

**GRP-KSHAACH TP3, TP4
ABDECKUNG DER NÖRDLICHEN
ANHYDRITHALDE, ALTHALDE HATTORF
BESCHREIBUNG ENTWURFSPLANUNG**

- Projekt-Nr. 16516 -

- 1.- 3. Ausfertigung K+S Agriculture & Minerals GmbH
- 4. Ausfertigung z.d.A.

Aufgestellt: Specht

Stand: Juli 2022

**GRP-KSHAAH TP3, TP4
ABDECKUNG DER NÖRDLICHEN
ANHYDRITHALDE, ALTHALDE HATTORF
BESCHREIBUNG ENTWURFSPLANUNG**

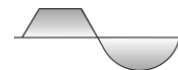
- Projekt-Nr. 16516 -

1. Ausfertigung

Aufgestellt: Specht

Stand: Juli 2022





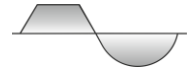
Inhaltsverzeichnis

Seite:

1. Baubeschreibung.....	5
1.1 Allgemeines	5
1.2 Morphologie	5
1.3 Anhydrithalde Westflanke.....	6
1.4 Anhydrithalde Ost.....	8
1.5 Becken IV	9
1.6 Teufhalde	10
1.7 Entwässerung	10
1.7.1 Süßwasser	10
1.7.2 Salzwasser	11
1.7.3 Infiltration	11

Grundlagen

- [1.] Konzeptstudie zur Verminderung des Sickerwasseranfalls durch Abdeckung der nördlichen Anhydrithalde, Althalde Hattorf - Projekt-Nr. 16516 – SIG-HESSEN Ingenieure Januar 2017; Antrag zur Haldenerweiterung (Band 2.1, Anlage 4)

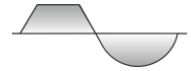


Planverzeichnis

Anlage 1.0	Bestandslageplan
Anlage 1.1	Lageplan Urgelände
Anlage 1.2	Übersichtslageplan Oberflächenabdichtungssysteme
Anlage 1.3	Lageplan OK Rekultivierung
Anlage 2.1	Querschnitt I Anhydrithalde - Teufhalde
Anlage 2.2	Querschnitt II Anhydrithalde – Becken IV
Anlage 2.3	Längsschnitt Anhydrithalde – Kieseritaufstandsfläche
Anlage 3.1	Regelaufbau N-AH West
Anlage 3.2	Regelaufbau N-AH Ost und B IV
Anlage 3.3	Regelaufbau KI
Anlage 3.4	Anschluss Anhydrithalde / Becken IV, Schnitt AH-N - B IV
Anlage 3.5	Anschluss Anhydrithalde / Schrägböschung Kieseritaufstandsfläche Schnitt AH-N - KI_1
Anlage 3.6	Anschluss Anhydrithalde / Steilböschung Kieseritaufstandsfläche Schnitt AH-N - KI_2
Anlage 3.7	Anschluss Anhydrithalde /Schnitt Berme West / Schnitt HRG – AH-N
Anlage 4	Darstellung Auf- und Abtragsbereiche

Sonstige Unterlagen. Verordnungen. Regelwerke. Literatur

Anlage [I.]	Geotechnische Stellungnahme Umgestaltung Althalde-Abdeckung Anhydrithalde Berechnung der Standsicherheit, Das Baugrundinstitut Dipl. Ing. Knierim GmbH Kassel, 14.06.2022
Anlage [II.]	Massenbilanzierung SIG-HESSEN Ingenieure Juli 2022
Anlage [III.]	Betrachtung des grundsätzlichen Reibungsverhaltens von geosynthetischen Elementen im Dichtungssystem Anhydrithalde Nord, Westböschung, LIMES GmbH, Essen Juli 2022



1. Baubeschreibung

1.1 Allgemeines

Die K+S Minerals and Agriculture GmbH setzt derzeit die Umgestaltung des Althaldenbereichs am Standort Hattorf um. Im Einzelnen umfassen die Maßnahmen verschiedene Teilprojekte:

- das Schlammbecken TP1_SB, dieses wurde bereits 2018 rekultiviert,
- die Kieseritaufstandsfläche TP2_KI mit Planung und Bau einer Oberflächenabdeckung, die in 2022-2023 realisiert wird.
- das Becken IV TP3_BIV, dessen Abdeckung aus bautechnischer Sicht gemeinsam mit dem folgenden Teilprojekt zu betrachten ist
- die Anhydrithalde Nord TP4_NAH sowie die Teufhalde, die gemeinsam mit dieser beplant wird. Durch die SIG-HESSSEN Ingenieure wurde in 2017 eine Konzeptstudie im Sinne einer Vorplanung zur Abdeckung der nördlichen Anhydrithalde erarbeitet [1].

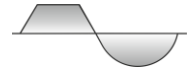
Die Abdeckung der Anhydrithalde Nord stellt dabei eine Kompensationsmaßnahme im Rahmen der beantragten Phase 3 der Haldenerweiterung Hattorf dar. Entsprechend sind Unterlagen zur Ergänzung des Rahmenbetriebsplans vorzulegen. Die Abgrenzung des Antragsgegenstandes ist dem Lageplan OK Rekultivierung Anlage 1.3 zu entnehmen.

Die nachfolgenden Ausführungen erfolgen auf dem Stand der Entwurfsplanung. Eine Konkretisierung der Flächenzuschnitte im Bereich der Übergabestation südl. der Anhydrithalde Nord und im Grenzbereich zur Kieseritaufstandsfläche erfolgt im Rahmen der Genehmigungsplanung.

Innerhalb der Maßnahmenbereiche TP3_BIV und TP4_NAH mit Teufhalde wird im Auf- und Abtrag ein Massenausgleich angestrebt [II.]. Die Auftrags- und Abtragsbereiche sind in der Anlage 4. plantechnisch wiedergegeben.

1.2 Morphologie

Das Urgelände, auf dem die Anhydrithalde aufgeschüttet wurde, ist ein langgestreckter Höhenzug des Mittleren Buntsandsteins, der sich von Süd nach Nord erstreckt und auf dessen Plateau das Anhydrit aufgesetzt wurde. Am nordöstlichen Rand des Plateaus bindet auf einer Länge von rund 80 m die Teufhalde an die Anhydrithalde an. Daran schließt sich südlich das Becken IV an.



Nach Westen fällt das Gelände vergleichsweise steil zu der talartigen Struktur des Kreuzgrabens ein, in der die jetzt oberflächengedichtete ehemalige Werksdeponie liegt. Nach Norden und Osten fällt das Gelände sanfter ein. Die anzunehmende Lage des ehemaligen Tonabbaus im Bereich Becken IV ist in Anlage 1.1 Lageplan Urgelände verzeichnet. Auf dem Höhenzug verläuft auch die Grenze der Grundwasserkörper DEHE_4_0017 und DETH_4_0013.

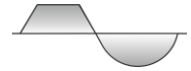
1.3 Anhydrithalde Westflanke

Für die verschiedenen Bereiche der Althalde wurden unterschiedliche Abdichtungssysteme gewählt, um den besonderen bautechnischen Anforderungen zu begegnen. Auf der Westflanke der Anhydrithalde wurde mit der Kombination von einer KDB mit einer Dränmatte und einer 1,0 m Rekultivierungsschicht ein geringmächtiges Abdichtungssystem gewählt, das der Steilheit der Böschung und den dadurch beengten Platzverhältnissen gerecht wird (siehe Anlage 3.1). Die Grundsätzliche Standsicherheit der durch Abtrag und Profilierung zu optimierenden Westböschung der Anhydrithalde wurde in den Betrachtungen des Baugrundinstitutes BGI Kassel grundsätzlich nachgewiesen [I.].

Dieses lässt sich auf der vergleichweisen steilen Böschung bautechnisch gut umsetzen ohne zusätzliches Abtragsvolumen und eine damit einhergehende größere Auftragsmächtigkeit zu generieren. Gleichzeitig erfüllt eine KDB Dichtung den Anspruch an eine bestmögliche Minimierung der Einträge und maximale Kompensationsleistung.

Um sicherzustellen, dass die möglichen Grenzreibungswinkel der KDB und der Dränmatte bzw. Dränmatte und Rekultivierungsboden nicht überschritten werden, sind in den Bereichen mit Böschungsneigungen von 1:2-1:2,5 die Einbaulängen durch Bermen auf <30 m verkürzt. Sollte es aus Standsicherheitsgründen erforderlich sein, sind die Verbundreibungswinkel mit Einbindegräben bzw. zusätzlichen Geogittern zu unterstützen. Dies wird im Rahmen der Ausführungsplanung auf Basis des grundsätzlichen Standsicherheitsnachweises [III.] konkretisiert.

Bei entsprechender Kombination von KDB, Dränmatte und Geogitter lässt sich bei einer Böschungsneigung von 1:2 die Lauflänge der geosynthetischen Elemente auf der Böschung bis auf max. 30 m erhöhen.



Es erfolgt in den weiteren Planungsschritten, Genehmigungs- und Ausführungsplanung, eine vertiefte Betrachtung der Standsicherheit, die noch mit den tatsächlich verwendeten Baustoffen abgeglichen werden muss.

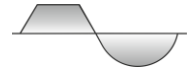
Durch die Erhöhung der Lauflänge kann die Anzahl der Bermen und damit auch die Abtragsmasse deutlich reduziert werden. Diese Anpassung wird hinsichtlich der Funktionsfähigkeit der Entwässerung der Böschung (Oberflächen- und Sickerwasser) in den weiteren Planungsschritten noch überprüft.

Vorraussetzung ist, dass die Rekultivierungsschicht auf 1 m Mächtigkeit reduziert und ein Boden mit entsprechendem Reibungsverhalten ($>34^\circ$ incl. Kohäsion) aufgebracht wird. Mit einem Rekultivierungsboden entsprechend der Qualitätsanforderungen nach BQS, ist dies nicht umsetzbar, da die hier bevorzugten Korngruppen diesen Reibungswinkel i. d. R. nicht aufweisen. Die nFK von >140 mm/m des Bodens ist bei der Kombination einer Dränmatte mit einer KDB bei den steilen Böschungsneigungen zum Nachweis der Undurchlässigkeit des Systems nicht zwingend erforderlich. Zudem ist die Westflanke überwiegend verschattet, was im Hinblick auf die Evapotranspiration eher ungünstig ist. Effizient wäre hier z.B. eine regionale Steinerde, mit der sich dann eine ortstypische Vegetation realisieren lassen würde.

Das Abdichtungssystem wird bis auf den gewachsenen Boden geführt, der unmittelbar am Fuß der Anhydrithalde im Westen und Norden ausstreicht und an einen parallel zum Haldenfuß verlaufenden Randgraben angebunden.

Die Bermen sind auch vorgesehen, um Oberflächenwasser und Sickerwasser aus der Dränmatte nach Norden abzuschlagen und im Randgraben der Abdichtung nach Nordosten über bestehende Entwässerungsleitungen Richtung Vorfluter abzuführen. Das Süßwassersystem im Norden der Anhydrithalde im Werksgelände ist durch limitierte Rohrdurchmesser begrenzt (siehe Kap. 1.7 Entwässerung).

Im ersten Arbeitsschritt muss der z.T. vorhandene Bewuchs entfernt und die Anhydrithalde auf der Westflanke profiliert werden, die Abtragsmassen sind für die Umprofilierung der Ostflanke vorgesehen. Auf der grob vorprofilierten Westflanke wird dann zunächst eine i.M. 0,3 m mächtige Ausgleichsschicht aufgebracht. Das Auflager KDB ist aus geeignetem / BAM-konformen Material herzustellen. Das Reibungsverhalten und die Schutzwirksamkeit gegenüber der BAM zugelassenen KDB ist entsprechend dem gültigen Regelwerk

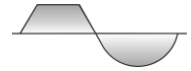


nachzuweisen. Das Abdichtungssystem wird auf der Kuppe und an den Flanken der profilierten Anhydrithalde jeweils über die Grenze des Wassereinzugsgebietes GWK DEHE_4_0016, die etwa nordsüdorientiert über die Kuppe verläuft, geführt. So wird eine perkulationsdichte Abdichtung im westlichen Einzugsbereich gewährleistet, die die Anforderung der Minimierung des Eintrags und maximaler Kompensationsleistung unter Berücksichtigung der örtlichen Randbedingungen gewährleistet.

1.4 Anhydrithalde Ost

Das Abdichtungssystem auf der Ostböschung der Anhydrithalde orientiert sich an dem Aufbau der nördlichen Schrägböschung der Kieseritaufstandsfläche, an die auch ein Anschluss hergestellt werden muss. Die Profilierung soll im Wesentlichen durch Auftrag des auf der Westflanke abgetragenen Anhydrits erfolgen. Als Dichtungssystem wurde hier eine Kombination aus einer 1 m mächtigen mineralischen Dichtung und einer darunter befindlichen 0,5 m mächtigen Entwässerungsschicht sowie einer mit 2,5 m großzügig bemessenen Wasserhaushaltsschicht gewählt. Der von der Westflanke abweichende Aufbau liegt im Wesentlichen darin begründet, dass hier kein Platzmangel herrscht und sich bei der vergleichsweise flachen Böschungsneigung von überwiegend 1:3 eine konventionelle mineralische Dichtung auch auf den langen Böschungsflanken gut einbauen lässt. Auf der Ostflanke ist davon auszugehen, dass hier noch Setzungen erfolgen können, die von einer mineralischen Dichtung besser aufgenommen werden. Auf der Ost- und Südflanke sind, aufgrund der Exposition, gute Voraussetzungen für eine Wasserhaushaltsschicht gegeben. Die erhöhte Aufbaumächtigkeit dient auch zur Überbrückung von Trockenperioden o.ä., da ausreichend pflanzenverfügbares Wasser gespeichert werden kann. Die mögliche Durchwurzelungstiefe gibt auch die Möglichkeit eines höheren Bewuchses mit Büschen und Sträuchern, die hinsichtlich der Evapotranspiration günstiger zu bewerten sind als ein reiner Grasbewuchs.

Die hier vorgesehene Ausgleichsschicht ist im Sinne eines Auflagers für die mineralische Dichtung zu sehen und muss daher im Wesentlichen verdichtungsfähig sein, damit die Eigensetzungen für das Abdichtungssystem verträglich sind. Eine spezifische Materialauswahl ist hier noch nicht erfolgt und richtet sich auch nach den Erfahrungen mit der Aufarbeitung und des Abbaus der örtlichen Aufhaldungen, bzw. der Umprofilierung der Anhydrithalde Nord.



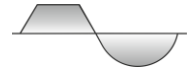
Bei der vorgesehenen Böschungsneigung von 1:3 ist bei der Verwendung örtlicher mineralischer Baustoffe die Standsicherheit als gegeben anzusehen [I.]. In den weiteren Planungsschritten, Genehmigungs- und Ausführungsplanung, wird eine Böschungsbruchbetrachtung an ungünstigen Schnitten vorgenommen.

1.5 Becken IV

Das Becken IV ist nicht Antragsgegenstand der Haldenerweiterung Hattorf, Phase 3, muss aber bei der Überplanung der Althalde insbesondere im Hinblick auf den Anschluss der Oberflächenabdichtung an die Ostflanke der Anhydrithalde mitberücksichtigt werden. Im Jahr 2015 wurde durch die SIG-Hessen Ingenieure bereits grundsätzlich die Umsetzung eines Überbauens der pastösen Einlagerungen des Becken IV betrachtet. Auf einer Kombination aus Geotextil und Geogitter kann im Vorkopfverfahren eine Trag- und Entwässerungsschicht eingefahren werden, die dann im Weiteren bei der sukzessiven Belastung durch eine Profilierung dem Abbau des Porenwasserdrucks in den Einlagerungen des Becken IV dient. Die Standsicherheit dieses Systems wurde 2015-2017 im Zuge des Variantenvergleichs der SIG-Hessen Ingenieure zur Überplanung des Althaldenbereichs grundsätzlich überprüft und nachgewiesen. Bedarfsweise können als temporäre Sicherungselemente (angepasst an die Schüttgeschwindigkeit) oder zur Steuerung des Zeitverlaufs der Setzungen vertikale Dränelemente ergänzt werden.

Durch das Aufbringen dieser Entwässerungsschicht können auch Restwässer, die aus dem Bereich der Anhydrithalde ggf. noch über einen gewissen Zeitraum auch nach deren Abdeckung dem Becken IV zutreten können, gefasst und abgeführt werden.

Im Bereich des Beckens IV ist eine schildförmige Profilierung vorgesehen, auf der dann ein Abdichtungssystem, analog der Ostflanke der Anhydrithalde, aufgebaut wird. Die schildartige Überdeckung stabilisiert den Aufbau durch ihre Gewölbewirkung und sorgt für eine möglichst gleichmäßige Lastverteilung auf dem pastösen Untergrund. Diese schildförmige Profilierung ist erforderlich, um ein ausreichendes Außengefälle auch nach Abklingen der zu erwartenden Setzungen zu gewährleisten (>8%). Die Auflast ist notwendig, um die Entwässerung der pastösen bis zu 5 m mächtigen Einlagerungen in dem Becken IV zu beschleunigen, wie die geotechnischen Betrachtungen zu den eingelagerten Schlämmen zeigten.



Die Standsicherheit der Außenböschung des Beckens IV und des Gesamtsystems in der Bau- und Fertigstellungsphase wurde bereits im Rahmen der Betrachtungen der Vorplanung der SIG-Hessen Ingenieure als grundsätzlich umsetzbar nachgewiesen. Im Sonderbetriebsplan bzw. im Zuge der Ausführungsplanung sind die entsprechenden Nachweise anhand der konkreten Planung nochmals zu überprüfen.

1.6 Teufhalde

Bei der sogenannten „Teufhalde“, die sich im Norden an das Becken IV anschließt, handelt es sich, wie die historische Recherche ergab, nicht um den Abraum des durchörterten Deckgebirges bei der Erschließung der Salzlagerstätte am Standort, sondern um ein Gemisch aus verschiedenen Rückstandssalzen, überwiegend Anhydrit aus älteren Förder- und Produktionsperioden des Werks. Diese lagern dort dem anstehenden Boden bzw. Fels auf.

Da sich die „Teufhalde“ aus räumlichen Gründen nicht sinnvoll in das Abdichtungskonzept integrieren lässt, ist vorgesehen, diese soweit erforderlich abzutragen bzw. umzulagern und sie in die Profilierung der Ostflanke der Anhydrithalde Nord und des Beckens IV zu integrieren (vergleiche Anlage 4 Auf- und Abtrag).

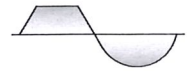
Der Abtragsbereich wird von Rückständen befreit und anschließend zur Wiederbegrünung mit Boden angedeckt. Somit geht von diesem keine Restinfiltration mehr aus.

1.7 Entwässerung

1.7.1 Süßwasser

Für das Süßwasser, dass auf der herzustellenden Oberfläche abfließt und das in den Dränschichten der Oberflächenabdichtungssysteme abgeleitet wird, sind drei Hauptwege vorgesehen.

Das bereits geplante Süßwasserfassungssystem der Abdeckung der Kieseritaufstandsfläche wird weiter Richtung Osten geführt. Dort trifft es auf die Wasserfassung im Randbereich des Beckens IV und wird nach Südosten über die vorhandenen Randgräben der Wege geleitet. Ein Teil der Westflanke der Anhydrithalde entwässert nach Norden in die bestehende Regenwasserfassung auf dem Werksgelände. Da diese hinsichtlich ihres Volumens



beschränkt ist, wird möglichst viel Süßwasser über Gräben oder Zwischenfassungen nach Norden entlang der Westböschung geleitet und dann entlang der Nordostböschung einem neuen Abschlag Richtung Nordosten zugeführt.

1.7.2 Salzwasser

Im Bereich der Nordflanke der Kieseritaufstandsfläche werden die Randgräben, die bei der Herstellung der Abdeckung der Kieseritaufstandsfläche angelegt werden, zur bauzeitlichen Fassung von salzhaltigen Wässern in der Bauphase der Abdeckung der Anhydrithalde ertüchtigt. Diese sind über den Sammelschacht mit der Dränageschicht auf dem Becken IV verbunden. Das Becken IV und auch der Sickerwassersammler des Schlammbeckens sind an das Sickerwasserrückhaltebecken im Südosten des Beckens IV angebunden, von dem die Weiterleitung zu den Stapelbecken erfolgt. Eine weitere Sickerwasserfassung im Becken IV und Ableitung zu den Stapelbecken erfolgt im Nordosten des Beckens IV. Das Abdichtungssystem wird umlaufend an den gewachsenen Boden angeschlossen. Aufgrund der Morphologie des Urgeländes ist nach der Abdeckung an weiteren Stellen langfristig nicht mit Sickerwasseraustritten zu rechnen, da der Althaldenbereich auf einer natürlichen Kuppe liegt, wo durch laterale Zutritte von meteorischem Wasser ausgeschlossen sind.


1.7.3 Infiltration

Anhand einer ersten überschlägigen Berechnung wurden für die vorab erläuterten Dichtungssysteme (vgl. Abschnitt 1.3 - 1.5) folgende Infiltrationsraten ermittelt:

Abdichtungssystem	Infiltration [mm/a]
Anhydrithalde Westflanke	0,00
Anhydrithalde Ostflanke	6,00
Becken IV	6,72

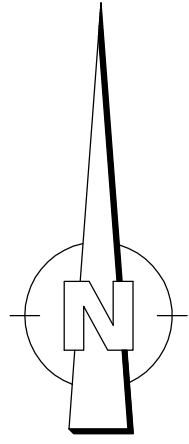
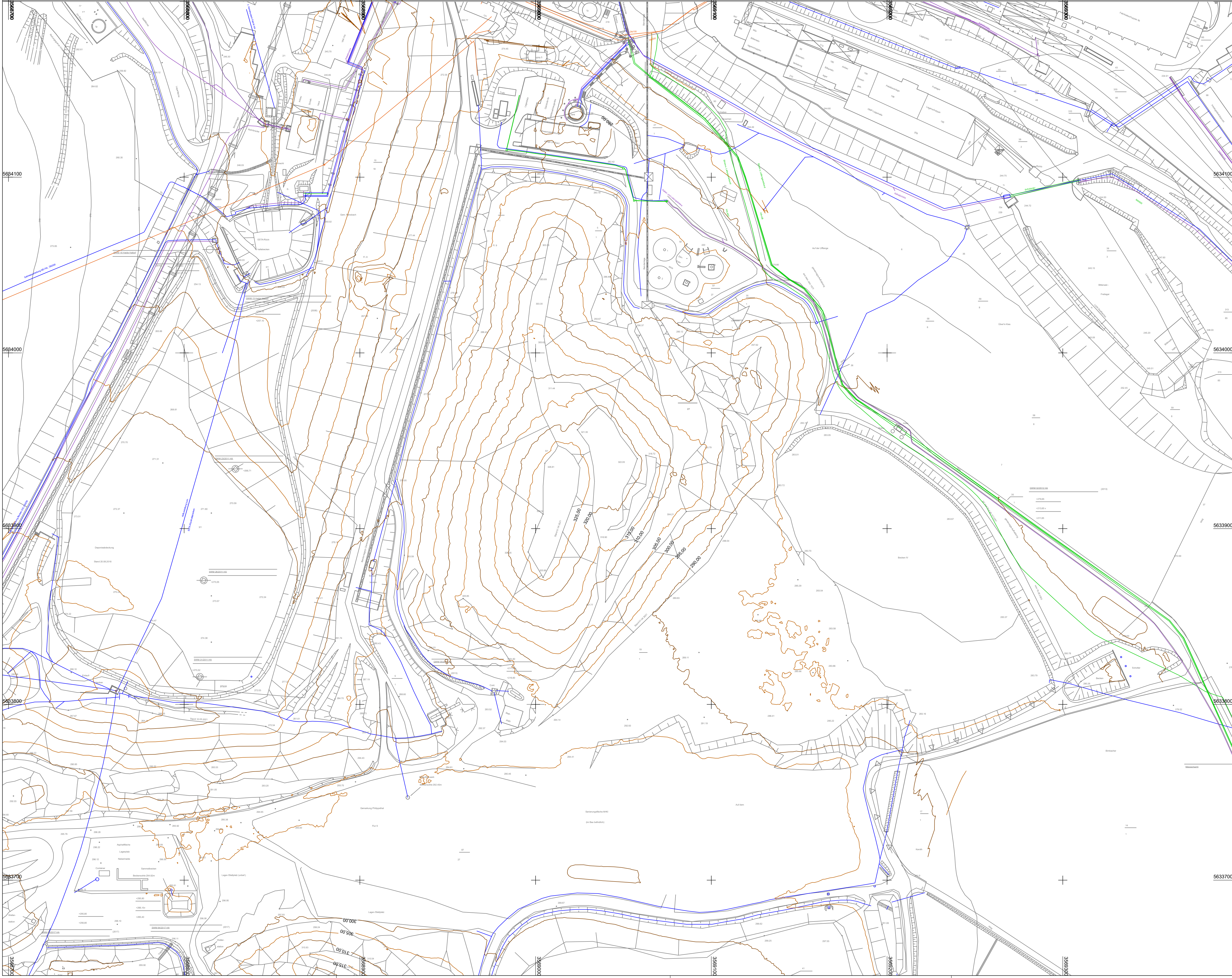
Immenhausen, 22. Juli 2022

Projektleiter
Dipl.-Geol. Heiner Specht


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

Anlage 1

Lagepläne



Legende

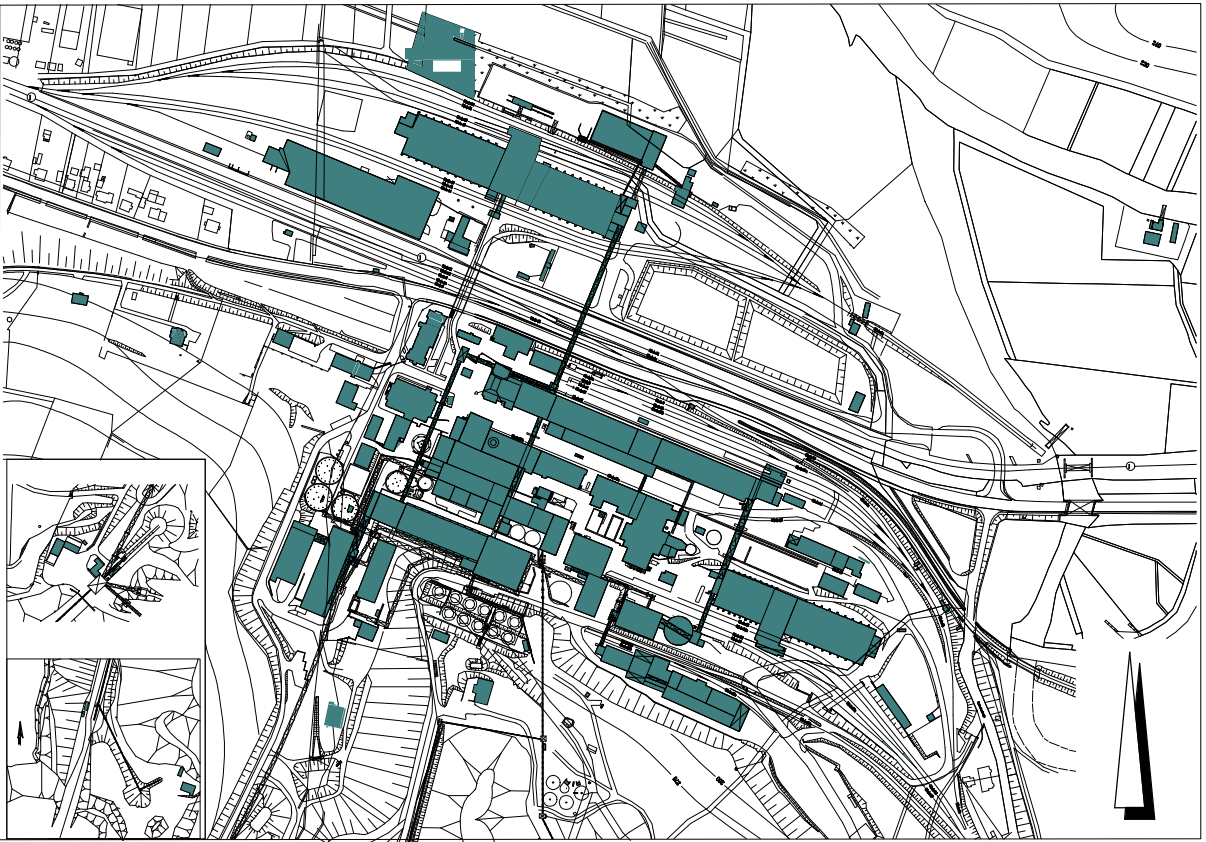
- Böschungszeichen in Anlehnung an DIN 21912 und DIN 18702
- Böschung allgemein
Böschungskante
Böschungskante
Kippen-, Halden-Böschung
Böschungskante
Böschungskante
- Böschungsober- und Unterkante sind am Ende der Böschung zu verbinden.
Abweichend von dieser Regel werden folgende Ausnahmen festgelegt:
A - Böschungskante läuft weiter, ist aber nicht weiter aufgemessen.
B - Böschungskante verläuft sich im Gelände
C - Böschungunterkante nicht eingemessen oder nicht definierbar

- Grenze der genehmigten Aufzählung
Grenze Bergaufsicht
Grenze Deponie
Inklinometermessstelle
Sickerwassermessstelle
Grundwassermessstelle
Regensammelbecken
GNSS-Permanente Messstation
Schacht (Bestand)
Schacht S1, S2, S3 (Bestand) Sammelleitung
Haldengraben (Bestand) mit Fließrichtung

Datengrundlagen:
220428_Übersicht der Haldenbereiche_1.jpg

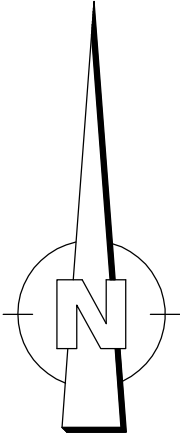
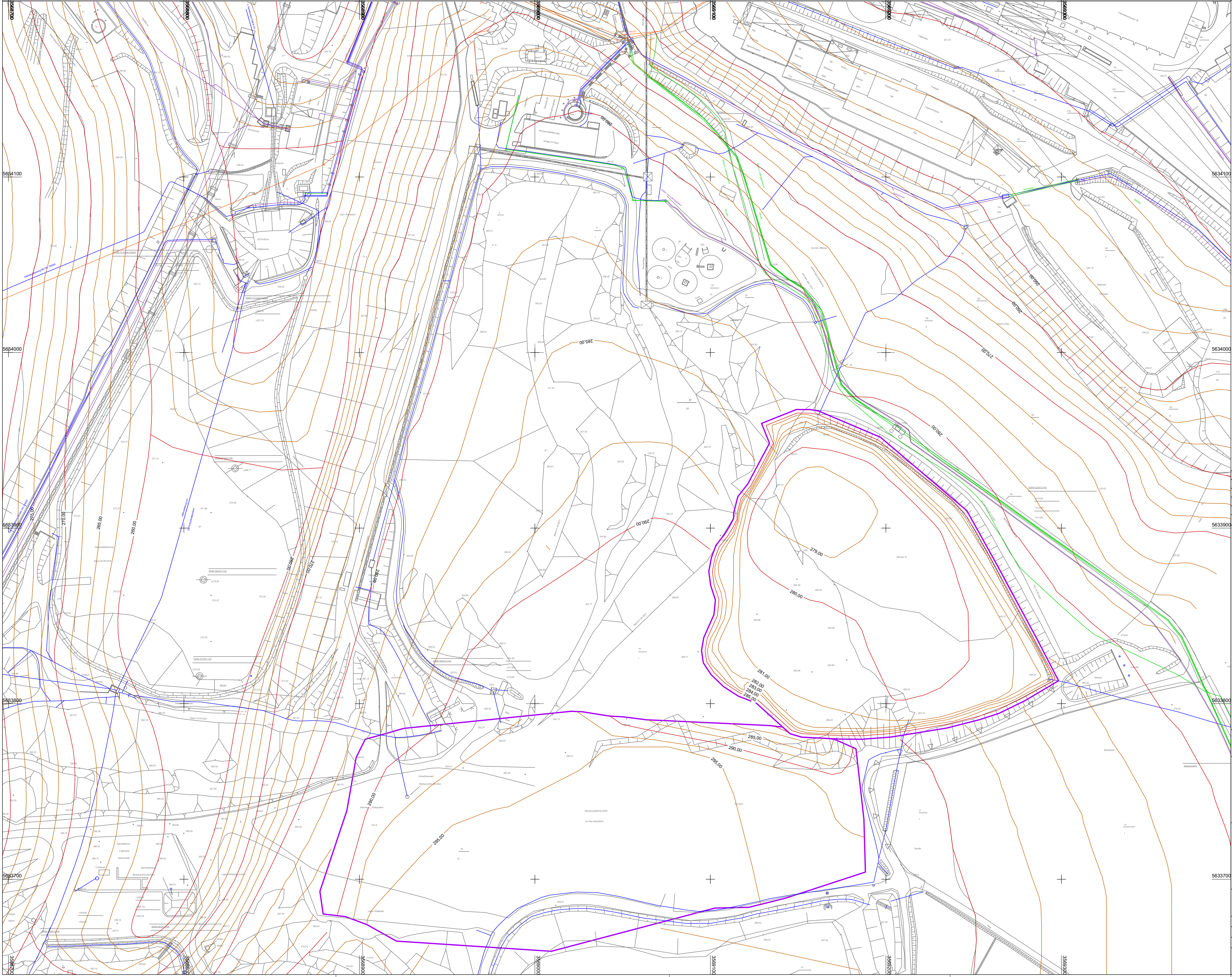
- Höhenlinien (DGM 101 Befliegung April 2022)
Leitungen Abwasser / Entwässerung Bestand
Stromleitungen Bestand
Gasleitung Bestand
Leerrohr / Schutzrohr Bestand

01	Raster Höhenlinien auf 5 m geändert	28.06.2022	Rosenkranz
Index	Bemerkung / Änderung	Datum	Name



Bauvorhaben	Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept	Planungsstand	Entwurfsplanung
Bauherr	Hattorfer Str. 36269 Philipsthal (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	Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 99850-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de	Projekt Nr.: 16516 Plot Nr.: LP Bestand, Gesamtkonzept, P.L.T Anlage Nr.: 1.0
		Datum/Unterschrift	Datum

Plandarstellung	Bestandslageplan	Datum	Name	Unterschrift
gezeichnet	06-2022	Rosenkranz		
geprüft	06-2022	Specht		
Maßstab	1:1000	Zeichnungs-Nr.	HA-XX-I520.01-2022-02-2500-01	



Legende

Böschungszeichen in Anlehnung an DIN 21912 und DIN 18702

Böschung allgemein (regelmäßig begrenzt und eingemessen)
Böschungskante

Kippen-, Halden-Böschung (regelmäßig begrenzt und eingemessen)
Böschungskante

Böschungsober- und Unterkante sind am Ende der Böschung zu verbinden.
Abweichend von dieser Regel werden folgende Ausnahmen festgelegt:
A - Böschungskante läuft weiter, ist aber nicht weiter aufgemessen.

