

GEOTECHNISCHES BÜRO
PROF. DR.-ING. H. DÜLLMANN GMBH



Erd-/Grundbau
Fels-/Spezialtiefbau
Ing./Hydrogeologie
Altlasten/Deponien

info@gbduellmann.de
www.gbduellmann.de

Erweiterung Kraftwerksreststoffdeponie II Tagebau Inden

Überprüfung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des geplanten Basisentwässerungskonzepts

52078 Aachen
Neuenhofstr. 112
Tel. (0241) 9 28 39 - 0
Fax (0241) 52 77 62

Geschäftsführer
Dr.-Ing. M. Nendza
Dr. I. Obernosterer

Amtsgericht Aachen
HRB 13065
Steuer-Nr. 201/5961/3379
USt.-IdNr. DE242696552



Erweiterungsplanung
Kraftwerksreststoffdeponie II Tagebau Inden
Überprüfung der hydraulischen Leistungsfähigkeit
des geplanten Basisentwässerungskonzepts

Auftraggeber: RWE Power Aktiengesellschaft
Abteilung Tagebauplanung und -genehmigung (GET-T)
Stüttgenweg 2
50935 Köln

Ansprechpartner: Herr Dr. den Drijver

Bestellnummer: S430329628-R4-564

Bestelldatum: 29.06.2018

Auftragnehmer: Geotechnisches Büro Prof. Dr.-Ing. H. Düllmann GmbH
Neuenhofstraße 112
52078 Aachen

Projektbearbeiter: I. Schmidt, M.Eng.

Projektnummer: 18.112

Berichtsdatum: 18.11.2020

Berichtsumfang: 13 Seiten (einschließlich Deckblatt und Inhaltsverzeichnis)
2 Anhänge



Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	4
2	Unterlagenverzeichnis	5
3	Vorhandenes Basisentwässerungssystem	6
4	Erweiterungsplanung	7
5	Geplantes Basisentwässerungssystem	9
5.1	Regelanforderungen	9
5.2	Hydraulischer Nachweis der Entwässerungsschicht	10
5.3	Hydraulischer Nachweis der Sickerwasserdränageleitungen	11
6	Zusammenfassung	12
7	Literaturverzeichnis	13

Anlagenverzeichnis

- Anhang 1** Übersichtslageplan der RWE Power AG, M 1: 5.000
- Anhang 2** Bemessung der Entwässerungsschicht der Basisabdichtung



1 **Veranlassung**

Die RWE Power AG betreibt im rekultivierten Bereich des Tagebaus Inden die Kraftwerksreststoffdeponie, KWR-Deponie II Tagebau Inden, die am 13.05.2009 von der Bezirksregierung Köln (BR Köln) planfestgestellt wurde. Bei der besagten Deponie handelt es sich um eine DK I-Monodeponie nach DepV /1/. Auf der Ablagerungsfläche mit einer derzeit genehmigten Gesamtgröße von ca. 58 ha werden derzeit jährlich bis zu ca. 1,2 Mio. m³ Abfälle der DK I abgelagert. Da das genehmigte Deponievolumen für die prognostizierten Abfallmengen als nicht ausreichend gilt, wird seitens der RWE Power AG im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens eine Deponieerweiterung angestrebt. Bei dem geplanten Vorhaben handelt es sich sowohl um eine Teilüberplanung als auch um eine räumliche Erweiterung der bereits genehmigten Deponie.

Die RWE Power AG legte bei der Besprechung am 19.08.2020 ein Konzept der Profilierungsplanung der Basisabdichtung für die Erweiterungsflächen vor. Die Geotechnisches Büro Prof. Düllmann GmbH (GBD) wurde mit der Erstellung des rechnerischen Nachweises der hydraulischen Leistungsfähigkeit des geplanten und der Überprüfung des vorhandenen Basisentwässerungssystems beauftragt.



2 Unterlagenverzeichnis

Wesentliche Grundlage des hier vorliegenden Kurzberichts sind die nachfolgend benannten Unterlagen:

