

**Entwicklung eines kostengünstigen und sicheren Verfahrens
zum Schutz der Umwelt zur Erkennung von Leckagen in
Oberflächenabdichtungen von Deponien**

- KOSILECK -

(AZ 13965)

Endbericht

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Funktionsweise GEOLOGGER	4
	GEOLOGGER	4
	GEOLOGGER CLE	5
3	Komponenten des GEOLOGGER CLE Systems	7
	3.1 Sensorschlauch.....	7
	3.2 Sonde.....	8
	3.3 Zug- und Schiebevorrichtung	9
	3.4 Messsystem	11
	3.5 Gegenelektroden.....	12
	3.6 Bewertung der Anwendbarkeit der Komponenten.....	12
4	Testfelder und Deponien	12
	4.1 Deponie Horstfelde	12
	4.2 Testfeld PROGEO.....	13
	4.3 Deponie Kleinmachnow	14
	4.4 Deponie Senzig.....	14
5	Messungen.....	17
	5.1 Messungen mit dem GEOLOGGER CLE System.....	17
6	Prüfung der erdgebundenen Komponenten	19
7	Ergebnisse der Universität Potsdam	20
8	Allgemein	21
9	Veröffentlichungen	21
10	Ansprechpartner.....	21

1 Einleitung

In den kommenden Jahren müssen alleine in Deutschland etwa 350 Deponien gesichert werden. Schätzungen gehen davon aus, dass allein die Schließung der Deponien mehrere Milliarden Euro kosten wird. Hinzu kommen die Kosten der Nachsorge, denn selbst wenn die Deponien geschlossen sind, bedürfen sie für bis zu 30 Jahre der regelmäßigen Überwachung und das kostet viel Geld.

Im Rahmen des Forschungsprojektes KOSILECK sollte daher das bewährte System GEOLOGGER aus dem Hause PROGEO zur Überwachung von Deponieabdichtungen weiterentwickelt werden. Durch die Erarbeitung eines vollständig neuartigen Ansatzes zur Durchführung von Dichtungskontrollmessungen stellte PROGEO im Mai 2002 einen Änderungsantrag für das Forschungsvorhaben KOSILECK.

Mit dem neuen Produkt, GEOLOGGER CLE, soll eine bessere und vereinfachte Systemprägung und eine damit verbundene Kostensenkung zu einer breiteren Anwendung von Dichtungskontrollsystemen führen.

Die im Vergleich zu den Kosten der Abdichtung hohen Investitionskosten von Dichtungskontrollsystemen stellen bis heute ein wesentliches Hemmnis für den flächendeckenden Einsatz der Technologie dar.

Gelingt es die Kosten in relevanter Größenordnung zu senken, ist sowohl national als auch international mit einer deutlichen Zunahme der Dichtheitsüberwachung bei Deponiesystemen zu rechnen. Die Erfahrung des Hauses PROGEO zeigt, dass eingebaute Abdichtungssysteme immer wieder vereinzelte Perforationen aufweisen können und damit ohne ein geeignetes Überwachungssystem zu einer Umweltgefährdung führen können. Somit führt der Einsatz eines Dichtungskontrollsystems zu einem deutlichen Schutz der Güter Boden und Wasser und trägt damit wesentlich zum Schutz unserer Umwelt bei.

Mit Abgabe dieses Endberichtes ist der im Änderungsantrag für das Forschungsvorhaben „KOSILECK“ zugrunde liegende Arbeitsplan vollständig abgearbeitet.

Der Stand der Arbeiten bis zum 30. September 2001 ist ausführlich im ersten Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben KOSILECK dargelegt worden. Auf diese Bereiche wird daher in diesem Endbericht nur eingegangen, wenn sie für den Gesamtzusammenhang notwendig sind.

Die Zusammenarbeit mit der Universität Potsdam ist erfolgreich beendet worden. Die Ergebnisse sind in einem eigenständigen Abschlussbericht dargelegt und es wird hier daher nur kurz auf die Ergebnisse eingegangen.

2 Funktionsweise GEOLOGGER

GEOLOGGER

Bei der klassischen Bauart verwendet das GEOLOGGER System eine matrixartige Elektroden-Anordnung unterhalb der Kunststoffdichtungsbahn (KDB), um leakagebedingte Potenzialveränderungen zu detektieren und zu lokalisieren. Typischerweise wird dabei mit sogenannten „Multipunkt-Linearelektroden“ (MPLE) gearbeitet, bei denen auf einem vieladrigen Kabel im Regelfall im Abstand von 5 m sogenannte Messabgriffe angeordnet werden, die an das Erdreich ankoppeln.

Die Herstellung dieser Abgriffe erfolgt weitgehend manuell und ist damit vergleichsweise aufwendig. Die Kabel enthalten eine Vielzahl von Einzeladern und müssen daher mit zusätzlichen Schutzeinrichtungen ausgestattet werden, um eine ausreichende Spannungsfestigkeit sicherzustellen. Um den hohen Qualitätsanspruch sicherzustellen, werden die Kabel nach der Produktion verschiedenen Qualitätstests unterzogen um eventuelle Fertigungsmängel frühzeitig feststellen zu können. Durch die projektbezogene Fertigung der Kabel, sind spätere Änderungen gegenüber der geplanten Situation sehr aufwendig. Durch die Einhaltung der verschiedenen Qualitätsstandards und der festen Verlegung der Kabel ist diese Verfahrensweise sehr kostenintensiv.

