

Prüfungsbericht

Nr. 24G00186 /STMA

Datum: 09.07.2024

1 Vorgang

- 1.1 Bauort: **Deponie Steinegaden**
- 1.2 Bauvorhaben: Statische Prüfung der Berechnung von Sickerwasserrohren aus PE-HD; d_a 400 SDR 7,4
z. T. als Segmentbogen verlegt
- 1.3 Bauherr: Steinegaden Deponie Betrieb GmbH & Co. KG
Wilhelm-Geiger-Str. 1
DE-87561 Oberstdorf
- 1.4 Aufsteller: SIMONA AG
Division Rohre u. Formteile
Teichweg 16
DE-55606 Kirn
- 1.5 Planer: Ingenieurbüro Haas-Kahlenberg GmbH
Talhofstrasse 14
DE-82205 Gilching

Bearbeiter: Dipl.-Ing.(FH) Markus Maletz
Telefon-Nr.: +49 911 81771-429
Telefax-Nr.: +49 911 81771-439
Mail: markus.maletz@lga.de

LGA Bautechnik GmbH
Tillystraße 2
90431 Nürnberg

Tel. +49 911 81771-429
Fax +49 911 81771-439
grundbauinstitut@lga.de

Geschäftsführung
Hans-Peter Trinkl

Dieser Prüfungsbericht umfasst 6 Textseiten.

Der Prüfungsbericht bezieht sich ausschließlich auf das/die im Bericht genannte(n) Probenmaterial/
Prüfstück.

Dieser Prüfungsbericht darf nur im vollen Wortlaut veröffentlicht werden.
Jede Veröffentlichung in Kürzung oder Auszug bedarf der vorherigen Genehmigung durch die
LGA Bautechnik GmbH.

Nürnberg HRB 20586

Für die Auftragsabwicklung haben wir wesentliche Daten und Ihre Anschrift gespeichert.
Der Datenschutz ist gewährleistet.

www.lga.de



2 Inhalt

1	Vorgang	1
2	Inhalt	2
3	Prüfungsunterlagen	2
3.1	Geprüfte Unterlagen	2
3.2	Sonstige Unterlagen	2
4	Baubeschreibung und Inhalt der geprüften Unterlagen	3
4.1	Baubeschreibung	3
4.2	Inhalt der geprüften Unterlagen	3
5	Belastung und Betriebsbedingungen	3
6	Bauprodukte / char. Kennwerte	4
7	Baugrund	4
8	Prüfbemerkungen	5
9	Prüfergebnis	5
10	Sonstige Bemerkungen	6

3 Prüfungsunterlagen

3.1 Geprüfte Unterlagen

- 3.1.1 Statische Berechnungen auf der Grundlage der ATV-DVWK-M 127, Teil 1 „Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungsleitungen für Sickerwasser aus Deponien“ sowie der relevanten Deponie Empfehlungen.

Ein Exemplar á 12 Seiten statische Berechnungen (Bau- und Betriebszustand) vom 30.04.2024 mit einem Anhang (Zeichnung Segmentbogen) [3.2.6] für den Außendurchmesser d_a 400, SDR 7,4.

3.2 Sonstige Unterlagen

- 3.2.1 Merkblatt ATV-DVWK-M 127-Teil 1, Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungsleitungen für Sickerwasser aus Deponien, März 1996

- 3.2.2 Vorläufige Bemessungsgrundsätze für Bauteile in Deponien, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, November 1995



- 3.2.3 G. Sonntag: Die Stabilität dünnwandiger Rohre im kohäsionslosen Kontinuum, Felsmechanik und Ingenieurgeologie Vol. 4/3, 1966, Springer Verlag
- 3.2.3 SKZ / TÜV - LGA Güterrichtlinie Rohre, Rohrleitungsteile, Schächte und Bauteile in Deponien vom Juni 2017
- 3.2.4 Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127, Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen, 3. Auflage August 2000
- 3.2.5 Arbeitsblatt DWA-A 127-10 - Statische Berechnung von Entwässerungsanlagen - Teil 10: Werkstoffkennwerte - September 2020
- 3.2.6 Zeichnung „segmentgeschweißter Bogen 20°“ Nr. 240326-2LR, d_a 400 mm, SDR 7,4, SIMONA Technical Service Center, ohne Datum, ENTWURF

4 Baubeschreibung und Inhalt der geprüften Unterlagen

4.1 Baubeschreibung

Auf der Deponie Steinegaden soll ein Sickerwassersystem zur Deponieentwässerung installiert werden. Dazu werden planmäßig u. a. PE 100-Rohre d_a 400 mm verlegt.

4.2 Inhalt der geprüften Unterlagen

Die geprüften Unterlagen beinhalten die statische Berechnung für die Überprüfung der Tragfähigkeit der Konstruktion für die unter Ziffer 4.1 beschriebene Baumaßnahme. Dabei wird sowohl der Bau- als auch der Betriebszustand betrachtet.

5 Belastung und Betriebsbedingungen

Die Überdeckungshöhen ergeben sich zu:

$h_{ü,min}$	= 1,00 m	(Bauzustand)
$h_{ü,max}$	= 18,30 m	(Betriebszustand)

Die Wichte des mineralischen Mülls wird mit $\gamma_{Mü} = 15 \text{ kN/m}^3$ angegeben – für die Abdeckung ist der Wert einer Bodenwichte von $\gamma_B = 20 \text{ kN/m}^3$ verwendet worden.

