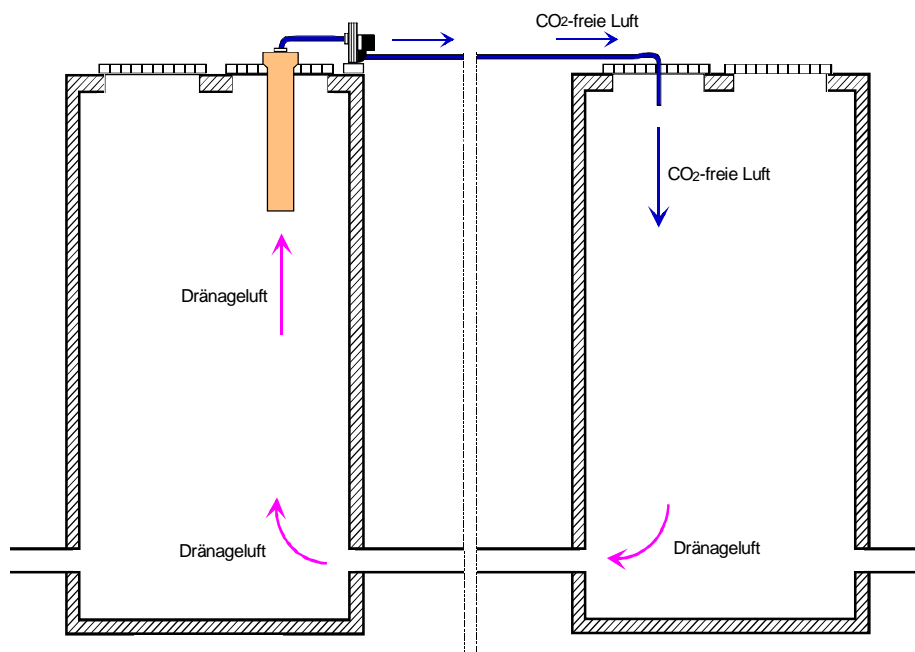


## CO<sub>2</sub>-Absorptionsanlage

Patentiertes Verfahren zur Vermeidung von Inkrustationen  
im Entwässerungssystem von Deponien



## Verfahrensbeschreibung

## CO<sub>2</sub>- ABSORPTIONSANLAGE PATENTIERTES VERFAHREN ZUR VERMEIDUNG VON INKRUSTATIONEN IM ENTWÄSSERUNGSSYSTEM VON DEPONIEEN

### 1 Einleitung

Erst in den letzten Jahren ist aufgrund moderner meßtechnischer Erkundung bekannt geworden, dass in Monodeponien von festen Verbrennungsrückständen aus Steinkohle- und braunkohlebefeuerten Kraftwerken sowie Müllverbrennungsanlagen noch umfangreichere chemische und physikalische Prozesse ablaufen.

Diese Aktivitäten im Deponiegut zeigen sich zum Beispiel an deutlich erhöhten Temperaturen im Deponiekörper und an erheblichen Salzausträgen.

Bei modernen Aschedeponien wird das stark salzhaltige Sickerwasser mit einem Entwässerungssystem gefaßt. Es zeigt sich bei diesen Monodeponien, dass die Funktion der Dränagesysteme, ähnlich wie bei Hausmülldeponien, durch Inkrustationen stark behindert werden können.

Der Eintrag von Wasser in den Abfallkörper erfolgt durch die Feuchtigkeit des Deponieguts und zu einem nicht unerheblichen Teil durch die hygroskopischen Eigenschaften einiger Verbrennungsrückstände.

### 2 Inkrustationsbildung und Ursachen

#### 2.1 Inkrustationen

Schon bald nach Ablagerungsbeginn in einem Polder tritt erstes Sickerwasser auf und mit zunehmendem Füllungsgrad stellen sich variierende Sickerwasserraten ein.

Mit steigender Mächtigkeit des Deponiekörpers nimmt auch die Temperatur im Deponiegut zu. Aus der Literatur ist bekannt, dass Temperaturen bis 80° C im Deponiegut auftreten können. Mit den steigenden Temperaturen kommt es zu merklichen Inkrustationen im Bereich der Sickerwasserschächte und in den schachtnahen Bereichen der Sauger. Damit einhergehend nimmt die Verkrustung der Sauger sehr schnell zu, die bis zum vollständigen Verschuß der Entwässerungsrohre und zum Einstau von Sickerwasser im Deponiekörper führen kann.