- [1] Bezirksregierung Köln (2009): Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb einer Deponie für Kraftwerksreststoffe im Tagebau Inden der Rheinischen Braunkohlenwerke AG, AZ: 52.1.21.1-(1.3)-01/08
- [2] RWE Power AG (2020): Erweiterung der Kraftwerksreststoffdeponie II Tagebau Inden, Antrag auf Planfeststellung
- [3] Dr.-Ing. Dirk Tuchlinski, staatlich anerkannter Sachverständiger für die Prüfung der Standsicherheit Fachrichtung Massivbau (2010): M 196/10, Prüfung der statischen Unterlagen (nach SV-VO NRW), Bauvorhaben Tagebau Inden, KWR Deponie, Errichtung des 1. Bauabschnittes der Basisabdichtung, hier: Deponie-Sickerwasserrohre aus Simona PP-H
- [4] Geotechnisches Büro Prof. Dr.-Ing. Düllmann (2010): Kraftwerksreststoffdeponie II Tagebau Inden, Errichtung des 1. Bauabschnittes der Basisabdichtung, Erläuterungsbericht zur Ausführungsplanung
- [5] Geotechnisches Büro Prof. Dr.-Ing. Düllmann (2010): Kraftwerksreststoffdeponie II Tagebau Inden Errichtung des 2. Bauabschnittes Teilfläche 1 der Basisabdichtung, Erläuterungsbericht zur Ausführungs- und Entwässerungsplanung
- [6] Geotechnisches Büro Prof. Dr.-Ing. Düllmann (2011): Kraftwerksreststoffdeponie II Tagebau Inden, Errichtung des 1. Bauabschnittes der Oberflächenabdichtung Erläuterungsbericht zur Ausführungsplanung
- [7] Geotechnisches Büro Prof. Dr.-Ing. Düllmann (2011): Kraftwerksreststoffdeponie II Tagebau Inden, 1. Bauabschnitt, Zwischenbericht Monitoring zur Sickerwasserbemessung
- [8] Geotechnisches Büro Prof. Dr.-Ing. Düllmann (2011): Kraftwerksreststoffdeponie II Tagebau Inden, 1. Bauabschnitt, Abschlussbericht Monitoring zur Sickerwasserbemessung
- [9] Geotechnisches Büro Prof. Dr.-Ing. Düllmann (2011): Kraftwerksreststoffdeponie II Tagebau Inden, Erläuterungsbericht, Optimierung zum Einsatz der Sickerwasserrohre



3 Vorhandenes Basisentwässerungssystem

Die Gesamtfläche der derzeit genehmigten Deponiebasis der KWR-Deponie II Tagebau Inden beträgt rd. 58 ha. Im Lageplan im Anhang 1 ist die vorhandene Basisabdichtung inkl. der geplanten Erweiterungsflächen und den Sickerwasserdränageleitungen dargestellt. Zur Optimierung des Basisentwässerungssystems wurde im Zeitraum von Anfang Juli 2010 bis Ende Juni 2011 ein umfangreiches Sickerwassermonitoring mit Messungen der unterschiedlichen Schmutzwasserabflüsse (u.a. Sickerwasserdränspende, oberflächlich abfließendes Schmutzwasser, Immissionschutzwasser) durchgeführt und die Daten ausgewertet. Durch das Monitoring konnte der grundsätzliche Sachverhalt bestätigt werden, dass eine zunehmende Abfallhöhe zu einer starken Reduzierung der anfallenden Sickerwassermengen führt. Diese treten zunehmend nicht mehr als Spitzen, sondern eher als konstante Dränspende auf, da das infiltrierte Niederschlagswasser über die Abfallhöhe verzögert versickert. Ebenso wurde erneut bestätigt, dass insgesamt nur ein sehr geringer Anteil des infiltrierte Niederschlagswassers in Form von Sickerwasser an der Deponiebasis gefasst werden muss.

Im Anschluss an das Monitoringprogramm wurde unter Berücksichtigung der GDA-Empfehlungen E2-14 /3/ und E2-20 /2/ die ausreichende hydraulische Leistungsfähigkeit des gewählten Entwässerungssystems für den Worst Case rechnerisch nachgewiesen. Als Eingangsgröße waren folgende Randbedingungen grundlegend [8]/[9]:

- Sickerwasserdränspenden $q_{s,T3max}$: 18,28 m³/d \cong 0,24 mm/(d x m²)
- Entwässerungsschichtmächtigkeit a'_{max} : 50 cm
- Quergefälle: 3 %

Der rechnerisch notwendige Abstand der Sickerwasserdränageleitungen unter den o.g. Randbedingungen beträgt rd. 570 m.

Zur Ableitung des Sickerwassers wurden Dränageleitungen mit dem Durchmesser DN 230 gewählt. Die Wahl des Durchmessers der Dränageleitungen beruhte seinerzeit vielmehr auf dem Wartungsaspekt, als auf der hydraulischen Notwendigkeit:



Gewählte Sickerwasserdränageleitungen:

Längsgefälle	$I \geq 1.0 \%$
betriebliche Rauheit	$k_b = 1,50 \text{ mm}$ (nach DWA-A 110, 2006)
Nennweite Dränagerohr	DN = ca. 230 mm
max. Abflussmenge bei Vollenfüllung	$Q_{\text{voll}} = 48,3 \text{ l/s}$ (vgl. Tabelle nach Prandtl/Colebrook)

Die Dränageleitungen sind bislang nur zu ca. 4 % ausgelastet. Sie fassen bei einer einprozentigen Längsneigung nach der Tabelle für Kreisprofile nach PRANDTL/COLEBROOK rd. 48,3 l/s. Bei der angeschlossenen Basisabdichtungsfläche von ca. 58 ha und einem Sickerwasserabfluss von ca. 0,24 mm/(d x m²) ergibt sich jedoch nur ein Abfluss von ca. 1,53 l/s:

Zur Ableitung des an der Basis anfallenden Sickerwassers wurden unter Berücksichtigung der Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen insgesamt folgende Entwässerungseinrichtungen gewählt:

- 50 cm mineralische Entwässerungsschicht, $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$, in der Basis bzw.
- 30 cm mineralische Entwässerungsschicht, $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$, in den Böschungen
- Abstand der Dränageleitungen von 242 m
- Sickerwasserdränageleitungen da315, SDR 7,4, PP-H
- Schachtbauwerk im Tiefpunkt
- Kreuzungsbauwerke

Bei dem gewählten Abstand der Sickerwasserdränageleitungen von 242 m ergibt sich ein Ausnutzungsgrad des mineralischen Flächenfilters von etwa 42 %.

