

Band 1.3E3

Anlage 18

upi UmweltProjekt Ingenieurgesellschaft mbH

Breite Straße 30 • D-39576 Stendal

K+S Minerals and Agriculture GmbH

Werk Werra

Hattorfer Straße

36269 Phillipsthal

Geschäftsführer

Dipl.-Ing. (FH) Nico Gose

Dipl.-Ing. Peter Austel

Prokuristin

Dipl.-Ing. Julia Baumeister

Bankverbindung

HypoVereinsbank - UniCredit

IBAN DE59 20030000 0029214684

BIC HYVEDEMM300

Handelsregister

HRB: 2046

Amtsgericht Stendal

USt-IdNr.: DE 198798840

Ihr Zeichen/Ihre Nachricht vom
Bestell-Nr. 6702874443/0009/E38

Unser Zeichen/unsere Nachricht vom
Projekt-Nr. 005.004.25.03-23

Stellungnahme zum Vorabzug der Gutachterlichen Stellungnahme zur. 4. Planänderung und Ergänzung des Rahmenbetriebsplans (Phase 3)

Sehr geehrte Damen und Herren,

mit Telefonat vom 08.05.2023 forderten Sie uns auf, zu den Themen der Ermittlung der Aufstauhöhen im Rahmen der Berechnung der Restinfiltration der oben aufgeführten Stellungnahme vom 20. April 2023 des Behördengutachters Umtec Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB (im Weiteren Umtec oder Behördengutachter) Stellung zu nehmen. Die folgenden Ausführungen beziehen sich im Wesentlichen auf das Kapitel 7.3 „Restinfiltration der Erweiterungsfläche“.

1 Veranlassung

Die K+S Minerals & Agriculture GmbH (im Weiteren K+S) hat die Erweiterung der Rückstandshalde am Werk Werra, Standort Hattorf, beantragt. Die zur Entsorgung der bei der Gewinnung und Aufbereitung von Kalirohsalzen anfallenden Abfälle genutzte Erweiterung umfasst insgesamt ca. 62 ha. Weitere Flächen sind für die Infrastruktur und sonstigen Schutzmaßnahmen erforderlich. Nach bereits genehmigter und baulicher Umsetzung der Phasen 1 und 2 der Erweiterung befindet sich derzeit die Phase 3 im Genehmigungsverfahren.

Für die Umsetzung der Phase 3 reichte die K+S den Rahmenbetriebsplan HA-04/09 (Stand 12/2021) am 14.12.2021 ein (aktueller Überarbeitungsstand: 08/2022). Antragsgegenstand ist die Flächenvorbereitung der Haldenaufstandsfläche im Bereich der Phase 3 der Haldenerweiterung auf einer Teilfläche von ca. 24,5 ha sowie die hierfür erforderliche Infrastruktur von ca. 6,56 ha.

2 Verwendete Unterlagen

- [U1] Stellungnahme zum Vorabzug der Gutachterliche Stellungnahme zur. 4. Planänderung und Ergänzung des Rahmenbetriebsplans (Phase 3), Umtec, 20. April 2023

- [U2] Nachhaltiges Rückstandsmanagement am Standort Hattorf (Haldenerweiterung Hattorf) - Phase 3, Band 1.3E3 der Antragsunterlage, Dezember 2021
- [U3] Nachhaltiges Rückstandsmanagement am Standort Hattorf (Haldenerweiterung Hattorf) - Phase 3, Band 1.1.1E3 der Antragsunterlage, Dezember 2021
- [U4] Bericht Nr. 1027 „Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes von Brechkorn Basalt“, TU Braunschweig, September 2012 (Anlage 6.1 zu Band 1.1.1E3 der Antragsunterlage)

3 Stellungnahme zum Vorabzug der Gutachterlichen Stellungnahme zur 4. Planänderung und Ergänzung des Rahmenbetriebsplans (Phase 3)

3.1 Ermittlung der Aufstauhöhen

Die Umtec stellt im Kapitel 7.3.2 im 2. Absatz der Seite 32 folgendes fest:

„Dieser Ansatz ist aus folgenden Gründen mit den gewählten Rechenwerten jedoch hinsichtlich seiner Anwendbarkeit grundsätzlich zu prüfen:

- *Auf welcher Basis wurde das Sohlgefälle bestimmt?*
Aus dem Plan der Anlage A9 zu Band 1.3E3 geht nicht hervor, ob die darin gezeigten Höhenlinien das Urgelände oder die Oberkante der Basisabdichtung darstellen. Auf S. 23 des Bandes 1.3E3 findet sich lediglich der textliche Hinweis, dass für Phase 2 und 3 die „Ermittlung der Systemlängen und der Sohlgefälle [...] anhand eines digitalen Geländemodells des Untergrundes“ bzw. des profilierten Untergrundes erfolgte. Das Sohlgefälle muss sich dabei jedoch auf die zukünftige Oberkante der Basisabdichtung beziehen.
Ferner ist auf S. 24 des Bandes 1.3E3 im ersten Absatz beschrieben, dass für die Phase 2 und 3 die aktuelle Gefällesituation angesetzt wurde. Was ist unter der Bezeichnung aktuelle Gefällesituation zu verstehen? Sofern es sich dabei um das Bestandsgelände handelt, ist dieses, wie vorstehend erläutert, nicht geeignet, um die zukünftigen Aufstauhöhen zu ermitteln. Die Antragstellerin schreibt auf S. 24 zwar weiter, dass dieser angesetzte Wert konservativ sei, „da im Zuge der weiteren Flächenplanung der Bereich der Phase 2 profiliert wird und Entwässerungselemente zur Verkürzung der Fließwege vorgesehen sind“, dies kann jedoch anhand der vorliegenden Unterlagen von uns nicht überprüft werden.

[...]