B - Böschungskante verläuft sich im Gelände

C - Böschungsoberkante nicht eingemessen oder nicht definierbar

Grenze der genehmigten Aufhaltung

Grenze Bergaufsicht

Grenze Deponie

Inklinometermessstelle

Sickerwassermessstelle

Grundwassermessstelle

Regensammelbecken

GNSS-Permanentmessstation

Schacht (Bestand)

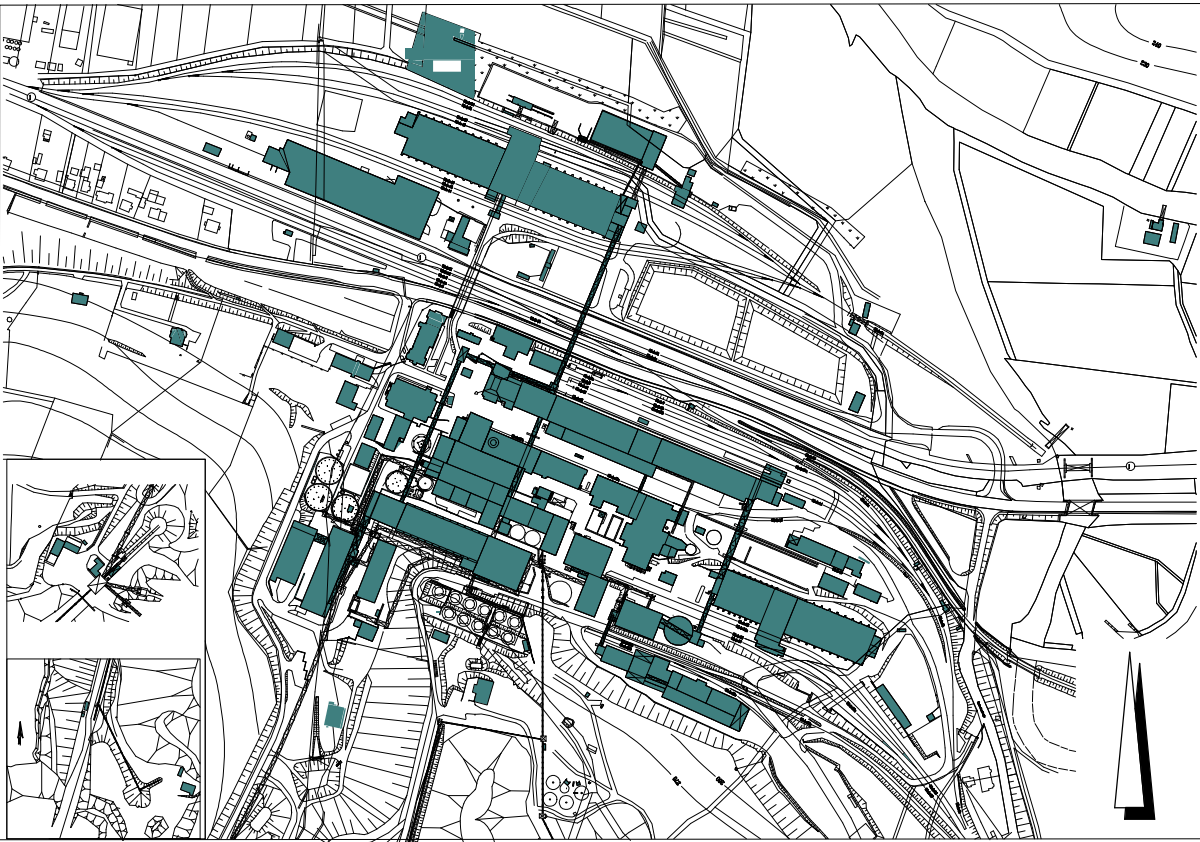
Schacht S1,S2,S3 (Bestand) Sammelleitung

Haldengraben (Bestand) mit Fließrichtung

- Höhenlinien Urgelände
- Leitungen Abwasser / Entwässerung Bestand
- Stromleitungen Bestand
- Gasleitung Bestand
- Leerrohr / Schutzrohr Bestand
- Umring DGM

Datengrundlage:
180416 „Übersicht, Planung & Untergrund“ mit „export.dwg K+S“
Kontur-Bereich Nr. 3000 mit „Schürfen“-Materialien (BGI)
Erkundung BGI, Modellierung BGI
200403 „Übersicht der Haldenbereiche“, Jang K+S
Nicht erfasste Zwischenbereiche wurden interpoliert

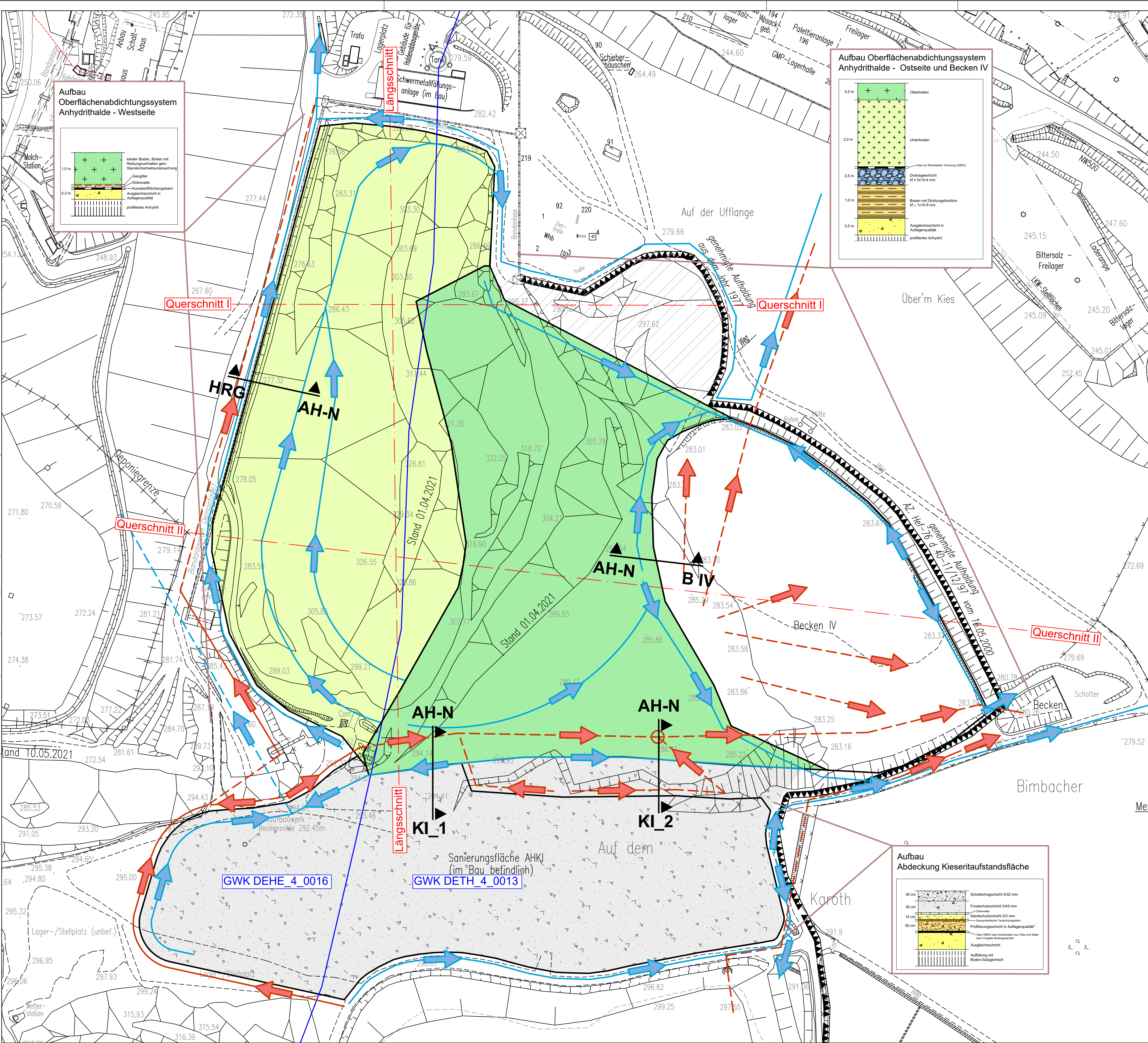
02	Darstellungsänderung Umring DGM + Ergänzung Legende	28.06.2022	Rosenkranz
01	Anpassung DGM Erkundung BGI	19.05.2022	Rosenkranz
Index	Bemerkung / Änderung	Datum	Name



Bauvorhaben	Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept	Planungsstand	Entwurfsplanung
Bauherr	K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf	Hattorfer Str. 36269 Philippsdal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0 Fax: 06620 / 79-2422	
Projektleitung	Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH SIG-HESSEN INGENIEURE Bau-, Geo- & Umwelttechnik Planung Beratung Kontrolle	Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 99850-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de	Projekt Nr.: 16516 Plot Nr.: LP Urgelände_Gesamtkonzept.PLT Anlage Nr.: 1.1
		Datum/Unterschrift	Datum

Plandarstellung	Lageplan Urgelände	Datum	Name	Unterschrift
gezeichnet	06-2022		Rosenkranz	
geprüft	06-2022		Specht	
Maßstab	1:1000		Zeichnungs-Nr.	HA-XX-I520.01-2022-02-2501-02

PI:16516 Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept\4-Planung\41-AutoCad\PI16516-XX-1520.01-2022-02-2502-02 - Übersichtslageplan OFAs - Anl.1.2.dwg

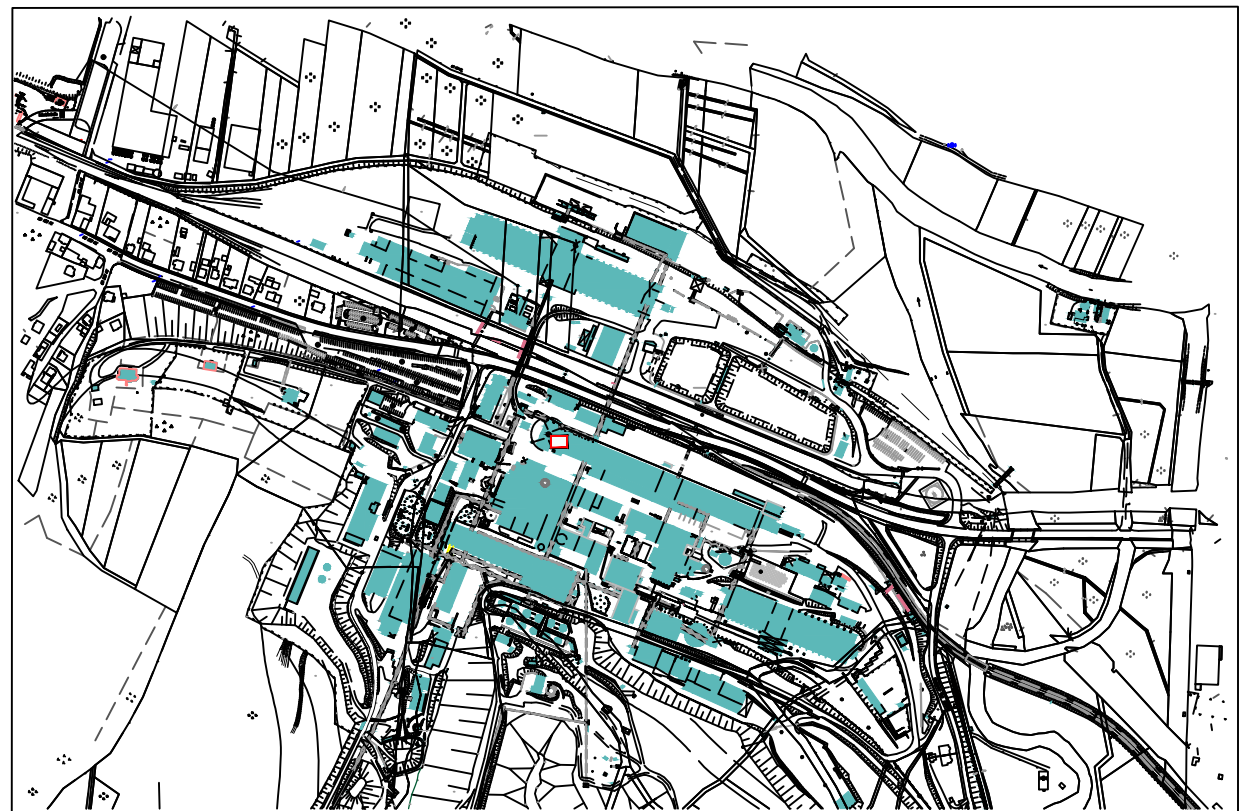


Legende

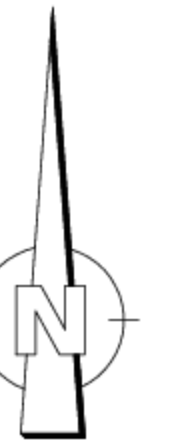
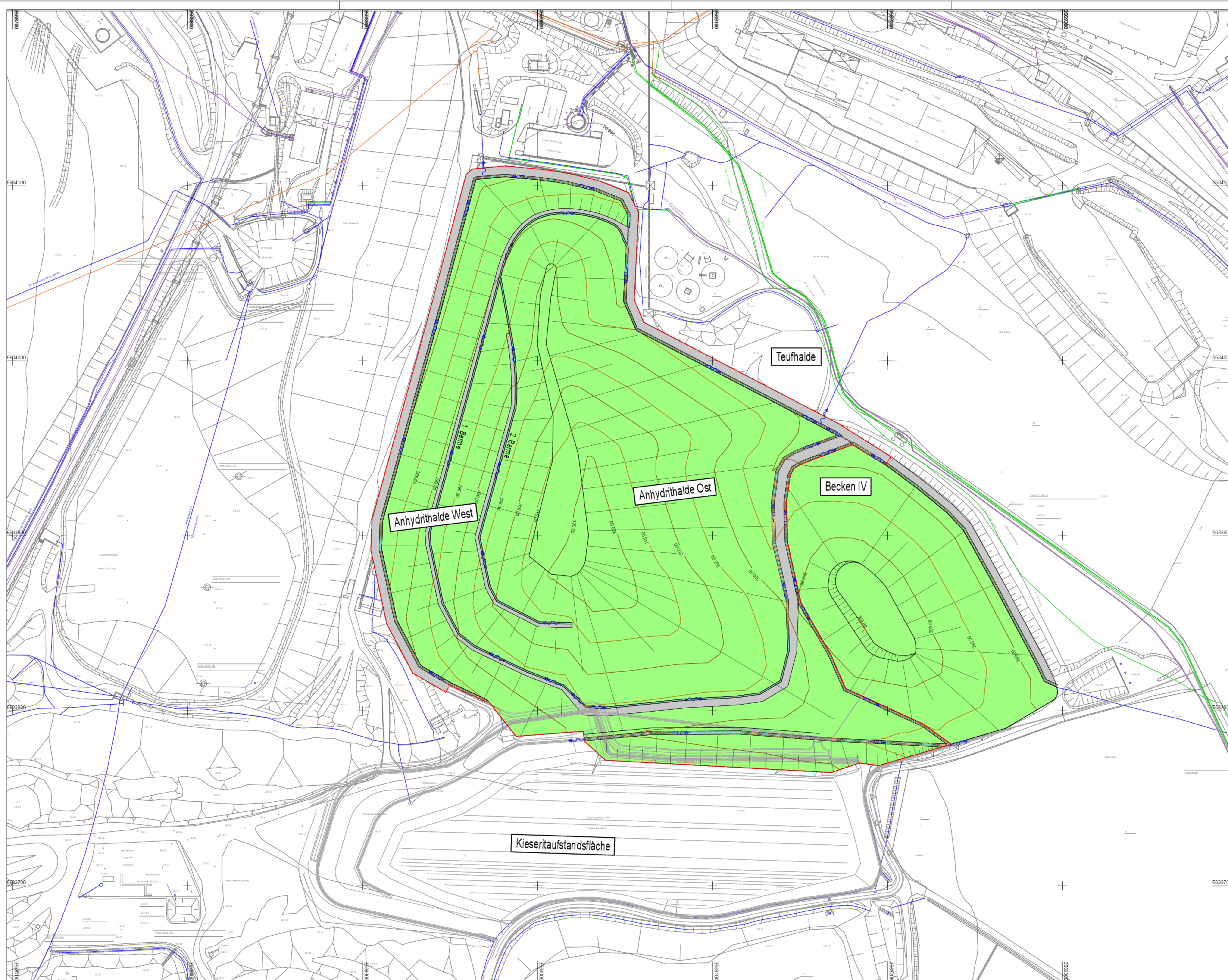
- WRRL_GW_GWKH_2013 - Grundwassereinzugsbereich
- OFA Anhydritthalde, Westseite
- Teuffhalde, Abtrag bis auf das Urgelände und Wiedereinbau in den Auftragsbereichen
- OFA Anhydritthalde Ostseite und Becken IV
- Abdeckung Kieseritaufstandsfläche
- Entwässerung Süßwasser
- Entwässerung Süßwasser verrohrt
- Entwässerung Salzwasser
- Entwässerung Salzwasser auf der Basis liegend / als Drainage (Becken IV)
- Fließrichtung Süßwasser
- Fließrichtung Salzwasser
- Schacht
- Schnittführung
- Schnittnummerierung
- Haldenkürzel

Datengrundlage: Tagesriss Rückstandshalde Hattorf Stand: 04.2022

Index	Bemerkung / Änderung	Datum	Name
2	Anpassung Grenzverlauf Anhydritthalde & Becken IV und Entwässerung analog zum DGM	11.07.2022	Schnell
1	Anpassung Schraffur Teuffhalde, Becken IV; Ergänzung Baufeldgrenze, Schnittführung, Bermenverlauf	27.06.2022	Schnell



Bauvorhaben Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept		Planungsstand Entwurfsplanung	
Bauherr K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf		Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0	
Projektplanung SIG-HESSEN INGENIEURE Bau-, Geo- & Umwelttechnik Planung Beratung Kontrolle		Datum/Unterschrift	
Plandarstellung Übersichtslageplan Oberflächenabdichtungssysteme		Projekt Nr.: 16516 Anlage Nr.: 1.2	
gezeichnet	Datum 27.06.2022	Name Schnell	Unterschrift
geprüft	Datum 27.06.2022	Name Specht	Unterschrift
Maßstab	Zeichnungs-Nr. 1:1000 HA-XX-1520.01-2022-02-2502-02		



Legende

Böschungszeichen in Anlehnung an DIN 21912 und DIN 18702

Böschung allgemein

(engedrückt begradigt und eingemessen)

Kippen-, Halden-Böschung

ng (regelmäßig begrenzt und eingeschlossen)

Böschungsober- und Unterkante sind am Ende der Böschung zu verbinden.
Abweichend von dieser Regel werden folgende Ausnahmen festgelegt:

A - Böschungskante läuft weiter, ist aber nicht weiter aufgemessen.

B - Böschungskante verläuft sich im Gelände

uft sich im Gelände

C - Böschungsunterkante nicht eingemessen oder

nicht eingemessen oder

_____ Grenze der genehmigten Aufhaltung

genehmigten Aufhaldung

—	Grenze Bergbau
+++	Grenze Deponie

ponie

	Inklinometer
	Sichtniveaumessung

ermessstelle
ermessstelle

Grundwassermerkmal

ermessstelle

 GNSS-Permanent

manentmessstation

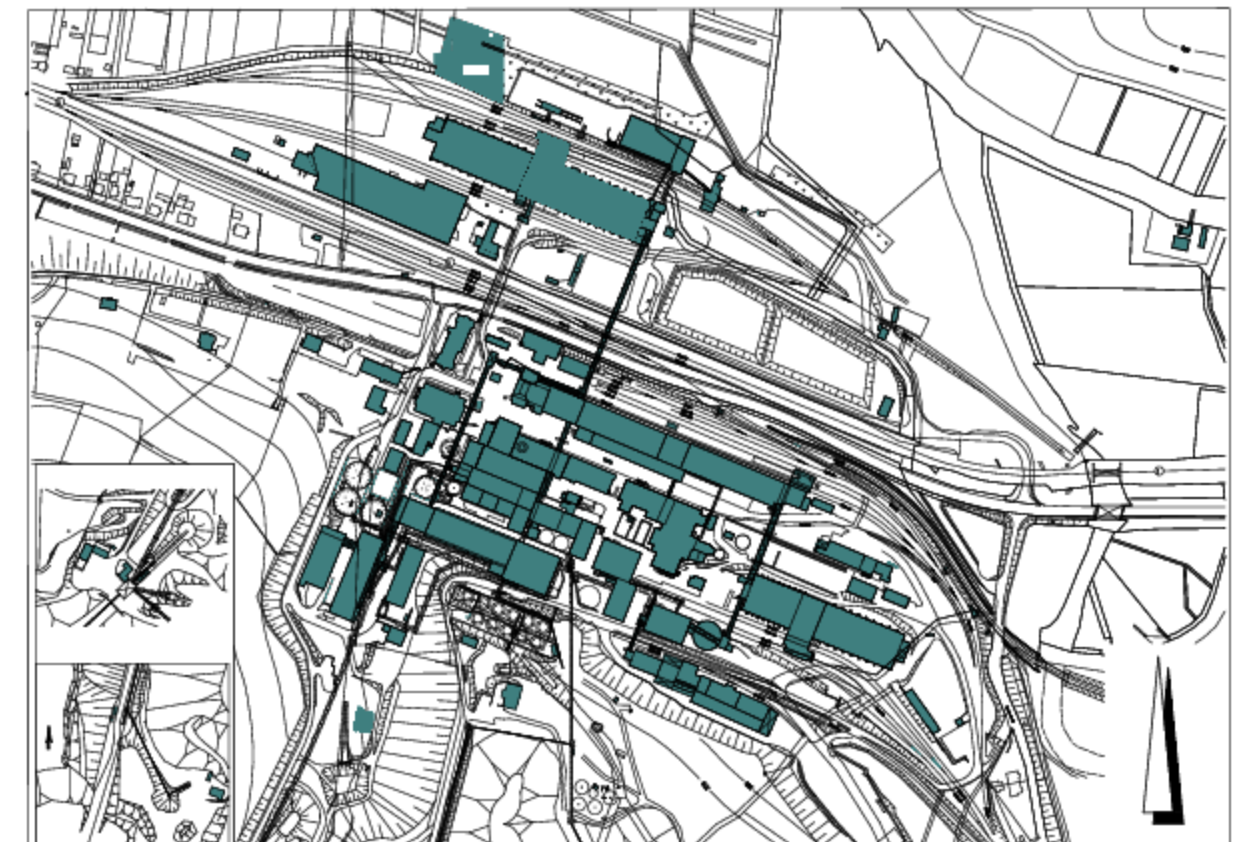
	Schacht S1,S2,
	Hakenmacher, d



S2,S3 (Bestand) Sammelbe

10. *Journal of the American Medical Association*, 2000; 284: 1039-1044.

Datengrundlage:

Index	Bemerkung / Änderung	Datum	Name



Bauvorhaben	Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept	Planungsstand	Entwurfsplanung
Bauherr		Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0 Fax: 06620 / 79-2422	
	 K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf	Datum/Unterschrift	
Projektplanung	<p>Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH</p>  <p>SIG-HESSEN INGENIEURE <u>Bau-, Geo- & Umweltechnik, Planung, Beratung, Kontrolle</u></p>	Ziegeleweg 2 34376 Immenhaußen 05673 99850-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de	Projekt Nr.: 16516 Plot Nr.: Lageplan Rev./Veränderungsdatum: Anlage Nr.: 1.3
		Datum/Unterschrift	
		26.07.2022	

Plandarstellung			
Lageplan OK-Rekultivierung			
	Datum	Name	Unterschrift
gezeichnet	07-2022	Rosenkranz	
geprüft	07-2022	Specht	
Maßstab		Zeichnungs-Nr.	
1:1000		HA-XX-I520.01-2022-02-2503-00	

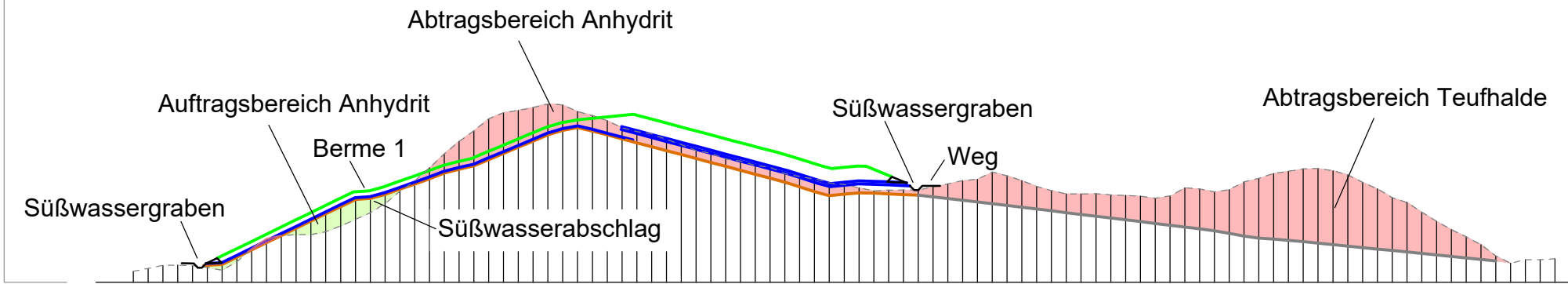
Anlage 2

Schnitte

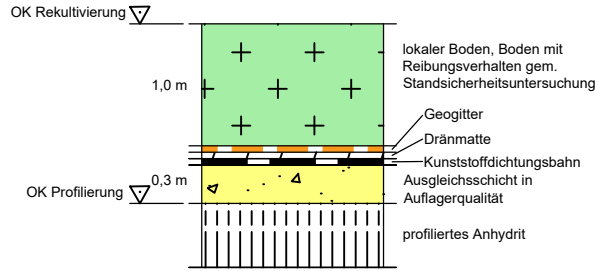
P:\16516 Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept\4-Planung\41-AutoCad\LPH3\HA-XX-I520.01-2022-02-2504-00_QI Teufhalde_Anl.2.1.dwg

Rekultivierung
Drainageschicht
Profilierung
Abtragsebene
Teufhalde

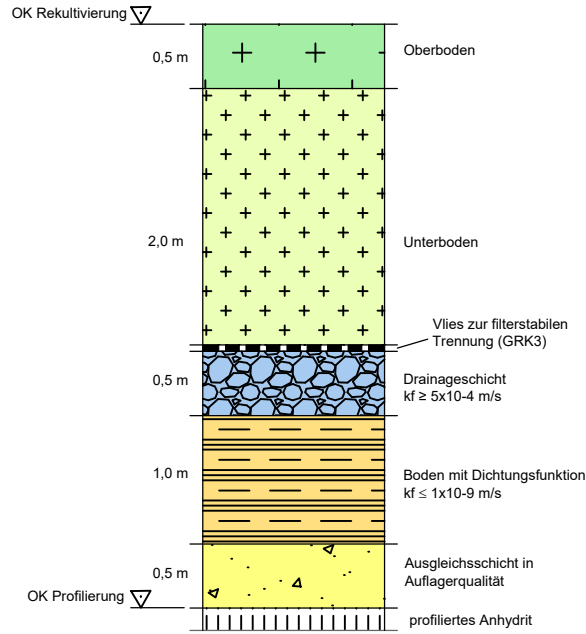
Gelände Befliegung/Verm. Aufstandsfl. Höhe Station	0,00 276,87	5,00 277,86	10,00 277,81	15,00 277,04	20,00 280,73	25,00 282,89	30,00 283,04	35,00 284,51	40,00 286,72	45,00 290,32	50,00 294,31	55,00 298,74	60,00 302,55	65,00 303,97	70,00 305,07	75,00 303,79	80,00 302,24	85,00 300,43	90,00 299,12	95,00 297,21	0,00 295,80	5,00 294,71	10,00 293,33	15,00 292,46	20,00 291,48	25,00 290,41	30,00 290,57	35,00 291,08	40,00 292,17	45,00 293,58	50,00 292,15	55,00 290,48	60,00 289,91	65,00 289,76	70,00 289,53	75,00 289,56	80,00 290,76	85,00 290,65	90,00 292,55	95,00 293,72	0,00 294,19	5,00 293,13	10,00 290,76	15,00 288,46	20,00 285,29	25,00 282,68	30,00 279,45	35,00 278,84	40,00 278,98
---	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------