Der Erläuterungsbericht „Optimierung zum Einsatz der Sickerwasserrohre“ zum Planfeststellungsbeschluss der BR Köln vom 13.05.2009 (Az. 52.1.21.1-(1.3)-01/08) wurde der BR Köln mit Schreiben vom 25.08.2011 vorgelegt. Die Zustimmung der Änderung erging mit dem Schreiben der Bezirksregierung Köln vom 09.09.2011.

4 Erweiterungsplanung

Die geplante Erweiterung der Deponie umfasst sowohl eine Teilüberplanung der Oberflächenkontur innerhalb der bestehenden Genehmigungsgrenze als auch eine Erweiterung in der Fläche. Die



tatsächliche Erweiterung erstreckt sich im Südosten auf ca. 4,2 ha. Für die geplante und neu abzudichtende Basiserweiterungsfläche ist eine separate Sickerwasserfassung und -ableitung in Form eines mineralischen Flächenfilters und einer Sickerwasserdränageleitung vorgesehen.

Das Entwässerungskonzept der Basisabdichtung besagter Erweiterungsfläche sieht ein V-förmig profiliertes Deponieplanum vor [2]. Das auf der Basisabdichtung gefasste Sickerwasser wird jeweils einer Sickerwasserdränageleitung, welche in der Kehle der V-förmig profilierten Sohle angeordnet ist, zugeführt und von dieser abgeleitet. Das Längsgefälle der Sickerwasserdränageleitung muss nach Abklingen der Setzungen mindestens 1 % betragen. Einen Überblick über das geplante Basisentwässerungskonzept ist Abb. 1 zu entnehmen.