- *Ohne eine entsprechende Profilierungsplanung der Basis (Neigungen) sowie eine konkrete Planung der linienhaften Entwässerungselemente einschließlich deren Dimensionierung kann die Aufstauhöhe derzeit nicht belastbar ermittelt werden.“*

Das Sohlgefälle wurde wie bereits durch den Behördengutachter Umtec angemerkt anhand der aktuell am Standort vorherrschenden Gefälleverhältnisse (Urgelände) ermittelt. Eine detaillierte Planung der Basisdichtung lag zum Zeitpunkt der Antragstellung des Rahmenbetriebsplans noch nicht abschließend vor, da diese normalerweise Gegenstand nachgeschalteter Sonderbetriebspläne ist. Im Rahmen der weiteren Planung wurde durch die K+S der überplante Zustand des Untergrundes (Oberkante mineralische Basisdichtung) an die upi übergeben. Hierauf basierend

erfolgte die erneute Ermittlung der Einstauhöhen auf der mineralischen Basisdichtung vor Setzung (s. Anlage 1 und 3). Diese Situation ist aus Sicht des Unterzeichners maßgebend, da nach der Auffahrung der Rückstandhalde und Überprägung des Untergrundes (Setzung) infolge der Haldenauflast das Dargebot durch den dichten Haldenkern deutlich geringer ist.

Dennoch wurden konservativ auch die Einstauhöhen auf dem überprägten Untergrund (nach Setzung) ermittelt (s. Anlage 2 und 3).

Der aktuelle Planungsstand (Oberkante mineralische Basisdichtung) wurde zur weitergehenden Konkretisierung der in Anlage 9 des Bandes 1.3E3 ermittelten Systemlängen und Sohlgefälle vergleichend herangezogen.

In der folgenden Tabelle sind die ermittelten Einstauhöhen vor und nach Setzung dargestellt und mit den in der Antragsunterlage ermittelten Einstauhöhen verglichen. Hierbei wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte in x-Richtung der Entwässerungsschicht sowohl aus Kapitel 5.3.2.5 der Antragsunterlage [U3] mit $k_x = 1,0E-02$ m/s (vgl. Anlage 3) als auch der in [U4] ermittelte Wert von $k_x = 8,0E-02$ m/s (vgl. Anhang 4) berücksichtigt.

Tabelle 1: Einstauhöhen h_E in cm gemäß Antragsunterlage auf dem Urgelände sowie vor und nach Setzung auf der mineralischen Basisdichtung (s. Anlage 3). Die Berechnung erfolgte sowohl für die in Kapitel 5.3.2.5; [U3] als auch für die in Bd1.1.1E3_A6.1 [U4] ermittelten k_x -Werte (in m/s).

Antragsunterlage/ Urgelände		Überplanung DGM vor Setzung		Überplanung DGM nach Setzung	
$k_x = 1,0E-02$ (s. Anlage 3)	$k_x = 8,0E-02$ (s. Anlage 4)	$k_x = 1,0E-02$ (s. Anlage 3)	$k_x = 8,0E-02$ (s. Anlage 4)	$k_x = 1,0E-02$ (s. Anlage 3)	$k_x = 8,0E-02$ (s. Anlage 4)
5,51	0,71	3,67	0,46	3,18	0,40
5,78	0,75	3,48	0,44	3,85	0,48
3,22	0,41	3,61	0,45	3,85	0,48
5,01	0,66	2,39	0,30	2,49	0,31
		2,42	0,31	2,46	0,31
		2,62	0,33	2,58	0,33

Die Berechnungen zeigen, dass durch die Profilierung des Untergrundes das auf der mineralischen Basisdichtung anfallende Dargebot sicher und zielgerichtet abgeleitet werden kann.

Die Ermittlung der Einstauhöhen auf Basis der aktuellen Systemlängen und der Sohlgefälle zeigte, dass unter Berücksichtigung der Profilierung des Untergrundes auf der Basisdichtung sowohl vor als auch nach Setzung der Einstau geringer ist als im Ausgangszustand gemäß Antragsunterlage. Durch die Ausbildung des dichten Haldenkerns ist von einer weiteren Reduktion der Einstauhöhen nach Setzung auszugehen.

Unter Berücksichtigung der in [U4] ermittelten horizontalen Durchlässigkeit ist eine weitere deutliche Reduktion des Einstaus zu verzeichnen (s. Anlage 4). Der Wert von $k_x = 8,0E-02$ m/s wird ebenfalls in den hydraulischen Berechnungen für das Entwässerungssystem im Endzustand im Rahmen der Ausführungsphase der Haldenerweiterung Phase 2 herangezogen und dementsprechend in der vorliegenden Betrachtung auch für die Phase 3 berücksichtigt.

Die im Band 1.3E3 ermittelten Restinfiltrationen basieren auf den konservativen Einstauhöhen gemäß Antragsunterlage und sind somit ebenfalls als konservativ zu bewerten.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'N. Gose'.