Die Reinigung der Sauger erfordert den Einsatz von Hochdruckpülköpfen oder sogar von Schleuderketten und Fräsen, um die Inkrustationen von den geschlitzten Rohrwandungen der Sauger zu entfernen. Die Ausläufe der Rohre müssen teilweise mit Hammer und Meißel von den sehr harten und stellenweise kristallin ausgebildeten Inkrustationen befreit werden.

Meist setzt nach dieser aufwendigen Rohrreinigung der Verkrustungsprozeß des Entwässerungssystems sofort wieder von neuem ein. Erfahrungsgemäß ist spätestens nach einem Jahr wieder mit einem Verschuß der Entwässerungsrohre zu rechnen.

#### 2.2 Mineralogische Ansprache der Inkrustationen und Bildungsmechanismus am Beispiel der SAD Rondeshagen

Die untersuchte Probe von ca. 10 cm x 30 cm x 10cm zeigte auf der einen Seite den deutlichen Abdruck der Schlitze des Dränagerohres. Auf der anderen Seite wies die mineralische Inkrustation freie zum Teil blumenkohlartige poröse Formen auf. Die Probe war insgesamt gelblich-bräunlich verfärbt.

Die Röntgendiffraktogramme sowie die polarisationsmikroskopische Durchsicht von Dünnschliffen ergab im wesentlichen zwei Phasen:

- Kalkspat als Hauptbestandteil in typisch krustigen sphärolithischen derben Massen sowie in gut ausgebildeter Kristallform (Abb. 1),
- vereinzelt Gips in Form von klaren Kristallen (Abb. 2).

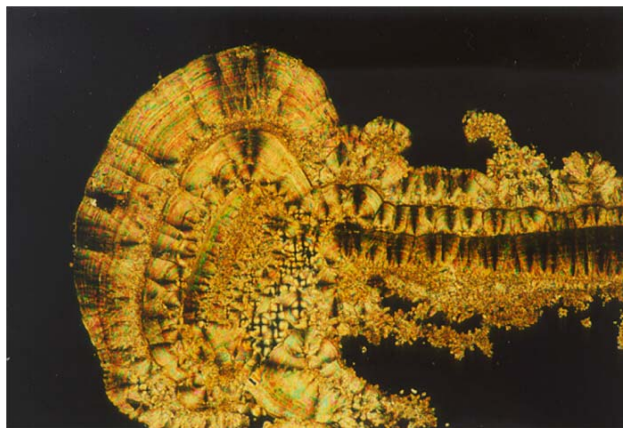


Abb. 1: Kalkspatkrusten mit sphärolithischem Wachstum

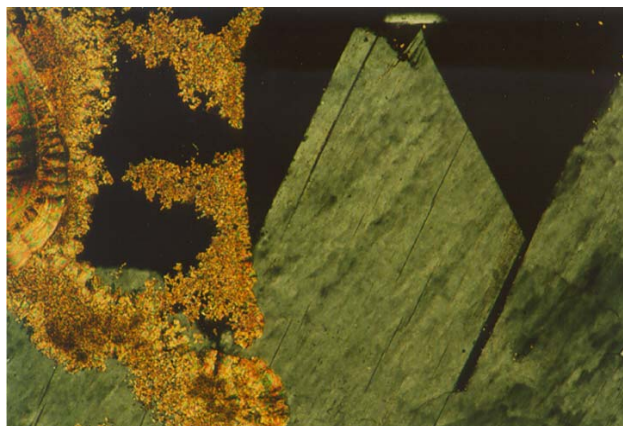


Abb. 2: Singulärer Gipskristall, der in einen Hohlraum hineinwächst

Beim Zusammentreffen mit der in den Rohren und den Sammelschächten befindlichen Luft absorbiert das alkalische Sickerwasser begierig den Kohlendioxidanteil dieser Luft, wodurch Carbonat-Ionen gebildet werden. Diese bewirken an Ort und Stelle eine Bindung der Calcium-Ionen unter Ausfällung des schwer löslichen Calciumcarbonats.

Die Ausfällung kann nur so lange geschehen, bis durch die Absorption weiteren Kohlendioxids (Kohlensäure-bildung) die Lösung eine neutrale Reaktion aufweist. Die Absorption des Kohlendioxids an der Oberfläche des in den Rohren abfließenden Sickerwassers erzeugt in der darüber stehenden Atmosphäre ein starkes Konzentrationsgefälle, so dass durch Diffusion eine stetige Nachlieferung von Kohlendioxid über die Rohre und die Sammelschächte erfolgt. Besonders beschleunigt wird die Nachlieferung von Kohlendioxid, wenn es aufgrund von erheblichen Temperaturgradienten (vorwiegend in den Schächten) zu einem intensiven konvektiven Luftaustausch kommt.