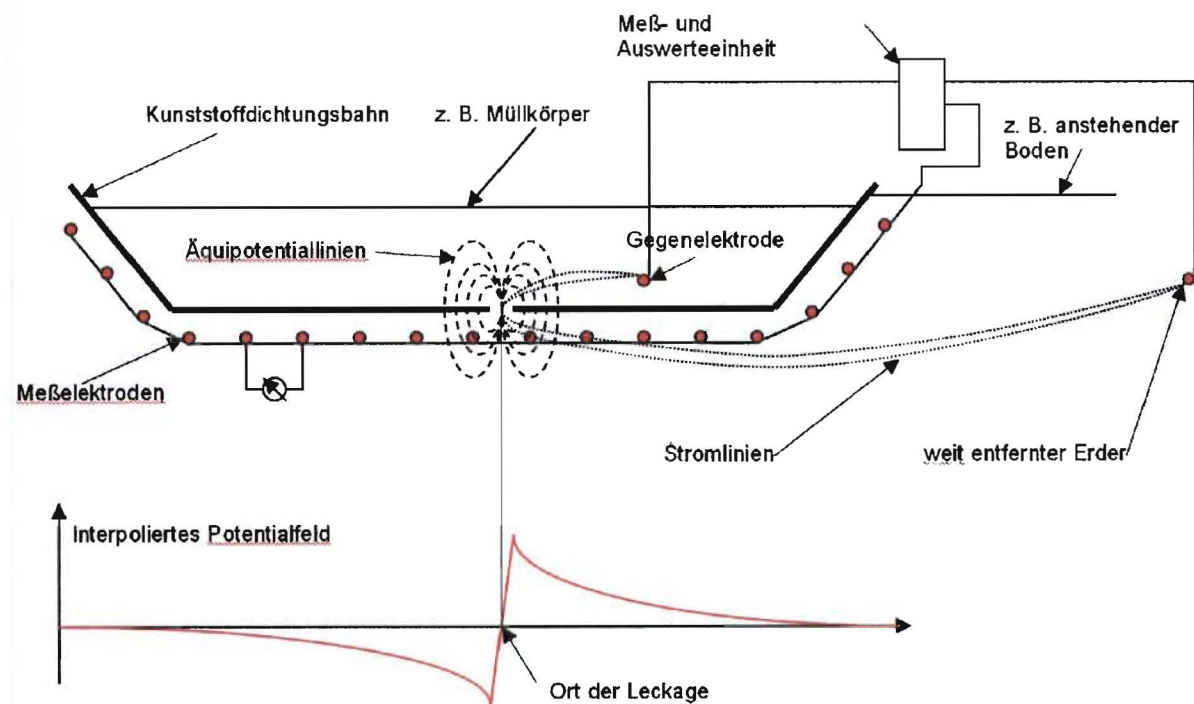


Abbildung 1: Funktionsprinzip GEOLOGGER

Um mit der matrixartigen Anordnung von Messpunkten eine Messung rationell durchführen zu können, wird ein teurer Multiplexer benötigt. Trotzdem ist die Messung und Auswertung der Daten aufwendig, letztlich auch, weil die Interpretation der Daten wegen des Messabstands von 5 m nicht immer eindeutig ist.

GEOLOGGER CLE

Das neue Verfahren mit dem Produktnamen GEOLOGGER CLE, beruht zwar exakt auf dem gleichen physikalischen Prinzip, vermeidet aber die herstellungsbedingten Nachteile weitgehend durch eine vollständig neuartige Systemkonzeption.

Basis der im Erdreich eingesetzten Sensorik ist nunmehr ein spezieller Schlauch aus leitfähigem Kunststoff mit einem Außendurchmesser von wenigen Millimetern. Dieser Schlauch wird, genauso wie bei dem klassischen GEOLOGGER System, mit einem parallelen Abstand von 5 m unterhalb der Abdichtung verlegt, wobei jeder Schlauch so aus der Dichtung herausgeführt wird, dass er für den Anschluss eines Messsystems zugänglich ist.

Das Messsystem besteht neben den bekannten Modulen zur Spannungserzeugung aus einem USB Spannungsmessgerät mit analogen Eingängen und digitalen Ein-/Ausgängen. Zur Datenaufzeichnung wird ein handelsüblicher PC bzw. Laptop mit USB Anschluss verwendet.

Gesteuert wird das Messprogramm durch eine von PROGEO entwickelte Software. Die eigentliche Messung wird über eine spezielle Sonde, welche in den Messschlauch eingeführt werden kann, durchgeführt. Diese ist über ein einadriges Kabel mit dem Messgerät verbunden. Durch ihre runde Form koppelt die Sonde besonders gut an die Innenwand des Messschlauchs an.



Abbildung 2: Mobiles Messsystem OMB-DAQ-56 von OMEGA

Da der Schlauch elektrisch leitfähig ist, ist die auf der Schlauchinnenseite wirkende elektrische Spannung gleich der Spannung auf der Außenseite. Ist weiterhin der elektrische Widerstand des Schlauches im Verhältnis zum Widerstand des Erdreichs hoch, so wird ein Kurzschluss der auf den Schlauch wirkenden Potenzialdifferenzen vermieden. Kommt es im Erdreich aufgrund einer Leckage zu einer lokalen Potenzialänderung, so kann diese vom Messsystem erfasst werden, sobald die verschiebbare Sonde den betroffenen Bereich des Schlauches durchfährt. Über die Messung der Sondenleitung ist dabei ein Ortsbezug der Messdaten in einfacher Weise herstellbar, sofern die Lage des Schlauches bekannt ist.

Es wird also für dieses Verfahren das teure MPLE-Kabel gegen einen preiswerten leicht zu verarbeitenden Schlauch, der erst auf der Baustelle entsprechend zugeschnitten wird, getauscht. Dies ermöglicht eine viel flexiblere Projektplanung. Anpassungen im Verlegeplan sind auch während der Bauausführung viel einfacher realisierbar. Detektierte Leckagen sind mit einer deutlich gestiegenen Genauigkeit zu orten, da sich die Messsonde in dem Schlauch beliebig positionieren lässt.

Weiter ermöglicht dieses Verfahren weitere Messmöglichkeiten, die mit dem klassischen GEOLOGGER nicht möglich sind. Wird z.B. anstelle der Messsonde der Messschlauch mit einer Wassersäule beaufschlagt, so kann über den am Fußpunkt gemessenen hydrostatischen Überdruck der Höhenverlauf der Abdichtung mitgemessen werden. Eine weitere

Anwendungsmöglichkeit wäre z.B. eine Temperaturmessung unterhalb der KDB.

3 Komponenten des GEOLOGGER CLE Systems

Im Gegensatz zu dem bisher verwendeten GEOLOGGER System, werden beim GEOLOGGER CLE System deutlich weniger Komponenten benötigt. Diese werden im Folgenden beschrieben.

3.1 Sensorschlauch

Der verwendete Schlauch (siehe Abbildung 3) ist die zentrale Komponente des Systems und gleichzeitig auch die einzige fest installierte Komponente. Eine ausreichende Stabilität des Schlauches muss eine Verformung durch Auflast ausschließen, gleichzeitig müssen aber die elektrischen Eigenschaften den geforderten Bedingungen entsprechen. Entscheidend ist, dass der Schlauch einerseits eine gute elektrische Leitfähigkeit hat, die andererseits um Größenordnungen schlechter ist als die des umliegenden Materials. Dadurch ist sichergestellt dass der Stromfluss nicht entlang des Schlauches erfolgt.