Dipl.-Ing. (FH) N. Gose

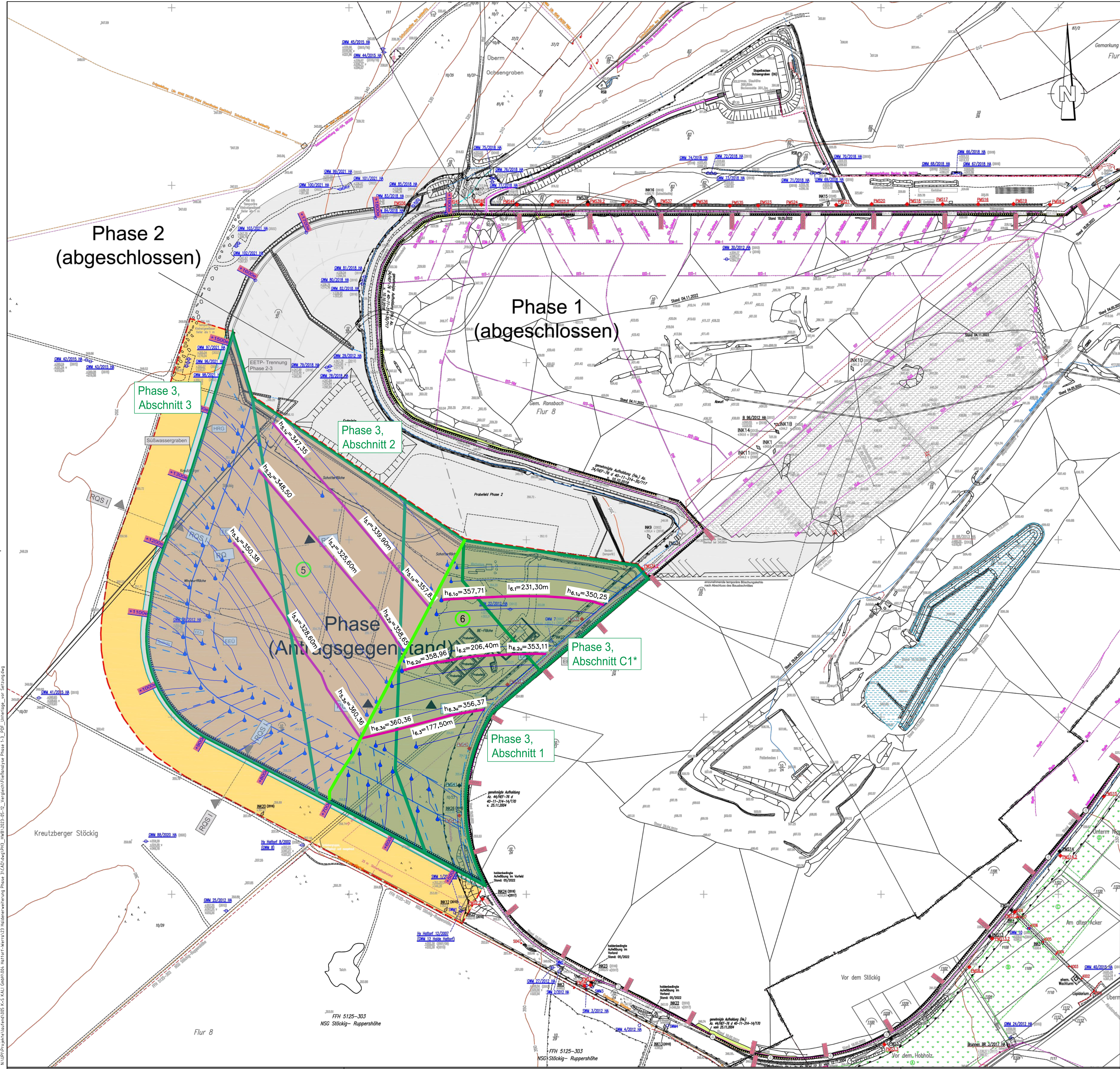
Geschäftsführer

upi UmweltProjekt Ingenieurgesellschaft mbH

Anlagen

- 1 Fließanalyse der Phase 3 zur Ermittlung der Einstauhöhe ohne Setzung
- 2 Fließanalyse der Phase 3 zur Ermittlung der Einstauhöhe nach Setzung
- 3 Berechnung der Einstauhöhen gem. Antrag sowie unter Berücksichtigung des profilierten Untergrundes auf der Basisdichtung vor und nach Setzung
- 4 Berechnung der Einstauhöhen unter Berücksichtigung des profilierten Untergrundes auf der Basisdichtung vor und nach Setzung mit angepasster horizontaler Durchlässigkeit