Oberflächenabdeckung
Westböschung Anhydritthalde



Oberflächenabdichtung
Ostböschung Anhydritthalde

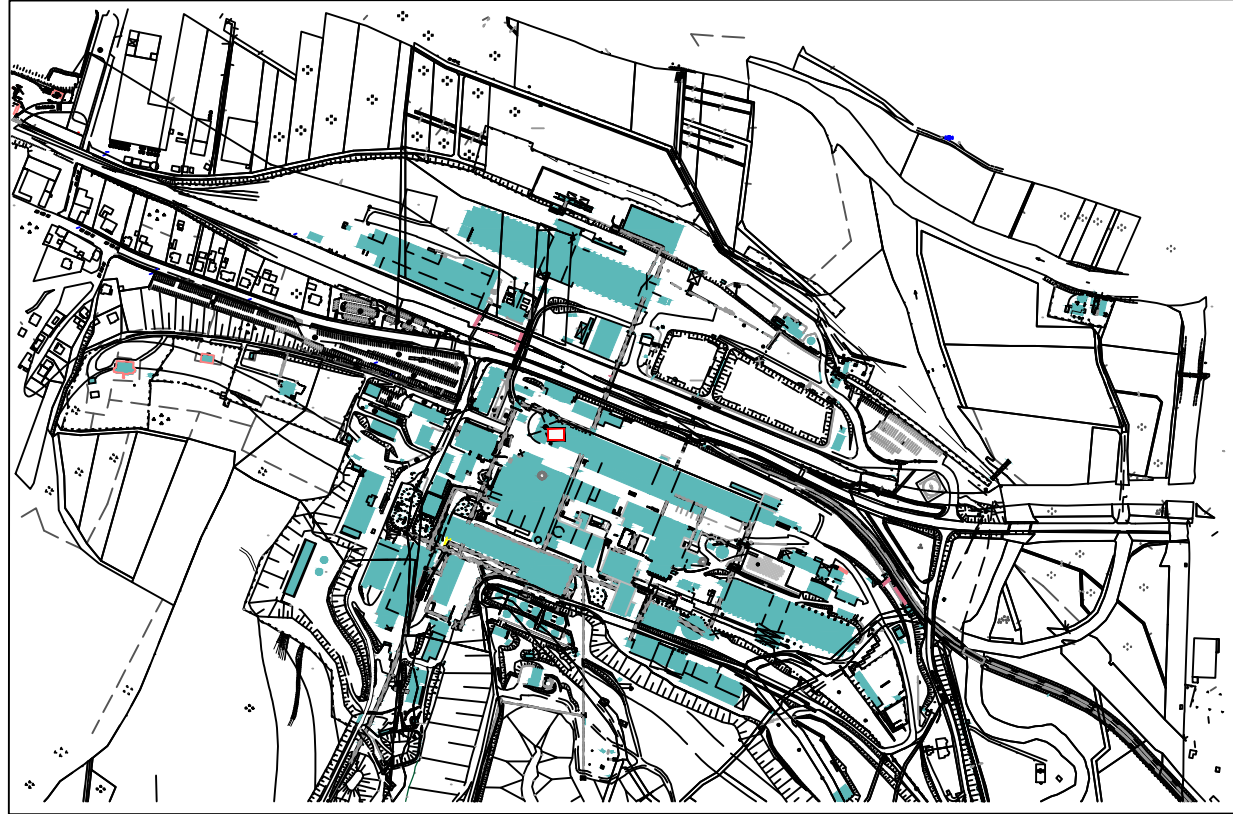


Anhydritthalde

WESTEN

Teufhalde

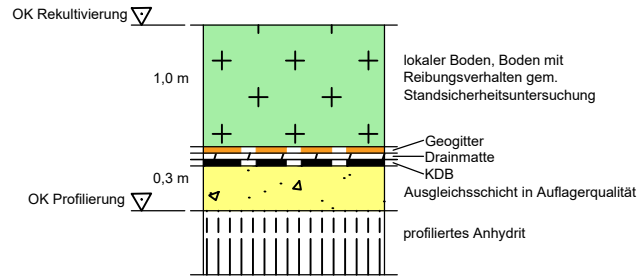
OSTEN



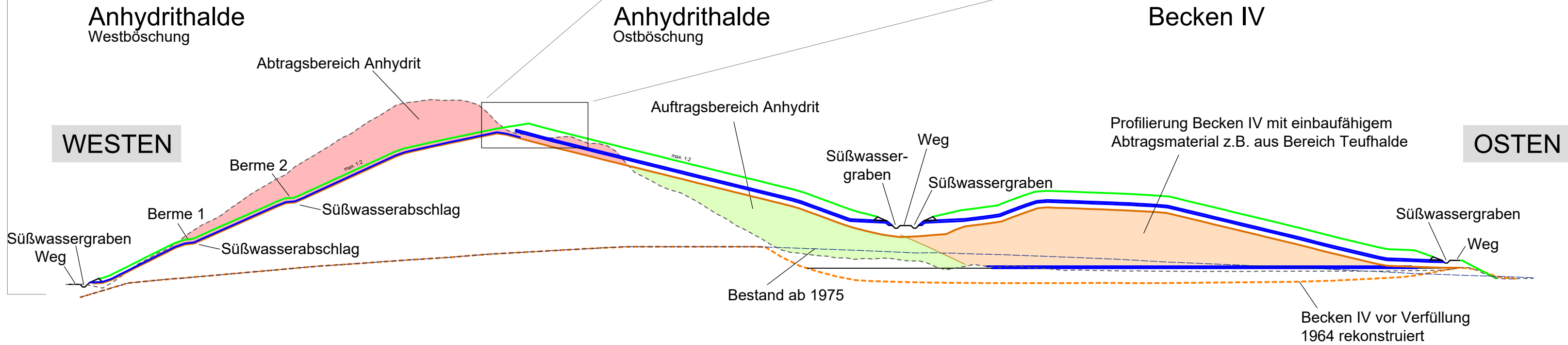
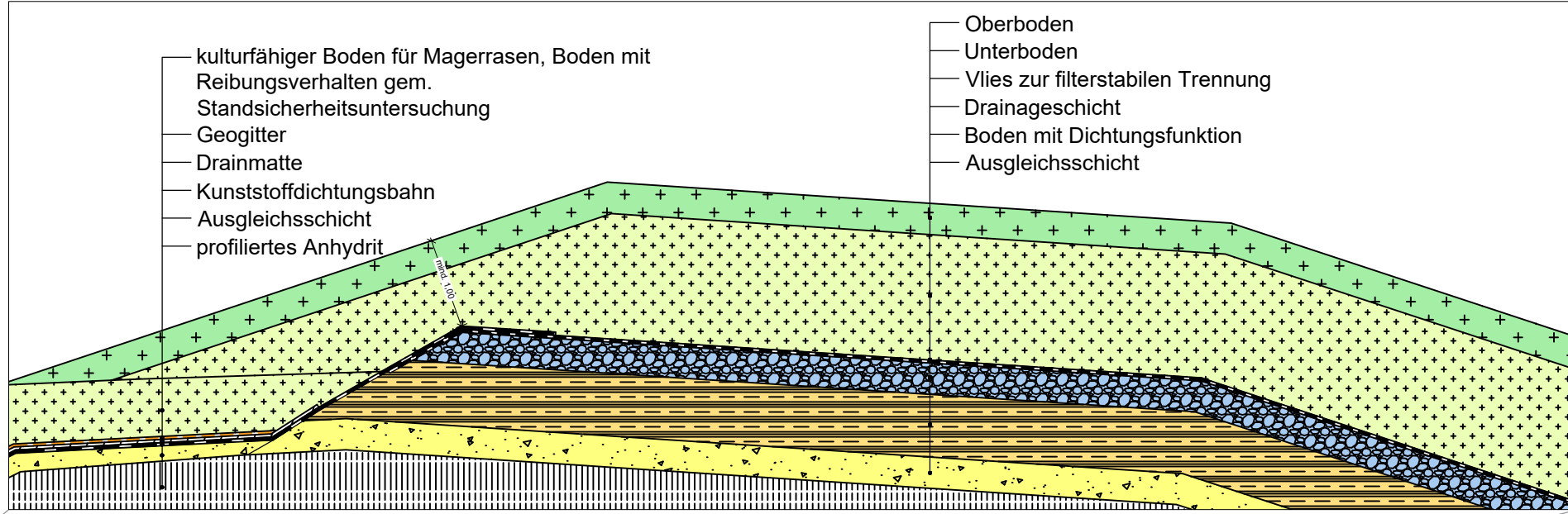
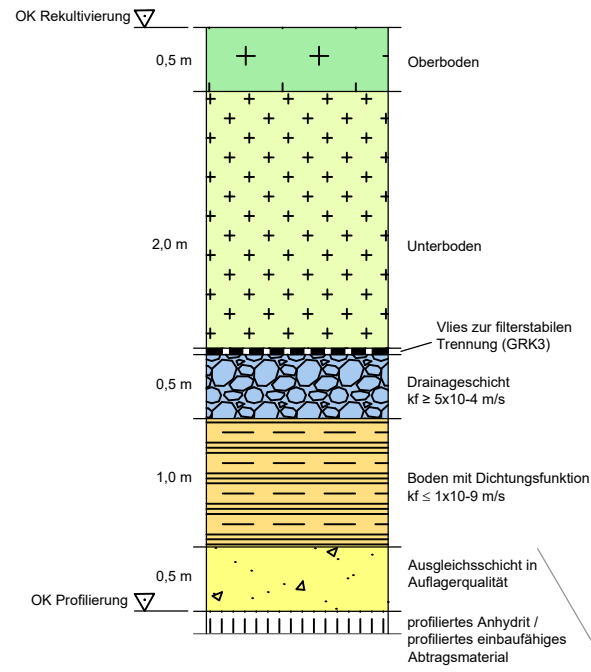
Bauvorhaben		Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept		Planungsstand		Entwurfsplanung	
Bauherr				<div>Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0</div>			
<div><div></div><div>K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf</div></div>				<div>Datum/Unterschrift</div>			
Projektplanung				<div><div>Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 9985-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de</div></div>		<div><div>Projekt Nr.: 16516</div><div>Anlage Nr.: 2.1</div></div>	
<div><div><div>Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH</div><div></div></div></div>				<div>Datum/Unterschrift</div>			
Plandarstellung							
Querschnitt I Anhydritthalde - Teufhalde							
	Datum	Name		Unterschrift			
gezeichnet	01.06.2022	Schnell					
geprüft	01.06.2022	Specht					
Maßstab		1:1000		<div>Zeichnungs-Nr. HA-XX-I520.01.2022-02-2504-00</div>			

P:\16516 Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept\4-Planung\41-AutoCad\PH3\HA-XX-I520.01-2022-02-2505-02_QII_Anl.2.2.dwg

Oberflächenabdichtung
Westböschung Anhydrithalde

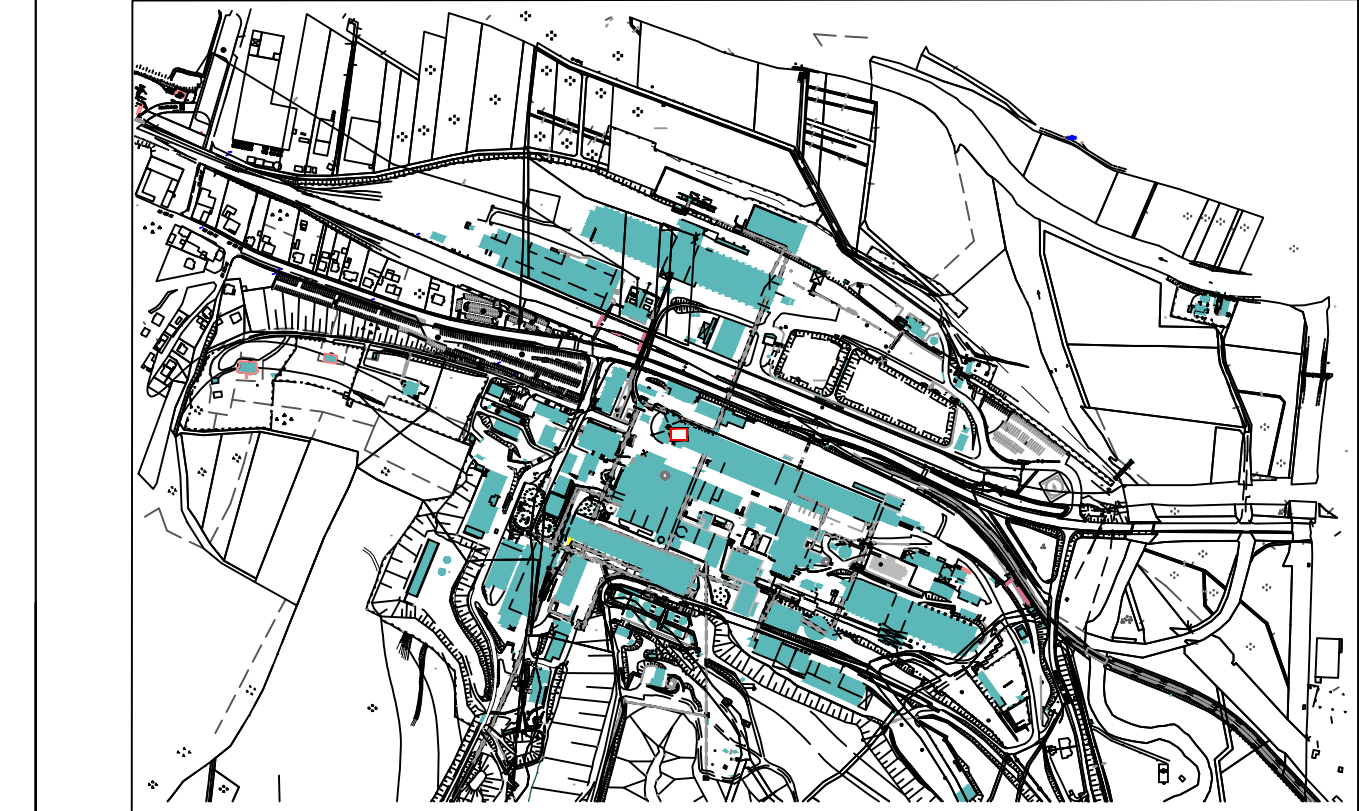


Oberflächenabdichtung
Ostböschung Anhydrithalde
Becken IV



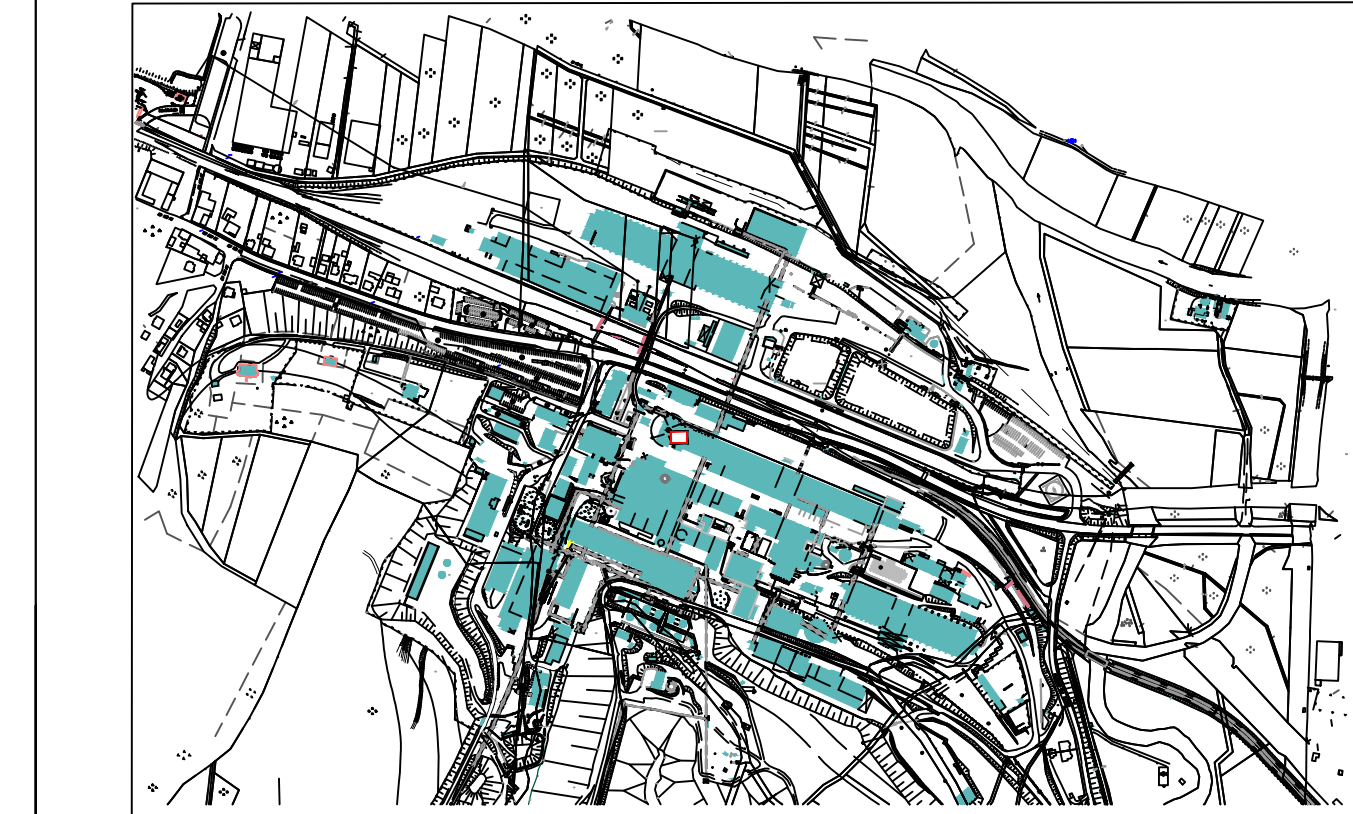
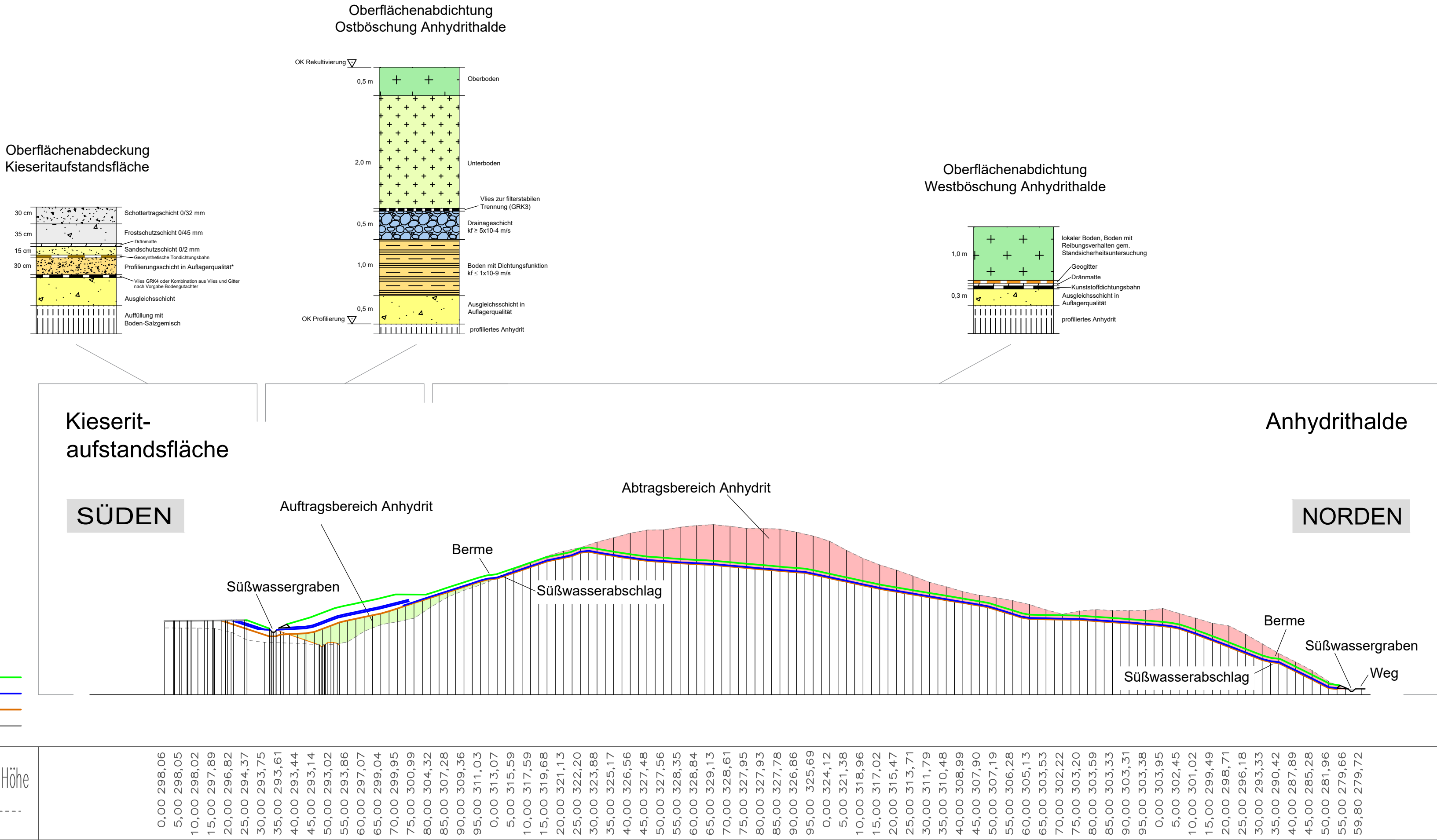
Rekultivierung
Drainageschicht
Profiliierung

Gelände Befliegung/Verm. Aufstandsfl. Höhe Station	5,00	279,06	10,00	277,85	15,00	281,09	20,00	284,58	25,00	287,38	30,00	290,60	35,00	294,40	40,00	297,42	45,00	300,25	50,00	303,58	55,00	307,17	60,00	309,52	65,00	313,17	70,00	316,03	75,00	319,27	80,00	321,97	85,00	325,34	90,00	328,44	95,00	330,08	0,00	330,46	5,00	329,99	10,00	329,46	15,00	326,02	20,00	321,30	25,00	320,01	30,00	319,33	35,00	319,55	40,00	318,35	45,00	317,71	50,00	315,39	55,00	309,93	60,00	307,65	65,00	305,28	70,00	303,37	75,00	299,74	80,00	297,17	85,00	294,99	90,00	294,85	95,00	294,35	0,00	293,93	5,00	293,29	10,00	292,81	15,00	292,19	20,00	291,44	25,00	290,87	30,00	289,95	35,00	289,55	40,00	287,47	45,00	285,58	50,00	284,30	55,00	284,35	60,00	284,00	65,00	283,50	70,00	283,13	75,00	283,07	80,00	283,02	85,00	282,83	90,00	282,83	95,00	282,80	0,00	282,76	5,00	282,71	10,00	282,73	15,00	282,72	20,00	282,75	25,00	282,75	30,00	282,75	35,00	282,76	40,00	282,75	45,00	282,77	50,00	282,76	55,00	282,72	60,00	282,79	65,00	282,80	70,00	282,84	75,00	282,89	80,00	283,77	85,00	282,67	90,00	280,60	95,00	280,57	0,00	280,79
---	------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	------	--------	------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	------	--------	------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	------	--------	------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	------	--------



Bauvorhaben	Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept		Planungsstand	Entwurfsplanung	
Bauherr	 K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf		Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0	Datum/Unterschrift	
Projektplanung	 Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH SIG-HESSEN INGENIEURE Bau-, Geo- & Umwelttechnik Planung Beratung Kontrolle		Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 9985-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de	Projekt Nr.: 16516	Anlage Nr.: 2.2
Plandarstellung	Querschnitt Anhydrithalde - Becken IV		Datum/Unterschrift		
gezeichnet	30.05.2022		Schnell		Unterschrift
geprüft	30.05.2022		Specht		
Maßstab	1:1000		Zeichnungs-Nr. HA-XX-I520.01-2022-02-2505-02		

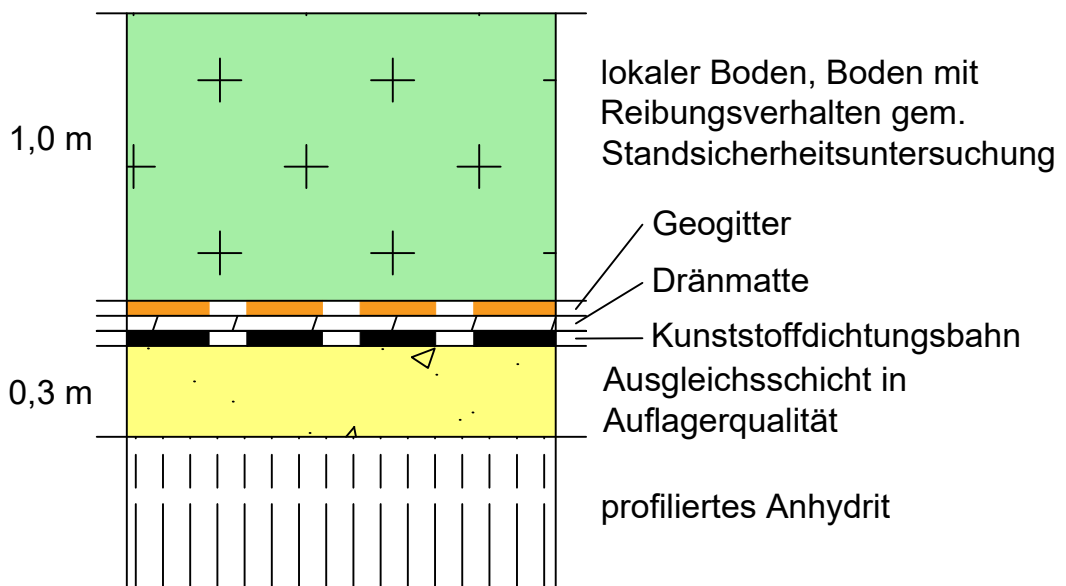
P:\16516 Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept\4-Planung\41-AutoCad\PH3\HA-XX-I520.01-2022-02-2506-01_Längsschnitt_Anl.2.3.dwg



Bauvorhaben	Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept		Planungsstand	Entwurfsplanung
Bauherr	 K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf		Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0	
Projektplanung	 Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH SIG-HESSEN INGENIEURE Bau-, Geo- & Umwelttechnik Planung Beratung Kontrolle		Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 9985-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de	Projekt Nr.: 16516 Anlage Nr.: 2.3
Plandarstellung	Längsschnitt Anhydrithalde - Kieseritaufstandsfläche			
gezeichnet	Datum	Name	Unterschrift	
geprüft	01.06.2022	Schnell		
Maßstab	1:1000	Zeichnungs-Nr.	HA-XX-I520.01.2022-02-2506-01	

Anlage 3

Details



Bauvorhaben

Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept

Planungsstand

Entwurfsplanung

Bauherr



K+S Minerals and Agriculture GmbH
Werk Werra - Standort Hattorf

Projektplanung

Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH

SIG-HESSEN INGENIEURE

Bau-, Geo- & Umwelttechnik Planung Beratung Kontrolle

Ziegeleiweg 2

34376 Immenhausen

05673 9985-0

info@sig-hessen.de

www.sig-hessen.de

Plandarstellung

Regelaufbau

Oberflächenabdichtung nördliche Anhydritthalde - Westseite

Projekt Nr.: 16516

Anlage Nr.: 3.1

gezeichnet

Datum

28.06.2022

Name

Schnell

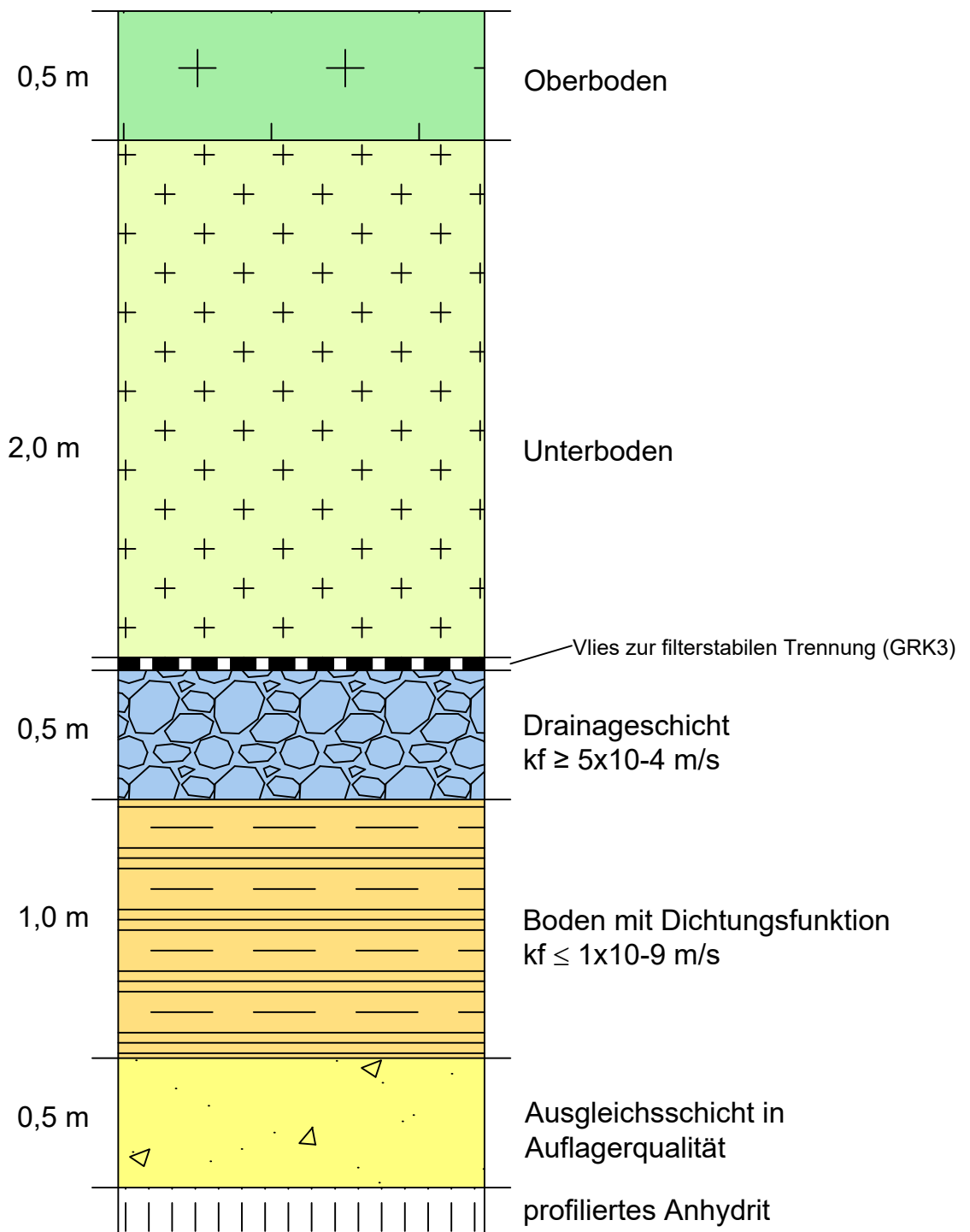
Unterschrift

Maßstab

1:25

Zeichnungs-Nr.

HA-XX-I520.01-2022-02-2507-01



Bauvorhaben

Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept

Planungsstand

Entwurfsplanung

Bauherr



K+S Minerals and Agriculture GmbH
Werk Werra - Standort Hattorf

Projektplanung

Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH

SIG-HESSEN INGENIEURE
Bau-, Geo- & Umwelttechnik Planung Beratung Kontrolle

Ziegeleiweg 2

34376 Immenhausen

05673 9985-0

info@sig-hessen.de

www.sig-hessen.de

Plandarstellung

**Regelaufbau Oberflächenabdichtung
nördliche Anhydritthalde - Ostseite und Becken IV**

Projekt Nr.: 16516

Anlage Nr.: 3.2

gezeichnet

Datum

28.06.2022

Name

Schnell

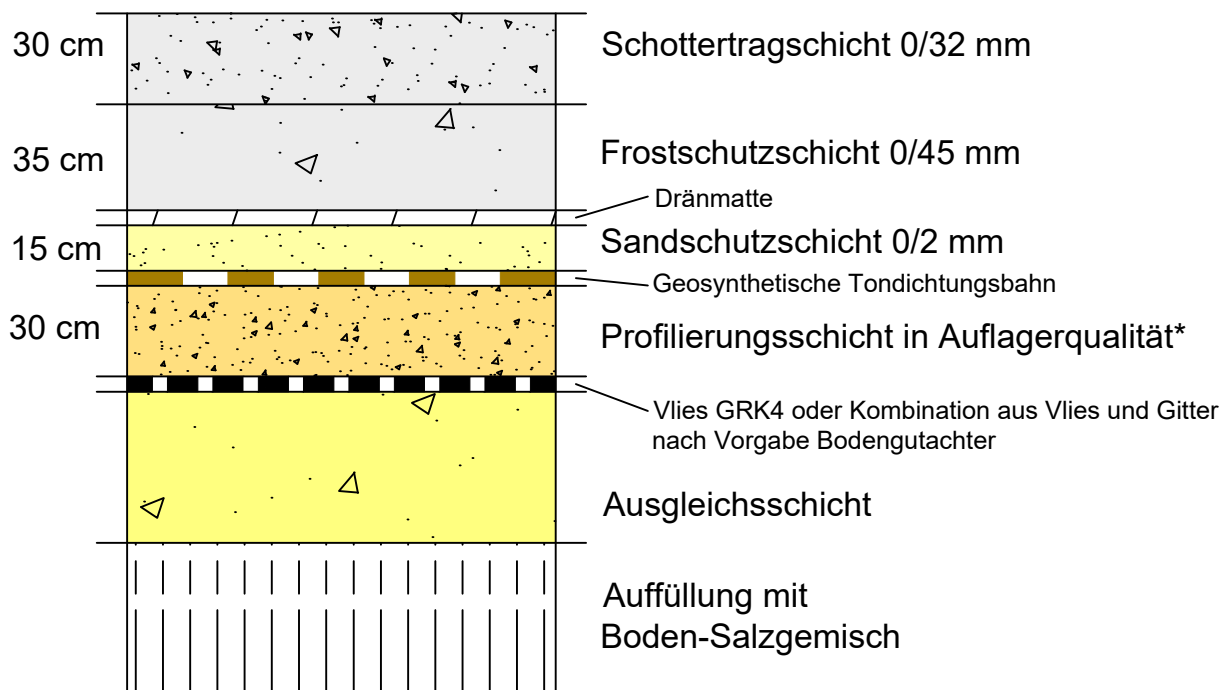
Unterschrift

Maßstab

1:25

Zeichnungs-Nr.