Abbildung 3: Sensorschlauch

Durch zahlreiche Tests bezüglich der elektrischen Leitfähigkeit und der Stabilität des Schlauches konnte ein geeigneter Schlauch definiert werden. Es wurde ein Schlauch mit einem Außendurchmesser von ca. 6 mm und einem Innendurchmesser von ca. 4 mm gewählt. Dieser Durchmesser hat den Vorteil, dass er sehr formstabil ist, aber noch eine relativ geringe Wanddicke hat. Der Schlauch besteht aus schwarzem Polyethylen hoher Dichte vom Typ „Hostalen

GM 9350 C black". In Kapitel 6 wird der Prüfbericht nach Vorgaben der BAM zur technischen Eignung des Sensorschlauches erläutert.

Beim Verlegen des Schlauches sollte darauf geachtet werden, dass dieser möglichst gleichmäßig ohne Kurven und auf keinen Fall mit Knickstellen verlegt wird. Des Weiteren sollte die geografische Lage des Schlauches genau bestimmt werden, damit hinterher bei den Messungen die Position der Sonde exakt bestimmt werden kann.

3.2 Sonde

Die Messsonde muss drei Kriterien erfüllen. Neben einer guten elektrischen Leitfähigkeit muss sie einen möglichst geringen Reibungswiderstand bei bestmöglicher Ankopplung haben.

Verschiedene Tests haben gezeigt, dass ein einfaches, ca. 1 cm langes, gut leitfähiges zylinderförmiges Metallstück eine ausreichende Ankopplung der Sonde an die Schlauchinnenwand gewährleistet. Für die meisten Tests wurde ein einfacher sechseckiger, nicht rostender Metallkörper gewählt (siehe Abbildung 4).

Der Durchmesser der Sonde sollte deutlich geringer als der Innendurchmesser des Schlauches sein, da ansonsten bereits leichte Wölbungen im Schlauch zu einer Funktionsbeeinträchtigung führen können. Ein massiver Metallkörper ist dabei von Vorteil, da die Sonde alleine durch ihr Gewicht eine gute Ankopplung an den Schlauch erfährt. Um die Reibungskräfte zu minimieren, empfiehlt sich ein Zeppelin förmiger Metallkörper. Dieser bietet für die geforderte Anwendung die geringsten Reibungsverluste.

Versuche, wobei durch Federn Kontakte an die Innenseite des Schlauches gedrückt werden sollten, brachten einerseits keine so guten Ergebnisse und erhöhten andererseits die Reibungskräfte die auf die Sonde wirken deutlich.

Als Zugseil sollten zwei isolierte Kabel verwendet werden die jeweils an eine Seite der Sonde gelötet werden. Das Zugseil kann gleichzeitig die Messleitung sein. Das zweite Kabel ist dafür gedacht, dass die Sonde jederzeit vorwärts und rückwärts bewegt werden kann.

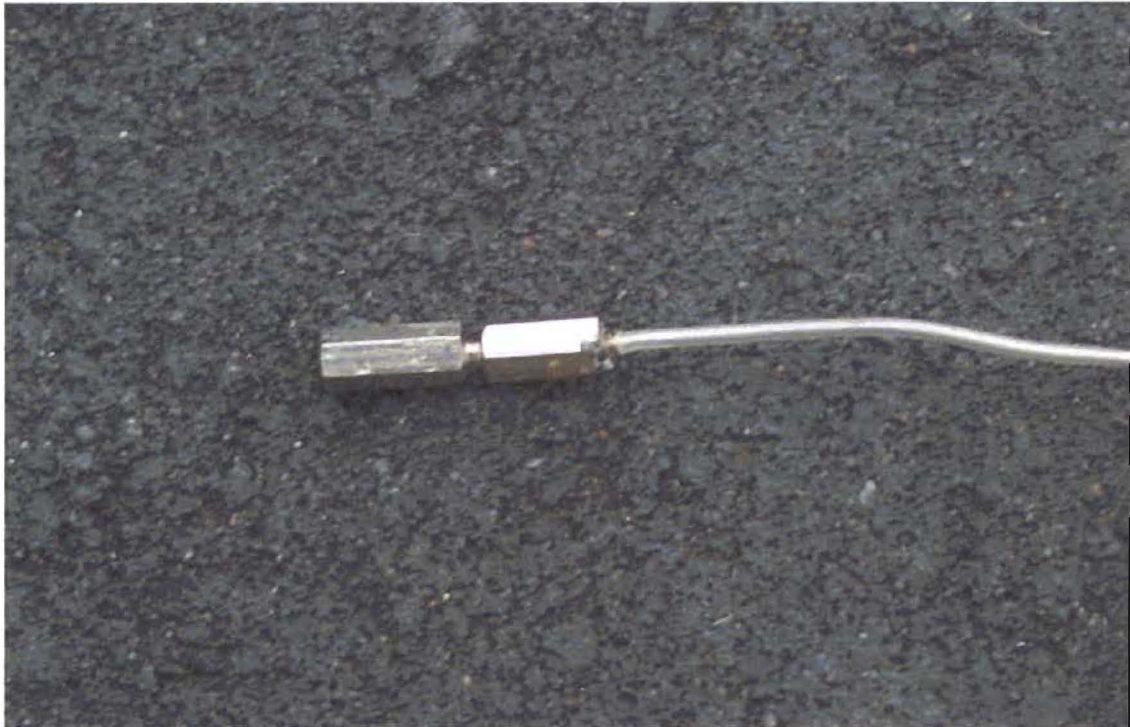


Abbildung 4: Sensor mit einem Zug- bzw. Messdraht

3.3 Zug- und Schiebevorrichtung

Um die Sonde gleichmäßig durch den Schlauch zu bewegen, ist eine Zug- und Schiebevorrichtung notwendig. Zu diesem Zweck ist im Rahmen des Forschungsprojektes eine spezielle Schiebevorrichtung (siehe Abbildung 5) entwickelt worden, mit deren Hilfe ein stabiler Draht durch den Sensorschlauch geschoben wird.

