vorzugsvariante

3.1 Herkunft und Anteile der Bau- und Hilfsstoffe

In der folgenden Tabelle sind zu den Gemischen für die untere und obere Lage der mineralischen Dichtungsschicht die Herkunft und Anteile zu den Bau- und Hilfsstoffen zusammengestellt.

		Untere Lage (uL)	Obere Lage (oL)
Baustoffe	Herkunft	Wildecker Kieswerk, Irma Oppermann (natürliche Mineral- gemische)	Wildecker Kieswerk, Irma Oppermann (natürliche Mineral- gemische)
	Körnungen/ Anteile ^{*)}	0/1 mm - 10%, 0/2 mm - 50 %, 0/8 mm - 20 %	0/2 mm – 36 % 2/8 mm - 52 % ^{**)}
Hilfsstoffe - Tonmehl	Produkt	Secursol 3301	Secursol 3301
	Anteil	20 %	12 %
Hilfsstoffe - Polymer	Produkt	Nanoalps (flüssig)	Nanoalps (flüssig)
	Anteil	0,5 %	0,5 %

^{*)} Masseprozent bezogen auf die Gesamttrockenmasse

^{**)} Kieswerk Tannenhöhe Irma Oppermann

Tabelle 1: Bau-, Hilfsstoffe

Die Produktdatenblätter zu den Hilfsstoffen sind in der Anlage 1.1 und 1.2 dem Bericht beigefügt.

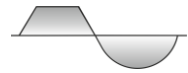
3.2 Ausgangs-Baustoffe

Die Probenahme der verwendeten und untersuchten mineralischen Baustoffe erfolgte durch die SIG-HESSSEN Ingenieure bei der:

Irma Oppermann GmbH
Bahnhofsstraße 35
34549 Edertal-Gifflitz

mit den Abbaustätten bzw. Werken

- Tannenhöhe
- Wildeck



folgende Materialien wurden untersucht:

Nr.	Firma	Werk	Körnung	Beschreibung
11	Irma Oppermann	Tannenhöhe	Absiebung 2/8 mm	Quartärer Eder Sand/Kies, Naßabbau
17	Irma Oppermann	Wildeck	Absiebung 0/2 mm	Quartärer Werra Sand/Kies, Naßabbau
18	Irma Oppermann	Wildeck	Absiebung 0/8 mm	Quartärer Werra Sand/Kies, Naßabbau
19	Irma Oppermann	Wildeck	Kabelsand 0/1 mm	Quartärer Werra Sand/Kies, Naßabbau

Tabelle 2: Entnahmeorte

Der Zuschlagstoff **Tonmehl** wurde von der Stephan Schmidt Gruppe zur Verfügung gestellt, „**Secursol 3301®**“ ist ein kaolinitischer Spezialton, mit hohem Feinstkornanteil, chemisch inert, der geringe Quellung und Schrumpfung aufweist. Es findet Verwendung in Basis- und Oberflächendichtungen und wurde bisher zur Vergütung der Haldenaufstandsflächen in den Werken Hattorf und Wintershall eingesetzt.

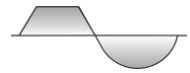
Das Polymer „**Nanoalps®**“ wurde von der Nanoalps GmbH geliefert. Das Produkt Nanoalps ist ein flüssiges Polymeradditiv, das in Verbindung mit tonmineralischen Bindemitteln und Inert- bzw. Recyclingmaterialien zum Bau von mineralischen Abdichtungssystemen Verwendung findet.

3.2.1 Bestimmung Kalkgehalt

Der Kalkgehalt V_{Ca} wurde wie folgt bestimmt:

Probe 17	Kieswerk Wildeck 0/2mm:	V_{Ca} 0,4 %
Probe 18	Kieswerk Wildeck 0/8mm:	V_{Ca} 0,5 %

Damit wird die Anforderung an den Kalkgehalt in Anlehnung an die Vorgaben der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“, BQS 2-2 „Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus vergüteten natürlichen mineralischen Baustoffen“ von <15 Masse-% sicher eingehalten.



3.2.2 chemisch Analytik

Die Baustoffe vom Kieswerk Wildeck wurden durch das Analytiklabor Agrolab auf Ihre Leitfähigkeit und den pH Wert hin untersucht:

Probe 17	pH = 7,1	Leitfähigkeit <50 μ S
Probe 18	pH = 7,1	Leitfähigkeit <50 μ S

Die Proben erfüllen die Anforderung an das chemische Verhalten in Anlehnung der Vorgaben der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ mit pH 4,5 – 10,0 und $\leq 1000 \mu$ S/cm. Die Prüfprotokolle sind dem Bericht in der Anlage 2.1.beigefügt.