Anhand von weiteren Untersuchungen wurde geklärt, dass durch mikrobielle Tätigkeit in den Poldern kein zusätzliches CO<sub>2</sub>-Gas produziert wird.

Damit ist festzustellen, dass die oben beschriebenen Vorgänge die Ursache für das Inkrustieren und Zuwachsen der Entwässerungssysteme sind.

### 3 Abhilfemaßnahmen

Um die Funktionsfähigkeit des Deponieentwässerungssystems aufrechtzuerhalten, sind bisher kostenintensive und arbeitsaufwendige mechanische Reinigungsmaßnahmen der Dränagerohre notwendig gewesen. Die Inkrustation von Calciumcarbonat in den Dränagerohren wird jedoch durch derartige Maßnahmen nicht unterbunden, es werden lediglich die Ablagerungen von Zeit zu Zeit entfernt. Langfristig gesehen muß zur Verhinderung von Kristallabscheidungen in den Dränagerohren die Bildung von Calciumcarbonat direkt im Dränagesystem unterbunden werden. Da die Zusammensetzung des Deponiematerials aus technischen Gründen kaum veränderbar ist und das Sickerwasser somit immer hohe Konzentrationen an Ca<sup>2+</sup>-Ionen und OH<sup>-</sup>-Ionen enthält, muß die Reaktion des Sickerwassers in den Dränagerohren und Schächten mit dem Kohlendioxid der Luft ausgeschlossen werden.

Das Verdrängen der kohlendioxidhaltigen Luft in den Dränagerohren und Schächten durch Fluten mit einem anderen Gas höherer Dichte ist kaum praktikabel und überdies in hohem Grade kostenintensiv.

Dagegen ist die fast vollständige Eliminierung des Kohlendioxidgehaltes aus der Dränagerohr- und Schachtluft mit relativ einfachen chemischen und technischen Mitteln möglich. Dazu werden die Dränage- und Kontrollschächte gegen die umgebende Atmosphäre abgedichtet. Die in dem Dränagesystem befindliche Luft wird zur CO<sub>2</sub>-Eliminierung kontinuierlich durch ein Absorptionsmittel im Kreislauf geführt. Das Entfernen des Kohlendioxidgehaltes aus der Luft kann mit unterschiedlichen Absorptionsmitteln erfolgen.

Zum einen bietet sich Calciumhydroxid (gelöschter Kalk) als Absorptionsmittel an. Das dabei gebildete Calciumcarbonat kann aufgrund seiner extrem geringen Löslichkeit in Wasser ohne Bedenken auf die Deponie gegeben werden. Zum anderen ist Natronlauge

entsprechender Konzentration als Absorptionsmittel für Kohlendioxid gut geeignet. Auch die Lauge kann nach Erschöpfung ihrer chemischen Wirkung auf die Deponie gegeben werden. Ihr erreichter Carbonatgehalt ist dann für die Festlegung migrierender Calcium-Ionen im Deponiekörper nutzbar. Dabei werden die Calcium-Ionen im Austausch gegen Natrium-Ionen im Deponiegut festgelegt.

### 4 Technische Umsetzung

Die Ergebnisse von Laborversuchen haben gezeigt, dass ein Wirkungsgrad von ca. 60 % mit einem Vermiculit-Natronlauge-Gemisch erzielt werden kann. Dieses Gemisch setzt sich aus 100 g Vermiculit und 200 g Natronlauge mit einem Massegehalt von w (NaOH) = 10 % zusammen. Daraus folgt, dass für die Anlage im Deponiebetrieb ein Massenverhältnis von Trägermaterial zu Absorptionsmittel von 1 : 2 angesetzt werden muß. Weitere Vorteile der Variante mit Natronlauge als Absorptionsmittel ergeben sich durch die einfachere Handhabung (Mischen von nur zwei Komponenten) sowie den ungefährlicheren Umgang mit der flüssigen Natronlauge beim Mischen (im Vergleich zur Staubentwicklung beim pulverigen Calciumhydroxid).