HA-XX-I520.01-2022-02-2508-00



* zur statischen Ertüchtigung optional Einsatz eines Geogitters in Rand- und Böschungsbereichen

Bauvorhaben

Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept

Planungsstand

Entwurfsplanung

Bauherr



K+S Minerals and Agriculture GmbH
Werk Werra - Standort Hattorf

Projektplanung

Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH

SIG-HESSEN INGENIEURE
Bau-, Geo- & Umwelttechnik Planung Beratung Kontrolle

Ziegeleiweg 2
34376 Immenhausen
05673 9985-0
info@sig-hessen.de
www.sig-hessen.de

Plandarstellung

Regelaufbau Abdeckung Kieseritaufstandsfläche

Projekt Nr.: 16516

Anlage Nr.: 3.3

gezeichnet

Datum

28.06.2022

Name

Schnell

Unterschrift

Maßstab

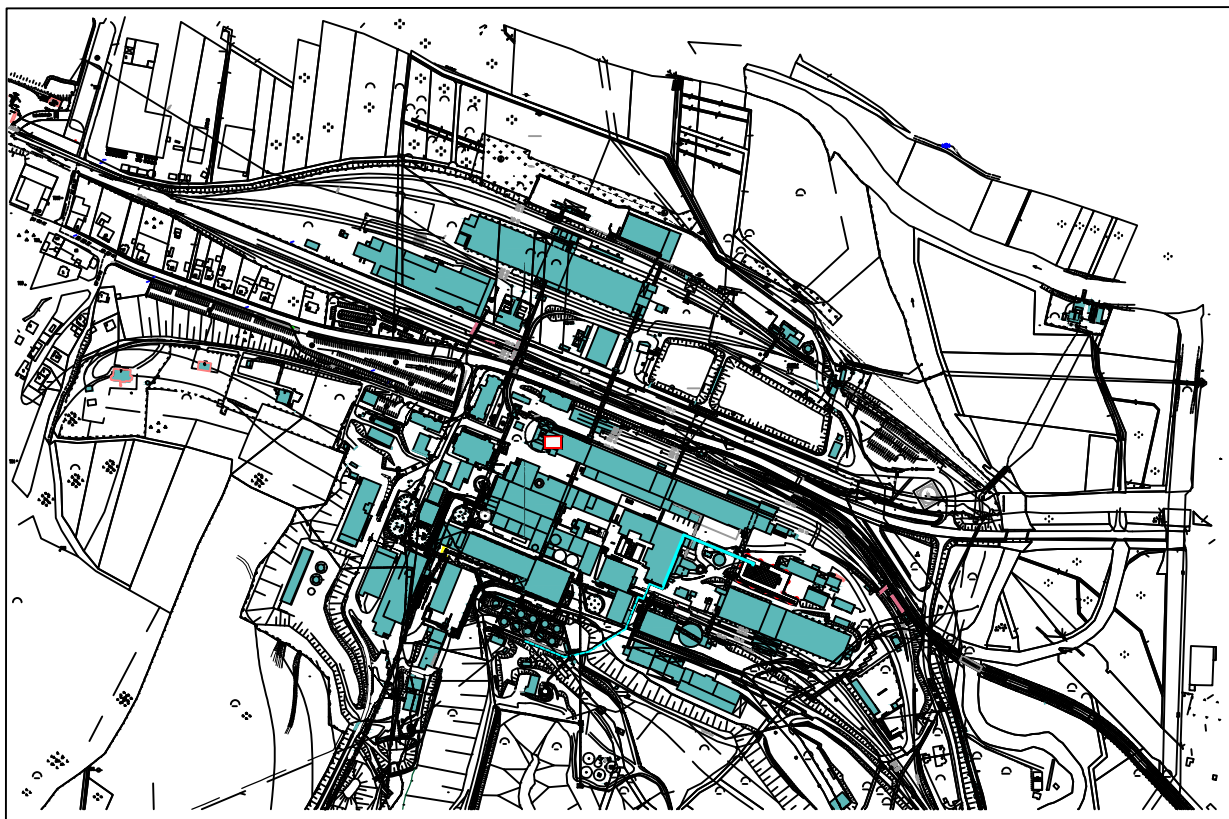
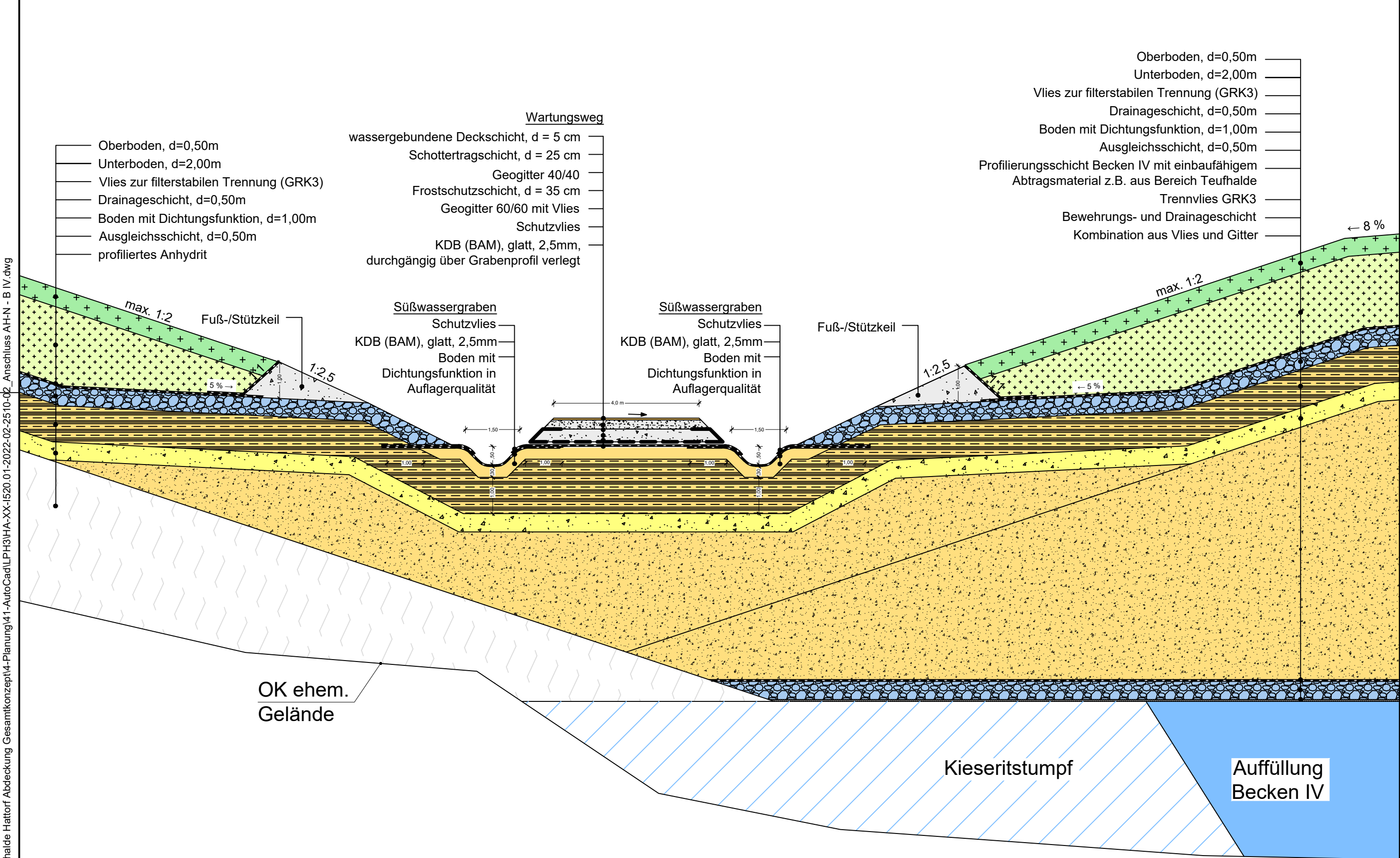
1:25

Zeichnungs-Nr.

HA-XX-I520.01-2022-02-2509-00

Anhydrithalde
AH-N

Becken IV
B IV

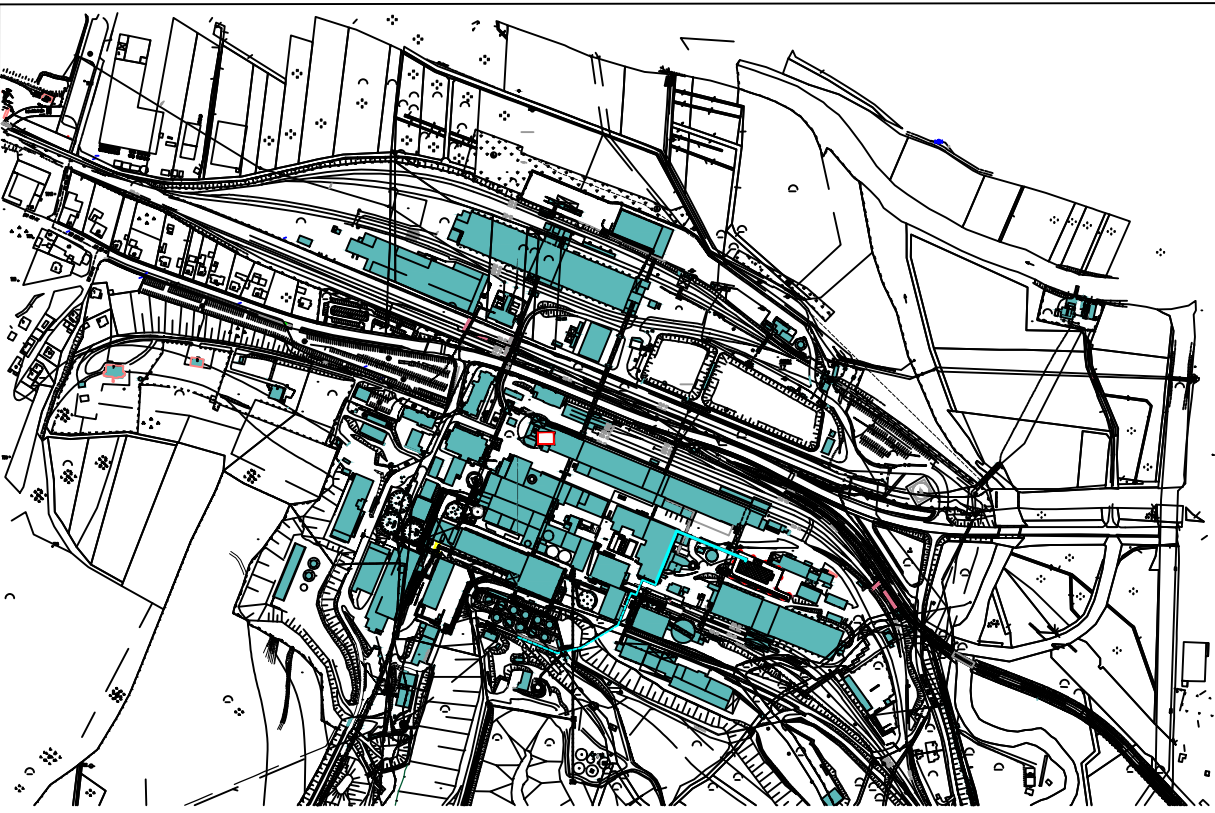
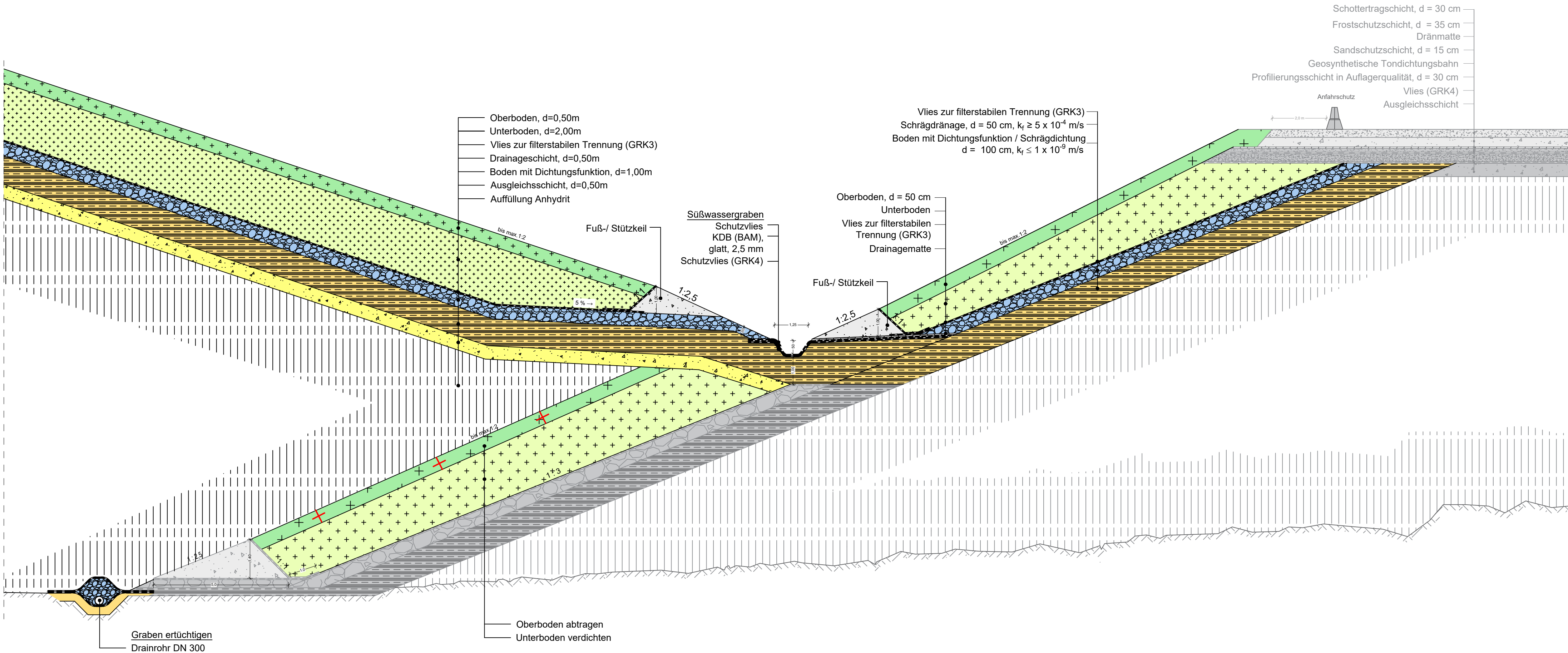


Bauvorhaben		Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept		Planungsstand		Entwurfsplanung	
<div>Bauherr</div> <div> K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf</div>				Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0			
				Datum/Unterschrift			
<div>Projektplanung</div> <div></div>				Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 9985-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de		Projekt Nr.: 16516	
						Anlage Nr.: 3.4	
				Datum/Unterschrift			
Plandarstellung		Anschluss Anhydrithalde / Becken IV Schnitt AH-N - B IV					
		Datum		Name		Unterschrift	
gezeichnet		27.06.2022		Schnell			
geprüft		27.06.2022		Specht			
Maßstab				Zeichnungs-Nr.			
1:100				HA-XX-I520.01-2022-02-2510-02			

P:\16516 Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept\4-Planung\41-AutoCad\PH3\HA-XX-I520 01-2022-02-2510-02 Anschluss AH-N - B IV.dwg

Nördliche Anhydrithalde - Ostseite
AH-N

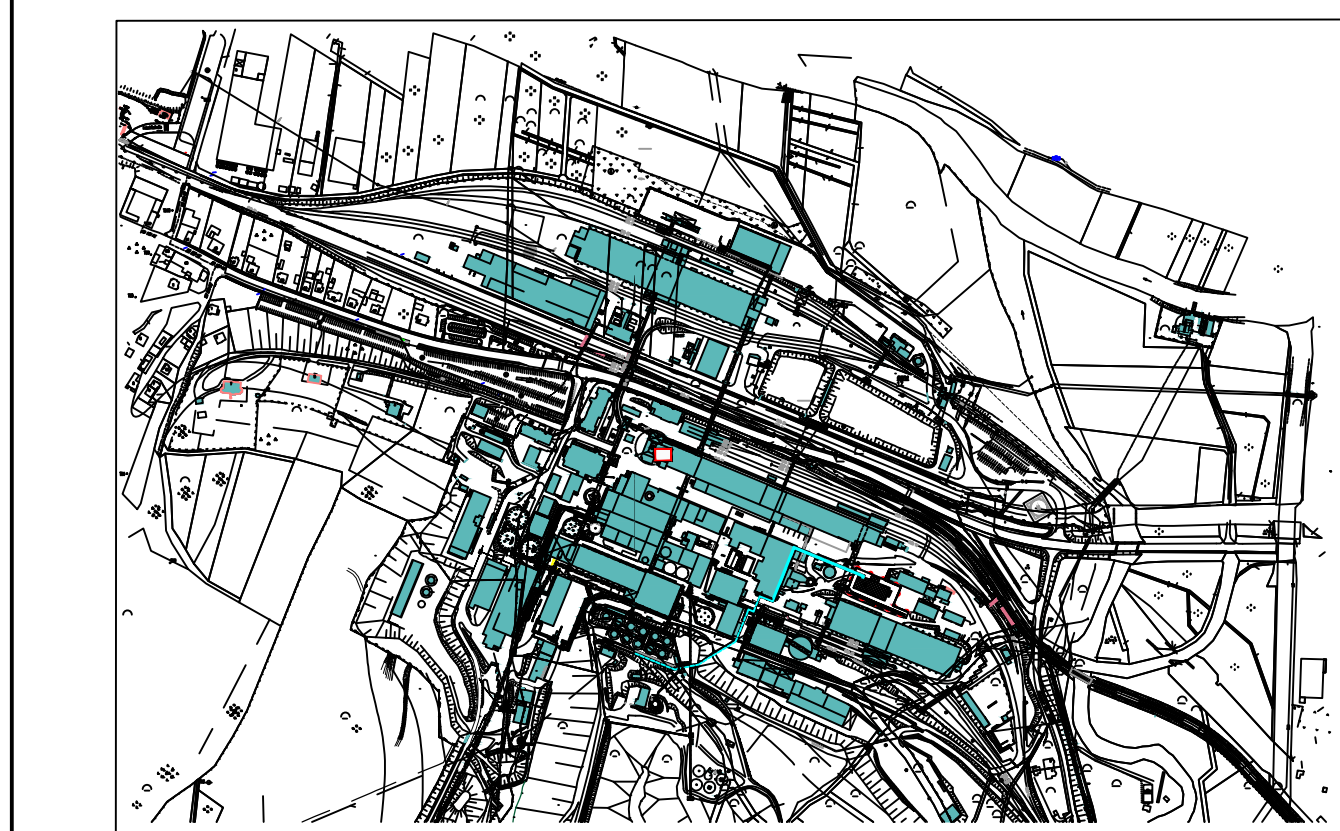
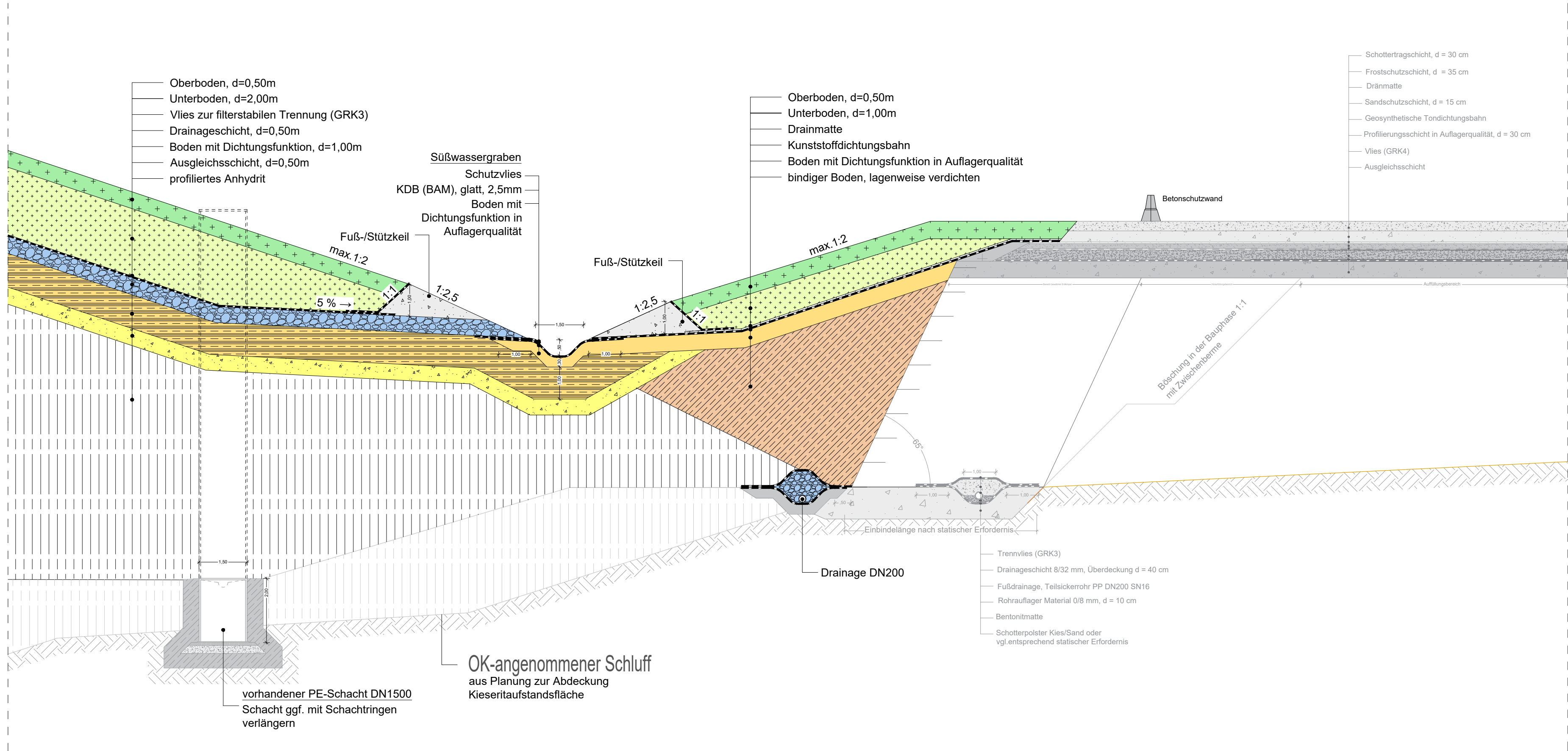
Abdeckung Kieseritaufstandsfläche
KI_1



Bauvorhaben		Planungsstand	
Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept		Entwurfsplanung	
Bauherr		Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0	
 K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf		Datum/Unterschrift	
		Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 9985-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de	
Projektplanung		Projekt Nr.: 16516 Anlage Nr.: 3.5	
Plandarstellung		Anschluss Anhydrithalde / Schrägböschung Kieseritaufstandsfläche Schnitt AH-N - KI_1	
gezeichnet	Datum 28.06.2022	Name Schnell	Unterschrift
geprüft	Datum 28.06.2022	Name Specht	Unterschrift
Maßstab 1:100		Zeichnungs-Nr. HA-XX-I520.01-2022-02-2511-01	

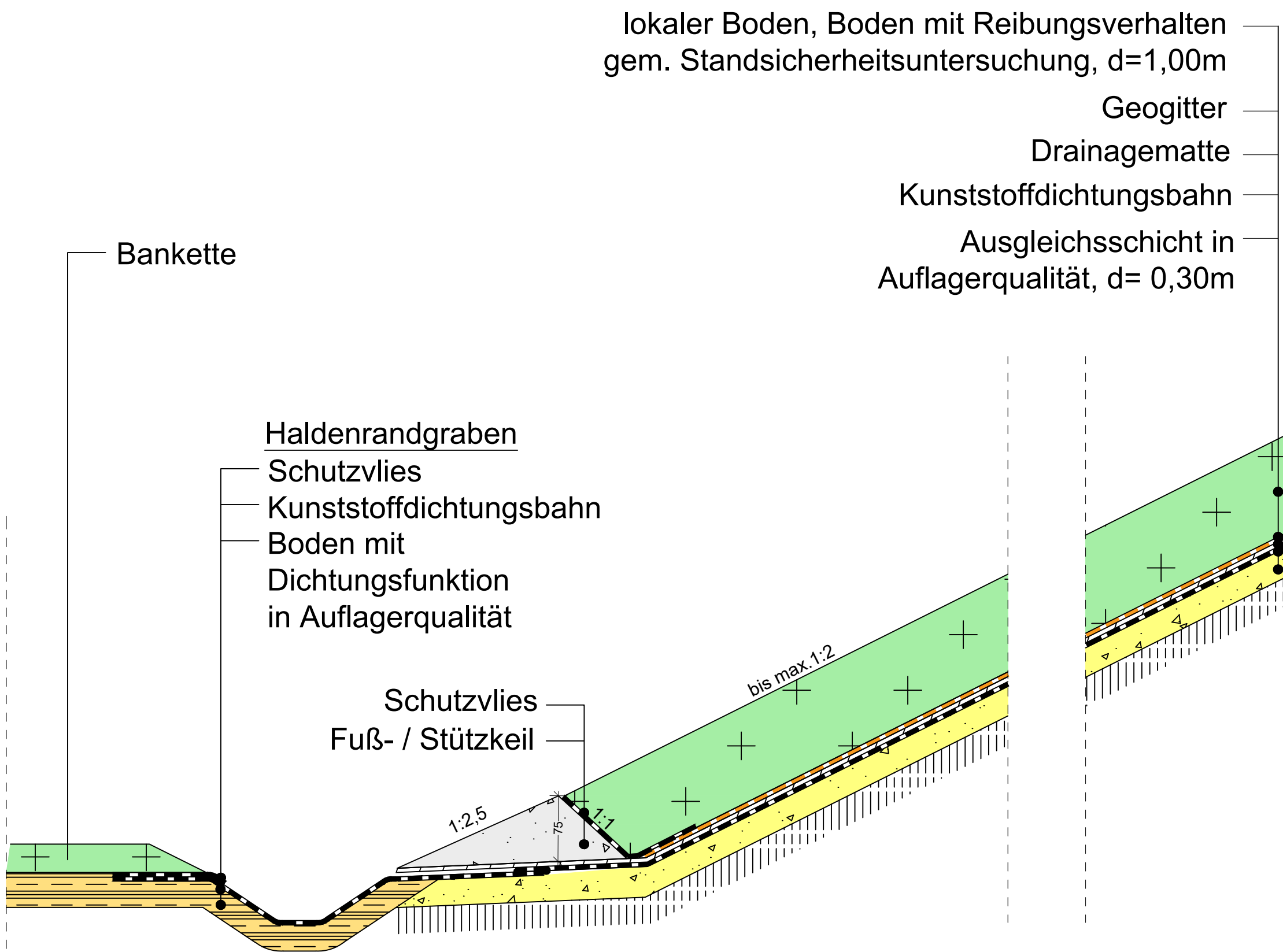
Nördliche Anhydrithalde - Ostseite
AH-N

Abdeckung Kieseritaufstandsfläche
KI_2

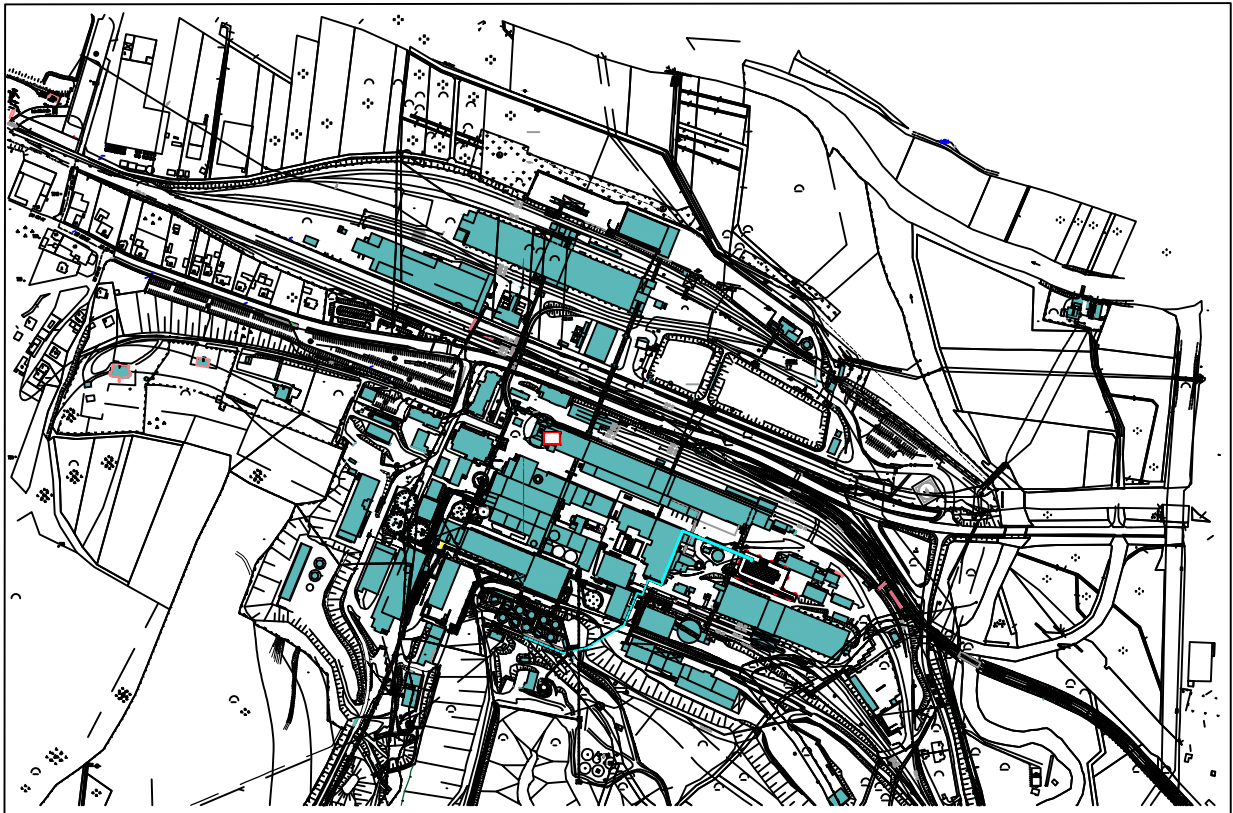
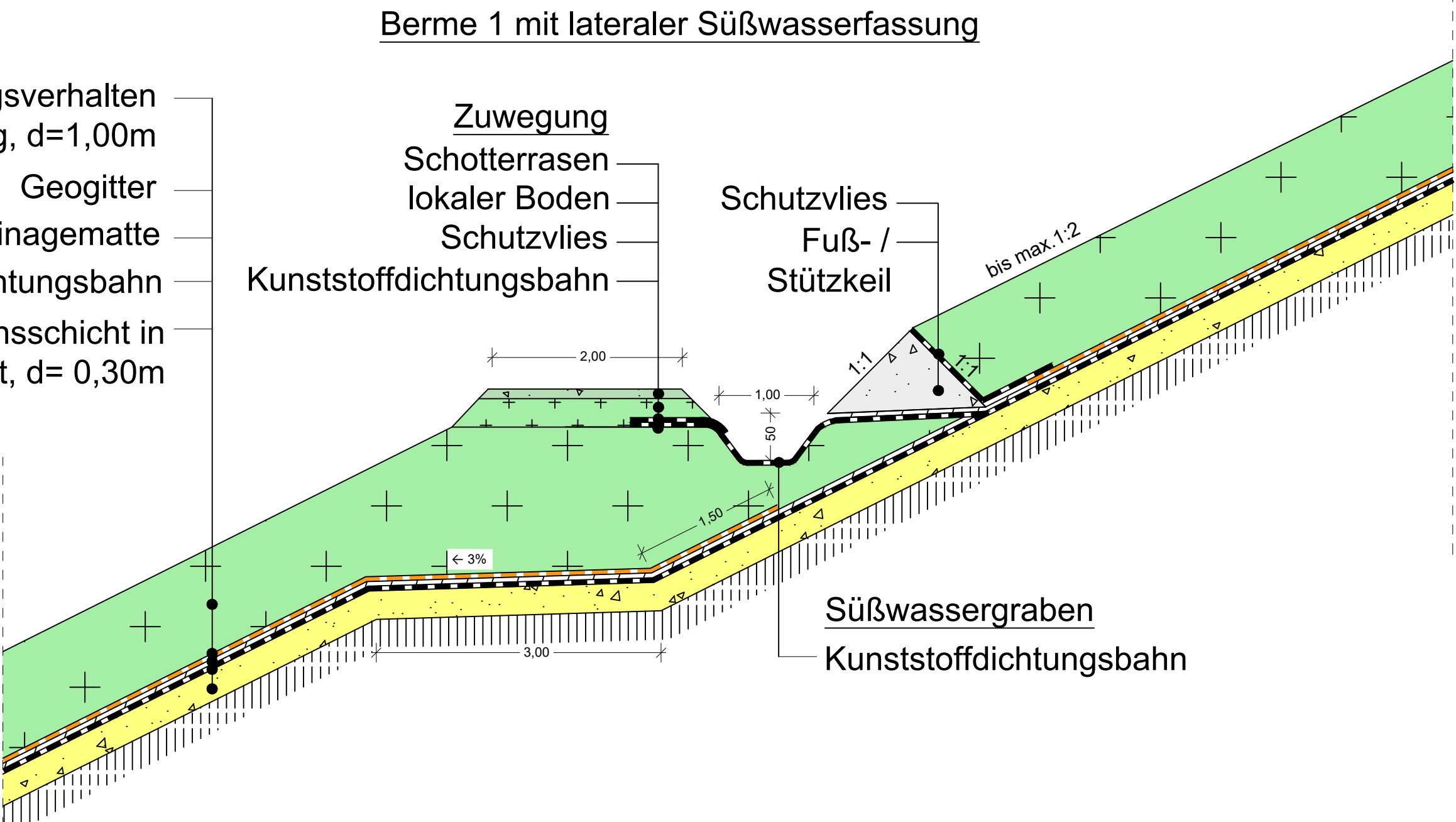


Bauvorhaben		Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept		Planungsstand		Entwurfsplanung	
<div>Bauherr</div> <div> K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf</div>				Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0			
				Datum/Unterschrift			
<div>Projektplanung</div> <div> Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH SIG-HESSEN INGENIEURE Bau-, Geo- & Umwelttechnik Planung Beratung Kontrolle</div>				Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 9985-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de		Projekt Nr.: 165	
						Anlage Nr.: 3.6	
				Datum/Unterschrift			
Plandarstellung		Anschluss Anhydrithalde / Steilböschung Kieseritaufstandsfläche Schnitt AH-N - KI_2					
	Datum	Name		Unterschrift			
gezeichnet	28.06.2022	Schnell					
geprüft	28.06.2022	Specht					
Maßstab		1:100		Zeichnungs-Nr. HA-XX-I520.01-2022-02-2512-			