Anlage 1

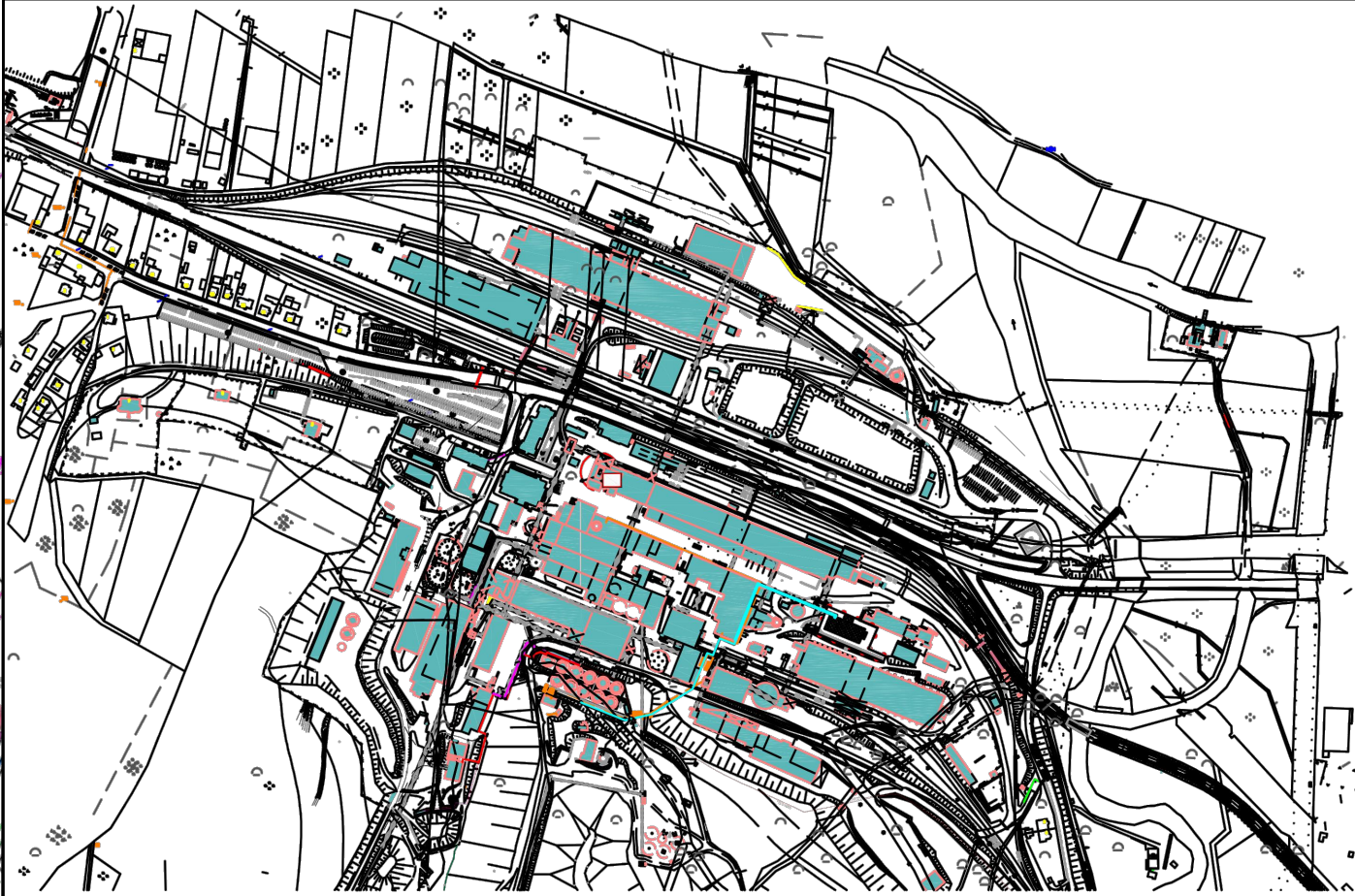


Legende

- Haldenerweiterung, Phase 2 Infrastruktur / Randstreifen
- Flächen für Haldenerweiterung, Phase 3
- Infrastruktur mit Randstreifen (65m), Phase 3
- Haldenrandweg
- Süßwassergraben
- Vorhabensgrenze
- Schüttgrenze, Phase 3
- Grenze Teilbereiche A / B Phase 3
- EEA Entwässerungselement Abschlüsse
- SP Entwässerungselement Spülrohr
- EEM Entwässerungselement Mantelzone
- EEÜ Entwässerungselement Übergangszone
- EEHT Entwässerungselement hydraulische Trennung
- EETP Entwässerungselement Trennung Phasen
- EHG ertüchtigter Haldengraben
- HRG Haldenrandgraben
- Hauptfließrichtung Phase 3 (Tropfen markiert den Beginn)
- Fließlinie zur Fließanalyse
- Grenzen Teileinzugsgebiete Phase 3

$h_{6,10}=357,71$ Fließlinie 6.1 Höhenangabe oben
 $l_{6,1}=231,30m$ Fließlinie 6.1 Länge
 $h_{6,10}=350,25$ Fließlinie 6.1 Höhenangabe unten

Datengrundlage:
Tagesriss Rückstandshalde Hattorf, Stand 2023-02, K+S GmbH
DGM Phase 2+3 OK Dichtung, Stand 2023-05, K+S GmbH
Gesamtplan inkl. Entwässerung, Stand 2023-05, SIG-Hessen GmbH



* Phase 3, die Unterteilung in C1 beruht auf einer vorläufigen Planung und ist beispielhaft/schematisch dargestellt.

Vorhaben Nachhaltiges Rückstandsmanagement
am Standort Hattorf (Haldenerweiterung Hattorf, Phasen 1– 3)
Haldenwasserbilanz

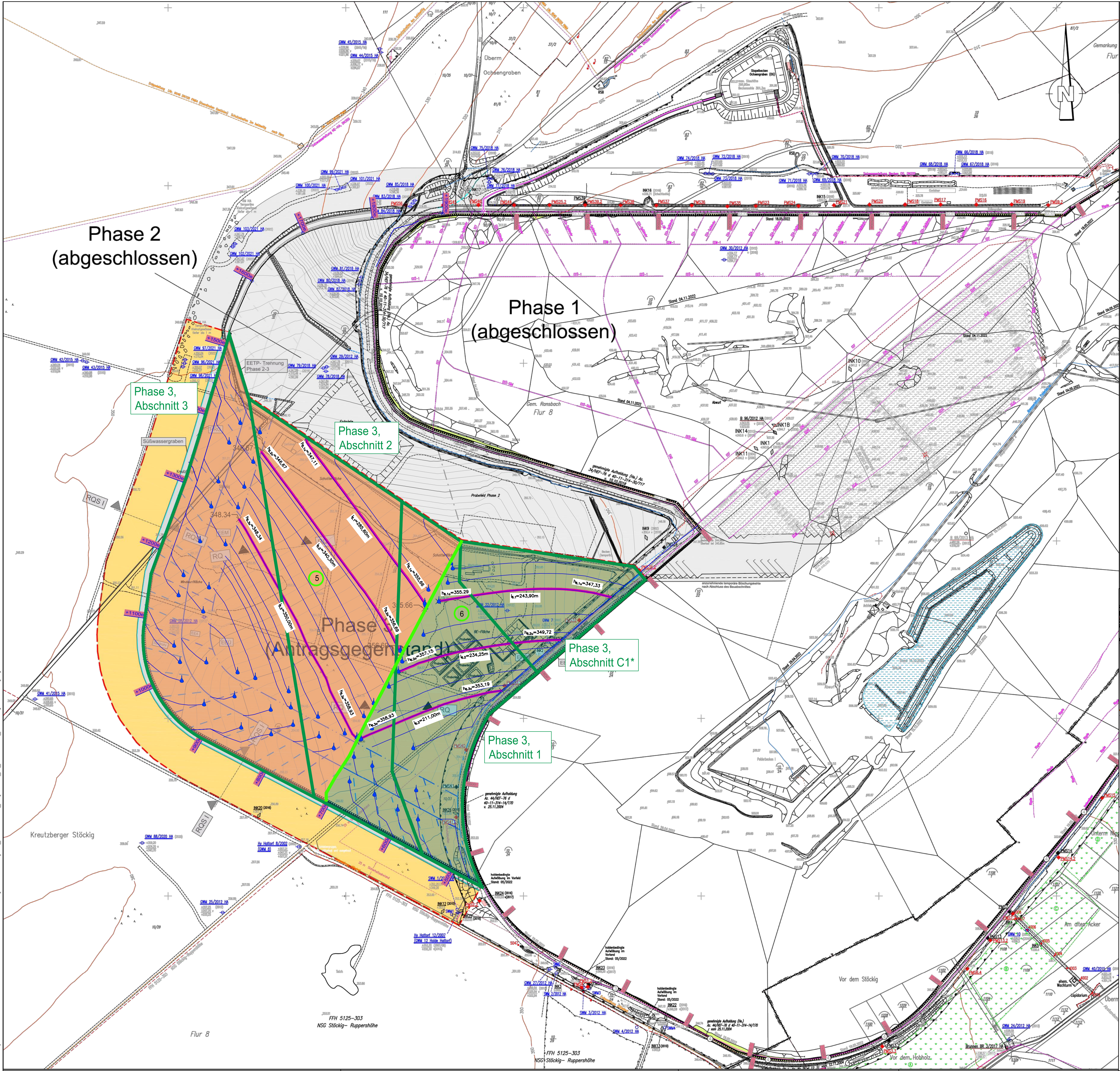
Auftraggeber **K+S** K+S KALI Minerals and Agriculture GmbH
Werk Werra
Standort Hattorf Hattorfer Straße
36269 Philippsthal

Verfasser **UPE** UmweltProjekt
Ingenieurgesellschaft mbH
Hauptsitz
D-39576 Stendal, Breite Straße 30

Planerstellung Fließanalyse der Phase 3 zur Ermittlung der Einstauhöhe ohne Setzung

Datum	05/2023	Name	A.Lüder	Unterschrift
gezeichnet	05/2023	geprüft	J.Bohmeister	
Maßstab	1:2.500	Anlage-Nr.		