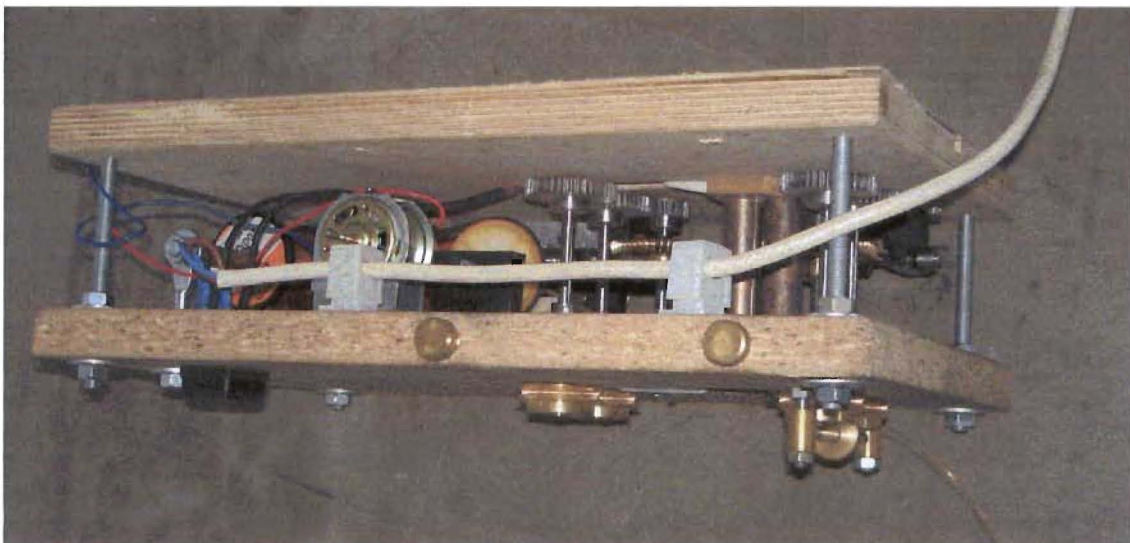


Abbildung 5: Schiebevorrichtung

Anschließend wird das eigentliche Mess- und Zugseil mit Hilfe des Drahtes eingezogen. Die für das Ziehen der Messsonde konstruierte Zugvorrichtung (siehe Abbildung 6) ist mit Umlenkrollen und einem digitalen Abgriff für die Bestimmung der abgewickelten Kabellänge ausgestattet. Durch Kenntnis der Kabellänge lässt sich die exakte Position der Sonde im Schlauch berechnen. Durch Anschluss des digitalen Signals an das Computersystem erfolgt die Positionsberechnung automatisch.

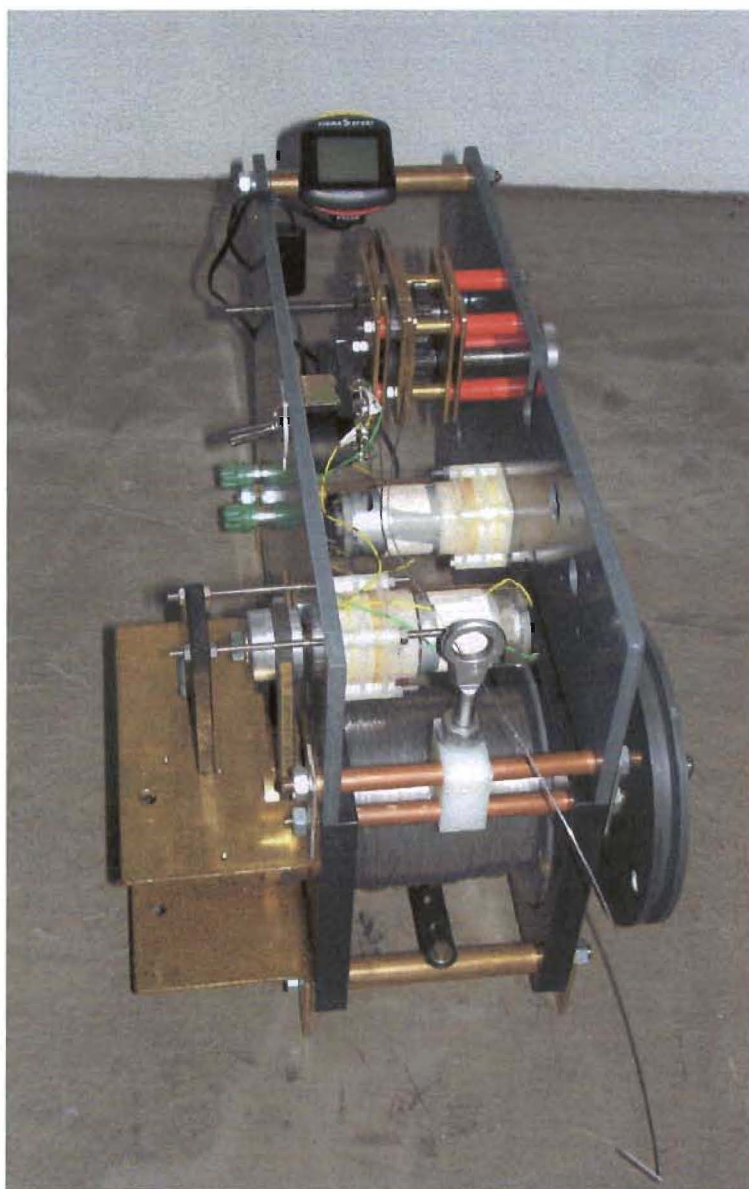


Abbildung 6: Zugvorrichtung

3.4 Messsystem

Zur Messung der Potenzialdifferenzen ist ein computergesteuertes USB Spannungsmessgerät (OMB-DAQ-56 von OMEGA) verwendet worden. Dieses Messgerät benötigt eine 230-V-Stromversorgung und wird mittels USB-Kabel an einen PC bzw. Laptop angeschlossen. An die digitalen Ausgänge des Messgerätes wurde ein Relais angeschlossen, das zur +/- Umschaltung der einspeisenden Spannung dient. An den analogen Eingängen (1L und COM) wurde die Potenzialdifferenz zwischen der Messelektrode und einem beliebigen Punkt auf der Messtrasse (Referenzpunkt) gemessen. Durch ein von PROGEO entwickeltes Programm (siehe Abbildung 7) kann das Messgerät angesteuert und die einzelnen Messungen entsprechend der Steuerdatei oder als manuelle Einzelmessungen durchgeführt werden. Gleichzeitig werden die einzelnen Messwerte grafisch dargestellt und in einer Datei abgespeichert.

