

# Statische Berechnung von PE Rohren Deponie Roter Hau

Bauort:	Deponie Roter Hau, Ehingen-Stetten
Bauvorhaben:	Umwidmung/Überhöhung der Deponie
Bauherr:	Landratsamt Alb-Donau-Kreis Fachdienst Abfallwirtschaft 89077 Ulm
Planung:	Mauthe GmbH Uhlandstraße 3 72336 Balingen Ostdorf
QM-Plan:	AU Consult GmbH Provinstraße 52 (Gebäude 15A) 86153 Augsburg
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) Knut Nägele Landratsamt Alb-Donau-Kreis Fachdienst Abfallwirtschaft 89077 Ulm

## **1. Unterlagen**

- 1.2 Zeichnungen  
Detail Rohraufleger
- 1.3 Ergebnisse der Kamerabefahrung der Rohre durch Fa. Haas, GmbH und Co, Chemnitz vom Juni 2016.
- 1.4 SKZ/TÜV-LGA Güterichtlinien Rohre, Rohrleitungsteile, Schächte und Bauteile Deponien.
- 1.5 Schreiben Landkreistag zum Massenfaktor vom 31.08.2016
- 1.6 Schreiben Herr Stegner, TÜV Rheinland, LGA Bautechnik GmbH Nürnberg vom 28. November 2016.

## **2. Inhalt / Beschreibung**

### **2.1 Inhalt**

Es wird der Standsicherheitsnachweis zur Ermittlung der aus statischer Sicht maximalen Überdeckungshöhe im Bestand geführt.

Maßgebend für die Berechnung ist die gelochte Rohrleitung Si 4 - Si 4a im Bauabschnitt 2, welche neben dem künftigen Hochpunkt (611 NN) verläuft. Die Leitung weist nahezu keine Verformungen auf.

### **2.2 Beschreibung des Bestandes der Sickerwasserfassung**

Auf der Deponie Roter Hau sind im Ablagerungsbereich des 1. und 2. Einbauabschnittes geschlitzte und gelochte HDPE-Rohre mit Außendurchmesser DA 160 mm und Wandstärke 9,1 mm (zum Einbauzeitpunkt PN 6 / aktuell SDR 17,4) eingebaut - siehe Detail 1.

Im Erweiterungsabschnitt, welcher 2004 ausgebaut wurde, sind gelochte PEHD Rohre mit Außendurchmesser DA 200 mm und Wandstärke 11,4 mm (zum Einbauzeitpunkt PN 6 / aktuell SDR 17,4) eingebaut - siehe Detail 2.

Es ist vorgesehen, die Überdeckung der Rohre mit zur Ablagerung zugelassenen inerten Abfällen der Deponieklasse I (Bauschutt, Erdaushub etc.) zu erhöhen.

- 2.3 Für die Erweiterungs-/Umwidmungsfläche wird im Zuge der Bauausführung von der ausführenden Baufirma ein gesonderter produktbezogener Standsicherheitsnachweis geführt. Die Überdeckung im Bereich der Umwidmungsfläche ist geringer wie im Bestand.

### **3. Einwirkungen**

#### **3.1 Ständige Einwirkungen**

Die Überdeckung wird als Auflast in  $\text{kN/m}^2$  ermittelt. Die mögliche Überschüttung berechnet sich unter Berücksichtigung der Wichten des Ablagerungsmaterials bzw. der Einbaubedingungen einschließlich der Oberflächenabdeckung.

#### **3.2 Veränderliche Einwirkungen**

Kurzzeitiges Befahren der Deponiefläche hat wegen der hohen Überdeckung und der für Kurzeinwirkung deutlich günstigeren Materialkennwerte des Rohrmaterials keinen Einfluss auf die Berechnungsergebnisse. Einzellasten müssen bei der Berechnung deshalb nicht berücksichtigt werden.

### **4. Baustoffe**

Die Rohre sind aus PEHD hergestellt. Als Materialkennwerte werden die Erfahrungswerte des TÜV Rheinland, LGA Bautechnik GmbH, Statik, Herr Stegner, angesetzt.

Herr Stegner ist maßgebend an der Entwicklung der SKZ/TÜV-LGA Güterichtlinien Rohre, Rohrleitungsteile, Schächte und Bauteile (Bundeseinheitliche Qualitätsstandards), beteiligt.

Auf der Deponie wurde ausschließlich inertes Material eingebaut. Abminderungen für Medieneinflüsse und Temperatur sind deshalb bei der Bemessung der Rohre für die Altdeponie nicht zu berücksichtigen.