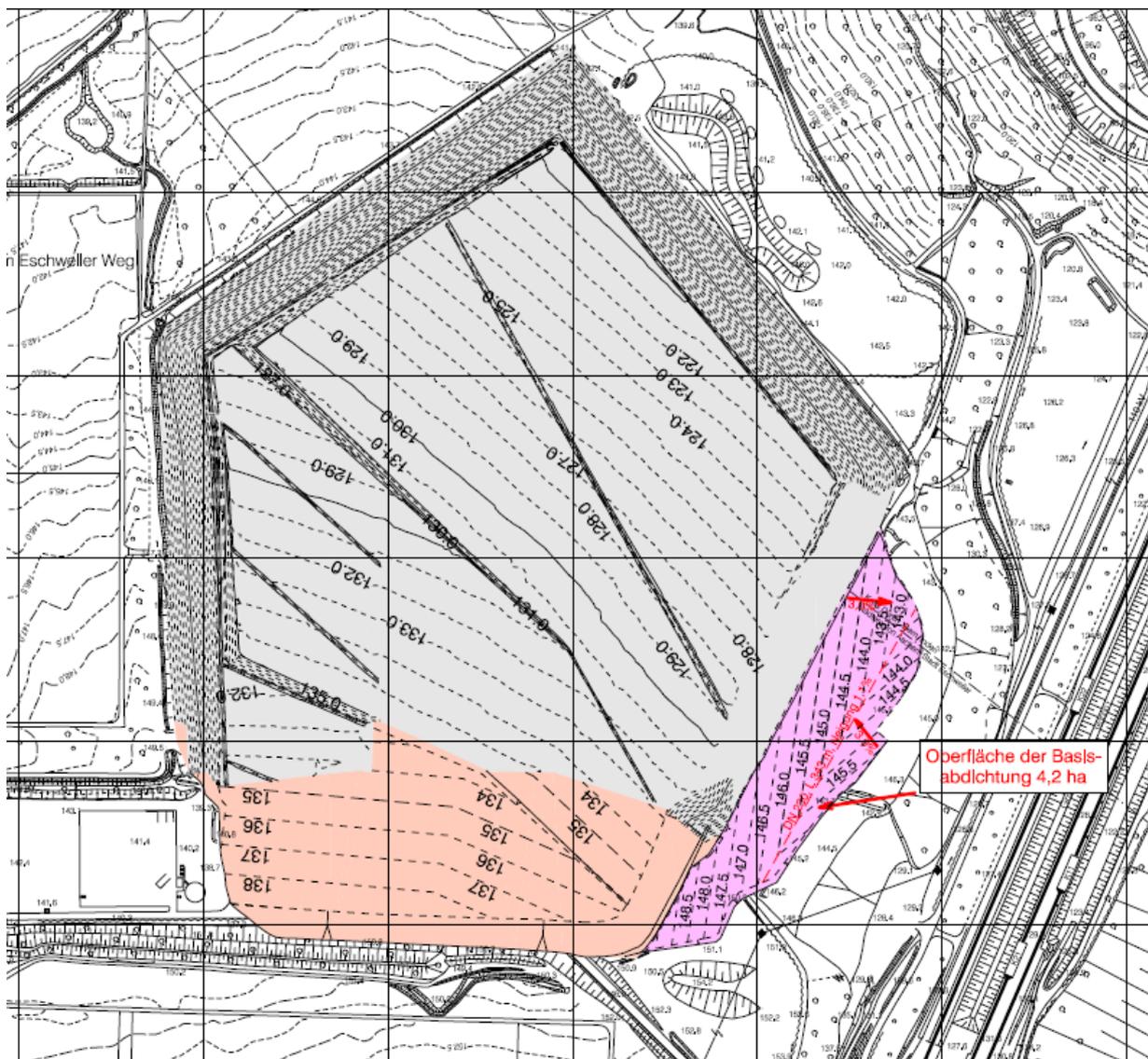


Abb. 1: Erweiterungsflächen der Basisabdichtung (Ausschnitt aus Anhang 1)



Die Erweiterungsfläche A weist ein Quergefälle von rd. 3 % und eine maximale Zulaufänge von etwa 130 m auf (im südlichen Bereich der Erweiterungsfläche). Die Dränageleitung ist in etwa 343 m lang. Am Ende der Dränageleitung ist ein Stutzen bzw. Schacht angeordnet. Das gefasste Sickerwasser wird der jeweiligen innerbetrieblichen Wasserhaltung zugeführt.

Die Auflast der neu geplanten Dränageleitung auf der Erweiterungsfläche beträgt voraussichtlich weniger als 20 m. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Standsicherheit von Dränageleitungen der Druckstufe SDR 11 ausreichend sein wird. Vor der Bauausführung ist jedoch eine statische Berechnung für die Leitungen unter Ansatz des tatsächlich zum Einsatz kommenden Materials zu erstellen. Aus Wartungsgründen sollten weiterhin Dränageleitungen mit einem Mindestinnendurchmesser DN 230 vorgesehen werden. Der hydraulische Nachweis ist Anhang 2 zu entnehmen.

Die Entwässerung der zusätzlichen Fläche erfolgt, wie o.g., nicht über das bestehende Sickerwasserfassungssystem. Eine zusätzliche hydraulische Belastung des bestehenden Basisentwässerungssystems aufgrund der Erweiterungsplanung kann daher ausgeschlossen werden.

Durch die Überplanung der vorhandenen Deponiekontur wird die derzeit genehmigte Endhöhe von 200 mNN nicht überschritten. Der Nachweis der Standsicherheit der eingebauten Sickerwasserdränageleitungen auf der Deponiebasis wurde bereits für die maximale Auflast in Höhe von 72 m vor der Bauausführung erbracht. Im Rahmen der Bauausführung wurden geprüfte statische Berechnungen für die verwendeten Dränageleitungen vorgelegt [3]. Eine erneute statische Berechnung der bereits verlegten Leitungen ist somit nicht erforderlich.

5 Geplantes Basisentwässerungssystem

5.1 Regelanforderungen

Nach der derzeit geltenden DepV /1/ ist zur Entwässerung der Basisabdichtung einer Deponie der Klasse I (DK I) oberhalb der Abdichtungskomponente (hier mineralische Abdichtung) eine Entwässerungsschicht vorzusehen. Der Verordnungsgeber sieht im Hinblick auf die Ausbildung dieser Entwässerungsschicht gemäß Anhang 1, Tabelle 1 DepV /1/ einen mineralischen Flächenfilter (Dränschicht) vor. Gemäß DepV, DIN 19667 und GDA E2-14 sind folgende grundsätzliche Anforderungen an das Basisentwässerungssystem einer DK I-Deponie zu stellen:



- Mächtigkeit: $d \geq 50 \text{ cm}$
- Durchlässigkeit: $k_f \geq 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ (im Endzustand)
- Abstand der Dränageleitungen: 30 m
- Mindestlängsgefälle: 1 %
- Mindestquergefälle: 3 %
- Sickerwasserspende: 10 mm/d

Die Dränschicht dient dabei zur kontrollierten Abführung des auf dem Dichtungselement anfallenden Sickerwassers. Dadurch wird bei sachgemäßer Dimensionierung ein Einstau mit den damit verbundenen Risiken für das Abdichtungssystem verhindert. Gemäß den Vorgaben der DIN 19667 /5/ sowie der Empfehlung GDA-E 2-14 /3/ sind beim Regel-Entwässerungssystem, neben dem mineralischen Flächenfilter, auch Sickerwasserdränageleitungen vorzusehen, die zur Ableitung des gefassten Sickerwassers dienen.

Maßgeblich für die hydraulische Bemessung des Entwässerungssystems ist dabei u.a. die auf der Dichtung anfallende Sickerwassermenge. Gemäß GDA-E 2-14 /3/ ist für die Bemessung des Entwässerungssystems ein gegenüber der durchschnittlichen Sickerwasserspende 10-fach erhöhter Wert von 10 mm/d anzusetzen.