3.2.3 Kornverteilungen

Die Kornverteilungen der Ausgangs-Baustoffe sind in Abbildung 1 zusammengestellt und in Anlage 2.2 dem Bericht als Einzeldiagramme beigefügt.

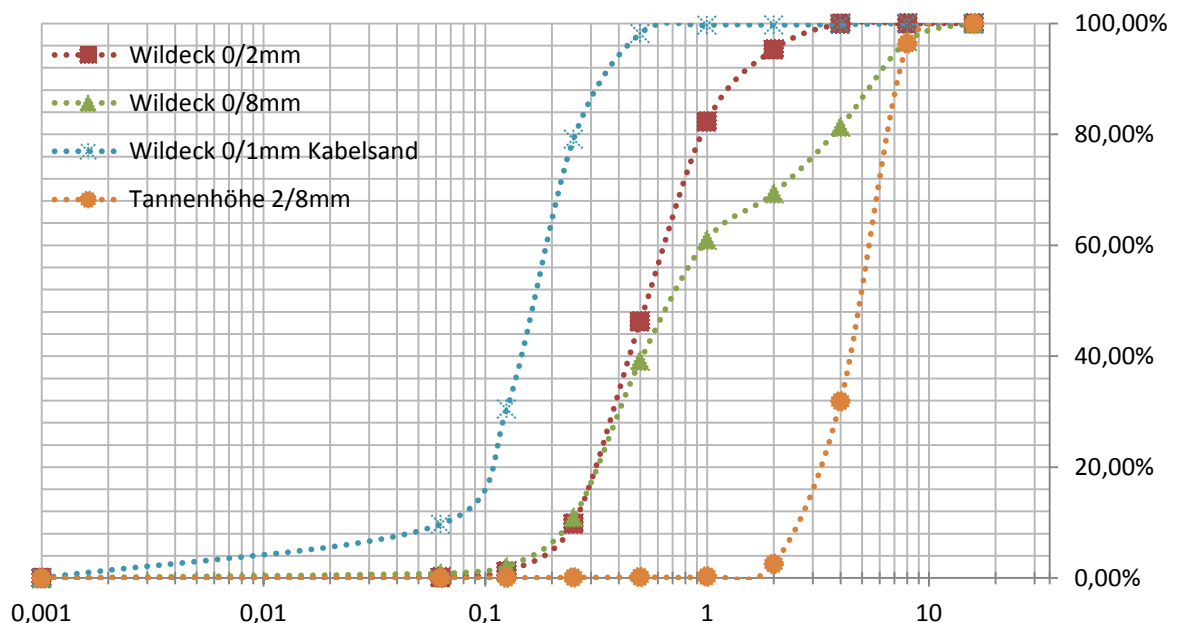
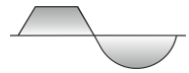


Abbildung 1: Kornverteilungskurven Ausgangsstoffe

3.3 Gemische untere und obere Lage

3.3.1 Kornverteilungen

Voraussetzung für die Funktionsweise des gewählten Abdichtungssystems mit einer vergüteten mineralischen Abdichtung ist eine Kornabstufung der mineralischen Komponenten nach FULLER. Diese ist gleichbedeutend mit der dichtesten Packung bzw. dem geringsten Porenraum des Korngerüstes und einer damit verbundenen guten Verdichtbarkeit und ge-



ringen Durchlässigkeit. Ein Kriterium zur Bewertung einer Kornverteilungskurve ist die Ungleichförmigkeit mit:

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Weiterhin ist die Krümmungszahl zur Bewertung heranzuziehen:

$$C = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}}$$

Eine optimale Annäherung an die FULLER-Kurve lässt sich bei einer Ungleichförmigkeit von **U = 36 bei einer Krümmungszahl von C = 2,25** erreichen.

Nach der Gleichung:

$$a = \left(\frac{d}{D}\right)^n$$

lässt sich der Verlauf einer Körnungslinie mit einer Abstufung nach Fuller berechnen.

