

# 05.18

Lizenziert für Herrn Kristof Thimm.  
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

27. Jahrgang  
Oktober 2018  
Seiten 169 – 208

# altlasten spektrum

Herausgegeben vom  
Ingenieurtechnischen Verband für Altlastenmanagement  
und Flächenrecycling e.V. (ITVA)

[www.ALTLASTENdigital.de](http://www.ALTLASTENdigital.de)



Organ des ITVA

## 25 Jahre Ökologisches Groß- projekt Berlin Eine Erfolgsgeschichte aus der Bundeshauptstadt

J. Naumann, A. Zimmermann

## Konfliktpotenzial Altlasten und Wohnen Eine kritische Analyse am Beispiel eines ehemaligen Gaswerkes in Berlin

F. Rauch

## Sanierung der Altlast K20 mittels multifunktionaler akti- ver Oberflächenabdichtung

K. Thimm, O. Syllwasschy, H. Lassnig



**ESV** ERICH  
SCHMIDT  
VERLAG

20565



# Sanierung der Altlast K20 mittels multifunktionaler aktiver Oberflächenabdichtung

Kristof Thimm, Ole Syllwasschy, Herbert Lassnig

## 1. Einleitung

Die chemische Industrie ist mit ihren Produkten für viele weitere Industriezweige, wie beispielsweise den Automobilbau, die Lebensmittel-, Kunststoff-, Pharma- und Baustoffindustrie sowie die Landwirtschaft, eine nicht mehr wegzudenkende Grundlage. Sie bildet einen maßgeblichen Faktor für die Errungenschaften unserer modernen Welt. Entlang des Weges ihrer Entwicklung hat sich auch die Prozesstechnik weiterentwickelt, so dass heute deutlich effizienter und ressourcenschonender produziert werden kann. Dies war nicht immer der Fall, so dass beispielsweise Reststoffe und Nebenprodukte, die nicht weiter verwendet wer-

den konnten, auf Betriebsdeponien gelagert werden mussten. Mit der Entwicklung der Umweltbewegung sind auch diese Lagerstätten in den Fokus der Öffentlichkeit getreten, was zu großen Sanierungsprojekten geführt hat.

Zur Sanierung dieser Art von Altlasten werden detaillierte Erkundungen benötigt. Diese sollten neben Bodenuntersuchungen das jeweilige Inventar der Ablagerungen, das Schadstoffpotential, das Volumen, die Tiefe des Ablagerungskörpers, die Überbauung und auch die mögliche Folgenutzung beinhalten. Eine Schwierigkeit bei diesen Erkundungen ist, dass die Altablagerungen mit Schadstoffen meist nur lückenhaft



Abbildung 1: Altlast K20 – im vorderen Teil des Bildes befindet sich Teil I, der bereits größtenteils mit der Oberflächenabdichtung bedeckt ist. Dahinter befindet sich Teil II. (Stand: 28.3.2017)

## Sanierung der Altlast K20 mittels multifunktionaler aktiver Oberflächenabdichtung

dokumentiert wurden, da es keine gesetzlichen Richtlinien gab. In Deutschland ist das Abfallbeseitigungsgesetz 1972 in Kraft getreten. In Österreich erschien das erste Sonderabfallgesetz im Jahr 1983. Daher muss heute ein Sanierungsplan auf der Basis von Erkundungen erarbeitet werden, der die Anforderungen der Altlast und aller weiterer Interessensgruppen erfüllt. Auch aneinander angrenzende Flächen können, je nach den Ergebnissen dieser Erkundungen, nach unterschiedlichen Sanierungsplänen behandelt werden. Ein Beispiel ist die Kesslergrube in Grenzach-Wyhlen, in der die BASF ihren Abschnitt einkapselt und vor Ort sichert, während die Hoffmann-La Roche ihren Abschnitt räumt und thermisch behandelt. [1, 2]

