

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 111 (1993)  
**Heft:** 44

**Artikel:** Reibungsverhalten von PE-HD-Kunststoffdichtungsbahnen  
**Autor:** Valli, Francesco  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78270>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 26.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

mentarium auch zum Tragen kommen kann.

Wenn von der Ökologie und Toxikologie von Bitumen gesprochen wird, ist fast zwangsläufig eine Abgrenzung zu Teerprodukten notwendig. Bitumen und Teer besitzen grundsätzlich verschiedene Ursprung: Bitumen fällt bei der Erdöldestillation als Rückstand an, Teerprodukte entstehen bei der thermisch zersetzenden Behandlung von organischen Stoffen, im speziellen von Steinkohle (Stadtgasproduktion). Bitumen und Teerprodukte sind in ökologischer und toxikologischer Hinsicht unbedingt vollständig auseinanderzuhalten. Teerprodukte enthalten neben diversen toxischen Substanzen zusätzlich noch kanzerogene (krebsfördernde)

Substanzen in nennenswerten Anteilen. Teer und seine Produkte sind somit in ökologischer, toxischer und arbeitsphysiologischer Hinsicht bedenklich. Die Anteile kanzerogener und toxischer Substanzen in Bitumen dagegen sind so gering, dass der Umgang mit Bitumen und dessen Gebrauch kein gesundheitliches Risiko darstellt. [5], [6]

### Schlussbemerkungen

Der Praxisbezug der neuen Norm SIA 281, Ausgabe 1992, ergibt sich durch die anwendungsbezogenen Anforderungswerte. Damit sind die Voraussetzungen für gute und gleichbleibende Eigenschaften der Bitumen- und Polymerbi-

tumen-Dichtungsbahnen für die einzelnen Anwendungsgruppen gegeben. Wichtige Voraussetzungen neben der Qualität der Dichtungsbahn für die einwandfreie Gebrauchstauglichkeit sind der richtige Aufbau der Abdichtung und die richtige Applikation der Dichtungsbahnen. Der Aufbau der Abdichtung ist in diesbezüglichen Normen geregelt. Für die Applikation von Dichtungsbahnen bestehen keine Regelwerke, hier tragen die Unternehmer und Lieferanten die Verantwortung für das Erstellen der entsprechenden Voraussetzungen.

Adresse des Verfassers: *Andreas Bernhard, Chemiker HTL, Tecnotest AG, Alemannenweg 4, 8803 Rüschlikon.*

## Reibungsverhalten von PE-HD-Kunststoffdichtungsbahnen

**Im Rahmen einer Diplomarbeit an der HTL Brugg-Windisch ist untersucht worden, welche Scherkräfte entlang von verschiedenen Typen von Kunststoffdichtungsbahnen im Vergleich mit dem Erdreich auftreten können.**

### Gegenstand der Untersuchung

Bekannt sind seit längerer Zeit Kunststoffdichtungsbahnen mit einer glatten Oberfläche. Diese Eigenschaft wird aber oft als Nachteil bewertet, da ent-

lang der Dichtungsbahn nur geringe Scherkräfte mobilisiert werden können. In der letzten Zeit sind auf dem Markt neue Kunststoffdichtungsbahnen mit einer rauen Oberfläche erschienen. Für die Durchführung der Untersuchung sind eine glatte PE-HD-Kunst-

stoffdichtungsbahn, eine glatte Bahn mit eingearbeitetem Netz sowie eine Kunststoffdichtungsbahn mit einer rauen Oberfläche mit einer Sandrauhigkeit von 1mm gewählt worden.

VON FRANCESCO VALLI,  
WINDISCH

### Bedeutung der Scherkräfte

Bei jeder Böschungsstabilitätsuntersuchung werden die Bruchscherkräfte (= stabilisierenden Kräfte) mit den sogenannten treibenden Kräften verglichen. Die Grenzfläche zwischen mineralischer Abdichtung und Kunststoffdichtungsbahn einerseits sowie jene zwischen Dichtungsbahn und Drainageschicht andererseits bilden potentielle Bruchgleitflächen, die untersucht werden müssen. Sind die Bruchscherkräfte zu klein, bedeutet das automatisch Böschungsbruch.

Ein anderer Aspekt sind die Setzungen, die entlang der Flankenabdichtung zu negativer Mantelreibung führen. Die Scherkräfte müssen genügend gross sein, damit diese Kräfte in den Untergrund abgeleitet werden können. Unterschiedliche Scherkräfte zwischen Ober- und Unterseite der Kunststoffdichtungsbahn müssen über Zugspannungen von dieser aufgenommen werden können.