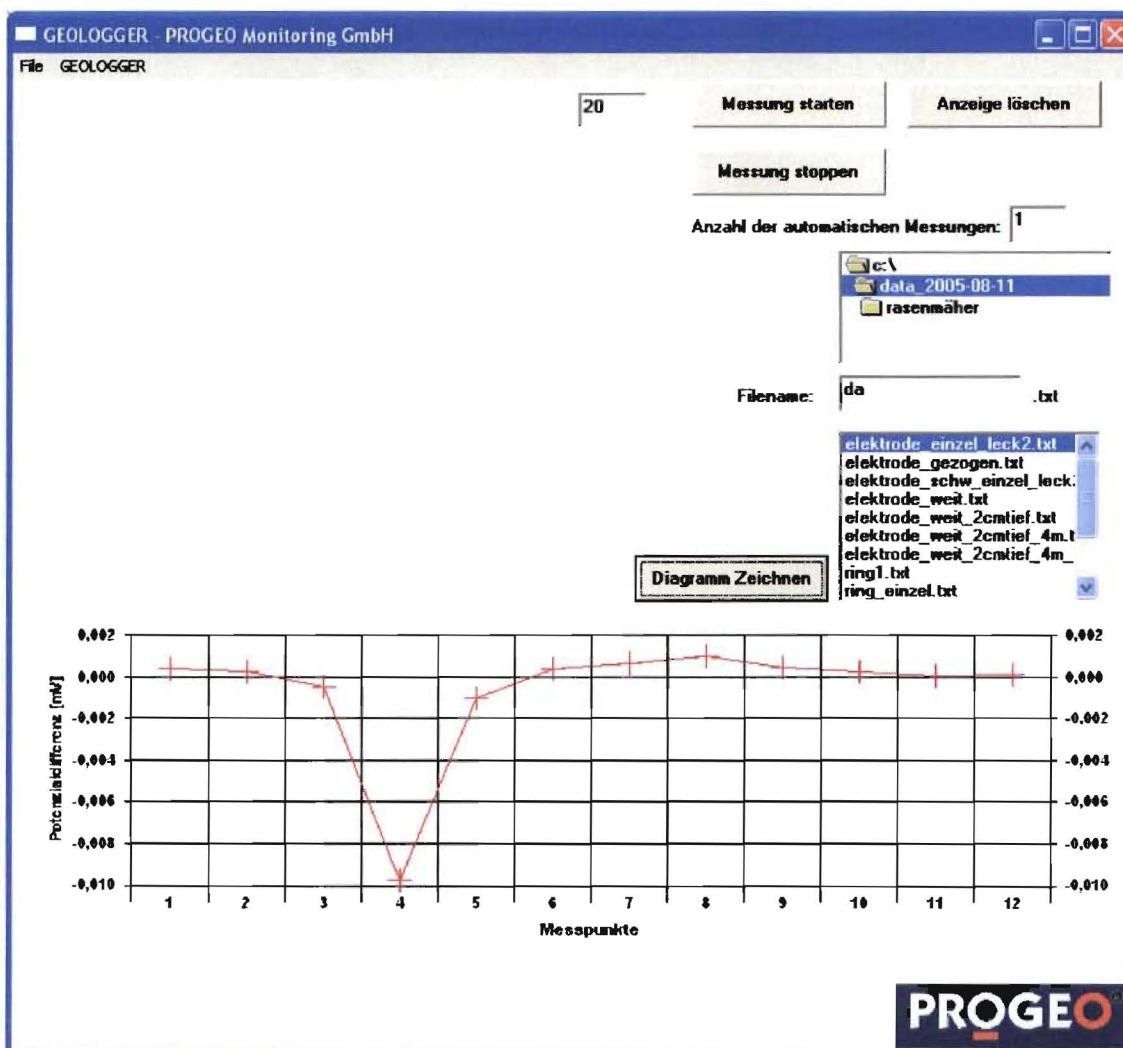


Abbildung 7: Messprogramm zur Steuerung der OMB-DAQ-56

3.5 Gegenelektroden

Genauso wie beim klassischen GEOLOGGER System muss auch bei diesem System über eine Elektrode eine Spannung in den Boden gegeben werden. Dies kann durch temporäre Einspeiseelektroden oder durch fest verlegte Elektroden geschehen, wobei zu beachten ist, dass auch bei temporären Elektroden die Ankopplung an den Untergrund gewährleistet sein muss.

3.6 Bewertung der Anwendbarkeit der Komponenten

Die meisten Komponenten des GEOLOGGER CLE Systems sind problemlos nutzbar und auch realisierbar. Die größten Schwierigkeiten bestehen im mechanischen Bereich beim Einschleiben des Drahtes und beim Ziehen der Sonde (zu starke Reibungskräfte auf die Sonde und den Draht). Die übrigen Komponenten sind völlig unproblematisch. Bis auf den Schlauch sind aber alle Komponenten, also die Zug- und Schiebevorrichtung, die Sonde sowie das Messgerät mit den entsprechenden Programmen im nachhinein jederzeit weiterentwickelbar.

4 Testfelder und Deponien

Im Rahmen des Forschungsprojektes KOSILECK sind auf mehreren Testflächen bzw. Deponien parallel zu den verlegten klassischen GEOLOGGER Kabeln auch Sensorschläuche mit verlegt worden.

4.1 Deponie Horstfelde

Auf der Deponie Horstfelde (Brandenburg) wurden im Jahr 2002/2003 mehrere Sensorschläuche im Böschungsbereich der neu errichteten Oberflächenabdichtung verlegt. Die Verlegung erfolgte im Sandverlegeplanum der KDB, das entsprechend der Ebenheitsanforderungen für die Abdichtung vorgerichtet worden war.

Nach dem Verlegen der Sensorschläuche wurde die KDB eingebaut. Diese wurde mit einer Dränmatte und einer ca. 1 m mächtigen Rekultivierungsschicht abgedeckt. Die Zuführungspunkte für die Sensorschläuche wurden am oberen Dichtungsrand angeordnet. Durch weitere Baumaßnahmen sind die Sensorschläuche heute nicht mehr zugänglich.

4.2 Testfeld PROGEO

Weitere Tests sind daher auf dem Versuchsgelände von PROGEO durchgeführt worden.

PROGEO verfügt über ein eigenes Testfeld, auf dem ein vollständiges GEOLOGGER System unterhalb und oberhalb der KDB installiert ist. Der Schlauch liegt parallel zu den vorhandenen MPLE, wodurch ein direkter Qualitätsvergleich möglich ist.

Zur Einspeisung des Stroms kann die festeingebaute Ringelektrode genutzt werden. Alternativ kann die Einspeisung auch über eine temporäre Elektrode erfolgen.