Nördliche Anhydrithalde - Westseite
HRG



Nördliche Anhydrithalde - Westseite
AH-N

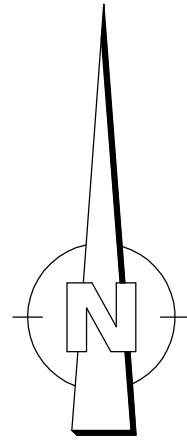
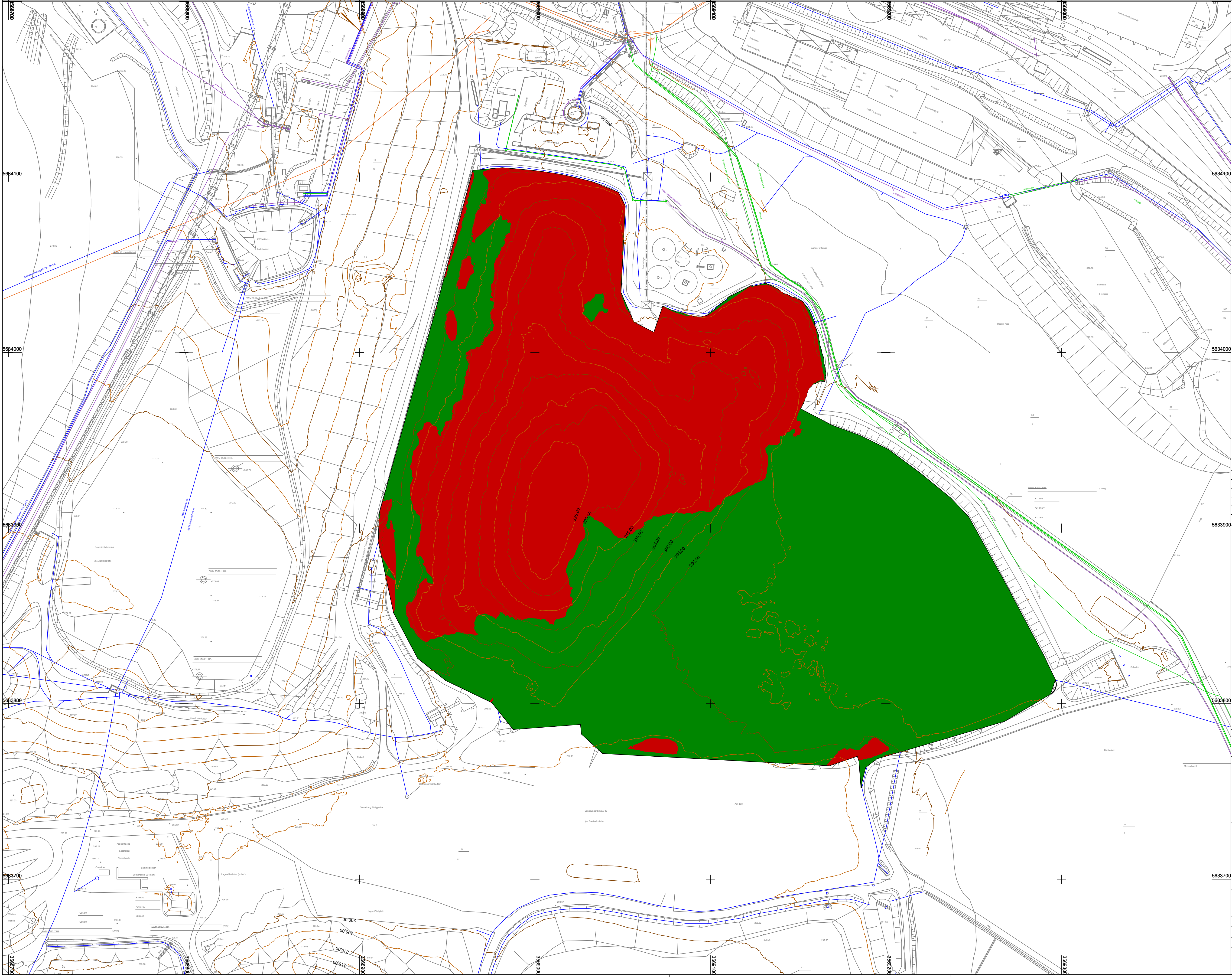


Bauvorhaben		Planungsstand	
Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept		Entwurfsplanung	
Bauherr		Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0	
<div></div> <div>K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf</div>		Datum/Unterschrift	
Projektplanung		<div>Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 9985-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de</div>	<div>Projekt Nr.: 16516</div> <div>Anlage Nr.: 3.7</div>
<div>Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH</div> <div></div>		Datum/Unterschrift	
Plandarstellung Abschluss nördliche Anhydrithalde / Schnitt Berme West Schnitt HRG - AH-N			
	Datum	Name	Unterschrift
gezeichnet	01.07.2022	Schnell	
geprüft	01.07.2022	Specht	
Maßstab		Zeichnungs-Nr.	
1:50		HA-XX-I520.01-2022-02-2513-02	

P:\16516 Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept\4-Planung\41-AutoCad\LPH3\HA-XX-I520.01-2022-02-2513-02 Schnitt Berme West.dwg

Anlage 4

Darstellung Auf- und Abtragsbereiche



Legende

- Böschungszeichen in Anlehnung an DIN 21912 und DIN 18702

Böschung allgemein (ungewöhnlich begrenzt und eingemessen)

Kippen-, Halden-Böschung (ungewöhnlich begrenzt und eingemessen)

Böschungsober- und Unterkante sind am Ende der Böschung zu verbinden. Abweichend von dieser Regel werden folgende Ausnahmen festgelegt:

A - Böschungskante läuft weiter, ist aber nicht weiter aufgemessen.

B - Böschungskante verläuft sich im Gelände

C - Böschungunterkante nicht eingemessen oder nicht definierbar
- Höhenlinien (DGM 101 Befliegung April 2022)

Leitungen Abwasser / Entwässerung Bestand

Stromleitungen Bestand

Gasleitung Bestand

Leerrohr / Schutzrohr Bestand

Auftrag Profilierung OK-Planum

Abtrag Profilierung OK-Planum
- Grenze der genehmigten Aufwaldung

Grenze Bergaufsicht

Grenze Deponie

Inklinometermessstelle

Sickenwassermessstelle

Grundwassermessstelle

Regensammelbecken

GNSS-Permanentmessstation

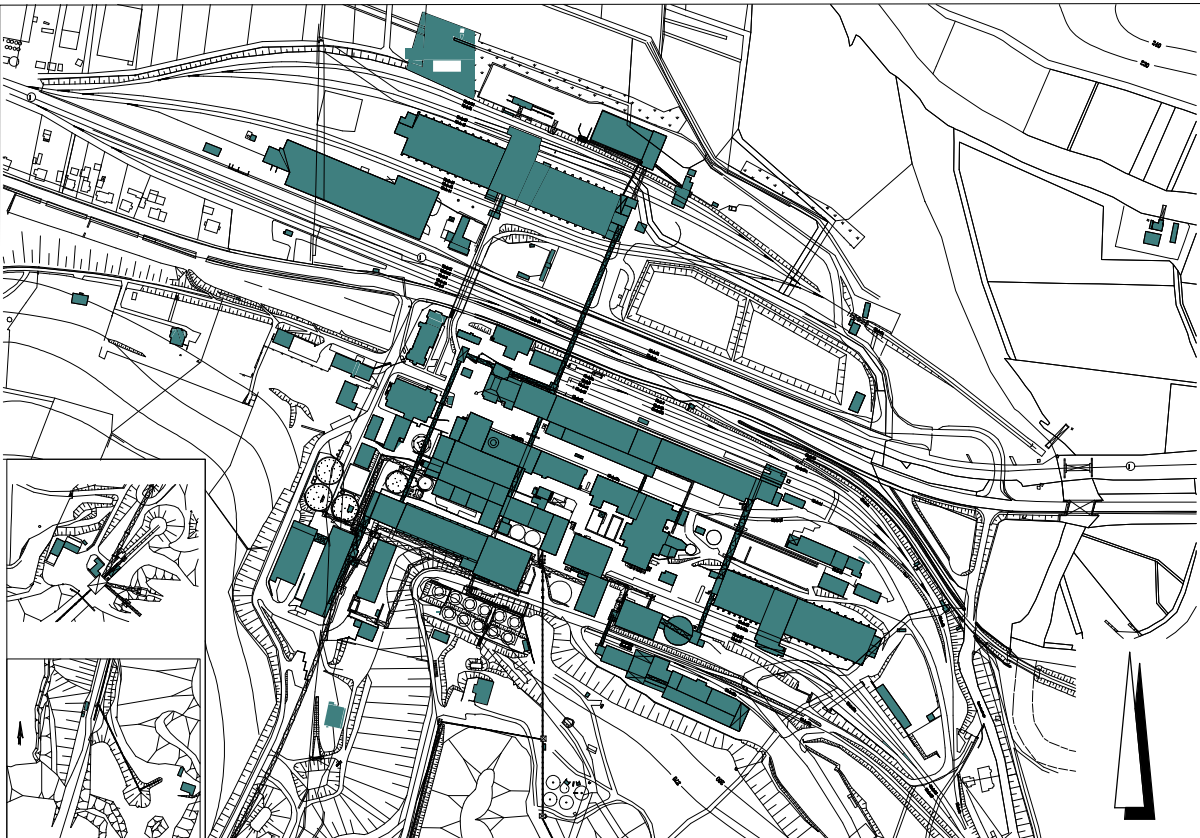
Schacht (Bestand)



Schacht S1, S2, S3 (Bestand) Sammelleitung

Haldengraben (Bestand) mit Fließrichtung

Datengrundlage:
220428_Übersicht der Haldenbereiche_lang

Index	Bemerkung / Änderung	Datum	Name
-------	----------------------	-------	------



Bauvorhaben	Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept	Planungsstand	Entwurfsplanung
Bauherr	 K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf	Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0 Fax: 06620 / 79-2422	Datum/Unterschrift
Projektplanung	 Prof. Steffen, Hütteroth & 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 Plot Nr. Auf- und Abtrag PLT Anlage Nr.: 4.0 Datum/Unterschrift

Plandarstellung			
Darstellung Auf- und Abtragsbereiche			
gezeichnet	Datum	Name	Unterschrift
geprüft	07-2022	Rosenkranz	
Maßstab	07-2022	Specht	
1:1000		Zeichnungs-Nr.	
		HA-XX-I520.01-2022-02-2514-00	

Anlage I

Geotechnische Stellungnahme

K + S Minerals and Agriculture GmbH

Werk Werra, Standort Hattorf

Postfach 1163

36267 Philippsthal / Werra

Baugrunduntersuchungen
Bodenmechanik
Ingenieurgeol. Beratung
Geotechnik • Erdstatik
Altlastenerkundung
Altlastensanierung
Bodenmanagement
Schadstoffkartierung
Rückbauplanung
Hydrogeologie
Wasserwirtschaft

Unser Zeichen:

Ro/142/22 St 01

Datum

14.06.2022

GEOTECHNISCHE STELLUNGNAHME

Umgestaltung Althalde – Abdeckung Anhydrithalde

Geotechnische Berechnungen der Standsicherheit

Sehr geehrter Herr Artschwager, sehr geehrte Damen und Herren,
im Rahmend der Abdeckung der Anhydrithalde am Standort Hattorf ist an der Westböschung ein Abtrag der bestehenden Anhydrithalde sowie eine Profilierung vorgesehen. Anschließend erfolgt die Abdeckung. Die geplante Böschung wird eine deutlich flachere Neigung aufweisen als die Bestandsböschung.

Nach den vorliegenden Informationen ist an der Bestandsböschung der Anhydrithalde bislang kein Böschungsbruch aufgetreten. Es ist daher davon auszugehen, dass die Bestandsböschung standsicher ist. Auftragsgemäß haben wir für die Bestandsböschung Böschungsbruchberechnungen zur Ableitung der Scherparameter des Haldenmaterials sowie eine erste Berechnung der Böschungsstandsicherheit der abgetragenen Haldenböschung mit einer mineralischen Abdeckschicht durchgeführt.

Die Geometrie der Westböschung (Bestand und Planung) wird auf der Grundlage der vorliegenden Planunterlage (Schemaschnitt Entwurfsplanung) angenommen.

/1/ Querschnitt Anhydrithalde – Becken IV (1 : 1.000)
K+S Minerals and Agriculture GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf
SIG Hessen-Ingenieure
Stand 09.05.2022

Für diese Berechnungen des Ist-Zustands haben wir die Teilsicherheitsbeiwerte mit 1 angesetzt. Für die Berechnungen zur Ableitung der Kennwerte wurde ein Ausnutzungsgrad von ca. 0,9 angenommen. Die Ergebnisse der Berechnungen für die Bestandsböschung sind in der Anlage dargestellt.



Unterhalb der Westböschung der Anhydrit-Halde befindet sich die Verwitterungszone des hier anstehenden Buntsandsteins. Diese wird z.T. von einer gering mächtigen quartären Deckschicht überlagert. Für den Untergrund wird vereinfachend davon ausgegangen, dass (auf der sicheren Seite liegend) quartäre Deckschichten unterhalb der Anhydrit-Halde vorhanden sind.

Bodenmechanische Parameter Untergrund Anhydrit-Halde:
Quartäre Deckschichten

Reibungswinkel	$\varphi'_k = 27,5^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 5 \text{ kN/m}^2$

Tatsächlich ist für die überwiegend im Anschnitt nachgewiesenen festen Buntsandsteinschichten (Verwitterungszone mit Übergang ins Festgestein) von besseren Bodenkennwerten auszugehen.

Die Berechnungen haben für den angenommenen Ausnutzungsgrad von ca. 0,9 folgende Ergebnisse erbracht:

A: Bestandsböschung ohne Sicherheiten:
Anhydrithalde Bestand

Reibungswinkel	$\varphi'_k = 32,5^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$
Ausnutzungsgrad	$\mu = 0,90$

Diese rückgerechneten Werte stellen die Mindestwerte aufgrund der ausgeführten Berechnung dar.

Im Rahmen von Ausarbeitungen mit ähnlicher Fragestellung (Bereich ESTA-Halde) z.B. aus

- /2/ Erdstatische Untersuchungen zur Standsicherheit der geplanten bautechnischen Maßnahmen für die Haldenrandentwässerung im Bereich der bestehenden Nebenthalde Hattorf
INGENIEURSOZietät PROFESSOR DR.-ING. KATZENBACH GMBH
Stand 20.05.2019

mit

B: Salzmechanische Parameter ESTA-Nebenthalde nach /2/:

Reibungswinkel	$\varphi'_k = 35^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 17 \text{ kN/m}^2$



wurden deutlich höhere salzmechanische Kennwerte errechnet. In Analogie zu diesen Berechnungen ist damit davon auszugehen, dass die tatsächlichen salzmechanischen Parameter deutlich oberhalb der hier rückgerechneten Werte lt. A liegen (selbst wenn sich das zugrunde gelegte Material im Detail nicht vollständig entspricht). Aus den Erfahrungswerten am Standort ist nach /2/ von noch deutlich höheren Kennwerten auszugehen.

Mit den somit deutlich auf der sicheren Seite liegenden Scherfestigkeitsparametern für das Haldenmaterial gemäß Rückrechnung A haben wir Böschungsbruchberechnungen für die geplante Böschung der Abdeckung (aktueller Schnitt der Entwurfsplanung; „Querschnitt Anhydrithalde – Becken IV“, Maßstab 1:1.000, Stand: Mai 2022; SIG-Hessen Ingenieure) durchgeführt. Für diese Berechnungen sind die Teilsicherheitsbeiwerte für eine ständige Bemessungssituation BS-P angesetzt worden.

Für die geplante Abdeckung haben wir die Scherfestigkeitsparameter wie folgt angesetzt:

Reibungswinkel	φ'_k	= 22,5 °
Kohäsion	c'_k	= 10 kN/m ²

Die Berechnungen haben für die geplante Böschung im Endzustand folgende Ergebnisse erbracht:

D: Böschung Anhydrit-Halde nach Abdeckung (BS-P):

Ausnutzungsgrad	μ	= 0,71
-----------------	-------	--------

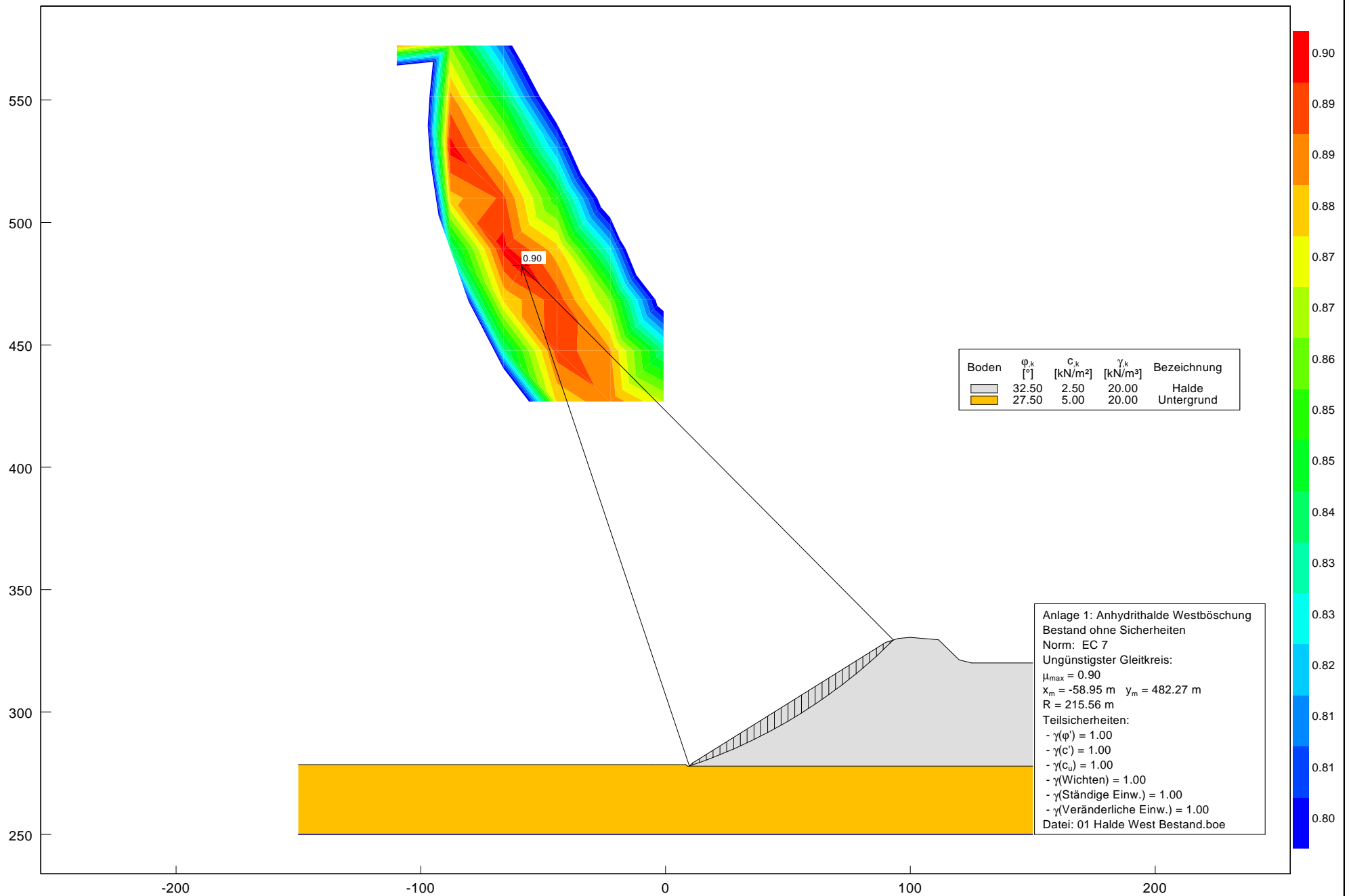
Die Ergebnisse der Berechnungen für die geplante Böschung sind in der Anlage dargestellt.

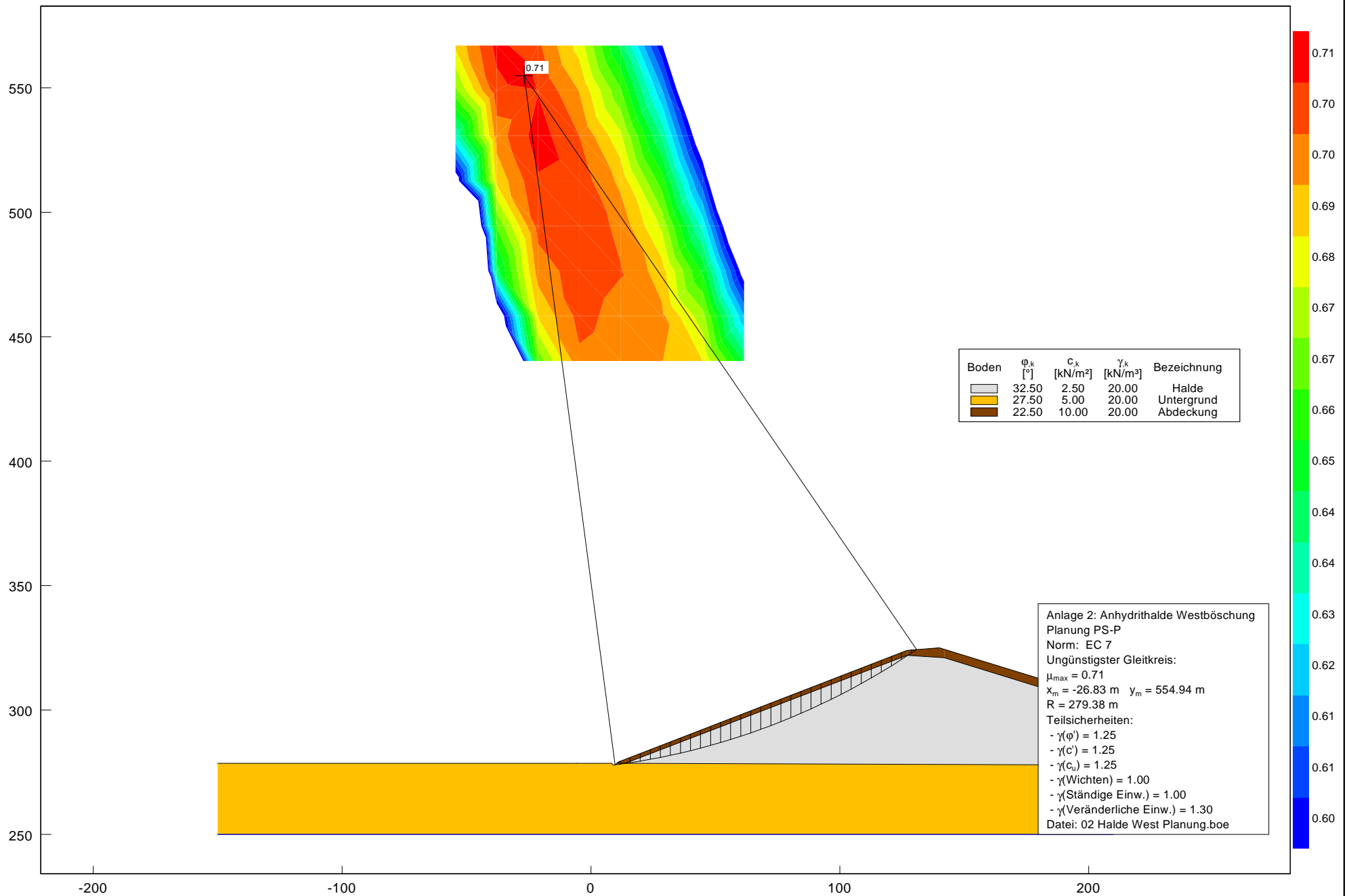
Die Berechnungen haben mit den vereinfachten Randbedingungen für die geplante Böschung die ausreichende Standsicherheit nachgewiesen. Es sind Sicherheitsreserven in den Berechnungen enthalten. Im Rahmen der weiteren Planung wird die Böschungsbruchberechnung präzisiert.

Kassel, den 14.06.2022


Dipl.-Geol. Rose

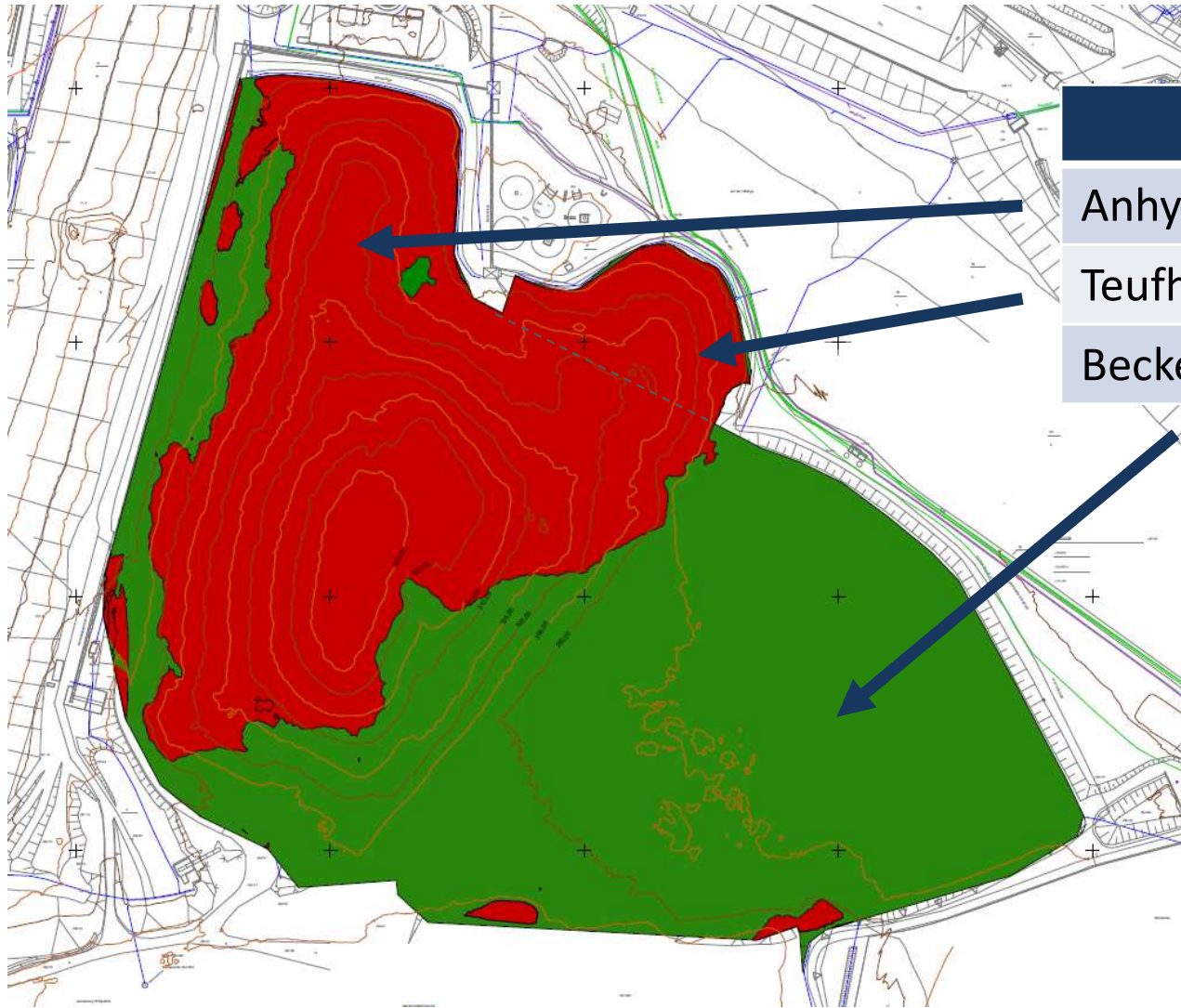
Anlage: Geotechnische Berechnungen





Anlage II

Massenbilanzierung



	Abtrag	Auftrag
Anhydrithalde	181.000 m ³	177.000 m ³
Teufhalde	26.000 m ³	-
Becken IV	-	145.000 m ³

Anlage III

Reibungsverhalten von geosynthetischen Elementen im Dichtungssystem

**Gleitsicherheitsberechnung des
Oberflächenabdichtungssystems
Westböschung, nördliche Anhydrithalde
Hattorf**

Auftraggeber: K+S Minerals and Agriculture GmbH
Werk Werra – Standort Hattorf
Postfach 1163
36267 Philippsthal (Werra)

Büro Essen
Carnaperhof 10
45329 Essen
Fon: 0201 72085-0
Fax: 0201 72085-99
E-mail:
info@ap-ingenieure.de
www.ap-ingenieure.de

Bankverbindung:
Sparkasse Essen
BLZ 360 501 05
Konto 259770
IBAN
DE10 3605 0105 0000 2597 70
BIC SPESDE33XXX

Postbank Dortmund
BLZ 440 100 46
Konto 713 006 464
IBAN
DE09 4401 0046 0713 0064 64
BIC PBNKDEFF

Verwaltungssitz:
Eiland 3
45134 Essen
HRB Essen 13501
Ust-IdNr. DE200038500
Steuer-Nr:
112/5760/1517

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Detlef Asmus
Dr.-Ing. Marc-J. Prabucki
Dipl.-Ing. Carsten Lesny

Stand: Juli 2022
Dokument: L:\2_Projekte\A-2687 K+S_Machbarkeitsstudie Haldenabdeckung\Bericht\Gleitsicherheit
Anhydrithalde\A-2687_Gleitsicherheitsberechnung Abdeckung_Anhydrithalde
Nord_Hattorf_20220726.docx

Dieser Bericht umfasst 13 Seiten und 7 Anlagen.



Inhalt

	Blatt
1	Veranlassung..... 4
2	Bodenmechanische Verhältnisse 4
3	Berechnungsmodelle 5
4	Gleitsicherheitsberechnungen..... 5
4.1	Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems BS-P 6
4.2	Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystem BS-T 8
4.3	Nachweis der ausreichenden Schubkraftübertragung 10
5	Bemessung und Verankerung eines Geogitters..... 10
5.1	Bodenmechanische Kennwerte 10
5.2	Berechnung des Geogitters 11
6	Zusammenfassung 12
	Quellenverzeichnis 13

Tabelle

	Blatt
Tabelle 1: Errechnete Mindestreibungswinkel in der Bemessungssituation BS-P..... 7	
Tabelle 2: Soll/Ist Vergleich der Mindestreibungswinkel in der Bemessungssituation BS-P 7	
Tabelle 3: Errechnete Mindestreibungswinkel in der Bemessungssituation BS-T 9	
Tabelle 4: Soll/Ist Vergleich der Mindestreibungswinkel in der Bemessungssituation BS-T 9	
Tabelle 5: Bemessung des Geogitters samt Ankergraben 12	



Anlagen

Anlage	Bezeichnung	Maßstab
1	Lageplan	1:1000
2	Querschnitt	1:1000
3	Profil des Ankergrabens	1:20
4	Gleitfugen im Endzustand	
4.1	Trag-Ausgleichsschicht vs. KDB	
4.2	KDB vs. Drainagematte	
4.3	Innere Gleitfuge Drainagematte	
4.4	Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht	
5	Gleitfugen im Bauzustand	
5.1	Trag-Ausgleichsschicht vs. KDB	
5.2	KDB vs. Drainagematte	
5.3	Innere Gleitfuge Drainagematte	
5.4	Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht	
6	Großrahmenscherversuche	
6.1	Trag-Ausgleichsschicht vs. KDB	
6.2	KDB vs. Drainagematte	
6.3	Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht	
7	Bemessung des Geogitters und der Verankerung	



1 Veranlassung

Die K+S Minerals and Agriculture GmbH (im Folgenden K+S), Philippsthal, beauftragte die ASMUS + PRABUCKI · INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH (im Folgenden API), Essen, mit der Durchführung der Vorbemessung der Gleitsicherheit für das Oberflächenabdichtungssystem (OFA) der Westböschung der nördlichen Anhydritthalde Hattorf (Lageplan siehe **Anlage 1**). Die Planung sieht im Bereich der Westböschung eine Regelneigung von 1:2 (26,57°) mit einer maximalen Böschungslänge von 30 m zwischen den Bermen vor (siehe **Anlage 2**).

Im vorliegenden Bericht werden die Geometrien und Böschungslängen der Oberflächenabdichtung, der Schichtenaufbau sowie die bodenmechanischen Kennwerte der zur Verwendung vorgesehenen Materialien berücksichtigt und die Gleitsicherheit für den Böschungsbereich im Bau- und Endzustand rechnerisch nachgewiesen.

2 Bodenmechanische Verhältnisse

Der Schichtenaufbau und die bodenmechanischen Kennwerte des Oberflächenabdichtungssystems sind der nachfolgenden Aufstellung zu entnehmen. Die Kennwerte sind als Mindestanforderung für eine standsichere Herstellung des Oberflächenabdichtungssystems zu verstehen. Diese Mindestanforderungen werden in den nachfolgenden Kapiteln berechnet und den versuchstechnisch ermittelten Scherparametern bzw. den Erfahrungswerten gegenübergestellt.

