

Dlouhodobý monitoring těsnících vrstev skládek

Langfristige Kontrollen von Deponieabdichtungen mit Dichtungskontrollsystemen

Silke Schwöbken¹

Abstrakt

Již více než 20 let jsou pro kontrolu těsnosti umělohmotných izolačních fólií v systémech izolací povrchů v Německu s úspěchem využívány systémy pro kontrolu těsnosti. Přitom jsme se mohli naučit, že k poškození umělohmotných izolačních fólií skutečně dochází nejčastěji při pokládání nad nimi ležících vrstev. Tento závěr by ale neměl zakrývat skutečnost, že instalace izolačních systému v Německu je na velmi vysoké a bezpečné úrovni. Většina zjištěných poškození umělohmotných izolačních fólií byly skutečně testovacími otvory, vytvořenými v umělohmotných izolačních fóliích za účelem kontroly těsnosti systému.

V případě dlouho kontrolovaných izolací z umělohmotných izolačních fólií se poškození fólie, které by neexistovalo již při pokládání nad nimi ležících vrstev nebo pro účely ověřování funkčnosti, vyskytovalo zřídka.

Předností dlouhodobé kontroly je možnost kontroly umělohmotných izolačních fólií například ihned po instalaci solárních modulů.

Otázku, zda pro danou skládku bude možno fázi následné péče ukončit, pokud bude možno i po 30 letech doložit, že izolace těsní, nelze zatím definitivně zodpovědět. Instalací systému pro kontrolu těsnosti však jsou k dispozici nástroje pro ověření těsnosti i po 30 a více letech.

Kurzfassung

Seit mehr als 20 Jahren werden in Deutschland Dichtungskontrollsysteme zur Kontrolle von Kunststoffdichtungsbahnen in Oberflächenabdichtungssystemen erfolgreich eingesetzt. Dabei konnten wir lernen, dass Beschädigungen in den Kunststoffdichtungsbahnen tatsächlich am häufigsten nach Einbau der Überdeckung eintraten, wobei diese Aussage nicht darüber hinwegtäuschen sollte, dass die Installation von Abdichtungssystemen in Deutschland auf einem sehr hohen und sicheren Niveau geschieht. Die meisten detektierten Beschädigungen in den Kunststoffdichtungsbahnen waren tatsächlich Testlöcher, die zur Funktionsprüfung der Dichtungskontrollsysteme in die Kunststoffdichtungsbahnen eingebracht worden waren.

Bei lange kontrollierten Abdichtungen aus Kunststoffdichtungsbahnen traten selten Beschädigungen in den Kunststoffdichtungsbahnen auf, die nicht bereits beim Einbau der Überdeckung oder zur Funktionsprüfung vorhanden gewesen waren.

Ein Vorteil der langfristigen Kontrolle ist es, dass die Kunststoffdichtungsbahnen z.B. nach dem Einbau von Solarmodulen explizit geprüft werden können.

Ob Deponien aus der Nachsorge entlassen werden können, wenn die Abdichtung auch nach 30 Jahren nachgewiesenermaßen dicht ist, kann derzeit noch nicht abschließend beantwortet werden. Jedoch sind mit dem Einbau eines Dichtungskontrollsystems die Instrumente für einen Nachweis der Dichtigkeit auch nach 30 Jahren und mehr vorhanden.

¹SENSOR Dichtungskontrollsysteme GmbH, Oldenburger Str. 36, D-23730 Neustadt in Holstein; schwobken@sensor-dks.com

1 Einleitung

Seit mehr als 20 Jahren werden Dichtungskontrollsysteme zur langfristigen Kontrolle von Kunststoffdichtungsbahnen in den verschiedensten Anwendungen eingesetzt. Seit im Jahr 2001 die vom Arbeitskreis Dichtungskontrollsysteme (AK DKS) unter Federführung der BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung) aufgestellte Richtlinie eingeführt und damit den Systemen eine bessere Grundlage für die Genehmigung und Planung in Oberflächenabdichtungen gegeben worden war, wurden diese Systeme vermehrt in Verbindung mit einer Kunststoffdichtungsbahn anstelle der mineralischen Dichtung oder zusätzlich zur Kombinationsabdichtung eingesetzt. Seitdem konnten einige Verbesserungen für die Funktionsfähigkeit solcher Produkte und vor allem für die Funktionsprüfungen in Testfeldern durchgesetzt werden. Über einige Maßnahmen zur Verbesserung der Anwendung solcher Systeme soll hier informiert werden.