Eine anstehende Belastung aus Grundwasser ist nicht vorhanden und wird daher auch nicht in Ansatz gebracht.

Die Rohrleitung d_a 400 wird z. T. in einem Segmentbogen (vertikal) verlegt; die Gesamtabwinklung beträgt dabei $\alpha = 20^\circ$ und wird mit 3 Rohrstangen je $L = 6,0 \text{ m}$ gefertigt. Die Konstruktion wurde mittels FEM räumlich abgebildet und als Vergleichsrechnung überprüft.

Es wird in der Berechnung eine Einwirkung durch eine Verkehrslast SLW 60 bei geringer Überdeckung angesetzt. Diese erzeugt – bei den höheren Überdeckungen – jedoch keine nennenswerte Bodenspannung in Rohrscheitelhöhe.

6 Bauprodukte / char. Kennwerte

Für das PE-HD Rohr aus PE 100 Material werden die Kennwerte der Fa. SIMONA AG verwendet – für die Vergleichsrechnung wurden die Werte aus dem Arbeitsblatt DWA-A 127-10 in Ansatz gebracht. Diese wurden wegen dem Einfluss des Mediums „Sickerwasser“ noch zusätzlich abgemindert.

Kurzzeit E-Modul:	$E_K = 800,0 \text{ N/mm}^2$
Langzeit E-Modul:	$E_L = 160,0 \text{ N/mm}^2$
Biegefestigkeit (Zug) kurz.::	$\sigma_{RBZ} = 21,0 \text{ N/mm}^2$
Biegefestigkeit (Zug) langz.::	$\sigma_{RBZ} = 14,0 \text{ N/mm}^2$
Biegefestigkeit (Druck) kurz.::	$\sigma_{RBD} = 21,0 \text{ N/mm}^2 \text{ (reduziert)}$
Biegefestigkeit (Druck) langz.::	$\sigma_{RBD} = 14,0 \text{ N/mm}^2 \text{ (reduziert)}$
Abminderung Medium:	$A_2 = 0,90$
Wichte Rohr:	$\gamma_R = 9,6 \text{ kN/m}^3$
Poissonzahl:	$\nu = 0,38$

7 Baugrund

Für die Kiesschüttung neben und oberhalb des Rohres wurden folgende bodenmechanischen Kennwerte angesetzt.

Zone:	E_1
Bodengruppe:	G1
Verformungsmodul:	$E_1 = 40 \text{ MN/m}^2$
Zone:	E_2
Bodengruppe:	G1
Verformungsmodul:	$E_{20} = 40 \text{ MN/m}^2$

Der anstehende Boden wurde ebenfalls mit einem Wert von $E_3 = 40 \text{ MN/m}^2$ berücksichtigt.

Unterhalb der Rohrleitung wurde ein Gesamt-Verformungsmodul von $E_4 \approx 5 \text{ MN/m}^2$ aus dem Rohraufleger (Bodengruppe G1) und dem darunter befindlichen Boden (Bodengruppe G4) ermittelt.

8 Prüfbemerkungen

- 8.1 Die statischen Berechnungen für die PE-HD Rohre d_a 400 wurden durch unabhängige Vergleichsberechnungen (Stabwerk-Software, FEM) im Bau- und Betriebszustand geprüft. Es wurden die Ausgangswerte und die, für die Beurteilung der Tragfähigkeit erforderlichen Endergebnisse kontrolliert. Diese können bestätigt werden.
- 8.2 Die Lastannahmen unter Abs. 5 sind auf der Baustelle von der Bauleitung verantwortlich auf Übereinstimmung mit den insitu-Bedingungen zu überprüfen. Bei Abweichungen sind der aufstellende Statiker und der Prüfenieur zu informieren und die statische Berechnung den geänderten Lasteinwirkungen anzupassen.
- 8.3 Die PE-HD Rohre d_a 400 sind erst ab einer Überdeckung von mindestens $h_u \geq 1,5$ m mit Schwerlastverkehr zu befahren.
- 8.4 Alle Anschlüsse an feste Bauwerke (z. B.: Schächte) sind so auszuführen, dass Relativbewegungen Bauwerk/Rohr schadlos aufgenommen werden können.
- 8.5 Die Vorgaben bezüglich des Rohraufagers wurden bei der statischen Prüfung berücksichtigt. Die unter Abs. 5. aufgeführten Lagerungs- und Einbaubedingungen werden als zutreffend vorausgesetzt. Auf die Einhaltung der Verformungsmoduln E_1 bzw. E_{20} ist zu achten; diese sind ggf. durch einen Baugrundgutachter stichprobenartig zu überprüfen.
- 8.6 In der geprüften statischen Berechnung nach ATV-DVWK-A 127 wird eine gleichmäßige Lagerung in Rohrlängsrichtung vorausgesetzt. Belastungen der Rohrleitung durch ungleichmäßige Setzungen über die Rohrlänge, die Zwangsbeanspruchungen in Rohrlängsrichtung bewirken, sind in der statischen Berechnung nach ATV-DVWK-A 127 nicht berücksichtigt und sind somit durch geeignete konstruktive Maßnahmen zu verhindern bzw. auf der Baustelle sicherzustellen.