### 2. Verlauf des Projekts „Sanierung der Altlast K20“

Die Altlast K20 ist eine ehemalige Betriebsdeponie und liegt etwa 1 km südlich von Brückl im unteren Gurktal. Die ehemalige Deponie gliedert sich in 2 Bereiche und wurde ab 1926 bis 1981 unter anderem mit Karbidkalk sowie CKW- (Chlorkohlenwasserstoffe) und quecksilberbelasteten Abfällen verfüllt. [3] Zu den enthaltenen CKW gehören vor allem Tetra- und Trichlorethen, Hexachlorbutadien, Hexachlorethan und Hexachlorbenzol. Die Gesamtmenge der CKW wurde auf eine Größenordnung von 100–1.000 t geschätzt [4]. Eine Luftaufnahme der Altlast K20 ist in *Abbildung 1* zu sehen.

Ab 1995 sind unterschiedliche Sanierungsmaßnahmen neben kontinuierlich laufenden Beweissicherungsmaßnahmen durchgeführt worden [5]. Im Jahr 2000 wurde vom Umweltbundesamt Österreich eine Gefährdungsabschätzung durchgeführt und anschließend wurde die Altablagerung als Altlast K20 im Altlastenatlas ausgewiesen. 2003 wurde der Altlast K20 auf der Basis weiterer Untersuchungen die Priorität 1 zugewiesen [3].

Im Dezember 2009 wurde der Bescheid des Landeshauptmanns von Kärnten erlassen, die Altlast K20 in Form eines kontinuierlichen Rückbaus mit dem Auftrag einer vollständigen Räumung aller Anschüt-

tungen zu sanieren, wobei die Ablagerungen je nach Schadstoffgehalt verwertet, entsorgt oder behandelt werden sollten. 2012 begannen die Räumungsarbeiten auf der Deponie (ca. 150.000 t, davon ca. 100.000 t Kalkschlamm).

Nach dem Auffinden von Hexachlorbenzol im November 2014, unter anderem in Lebensmitteln, in der Nähe des mit der Verwertung des belasteten Kalkschlammes beauftragten Zementwerkes, wurde die Räumung der Altlast beendet.

Eine europaweite Ausschreibung für eine erneute Vergabe für Transport und Behandlung des belasteten Kalkschlammes ergab, dass eine „Projektsicherheit in rechtlicher, technischer, terminlicher und ökonomischer Hinsicht bei Fortsetzung der Räumung nicht gegeben“ wäre. [3]

### 3. Oberflächenabdichtung

Bereits bei der ersten Variantenstudie für die Sanierung der Altlast vom 1.9.2008, ausgeführt von der GUT (Gruppe Umwelt + Technik GmbH), wurde die Sicherung der Altlast berücksichtigt. Dieses Verfahren bringt zwar die Nachteile mit sich, dass ein dauerhaftes Monitoring sowie die Instandhaltung der Sicherung erforderlich ist und dass das Schadstoffpotenzial vor Ort bleibt, stellt aber nach der Variante Rückbau, mit Verwertung und Entsorgung, die nächstbeste Alternative dar. Aufgrund der o.g. Vorfälle musste die Sicherung der Altlast wieder aufgegriffen werden. Eine aktuelle Variantenstudie (GUT) bildete die Basis für ein aktualisiertes Sicherungskonzept durch GWU (Geologie Wasser Umwelt). Diese wurde am 4.7.2016 erstellt. Diese behördlich aufgetragene Sicherungsmaßnahme enthält, neben den Maßnahmen im Grundwasser (Dichtwand zur Umschließung der Altlast), ein innovatives, multifunktionales Oberflächenabdichtungssystem, das aus einer 11 kg/m<sup>2</sup> Calciumbentonitmatte, einer 2 kg/m<sup>2</sup> Aktivkohlematte, einer LDPE Membran mit integrierter, CKW-dichter Aluminiumschicht und einem Dränelement besteht. Dieses System stellt eine praktisch unüberwindbare Barriere für aufsteigende, gasförmige CKW dar. Die Aktivkohlematte Tekto-