- a = Siebdurchgang [%]
- d = betrachteter Korndurchmesser [mm]
- D = größter Korndurchmesser des Gemisches [mm]
- n = variabler Exponent (für runde Körner 0,5 bei Abweichungen von der Kugelform 0,5-0,3)

Die Mengenanteile der Korngrößenfraktionen nach Fuller ergeben sich nach der Gleichung:

$$\frac{m_i}{m_{ges}} = \frac{(x_i + z_i)}{(x_{ges} + z_{ges})}$$

- m_i = Massen der Korngrößenfraktion i gemäß FULLER Kurve
- m_{ges} = Summe der Massenanteile Zusammensetzung gemäß FULLER Kurve
- x_i = Anteil der Korngrößenfraktion i
- x_{ges} = Summe der Massenanteile gemäß Siebkurve in der Korngrößenfraktion i
- z_i = Anteile der Zuschläge je Korngrößenfraktion i
- z_{ges} = Summe der Massenanteile an Zuschlagstoffen in der Korngrößenfraktion i

Auf Basis der Kornverteilungen der Ausgangs-Baustoffe sind in den folgenden beiden Abbildungen 2 und 3 die rechnerisch optimierten Kornverteilungen der oberen und unteren Lage der mineralischen Dichtungsschicht im Vergleich mit der jeweiligen FULLER-Kurve dargestellt.

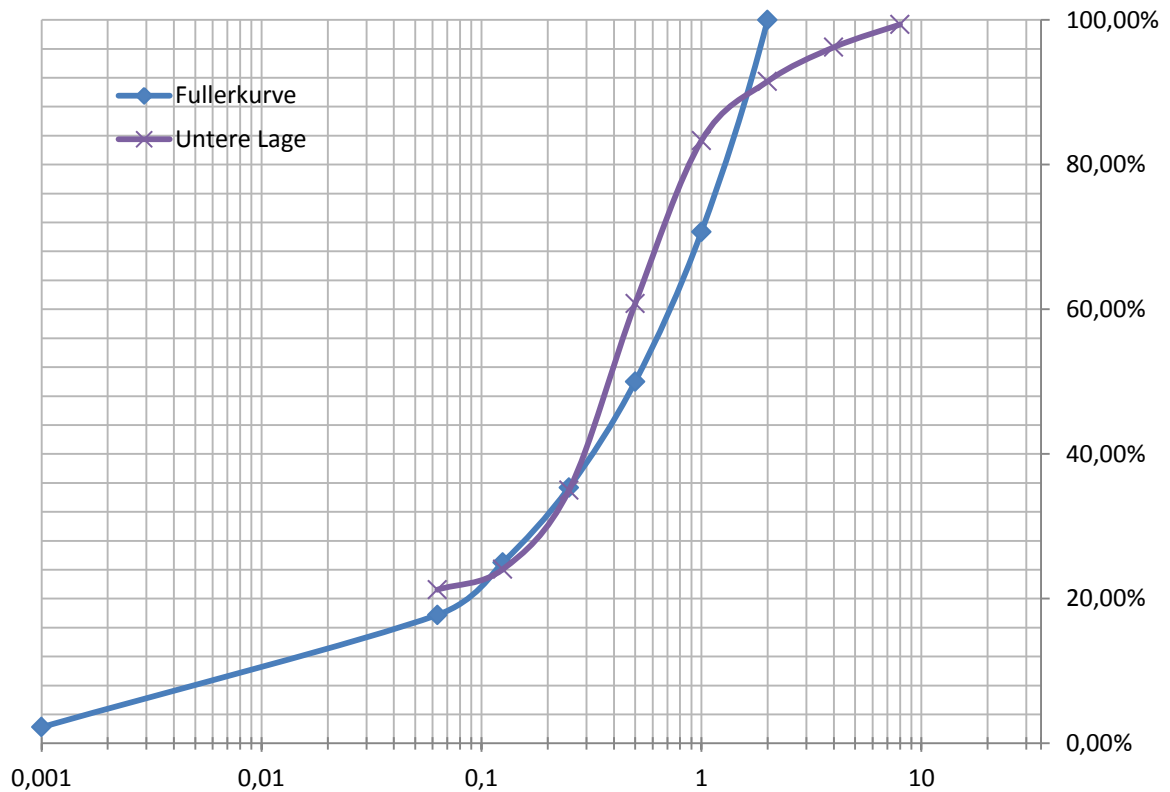
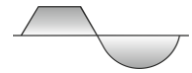