Anlage 2

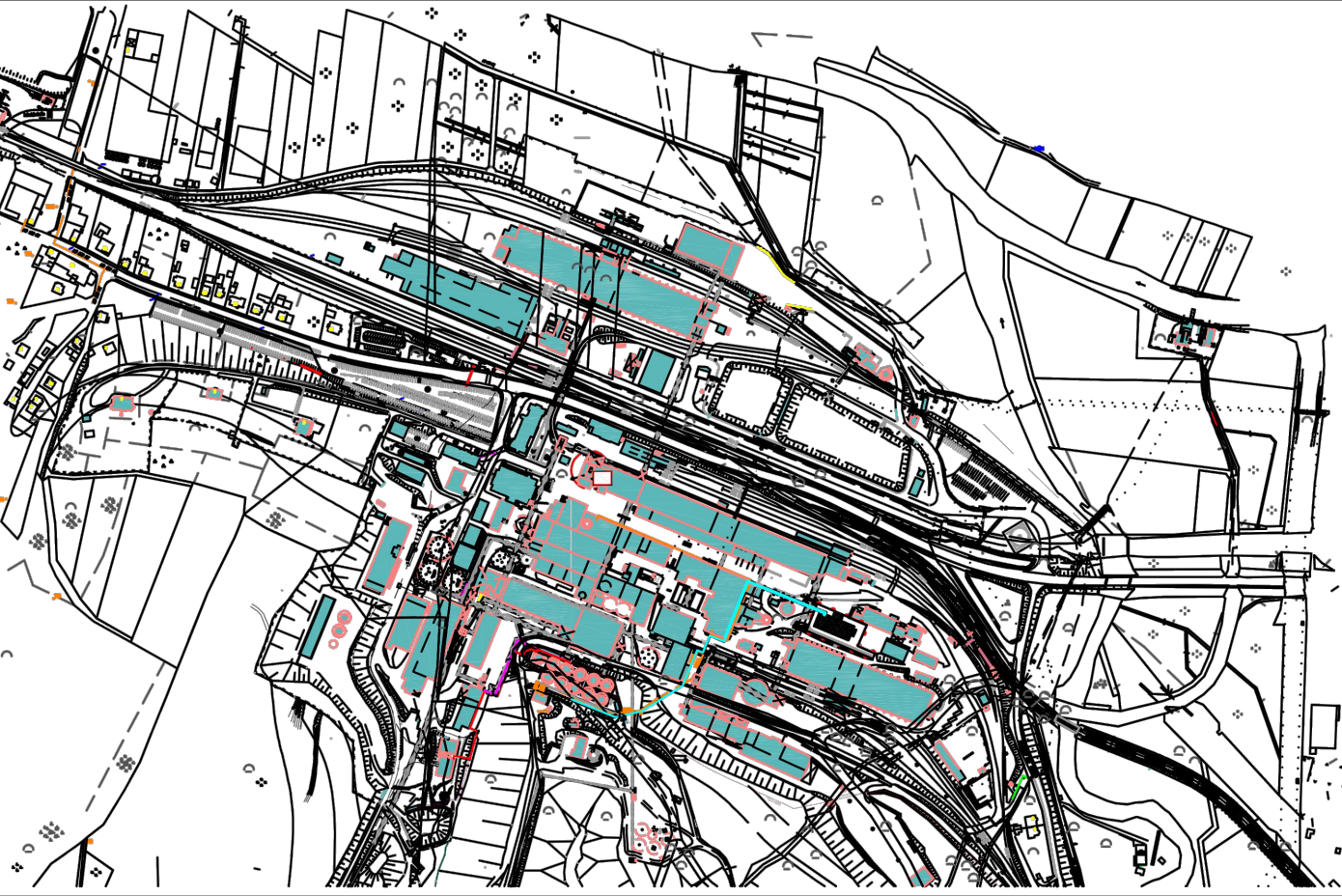


Legende

- Haldenerweiterung, Phase 2 Infrastruktur / Randstreifen
- Flächen für Haldenerweiterung, Phase 3
- Infrastruktur mit Randstreifen (65m), Phase 3
- Haldenrandweg
- Süßwassergraben
- Vorhabensgrenze
- Schüttgrenze, Phase 3
- Grenze Teilbereiche A / B Phase 3
- EEA Entwässerungselement Abschläge
- SP Entwässerungselement Spülrohr
- EEM Entwässerungselement Mantelzone
- EEÜ Entwässerungselement Übergangszone
- EEHT Entwässerungselement hydraulische Trennung
- EETP Entwässerungselement Trennung Phasen
- EHG ertüchtigter Haldengraben
- HRG Haldenrandgraben
- Hauptfließrichtung Phase 3 (Tropfen markiert den Beginn)
- Fließlinie zur Fließanalyse
- Grenzen Teilzugsgebiete Phase 3
- Abschnitte der Phase 3

$h_{6,30}=358,93$ Fließlinie 6.3 Höhenangabe oben
 $l_{6,3}=211,00m$ Fließlinie 6.3 Länge
 $h_{6,3u}=353,19$ Fließlinie 6.3 Höhenangabe unten

Datengrundlage:
Tagesriss Rückstandshalde Hattorf, Stand 2023-02, K+S GmbH
DGM Phase 2+3 OK Dichtung, Stand 2023-05, K+S GmbH
Gesamplan inkl. Entwässerung, Stand 2023-05, SIG-Hessen GmbH



* Phase 3, die Unterteilung in C1 beruht auf einer vorläufigen Planung und ist beispielhaft/schematisch dargestellt.