Abbildung 2: Installation der Oberflächenabdeckung. Im Vordergrund in schwarz liegt die  $11 \text{ kg/m}^2$  Calciumbentonitmatten NaBento RL-C, in weiß dahinter die  $2 \text{ kg/m}^2$  Aktivkohlematte Tektoseal Active AC, in grau und auch auf der Rolle befindet sich die PE-LD Membran mit integrierter CKW-dichter Aluminiumschicht.

seal Active AC wird unterhalb der Membran eingebaut, um die CKW-Konzentration an der Membran und so die Triebkraft für die Diffusion durch diese zu reduzieren. Mit Tektoseal Active AC kann das weit verbreitete und vielfach erfolgreich eingesetzte Hochleistungsadsorptionsmittel Aktivkohle als aktive geotextile Verbundlösung in neuen Anwendungsbereichen genutzt werden. Die Geotextilien im Tektoseal Active stellen die mechanische Stabilität der aktiven Schicht sicher. Hierdurch kann das Produkt an allen Anwendungspunkten schnell und einfach installiert werden, während eine Erosion der aktiven Schicht durch Wasser oder Neigungen verhindert wird. Zusätzlich werden in dem Abdichtungssystem horizontale Saugleitungen in zwei Ebenen eingebaut, einmal oberhalb und einmal unterhalb des Dichtsystems. Aus der unteren Absaugschicht wird kontinuierlich Bodenluft abgesaugt und einer Reinigung zugeführt. Die obere Absaugschicht dient Monitoringzwecken, kann bei Bedarf aber ebenfalls besaugt werden. *Abbildung 2* zeigt die Installation der Hauptabdichtungskomponenten auf der Baustelle. Der Bau der Oberflächenabdichtung hat im November 2016 begonnen.

#### 4. Betrachtung der Standsicherheit

Die Altlast K20 weist aufgrund ihrer Historie eine sehr unregelmäßige Oberflächenstruktur auf. So sind in vielen Bereichen Böschungsneigungen vorhanden, welche im Bereich üblicher Deponieböschungen zwischen 1 : 3 und 1 : 2 liegen. In mehreren Bereichen sind jedoch auch kurze Böschungssprünge mit Neigungen bis ca.  $70^\circ$  vorhanden. Vor diesem Hintergrund wurden umfangreiche Profilierungsarbeiten erforderlich, um die Böschungsbereiche abzuflachen. Neigungen von 1 : 3 können in der Regel durch die Wahl geeigneter mineralischer Materialien und Geokunststoffen standsicher gegen böschungsparalleles Gleiten ausgeführt werden, während steilere Böschungen bis 1 : 2

bzw. 1 : 1,5 durch zusätzliche Maßnahmen gesichert werden müssen.

Die Problematik des böschungsparallelen Gleitens ergibt sich vereinfacht ausgedrückt immer dann, wenn der Reibungswinkel in einer möglichen Gleitebene (z.B. zwischen Schutzvlies und glatter Folie) ähnlich groß oder kleiner ist als der Neigungswinkel der Böschung selbst. Dann wird der Auslastungsgrad des Systems unter Berücksichtigung aller Abminderungsfaktoren größer als 1 sein und das System somit rechnerisch nicht standsicher. Aus der Differenz von Reibungs- und Neigungswinkel wird unter Berücksichtigung von Länge und Dicke des Aufbaus, sowie der Wichte der verwendeten Böden die nicht gesicherte hangtreibende Kraft bestimmt. Diese wird durch ein zugkraftaufnehmendes Element, i. d. R. ein Geogitter, in die Böschungskrone abgeleitet und dort in einem Verankerungsbereich abgetragen (*Abbildung 3*).

Solange die Einwirkende Kraft  $E_d$  kleiner ist als die Rückhaltende Kraft  $R_d$ , ist das System standsicher. Überschreiten die Einwirkungen die rückhaltenden Reibungskräfte kann die Differenz  $R_B$  durch ein Geogitter aufgenommen und abgeleitet werden.