Das Regel-Entwässerungssystem sieht für eine DK I-Deponie eine Mindestmächtigkeit des mineralischen Flächenfilters von 50 cm (siehe Anhang 1, Tabelle 1 DepV /1/) vor. Die Fußnote 3 zur o.g. Tabelle lässt jedoch Ausnahmen hinsichtlich der Mindestdicke der Entwässerungsschicht und deren Körnung zu, wenn nachgewiesen wird, dass es langfristig zu keinem Wasseraufstau im Deponiekörper kommt. Der Regelabstand der Sickerwasserdränrohre beträgt gemäß DIN 19667 /5/ max. 30 m. Jedoch sind auch hier gemäß Pkt. 4.2 der o.g. Norm Abweichungen zulässig, sofern die hydraulische Leistungsfähigkeit des Systems nachgewiesen werden kann.

Im nachfolgenden Kapitel 5.2 erfolgt eine hydraulische Überprüfung des in Kapitel 4 beschriebenen Basisentwässerungskonzepts. Die projektspezifischen Randbedingungen, der gewählte hydraulische Ansatz und die Berechnungsergebnisse werden abschließend zusammengefasst.

5.2 Hydraulischer Nachweis der Entwässerungsschicht

Die grundsätzliche Bemessung des Basisentwässerungssystems erfolgt auf Grundlage der GDA-Empfehlungen E2-14 und E2-20. Aufgrund der standortspezifischen Rahmenbedingungen ist je-



doch unter Beachtung der Ausnahmeregelung der DepV /1/ eine Abweichung vom Regelentwässerungssystem vorgesehen. Das hier beantragte modifizierte System besteht in Analogie zum Regelentwässerungssystem gleichfalls aus einem mineralischen Flächenfilter und Sickerwasserdränageleitungen, die eine dauerhafte, ordnungsgemäße Entwässerung gewährleisten. Die Dimensionierung der Basisentwässerungselemente erfolgt auf Grundlage der Ergebnisse des Sickerwassermonitorings. Von den o.g. Anforderungen wird in der jetzigen Planung bei folgenden Punkten abgewichen:

- Mächtigkeit: $d \geq 30 \text{ cm}$
- Durchlässigkeit: $k_f \geq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
- Abstand der Dränageleitungen: Es wird nur eine Dränageleitung angeordnet.
- Mindestlängsgefälle: 1 %
- Mindestquergefälle: 3,0 %
- Sickerwasserspende: $18,28 \text{ m}^3/\text{d} \cong 0,24 \text{ mm}/(\text{d} \times \text{m}^2)$

Die Berechnung nach E2 -20 /2/ samt Erläuterungen zur Berechnungsgrundlage ist Anhang 2 zu entnehmen, weshalb an dieser Stelle auf eine erneute ausführliche Darstellung verzichtet wird. Als Ergebnis ist festzuhalten, dass die bemessene Aufstauhöhe geringer als die geplante Mächtigkeit der Entwässerungsschicht ist. Der Ausnutzungsgrad liegt bei unter 40 %.

Nach Abklingen der Setzungen muss die Oberfläche der Dichtungsschicht ein Quergefälle $\geq 1,5 \%$ und ein Längsgefälle $\geq 1 \%$ aufweisen. Der mineralische Flächenfilter darf den Durchlässigkeitsbeiwert $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ nicht unterschreiten. Unter der Voraussetzung der Einhaltung des Mindestgefälles und des Durchlässigkeitsbeiwertes kann der mineralische Flächenfilter mit einer Mindestschichtmächtigkeit von 30 cm gewählt werden.

5.3 Hydraulischer Nachweis der Sickerwasserdränageleitungen

Gemäß DIN 19667 /5/ ist bei Leitungslängen größer als 200 m eine hydraulische Berechnung der Dränageleitungen erforderlich. Da im vorliegenden Fall die Leitungsläng bei ca. 343 m bzw liegt, wird die hydraulische Leistungsfähigkeit der Dränagerohre untersucht.



Gewählte Sickerwasserdränageleitungen:

Längsgefälle	$I \geq 1.0 \%$
betriebliche Rauheit	$k_b = 1,50 \text{ mm}$ (nach DWA-A 110, 2006)
Nennweite Dränagerohr	DN = ca. 230 mm
max. Abflussmenge bei Vollfüllung	$Q_{\text{voll}} = 48,3 \text{ l/s}$ (vgl. Tabelle nach Prandtl/Colebrook)

An die Dränageleitungen ist eine maximale Fläche von 4,2 ha angeschlossen. Somit ergeben sich zu erwartende maximale Sickerwassermengen am Tiefpunkt zu 0,12 l/s. Die ermittelten Sickerwassermengen können folglich mit ausreichender Sicherheit abgeführt werden. Die Dimensionierung der Dränageleitung ist ebenso Anhang 2 zu entnehmen. Aus Wartungsgründen sollten Dränageleitungen mit einem Innendurchmesser DN 230 nicht unterschritten werden.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen der Genehmigungsplanung wurde die Geotechnisches Büro Prof. Düllmann GmbH mit der Überprüfung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des gewählten Basisentwässerungskonzepts beauftragt. Wesentliche Grundlagen bildeten, neben den aktuellen Rechtsgrundlagen, das im Jahr 2010 durchgeführte Sickerwassermonitoring [8] und die daraufhin angepasste Ausführungsplanung der bereits genehmigten Basisabdichtung [9]. Auf den Erweiterungsflächen ist ein modifiziertes Entwässerungssystem geplant, da seinerzeit durch das Monitoring erneut belegt werden konnte, dass die Sickerwassermengen bei KWR-Deponien weitaus geringer sind, als bei gängigen Boden-/Bauschuttdeponien der Klasse I. Die Überprüfung der gewählten Parameter (Entwässerungsschichtmächtigkeit, Einzugsängen, Dränageleitungen etc.) mit dem stationären Ansatz nach SCHMID (1993) gemäß /2/ und unter den Erkenntnissen aus dem Sickerwassermonitoring ergab eine ausreichende hydraulische Ableitfähigkeit. Die Statik der vorhandenen Sickerwasserdränageleitungen wurde bereits für die maximale Auflast in geprüfter Form vorgelegt. Eine erneute Berechnung erübrigt sich somit.