### Versuchsdurchführung, Ergebnisse

Im Erdbaulabor der HTL Brugg-Windisch wurden mit dem Schergerät zwei

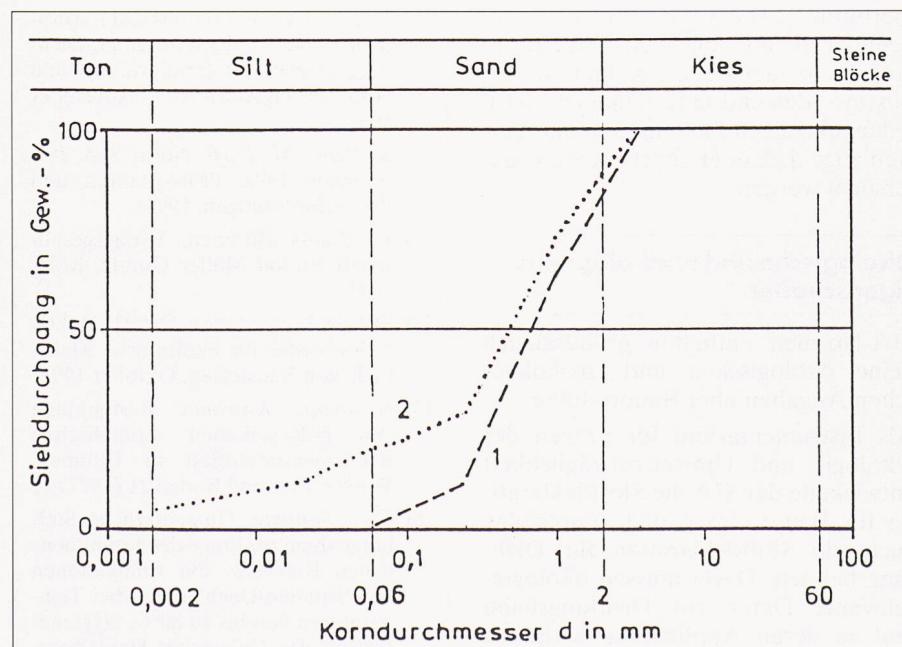


Bild 1. Korngrößenverteilung. Gestrichelt: Sand; punktiert: Sand-Opalitgemisch

Serien von Scherversuchen durchgeführt:

#### Serie 1

- Sand mit Sand
- Sand mit KDB mit rauher Oberfläche
- Sand mit KDB mit Netzstruktur
- Sand mit KDB glatt

#### Serie 2

- Sand-Opalitgemisch mit Sand-Opalitgemisch
- Sand-Opalitgemisch mit KDB mit rauher Oberfläche
- Sand-Opalitgemisch mit KDB mit Netzstruktur
- Sand-Opalitgemisch mit KDB glatt

Dabei bedeuten die Bezeichnungen «Sand mit Sand» bzw. «Sand-Opalitgemisch mit Sand-Opalitgemisch» den normalen Scherversuch mit Sand bzw. mit einem Gemisch von Sand und Opalit.

Bei den Versuchen «Sand bzw. Sand-Opalitgemisch mit Kunststoffdichtungsbahn» wurde in die untere Hälfte der Scherbüchse ein Körper eingesetzt, auf dem die entsprechende Dichtungsbahn aufgebracht war. Das Niveau der Dichtungsbahn wurde auf diese Weise genau in die vorgegebene Bruchfläche gelegt.

Beim Sand handelte es sich um einen sauberen Sand (SP) mit einem Grösstkorn von 4 mm. Bei Sand-Opalitgemisch wurde dem gleichen Sand 20% Opalit zugegeben. (Bild 1)

Das in die Scherbüchse eingebaute Material musste mindestens eine Proctor-dichte von 95% aufweisen.

Die Interaktion zwischen Drainageschicht und Kunststoffdichtungsbahn wurde durch die Serie 1 modelliert, während die Beziehung zwischen mineralischer Abdichtung und Kunststoffdichtungsbahn von der Serie 2 geliefert wurde.

In den Bildern 2 und 3 sind die gefundenen Werke in Normalspannung-Scherspannungsdiagrammen dargestellt.

### Interpretation der Ergebnisse

#### Serie 1

Die Proben «Sand-Sand» liefern praktisch die gleichen Ergebnisse wie «Sand-KDB» rauh. Der Bruch entlang der KDB führt also nicht zu schlechteren Ergebnissen als der Bruch im Grundmaterial. Das bedeutet, dass der Bruch nicht unbedingt an der Folienoberfläche, sondern genau so gut im Grundmaterial stattfinden kann. Die Folienoberfläche stellt daher nicht zwangsläufig eine Bruchfläche dar.