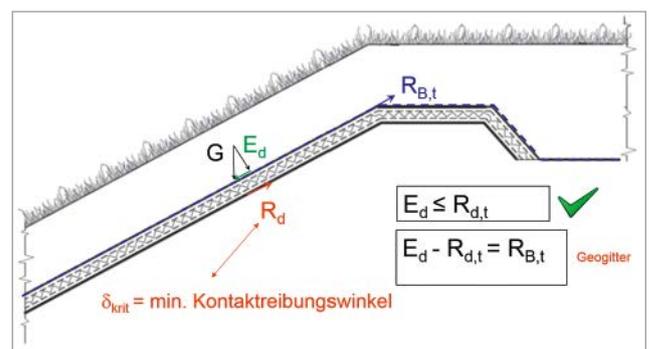


Abbildung 3: Statisches System für böschungsparalleles Gleiten.

# Sanierung der Altlast K20 mittels multifunktionaler aktiver Oberflächenabdichtung

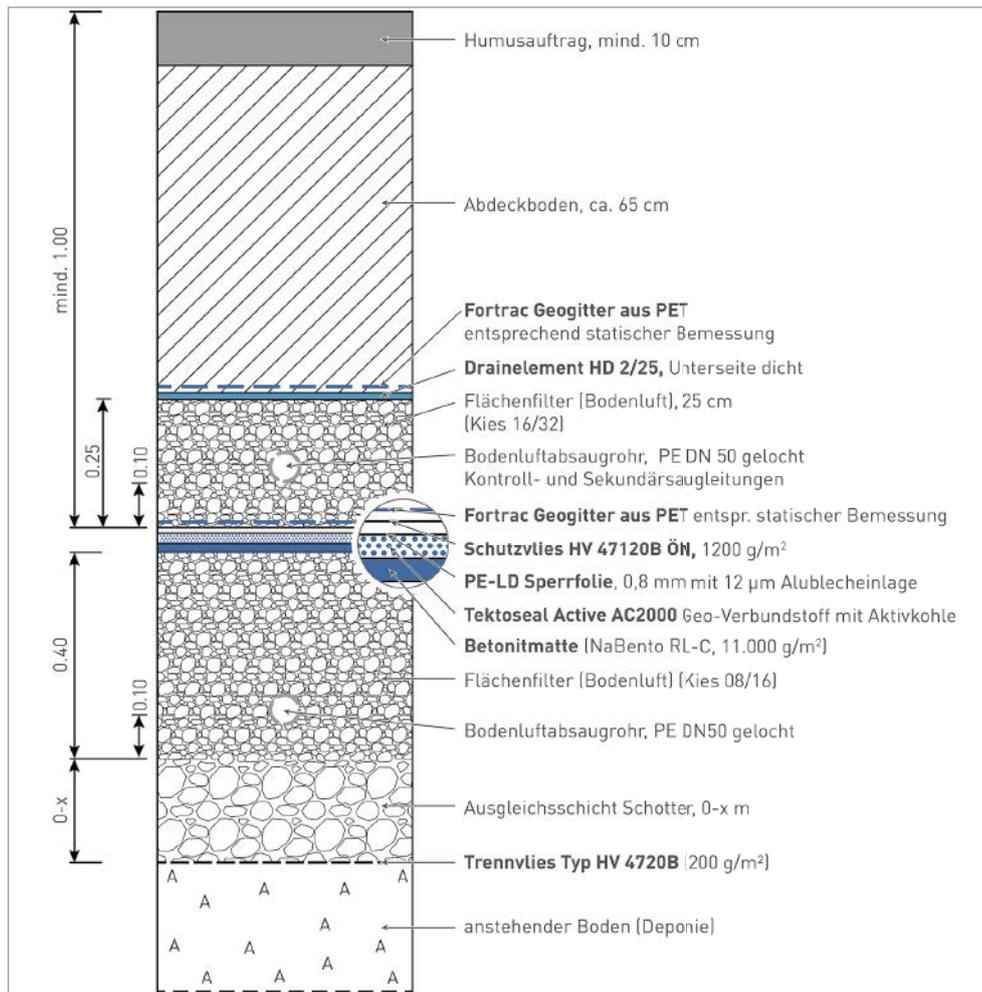


Abbildung 4: Aufbau der multifunktionalen Oberflächenabdichtung

## Eingangsparameter für die Berechnungen

Die Berechnungen der Gleitsicherheit wurden für die gemäß behördlichem Auftrag maximal zulässige Böschungsneigung von 1 : 2 durchgeführt. Die Böschungslängen liegen bei maximal 45 m. Der Schichtenaufbau ist in *Abbildung 4* dargestellt. Es ergeben sich somit insgesamt neun potenzielle Gleitflächen (*Tabelle 1*), für die z.T. bereits Scherversuche vorhanden waren bzw. projektbezogen durchgeführt wurden. Auf der sicheren Seite liegend werden entsprechend GDA E2-7 für die Berechnung nur die Kontaktreibungswinkel  $\delta$  be-

rücksichtigt, während Kohäsion  $c$  bzw. Adhäsion  $a$  vernachlässigt werden. [6]

Die Versuchsergebnisse wiesen für den Großteil der Scherfugen Rechenwerte im Bereich von  $\delta = 24^\circ$  bis  $\delta = 37,2^\circ$  auf. Getrennt durch die Kiesdrännschicht konnten jedoch zwei voneinander unabhängige mögliche Gleitfugen mit sehr niedrigen Reibungswinkeln identifiziert werden. Oberhalb der Kiesdrännschicht ist die innere Scherfestigkeit der Dränmatte der kleinste Wert ( $\delta = 23^\circ$ ). Unterhalb der Kiesdrännschicht liegt die kritische Gleitfuge zwischen Schutzvlies und PE-LD Sperrfolie ( $\delta = 10,5^\circ$ ). Durch die räumliche Trennung waren beide Ebenen einzeln zu berücksichtigen und zu bewehren.