Vorhaben Nachhaltiges Rückstandsmanagement am Standort Hattorf (Haldenerweiterung Hattorf, Phasen 1– 3) Haldenwasserbilanz			
Auftraggeber		K+S KALI Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra Standort Hattorf	Hattorfer Straße 36269 Philippsthal Datum/Unterschrift
Verfasser		UmweltProjekt Ingenieurgesellschaft mbH Hauptsitz D-39576 Stendal, Breite Straße 30	Hauptsitz 39576 Stendal Datum/Unterschrift
Pflandarstellung Fließanalyse der Phase 3 zur Ermittlung der Einstauhöhe mit Setzung			Band
gezeichnet		Datum 05/2023	Name A.Lüder
geprüft		Datum 05/2023	Name J.Bohmeister
Maßstab		1:2.500	Anlage-Nr.

Anlage 3

Einstauhöhe auf der flächenhaften Entwässerungsschicht GDA E2-20, Lesaffre

Ausgangsparameter

d_{FES}	=	30 cm	(Dicke der Entwässerungsschicht, vgl. HWB)
N	=	815 mm/a	(Niederschlag, vgl. HWB, Kapitel 3.4.2.5)
$N_{zusätzl.}$	=	138 mm/a	(zusätzliches Dargebot, vgl. HWB, Kapitel 3.4.2.4)
N_{ges}	=	953 mm	(gesamter Niederschlag, $N + N_{zusätzl.}$)
F_A	=	1,11	(Aufsalzungsfaktor, vgl. HWB)
HW	=	1.058 l/(m ² *a)	Haldenwasseranfall, $N_{ges} \times F_A$)

Phase 3 Ermittlung der Einstauhöhen auf dem Urgelände gem. Antragsunterlage

Schnitt	Fl. 5	Fl. 6	Fl. 7	Fl. 8	
l'_a	=	235,22	209,96	163,12	163,15 m (betrachtete Länge)
h_{oben}	=	355,62	355,57	355,41	355,42 m (Höhe Hochpunkt)
h_{unten}	=	352,36	353,13	352,70	353,74 m (Höhe Tiefpunkt)
i_{ges}	=	0,014	0,012	0,017	0,010 (Neigung gesamt)
k_x	=	1,0E-02	1,0E-02	1,0E-02	1,0E-02 m/s (Durchlässigkeitsbeiwert flächenh. Entwässerungss.)
q_s	=	3,36E-08	3,36E-08	3,36E-08	3,36E-08 m/s (Dränspende)
α	=	0,79	0,67	0,95	0,59 ° (Neigung undurchlässige Sohle)
a'_{max}	=	$l'_a / \sqrt{(4k_x/q_s + (k_x/q_s - 1)^2 \cdot (\tan \alpha)^2)}$			(n. Lesaffre)
a'_{max}	=	0,0551	0,0578	0,0322	0,0501 m (Einstau orthogonal zur Sohle)
		5,5	5,8	3,2	5,0 cm
h_E	=	$a'_{max} / \cos(\alpha)$			
h_E	=	5,51	5,78	3,22	5,01 cm (Einstau vertikal)

Nachweis

Fl. 5

h_E	d_{FES}	
5,51	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,18

Fl. 6

h_E	d_{FES}	
5,78	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,19

Fl. 7

h_E	d_{FES}	
3,22	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,11

Fl. 8

h_E	d_{FES}	
5,01	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,17

Phase 3 Ermittlung der Einstauhöhen auf der Basisabdichtung gem. Überplanung
Fläche 5 ohne Setzung

Fließweg	5.1	5.2	5.3	
l'_a	= 339,90	325,60	328,60 m	(betrachtete Länge)
h_{oben}	= 357,83	358,65	360,36 m	(Höhe Hochpunkt)
h_{unten}	= 347,35	348,50	350,38 m	(Höhe Tiefpunkt)
i_{ges}	= 0,031	0,031	0,030	(Neigung gesamt)
k_x	= 1,0E-02	1,0E-02	1,0E-02 m/s	(Durchlässigkeitsbeiwert flächenh. Entwässerungss.)
q_s	= 3,36E-08	3,36E-08	3,36E-08 m/s	(Dränspende)
α	= 1,77	1,79	1,74 °	(Neigung undurchlässige Sohle)
a'_{max}	= $l'_a / \sqrt{(4k_x/q_s + (k_x/q_s - 1)^2 \cdot \tan^2 \alpha)}$			(n. Lesaffre)
a'_{max}	= 0,0367	0,0348	0,0360 m	(Einstau orthogonal zur Sohle)
	3,7	3,5	3,6 cm	
h_E	= $a'_{max} / \cos(\alpha)$			
h_E	= 3,67	3,48	3,61 cm	(Einstau vertikal)

Nachweis

5.1

h_E	d_{FES}	
3,67	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,12

5.2

h_E	d_{FES}	
3,48	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,12

5.3

h_E	d_{FES}	
3,61	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,12

Phase 3 Ermittlung der Einstauhöhen auf der Basisabdichtung gem. Überplanung
Fläche 6 ohne Setzung

Fließweg	6.1	6.2	6.3	
l'_a	= 231,30	206,40	177,50 m	(betrachtete Länge)
h_{oben}	= 357,71	358,96	360,36 m	(Höhe Hochpunkt)
h_{unten}	= 350,25	353,11	356,37 m	(Höhe Tiefpunkt)
i_{ges}	= 0,032	0,028	0,022	(Neigung gesamt)
k_x	= 1,0E-02	1,0E-02	1,0E-02 m/s	(Durchlässigkeitsbeiwert flächenh. Entwässerungss.)
q_s	= 3,36E-08	3,36E-08	3,36E-08 m/s	(Dränspende)
α	= 1,85	1,62	1,29 °	(Neigung undurchlässige Sohle)
a'_{max}	= $l'_a / \sqrt{(4k_x/q_s + (k_x/q_s - 1)^2 \cdot \tan^2 \alpha)}$			(n. Lesaffre)
a'_{max}	= 0,0239	0,0242	0,0261 m	(Einstau orthogonal zur Sohle)
	2,4	2,4	2,6 cm	
h_E	= $a'_{max} / \cos(\alpha)$			
h_E	= 2,39	2,42	2,62 cm	(Einstau vertikal)