Die Mischung aus Vermiculit und Natronlauge wurde in eine Absorptionspatrone (Ø = 250 mm/l = 1500 mm) eingebaut, welche direkt in den Kontrollschacht eingehängt wurde (Abb. 3). Durch diese Maßnahme ist die Säulenfüllung keiner extremen Witterung (z. B. Frost), sondern der relativ konstanten Temperatur im Dränageschacht ausgesetzt.

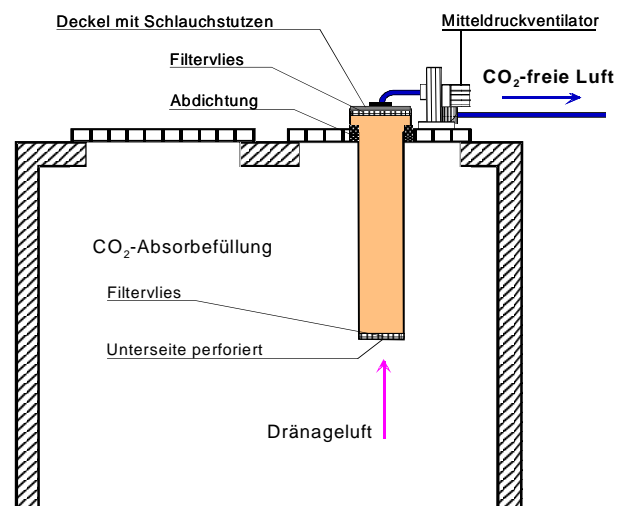
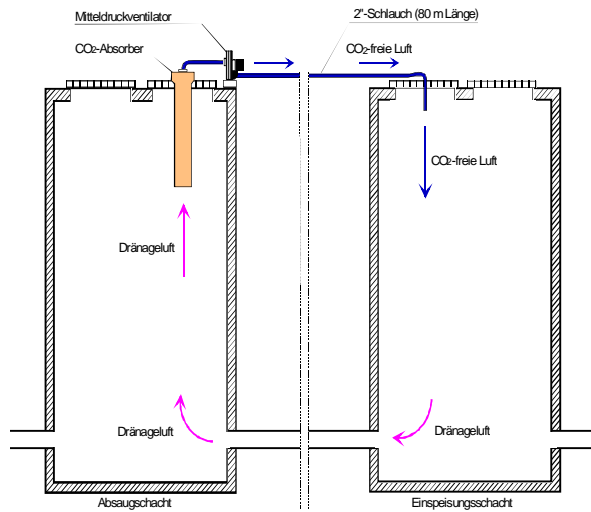
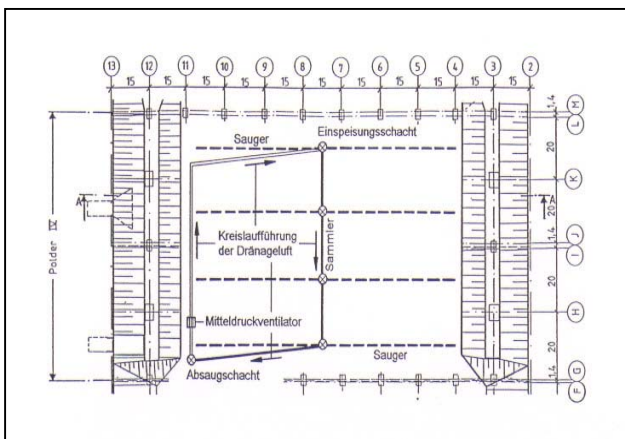


Abb. 3: Verfahrenstechnische Realisierung des patentierten Verfahrens – Schacht mit eingehängter CO<sub>2</sub>-Absorptionspatrone



**Abb. 4:** Verfahrenstechnische Realisierung des patentierten Verfahrens – Prinzipskizze der Luftführung

Die CO<sub>2</sub>-haltige Luft aus dem Dränagesystem wird über den Kontrollschacht mit Hilfe eines Mitteldruckventilators angesaugt. In der Säule erfolgt die Umsetzung des Kohlendioxids mit der Natronlauge. Die CO<sub>2</sub>-freie Luft wird durch einen Schlauch in einen weiter entfernten Dränageschacht eingeleitet (Abb. 4). Somit kann die CO<sub>2</sub>-haltige Dränageluft im Umpumpverfahren gegen CO<sub>2</sub>-freie Dränageluft ausgetauscht werden (Abb. 5).



**Abb. 5:** Lageplan mit Beispiel für den großtechnischen Einsatz des patentierten Verfahrens