#### Scherfestigkeit:

##### Serie 1

- |                           |                      |          |
|---------------------------|----------------------|----------|
| Sand mit Sand             | $\Phi' = 34.5^\circ$ | $c' = 0$ |
| Sand mit KDB rauh         | $\Phi' = 35.8^\circ$ | $c' = 0$ |
| Sand mit KDB Netzstruktur | $\Phi' = 27.4^\circ$ | $c' = 0$ |
| Sand mit KDB glatt        | $\Phi' = 27.6^\circ$ | $c' = 0$ |

##### Serie 2

- |                            |                      |                            |
|----------------------------|----------------------|----------------------------|
| Gemisch - Gemisch          | $\Phi' = 19.4^\circ$ | $c' = 8.85 \text{ kN/m}^2$ |
| Gemisch - KDB rauh         | $\Phi' = 22.7^\circ$ | $c' = 6.37 \text{ kN/m}^2$ |
| Gemisch - KDB Netzstruktur | $\Phi' = 19.4^\circ$ | $c' = 0$                   |
| Gemisch - KDB glatt        | $\Phi' = 16.3^\circ$ | $c' = 0$                   |

$\Phi'$  bedeutet den effektiven Winkel der inneren Reibung.  
 $c'$  bedeutet die effektive Kohäsion.

Tabelle. Ergebnisse

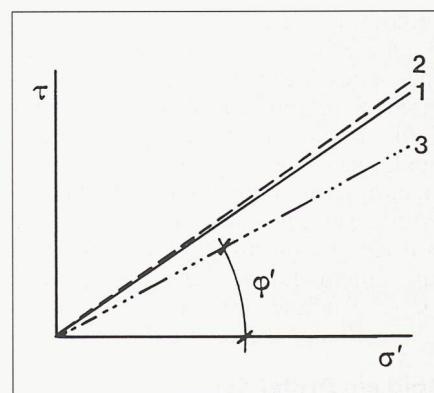


Bild 2. Normalspannung-Scherspannungsdiagramm. Serie 1. 1 Sand-Sand, 2 Sand-KDB rauh, 3 Sand-KDB Netzstruktur und Sand-KDB glatt

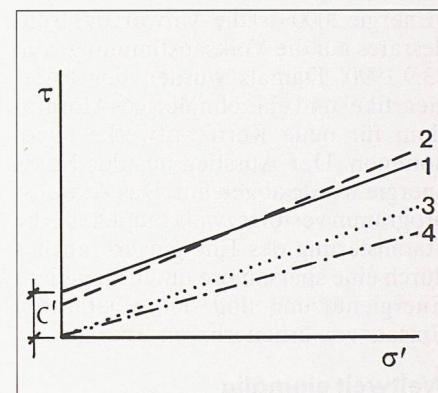


Bild 3. Serie 2. 1 Gemisch-Gemisch, 2 Gemisch-KDB rauh, 3 Gemisch-KDB Netzstruktur, 4 Gemisch-KDB glatt

Die Proben «Sand-KDB» mit Netzstruktur und «Sand-KDB» glatt ergeben ungefähr gleich grosse Werte. Mit  $27.5^\circ$  liegen sie etwas über  $2/3 \Phi'$  des Sandes. Rechnen mit  $2/3 \Phi'$  wäre ein möglicher Ansatz, der auf der sicheren Seite liegt.

#### Serie 2

Bei der Serie 2 ergibt sich ein ähnliches Bild. Nur sind hier die Verhältnisse etwas komplizierter, da zusätzlich noch Kohäsion vorliegt.

Die Proben «Gemisch-Gemisch» liefern praktisch das gleiche Ergebnis wie «Gemisch-KDB» rauh. Die Unterschiede zwischen der Kohäsion und der Neigung der Geraden sind mit den Toleranzen der Versuchsanordnung und Durchführung erklärbar. Das bedeutet wiederum, dass der Bruch nicht unbedingt an der Folienoberfläche, sondern gerade so gut im Grundmaterial stattfinden kann.

Bei den Kunststoffdichtungsbahnen mit der Netzoberfläche und der glatten Oberfläche wird sich ein Bruch entlang der Kunststoffdichtungsbahn einstellen. Die Kohäsion verschwindet völlig. Bei den Reibungswinkeln liefert die

Netzoberfläche in bezug auf das Grundmaterial in etwa den gleichen Reibungswinkel, während er bei der glatten Oberfläche auf ca.  $5/6 \Phi'$  des Gemisches absinkt.

### Schlussfolgerungen

Für grundsätzliche Betrachtungen können die Ergebnisse auf andere Projekte und Anwendungen übertragen werden.

Die Zahlenwerte betreffen aber nur die untersuchten Materialien. Andere Materialien und deren Kombinationen können zu ganz anderen Ergebnissen führen.

In der Evaluationsphase einer Deponieabdichtung müssen mit den in Frage kommenden Materialien Scherversuche durchgeführt werden.

Adresse des Verfassers: Francesco Valli, dipl. Bauing. ETH/SIA, Präsident der SIA-Normenkommission 203, Vorstand Bauingenieurabteilung an der HTL Brugg-Windisch, Klosterzelgstrasse, 5200 Windisch.