9 Prüfergebnis

Aufgrund der Überprüfung der unter Ziff. 2. genannten Unterlagen wird bestätigt, dass die dargestellten Konstruktionen in statischer und konstruktiver Hinsicht dem Stand der Technik entsprechen.

Es bestehen aus statischer Sicht, wenn die von uns überprüften Unterlagen zugrunde gelegt, die vorhandenen Grüneintragungen in der Ausführungsstatik und die Hinweise unter Ziff. 8.2 bis Ziff. 8.6 eingehalten werden, keine Bedenken bezüglich der geplanten Ausführung.



10 Sonstige Bemerkungen

Die Prüfung ist abgeschlossen.

LGA Bautechnik GmbH
Grundbauinstitut, Statik

A blue ink signature, appearing to be 'BK', written in a cursive style.

Dipl.-Ing.(FH) Barbara Koch
Referatsleiterin

A blue ink signature, appearing to be 'Maletz', written in a cursive style.

Dipl.-Ing.(FH) Markus Maletz
EUR ING

Verteiler:

Steinegaden Deponie Betrieb GmbH & Co. KG
Ingenieurbüro Haas-Kahlenberg GmbH

Bericht

1-fach (PDF)
1-fach (PDF)

Anlagen

1-fach (PDF)
1-fach (PDF)

SIMONA AG · Teichweg 16 · 55606 Kirn · Deutschland

Ingenieurbüro Haas-Kahlenberg GmbH
Herrn Gerhard Haas-Kahlenberg
Talhofstrasse 14
82205 Gilching

Name: Laszlo Rösch
Phone: +49 (0) 67 52 14 - 424
Fax: +49 (0) 67 52 14 - 60 424
E-Mail: laszlo.roesch@simona-group.com

Datum 29.07.2024

Berechnung von SIMONA® PE 100 Rohren nach DWA-M 127, Teil 1 **Objekt: Deponie Steinegaden**

Sehr geehrter Herr Haas-Kahlenberg,

auf der Grundlage des Merkblattes DWA- (ATV-DVWK-) M 127, Teil 1, „Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungsleitungen für Sickerwasser aus Deponien, Ergänzung zum Arbeitsblatt DWA- (ATV-DVWK-) A 127“, März 1996, haben wir Deponie Entwässerungsrohre aus SIMONA® PE 100 berechnet.

Wir sind von Ihren Angaben gemäß E-Mails vom 25.04.2024, 29.07.2024 und Telefonat vom 30.04.2024 ausgegangen. Sofern Angaben für die Berechnung nicht verfügbar oder nicht ausreichend konkret gewesen sind, haben wir eigene Annahmen getroffen. Die Zulässigkeit der vorausgesetzten Einbettungs- und Überschüttungsbedingungen für das Rohr ist vor der Bauausführung vom Bauunternehmer eigenverantwortlich zu überprüfen. Die beiliegende Statik ist nur gültig, wenn die vorgegebenen Einbaubedingungen eingehalten werden.

Den 20° Segmentbogen (siehe Zeichnung 240326-2LR) können wir mit unseren mitteln nicht statisch berechnen. Wir gehen aber davon aus, dass die 5° segmentgeschweißten Bogenstücke des Segmentbogens die Belastung aus der statischen Berechnung 240426-1LR Rev.1 aushalten. Daher haben wir keine Bedenken gegenüber der Verlegung des Segmentbogens auf der Deponiebasis.

Anbei erhalten Sie das Original der prüffähigen Statik.

Mit freundlichen Grüßen

SIMONA AG
Technical Service Center

Anlage: Statik 240426-1LR Rev.1



Anschreiben Deponie Steinegaden Rev.1

Final Audit Report

2024-07-29

Created:	2024-07-29
By:	Laszlo Rösch (laszlo.roesch@simona-group.com)
Status:	Signed
Transaction ID:	CBJCHBCAABAWe2xLxsjVXC5zGvcMbls3ZCJ23_houRS

"Anschreiben Deponie Steinegaden Rev.1" History

-  Document created by Laszlo Rösch (laszlo.roesch@simona-group.com)
2024-07-29 - 7:09:39 AM GMT
-  Document emailed to Thomas Engel (thomas.engel@simona-group.com) for signature
2024-07-29 - 7:09:55 AM GMT
-  Email viewed by Thomas Engel (thomas.engel@simona-group.com)
2024-07-29 - 7:12:04 AM GMT
-  Document e-signed by Thomas Engel (thomas.engel@simona-group.com)
Signature Date: 2024-07-29 - 7:12:14 AM GMT - Time Source: server
-  Agreement completed.
2024-07-29 - 7:12:14 AM GMT

Berechnungen in Anlehnung an Merkblatt ATV-M 127, Teil 1, März 1996

(angepaßt an die 3. Auflage (August 2000) des zugrundeliegenden Arbeitsblatts ATV-DVWK-A 127)

Projekt: Deponie Steinegaden
Bauherr: Ingenieurbüro Haas-Kahlenberg GmbH
Talhofstrasse 14
82205 Gilching
Statik-Nr: 240426-1LR Rev.1
Datum: 29.07.2024
Bearbeiter: Laszlo Rösch
Telefon: 06752 / 14 - 424
Telefax: 06752 / 14 - 60 424
E-Mail: laszlo.roesch@simona-group.com

Eingabewerte:

Sicherheiten

Sicherheitsklasse:	A (Regelfall)		
zulässige Verformung:	6% (Regelfall)		
Vorverformung Typ A:	$\delta_{v, TypA}$	1,00	%
lokale Vorverformung:	$\delta_{v, lokal}$	0,00	%

Rohr

Bezeichnung:	Vollwand		
Außendurchmesser:	d_a	400,0	mm
Wanddicke:	s	54,70	mm

Rohr-Material

Materialklasse:	Thermoplast		
Bezeichnung:	SIMONA PE 100		
Wichte Werkstoff:	γ_R	9,60	kN/m ³
Querkontraktionszahl:	v	0,38	[1]
Kurzzeit-E-Modul:	E_K	800,00	N/mm ²
Langzeit-E-Modul:	E_{L0}	160,00	N/mm ²
Füllmedium:	Deponiesickerwasser		
Abminderungsfaktor Medieneinfluß:	A_{Medium}	0,90	[1]
Grenzspannung Biegezug, Kurzzeit:	$\sigma_{BZ, K}$	21,00	N/mm ²
Grenzspannung Biegedruck, Kurzzeit:	$\sigma_{BD, K}$	21,00	N/mm ²
Grenzspannung Biegezug, Langzeit:	$\sigma_{BZ, L}$	14,00	N/mm ²
Grenzspannung Biegedruck, Langzeit:	$\sigma_{BD, L}$	14,00	N/mm ²

Boden neben und oberhalb des Rohres

E1: Kiesschüttung oberhalb des Rohres:	Bodengruppe: G1		
E-Modul:	E_1	40,00	N/mm ²
Rechnerische Erhöhung des E-Moduls unter Last:	nein		
E20: Leitungszone:	Bodengruppe: G1		
E-Modul:	E_{20}	40,00	N/mm ²
Rechnerische Erhöhung des E-Moduls unter Last:	nein		

E3: anstehender Boden

E-Modul:

Rechnerische Erhöhung des E-Moduls unter Last:

E ₃	40,00	N/mm ²
nein		

Boden unterhalb des Rohres:

E41:

E-Modul:

Rechnerische Erhöhung des E-Moduls unter Last:

Bodengruppe: G1		
E ₄₁	16,00	N/mm ²
nein		

E42:

E-Modul:

Rechnerische Erhöhung des E-Moduls unter Last:

Bodengruppe: G4		
E ₄₂	4,00	N/mm ²
nein		

Einbau

Grabenbreite:

Auflagerart:

Relative Ausladung:

Auflagerwinkel:

<Damm>		
lose		
a	1,00	[1]
180°		

Lastfall-Kombination 1

Bezeichnung:

zusätzliche Flächenlast (Betriebszustand):

Höhe Abdeckung (Betriebszustand):

Wichte Abdeckung:

Müllhöhe (Bauzustand):

Müllhöhe (Betriebszustand):

Wichte Müll:

Höhe Filterkiesschüttung:

Wichte des Filterkieses:

Verkehrslast:

Stelle mit maximaler Überdeckung

P ₀	0,00	kN/m ²
h _A	1,00	m
γ _A	20,00	kN/m ³
h _{Bau}	1,00	m
h _{Betr}	28,30	m
γ _B	15,00	kN/m ³
h ₁	0,70	m
γ	20,00	kN/m ³

SLW 60

Zwischenergebnisse für Lastfall 1

Bezeichnung: Stelle mit maximaler Überdeckung

Rohrgeometrie:

Radius der Schwerachse der Rohrwand:	r_m	172,7	mm
Korrekturfaktor für die Krümmung, innen:	α_{ki}	1,106	[1]
Korrekturfaktor für die Krümmung, außen:	α_{ka}	0,894	[1]

Belastung:

		Bauzustand	Betriebszustand	
Belastung aus zus. Flächenlast:	p_0	0,00	0,00	kN/m ²
Belastung aus Abdeckung:	p_{ab}	0,00	20,00	kN/m ²
Belastung aus Müll:	$p_{Müll}$	15,00	424,50	kN/m ²
Belastung aus Kies:	p_{Kies}	14,00	14,00	kN/m ²
Spannung aufgrund Erd- und Flächenlast:	P_E	29,00	458,50	kN/m ²
Spannung aufgrund Verkehrslast:	P_V	33,54	0,38	kN/m ²

Verformungsmoduln E_B :

E-Modul Verfüllung unter Last:	$E_{1,\sigma}$	40,00	40,00	N/mm ²
E-Modul Einbettung (abgemindert) unter Last:	$E_{2,\sigma}$	40,00	40,00	N/mm ²
E-Modul anstehender Boden unter Last:	$E_{3,\sigma}$	40,00	40,00	N/mm ²
E-Modul Boden unter dem Rohr unter Last:	$E_{4,\sigma}$	4,92	4,92	N/mm ²

Bodensteifigkeiten:

Korrekturfaktor für die horizontale Bettungssteifigkeit:	ζ	1,000	1,000	[1]
horizontale Bettungssteifigkeit:	S_{Bh}	24,000	24,000	[1]
vertikale Bettungssteifigkeit:	S_{Bv}	40,000	40,000	[1]

Auflagerwinkel, wirksame Ausladung und Reibungswinkel:

Auflagerwinkel:	2α	180	°
innerer Reibungswinkel:	ϕ'	35,000	[1]
	Kurzzeit: alle Lasten	Langzeit: Erdlasten, Verkehrslasten	Langzeit: sonstige Lasten