Bodenhorizont 1:

Trag- und Ausgleichsschicht vs. Kunststoffdichtungsbahn (im Folgenden KDB)

Reibungswinkel: $\delta'_k \geq 32,45^\circ$ (errechnete Mindestanforderung)

Adhäsion: $a'_k = 0 \text{ kN/m}^2$

Wichte: $\gamma = 17,81 \text{ kN/m}^3$

Bodenhorizont 2:

KDB vs. Drainagematte

Reibungswinkel: $\delta'_k \geq 32,45^\circ$ (errechnete Mindestanforderung)

Adhäsion: $a'_k = 0 \text{ kN/m}^2$

Wichte: $\gamma = 17,83 \text{ kN/m}^3$



Bodenhorizont 3:

Innere Scherfestigkeit der Drainagematte

Reibungswinkel: $\delta'_k \geq 32,45^\circ$ (errechnete Mindestanforderung)

Adhäsion: $a'_k = 0 \text{ kN/m}^2$

Wichte: $\gamma = 1 \text{ kN/m}^3$

Bodenhorizont 4:

Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht

Reibungswinkel: $\delta'_k \geq 32,45^\circ$ (errechnete Mindestanforderung)

Adhäsion: $a'_k = 0 \text{ kN/m}^2$

Wichte: $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$

3 Berechnungsmodelle

Als Modell für die Berechnung der Standsicherheit wurde der mit 1:2 geneigte und mit 25 m längste Böschungsbereich der Anhydrithalde Hattorf ausgewählt. Als Aufstandsfläche wurde die als standsicher angenommene Anhydrithalde selbst angesetzt.

Bei der Berechnung werden Strömungskräfte mit einer Aufstauhöhe von 10 mm berücksichtigt, die sich innerhalb der Drainagematte einstellen können. Eine Adhäsion/Kohäsion in den betrachteten Gleitfugen wurde in den Berechnungen nicht angesetzt. Ergänzend wurde gemäß [4] für die Anhydrithalde Hattorf die Schneelastzone 2 mit einer charakteristischen Schneelast $s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$ im Endzustand angesetzt. Die Region Hattorf ist gemäß [3] keiner Erdbebenzone zuzuordnen bzw. sie besitzt eine spektrale Antwortbeschleunigung $S_{ap,R} < 0,1 \text{ m/s}^2$ bei einer Wiederkehrperiode von 475 Jahren und erfordert somit keinen Nachweis in der Bemessungssituation Erdbeben.

4 Gleitsicherheitsberechnungen

Maßgebend für den Nachweis der Gleitsicherheit in den Trennflächen eines Schichtsystems sind DIN EN 1997-1 (EC 7) [1], DIN 1054 [2] und DIN 4084 [5]. Als Grenzzustand wird schichtparalleles Gleiten (ebene Gleitflächen) betrachtet, was dem Grenzzustand GEO-3 zugeordnet werden kann.



Das Maß der Sicherheit lässt sich als Ausnutzungsgrad μ , als Verhältnis der Bemessungswerte der Beanspruchung und des Gleitwiderstandes darstellen. Ausreichende Sicherheit ist gegeben, wenn ein Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1$ nachgewiesen wird.

In den nachfolgenden Kapiteln wird zunächst der charakteristische Mindestreibungswinkel in den potenziellen Gleitfugen des Systems ermittelt und unter Berücksichtigung von Unsicherheiten bezüglich der Repräsentativität und der Streuung der Versuchstechnik von Großrahmenscherversuchen gemäß GDA E 2-7 [6] in versuchstechnisch nachzuweisende Mindestreibungswinkel rückgerechnet:

Liegen für Schichtflächen aus geosynthetischen Reibungspartnern mindestens drei abgesicherte Versuchsergebnisse vor, darf auf die pauschale Abminderung gemäß GDA E 2-7 [6] verzichtet werden. Der charakteristische Wert wird dann im Sinne der DIN EN 1997-1 aus den Einzelergebnissen als vorsichtige Schätzung des Mittelwertes festgelegt.

Im Anschluss werden die versuchstechnisch nachzuweisenden Mindestreibungswinkel den Ergebnissen der Großrahmenscherversuchen und Erfahrungswerten gegenübergestellt.

Abschließend werden die Ersatzreibungswinkel in den potenziellen Gleitfugen oberhalb und unterhalb der Kunststoffdichtungsbahn berechnet. Gemäß [6] ist der Nachweis der schadlosen Übertragung der in das Abdichtungssystem eingetragenen Schubkräfte zu erbringen. Dies gilt als erfüllt, wenn die Gesamtscherfestigkeit im relevanten Spannungsniveau unterhalb der Kunststoffdichtungsbahn größer ist als oberhalb des Dichtungssystems.

4.1 Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems BS-P

Für die Berechnung der Gleitsicherheit im Endzustand wurden die Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessungssituation BS-P angesetzt. Für den Standort der Anhydritthalde wurde gemäß DIN EN 1991-1-3 [4] die Schneelastzone 2 mit einer Schneelast $s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$ für den Endzustand rechnerisch berücksichtigt.

Die Berechnung der potenziellen Gleitfugen des Oberflächenabdichtungssystems ist als **Anlage 4** beigefügt.



Die Berechnung der Gleitsicherheit bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu = 1$ ergibt folgende Mindestreibungswinkel für die untersuchten Gleitfugen unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Parameter:

Tabelle 1: Errechnete Mindestreibungswinkel in der Bemessungssituation **BS-P**

Gleitfuge	charakteristischer Mindestreibungswinkel bei $\mu = 1,0$	versuchstechnischer Mindestreibungswinkel bei $\mu = 1,0$
Tragschicht vs. KDB	$\delta'_k \geq 32,45^\circ$	$\delta' \geq 34,97^\circ$
KDB vs. Drainagematte	$\delta'_k \geq 32,45^\circ$	$\delta' \geq 34,97^\circ$
Innere Scherfestigkeit der Drainagematte	$\delta'_k \geq 32,45^\circ$	$\delta' \geq 34,97^\circ$
Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht	$\delta'_k \geq 32,45^\circ$	$\delta' \geq 34,97^\circ$

Unter Berücksichtigung der Abminderungsfaktoren gemäß GDA E2-7 [6] ergeben sich hieraus die ebenfalls in der **Tabelle 1** dargestellten versuchstechnisch nachzuweisenden Mindestreibungswinkel.

In der nachfolgenden **Tabelle 2** sind die versuchstechnischen Mindestreibungswinkel den Erfahrungswerten des Unterzeichners aus vergleichbaren Großrahmenscherversuchen gegenübergestellt.

Tabelle 2: Soll/Ist Vergleich der Mindestreibungswinkel in der Bemessungssituation **BS-P**

Gleitfuge	versuchstechnischer Mindestreibungswinkel bei $\mu = 1,0$	Ergebnisse aus ver- gleichbaren Großrah- menscherversuchen bzw. BAM-Zulassungen
Tragschicht vs. KDB	$\delta' \geq 34,97^\circ$	$\delta' \geq 35,00^\circ$ (Anlage 6.1) ¹⁾
KDB vs. Drainagematte	$\delta' \geq 34,97^\circ$	$\delta' = 30,00^\circ$ (Anlage 6.2) ¹⁾
Innere Scherfestigkeit der Drainagematte	$\delta' \geq 34,97^\circ$	$\delta' = 27,00^\circ$ ²⁾
Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht	$\delta' \geq 34,97^\circ$	$\delta' \geq 30,00^\circ$ (Anlage 6.3) ¹⁾

1) Abgeminderter Ersatzreibungswinkel aus äquivalentem Scherversuch



2) Abgeleitet aus der BAM-Zulassung der Drainagematte FabriNet ZB-E B300Z

Aus der Gegenüberstellung wird deutlich, dass die Anforderungen im Hinblick auf die Scherparameter, von den untersuchten Materialien nicht eingehalten werden.

4.2 Gleitsicherheit des Oberflächenabdichtungssystem BS-T

Der Einbau der Trag-, Ausgleichsschicht und der polymeren Dichtungskomponenten wird nicht betrachtet. Eine Belastung des Oberflächenabdichtungssystems in einer potenziellen Gleitfuge durch Baugeräte erfolgt erst ab der Herstellung der Rekultivierungsschicht.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass bei den hier betrachteten Böschungsneigungen der Rekultivierungsboden mittels Langarmbagger aufgesetzt wird und nur im geringen Umfang eine Befahrung des Rekultivierungsboden erforderlich ist. Entsprechend wird für diesen Nachweis in den 1:2 geneigten Böschungsbereichen eine Baumaschine (Bagger, CAT 320 EL, 10,9 to) angesetzt. Der für die Bemessung maßgebende Bauzustand ist der Einbau der Rekultivierungsschicht mit Hilfe dieses Baugerätes.

Bei der Berechnung wird davon ausgegangen, dass der Bagger die Rekultivierungsschicht auf einer Mindeststärke von $d \geq 1,0$ m befährt.

Maßgebende Einwirkungen entstehen aus Eigengewicht, statischer und dynamischer Belastung durch das Baugerät und der Strömungskraft innerhalb der Drainagematte.

Für die Berechnung der Gleitsicherheit im Bauzustand wurden die Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessungssituation BS-T angesetzt.

Die Berechnung der maßgeblichen Gleitfugen des Oberflächenabdichtungssystems ist als **Anlage 5** beigefügt.

Die Berechnung der Gleitsicherheit bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu = 1$ ergibt folgende Mindestreibungswinkel für die untersuchten Gleitfugen unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Parameter:



Tabelle 3: Errechnete Mindestreibungswinkel in der Bemessungssituation **BS-T**

Gleitfuge	charakteristischer Mindestreibungswinkel bei $\mu = 1,0$	versuchstechnischer Mindestreibungswinkel bei $\mu = 1,0$
Tragschicht vs. KDB	$\delta'_k \geq 32,31^\circ$	$\delta' \geq 34,82^\circ$
KDB vs. Drainagematte	$\delta'_k \geq 32,32^\circ$	$\delta' \geq 34,83^\circ$
Innere Scherfestigkeit der Drainagematte	$\delta'_k \geq 32,32^\circ$	$\delta' \geq 34,83^\circ$
Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht	$\delta'_k \geq 32,33^\circ$	$\delta' \geq 34,84^\circ$

Unter Berücksichtigung der Abminderungsfaktoren gemäß GDA E2-7 [6] ergeben sich hieraus die ebenfalls in der **Tabelle 3** dargestellten versuchstechnisch nachzuweisenden Mindestreibungswinkel.

In der nachfolgenden **Tabelle 4** sind die versuchstechnischen Mindestreibungswinkel den Erfahrungswerten des Unterzeichners aus vergleichbaren Großrahmenscherversuchen gegenübergestellt.

Tabelle 4: Soll/Ist Vergleich der Mindestreibungswinkel in der Bemessungssituation **BS-T**

Gleitfuge	versuchstechnischer Mindestreibungswinkel bei $\mu = 1,$	Ergebnisse aus ver- gleichbaren Großrah- menscherversuchen bzw. BAM-Zulassungen
Tragschicht vs. KDB	$\delta'_k \geq 34,82^\circ$	$\delta' \geq 35,00^\circ$ (Anlage 6.1) ¹⁾
KDB vs. Drainagematte	$\delta' \geq 34,83^\circ$	$\delta' = 30,00^\circ$ (Anlage 6.2) ¹⁾
Innere Scherfestigkeit der Drainagematte	$\delta' \geq 34,83^\circ$	$\delta' = 27,00^\circ$ ²⁾
Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht	$\delta' \geq 34,84^\circ$	$\delta' \geq 30,00^\circ$ (Anlage 6.3) ¹⁾

- 1) Auf der sicheren Seite abgeminderter Reibungswinkel aus äquivalenten Scherversuchen
2) Abgeleitet aus der BAM-Zulassung der Drainagematte FabriNet ZB-E B300Z

Aus der Gegenüberstellung wird deutlich, dass die Anforderungen im Hinblick auf die Scherparameter, von den eingesetzten Materialien nicht eingehalten werden.



4.3 Nachweis der ausreichenden Schubkraftübertragung

Dieser Nachweis erfolgt gemäß Kapitel 4 der GDA E2-7 [6]. Hierzu wurde der abgeminderte charakteristische Ersatzreibungswinkel unterhalb der KDB δ_{uk} und der abgeminderte charakteristische Ersatzreibungswinkel oberhalb der KDB δ_{ok} berechnet (Vergleich Tabelle 2 und 4).

$$\delta_{uk} = 32,48^\circ \Rightarrow \tan \delta_{uk} = 0,64$$

$$\delta_{ok} = 27,69^\circ \Rightarrow \tan \delta_{ok} = 0,52$$

Es gilt: $\tan \delta_{uk} \geq 1,1 \cdot \tan \delta_{ok}$.

$$0,64 \geq 0,57 \Rightarrow \text{Nachweis erbracht}$$

5 Bemessung und Verankerung eines Geogitters

Da für das Oberflächenabdichtungssystem gemäß **Kapitel 2** weder im Bau- noch im Endzustand eine ausreichende Sicherheit gegen Gleiten nachgewiesen werden konnte, muss durch eine zusätzliche Bewehrung das Standsicherheitsdefizit für die schwächste Gleitfuge ausgeglichen werden.

5.1 Bodenmechanische Kennwerte

Der Schichtenaufbau und die bodenmechanischen Kennwerte im Bereich der Verankerung des Geogitters sind der nachfolgenden Aufstellung zu entnehmen. Die Reibungswerte wurden anhand von Erfahrungswerten angesetzt. Eine Adhäsion wurde auch in dieser Berechnung nicht berücksichtigt.

Bodenhorizont 1:

Bodenaufbau im Bereich des Bermenweges oberhalb des Geogitters

Wichte: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$



Bodenhorizont 2:

Geogitter vs. Rekultivierungsboden

Reibungswinkel: $\delta'_k \geq 30,0^\circ$

Adhäsion: $a'_k = 0 \text{ kN/m}^2$

5.2 Berechnung des Geogitters

Zur Bestimmung der erforderlichen charakteristischen Kurzzeitfestigkeit $R_{B,k}$ wird zuerst der erforderliche Bemessungswiderstand $R_{B,d}$ errechnet. Dieser wird aus der Differenz der Bemessungswerte von Einwirkungen zu Widerständen ermittelt. Da der Bemessungswiderstand im Endzustand größer ist, ist der Endzustand für die weitere Bemessung des Geogitters maßgebend.

Um den Ankergraben zu dimensionieren, werden der Herauszieh Widerstand des Ankergrabens und der ausreichende Widerstand gegen den Bruch der Böschungskrone des Ankergrabens über die Summe Reibungswiderstände $\Sigma R_{ti,d}$ in den einzelnen Verankerungsabschnitten berechnet. Die Reibungswiderstände werden maßgebend von der Auflast des Bodens, den Reibungswerten und der Geometrie des Grabens bestimmt. Letzteres führt auch zur Dimensionierung des Ankergrabens.

Der Verankerungsgraben wird mit der projizierten Verankerungslänge L_1 (siehe **Anlage 3**) definiert.

Für den Herauszieh Widerstand des Ankergrabens muss der Bemessungswert aus der Summe der Reibungswiderstände $\Sigma R_{ti,d}$ größer sein als der Bemessungswiderstand $R_{B,d}$.

Die Bemessung der Bewehrung samt Dimensionierung des Ankergrabens erfolgen ergänzend zu den bereits genannten Regelwerken gemäß EBGEO 2010 [7]. Die Berechnungen sind der **Anlage 7** und die Geometrie des Ankergrabens ist der **Anlage 3** zu entnehmen.



Tabelle 5: Bemessung des Geogitters samt Ankergrabens

Bemessung des Geogitters	Erforderliche char. Kurzzeitfestigkeit $R_{B,k}$ [kN/m]	Erforderlicher Bemessungswiderstand $R_{B,d}$ [kN/m]
	147,47	47,11
Herauszieh Widerstand des Ankergrabens	Bemessungswert des Reibungswiderstandes $\Sigma R_{ti,d}$ [kN/m]	Bemessungswiderstand $R_{B,d}$ [kN/m]
	56,16	47,11

Nach **Tabelle 5** ist der Nachweis des Herauszieh Widerstandes des Ankergrabens nachgewiesen, da die Bemessungswerte der Reibungswiderstände und der Widerstandskräfte größer sind als der jeweilige Bemessungswiderstand.

6 Zusammenfassung


Für das Oberflächenabdichtungssystem an der Westböschung der nördlichen Anhydritthalde Hattorf mit Böschungsneigungen bis 1:2 ist der Nachweis der Gleitsicherheit der hier betrachteten Dichtungskomponenten mithilfe eines Geogitters und der zugrunde gelegten Angaben für den Bau- und Endzustand erbracht worden.

Die hier durchgeführten Berechnungen und Ergebnisse besitzen nur Gültigkeit für die zugrunde gelegten geotechnischen Verhältnisse und Geometrien.

Essen, 26. Juli 2022

Berichtsverfasser:


i.A. Dipl.-Ing. Sven Hermann


ASMUS+PRABUCKI · INGENIEURE
BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH



Quellenverzeichnis

- [1] CEN Europäisches Komitee für Normung (2014):
DIN EN 1997-1 „Berechnung und Bemessung in der Geotechnik“

- [2] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2021):
DIN 1054 „Baugrund – Sicherheitshinweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“

- [3] CEN Europäisches Komitee für Normung (2021):
DIN EN 1998-1 „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben, Deutsche Fassung“

- [4] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2010):
DIN EN 1991-1-3 „Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten; Deutsche Fassung“

- [5] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2017):
DIN 4084 „Baugrund – Geländebruchberechnungen“

- [6] DGGT-GDA Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.
Fachsektion 6 Umweltgeotechnik (2015)
GDA E 2-7 „Nachweis der Gleitsicherheit von Abdichtungssystemen“

- [7] DGGT- EBGEO Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (2010)
Arbeitskreis 5.2 „Berechnung und Dimensionierung von Erdkörpern mit Bewehrungseingängen aus Geokunststoffen“



Anlagen

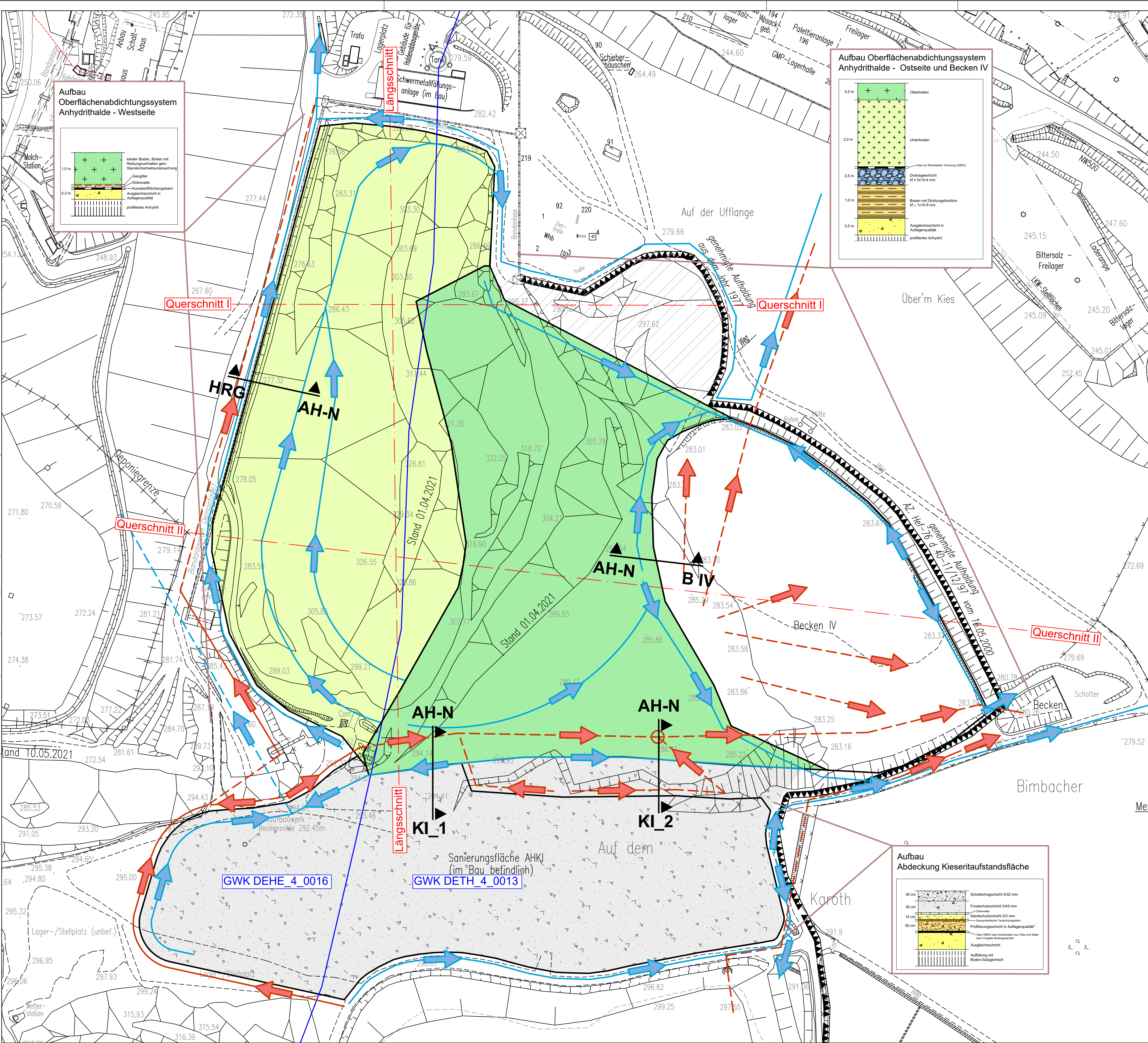


Anlage 1

Lageplan



PI:16516 Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept\4-Planung\41-AutoCad\PI16516-XX-1520.01-2022-02-2502-02 - Übersichtslageplan OFAs - Anl.1.2.dwg

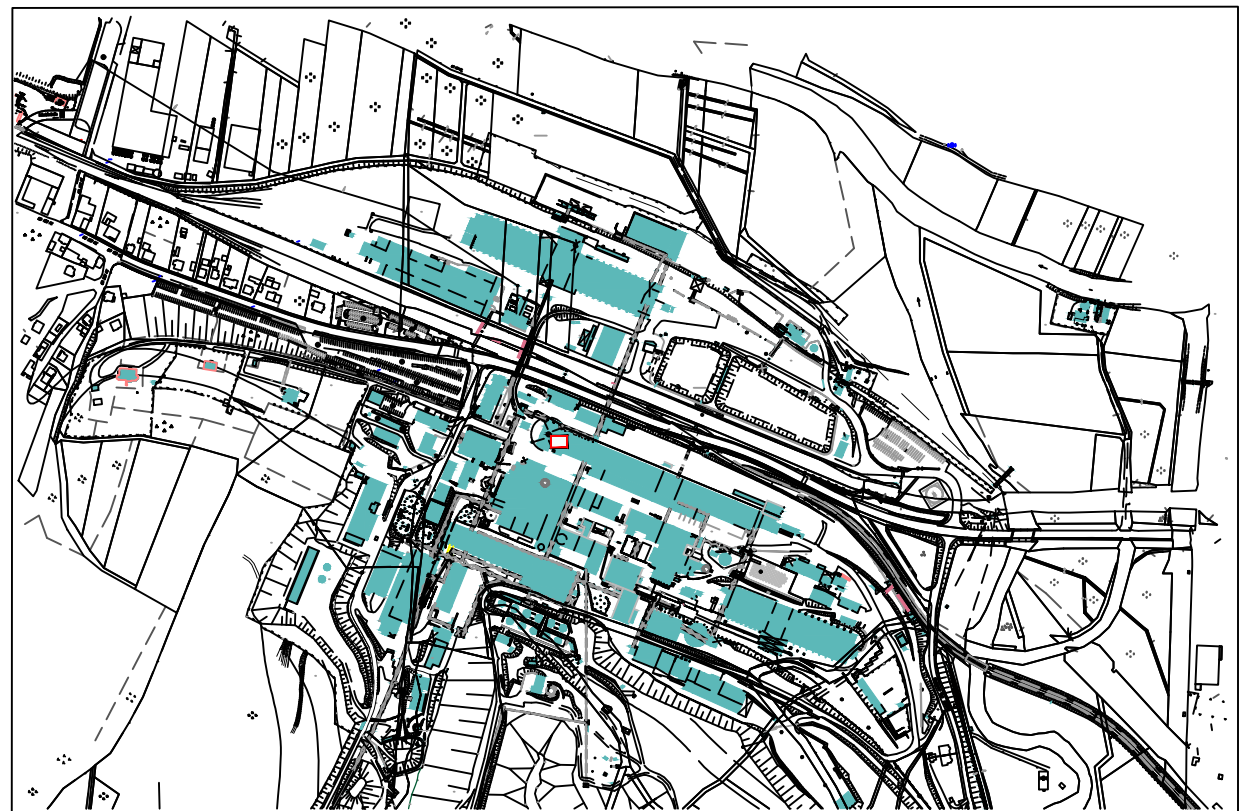


Legende

- WRRL_GW_GWKH_2013 - Grundwassereinzugsbereich
- OFA Anhydritthalde, Westseite
- Teuffhalde, Abtrag bis auf das Urgelände und Wiedereinbau in den Auftragsbereichen
- OFA Anhydritthalde Ostseite und Becken IV
- Abdeckung Kieseritaufstandsfläche
- Entwässerung Süßwasser
- Entwässerung Süßwasser verrohrt
- Entwässerung Salzwasser
- Entwässerung Salzwasser auf der Basis liegend / als Drainage (Becken IV)
- Fließrichtung Süßwasser
- Fließrichtung Salzwasser
- Schacht
- Schnittführung
- Schnittnummerierung
- Haldenkürzel

Datengrundlage: Tagesriss Rückstandshalde Hattorf Stand: 04.2022

Index	Bemerkung / Änderung	Datum	Name
2	Anpassung Grenzverlauf Anhydritthalde & Becken IV und Entwässerung analog zum DGM	11.07.2022	Schnell
1	Anpassung Schraffur Teuffhalde, Becken IV; Ergänzung Baufeldgrenze, Schnittführung, Bermenverlauf	27.06.2022	Schnell



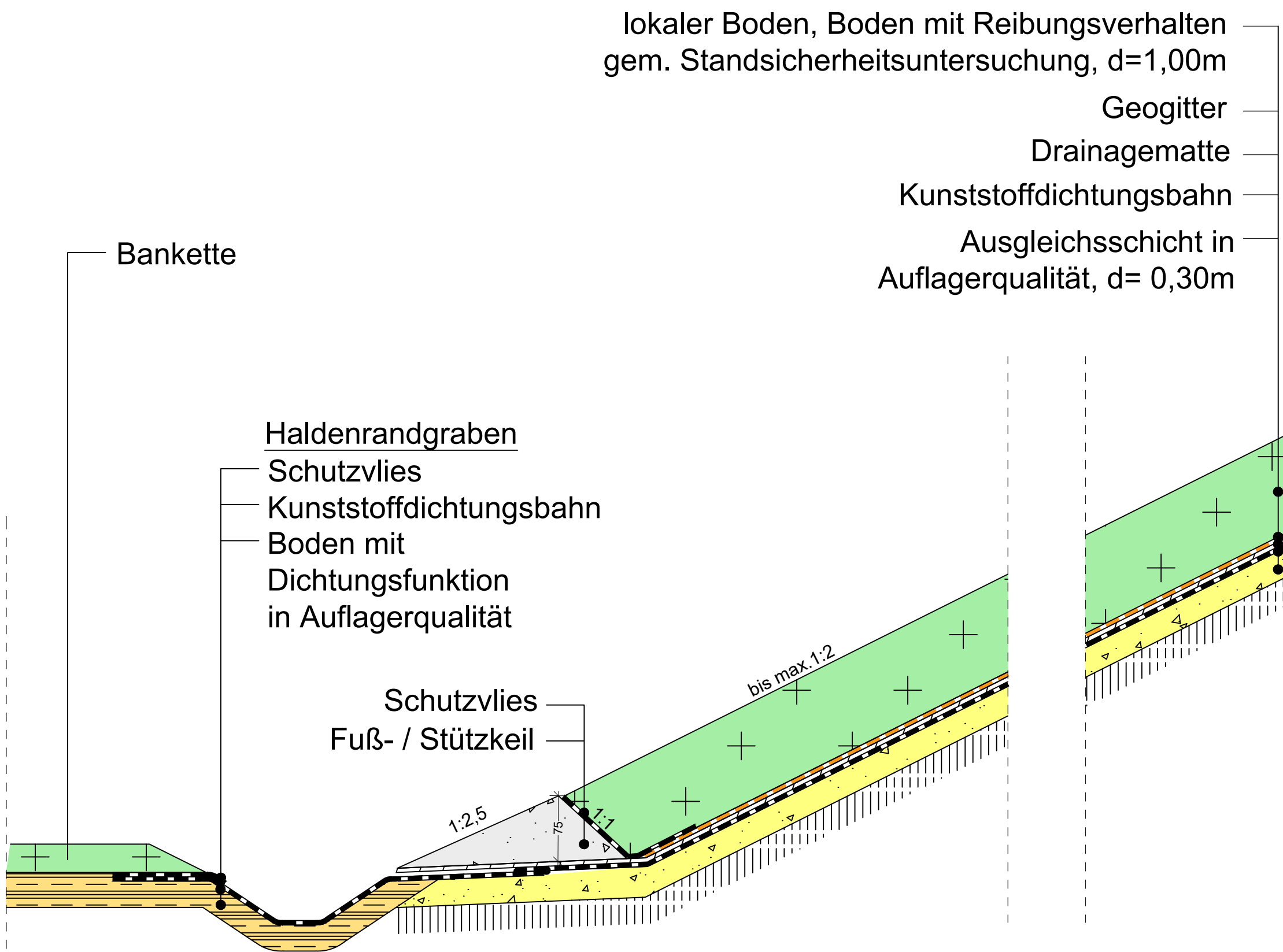
Bauvorhaben Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept		Planungsstand Entwurfsplanung	
Bauherr K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf		Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0	
Projektplanung SIG-HESSEN INGENIEURE Bau-, Geo- & Umwelttechnik Planung Beratung Kontrolle		Datum/Unterschrift	
Plandarstellung Übersichtslageplan Oberflächenabdichtungssysteme		Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 9985-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de	
gezeichnet 27.06.2022		Name Schnell	
geprüft 27.06.2022		Name Specht	
Maßstab 1:1000		Zeichnungs-Nr. HA-XX-1520.01-2022-02-2502-02	