### **5. Einbau**

Die Rohre liegen auf der Dichtung auf und sind vollständig in Kies gebettet. Die Filterkiesüberdeckung beträgt ca. 750 mm.

Es wird mit einer Rekultivierungsschicht nach Abklingen der Setzungen von 2,00 m gerechnet.

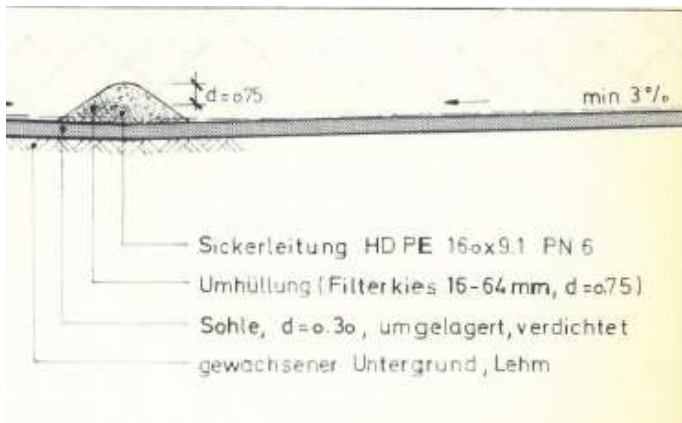
Bei den Kamerabefahrungen wurden keinerlei vertikale Verschiebungen oder Rohrverformungen festgestellt. Dies bedeutet, dass beim Einbau sehr sorgfältig und qualitativ hochwertig gearbeitet wurde.

Eine vollständige Einbettung und eine flächige Auflagerung der Rohre kann deshalb als gegeben angesetzt werden. In Rohrlängsrichtung wird eine gleichbleibende Ausführung der Leitungszone angenommen.

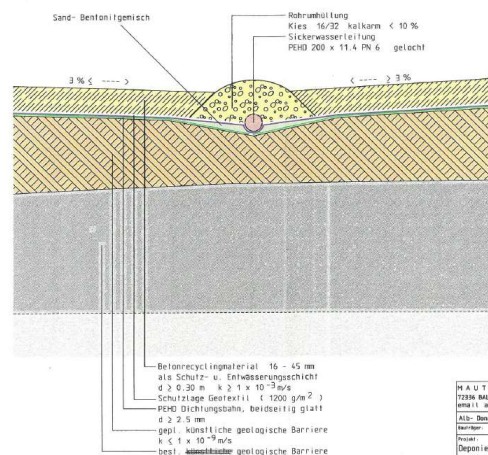
Die Materialkennwerte der Bodenmaterialien werden nach Erfahrungen abgeschätzt:

	$\text{kN/ m}^3$
Kies	18
Rekusicht	20
Inertmaterial (Abfall)	16

## Detail 1



## Detail 2



H A U T H E - INGENIEURE, Büro für Baubauingenieurwesen Techn. Baubauingenieurwesen, 3. Teil, 01/10/2011, 10.000 und 1. Auflage			
Name: Alp-Deponie-Kreis Projekt: Deponie "Roter Hau" Erstellung:	Datum: 10.01.2011 Blatt: 1 Maßstab: 1:25 Projekt Nr.: 1000	Zeichner: [Signature] Prüfer: [Signature] Sc: [Signature]	Datum: 10.01.2011 Blatt: 1 Maßstab: 1:25 Projekt Nr.: 1000

## 6. Berechnung

Aufgrund der vielen Unbekannten sowohl bei den Lastannahmen, beim eingebauten Material wie auch den Werkstoffen ist eine Berechnung im Bestand mit einer FEM-Berechnung nicht zielführender als eine Berechnung mit Erfahrungswerten. Nachdem auf der Deponie Roter Hau keine Waage vorhanden ist und der Input über die Volumenberechnung bei der Annahme ermittelt wird, kann hier keine Auswertung des Massefaktors erfolgen.

Aufgrund der Erfahrungswerte bei anderen Deponien kann auf Deponien bei eingebauten Inerten Abfällen mit einem Umrechnungsfaktor (Tonnen/ cbm) von 1,6 (= 16 kN/m³) gerechnet werden. Dies ist auch das Ergebnis der AG Deponiesituation, bestätigt durch Herrn Nagel vom UM (siehe Mail des Landkreistages / H. Gambke vom 31. 08.2016).