Rohrwerkstoffkennwerte und Ringsteifigkeit:

E-Modul Rohrwerkstoff:	E_R	720,0	144,5	144,0	N/mm ²
Grenzspannung Biegezug:	σ_{BZ}	18,9	12,6	12,6	N/mm ²
Grenzspannung Biegedruck:	σ_{BD}	18,9	12,6	12,6	N/mm ²
Ringsteifigkeit des Rohres:	S_0	238,519	47,861	47,704	kN/m ²

Steifigkeitsverhältnisse:

Systemsteifigkeit:	V_{RB}	0,0795	0,0160	0,0159	[1]
Steifigkeitsverhältnis:	V_S	1,0235	0,5292	---	[1]

Beiwerte:

Erddruckbeiwert (Einbettung):	K_2	0,400	0,400	---	[1]
Beiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	K^*	0,573	1,019	---	[1]
Beiwert für vertikale Verformung:	c_v^*	-0,0466	-0,0181	---	[1]

Konzentrationsfaktoren λ_R und λ_B :

Maximaler Konzentrationsfaktor:	$\max \lambda$	1,030	1,030	---	[1]
Beiwert K' :	K'	1,000	1,000	---	[1]
Startwert:	λ_R	1,006	0,986	---	[1]
unter Grabeneinfluß:	λ_{RG}	1,006	0,986	---	[1]
oberer Grenzwert:	λ_{fo}	3,895	3,895	---	[1]
unterer Grenzwert:	λ_{fu}	0,576	0,576	---	[1]
endgültiger Wert:	λ_{RG}	1,006	0,986	---	[1]
Konzentrationsfaktor Boden:	λ_B	0,998	1,005	---	[1]

Druckverteilung am Rohrumfang:

vertikale Gesamtlast:	q_v	62,72	452,44	---	kN/m ²
Seitendruck:	q_h	13,18	185,86	---	kN/m ²
Bettungsreaktionsdruck (Erdlasten):	q^*_h	28,40	271,62	---	kN/m ²

Schnittkräfte für Lastfall 1, Scheitel

		Kurzzeit	Langzeit	
Moment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung:	M_{qv}	0,467	3,372	kNm/m
Moment aufgrund Seitendruck:	M_{qh}	-0,098	-1,385	kNm/m
Moment aufgrund horiz. Bettungsreaktionsdruck:	M_{qh}^*	-0,153	-1,465	kNm/m
Moment aufgrund Eigengewicht:	M_g	0,005	0,005	kNm/m
Summe der Momente:	ΣM	0,221	0,526	kNm/m
Summe der Momente aufgrund Erd- und Verkehrslasten:	$\Sigma M_{qv,qh,qh^*}$	0,216	0,521	kNm/m
Summe der Momente anderer Lasten:	ΣM_{sonst}	0,005	0,005	kNm/m
Summe ohne Wasserfüllung und Druck:	$\Sigma M'$	0,221	0,526	kNm/m
Normalkraft aufgrund vertikaler Gesamtbelastung:	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Normalkraft aufgrund Seitendruck:	N_{qh}	-2,275	-32,089	kN/m
Normalkraft aufgrund horiz. Bettungsreaktionsdruck:	N_{qh}^*	-2,829	-27,058	kN/m
Normalkraft aufgrund Eigengewicht:	N_g	0,015	0,015	kN/m
Summe der Normalkräfte:	ΣN	-5,089	-59,132	kN/m
Summe der Normalkräfte aufgrund Erd- und Verkehrsl.::	$\Sigma N_{qv,qh,qh^*}$	-0,005	-0,059	kN/m
Summe der Normalkräfte anderer Lasten:	ΣN_{sonst}	0,000	0,000	kN/m
Summe ohne Wasserfüllung und Druck:	$\Sigma N'$	-5,089	-59,132	kN/m

Schnittkräfte für Lastfall 1, Kämpfer

		Kurzzeit	Langzeit	
Moment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung:	M_{qv}	-0,467	-3,372	kNm/m
Moment aufgrund Seitendruck:	M_{qh}	0,098	1,385	kNm/m
Moment aufgrund horiz. Bettungsreaktionsdruck:	M_{qh}^*	0,176	1,684	kNm/m
Moment aufgrund Eigengewicht:	M_g	-0,006	-0,006	kNm/m
Summe der Momente:	ΣM	-0,199	-0,309	kNm/m
Summe der Momente aufgrund Erd- und Verkehrslasten:	$\Sigma M_{qv,qh,qh^*}$	-0,193	-0,302	kNm/m
Summe der Momente anderer Lasten:	ΣM_{sonst}	-0,006	-0,006	kNm/m
Summe ohne Wasserfüllung und Druck:	$\Sigma M'$	-0,199	-0,309	kNm/m
Normalkraft aufgrund vertikaler Gesamtbelastung:	N_{qv}	-10,828	-78,113	kN/m
Normalkraft aufgrund Seitendruck:	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Normalkraft aufgrund horiz. Bettungsreaktionsdruck:	N_{qh}^*	0,000	0,000	kN/m
Normalkraft aufgrund Eigengewicht:	N_g	-0,142	-0,142	kN/m
Summe der Normalkräfte:	ΣN	-10,970	-78,256	kN/m
Summe der Normalkräfte aufgrund Erd- und Verkehrsl.::	$\Sigma N_{qv,qh,qh^*}$	-0,011	-0,078	kN/m
Summe der Normalkräfte anderer Lasten:	ΣN_{sonst}	0,000	0,000	kN/m
Summe ohne Wasserfüllung und Druck:	$\Sigma N'$	-10,970	-78,256	kN/m