Die Berechnungen wurden nach dem partiellen Sicherheitskonzept gemäß EC-7 in der nationalen Fassung der ÖN 1997-1 durchgeführt. [7] Berücksichtigt wurden sowohl die Bemessungssituationen BS-1 als auch BS-2 mit der hohen Schadensfolgeklasse CC 3. Das Rechenverfahren basiert auf Kap. 8 der EBGE (2010) und der GDA-Empfehlung E2-7 (2015). [6, 8] Die Bemessungen ergaben für die obere Bewehrungslage erforderliche Nennfestigkeiten im Bereich bis 200 kN/m, für die untere Bewehrungslage bis 600 kN/m. Mangels Ankergräben, die wegen der Vermeidung von lokalen Emissionen baulich nicht möglich waren, kön-

Tabelle 1: Mögliche Gleitfugen

Dränelement vs. Abdeckboden
Dränelement, innere Scherfestigkeit
Dränelement vs. Drainkies 16/32
Drainkies 16/32 vs. Schutzvlies 1200 g/m <sup>2</sup>
Schutzvlies 1200 g/m <sup>2</sup> vs. PE-LD Sperrfolie
PE-LD Sperrfolie vs. Tektoseal Active CKW
Tektoseal Active CKW vs. NaBento RL-C
NaBento RL-C, innere Scherfestigkeit
NaBento RL-C vs. Auflager



Abbildung 5: Verlegeplan untere Bewehrungslage Kegel 1

nen für die Verankerung der Geogitter nur flache Verankerungen verwendet werden. Aufgrund schlechter Reibungswinkel, insbesondere bei  $\delta = 10,5^\circ$  zwischen Vlies und Sperrfolie, sind sehr lange Verankerungslängen erforderlich – bis zu 66 m bei 1 m Überdeckung. Es sind jedoch teilweise nur 25–32 m Platz verfügbar. Deshalb und aufgrund der Geometrie der Altlast wird eine sattelförmige Abdeckung der gegenüberliegenden Böschungen mit nur einem durchgehenden Geogitter ausgeführt. Die Verankerungen der gegenüberliegenden Böschungen halten sich somit die Waage. Diese Bauweise erfordert jedoch eine zeitgleiche, parallele Belegung der Böschungen mit Boden während des Bauvorgangs, um Ungleichgewichte zu vermeiden. Entsprechend wurden Verlegepläne erstellt (s. *Abbildung 5*).