2 Funktionsweise elektroresistiver Dichtungskontrollsysteme

Das Messprinzip elektroresistiver Dichtungskontrollsysteme beruht auf der Messung von Potentialdifferenzen unterhalb der Kunststoffdichtungsbahnen. Dazu werden unterhalb der Kunststoffdichtungsbahnen in einem auf die Baumaßnahme abgestimmten Raster Sensoren verlegt, die mit den Kontrollboxen verbunden sind. Oberhalb der Kunststoffdichtungsbahnen werden Spannungsgeber installiert, über die ein homogenes elektrisches Feld oberhalb der Kunststoffdichtungsbahnen angelegt werden kann.



Abbildung 1: Sensor.



Abbildung 2: Spannungsgeber.

Es wird beim Einsatz der Systeme die Tatsache ausgenutzt, dass ein elektrischer Strom dem Weg des Wassers durch eine Leckage folgt. Es ist im Normalfall jedoch kein Wasserfluss durch eine Leckage notwendig, vielmehr reicht die natürliche Erdfeuchte aus, um einen Strom durch eine Leckage fließen zu lassen. Bei einem Stromfluss durch eine Leckage verändert sich um die Leckage herum das elektrische Potential, das durch die Sensoren erfasst wird.

Die Ortungsgenauigkeit von Dichtungskontrollsystemen erreicht $< 1\text{ m}^2$. Für die Komponenten ist in der Empfehlung des AK DKS die Anforderung aufgestellt, dass die Komponenten von Dichtungskontrollsystemen, die unterhalb der Kunststoffdichtungsbahnen installiert werden, eine Lebensdauer von 30 Jahren und mehr aufweisen müssen. Außerdem sind die Komponenten so zu wählen, dass ihr Einbau unter normalen Bedingungen möglichst einfach ist und die anderen Gewerke beim Bau einer Oberflächenabdichtung nicht behindern oder beeinflussen darf. Außerdem darf durch das installierte Dichtungskontrollsystem nicht die Standsicherheit des Gesamtabdichtungssystems beeinträchtigt werden.

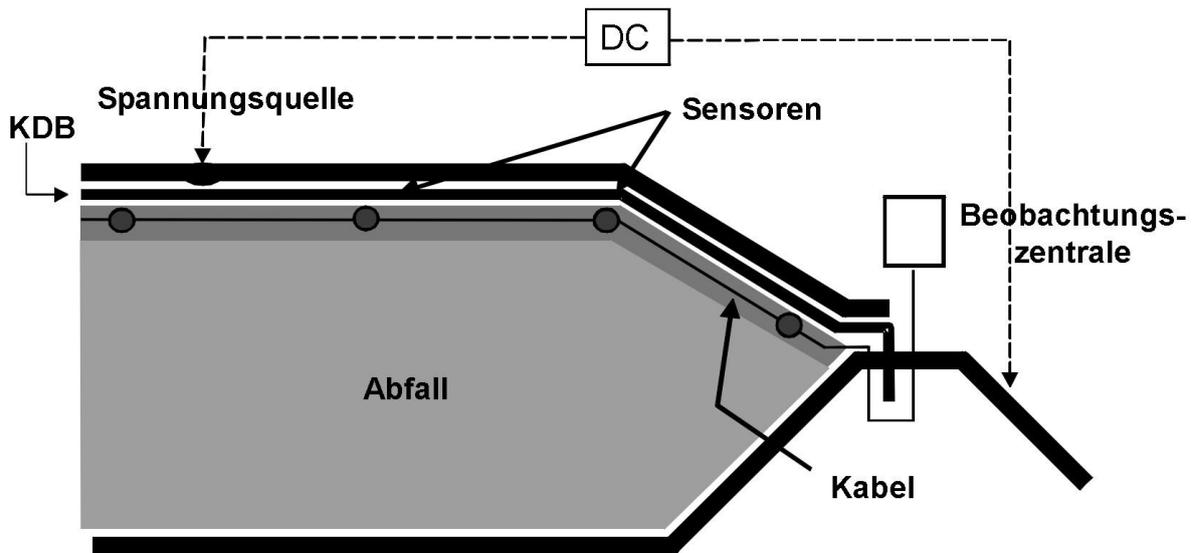


Abbildung 3: Das Prinzip.

3 Die Installation

Die Installation der Komponenten kann problemlos in den Bauablauf eingepasst werden. Dabei ist es möglich, dass die Installation durch den Hersteller des Dichtungskontrollsystems selbst, durch den Dichtungsbahnverleger oder durch den Bauunternehmer erfolgt. Alle am Bau Beteiligten haben das gleiche Interesse an einer reibungslosen Ausführung und Abnahme. Um nun möglichst reibungslos diese Ziele zu erreichen, sind die Verlegungsarten und -wege der Komponenten einfach an die unterschiedlichen Bedingungen auf den Baustellen anzupassen.