Schnittkräfte für Lastfall 1, Sohle

		Kurzzeit	Langzeit	
Moment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung:	M_{qv}	0,467	3,372	kNm/m
Moment aufgrund Seitendruck:	M_{qh}	-0,098	-1,385	kNm/m
Moment aufgrund horiz. Bettungsreaktionsdruck:	M_{qh}^*	-0,153	-1,465	kNm/m
Moment aufgrund Eigengewicht:	M_g	0,007	0,007	kNm/m

Summe der Momente:	ΣM	0,223	0,528	kNm/m
Summe der Momente aufgrund Erd- und Verkehrslasten:	$\Sigma M_{qv,qh,qh^*}$	0,216	0,521	kNm/m
Summe der Momente anderer Lasten:	ΣM_{sonst}	0,007	0,007	kNm/m
Summe ohne Wasserfüllung und Druck:	$\Sigma M'$	0,223	0,528	kNm/m
Normalkraft aufgrund vertikaler Gesamtbelastung:	N_{qv}	0,000	0,000	kN/m
Normalkraft aufgrund Seitendruck:	N_{qh}	-2,275	-32,089	kN/m
Normalkraft aufgrund horiz. Bettungsreaktionsdruck:	N_{qh}^*	-2,829	-27,058	kN/m
Normalkraft aufgrund Eigengewicht:	N_g	-0,015	-0,015	kN/m
Summe der Normalkräfte:	ΣN	-5,119	-59,162	kN/m
Summe der Normalkräfte aufgrund Erd- und Verkehrsl.::	$\Sigma N_{qv,qh,qh^*}$	-0,005	-0,059	kN/m
Summe der Normalkräfte anderer Lasten:	ΣN_{sonst}	0,000	0,000	kN/m
Summe ohne Wasserfüllung und Druck:	$\Sigma N'$	-5,119	-59,162	kN/m

Nachweise für Lastfallkombination 1, Kurzzeit

Spannungsnachweis:

Rechn. Grenzspannung, Erd- und Verkehrsl., Biegezug:	$\sigma_{\text{rech,BZ}}$	18,9	N/mm ²	
Rechn. Grenzspannung, Erd- und Verkehrsl., Biegedruck:	$\sigma_{\text{rech,BD}}$	18,9	N/mm ²	
Grenzspannung, sonstige Lasten, Biegezug:	$\sigma_{\text{zul,BZ}}$	18,9	N/mm ²	
Grenzspannung, sonstige Lasten, Biegedruck:	$\sigma_{\text{zul,BD}}$	18,9	N/mm ²	
innen:	Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Spannung aufgrund Erd- und Verkehrslasten:	$\sigma_{\text{qv,qh,qh*,i}}$ 0,385	-0,626	0,385	N/mm ²
Spannung aufgrund anderer Lasten:	$\sigma_{\text{sonst,i}}$ 0,012	-0,016	0,015	N/mm ²
Sicherheit:	γ_{BZi} 47,52	---	47,19	[1]
Sicherheit:	γ_{BDi} ---	29,43	---	[1]
außen:	Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Spannung aufgrund Erd- und Verkehrslasten:	$\sigma_{\text{qv,qh,qh*,a}}$ -0,48	0,15	-0,48	N/mm ²
Spannung aufgrund anderer Lasten:	$\sigma_{\text{sonst,a}}$ -0,01	0,01	-0,01	N/mm ²
Sicherheit:	γ_{BZa} ---	120,54	---	[1]
Sicherheit:	γ_{BDa} 38,57	---	38,32	[1]
erforderliche Sicherheit Biegezug:	erf γ_{BZ}	2,50	[1]	
erforderliche Sicherheit Biegedruck:	erf γ_{BD}	1,50	[1]	

Die errechneten Spannungs-Sicherheiten sind größer als die notwendigen Sicherheiten.

Verformungsnachweis:

Rechenmodus:		linear		
		q_v	q_h	q_h^*
resultierender Verformungsbeiwert:	c'_v	-0,0833	0,0833	0,0640 [1]
vertikale Durchmesseränderung:	Δd_v	-0,4		mm
horizontale Durchmesseränderung:	Δd_h	0,4		mm
relative vertikale Verformung:	δ_v	-0,12		%
konstanter Druckanteil:	q_0	46,1		kN/m ²
konstante relative Verformung:	δ_0	-0,02		%
relative Gesamtverformung:	$\delta_0 + \delta_1$	-0,14		%
zulässige Verformung:	zul d_v	6,00		%

Die errechnete Verformung ist kleiner als die zulässige Verformung.