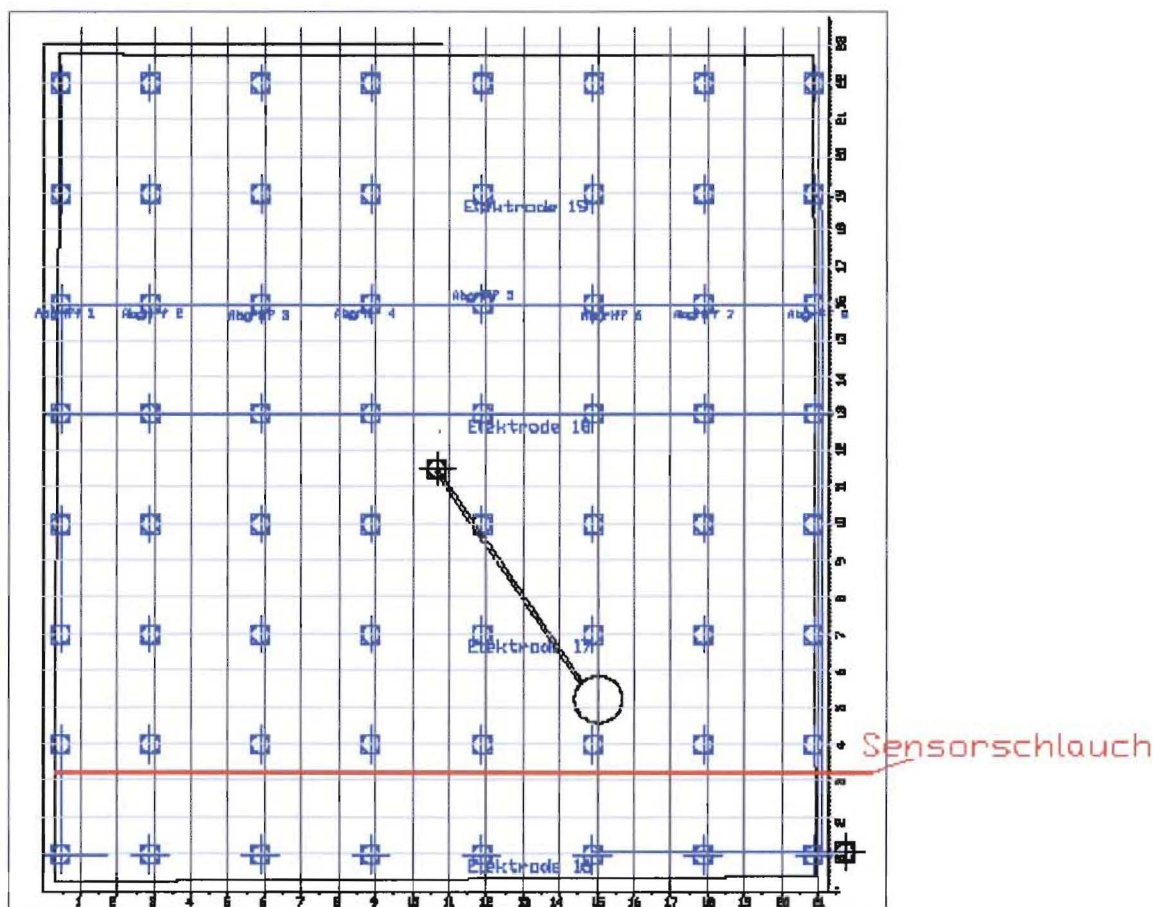


Abbildung 8: Lageplan Testfeld PROGEO in Großbeeren

4.3 Deponie Kleinmachnow

Die Deponie Kleinmachnow bei Potsdam ist nur etwa 200 x 300 m groß und hat eine Höhendifferenz von ca. 12 m. Oberhalb der KDB befindet sich eine ca. 1 m mächtige Schicht aus Mischboden (Schutzschicht) sowie einem kulturfähigen Boden.

Diese Deponie wurde ausgewählt, um den geophysikalischen Zusammenhang zwischen der elektrischen Potenzialverteilung für die Leckageortung und der Verteilung der elektrischen Widerstände des Bodens zu untersuchen. Die elektrischen Parameter im Boden hängen stark von der Bodenfeuchte und der Bodentemperatur ab.

Zur Untersuchung der elektrischen Bodenkennwerte wurde das Institut für Geowissenschaften (Arbeitsgruppe Geophysik) der Universität Potsdam beauftragt. Durch Kombination von dem in der Deponie eingebauten GEOLOGGER System und einer geophysikalischen Multielektrodenapparatur (Typ Syscal) konnte über einen Zeitraum von zwei Jahren ein Monitoring der Verteilung der elektrischen Leitfähigkeiten durchgeführt werden.

4.4 Deponie Senzig

Um unter realen Bedingungen das System zu testen, ist im Jahr 2005 bei einer aktuellen Baumaßnahme an der Deponie Senzig (Brandenburg) zusätzlich zu den MPLE ein Sensorschlauch mit verlegt worden. Dieser verläuft parallel zu den Leitungen und ermöglicht einen direkten Vergleich der Daten unter realen Bedingungen.

In Abbildung 9 wird Schematisch der eingebaute Sensorschlauch dargestellt. Eine der Schwierigkeiten ist, dass sichergestellt wird, dass trotz Durchdringung der KDB die Dichtigkeit gewährleistet wird. Andererseits darf der Sensorschlauch keine zu starke Biegung erfahren, da sonst die Reibungskräfte die auf die Sonde wirken, um ein Vielfaches zu nehmen.

Nach dem Verlegen des Sensorschlauches und der normalen MPLE wurde die KDB eingebaut. Diese wurde mit einer Dränmatte und einer ca. 1 m mächtigen Rekultivierungsschicht abgedeckt. Die Zuführungspunkte für die Sensorschläuche wurden am oberen und unteren Dichtungsrand angeordnet.

In Abbildung 10 ist ein Ausschnitt vom Verlegeplan der Deponie Senzig dargestellt. Zwischen den MPLE 197 und MPLE 198 ist mittig der Sensorschlauch verlegt worden.