Anlage 2

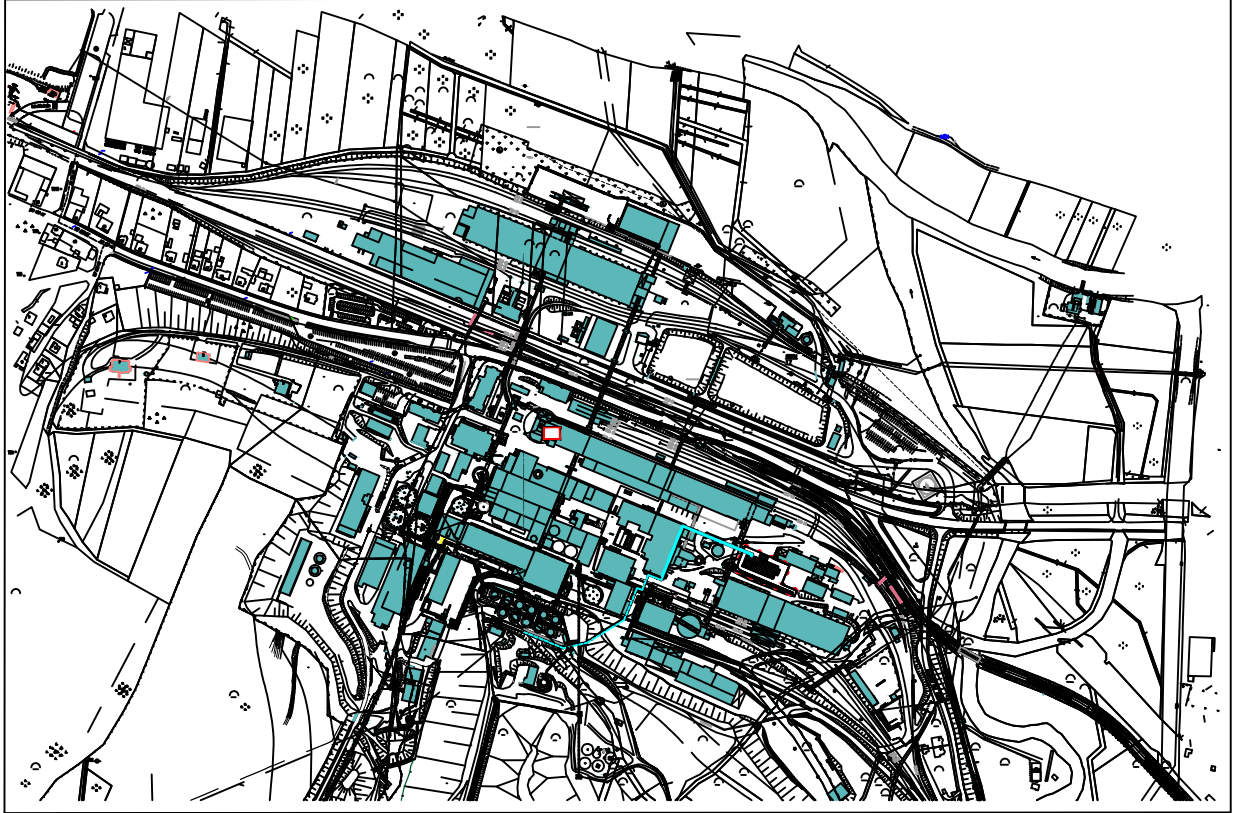
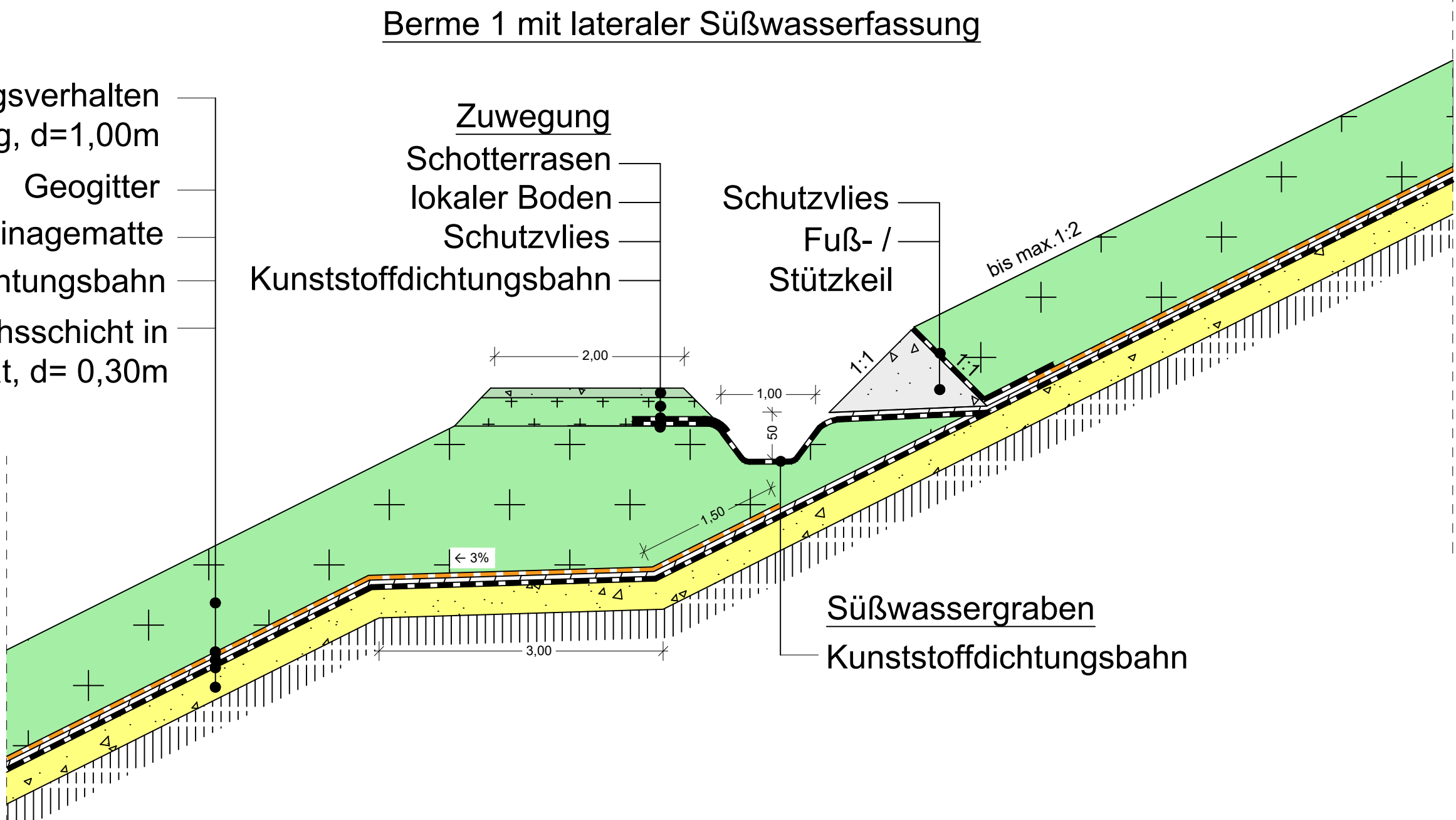
Querschnitt



Nördliche Anhydrithalde - Westseite
HRG



Nördliche Anhydrithalde - Westseite
NHN-N



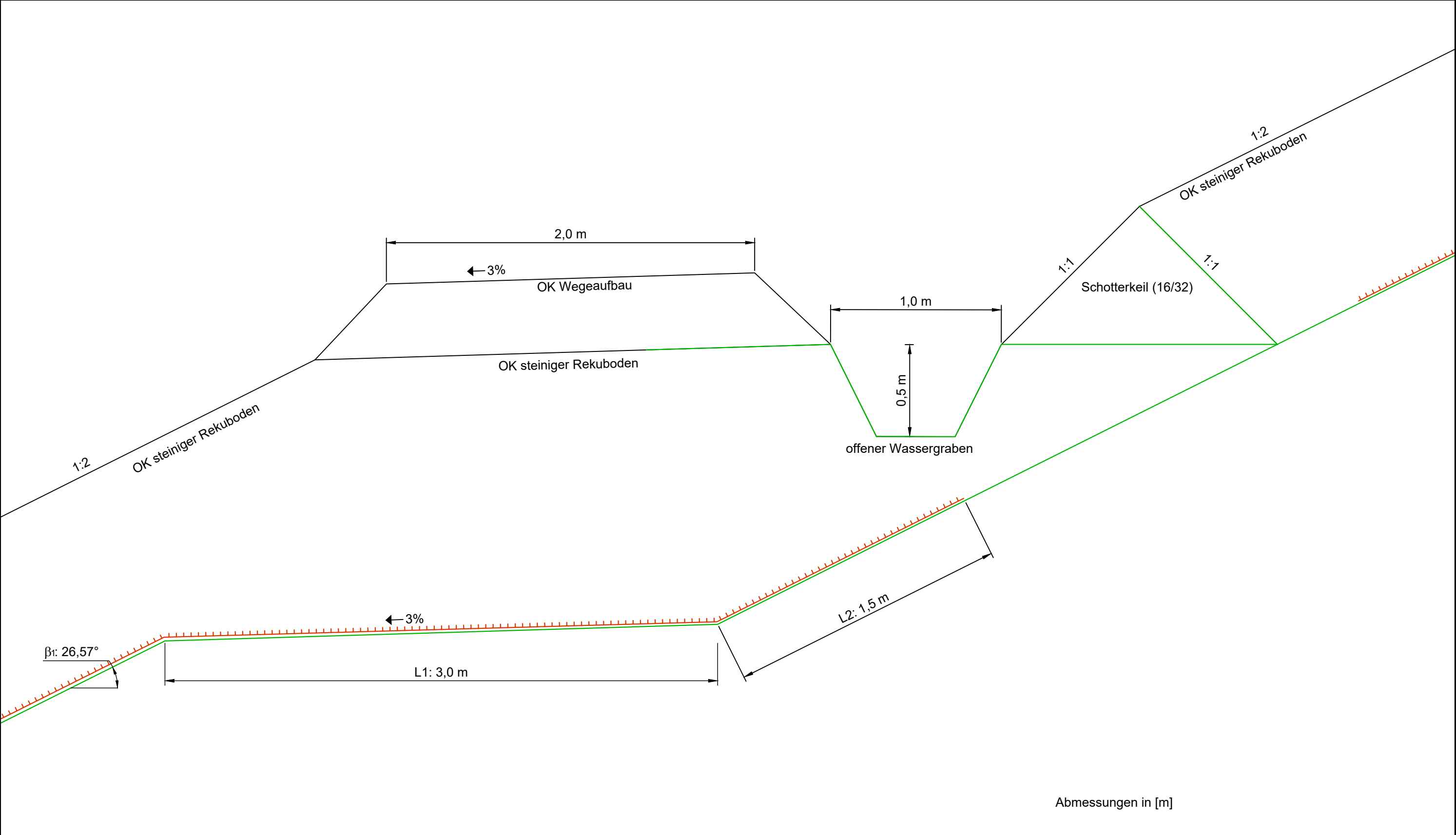
Bauvorhaben		Planungsstand	
Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept		Genehmigungsplanung RBP	
Bauherr		Hattorfer Str. 36269 Philippsthal (Werra) Tel.: 06620 / 79-0	
<div></div> <div>K+S Minerals and Agriculture GmbH Werk Werra - Standort Hattorf</div>		Datum/Unterschrift	
Projektplanung		<div>Ziegeleiweg 2 34376 Immenhausen 05673 9985-0 info@sig-hessen.de www.sig-hessen.de</div>	<div>Projekt Nr.: 16516</div> <div>Anlage Nr.: 3.7</div>
<div>Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH</div> <div></div>		Datum/Unterschrift	
Plandarstellung Abschluss nördliche Anhydrithalde / Schnitt Berme West Schnitt HRG - AH-N			
	Datum	Name	Unterschrift
gezeichnet	01.07.2022	Schnell	
geprüft	01.07.2022	Specht	
Maßstab		Zeichnungs-Nr.	
1:50		HA-XX-I520.01-2022-02-2513-02	

P:\16516 Althalde Hattorf Abdeckung Gesamtkonzept\4-Planung\41-AutoCad\LP4\HA-XX-I520.01-2022-02-2513-02 Schnitt Berme West.dwg

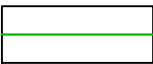
Anlage 3

Profil des Ankergrabens





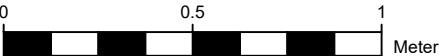
Legende:



Polymere Schichten



Geogitter



Auftraggeber:		K+S Minerals and Agriculture GmbH Postfach 1163 36267 Philippstal (Werra)		Nr.:	Änderung: Art, Umfang, Ursache		Datum, Name	
Projekt:					Blatt:			3
Oberflächenabdichtung der Anhydrithalde Nord Hattorf								
Titel:					Maßstab:			1:20
Ankergraben zur Anordnung eines Geogitters								
CAD-Name:		PROFIL ANKERGRABEN			Planer:	ASMUS+ PRABUCKI • INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH Carnaperhof 10 45329 Essen Fon: 0201/72085-0 Fax: 0201/72085-99		
Projektnr.:		A-2687						
Größe:		DIN A3						
Bearb.:		Hermann	26.07.2022					
Gepr.:		Hermann	26.07.2022					
				© Copyright by API Weitergabe und Vervielfältigung ohne schriftliche Zustimmung verboten!				

Anlage 4

Gleitfugen im Endzustand

- 4.1 Trag-Ausgleichsschicht vs. KDB**
- 4.2 KDB vs. Drainagematte**
- 4.3 Innere Gleitfuge Drainagematte**
- 4.4 Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht**



Anlage 4.1_Gleitfuge_Trug-Ausgleichsschicht vs. KDB_Endzustand

betrachtete Böschungslänge:	$l =$	25 [m]	Wichte des Wassers:	$\gamma_w =$	10 [kN/m³]
Schichtstärke gesamt:	$d =$	1,013 [m]	Mächtigkeit der durchströmten Schicht:	$h_w =$	0,01 [m]
gemittelte Wichte gesamt:	$\gamma =$	19,79 [kN/m³]	Teilsicherheitsbeiwert aus LF 1:	$\gamma_Q =$	1,3 [-]
Böschungswinkel:	$\beta =$	26,57 [°]	Schichtstärke:	$d =$	1,013 [m]
Teilsicherheitsbeiwert Lastfall 1 :	$\gamma_G =$	1 [-]	gemittelte Wichte:	$\gamma =$	19,79 [kN/m³]
Breite der Kette:	$b_{Kette} =$	0,6 [m]	Reibungswinkel:	$\delta_k =$	32,45 [°]
Länge der Kette:	$l_{Kette} =$	3,26 [m]	Adhäsion:	$a_k =$	0 [°]
Schichtdicke der betrachteten unterlagernden Schichten:	$d_{ges} =$	1,013 [m]	Teilsicherheitsbeiwert aus Lastfall 1 (Reibungswinkel):	$\gamma_\delta =$	1,25 [-]
Lastausbreitungswinkel:	$\beta =$	30 [°]	Teilsicherheitsbeiwert aus Lastfall 1 Kohäsion):	$\gamma_a =$	1,25 [-]
Masse des Baugerätes bezogen auf eine Kette:	$m_{Baugerät} =$	10,9 [to]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (Baugerät statisch):	$\gamma_Q =$	1,3 [-]			
Gewichtskraft:	$g =$	9,81 [m/s²]			
max. Geschwindigkeit des Baugerätes:	$v_{Baugerät} =$	1 [m/s]			
Zeit für Bremsvorgang:	$t_{Brems} =$	2 [s]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (dyn. Baugerät):	$\gamma_Q =$	1,3 [-]			
Schneelast (Zone 2)	$s_k =$	0,85 [kN/m²]			

Einwirkungen aus Eigengewicht			Einwirkung aus Strömungskräften		
	Schneelast = I^*	0,49 kN/m		$i =$	0,45 [m/m]
	$F_{Boden\ II} = I^*$	8,96 [kN/m]		$S_{II} = I^*$	0,045 [kN/m]
Einwirkungen aus statischer Belastung durch das Baugerät			Widerstand aus Eigengewicht des Bodens und der Schneelast		
	$A_{Baugerät} =$	0,00 [m²]		$R_{Kontaktfuge, d} = I^*$	9,50 [kN/m]
	$F_{Bagugerät} =$	0,00 [kN/m]	Widerstand aus dem Eigengewicht des Baugerätess		
(ohne Teilsicherheitsbeiwert):	$F_{Baugerät} =$	0,00 [kN/m]		$R_{Baugerät\ hd} =$	0,00 [kN/m]
Böschungsparallele Anteil aus $F_{Baugerät}$:	$F_{Baugerät\ II} =$	0,00 [kN/m]	Nachweis		
	$a_v =$	[m/s²]		$F_{Gesamt, d} =$	237,49 [kN/m]
	$F_{dyn, II} =$	[kN/m]		$R_{Gesamt, d} =$	237,49 [kN/m]
	$F_{dyn, II} =$	[kN/m]		$\mu =$	1,000

Anlage 4.2_Gleitfuge_KDB vs. Drainagematte_Endzustand

betrachtete Böschungslänge:	$l =$	25 [m]	Wichte des Wassers:	$\gamma_w =$	10 [kN/m³]
Schichtstärke gesamt:	$d =$	1,010 [m]	Mächtigkeit der durchströmten Schicht:	$h_w =$	0,01 [m]
gemittelte Wichte gesamt:	$\gamma =$	19,81 [kN/m³]	Teilsicherheitsbeiwert aus LF 1:	$\gamma_Q =$	1,3 [-]
Böschungswinkel:	$\beta =$	26,57 [°]	Schichtstärke:	$d =$	1,010 [m]
Teilsicherheitsbeiwert Lastfall 1 :	$\gamma_G =$	1 [-]	gemittelte Wichte:	$\gamma =$	19,81 [kN/m³]
Breite der Kette:	$b_{Kette} =$	0,6 [m]	Reibungswinkel:	$\delta_k =$	32,45 [°]
Länge der Kette:	$l_{Kette} =$	3,26 [m]	Adhäsion:	$a_k =$	0 [°]
Schichtdicke der betrachteten unterlagernden Schichten:	$d_{ges} =$	1,010 [m]	Teilsicherheitsbeiwert aus Lastfall 1 (Reibungswinkel):	$\gamma_\delta =$	1,25 [-]
Lastausbreitungswinkel:	$\beta =$	30 [°]	Teilsicherheitsbeiwert aus Lastfall 1 Kohäsion):	$\gamma_a =$	1,25 [-]
Masse des Baugerätes bezogen auf eine Kette:	$m_{Baugerät} =$	10,9 [to]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (Baugerät statisch):	$\gamma_Q =$	1,3 [-]			
Gewichtskraft:	$g =$	9,81 [m/s²]			
max. Geschwindigkeit des Baugerätes:	$v_{Baugerät} =$	1 [m/s]			
Zeit für Bremsvorgang:	$t_{Brems} =$	2 [s]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (dyn. Baugerät):	$\gamma_Q =$	1,3 [-]			
Schneelast (Zone 2)	$s_k =$	0,85 [kN/m²]			

Einwirkungen aus Eigengewicht			Einwirkung aus Strömungskräften		
	Schneelast = I^*	0,49 kN/m		$i =$	0,45 [m/m]
	$F_{Boden\ II} = I^*$	8,95 [kN/m]		$S_{II} = I^*$	0,045 [kN/m]
Einwirkungen aus statischer Belastung durch das Baugerät			Widerstand aus Eigengewicht des Bodens und der Schneelast		
	$A_{Baugerät} =$	0,00 [m²]		$R_{Kontaktfuge, d} = I^*$	9,49 [kN/m]
	$F_{Bagugerät} =$	0,00 [kN/m]	Widerstand aus dem Eigengewicht des Baugerätess		
(ohne Teilsicherheitsbeiwert):	$F_{Baugerät} =$	0,00 [kN/m]		$R_{Baugerät\ hd} =$	0,00 [kN/m]
Böschungsparallele Anteil aus $F_{Baugerät}$:	$F_{Baugerät\ II} =$	0,00 [kN/m]	Nachweis		
	$a_v =$	[m/s²]		$F_{Gesamt, d} =$	237,23 [kN/m]
	$F_{dyn, II} =$	[kN/m]		$R_{Gesamt, d} =$	237,23 [kN/m]
	$F_{dyn, II} =$	[kN/m]		$\mu =$	1,000

Anlage 4.3_Gleitfuge_innere Scherfestigkeit Drainagematte_Endzustand

betrachtete Böschungslänge:	$l =$	25 [m]	Wichte des Wassers:	$\gamma_w =$	10 [kN/m³]
Schichtstärke gesamt:	$d =$	1,010 [m]	Mächtigkeit der durchströmten Schicht:	$h_w =$	0,01 [m]
gemittelte Wichte gesamt:	$\gamma =$	19,81 [kN/m³]	Teilsicherheitsbeiwert aus LF 1:	$\gamma_Q =$	1,3 [-]
Böschungswinkel:	$\beta =$	26,57 [°]	Schichtstärke:	$d =$	1,010 [m]
Teilsicherheitsbeiwert Lastfall 1 :	$\gamma_G =$	1 [-]	gemittelte Wichte:	$\gamma =$	19,81 [kN/m³]
Breite der Kette:	$b_{\text{Kette}} =$	0,6 [m]	Reibungswinkel:	$\delta_k =$	32,45 [°]
Länge der Kette:	$l_{\text{Kette}} =$	3,26 [m]	Adhäsion:	$a_k =$	0 [°]
Schichtdicke der betrachteten unterlagernden Schichten:	$d_{\text{ges}} =$	1,010 [m]	Teilsicherheitsbeiwert aus Lastfall 1 (Reibungswinkel):	$\gamma_\delta =$	1,25 [-]
Lastausbreitungswinkel:	$\beta =$	30 [°]	Teilsicherheitsbeiwert aus Lastfall 1 Kohäsion):	$\gamma_a =$	1,25 [-]
Masse des Baugerätes bezogen auf eine Kette:	$m_{\text{Baugerät}} =$	10,9 [to]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (Baugerät statisch):	$\gamma_Q =$	1,3 [-]			
Gewichtskraft:	$g =$	9,81 [m/s²]			
max. Geschwindigkeit des Baugerätes:	$v_{\text{Baugerät}} =$	1 [m/s]			
Zeit für Bremsvorgang:	$t_{\text{Brems}} =$	2 [s]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (dyn. Baugerät):	$\gamma_Q =$	1,3 [-]			
Schneelast (Zone 2)	$s_k =$	0,85 [kN/m²]			

Einwirkungen aus Eigengewicht		Schneelast = I^*	0,49 kN/m	Einwirkung aus Strömungskräften	
		$F_{\text{Boden II}} = I^*$	8,95 [kN/m]	$i =$	0,45 [m/m]
Einwirkungen aus statischer Belastung durch das Baugerät				$S_{II} = I^*$	0,045 [kN/m]
	$A_{\text{Baugerät}} =$	0,00 [m²]		Widerstand aus Eigengewicht des Bodens und der Schneelast	
	$F_{\text{Bagugerät}} =$	0,00 [kN/m]		$R_{\text{Kontaktfuge, d}} = I^*$	9,49 [kN/m]
(ohne Teilsicherheitsbeiwert):	$F_{\text{Baugerät}} =$	0,00 [kN/m]		Widerstand aus dem Eigengewicht des Baugerätess	
Böschungsparallele Anteil aus $F_{\text{Baugerät}}$:	$F_{\text{Baugerät II}} =$	0,00 [kN/m]		$R_{\text{Baugerät hd}} =$	0,00 [kN/m]
Einwirkung aus dynamischer Belastung durch das Baugerät				Nachweis	
	$a_v =$	[m/s²]		$F_{\text{Gesamt,d}} =$	237,23 [kN/m]
	$F_{\text{dyn, II}} =$	[kN/m]		$R_{\text{Gesamt,d}} =$	237,23 [kN/m]
	$F_{\text{dyn, II}} =$	[kN/m]		$\mu =$	1,000

Anlage 4.4_Gleitfuge_Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht_Endzustand

betrachtete Böschungslänge:	$l =$	25 [m]	Wichte des Wassers:	$\gamma_w =$	10 [kN/m³]
Schichtstärke gesamt:	$d =$	1,000 [m]	Mächtigkeit der durchströmten Schicht:	$h_w =$	0,01 [m]
gemittelte Wichte gesamt:	$\gamma =$	20,00 [kN/m³]	Teilsicherheitsbeiwert aus LF 1:	$\gamma_Q =$	1,3 [-]
Böschungswinkel:	$\beta =$	26,57 [°]	Schichtstärke:	$d =$	1,000 [m]
Teilsicherheitsbeiwert Lastfall 1 :	$\gamma_G =$	1 [-]	gemittelte Wichte:	$\gamma =$	20,00 [kN/m³]
Breite der Kette:	$b_{Kette} =$	0,6 [m]	Reibungswinkel:	$\delta_k =$	32,45 [°]
Länge der Kette:	$l_{Kette} =$	3,26 [m]	Adhäsion:	$a_k =$	0 [°]
Schichtdicke der betrachteten unterlagernden Schichten:	$d_{ges} =$	1,000 [m]	Teilsicherheitsbeiwert aus Lastfall 1 (Reibungswinkel):	$\gamma_\delta =$	1,25 [-]
Lastausbreitungswinkel:	$\beta =$	30 [°]	Teilsicherheitsbeiwert aus Lastfall 1 Kohäsion):	$\gamma_a =$	1,25 [-]
Masse des Baugerätes bezogen auf eine Kette:	$m_{Baugerät} =$	10,9 [to]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (Baugerät statisch):	$\gamma_Q =$	1,3 [-]			
Gewichtskraft:	$g =$	9,81 [m/s²]			
max. Geschwindigkeit des Baugerätes:	$v_{Baugerät} =$	1 [m/s]			
Zeit für Bremsvorgang:	$t_{Brems} =$	2 [s]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (dyn. Baugerät):	$\gamma_Q =$	1,3 [-]			
Schneelast (Zone 2)	$s_k =$	0,85 [kN/m²]			

Einwirkungen aus Eigengewicht		Schneelast = I^*	0,49 kN/m	Einwirkung aus Strömungskräften	
		$F_{Boden\ II} = I^*$	8,95 [kN/m]	$i =$	0,45 [m/m]
Einwirkungen aus statischer Belastung durch das Baugerät				$S_{II} = I^*$	0,045 [kN/m]
	$A_{Baugerät} =$	0,00 [m²]		Widerstand aus Eigengewicht des Bodens und der Schneelast	
	$F_{Bagugerät} =$	0,00 [kN/m]		$R_{Kontaktfuge, d} = I^*$	9,48 [kN/m]
(ohne Teilsicherheitsbeiwert):	$F_{Baugerät} =$	0,00 [kN/m]		Widerstand aus dem Eigengewicht des Baugerätess	
Böschungsparallele Anteil aus $F_{Baugerät}$:	$F_{Baugerät\ II} =$	0,00 [kN/m]		$R_{Baugerät\ hd} =$	0,00 [kN/m]
Einwirkung aus dynamischer Belastung durch das Baugerät				Nachweis	
	$a_v =$	[m/s²]		$F_{Gesamt, d} =$	237,12 [kN/m]
	$F_{dyn, II} =$	[kN/m]		$R_{Gesamt, d} =$	237,12 [kN/m]
	$F_{dyn, II} =$	[kN/m]		$\mu =$	1,000

Anlage 5

Gleitfugen im Bauzustand

- 5.1 Trag-Ausgleichsschicht vs. KDB**
- 5.2 KDB vs. Drainagematte**
- 5.3 Innere Gleitfuge Drainagematte**
- 5.4 Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht**



Anlage 5.1_Gleitfuge_Trage-Ausgleichsschicht vs. KDB_Bauzustand

betrachtete Böschungslänge:	$l =$	3,26 [m]	Wichte des Wassers:	$\gamma_w =$	10 [kN/m³]
Schichtstärke:	$d =$	1,013 [m]	Mächtigkeit der durchströmten Schicht:	$h_w =$	0,00 [m]
Wichte :	$\gamma =$	19,79 [kN/m³]	Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2:	$\gamma_Q =$	1,2 [-]
Böschungswinkel:	$\beta =$	26,57 [°]	Schichtstärke:	$d =$	1,013 [m]
Teilsicherheitsbeiwert Lastfall 2 :	$\gamma_G =$	1 [-]	Wichte:	$\gamma =$	19,79 [kN/m³]
Breite der Kette:	$b_{Kette} =$	0,6 [m]	Reibungswert:	$\delta_k =$	32,31 [°]
Länge der Kette:	$l_{Kette} =$	3,26 [m]	Adhäsion:	$a_k =$	0 [°]
Schichtdicke der betrachteten unterlagernden Schichten:	$d_{ges} =$	1,013 [m]	Teilsicherheitsbeiwert (Reibungswinkel):	$\gamma_\delta =$	1,15 [-]
Lastausbreitungswinkel:	$\beta =$	30 [°]	Teilsicherheitsbeiwert Kohäsion):	$\gamma_c =$	1,15 [-]
Masse des Baugerätes:	$m_{Baugerät} =$	10,9 [to]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (statisch):	$\gamma_Q =$	1,2 [-]			
Gewichtskraft:	$g =$	9,81 [m/s²]			
max. Geschwindigkeit:	$v_{Baugerät} =$	1 [m/s]			
Zeit für Bremsvorgang:	$t_{Brems} =$	2 [s]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (dyn.):	$\gamma_Q =$	1,2 [-]			

Einwirkungen aus Eigengewicht					
	$F_{Boden\ II} = l^*$	8,96 [kN/m]	Einwirkung aus Strömungskräften		
			$i =$	0,45 [m/m]	
Einwirkungen aus statischer Belastung durch das Baugerät			$S_{II} = l^*$	0,00 [kN/m]	
	$A_{Baugerät} =$	12,94 [m²]	Widerstand aus Eigengewicht des Bodens		
	$F_{Baugerät} =$	8,42 [kN/m]	$R_{Kontaktfuge, d} = l^*$	9,85 [kN/m]	
(ohne Teilsicherheitsbeiwert):	$F_{baugerät} =$	3,77 [kN/m]	Widerstand aus dem Eigengewicht des Baugerätes		
Böschungsparellele Anteil aus $F_{Baugerät}$:	$F_{Baugerät\ II} =$	4,52 [kN/m]	$R_{Baugerät, hd} =$	4,14 [kN/m]	
Einwirkung aus dynamischer Belastung durch das Baugerät:			Nachweis		
	$a_v =$	0,5 [m/s²]	$F_{Gesamt, d} =$	45,63 [kN/m]	
	$F_{dyn, II} =$	0,43 [kN/m]	$R_{Gesamt, d} =$	45,63 [kN/m]	
	$F_{dyn, II} =$	0,52 [kN/m]	$\mu =$	1,000	

Anlage 5.3_Gleitfuge_KDB vs. Drainagematte_Bauzustand

betrachtete Böschungslänge:	$l =$	3,26 [m]	Wichte des Wassers:	$\gamma_w =$	10 [kN/m³]
Schichtstärke:	$d =$	0,510 [m]	Mächtigkeit der durchströmten Schicht:	$h_w =$	0,01 [m]
Wichte :	$\gamma =$	17,67 [kN/m³]	Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2:	$\gamma_Q =$	1,2 [-]
Böschungswinkel:	$\beta =$	26,57 [°]	Schichtstärke:	$d =$	0,510 [m]
Teilsicherheitsbeiwert Lastfall 2 :	$\gamma_G =$	1 [-]	Wichte:	$\gamma =$	17,67 [kN/m³]
Breite der Kette:	$b_{Kette} =$	0,6 [m]	Reibungswert:	$\delta_k =$	34,69 [°]
Länge der Kette:	$l_{Kette} =$	3,26 [m]	Adhäsion:	$a_k =$	0 [°]
Schichtdicke der betrachteten unterlagernden Schichten:	$d_{ges} =$	0,510 [m]	Teilsicherheitsbeiwert (Reibungswinkel):	$\gamma_\delta =$	1,15 [-]
Lastausbreitungswinkel:	$\beta =$	30 [°]	Teilsicherheitsbeiwert Kohäsion):	$\gamma_c =$	1,15 [-]
Masse des Baugerätes:	$m_{Baugerät} =$	10,9 [to]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (statisch):	$\gamma_Q =$	1,2 [-]			
Gewichtskraft:	$g =$	9,81 [m/s²]			
max. Geschwindigkeit:	$v_{Baugerät} =$	1 [m/s]			
Zeit für Bremsvorgang:	$t_{Brems} =$	2 [s]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (dyn.):	$\gamma_Q =$	1,2 [-]			

Einwirkungen aus Eigengewicht					
	$F_{Boden II} = l^*$	4,03 [kN/m]	Einwirkung aus Strömungskräften		
			$i =$	0,45 [m/m]	
Einwirkungen aus statischer Belastung durch das Baugerät			$S_{II} = l^*$	0,05 [kN/m]	
	$A_{Baugerät} =$	8,46 [m²]	Widerstand aus Eigengewicht des Bodens		
	$F_{Baugerät} =$	12,89 [kN/m]	$R_{Kontaktfuge, d} = l^*$	4,85 [kN/m]	
(ohne Teilsicherheitsbeiwert):	$F_{baugerät} =$	5,76 [kN/m]	Widerstand aus dem Eigengewicht des Baugerätes		
Böschungsparellele Anteil aus $F_{Baugerät}$:	$F_{Baugerät II} =$	6,92 [kN/m]	$R_{Baugerät, hd} =$	6,94 [kN/m]	
Einwirkung aus dynamischer Belastung durch das Baugerät:			Nachweis		
	$a_v =$	0,5 [m/s²]	$F_{Gesamt, d} =$	38,43 [kN/m]	
	$F_{dyn, II} =$	0,66 [kN/m]	$R_{Gesamt, d} =$	38,43 [kN/m]	
	$F_{dyn, II} =$	0,79 [kN/m]	$\mu =$	1,000	

Anlage 5.3_Gleitfuge_innere Scherfestigkeit Drainagematte_Bauzustand

betrachtete Böschungslänge:	$l =$	3,26 [m]	Wichte des Wassers:	$\gamma_w =$	10 [kN/m³]
Schichtstärke:	$d =$	1,010 [m]	Mächtigkeit der durchströmten Schicht:	$h_w =$	0,00 [m]
Wichte :	$\gamma =$	19,81 [kN/m³]	Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2:	$\gamma_Q =$	1,2 [-]
Böschungswinkel:	$\beta =$	26,57 [°]	Schichtstärke:	$d =$	1,010 [m]
Teilsicherheitsbeiwert Lastfall 2 :	$\gamma_G =$	1 [-]	Wichte:	$\gamma =$	19,81 [kN/m³]
Breite der Kette:	$b_{Kette} =$	0,6 [m]	Reibungswert:	$\delta_k =$	32,32 [°]
Länge der Kette:	$l_{Kette} =$	3,26 [m]	Adhäsion:	$a_k =$	0 [°]
Schichtdicke der betrachteten unterlagernden Schichten:	$d_{ges} =$	1,010 [m]	Teilsicherheitsbeiwert (Reibungswinkel):	$\gamma_\delta =$	1,15 [-]
Lastausbreitungswinkel:	$\beta =$	30 [°]	Teilsicherheitsbeiwert Kohäsion):	$\gamma_c =$	1,15 [-]
Masse des Baugerätes:	$m_{Baugerät} =$	10,9 [to]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (statisch):	$\gamma_Q =$	1,2 [-]			
Gewichtskraft:	$g =$	9,81 [m/s²]			
max. Geschwindigkeit:	$v_{Baugerät} =$	1 [m/s]			
Zeit für Bremsvorgang:	$t_{Brems} =$	2 [s]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (dyn.):	$\gamma_Q =$	1,2 [-]			