Nichtlinearer Stabilitätsnachweis:

vertikale Gesamtbelastung	q_v	62,7	kN/m ²
Moment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung:	M_{So}	0,22	kNm/m
Normalkraft aufgrund vertikaler Gesamtbelastung:	N_{So}	-5,12	kNm/m
Abminderungsfaktor für Erd-/Verkehrsl.:	K_{v2}	0,85	[1]
kritische Beullast (Erd-/Verkehrslast):	krit q_v	11,530	kN/m ²
Momenten-Vergrößerungsfaktor Erd-/Verkehrslast:	$\alpha_{\text{II},qv}$	1,01	[1]
Spannung in Sohle aufgrund Erd-/Verkehrslast, innen:	$\sigma_{\text{So,qv,i}}$	0,406	N/mm ²
Spannung in Sohle aufgrund Erd-/Verkehrslast, außen:	$\sigma_{\text{So,qv,a}}$	-0,498	N/mm ²
Gesamt-Sicherheit (Stabilität) innen:	$\gamma_{\text{stab,i}}$	46,56	[1]
Gesamt-Sicherheit (Stabilität) außen:	$\gamma_{\text{stab,a}}$	-37,98	[1]
erforderliche Sicherheit (Stabilität, Biegezug):	erf $\gamma_{\text{Stab,BZ}}$	2,00	[1]
erforderliche Sicherheit (Stabilität, Biegedruck):	erf $\gamma_{\text{Stab,BD}}$	1,50	[1]

Die errechneten Sicherheiten (Stabilität) sind größer als die notwendigen Sicherheiten.

Nachweise für Lastfallkombination 1, Langzeit

Spannungsnachweis:

Rechn. Grenzspannung, Erd- und Verkehrsl., Biegezug:	$\sigma_{\text{rech,BZ}}$	12,6	N/mm ²
Rechn. Grenzspannung, Erd- und Verkehrsl., Biegedruck:	$\sigma_{\text{rech,BD}}$	12,6	N/mm ²
Grenzspannung, sonstige Lasten, Biegezug:	$\sigma_{\text{zul,BZ}}$	12,6	N/mm ²
Grenzspannung, sonstige Lasten, Biegedruck:	$\sigma_{\text{zul,BD}}$	12,6	N/mm ²
innen:	Scheitel	Kämpfer	Sohle
Spannung aufgrund Erd- und Verkehrslasten:	$\sigma_{\text{qv,qh,qh*,i}}$ 0,074	-2,099	0,074 N/mm ²
Spannung aufgrund anderer Lasten:	$\sigma_{\text{sonst,i}}$ 0,012	-0,016	0,015 N/mm ²
Sicherheit:	γ_{BZi} 146,18	---	141,61 [1]
Sicherheit:	γ_{BDi} ---	5,96	--- [1]
außen:	Scheitel	Kämpfer	Sohle
Spannung aufgrund Erd- und Verkehrslasten:	$\sigma_{\text{qv,qh,qh*,a}}$ -2,02	-0,89	-2,02 N/mm ²
Spannung aufgrund anderer Lasten:	$\sigma_{\text{sonst,a}}$ -0,01	0,01	-0,01 N/mm ²
Sicherheit:	γ_{BZa} ---	---	--- [1]
Sicherheit:	γ_{BDa} 6,22	14,37	6,21 [1]
erforderliche Sicherheit Biegezug:	erf γ_{BZ}	2,50	[1]
erforderliche Sicherheit Biegedruck:	erf γ_{BD}	1,50	[1]

Die errechneten Spannungs-Sicherheiten sind größer als die notwendigen Sicherheiten.

Verformungsnachweis:

Rechenmodus:		linear		
		q_v	q_h	q_h^*
resultierender Verformungsbeiwert:	c'_v	-0,0833	0,0833	0,0640 [1]
vertikale Durchmesseränderung:		Δd_v	-4,3	mm
horizontale Durchmesseränderung:		Δd_h	3,9	mm
relative vertikale Verformung:		δ_v	-1,26	%
konstanter Druckanteil:		q_0	397,6	kN/m ²
konstante relative Verformung:		δ_0	-0,87	%
relative Gesamtverformung:		$\delta_0 + \delta_1$	-2,13	%
zulässige Verformung:		zul d_v	6,00	%