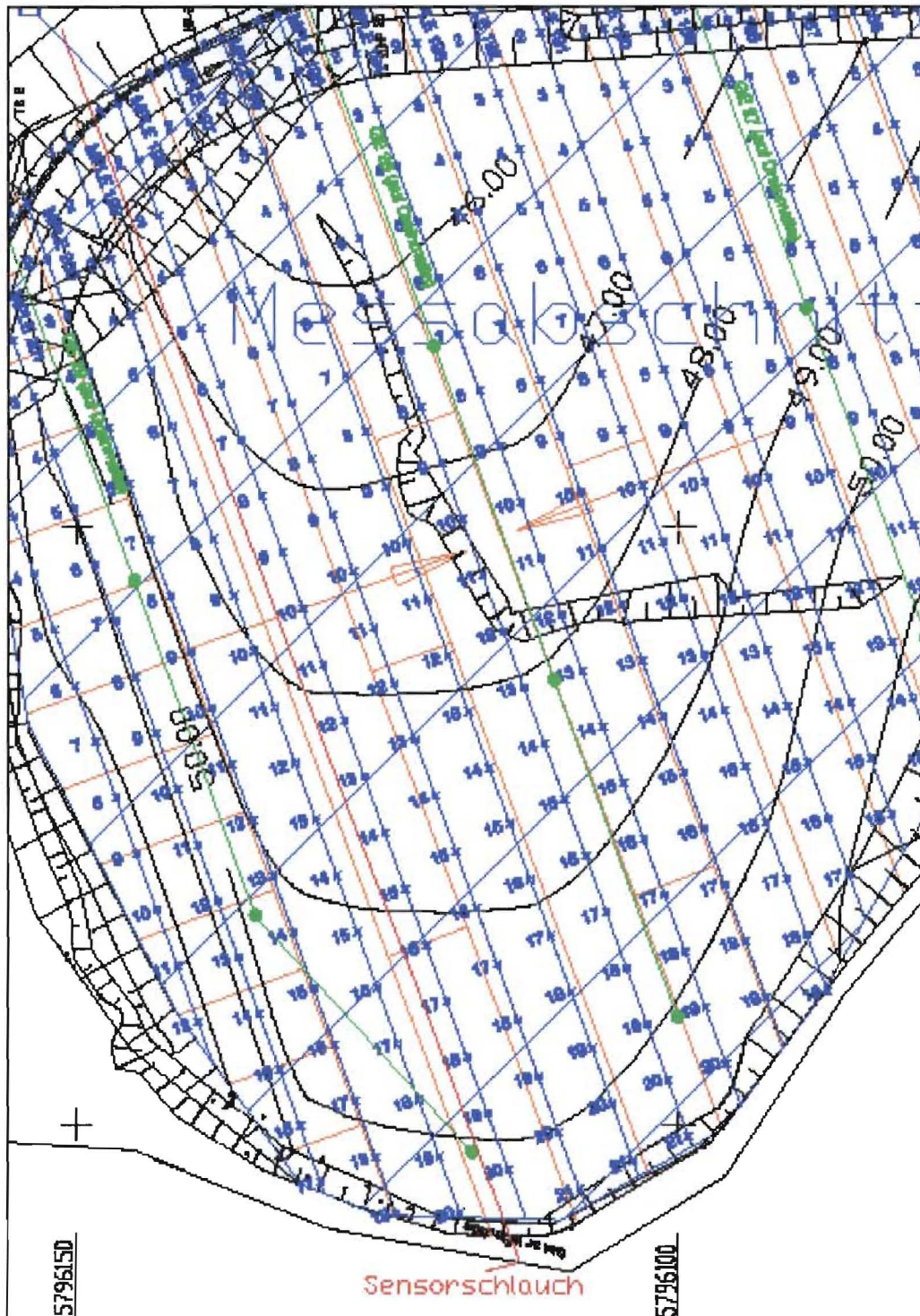


Abbildung 10: Verlegeplan Deponie Senzig mit Sensorschlauch

5 Messungen

5.1 Messungen mit dem GEOLOGGER CLE System

Um die Funktionsfähigkeit des Systems nachzuweisen, sind verschiedene Testmessungen durchgeführt worden. Dabei wurde mit echten und künstlichen Leckagen gearbeitet.

Um die Effizienz des Systems zu testen, sind künstliche Leckagen in ihrer X-Position und in Ihrer Y-Position verändert worden. Daraufhin sind Messungen mit dem klassischen und dem GEOLOGGER CLE System durchgeführt worden. Des Weiteren sind zahlreiche Messungen zur Reproduzierbarkeit der Ergebnisse durchgeführt worden.

Die Messung kann theoretisch während der Bewegung der Sonde stattfinden oder stationär. Tests haben gezeigt, dass die stationären Messungen deutlich stabilere Messwerte liefern.

Im Folgenden sind die drei Messergebnisse der stationären Messungen mit dem GEOLOGGER CLE System dokumentiert. Die Messpunkte 1 und 12 sind durch Randeffekte belastet, da der Schlauch bei den Messungen am Rand frei liegt. Die Position der Leckage ist bei allen Messungen gleich und liegt zwischen Messpunkt 7 und 8.