Maßgebend für die Berechnung ist die Leitung PEHD 160 x 9,1 PN 6 der Sickerwasserleitung von Si 4a nach Si 4. Diese verläuft knapp neben dem Hochpunkt (611.50

NN), so dass hier die höchste Belastung infolge der Überhöhung zu erwarten ist. Im Bereich der Leitung liegt die Oberkante Rekultivierungsschicht bei max. 611.00 NN. Im Bereich der Leitung Da 200 mm ist die Überdeckung wesentlich geringer, so dass diese Leitung für die Bemessung nicht maßgebend ist.

Die Leitungen der Deponie sind höhen- und lagemäßig erfasst. Der Aufbau Deponiesohle - Oberkante Rekultivierungsschicht Überhöhung entsprechend den Planunterlagen des Büro Mauthe beträgt maximal 20,00 m.

Die max. Belastungen für eine Sickerwasser-Rohrleitung PEHD 160 x 9,1 PN 6 ge-  
locht beträgt nach den Erfahrungswerten der LGA Bautechnik GmbH, Statik, Herrn  
Stegner 300 - 400 kN/m<sup>2</sup>.

#### Lastannahmen:

2,00 m Reku-Schicht mit	20 kN/m <sup>3</sup>
0,75 m Kiesschüttung mit	18 kN/m <sup>3</sup>
Eingebautes Inertmaterial:	16 kN/m <sup>3</sup>

Es ergeben sich mit den oben genannten Annahmen folgende Überschüttungshöhen:

$$(300 \text{ kN/m}^2 - 0,75 \text{ m} \times 18 \text{ kN/m}^3 - 2,00 \text{ m} \times 20 \text{ kN/m}^3) : 16 \text{ kN/m}^3 = 15,40 \text{ m}$$

$$(400 \text{ kN/m}^2 - 0,75 \text{ m} \times 18 \text{ kN/m}^3 - 2,00 \text{ m} \times 20 \text{ kN/m}^3) : 16 \text{ kN/m}^3 = 21,66 \text{ m}$$

Nachdem die max. Rohrverformungen << 3% betragen, kann die max. Überlagerung mit dem Mittelwert berechnet werden:

$$(15,40 \text{ m} + 21,66 \text{ m}) : 2 = 18,53 \text{ m}$$

Möglicher Gesamtaufbau:	2,00 m Reku-Schicht
	18,53 m Inertmaterial (Abfall)
	0,75 m Rohrüberdeckung
	<u>0,16 m Rohrdurchmesser</u>
	21,44 m (Deponiesohle - Oberkante Reku-Schicht)

Vorhanden max. 20,00 m < 21,44 m (möglicher Aufbau).


## **7. Zusammenfassung**

7.1 Die durchgeführten Berechnungen ergeben für die PEHD-Rohre Da 160 mm mit einer Wanddicke von 9,1 mm ausreichend Sicherheit für eine Auflast von 350 kN/m<sup>2</sup>.

7.2 Die Ergebnisse gelten für max. 3% verformte Rohre. Für stärker verformte Rohre liegt die aus statischer Sicht mögliche Überdeckungshöhe bei gleichem Aufbau / Einbau tiefer.

Nachdem die Berechnung am max. Hochpunkt durchgeführt wurde, sind in allen anderen Bereichen der Rohrleitungen die Auflasten geringer.

- 7.3 Es treten dauerhaft keine Temperaturen über 20°C in den Rohren auf.
- 7.4 Die Funktion der Leitungen ist in vollem Umfang gegeben. Es sind keine Wasseraustritte im Böschungsbereich feststellbar. Ein Versagen der Rohrleitung unter der zusätzlichen Auflast ist nicht zu besorgen.  
Sollte es wider Erwarten dennoch zu einem punktuellen Versagensfall kommen, wird das anfallende Sickerwasser in der die Rohrleitungen umhüllenden Filterkiesummantelung (Liniendränage) gefasst und nach der Versagensstelle wieder in die Leitung eingeleitet.  
Bei einem großflächigen Versagen kann eine Sanierung im Berstlining-Verfahren durchgeführt werden. Die Sickerwasserleitungen sind gut zugänglich.  
Nachdem die gesamte Deponiesohle eine Neigung in Fließrichtung aufweist (Hanglage), ist die sichere Entwässerung der Deponie allein durch die Dränagewirkung des Filterkies, welches die Sickerwasserleitungen linienförmig umhüllt, gewährleistet.



Knut Nägele