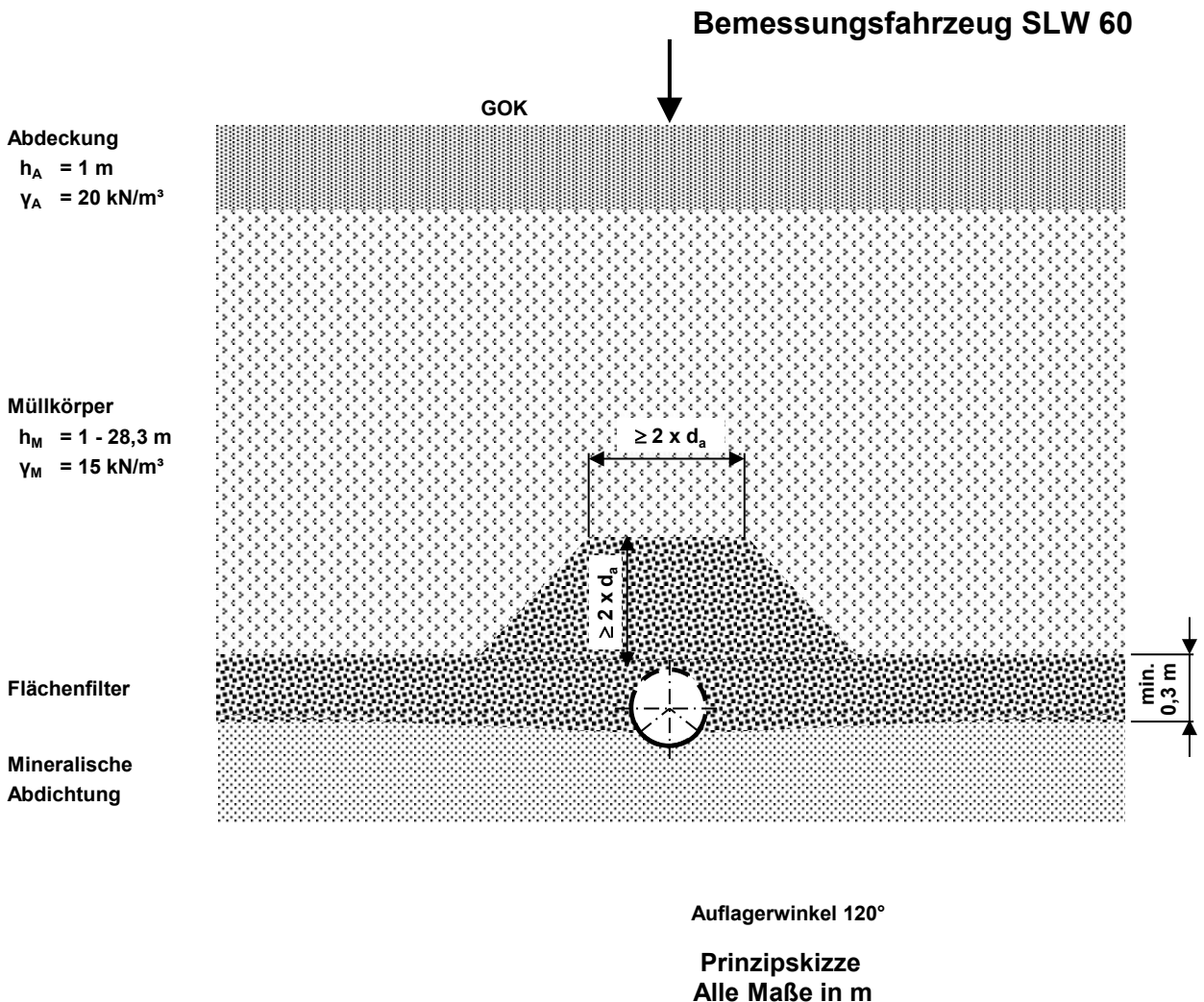
Die errechnete Verformung ist kleiner als die zulässige Verformung.

Nichtlinearer Stabilitätsnachweis:

vertikale Gesamtbelastung	q_v	452,4	kN/m ²
Moment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung:	M_{So}	0,53	kNm/m
Normalkraft aufgrund vertikaler Gesamtbelastung:	N_{So}	-59,16	kNm/m
Abminderungsfaktor für Erd-/Verkehrsl.:	K_{v2}	0,87	[1]
kritische Beullast (Erd-/Verkehrslast):	krit q_v	5,249	kN/m ²
Momenten-Vergrößerungsfaktor Erd-/Verkehrslast:	$\alpha_{\text{II},qv}$	1,21	[1]
Spannung in Sohle aufgrund Erd-/Verkehrslast, innen:	$\sigma_{\text{So,qv,i}}$	0,333	N/mm ²
Spannung in Sohle aufgrund Erd-/Verkehrslast, außen:	$\sigma_{\text{So,qv,a}}$	-2,226	N/mm ²
Gesamt-Sicherheit (Stabilität) innen:	$\gamma_{\text{stab,i}}$	37,87	[1]
Gesamt-Sicherheit (Stabilität) außen:	$\gamma_{\text{stab,a}}$	-5,66	[1]
erforderliche Sicherheit (Stabilität, Biegezug):	erf $\gamma_{\text{Stab,BZ}}$	2,00	[1]
erforderliche Sicherheit (Stabilität, Biegedruck):	erf $\gamma_{\text{Stab,BD}}$	1,50	[1]

Die errechneten Sicherheiten (Stabilität) sind größer als die notwendigen Sicherheiten.

Bei der Berechnung wurden Ihre Angaben verwendet - siehe Zeichnung. Diese wurden als korrekt vorausgesetzt.



Für prüffähige Nachweise
 wird ein Kostenbeitrag erhoben

SIMONA AG
 Teichweg 16
 D-55606 Kirn/Nahe

Stempel

i.V. Th. Engel

i.A. L. M.

Unterschrift

240426-1LR Rev.1 Deponie Steinegaden

Final Audit Report

2024-07-29

Created:	2024-07-29
By:	Laszlo Rösch (laszlo.roesch@simona-group.com)
Status:	Signed
Transaction ID:	CBJCHBCAABAAEP9G6gmP7iWCUzLUEYh7YImYyX9ObH64

"240426-1LR Rev.1 Deponie Steinegaden" History

-  Document created by Laszlo Rösch (laszlo.roesch@simona-group.com)
2024-07-29 - 7:10:08 AM GMT
-  Document emailed to Thomas Engel (thomas.engel@simona-group.com) for signature
2024-07-29 - 7:10:27 AM GMT
-  Email viewed by Thomas Engel (thomas.engel@simona-group.com)
2024-07-29 - 7:12:21 AM GMT
-  Document e-signed by Thomas Engel (thomas.engel@simona-group.com)
Signature Date: 2024-07-29 - 7:12:29 AM GMT - Time Source: server
-  Agreement completed.
2024-07-29 - 7:12:29 AM GMT