Abbildung 4: Die Kabel verlaufen strahlenförmig.



Abbildung 5: Die Kabel verlaufen in Strängen.



Abbildung 6: Die Kabel sind strangförmig im Auflager eingegraben.



Abbildung 7: Die Kabel werden in Rillen eingelegt.

Wie auf den Bildern zu erkennen ist, ist der Einbau des Systems an die unterschiedlichsten Bedingungen anzupassen. Im ersten Fall wurden die Sensoren ca. 10cm tief in einem 16/32 Rundkorn fixiert und die Kabel oberhalb des Kieses strahlenförmig zur Beobachtungs-zentrale geführt (Abbildung 4).

Auf dem zweiten Bild (Abbildung 5) ist zu erkennen, dass die Kabel strangweise oberhalb des Auflagers für die Kunststoffdichtungsbahnen verlaufen. Der Vorteil bei dieser Art des Kabelverlaufs besteht darin, dass nach einem möglichen Starkregenereignis das Auflager zwischen den Kabelsträngen befahrbar ist und somit einfacher nachbearbeitet werden kann, als wenn die Kabel strahlenförmig überall auf der Oberfläche des Auflagers verlaufen.

Auf dem dritten Bild (Abbildung 6) ist zu erkennen, dass die Kabel in einem weichen, rolligen Kies etwa 10cm in das Auflager strangweise eingegraben worden sind. Die Sensoren werden seitlich in diesem Graben in dem Auflager installiert und die Kabel verlaufen in den Gräben, die in Böschungsfalldinie verlaufen. Dann wird das Material wieder in den Graben gefüllt und die Oberfläche des Grabens wird der Oberfläche des Auflagers angepasst.

Auf der Abbildung 7 ist eine ca. 4cm tiefe Rille in einer mineralischen Dichtung zu erkennen, die mit einer Walze hergestellt worden ist. Wieder werden die Sensoren seitlich in der Rille installiert, wozu mit einem Akkubohrer ein entsprechendes Loch hergestellt wird. In dieser Rille werden die Böschung hinunter eingelegt. Anschließend wird die Rille mit dem gleichen Material aufgefüllt, aus dem auch die mineralische Dichtung besteht und mit nur einem Walzgang mit einer kleinen Walze wird die Oberfläche der Rille der Oberfläche der mineralischen Dichtung angepasst.

Die beiden letztbeschriebenen Arten der Verlegung ermöglichen eine einfache Nachbearbeitung des Auflagers für die Kunststoffdichtungsbahnen und Erfahrungen zeigen, dass die Materialien eines Dichtungskontrollsystems diesen Belastungen ohne Probleme standhalten.

Bei der Installation eines Dichtungskontrollsystems kann eine Verlegeleistung von 2.000 – 3.000 m² von zwei Technikern pro Tag problemlos erreicht werden.

So wird der gesamte Bauablauf bei der Herstellung eines Oberflächenabdichtungssystems durch den Einsatz eines Dichtungskontrollsystems in keiner Weise behindert, und alle Beteiligten können bei entsprechender Witterung von einer guten Tagesleistung ausgehen.

4 Lehren aus Testfeldern und Testleckagen

Beim Bau von Testfeldern und der anschließenden Funktionskontrolle für das Dichtungskontrollsystem wurden einige Schwierigkeiten festgestellt, die im Laufe der Zeit verbessert und korrigiert werden konnten.

Bei ersten Funktionskontrollen in Testfeldern wurde festgestellt, dass ein erheblicher Anteil des elektrischen Stroms nicht durch vorhandene Testleckagen sondern über die Ränder, die

mit der Umgebung verbunden waren, ablief. Um diesen Verlust des elektrischen Stroms über die Ränder zu verhindern, sind für die Funktionsprüfung im Testfeld die Ränder der Kunststoffdichtungsbahnen im Idealfall freizulegen. Die Freilegung der Randbereiche der Kunststoffdichtungsbahnen sollte mindestens 20 cm breit sein, damit gewährleistet ist, dass kein Strom auf diesem Weg entweichen kann (Abbildung 8).



Abbildung 8: Die Kunststoffdichtungsbahn ist für die Funktionsprüfung im Testfeld freigelegt.