## 5. Zusammenfassung

Da es nicht nur einen Weg gibt, um die Altlastentematiken zu lösen, ist ein Werkzeugkasten mit unterschiedlichen Maßnahmen von Nöten.

Ein neues Werkzeug in diesem Werkzeugkasten ist die hier vorgestellte multifunktionale aktive Oberflächenabdichtung, die zu Sicherung von Altlasten eingesetzt werden kann. Je nach Problemstellung vor Ort kann diese, durch eine Variation der Materialien oder deren Menge, darauf angepasst werden. Durch die Verwendung von Geogittern ist hier eine langzeitstabile Abdichtung auf begrenztem Raum entstanden. Die Baumaßnahmen haben im November 2016 begonnen und werden 2018 abgeschlossen.

## Literatur

- [1] Uwe Gauglitz, BASF, Sanierung von Perimeter 2 der Kesslergrube in Grenzach-Wyhlen – Mehr als nur eine technische Herausforderung, ITVA Altlastensymposium 2017
- [2] Dr. Richard Hürzler, F. Hoffmann-La Roche AG, Sanierung von Altablagern durch Rückbau am Beispiel von Perimeter

1/3-NW der Kesslergrube in Grenzach-Wyhlen, ITVA Altlastensymposium 2017

- [3] Land Kärnten: Bescheid, Altlast K20 „Kalkdeponie Brückl I/II“ / Sicherungsprojekt vom 04.07.2016 / Überprüfung gemäß § 17 Altlastensanierungsgesetz, 2016
- [4] Umweltbundesamt Österreich, Altlast K 20 „Kalkdeponie Brückl I/II“, 2003
- [5] Dr. Hartwig Kraiger, Geologie Wasser Umwelt (GWU), Altlast K20 „Kalkdeponie Brückl I/II“ – Sicherung der Altlast Oberflächenabdichtungsmaßnahmen Phasen 0 und IA Konzept Phasen IB und II, 2016
- [6] GDA Empfehlung E2-7 (2015): Nachweis der Gleitsicherheit von Abdichtungssystemen, Arbeitskreis 6.1-Geotechnik der Deponiebauwerke, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik, [www.gda-online.de](http://www.gda-online.de)
- [7] ÖNORM B 1997-1-1: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
- [8] EBGEO: Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen, 2. Auflage, AK 5.2, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik, Verlag Ernst & Sohn (2010)

## Autorenschaft

### M.Sc. Kristof Thimm RWTH

Business Development Manager Umwelttechnik  
E-Mail: [thimm@huesker.de](mailto:thimm@huesker.de)  
Tel. +49 2542 / 701 3 24

### Dipl.-Ing. Ole Syllwasschy

Anwendungstechnik – Bereich Umwelttechnik  
E-Mail: [syllwasschy@huesker.de](mailto:syllwasschy@huesker.de)  
Tel. +49 2542 / 701 3 08

### Herbert Lassnig

Vertrieb Österreich  
E-Mail: [herbert.lassnig@huesker.at](mailto:herbert.lassnig@huesker.at)  
Tel. +43 4265 / 74 78

Anschrift (alle):  
HUESKER Synthetic GmbH  
Fabrikstraße 13–15  
D-48712 Gescher

## English Summary

Various measures have been performed to encapsulate the K20 contaminated site at Brückl, Austria. The containment solution comprises a cut-off wall and a cover lining system. Additional active measures include groundwater lowering and soil air extraction. An LDPE membrane with inner aluminium sheet serves as a convection- and vapour-diffusion-resistant barrier to CHCs. Additional protection is provided by an active geocomposite with a  $2 \text{ kg/m}^2$  activated carbon filling specially geared to the volatile pollutants and a calcium bentonite mat. The use of geogrids on slopes with inclinations of up to 1:2 ensures the installation of a durably stable cover lining within a limited space.