Abbildung 2: Anpassung Kornverteilungskurve Wildeck untere Lage

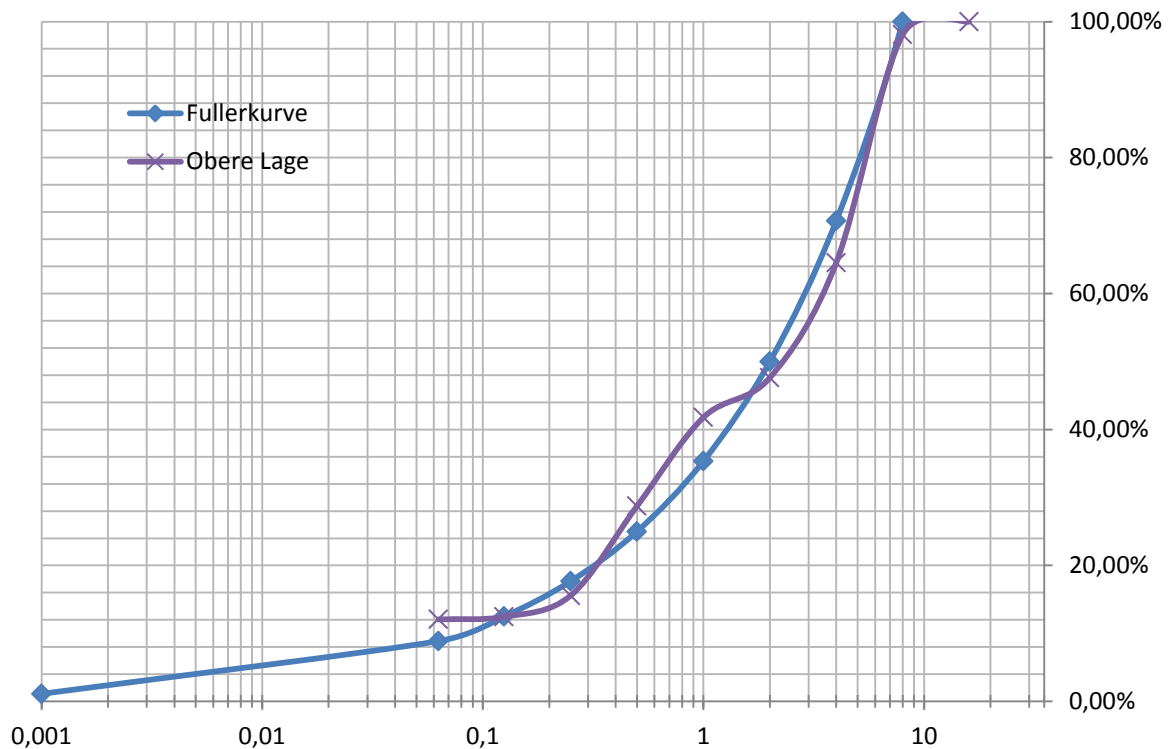
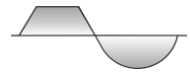


Abbildung 3: Anpassung Kornverteilungskurven Wildeck obere Lage



3.3.2 Wassergehalt

Die Wassergehaltsbestimmung in Anlehnung an die DIN EN 1097-5 der gestörten Proben der Ausgangsbaustoffe und der Mischproben wurde im Trockenofen bei 100 ° C durchgeführt. Dabei ist zu beachten, dass Nanoalps eine verbindende Wirkung auf das Material hat, aber auch den (Gesamt-) Wassergehalt erhöht. Für die Berechnungen der Mischungsverhältnisse wurde eine Dichte von Nanoalps von 1,0 g/m³ angenommen.

Für Wildeck wurden ebenso Mischproben untersucht:

Mittelwert:	w =	9,7 %
Min.:	w =	5,7 %
Max.:	w =	11,7 %

3.3.3 Proctordichten

Für die Durchführung eines Proctorversuchs nach DIN 18127 wurden die trockenen Ausgangs-Baustoffe mit Secursol gemischt sowie mit Leitungswasser auf die Zielwassergehalte eingestellt, die dann mit Zugabe des flüssigen Polymers noch mal korrigiert wurden.

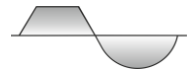
Aus den ermittelten Proctorkurven ließen sich die in der Tabelle 3 wiedergegebenen Kennwerte ermitteln. Die Ergebnisse der Proctorversuche sind den Dichten und Wassergehalten der Teilversuche gegenübergestellt, die für die Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte ausgewählt wurden.