Teilweise wurden Testlöcher in den Kunststoffdichtungsbahnen hergestellt durch das Eintreiben von Erdnägeln, die beim Herausziehen aus den Kunststoffdichtungsbahnen einen Hohlraum unterhalb der Kunststoffdichtungsbahnen hinterließen, so dass in den Testlöchern selbst nur elektrisch isolierende Luft war. Zudem kann ein Hohlraum unterhalb eines Testlochs entstehen, wenn das Testloch zu stark bewässert wird (Abbildung 9).



Abbildung 9: An diesem ausgeschnittenen Testloch ist klar zu erkennen, dass unterhalb der Testleckage ein Hohlraum entstanden ist, der einen Stromfluss durch die Testleckage verhindert.

Ferner wurden Testlöcher zwar in die Kunststoffdichtungsbahn eingebracht aber die Dränmatte oder das Schutzgeotextil oberhalb der Kunststoffdichtungsbahn wurde im Anschluss unverseht über dem Testloch drapiert. Dadurch floss jedes Wasser, das als Hilfsmittel zum Auffinden der Testlöcher benutzt wurde, über die Dränmatte oder das Schutzgeotextil ab, jedoch wurde ein elektrischer Schluss durch das Testloch durch diese Maßnahme verhindert (Abbildung 10).



Abbildung 10: Das Schutzgeotextil wurde für die Funktionsprüfung wieder über das Testloch geklappt. Das Wasser wurde über das Geotextil abgeführt und gelangte nicht durch das Testloch.

Weitere Schwierigkeiten tauchten in den ersten Funktionsprüfungen am fertiggestellten Bauwerk aus dem Grunde immer wieder auf, dass zum einen nur vermeintlich Löcher in die Kunststoffdichtungsbahnen eingebracht worden waren und zum anderen eingebrachte Löcher nicht bewässert worden waren oder aber dass Löcher nicht mit Bodenmaterial ausgefüllt worden waren, so dass kein elektrischer Schluss zustande kam. Dadurch kam es dazu, dass Testlöcher erst nach Monaten während der Messungen detektiert werden konnten, da das Erdreich um die Testlöcher erst nach Monaten ausreichend durchfeuchtet war.

Diese Schwierigkeiten wurden im Laufe der Jahre erkannt und konnten durch Vorgaben für das Herstellen von Testlöchern relativ einfach behoben werden.

5 Sanierung von später aufgetretenen Leckagen

Es kommt vor, dass Leckagen erst nach der Fertigstellung der Abdichtungsmaßnahme auftreten und erkannt werden können. Dies ist möglich, da Beschädigungen in den Kunststoffdichtungsbahnen zwar schon vorher vorhanden gewesen sein könnten, jedoch erst im Falle einer Feuchtigkeit, die durch die Beschädigung dringt, kann eine solche Beschädigung detektiert werden. Zudem können tatsächlich Beschädigungen erst nach Fertigstellung der Maßnahme auftreten.

In diesen Fällen kommt es darauf an, dass Feuchtigkeit durch die Beschädigung gelangt und dem Strom eine Möglichkeit gibt, ihm durch die Beschädigung zu folgen. Dies geschieht teilweise erst Jahre nach Fertigstellung der Abdichtung.

Nach Feststellung einer eindeutigen Anomalie durch den Hersteller des Dichtungskontrollsystems ist der Bereich der Kunststoffdichtungsbahnen um die angezeigte Anomalie mit geeignetem Gerät freizulegen, ohne dass die Kunststoffdichtungsbahnen in dem Bereich durch die

Arbeiten beschädigt werden. Die Beschädigung ist in jedem Fall zu sanieren und der Bereich wieder herzustellen.

Der Aufwand zur Sanierung einer nachträglich festgestellten Beschädigung ist in der Regel sehr hoch, da notwendige Gerätschaften nicht permanent vor Ort verfügbar sind.



Abbildung 11: Der Aufwand, eine später detektierte Beschädigung zu sanieren, ist relativ groß.

6 Kontrollzyklen

Aus den Erfahrungen der bisher mit Dichtungskontrollsystemen ausgeführten Deponieoberflächenabdichtungen, ob anstelle einer mineralischen Dichtung oder zusätzlich dazu, haben sich Kontrollzyklen von einer jährlichen Messung als sinnvoll herauskristallisiert. Selbst häufigere Messungen in den ersten Jahren nach Fertigstellung des Oberflächenabdichtungssystems erscheinen aus dieser Sicht nicht notwendig, da Aufgrabungen in den meisten Fällen zeigten, dass die Dränschicht oberhalb der Kunststoffdichtungsbahnen nicht nass sondern maximal feucht war, so dass selbst im Falle einer Leckage kein Durchfluss von erheblichen Mengen Flüssigkeit durch eine Leckage zu erwarten wäre.

