

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

Bemessung der mineralischen Entwässerungsschicht der Oberflächenabdichtung

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
Bemessung der mineralischen Entwässerungsschicht
der Oberflächenabdichtung

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: 11 Seiten (einschließlich Deckblatt und Inhaltsverzeichnis)
1 Anhang



Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	4
2	Unterlagenverzeichnis	5
3	Erweiterungsplanung	6
4	Geplantes Oberflächenentwässerungssystem	7
4.1	Regelanforderungen	7
4.2	Hydraulischer Nachweis der Entwässerungsschicht	7
5	Zusammenfassung und Empfehlung	9
6	Literaturverzeichnis	11

Anlagenverzeichnis

Anhang 1 Bemessung der Entwässerungsschicht der Oberflächenabdichtung



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 18.08.2020 ein Konzept der Profilierungsplanung der Oberflächenabdichtung für die Erweiterungsplanung vor. Die Geotechnisches Büro Prof. Düllmann GmbH (GBD) wurde bei diesem Termin mit der Dimensionierung des Oberflächenentwässerungssystems des Erweiterungsbereichs 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 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 auf einer Gesamtfläche von ca. 5,8 ha (südöstliche Erweiterung). Im Gegensatz zu der ursprünglichen Rekultivierungsplanung ergibt sich durch die neue Profilierungsplanung ein etwa 5,9 ha großes Plateau, welches mit einer Generalneigung von 3 % ausgebildet werden soll.

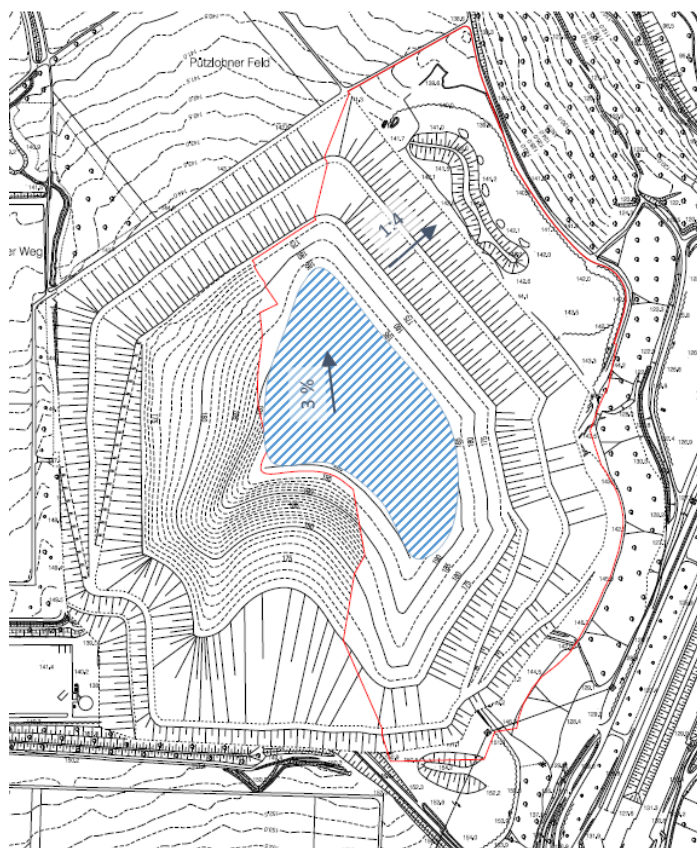


Abb. 1: Geplante Oberflächenkontur Endstand [2] mit Darstellung der Fließrichtung und Neigung

Für die Bemessung der mineralischen Entwässerungsschicht ist aufgrund der geringen Neigung von 3 % und der großen Einzugslänge von ca. 285 m das in Abb. 1 blau markierte Plateau maßgebend.



4 Geplantes Oberflächenentwässerungssystem

4.1 Regelanforderungen

Nach der derzeit geltenden DepV /1/ ist zur Entwässerung der Oberflächenabdichtung einer Deponie der Klasse I (DK I) oberhalb der Abdichtungskomponente (hier mineralische Abdichtung) eine Entwässerungsschicht vorzusehen. Der Ordnungsgeber sieht im Hinblick auf die Ausbildung dieser Entwässerungsschicht gemäß Anhang 1, Tabelle 2 DepV /1/ einen mineralischen Flächenfilter (Dränschicht) vor. Gemäß DepV und GDA E2-20 /2/ sind folgende grundsätzliche Anforderungen an das Oberflächenentwässerungssystem einer DK I-Deponie zu stellen:

- Mächtigkeit: $d \geq 30 \text{ cm}$
- Durchlässigkeit: $k_f \geq 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$
- Mindestgefälle: 5 %
- Dränspende: 25 mm/d

Das Regel-Entwässerungssystem sieht für eine DK I-Deponie eine Mindestmächtigkeit des mineralischen Flächenfilters von 30 cm (siehe Anhang 1, Tabelle 2 DepV /1/) vor. Die Fußnote 4 zur o.g. Tabelle lässt jedoch Ausnahmen hinsichtlich der Mindestdicke der Entwässerungsschicht und deren Körnung zu, wenn nachgewiesen wird, dass die hydraulische Leistungsfähigkeit der Entwässerungsschicht und die Standsicherheit der Rekultivierungsschicht dauerhaft gewährleistet sind.