Einwirkungen aus Eigengewicht					
	$F_{Boden II} = l^*$	8,95 [kN/m]	Einwirkung aus Strömungskräften		
			$i =$	0,45 [m/m]	
Einwirkungen aus statischer Belastung durch das Baugerät			$S_{II} = l^*$	0,00 [kN/m]	
	$A_{Baugerät} =$	12,92 [m²]	Widerstand aus Eigengewicht des Bodens		
	$F_{Baugerät} =$	8,44 [kN/m]	$R_{Kontaktfuge, d} = l^*$	9,84 [kN/m]	
(ohne Teilsicherheitsbeiwert):	$F_{baugerät} =$	3,77 [kN/m]	Widerstand aus dem Eigengewicht des Baugerätes		
Böschungsparellele Anteil aus $F_{Baugerät}$:	$F_{Baugerät II} =$	4,53 [kN/m]	$R_{Baugerät, hd} =$	4,15 [kN/m]	
Einwirkung aus dynamischer Belastung durch das Baugerät:			Nachweis		
	$a_v =$	0,5 [m/s²]	$F_{Gesamt, d} =$	45,63 [kN/m]	
	$F_{dyn, II} =$	0,43 [kN/m]	$R_{Gesamt, d} =$	45,63 [kN/m]	
	$F_{dyn, II} =$	0,52 [kN/m]	$\mu =$	1,000	

Anlage 5.4_Gleitfuge_Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht_Bauzustand

betrachtete Böschungslänge:	$l =$	3,26 [m]	Wichte des Wassers:	$\gamma_w =$	10 [kN/m³]
Schichtstärke:	$d =$	1,000 [m]	Mächtigkeit der durchströmten Schicht:	$h_w =$	0,00 [m]
Wichte :	$\gamma =$	20,00 [kN/m³]	Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2:	$\gamma_Q =$	1,2 [-]
Böschungswinkel:	$\beta =$	26,57 [°]	Schichtstärke:	$d =$	1,000 [m]
Teilsicherheitsbeiwert Lastfall 2 :	$\gamma_G =$	1 [-]	Wichte:	$\gamma =$	20,00 [kN/m³]
Breite der Kette:	$b_{Kette} =$	0,6 [m]	Reibungswert:	$\delta_k =$	32,33 [°]
Länge der Kette:	$l_{Kette} =$	3,26 [m]	Adhäsion:	$a_k =$	0 [°]
Schichtdicke der betrachteten unterlagernden Schichten:	$d_{ges} =$	1,000 [m]	Teilsicherheitsbeiwert (Reibungswinkel):	$\gamma_\delta =$	1,15 [-]
Lastausbreitungswinkel:	$\beta =$	30 [°]	Teilsicherheitsbeiwert Kohäsion):	$\gamma_c =$	1,15 [-]
Masse des Baugerätes:	$m_{Baugerät} =$	10,9 [to]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (statisch):	$\gamma_Q =$	1,2 [-]			
Gewichtskraft:	$g =$	9,81 [m/s²]			
max. Geschwindigkeit:	$v_{Baugerät} =$	1 [m/s]			
Zeit für Bremsvorgang:	$t_{Brems} =$	2 [s]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (dyn.):	$\gamma_Q =$	1,2 [-]			

Einwirkungen aus Eigengewicht					
	$F_{Boden\ II} = l^*$	8,95 [kN/m]	Einwirkung aus Strömungskräften		
			$i =$	0,45 [m/m]	
Einwirkungen aus statischer Belastung durch das Baugerät			$S_{II} = l^*$	0,00 [kN/m]	
	$A_{Baugerät} =$	12,83 [m²]	Widerstand aus Eigengewicht des Bodens		
	$F_{Baugerät} =$	8,50 [kN/m]	$R_{Kontaktfuge, d} = l^*$	9,84 [kN/m]	
(ohne Teilsicherheitsbeiwert):	$F_{baugerät} =$	3,80 [kN/m]	Widerstand aus dem Eigengewicht des Baugerätes		
Böschungsparellele Anteil aus $F_{Baugerät}$:	$F_{Baugerät\ II} =$	4,56 [kN/m]	$R_{Baugerät, hd} =$	4,18 [kN/m]	
Einwirkung aus dynamischer Belastung durch das Baugerät:			Nachweis		
	$a_v =$	0,5 [m/s²]	$F_{Gesamt, d} =$	45,73 [kN/m]	
	$F_{dyn, II} =$	0,43 [kN/m]	$R_{Gesamt, d} =$	45,73 [kN/m]	
	$F_{dyn, II} =$	0,52 [kN/m]	$\mu =$	1,000	

Anlage 6

Großrahmenscherversuche

- 6.1 Trag-, Ausgleichsschicht vs. KDB**
- 6.2 KDB vs. Drainagematte**
- 6.3 Drainagematte vs. Rekultivierungsschicht**



Prüfbericht

Prüfnummer: A 1595 11. 09. 2018 dSV 30x30 EXT
Ort d.Durchführung: Essen



Asmus + Prabucki Ingenieure
Beratungsgesellschaft mbH
Am Luftschaft 20, 45307 Essen

Auftraggeber: **SIG Hessen Ingenieure GmbH**
Ziegeleiweg 2
34376 Immenhausen

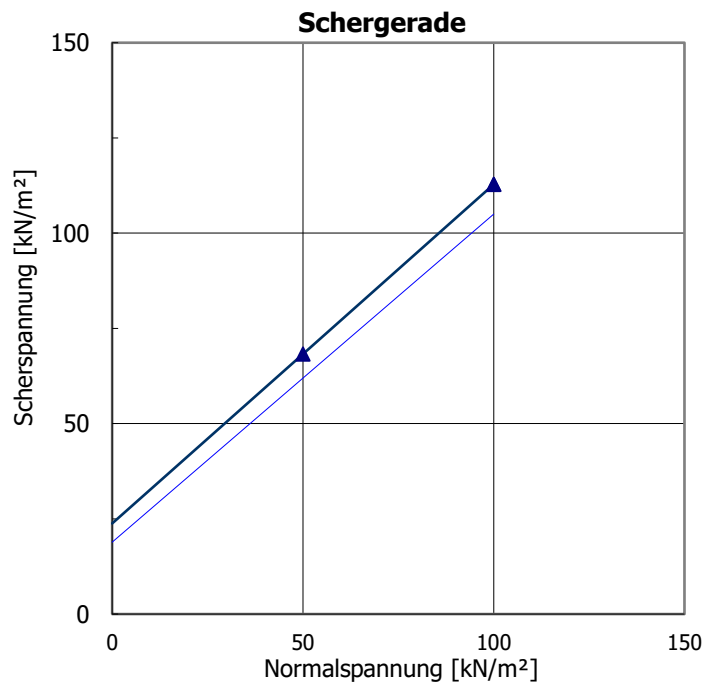
Projekt: **hydraulische Trennung Bestandshalde K+S**

Probenbezeichnung: Rückstandsatz vs KDB AGRU MSH/MSB+ (MSB+ Seite) Versuch 3

Probennummer: A - 1595 - 07.09.2018 - EXT - 002
Projekt - Nr. Datum der Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.

Bestimmung der Scherfestigkeit nach GDA E 3-08: 2015 im direkten Scherversuch

Anfangs- zustand	Bodenart:	Art der Probe: aufbereitet		
	Korndichte:	Güteklasse der Probe: 2		
	Konsolidierung:	ohne Wasser Schergeschwindigkeit: 0,167 mm/min		
	Scherfuge:	ohne Wasser		
	Teilprobe:	1	2	3
	Wassergehalt:	6,4 %	7,1 %	
End- zustand	Trockendichte:	1,32 g/cm ³	1,31 g/cm ³	
	Porenzahl:			
	Wassergehalt:			
	Porenzahl:			



Bruchzustand
Reibungswinkel φ' **41,7 °**
Adhäsion a' **23,8 kN/m²**
Standardabweichung S_{τ} 0,0000
Korrelationskoeffizient $r_{\tau\sigma}$ 1,0000

Gleitzustand
Reibungswinkel **40,7 °**
Adhäsion **18,9 kN/m²**
Standardabweichung 0,0003
Korrelationskoeffizient 1,0000

Bemerkung:

Asmus + Prabucki Ingenieure
Beratungsgesellschaft mbH

Prüfbericht

Prüfnummer: A 1595 11. 09. 2018 dSV 30x30 EXT
Ort d.Durchführung: Essen



Asmus + Prabucki Ingenieure
Beratungsgesellschaft mbH
Am Luftschacht 20, 45307 Essen

Auftraggeber: **SIG Hessen Ingenieure GmbH**
Ziegeleiweg 2
34376 Immenhausen

Projekt: **hydraulische Trennung Bestandshalde K+S**

Probenbezeichnung: Rückstandsatz vs KDB AGRU MSH/MSB+ (MSB+ Seite) Versuch 3

Probennummer: A - 1595 - 07.09.2018 - EXT - 002
Projekt - Nr. Datum der Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.

Bestimmung der Scherfestigkeit nach GDA E 3-08: 2015 im direkten Scherversuch

Teilprobe: 1 2 3

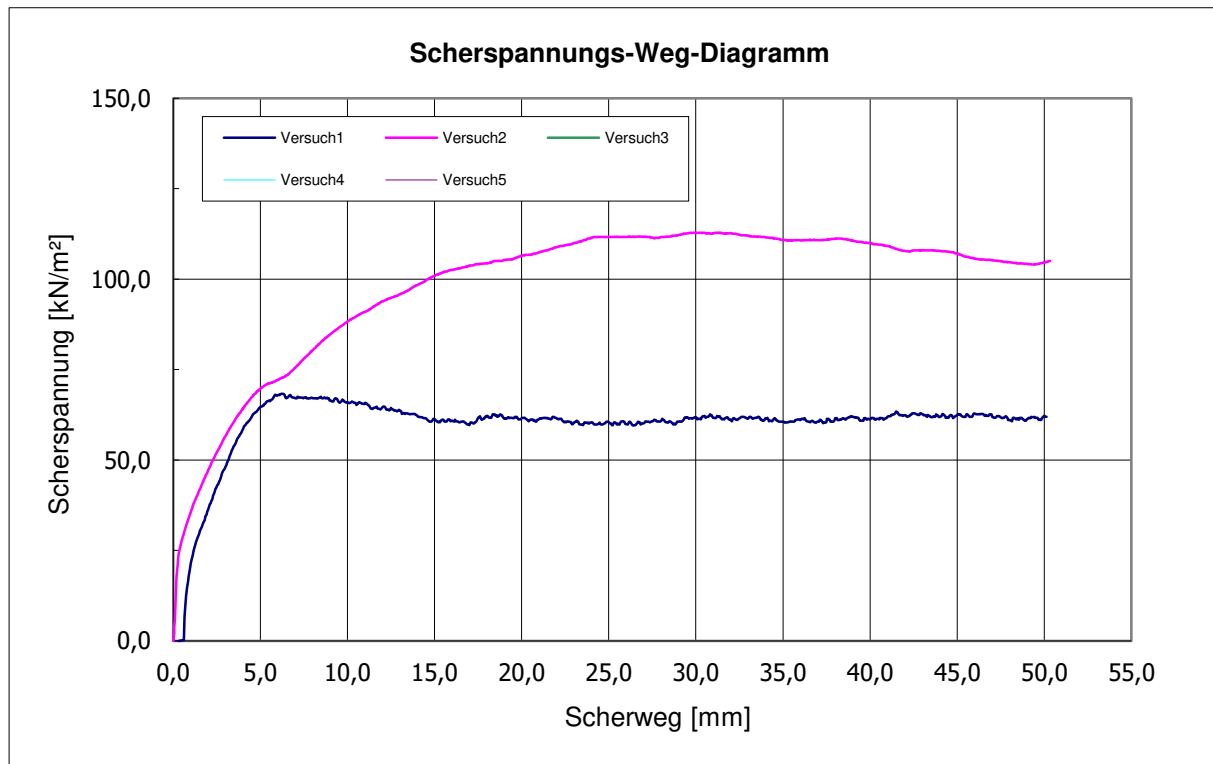
Normalspannung: 50,0 kN/m² 100,0 kN/m²

Bruchspannung: 68,3 kN/m² 112,8 kN/m²

Bruchweg: 6,29 mm 31,46 mm

Gleitspannung: 61,9 kN/m² 105,0 kN/m²

Gleitweg: 50,13 mm 50,33 mm



Bemerkung:

Asmus + Prabucki Ingenieure
Beratungsgesellschaft mbH

Prüfprotokoll

Prüfnummer: 06. 05. 2022 Scher-30 MST
 Ort der Durchführung: Labor

Auftraggeber:

Projekt: **n.n.**

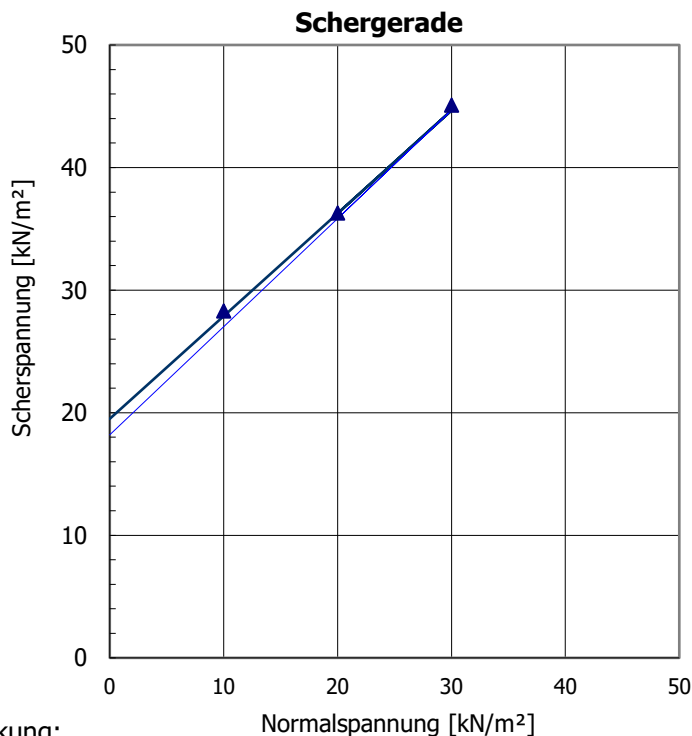
Probenbezeichnung: AGRU KDB MSB+/MST HG (MST HG Seite) vs. KDE GSE Fabrinet ZB-E B300Z

Probennummer: - 02.05.2022 - EXT - 002

Projekt - Nr. Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.

Bestimmung der Scherfestigkeit nach GDA E 3-08: 2015 im direkten Scherversuch

Bodenart:	-	Art der Probe:	aufbereitet
Korndichte:	-	Güteklasse der Probe:	2
Konsolidierung:	ohne Wasser	Schergeschwindigkeit:	0,167 mm/min
Scherfuge:	ohne Wasser		
Teilprobe:	1	2	3
	4	5	
Anfangs- zustand	Wassergehalt:		
	Trockendichte:		
	Porenzahl:		
End- zustand	Wassergehalt:		
	Porenzahl:		



Bruchzustand

Reibungswinkel φ' **40,0 °**

Adhäsion a' **19,5 kN/m²**

Standardabweichung S_{τ} 0,5400

Korrelationskoeffizient $r_{\tau\sigma}$ 0,9969

Gleitzustand

Reibungswinkel **41,4 °**

Adhäsion **18,2 kN/m²**

Standardabweichung 0,2254

Korrelationskoeffizient 0,9995

Bemerkung:

Normalspannung [kN/m²]

Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2018 und ist ohne Unterschrift gültig.

Prüfprotokoll

Prüfnummer: 06. 05. 2022 Scher-30 MST
 Ort der Durchführung: Labor

Auftraggeber:

Projekt: **n.n.**

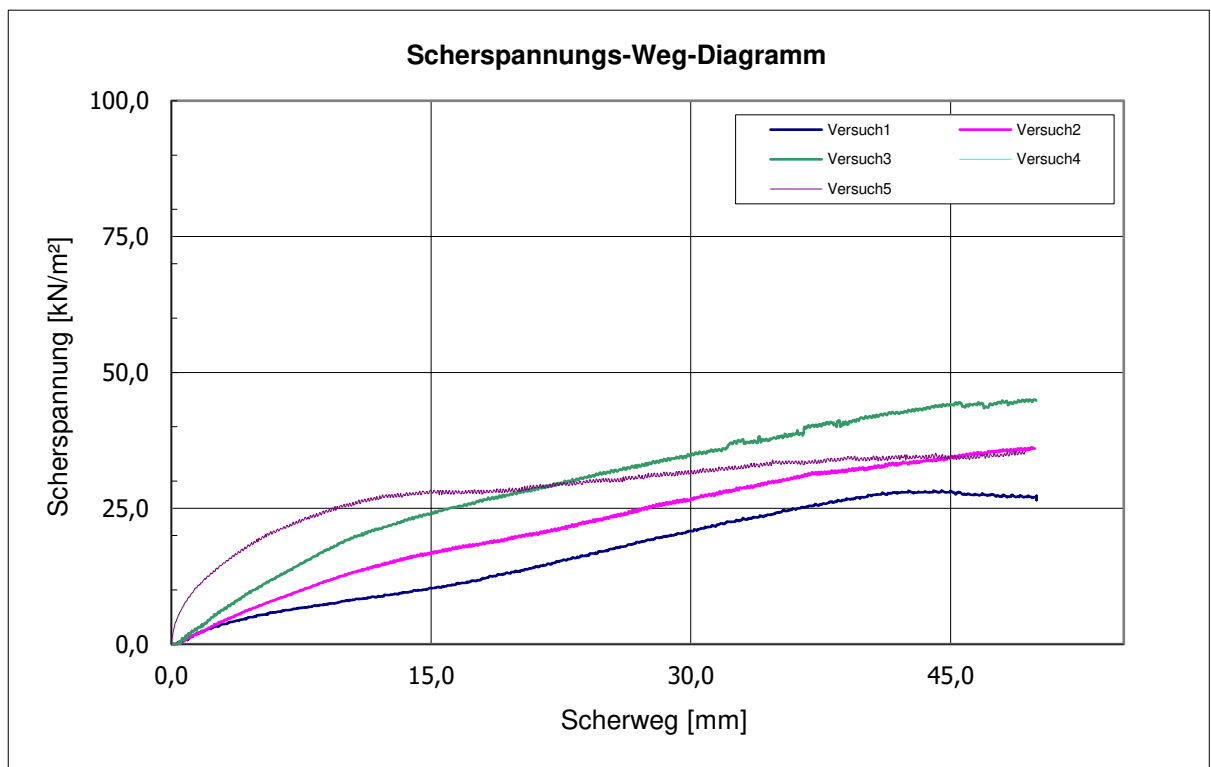
Probenbezeichnung: AGRU KDB MSB+/MST HG (MST HG Seite) vs. KDE GSE Fabrinet ZB-E B300Z

Probennummer: - 02.05.2022 - EXT - 002

Projekt - Nr. Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.

Bestimmung der Scherfestigkeit nach GDA E 3-08: 2015 im direkten Scherversuch

Teilprobe:	1	2	3	4	5
Normalspannung:	10,0 kN/m ²	20,0 kN/m ²	30,0 kN/m ²		20,0 kN/m ²
Bruchspannung:	28,3 kN/m ²	36,3 kN/m ²	45,1 kN/m ²		35,5 kN/m ²
Bruchweg:	44,48 mm	49,68 mm	49,80 mm		49,33 mm
Gleitspannung:	27,1 kN/m ²	36,0 kN/m ²	44,8 kN/m ²		35,5 kN/m ²
Gleitweg:	49,96 mm	49,87 mm	49,93 mm		49,33 mm



Bemerkung:

Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2018 und ist ohne Unterschrift gültig.

Prüfprotokoll

Prüfnummer: 06. 05. 2022 Scher-30 MST
 Ort der Durchführung: Labor

Auftraggeber:

Projekt: **n.n.**

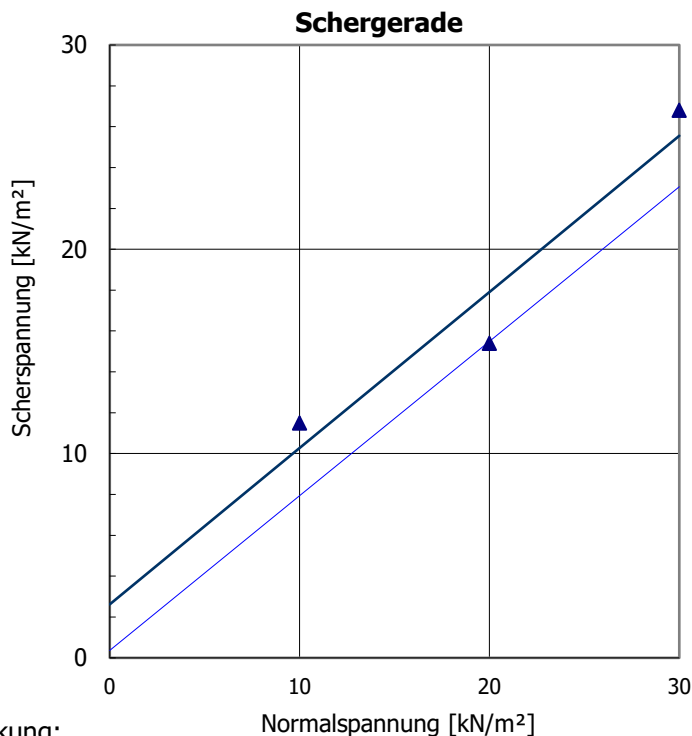
Probenbezeichnung: KDE GSE Fabrinet ZB-E B300Z (Oberseite) vs. Rekuboden

Probennummer: - 02.05.2022 - EXT - 003

Projekt - Nr. Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.

Bestimmung der Scherfestigkeit nach GDA E 3-08: 2015 im direkten Scherversuch

	Bodenart:	si'gr*Sa			Art der Probe:	aufbereitet		
	Korndichte:	2,65 g/cm ³			Güteklasse der Probe:	2		
	Konsolidierung:	unter Wasser			Schergeschwindigkeit:	0,167 mm/min		
	Scherfuge:	unter Wasser						
	Teilprobe:	1	2	3				
Anfangs-	Wassergehalt:	9,8 %	9,8 %	9,8 %				
zustand	Trockendichte:	1,82 g/cm ³	1,82 g/cm ³	1,82 g/cm ³				
	Porenzahl:	0,46	0,46	0,46				
End-	Wassergehalt:	10,6 %	10,2 %	10,1 %				
zustand	Porenzahl:	0,47	0,46	0,46				



Bruchzustand
 Reibungswinkel φ' **37,4 °**
 Adhäsion a' **2,6 kN/m²**
 Standardabweichung S_{τ} 2,1564
 Korrelationskoeffizient $r_{\tau\sigma}$ 0,9624

Gleitzustand
 Reibungswinkel **37,1 °**
 Adhäsion **0,4 kN/m²**
 Standardabweichung 0,4302
 Korrelationskoeffizient 0,9984

Bemerkung:

Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2018 und ist ohne Unterschrift gültig.

Prüfprotokoll

Prüfnummer: 06. 05. 2022 Scher-30 MST
 Ort der Durchführung: Labor

Auftraggeber:

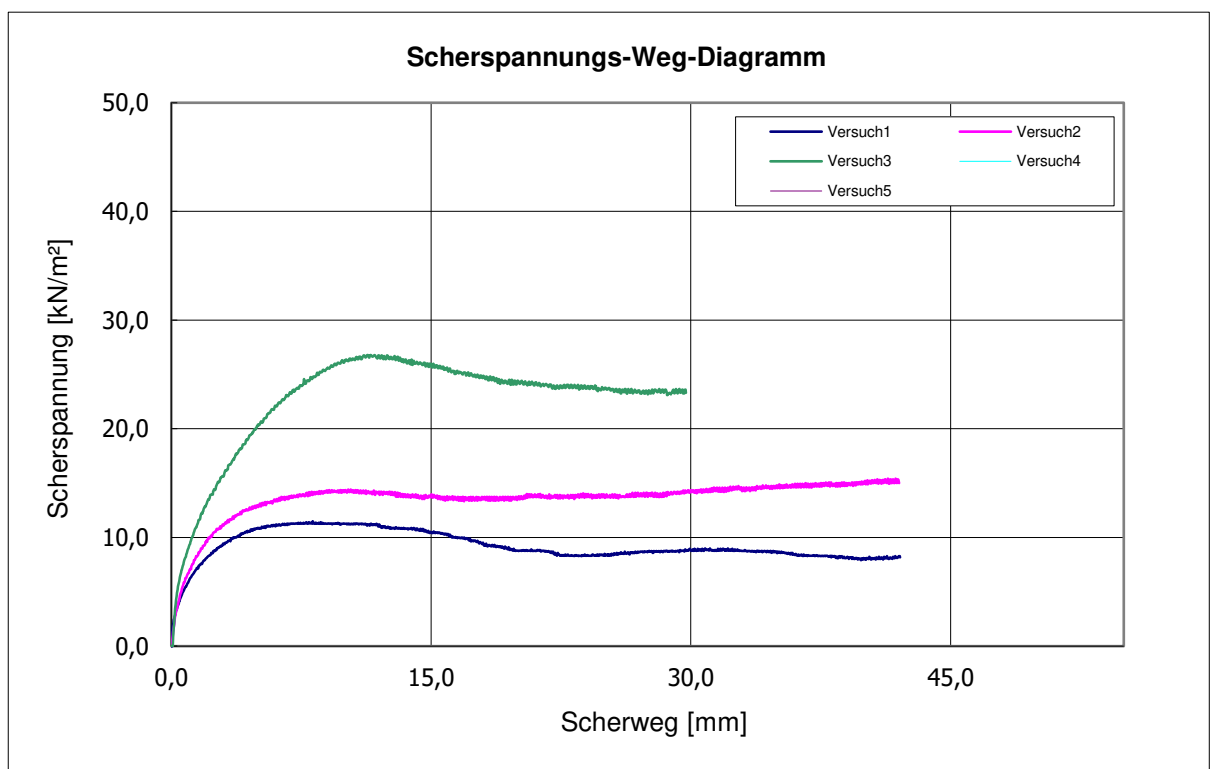
Projekt: **n.n.**

Probenbezeichnung: KDE GSE Fabrinet ZB-E B300Z (Oberseite) vs. Rekuboden

Probennummer: - 02.05.2022 - EXT - 003
Projekt - Nr. Probenahme Probennehmer lfd.-Nr.

Bestimmung der Scherfestigkeit nach GDA E 3-08: 2015 im direkten Scherversuch

Teilprobe:	1	2	3
Normalspannung:	10,0 kN/m ²	20,0 kN/m ²	30,0 kN/m ²
Bruchspannung:	11,5 kN/m ²	15,4 kN/m ²	26,8 kN/m ²
Bruchweg:	8,16 mm	41,82 mm	11,73 mm
Gleitspannung:	8,2 kN/m ²	15,0 kN/m ²	23,3 kN/m ²
Gleitweg:	42,09 mm	42,02 mm	29,72 mm



Bemerkung:

Dieses elektronisch erstellte Prüfprotokoll entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2018 und ist ohne Unterschrift gültig.

Anlage 7

Bemessung des Geogitters und der Verankerung



Anlage 7_Bemessung des Geogitters und des Ankergrabens

betrachtete Böschungslänge:	$l =$	25 [m]	Wichte des Wassers:	$\gamma_w =$	10 [kN/m³]
Schichtstärke gesamt:	$d =$	1,010 [m]	Mächtigkeit der durchströmten Schicht:	$h_w =$	0,01 [m]
gemittelte Wichte gesamt:	$\gamma =$	19,81 [kN/m³]	Teilsicherheitsbeiwert aus LF 1:	$\gamma_Q =$	1,3 [-]
Böschungswinkel:	$\beta =$	26,57 [°]	Schichtstärke:	$d =$	1,010 [m]
Teilsicherheitsbeiwert Lastfall 1 :	$\gamma_G =$	1 [-]	gemittelte Wichte:	$\gamma =$	19,81 [kN/m³]
Breite der Kette:	$b_{Kette} =$	0,6 [m]	Reibungswinkel:	$\delta_k =$	27,00 [°]
Länge der Kette:	$l_{Kette} =$	3,26 [m]	Adhäsion:	$a_k =$	0 [°]
Schichtdicke der betrachteten unterlagernden Schichten:	$d_{ges} =$	1,010 [m]	Teilsicherheitsbeiwert aus Lastfall 1 (Reibungswinkel):	$\gamma_\delta =$	1,25 [-]
Lastausbreitungswinkel:	$\beta =$	30 [°]	Teilsicherheitsbeiwert aus Lastfall 1 Kohäsion):	$\gamma_a =$	1,25 [-]
Masse des Baugerätes bezogen auf eine Kette:	$m_{Baugerät} =$	10,9 [to]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (Baugerät statisch):	$\gamma_Q =$	1,3 [-]			
Gewichtskraft:	$g =$	9,81 [m/s²]			
max. Geschwindigkeit des Baugerätes:	$v_{Baugerät} =$	1 [m/s]			
Zeit für Bremsvorgang:	$t_{Brems} =$	2 [s]			
Teilsicherheitsbeiwert aus LF 2 (dyn. Baugerät):	$\gamma_Q =$	1,3 [-]			
Schneelast (Zone 2)	$s_k =$	0,85 [kN/m²]			

Einwirkungen aus Eigengewicht			Einwirkung aus Strömungskräften		
	Schneelast = I^*	0,49 kN/m		$i =$	0,45 [m/m]
	$F_{Boden\ II} = I^*$	8,95 [kN/m]		$S_{II} = I^*$	0,045 [kN/m]
Einwirkungen aus statischer Belastung durch das Baugerät			Widerstand aus Eigengewicht des Bodens und der Schneelast		
	$A_{Baugerät} =$	0,00 [m²]		$R_{Kontaktfuge, d} = I^*$	7,60 [kN/m]
	$F_{Bagugerät} =$	0,00 [kN/m]	Widerstand aus dem Eigengewicht des Baugerätess		
(ohne Teilsicherheitsbeiwert):	$F_{Baugerät} =$	0,00 [kN/m]		$R_{Baugerät\ hd} =$	0,00 [kN/m]
Böschungsparallele Anteil aus F_{Bagger} :	$F_{Baugerät\ II} =$	0,00 [kN/m]	Nachweis		
	$a_v =$	[m/s²]		$F_{Gesamt, d} =$	237,23 [kN/m]
	$F_{dyn, II} =$	[kN/m]		$R_{Gesamt, d} =$	190,12 [kN/m]
	$F_{dyn, II} =$	[kN/m]		$\mu =$	1,248

Bemessung des Geogitters und des Ankergrabens

Einwirkungen:	$F_{\text{Gesamt,d}} =$	237,23 [kN/m]
Widerstände (ohne Geogitter):	$R_{\text{Gesamt,d}} =$	190,12 [kN/m]
erforderl. Bemessungswiderstand (Bewehrung):	$R_{\text{B,d}} =$	47,11 [kN/m]
Abminderungsfaktoren:		
Zeitstandfestigkeit (Kriechen des Polymers):	$A_1 =$	1,54 [-]
Beschädigung durch Einbau und Verdichtung:	$A_2 =$	1,10 [-]
Verarbeitung (Verbindungen, Anschlüsse...):	$A_3 =$	1,00 [-]
Umgebungseinflüsse (Wetter, Chemie, Biologie):	$A_4 =$	1,20 [-]
Teilsicherheitsbeiwert Materialwiderstand:	$\gamma_M =$	1,40 [-]
Korrekturfaktor Materialwiderstand:	$\eta_M =$	1,10 [-]
erforderl. char. Kurzzeitfestigkeit des Geogitters:	$R_{\text{B,k}} =$	147,47 [kN/m]
erste Verankerungslänge	$L_1 =$	3 [m]
zweite Verankerungslänge	$L_2 =$	1,5 [m]
Neigungswinkel der Verankerung:	$\alpha_{V1} =$	1,72 [°]
Neigungswinkel der Verankerung:	$\alpha_{V2} =$	26,57 [°]
Wichte Rekultivierungsschicht/Wegeaufbau:	$\gamma_R =$	20,00 [kN/m³]
gemittelte Höhe Rekuschicht auf der Berme	$h_R \geq$	1,50 [m]
Höhe Wegeaufbau auf der Berme:	$h_W \geq$	0,40 [m]
Breite Wegeaufbau auf der Berme:	$b_W =$	2,00 [m]
Kontaktreibungswert Geogitter vs. Boden:	$\delta_k =$	30,00 [°]
Kontaktreibungswert zur Drainagematte:	$\delta_k =$	25,00 [°]
Reibungsbeiwert zwischen Boden und Geogitter:	$\lambda =$	0,9 [-]
Teilsicherheitsbeiwert nach GEO3 (Reibungswert):	$\gamma_\delta =$	1,25 [-]

Herauszieh Widerstand des Ankergrabens:

Reibungswiderstand entlang L1:	$R_{t1,d,unten} =$	39,45 [kN/m]
Reibungswiderstand entlang L2:	$R_{t2,d,unten} =$	7,90 [kN/m]
	$R_{t2,d,oben} =$	8,81 [kN/m]
Bemessungswert des Reibungswiderstandes:	$\Sigma R_{ti,d} =$	56,16 [kN/m]
Bedingung:	$\Sigma R_{ti,d} > R_{B,d}$	erfüllt