Proben	Wassergehalt	Trockendichte ρ_d	Proctor w_{opt}	Proctor ρ_{pr}
	[%]	[t/m ³]	[%]	[t/m ³]
Wildeck, OL, Probe Nr. 44, Pr. 4: 0/8, Secursol + Nanoalps	8,8	2,083	9,1	2,085
Wildeck, UL, Probe Nr. 45, Pr. 3 : 0/1, 0/2, 0/8 mm, Secursol + Nanoalps	11,2	1,921	11,6	1,927

*Mittelwert aus den Ausgangswerten

Tabelle 3: Ergebnisse Proctorversuche an Mischungen mit Secursol und Nanoalps

Die Proctorkurven sind dem Bericht in der Anlage 2.3 beigelegt.



3.3.4 Durchlässigkeit

Die Bestimmung der Durchlässigkeit wurde nach DIN 18130 in der Triaxialzelle durchgeführt. Die Proben wurden als Worst-Case Betrachtung nur mit Haldenwasser durchströmt. Die Proben wurden zunächst einen Tag mit Außendruck von 0,5 bar konsolidiert (unter Zutritt von Haldenwasser im Einlauf) und anschließend in der Triaxialzelle mit einem hydraulischen Gefälle $i = 30$ durchströmt, bis sich ein konstanter Auslauf einstellte.

In der Tabelle 4 sind die Proctordichten den Durchlässigkeitsbeiwerten gegenübergestellt.

Probe-Nr.	Probe	Proctordichte	k_f -Wert
	Zugabe von Secursol	[%]	[m/s]
44	Pr. 4 Wildeck obere Lage	99,9	4,20E-10
45	Pr. 3 Wildeck untere Lage	99,7	3,40E-11

Tabelle 4: Gegenüberstellung Proctordichten/Durchlässigkeitsbeiwerten

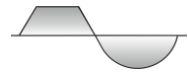
Die Untersuchungen haben gezeigt, dass mit den optimierten Kornverteilungskurven bei Einhaltung der Einbauwassergehalte die Anforderungen zur Durchlässigkeit der mineralischen Dichtungsschicht erfüllt werden.

Die grafische Darstellung der Durchlässigkeit ist unter Anlage 2.4 dem Bericht beigelegt.

3.3.5 Durchlässigkeit des Gesamtsystems

Für die Qualitätsprüfung der Durchlässigkeit des Gesamtsystems wurden jeweils Probenkörper aus dem Material für die obere und untere Lage erstellt. Dies erfolgte durch Einbau im Proctortopf von je einer Schicht Material der unteren Lage und zwei der oberen Lagen, mit Secursol (ohne Nanoalps) als Hilfsstoff.

Die Proben für die Bestimmung der Durchlässigkeit wurden im Proctortopf verdichtet. Die Materialien für die obere und untere Lage wurden hierfür jeweils entsprechend der Proctorversuche mit annähernd optimalem Wassergehalt eingestellt. Die Bestimmung der Durchlässigkeit wurde nach DIN 18130 in der Triaxialzelle durchgeführt (siehe Kap. 3.3.4). In der Tabelle 5 sind die Einbaudichten und Wassergehalte den Durchlässigkeitsbeiwerten gegenübergestellt.



Proben-Nr.	Probenbezeichnung	Wassergehalt	Trockendichte ρ_d	k_f -Wert
		[%]	[t/m ³]	[m/s]
37	Wildeck Secursol (ohne Nanoalps)	9,4	1,975	4,0E-11

Tabelle 5: Durchlässigkeit und Verdichtung Materialproben Gesamtsystem

Die Mischprobe aus oberer und unterer Lage unterschreitet die Anforderung an die geforderte Durchlässigkeit des Gesamtsystems von $k_f \leq 5E-10$ m/s. Nach vorliegenden Erfahrungen der Nanoalps GmbH ist davon auszugehen, dass die Zugabe des Polymers die Durchlässigkeit von unterer und oberer Lage und damit auch des Gesamtsystems nicht erhöht, sondern diese vermindert. Versuche zum Nachweis dafür befinden sich in Bearbeitung.

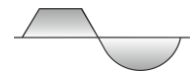
Die grafische Auswertung der Bestimmung der Durchlässigkeit ist in der Anlage 2.6 zusammengestellt.

3.3.6 Scherfestigkeit

Mit dem Zuschlagstoff Secursol und dem Polymer Nanoalps wurden keine eigenen Scherversuche durchgeführt. Scherversuche wurden bisher mit Gemischen analoger Kornverteilung allerdings mit anderem Tonmehl-Polymergemisch durchgeführt. Da das Scher- bzw. Reibungsverhalten maßgeblich neben der Dichte durch die Kornverteilung und den Feinkornanteil bestimmt wird, können die bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse für eine erste/ grundsätzliche Bewertung der Scherfestigkeit Gemische dienen.