Für die Vorbemessungen von Entwässerungsschichten sollte grundsätzlich von einer maßgeblichen Dränspende von $q_s = 25 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \cong 25 \text{ mm/d}$ (Tagesspitzenwert) ausgegangen werden /2/.

Im nachfolgenden Kapitel 4.2 erfolgt die Dimensionierung der Entwässerungsschicht unter den projektspezifischen Randbedingungen. Die Berechnungsergebnisse werden abschließend zusammengefasst.

4.2 Hydraulischer Nachweis der Entwässerungsschicht

Die Bemessung des Oberflächenentwässerungssystems erfolgt im vereinfachten Ansatz auf Grundlage der GDA-Empfehlungen E2-20 /2/ nach dem stationären Berechnungsansatz nach SCHMID (1993) für die Ableitung der Dränspende in ein talseitiges Drän (hier Fangdränage). Das



auf der Oberflächenabdichtung anfallende Dränwasser muss im Entwässerungssystem gesammelt und im freien Gefälle abgeleitet werden. Dabei muss die rechnerisch ermittelte Aufstauhöhe in der Entwässerungsschicht kleiner als die gewählte Entwässerungsschichtmächtigkeit sein.

Aufgrund der standortspezifischen Rahmenbedingungen ist unter Beachtung der Ausnahmeregelung der DepV /1/ eine Abweichung vom Regelentwässerungssystem vorgesehen. Für die Dimensionierung des Oberflächenabdichtungssystems werden folgende Parameter angesetzt:

- Mächtigkeit: $d \geq 30 \text{ cm}$
- Durchlässigkeit: $k_f \geq 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$
- Mindestgefälle: 3 %
- Dränspende: 25 mm/d

Die Berechnung nach E2 -20 /2/ samt Erläuterungen zur Berechnungsgrundlage ist Anhang 1 zu entnehmen.

Die Dimensionierung des Plateaubereichs wurde in zwei Schritten durchgeführt.

1. Im ersten Schritt wurde die Berechnung der Aufstauhöhe in der Entwässerungsschicht auf Grundlage der gesamten Einzugslänge in Höhe von ca. 285 m durchgeführt. In Anhang 1 wird dieser Bereich *EZG Plateau 1* genannt. Die Berechnung ergab einen rechnerischen Aufstau von über 1,94 m. Eine Ableitung des Dränwassers innerhalb der Entwässerungsschicht ohne die Anordnung von Fangdränagen ist somit nicht zulässig, weshalb in einem zweiten Berechnungsschritt der Abstand der Fangdränagen ermittelt wurde.
2. Im zweiten Schritt erfolgte die Ermittlung der Fangdränagenabstände. Dieser Bereich wird in Anhang 1 mit *EZG Plateau 2* bezeichnet. Die Berechnung ergab, dass für eine ordnungsgemäße Dränwasserableitung die Einzugslängen der Fangdränagen auf 44 m zu begrenzen sind.

Zusätzlich wurde für die anschließende Böschung, welche eine Neigung von 1 : 4 aufweist, der hydraulische Nachweis geführt. Die rechnerisch ermittelte Aufstauhöhe beträgt 27 cm. Die Anordnung zusätzlicher Fangdränagen ist erwartungsgemäß in steilen Böschungsbereichen nicht notwendig.

Nach Abklingen der Setzungen muss die Oberfläche der Dichtungsschicht ein Mindestgefälle von 3 % aufweisen. Der mineralische Flächenfilter darf den Durchlässigkeitsbeiwert $k_f \geq 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$



dauerhaft nicht unterschreiten. Unter der Voraussetzung der Einhaltung des Mindestgefälles und des Durchlässigkeitsbeiwertes kann der mineralische Flächenfilter mit einer Mindestschichtmächtigkeit von 30 cm gewählt werden. Zusätzlich sind die Einzugsängen der Fangdränagen auf 44 m zu begrenzen. Die Fangdränagen sind spül- und befahrbar auszurichten. Hierzu eignen sich z.B. Kontrollschächte oder Stutzen. Der Mindestinnendurchmesser sollte gemäß GDA E2-20 200 mm nicht unterstreiten.