Nachweis

6.1

h_E	d_{FES}	
2,39	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,08

6.2

h_E	d_{FES}	
2,42	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,08

6.3

h_E	d_{FES}	
2,62	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,09

Phase 3 Ermittlung der Einstauhöhen auf der Basisabdichtung gem. Überplanung
Fläche 5 mit Setzung

Fließweg	5.1	5.2	5.3	
l'_a	= 285,60	340,30	350,00 m	(betrachtete Länge)
h_{oben}	= 355,66	356,69	358,93 m	(Höhe Hochpunkt)
h_{unten}	= 347,11	346,67	348,34 m	(Höhe Tiefpunkt)
i_{ges}	= 0,030	0,029	0,030	(Neigung gesamt)
k_x	= 1,0E-02	1,0E-02	1,0E-02 m/s	(Durchlässigkeitsbeiwert flächenh. Entwässerungss.)
q_s	= 3,36E-08	3,36E-08	3,36E-08 m/s	(Dränspende)
α	= 1,71	1,69	1,73 °	(Neigung undurchlässige Sohle)
a'_{max}	= $l'_a / \sqrt{(4k_x/q_s + (k_x/q_s - 1)^2 \cdot \tan^2 \alpha)}$			(n. Lesaffre)
a'_{max}	= 0,0318	0,0385	0,0385 m	(Einstau orthogonal zur Sohle)
	3,2	3,8	3,9 cm	
h_E	= $a'_{max} / \cos(\alpha)$			
h_E	= 3,18	3,85	3,85 cm	(Einstau vertikal)

Nachweis

5.1

h_E	d_{FES}	
3,67	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,12

5.2

h_E	d_{FES}	
3,48	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,12

5.3

h_E	d_{FES}	
3,61	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,12

Phase 3 Ermittlung der Einstauhöhen auf der Basisabdichtung gem. Überplanung
Fläche 6 mit Setzung

Fließweg	6.1	6.2	6.3	
l'_a	= 243,90	234,25	211,00 m	(betrachtete Länge)
h_{oben}	= 355,29	357,15	358,93 m	(Höhe Hochpunkt)
h_{unten}	= 347,33	349,72	353,19 m	(Höhe Tiefpunkt)
i_{ges}	= 0,033	0,032	0,027	(Neigung gesamt)
k_x	= 1,0E-02	1,0E-02	1,0E-02 m/s	(Durchlässigkeitsbeiwert flächenh. Entwässerungss.)
q_s	= 3,36E-08	3,36E-08	3,36E-08 m/s	(Dränspende)
α	= 1,87	1,82	1,56 °	(Neigung undurchlässige Sohle)
a'_{max}	= $l'_a / \sqrt{(4k_x/q_s + (k_x/q_s - 1)^2 \cdot \tan^2 \alpha)}$			(n. Lesaffre)
a'_{max}	= 0,0249	0,0246	0,0258 m	(Einstau orthogonal zur Sohle)
	2,5	2,5	2,6 cm	
h_E	= $a'_{max} / \cos(\alpha)$			
h_E	= 2,49	2,46	2,58 cm	(Einstau vertikal)

Nachweis

6.1

h_E	d_{FES}	
2,39	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,08

6.2

h_E	d_{FES}	
2,42	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,08

6.3

h_E	d_{FES}	
2,62	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,09

Anlage 4

Einstauhöhe auf der flächenhaften Entwässerungsschicht GDA E2-20, Lesaffre

Ausgangsparameter

d_{FES}	=	30 cm	(Dicke der Entwässerungsschicht, vgl. HWB)
N	=	815 mm/a	(Niederschlag, vgl. HWB, Kapitel 3.4.2.5)
$N_{zusätzl.}$	=	138 mm/a	(zusätzliches Dargebot, vgl. HWB, Kapitel 3.4.2.4)
N	=	953 mm	(gesamter Niederschlag, $N + N_{zusätzl.}$)
F_A	=	1,11	(Aufsalzungsfaktor, vgl. HWB)
HW	=	1.058 l/(m ² *a)	Haldenwasseranfall, $N_{ges} \times F_A$)

Phase 3 Ermittlung der Einstauhöhen auf dem Urgelände gem. Antragsunterlage

Schnitt	Fl. 5	Fl. 6	Fl. 7	Fl. 8	
l'_a	=	235,22	209,96	163,12	163,15 m (betrachtete Länge)
h_{oben}	=	355,62	355,57	355,41	355,42 m (Höhe Hochpunkt)
h_{unten}	=	352,36	353,13	352,70	353,74 m (Höhe Tiefpunkt)
i_{ges}	=	0,014	0,012	0,017	0,010 (Neigung gesamt)
k_x	=	8,0E-02	8,0E-02	8,0E-02	8,0E-02 m/s (Durchlässigkeitsbeiwert flächenh. Entwässerungss.)
q_s	=	3,36E-08	3,36E-08	3,36E-08	3,36E-08 m/s (Dränspende)
α	=	0,79	0,67	0,95	0,59 ° (Neigung undurchlässige Sohle)
a'_{max}	=	$l'_a / \sqrt{4k_x/q_s + (k_x/q_s - 1)^2 \cdot (\tan \alpha)^2}$			(n. Lesaffre)
a'_{max}	=	0,0071	0,0075	0,0041	0,0066 m (Einstau orthogonal zur Sohle)
		0,7	0,8	0,4	0,7 cm
h_E	=	$a'_{max} / \cos(\alpha)$			
h_E	=	0,71	0,75	0,41	0,66 cm (Einstau vertikal)

Nachweis

Fl. 5

h_E	d_{FES}	
0,71	<	30,0
Nachweis erbracht!		

Auslastung 0,02

Fl. 6

h_E	d_{FES}	
0,75	<	30,0
Nachweis erbracht!		

Auslastung 0,03

Fl. 7

h_E	d_{FES}	
0,41	<	30,0
Nachweis erbracht!		

Auslastung 0,01

Fl. 8

h_E	d_{FES}	
0,66	<	30,0
Nachweis erbracht!		