i. A. I. Schmidt, M.Eng.

Dr.- Ing. M. Nendza



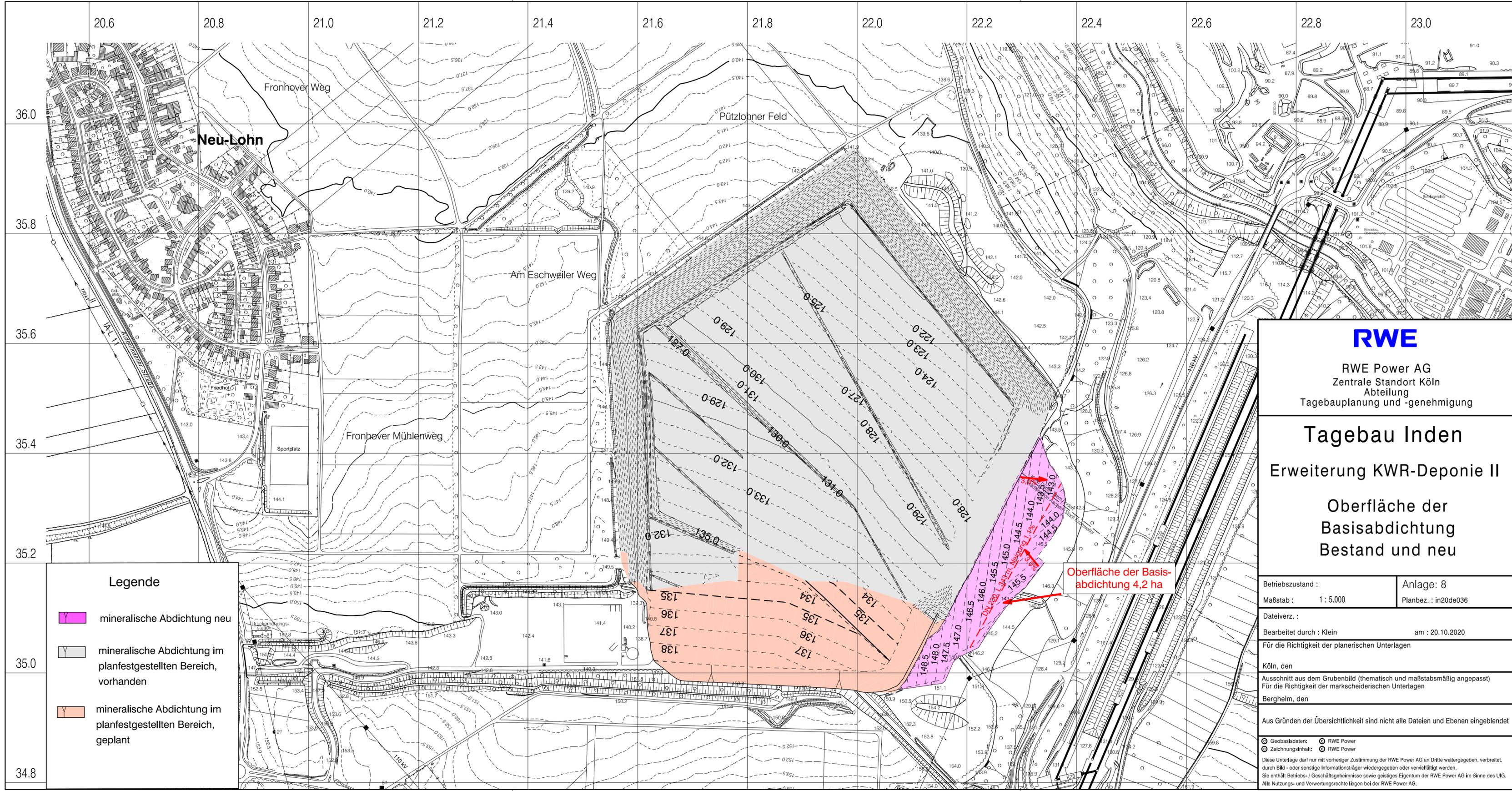
7 Literaturverzeichnis

- /1/ Bund
Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts, Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), vom 27.04.2009, BGBl. I, Nr. 22, S. 900, zuletzt geändert durch Artikel 2 vom 30.06.2020, BGBl. I 3465
- /2/ DGGT
Empfehlungen des AK 6.1 „Geotechnik der Deponiebauwerke“ der DGGT, E 2-20: Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen; Stand Mai 2015
- /3/ DGGT
Empfehlungen des AK 6.1 „Geotechnik der Deponiebauwerke“ der DGGT, E 2-14: Basisentwässerung von Deponien: Stand April 2011
- /4/ ATV-DVWK A 110
Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und –kanälen, 08.2006
- /5/ DIN 19667
Dränung von Deponien – Planung, Bauausführung und Betrieb: Stand August 2015