5 Zusammenfassung und Empfehlung

Im Rahmen der Genehmigungsplanung wurde die Geotechnisches Büro Prof. Düllmann GmbH mit der Dimensionierung des Oberflächenentwässerungssystems beauftragt. Die Überprüfung der gewählten Parameter (Entwässerungsschichtmächtigkeit, Einzugsängen, Fangdränagen etc.) mit dem stationären Ansatz nach SCHMID (1993) gemäß /2/ ergab eine ausreichende hydraulische Ableitfähigkeit.

Der o.g. Nachweis dient zur Überprüfung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der geplanten Deponieoberflächenkontur. Das infiltrierte Niederschlagswasser soll ordnungsgemäß über die Entwässerungsschicht im freien Gefälle abgeführt werden. Der maximal auftretende Aufstau darf dabei die Entwässerungsschichtmächtigkeit nicht überschreiten.

Zur Berechnung des maximalen Aufstaus muss zunächst die maßgebende Dränspende ermittelt werden. Zur Vereinfachung wurde der Spitzenabfluss gemäß E2-20 gewählt.

Im weiteren Schritt wird in der E2-20 die Bemessung der Entwässerungsschicht vereinfacht mit stationären Verhältnissen beschrieben.

Im Bereich des Plateaus ergeben sich erwartungsgemäß sehr große Aufstauhöhen, weshalb die Einzugsänge der Fangdränagen auf 44 m begrenzt werden muss.

Die Ergebnisse mit dem stationären Ansatz führen bei großen Einzugsängen und geringen Neigungen zu einer unrealistischen Aufstauhöhe und somit zu einer Überdimensionierung des Entwässerungssystems. Berechnungsbeispiele führte u.a. Prof. Dr.-Ing. H. G. Ramke /3/ an. Verweise hierauf finden sich jedoch auch in der E2-20 /2/.

Der oben geführte hydraulische Nachweis unter dem stationären Ansatz zeigt auf, dass an dieser Stelle die instationäre Berechnung der Filterströmung ein geeignetes Instrument zum Nach-



weis der ausreichenden Dimensionierung der Entwässerungsschicht sein kann. Dieser Ansatz sollte im Zuge der Ausführungsplanung konkretisiert werden.

Ebenso können für projektspezifische Abschätzungen der Dränspende q_s hydrologische Untersuchungen durchgeführt werden. Unter Berücksichtigung der E2-30 können mit validierten Wasserhaushaltsmodellen maßgebliche Dränspenden für definierte Standortbedingungen näherungsweise abgeleitet werden (HELP-Modell).

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

Dr.- Ing. M. Nendza



6 Literaturverzeichnis

- /1/ Bund
Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts, Verordnung über Deponien und Langzeitleger (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/ RAMKE, H.-G. (2002): Oberflächenwassersammlung und -ableitung in: Handbuch der Müll- und Abfallbeseitigung, Kennziffer 4542, Erich Schmidt Verlag, Berlin



Anhang 1

Bemessung der Entwässerungsschicht der Oberflächenabdichtung



Bemessung der Entwässerungsschicht der Oberflächenabdichtung

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:

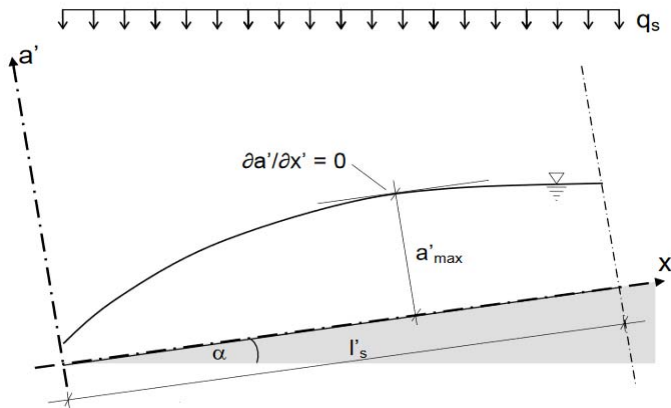


Abb. 1 : Definitionsskizze für den Berechnungsansatz nach SCHMID

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

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

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

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

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

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

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

Für die Vorbemessung der Entwässerungsschicht wird nach E2-20 die maßgebliche Dränspende:

$$q_s = 25 \text{ mm/d} \cong 2,89 \text{ l/(s x ha)}$$

festgelegt.