Auf lange Sicht ist es daher sinnvoll, zunächst eine jährliche Kontrolle der Abdichtung durchzuführen, nach einem längeren Zeitraum kann die Pause zwischen zwei Kontrollmessungen jedoch durchaus verlängert werden.

7 Grenzen

Bei der Installation eines Dichtungskontrollsystems sind bisher kaum Einschränkungen bekannt. Solange die Witterungs- und Einbaubedingungen die Installation von Kunststoffdichtungsbahnen zulassen, solange kann auch ein Dichtungskontrollsystem eingebaut werden.

Auf die Standsicherheit des Gesamtabdichtungssystems haben Dichtungskontrollsysteme keine bisher bekannten Auswirkungen.

Bei der Installation der Sensoren ist die Einmessung der Sensoren für eine ausreichende Ortungsgenauigkeit maßgebend. Daher sind an die Einmessung der Sensoren ausreichende Anforderungen zu stellen.

Bei den Messungen ist zu beachten, dass Dichtungskontrollsysteme keine „Loch-Such-Maschinen“ sind, sondern Leckageortungssysteme. Ein Loch, durch das kein elektrischer Schluss zustande kommt, kann nicht geortet werden. Darauf ist besonders bei der Herstellung von Testleckagen zur Funktionsprüfung des Dichtungskontrollsystems zu achten.

Es kann vorkommen, dass die Schichten, in denen sich die Sensoren bzw. die Spannungsgeber befinden, während des Einbaus bzw. zum Zeitpunkt der Messungen durch eine lange Trockenperiode nahezu ausgetrocknet sind. Während der Bauphase ist dies bei Messungen und Funktionsprüfungen zu berücksichtigen. Es kann in diesem Fall notwendig sein, die Flächen abschnittsweise zu bewässern oder ein Regenereignis abzuwarten.

Bei späteren Messungen werden sich unter- und oberhalb der Kunststoffdichtungsbahnen relativ homogene Feuchtigkeitsverhältnisse eingestellt haben, so dass die Dichtungskontrollsysteme für die Messungen ausreichende Feuchteverhältnisse haben dürften.

An ihre Grenzen stoßen Dichtungskontrollsysteme in Randbereichen, die Randumläufigkeiten verursachen und in Bereichen mit elektrisch leitfähigen Bauwerken oder Bauteilen. In diesen Bereichen ist die Leckageortung sehr schwierig, da diese Randumläufigkeiten oder elektrisch leitfähigen Bauteile per se einen elektrischen Schluss durch die Kunststoffdichtungsbahnen oder am Rand der Abdichtungsfläche herstellen. Jedoch können diese Probleme mit technischen Hilfsmitteln heutzutage relativ gut bewältigt werden.

8 Zusammenfassung

Wie die vorgenannten Ausführungen zeigen, werden Dichtungskontrollsysteme heutzutage regelmäßig in Oberflächenabdichtungen genutzt. Ihre Rolle ist für die langfristige Kontrolle von Kunststoffdichtungsbahnen besonders in Oberflächenabdichtungen von Deponien von wichtiger Bedeutung, da es Betreibern und Behörden nur durch den Einsatz von Dichtungskontrollsystemen auf diesem Wege möglich ist, die Abdichtung langfristig auf Dichtheit zu kontrollieren.

Außerdem werden die meisten Schäden bereits nach Einbau der Überdeckung der Kunststoffdichtungsbahnen erkannt, so dass die Umwelt wirksam geschützt wird.

Dabei ist es nicht die Rolle von Dichtungskontrollsystemen, die Fremdüberwachung beim Einbau der Kunststoffdichtungsbahnen zu ersetzen, sondern vielmehr sollen Dichtungskontrollsysteme die klassische Qualitätskontrolle unterstützen, die bei der Überdeckung der Kunststoffdichtungsbahnen an ihre Grenzen stößt.

In einigen Fällen ist der Einsatz eines Dichtungskontrollsystems als Alternative zur mineralischen Dichtung denkbar und auch bereits ausgeführt, jedoch ist für jeden Deponiestandort und für sämtliche vorherrschenden Bedingungen eine Einzelfallbetrachtung heranzuziehen.

In bezug auf die Lebensdauer der erdgebundenen Komponenten lässt sich heute sagen, dass die eingesetzten Materialien eine ausreichende Lebensdauer unter den zu erwartenden Umständen erreichen können.

Fast 20 Jahre Erfahrung im Umgang mit Dichtungskontrollsystemen zeigen, dass sich ihr Einsatz mehr und mehr bewährt. Die Unversehrtheit von Kunststoffdichtungsbahnen kann über lange Zeiträume gesichert werden.