Auslastung 0,02

Phase 3 Ermittlung der Einstauhöhen auf der Basisabdichtung gem. Überplanung
Fläche 5 ohne Setzung

Fließweg	5.1	5.2	5.3	
l'_a	= 339,90	325,60	328,60 m	(betrachtete Länge)
h_{oben}	= 357,83	358,65	360,36 m	(Höhe Hochpunkt)
h_{unten}	= 347,35	348,50	350,38 m	(Höhe Tiefpunkt)
i_{ges}	= 0,031	0,031	0,030	(Neigung gesamt)
k_x	= 8,0E-02	8,0E-02	8,0E-02 m/s	(Durchlässigkeitsbeiwert flächenh. Entwässerungss.)
q_s	= 3,36E-08	3,36E-08	3,36E-08 m/s	(Dränspende)
α	= 1,77	1,79	1,74 °	(Neigung undurchlässige Sohle)
a'_{max}	= $l'_a / \sqrt{4k_x/q_s + (k_x/q_s - 1)^2 \cdot (\tan \alpha)^2}$			(n. Lesaffre)
a'_{max}	= 0,0046	0,0044	0,0045 m	(Einstau orthogonal zur Sohle)
	0,5	0,4	0,5 cm	
h_E	= $a'_{max} / \cos(\alpha)$			
h_E	= 0,46	0,44	0,45 cm	(Einstau vertikal)

Nachweis

5.1

h_E	d_{FES}	
0,46	<	30,0 Nachweis erbracht!
Auslastung	0,02	

5.2

h_E	d_{FES}	
0,44	<	30,0 Nachweis erbracht!
Auslastung	0,01	

5.3

h_E	d_{FES}	
0,45	<	30,0 Nachweis erbracht!
Auslastung	0,02	

Phase 3 Ermittlung der Einstauhöhen auf der Basisabdichtung gem. Überplanung
Fläche 6 ohne Setzung

Fließweg	6.1	6.2	6.3	
l'_a	= 231,30	206,40	177,50 m	(betrachtete Länge)
h_{oben}	= 357,71	358,96	360,36 m	(Höhe Hochpunkt)
h_{unten}	= 350,25	353,11	356,37 m	(Höhe Tiefpunkt)
i_{ges}	= 0,032	0,028	0,022	(Neigung gesamt)
k_x	= 8,0E-02	8,0E-02	8,0E-02 m/s	(Durchlässigkeitsbeiwert flächenh. Entwässerungss.)
q_s	= 3,36E-08	3,36E-08	3,36E-08 m/s	(Dränspende)
α	= 1,85	1,62	1,29 °	(Neigung undurchlässige Sohle)
a'_{max}	= $l'_a / \sqrt{(4k_x/q_s + (k_x/q_s - 1)^2 \cdot \tan^2 \alpha)}$			(n. Lesaffre)
a'_{max}	= 0,0030	0,0031	0,0033 m	(Einstau orthogonal zur Sohle)
	0,3	0,3	0,3 cm	
h_E	= $a'_{max} / \cos(\alpha)$			
h_E	= 0,30	0,31	0,33 cm	(Einstau vertikal)

Nachweis

6.1

h_E	d_{FES}	
0,30	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,01

6.2

h_E	d_{FES}	
0,31	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,01

6.3

h_E	d_{FES}	
0,33	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,01

Phase 3 Ermittlung der Einstauhöhen auf der Basisabdichtung gem. Überplanung
Fläche 5 mit Setzung

Fließweg	5.1	5.2	5.3	
l'_a	= 285,60	340,30	350,00 m	(betrachtete Länge)
h_{oben}	= 355,66	356,69	358,93 m	(Höhe Hochpunkt)
h_{unten}	= 347,11	346,67	348,34 m	(Höhe Tiefpunkt)
i_{ges}	= 0,030	0,029	0,030	(Neigung gesamt)
k_x	= 8,0E-02	8,0E-02	8,0E-02 m/s	(Durchlässigkeitsbeiwert flächenh. Entwässerungss.)
q_s	= 3,36E-08	3,36E-08	3,36E-08 m/s	(Dränspende)
α	= 1,71	1,69	1,73 °	(Neigung undurchlässige Sohle)
a'_{max}	= $l'_a / \sqrt{(4k_x/q_s + (k_x/q_s - 1)^2 \cdot \tan^2 \alpha)}$			(n. Lesaffre)
a'_{max}	= 0,0040	0,0048	0,0048 m	(Einstau orthogonal zur Sohle)
	0,4	0,5	0,5 cm	
h_E	= $a'_{max} / \cos(\alpha)$			
h_E	= 0,40	0,48	0,48 cm	(Einstau vertikal)

Nachweis

5.1

h_E	d_{FES}	
0,46	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,02

5.2

h_E	d_{FES}	
0,44	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,01

5.3

h_E	d_{FES}	
0,45	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,02

Phase 3 Ermittlung der Einstauhöhen auf der Basisabdichtung gem. Überplanung
Fläche 6 mit Setzung

Fließweg	6.1	6.2	6.3	
l'_a	= 243,90	234,25	211,00 m	(betrachtete Länge)
h_{oben}	= 355,29	357,15	358,93 m	(Höhe Hochpunkt)
h_{unten}	= 347,33	349,72	353,19 m	(Höhe Tiefpunkt)
i_{ges}	= 0,033	0,032	0,027	(Neigung gesamt)
k_x	= 8,0E-02	8,0E-02	8,0E-02 m/s	(Durchlässigkeitsbeiwert flächenh. Entwässerungss.)
q_s	= 3,36E-08	3,36E-08	3,36E-08 m/s	(Dränspende)
α	= 1,87	1,82	1,56 °	(Neigung undurchlässige Sohle)
a'_{max}	= $l'_a / \sqrt{(4k_x/q_s + (k_x/q_s - 1)^2 \cdot \tan^2 \alpha)}$			(n. Lesaffre)
a'_{max}	= 0,0031	0,0031	0,0032 m	(Einstau orthogonal zur Sohle)
	0,3	0,3	0,3 cm	
h_E	= $a'_{max} / \cos(\alpha)$			
h_E	= 0,31	0,31	0,33 cm	(Einstau vertikal)

Nachweis

6.1

h_E	d_{FES}	
0,30	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,01

6.2

h_E	d_{FES}	
0,31	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,01

6.3

h_E	d_{FES}	
0,33	<	30,0 Nachweis erbracht!

Auslastung 0,01