Grundlagen Geometrie

Der Nachweis erfolgt anhand einer Modellböschung (ungünstigste Kombination aus Zulaufänge und Gefälle). Das Plateau mit nur 3 % Gefälle und einer Einzugslänge von ca. 285 m bildet dabei den ungünstigsten Fall.

Zusätzlich wird die hydraulische Leistungsfähigkeit der Böschungsbereiche überprüft.

Zur Berechnung der maximalen Aufstauhöhe werden folgende geometrische Randbedingungen festgelegt:

$$\begin{array}{lll} l'_{s1} & = & 285 \text{ m} \quad \text{Plateau} \\ l'_{s2} & = & 220 \quad \text{Böschung} \end{array}$$

Grundlagen Durchlässigkeitsbeiwert

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

$$k_f = 1,00E-03 \text{ m/s}$$

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
Plateau 1	3,00	33,33	1,00E-03	2,89	285
Plateau 2	3,00	33,33	1,00E-03	2,89	44
Böschung	25,00	4,00	1,00E-03	2,89	235

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 Plateau 1

Bemessungsdränspende	q_s	=	2,89 l/(s x ha)
		=	2,89E-07 m/s
Durchlässigkeit Entwässerungsschicht	kf-Wert	=	1,00E-03 m/s
max. Zulaufstrecke Fassungssystem	l'_s	=	285,00 m
minimales Gefälle	J	=	3,00 %
bei einer Neigung 1 : n mit	n	=	33,33
Böschungswinkel	a	=	1,718 °
Parameterkonstellation nach SCHMIDT	Δ	=	2,57E-04
mit	Δ	>	0
maßgebender Bemessungsfall:	Fall	A	
Aufstauhöhe im Fall A	$a'_{max, Fall A}$	=	1,94 m
Aufstauhöhe im Fall B	$a'_{max, Fall B}$	=	nicht maßgebend
Aufstauhöhe im Fall C	$a'_{max, Fall C}$	=	nicht maßgebend
maximal vorhandene Aufstauhöhe	a'_{max}	=	1,94 m
Mächtigkeit Entwässerungsschicht	$d_{Drän}$	=	0,30 m

Fazit: Aufgrund der geringen Neigung des Plateaus, der großen Einzugslänge und vor allem des gewählten stationären Berechnungsansatzes gemäß E2-20, ergibt sich eine rein rechnerische Einstauhöhe von rd. 1,94 m. Zur Reduzierung der Einstauhöhe müssen im Plateaubereich Fangdränagen angeordnet werden. Die Einzugsängen der Fangdränagen werden nachfolgend berechnet:

EZG Plateau 2

Bemessungsdränspende	q_s	=	2,89 l/(s x ha)
		=	2,89E-07 m/s
Durchlässigkeit Entwässerungsschicht	kf-Wert	=	1,00E-03 m/s
max. Zulaufstrecke Fassungssystem	l'_s	=	44,00 m
minimales Gefälle	J	=	3,00 %
bei einer Neigung 1 : n mit	n	=	33,33
Böschungswinkel	a	=	1,718 °
Parameterkonstellation nach SCHMIDT	Δ	=	2,57E-04
mit	Δ	>	0
maßgebender Bemessungsfall:	Fall	A	
Aufstauhöhe im Fall A	$a'_{max, Fall A}$	=	0,30 m
Aufstauhöhe im Fall B	$a'_{max, Fall B}$	=	nicht maßgebend
Aufstauhöhe im Fall C	$a'_{max, Fall C}$	=	nicht maßgebend
maximal vorhandene Aufstauhöhe	a'_{max}	=	0,30 m
Mächtigkeit Entwässerungsschicht	$d_{Drän}$	=	0,30 m

Fazit: Zur Einhaltung der Einstauhöhe von 30 cm dürfen die Einzugsängen der Fangdränagen 44 m nicht überschreiten.



EZG Böschung

Bemessungsdränspende	q_s	=	2,89 l/(s*ha)
		=	2,89E-07 m/s
Durchlässigkeit Entwässerungsschicht	kf-Wert	=	1,00E-03 m/s
max. Zulaufstrecke Fassungssystem	l'_s	=	235,00 m
minimales Gefälle	J	=	25,00 %
bei einer Neigung 1 : n mit	n	=	4,00
Böschungswinkel	a	=	14,04 °
Parameterkonstellation nach SCHMIDT	Δ	=	-6,13E-02
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	$a'_{max, Fall C}$	=	0,27 m
maximal vorhandene Aufstauhöhe	a'_{max}	=	0,27 m
Mächtigkeit Entwässerungsschicht	$d_{Drän}$	=	0,30 m

Fazit: Die maximale Aufstauhöhe liegt mit 27 cm unter der gewählten Entwässerungsschichtmächtigkeit in Höhe von 30 cm.