Anhang 1

Übersichtslageplan der RWE Power AG, M 1 : 5.000



Legende

- mineralische Abdichtung neu
- mineralische Abdichtung im planfestgestellten Bereich, vorhanden
- mineralische Abdichtung im planfestgestellten Bereich, geplant



RWE Power AG
 Zentrale Standort Köln
 Abteilung
 Tagebauplanung und -genehmigung

Tagebau Inden
 Erweiterung KWR-Deponie II

Oberfläche der
 Basisabdichtung
 Bestand und neu

Betriebszustand :	Anlage: 8
Maßstab : 1 : 5.000	Planbez. : in20de036

Dateiverz. :
 Bearbeitet durch : Klein am : 20.10.2020

Für die Richtigkeit der planerischen Unterlagen

Köln, den
 Ausschuss aus dem Grubenbild (thematisch und maßstabsmäßig angepasst)
 Für die Richtigkeit der markseiderischen Unterlagen
 Bergheim, den

Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nicht alle Dateien und Ebenen eingeblendet

Geobasisdaten: RWE Power
 Zeichnungsinhalt: RWE Power

Diese Unterlage darf nur mit vorheriger Zustimmung der RWE Power AG an Dritte weitergegeben, verbreitet, durch Bild- oder sonstige Informationsträger wiedergegeben oder vervielfältigt werden.
 Sie enthält Betriebs- / Geschäftsgeheimnisse sowie geistiges Eigentum der RWE Power AG im Sinne des UIG.
 Alle Nutzungs- und Verwertungsrechte liegen bei der RWE Power AG.



Anhang 2

Bemessung der Entwässerungsschicht der Basisabdichtung



Bemessung der Entwässerungsschicht der Basisabdichtung

1. Bemessungsgrundlagen nach GDA E2-20

Die Bemessung der Entwässerungsschicht erfolgt im vereinfachten Ansatz auf Grundlage der GDA-Empfehlung nach dem stationären Berechnungsansatz von SCHMID (1993).

Bei der Berechnung nach SCHMID (1993) sind 3 Fälle von Parameterkonstellationen zu unterscheiden. Mit den Definitionen nach Abb. 1 gilt für den maximalen Aufstau bei stationären Verhältnissen:

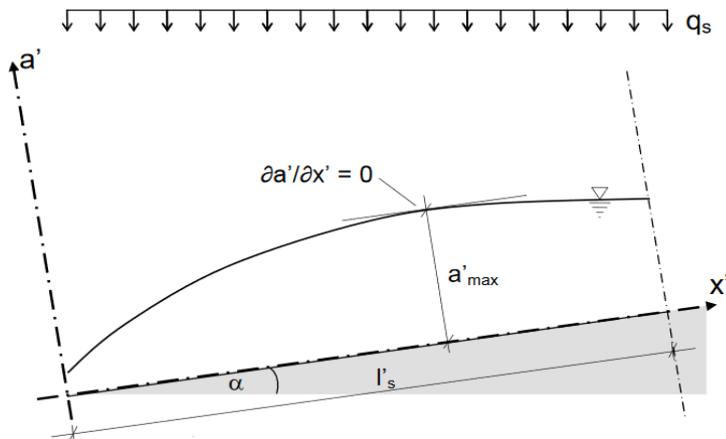


Abb. 1 : Definitionsskizze für den Berechnungsansatz nach SCHMID

$$\text{Fall A : } \Delta = 4 \cdot (q_s / k_x) - \tan^2 \alpha > 0 : \quad (1.1)$$

$$a'_{\max} = \sqrt{\frac{q_s}{k_x}} \cdot l'_s \cdot \exp \left[\frac{\tan \alpha}{\sqrt{\Delta}} \cdot \left(\arctan \frac{k_x \cdot \tan^2 \alpha - 2 \cdot q_s}{k_x \cdot \tan \alpha \cdot \sqrt{\Delta}} - \arctan \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\Delta}} \right) \right]$$

$$\text{Fall B : } \Delta = 4 \cdot (q_s / k_x) - \tan^2 \alpha = 0 : \quad (1.2)$$

$$a'_{\max} = \sqrt{\frac{q_s}{k_x}} \cdot l'_s \cdot \frac{1}{e} \quad (e = \text{Euler'sche Zahl})$$

$$\text{Fall C : } \Delta = 4 \cdot (q_s / k_x) - \tan^2 \alpha < 0 : \quad (1.3)$$