Die Proben für die Scherversuche wurden durch die SIG-Hessen Ingenieure fertig gemischt und mit dem Tonmehl-Polymergemisch versetzt.

Zur Untersuchung wurden die Proben an die Limes GmbH geliefert. Mit den Vorgaben zum optimalen Einbauwassergehalt wurden die Probenkörper im Labor der LIMES vor Ort fertig hergestellt. Die Einbaudichte sollte sich an den ermittelten Proctordichten orientieren. Die Proben der grobkörnigeren oberen Lage wurden im Rahmenschergerät, die feinkörnigeren im Kreisringschergerät mit Laststufen der Normalspannung von jeweils 100, 200 und 300 kN/m² gefahren.



Die Ergebnisse der Scherversuche sind in der nachfolgenden Tabelle 6 dargestellt, die grafische Darstellung der Versuche ist dem Bericht in der Anlage 2.5 beigelegt.

Proben- bezeichnung	Einbau- wassergehalt	Feucht- dichte	Trocken- dichte	Reibungs- winkel φ	Kohäsion
	[%]	[g/cm ³]	[g/cm ³]	[°]	[kN/m ²]
UL Wildeck Probe 17, 0/2	10,1	1,987	1,805	28,3	86,5
OL Wildeck Probe 21, 0/8	11,3	1,902	1,710	38,5	6,1

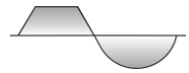
Tabelle 6: Einbauwerte und Ergebnisse der Scherversuche an Proben mit Tonmehl Polymergemisch

Die Probe der oberen Lage erfüllt die Anforderung an den Reibungswinkel von $\varphi \geq 35^\circ$. Die Probe der unteren Lage unterschreitet die Anforderung an den Reibungswinkel von $\varphi \geq 30^\circ$, wobei der kohäsive Anteil extrem hoch ausfällt. Die Untersuchungsergebnisse in Tabelle 3 zeigen, dass bei Zugabe des Polymers Nanoalps in der unteren Lage eine deutlich höhere Proctordichte erreicht wird. Damit ist auch für die untere Lage das Erfüllen der Scherfestigkeitsanforderung zu erwarten. Versuche zum Nachweis dafür befinden sich in Bearbeitung.

4. Bewertung der Ergebnisse

Die vorgestellten Untersuchungen haben in Bezug zu den Anforderungen an die mineralische Dichtungsschicht im Rahmenbetriebsplan RBP HA-04/09 Haldenerweiterung Hattorf die Eignung der untersuchten Gemische aus natürlichen, regional verfügbaren Mineralstoffen (Kies/Sand aus Wildeck) in Kombination mit den Hilfsstoffen Secursol 3301® und Nanoalps® aufgezeigt.

Als Witterungs- und Erosionsschutz sowie zur Sicherstellung der Dichtigkeits-/ Festigkeitseigenschaften nach dem Einbau, ist die mineralische Dichtungsschicht mit einer Schutzschicht abzudecken. Die flächenhafte Belastung durch eine Schutzlage bewirkt zudem eine Konsolidierung, die zu einer Erhöhung der Dichte und Verringerung der Durchlässigkeit in der mineralischen Dichtungsschicht führt. Weitere qualitätssichernde Maßnahmen sind nach dem Einbau nicht notwendig. Um eine gleichbleibende Einbauqualität zu gewährleisten,



ten, ist neben der Einhaltung des Einbauwassergehaltes auch die Körnungslinie von hoher Wichtigkeit.

Als Baustoffe müssen deswegen standardisierte, qualitätsüberwachte Lieferkörnungen, wie die in den Eignungsuntersuchungen berücksichtigten des Werks Wildeck, eingesetzt werden.

Vor der Bauausführung sind mit den Gemischen gemäß der Eignungsuntersuchung im Großmaßstab Versuche zur Feststellung des Einbauverfahrens vorzunehmen (Probefeldbau).

Sofern keine abweichenden Komponenten oder Mischungsverhältnisse vorgesehen werden, ist keine neue Eignungsprüfung vorgesehen. Sollten vom Auftragnehmer abweichende Bau-/ Hilfsstoffe, Körnungen oder Mischungsverhältnisse vorgesehen werden, so ist deren Eignung, in Abstimmung mit dem Auftraggeber, der Fachbauleitung und der Fremdprüfung, im Vorfeld der Baumaßnahme erneut nachzuweisen.

Immenhausen, den 01. Februar 2016

Projekt-Leiter
Dipl. Geol. H. Specht

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