$$a'_{\max} = \sqrt{\frac{q_s}{k_x}} \cdot l'_s \cdot \left| \frac{-2 \cdot q_s + k_x \cdot \tan \alpha \cdot (\tan \alpha - \sqrt{-\Delta})}{-2 \cdot q_s + k_x \cdot \tan \alpha \cdot (\tan \alpha + \sqrt{-\Delta})} \cdot \frac{\tan \alpha + \sqrt{-\Delta}}{\tan \alpha - \sqrt{-\Delta}} \right|^{\frac{\tan \alpha}{2 \cdot \sqrt{-\Delta}}}$$

mit:

a'_{\max}	= maximaler Aufstau über der Sohle	m
x'	= Koordinate, hangparallel	m
l'_s	= maximale Zulaufstrecke zum Fassungssystem (hangparallel)	m
q_s	= Dränspende	m/s
α	= Böschungswinkel	°
k_x	= Durchlässigkeit Entwässerungsschicht	m/s



2. Bemessungsgrößen

Grundlagen Dränspende q_s

Die Sickerwasserspense wird basierend auf den Ergebnissen des Sickerwassermonitorings festgelegt:

$$q_s = 0,24 \text{ mm}/(\text{d} \times \text{m}^2) \triangleq 0,03 \text{ l}/(\text{s} \times \text{ha})$$

Grundlagen Geometrie

Zur Berechnung der maximalen Aufstauhöhe werden folgende geometrische Randbedingungen festgelegt:

$$l'_s = 130 \text{ m}$$

Grundlagen Durchlässigkeitsbeiwert:

Laut Auskunft des Antragstellers wird für die Flächendränage ein Material eingesetzt, das den Durchlässigkeitsbeiwert

$$k_f = 1,00\text{E-}04 \text{ m/s}$$

sicher einhalten kann.

Nachfolgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung der Eingangsparameter für die Bemessung der Entwässerungsschicht.

EZG	J %	n	kf-Wert m/s	q_s l/(s x ha)	l'_s m
4,2 ha	3,00	33,33	1,00E-04	0,03	130

J	= minimales Gefälle	%
n	= minimale Neigung	1:n
k_f -Wert	= Durchlässigkeit Entwässerungsschicht	m/s
q_s	= Dränspende	l/(s x ha)
l'_s	= maximale Zulaufstrecke zum Fassungssystem (hangparallel)	m



3. Bestimmung des maximalen Aufstaus

EZG 4,2 ha

Bemessungsdränspende	q_s	=	0,03 l/(s x ha)
		=	2,78E-09 m/s
Durchlässigkeit Entwässerungsschicht	kf-Wert	=	1,00E-04 m/s
max. Zulaufstrecke Fassungs-system	l'_s	=	130,00 m
minimales Gefälle	J	=	3,00 %
bei einer Neigung 1 : n mit	n	=	33,33
Böschungswinkel	a	=	1,718 °
Parameterkonstellation nach SCHMIDT	Δ	=	-7,89E-04
mit	Δ	<	0
maßgebender Bemessungsfall:	Fall	C	
Aufstauhöhe im Fall A	$a'_{max, Fall A}$	=	nicht maßgebend
Aufstauhöhe im Fall B	$a'_{max, Fall B}$	=	nicht maßgebend
Aufstauhöhe im Fall C	$a'_{max, Fall C}$	=	0,11 m
maximal vorhandene Aufstauhöhe	a'_{max}	=	0,11 m
Mächtigkeit Entwässerungsschicht	$d_{Drän}$	=	0,30 m

Fazit:

Die rechnerische Einstauhöhe liegt mit 11 cm unter der gewählten Entwässerungsschichtmächtigkeit von 30 cm.



4. Dimensionierung der gewählten Sickerwasserdränageleitungen

Zur Ableitung der anfallenden Sickerwasserdränspende ist je Abschnitt eine Dränageleitung vorgesehen:

Längsgefälle	1 %
betriebliche Rauheit k_b	1,5 mm
gewählte Nennweite	230 mm
max. Abflussmenge bei Vollenfüllung (gem. Tab. Prandtl/Colebrook)	48,3 l/s

Die maximale angeschlossene Fläche weist eine Größe von ca. 8 ha auf.

Leitung	A_E m ²	Dränspende q_s l/(s*ha)	Abfluss $Q_{\text{vorh. Ges}}$ l/s	DN 230 Q_{voll} l/s	Ausnutzungs- grad %
-					
Siwa 1	42.000	0,03	0,12	48,30	0,24

Aus Wartungsgründen sollten Dränageleitungen mit einem Innendurchmesser DN 230 ausgewählt werden.

Auf den neuen Abschnitten wird die Abfallschüttung unter 20 m liegen, weshalb derzeit davon ausgegangen wird, dass Leitungen der Druckstufe SDR 11 aus statischer Sicht ausreichend sein werden. Für die Ableitung der anfallenden Sickerwasserdränspende können nach derzeitigem Kenntnisstand z.B. Dränageleitungen:

da280, SDR11, PP-H

gewählt werden.

Der statische Nachweis ist vor Bausausführung zu erbringen.

4. Fazit

Das geplante Entwässerungskonzept konnte auf Grundlage der GDA E2-20 und den o.g. Randbedingungen rechnerisch nachgewiesen werden.