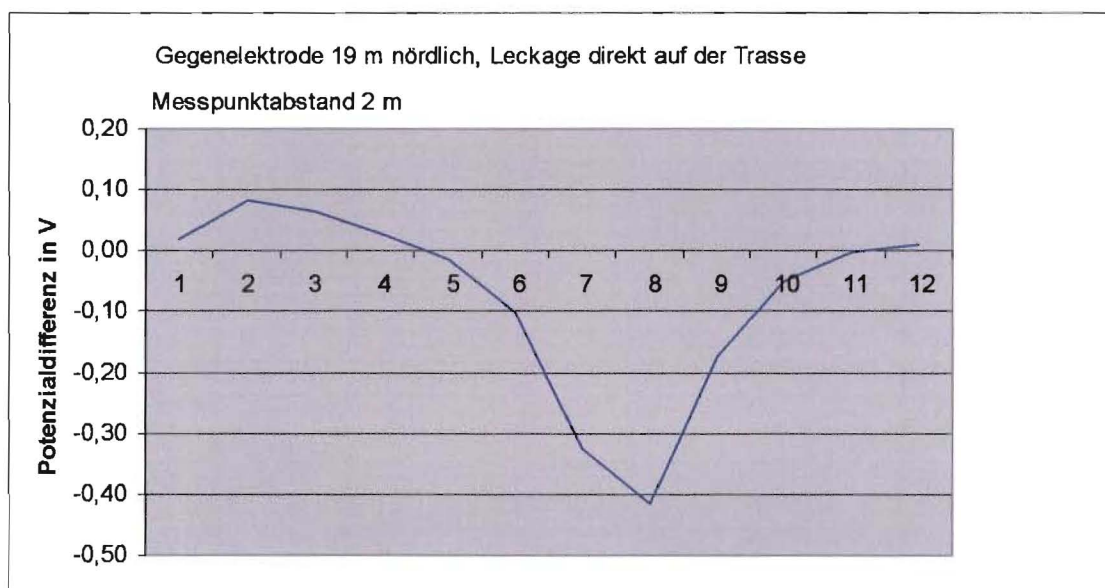
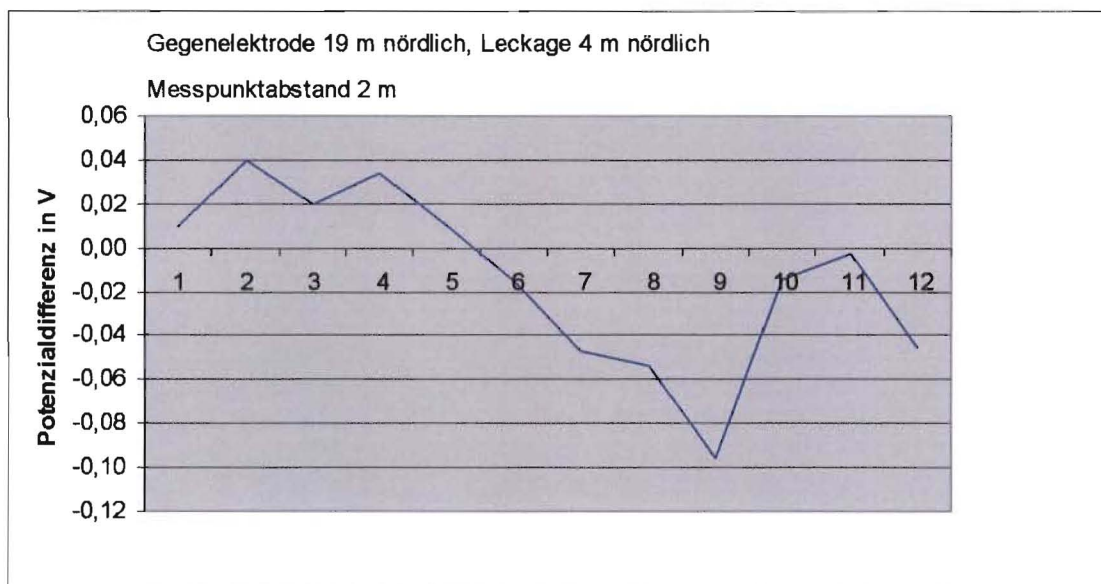
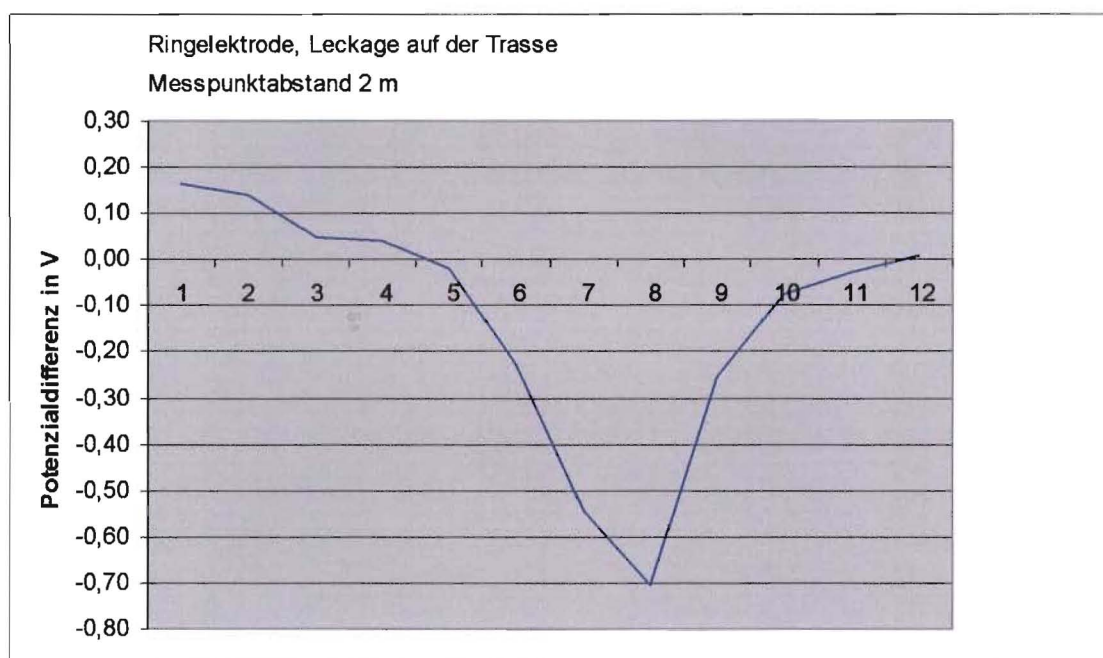


Abbildung 11

**Abbildung 12**

Die in Abbildung 11 und Abbildung 12 dargestellten Messkurven sind jeweils mit einer temporären Gegenelektrode gemessen worden. Man erkennt gut den Zusammenhang zwischen der Potenzialdifferenz und dem Abstand der Leckage zu der Messsonde.

**Abbildung 13**

Die dritte Messung (Abbildung 13) ist unter den gleichen Bedingungen durchgeführt worden wie die erste Messung, allerdings fand die Stromspeisung diesmal über die Ringlelektrode und nicht über eine

temporäre Gegenelektrode statt. Gut zu erkennen ist der starke Anstieg der Potenzialdifferenz. Dies kommt daher, dass mit der hochwertigen Ringelektrode ein deutlich höherer Strom in den Boden gegeben werden kann, als mit einer temporären Elektrode.

6 Prüfung der erdgebundenen Komponenten

Zur Prüfung der erdgebundenen Komponenten des Produktes GEOLOGGER CLE beauftrage PROGEO entsprechend den Vorgaben des Arbeitskreis Dichtungskontrollsysteme (AKDKS) das unabhängige Prüflabor für Kunststoffe SKZ – TeConA GmbH in Würzburg.

Als Versuchsmaterial stellte PROGEO dem Prüflabor über 50 m Sensorschlauch zur Verfügung.

Die Prüfungen wurden gemäß Anhang 1 „Werkstoffliche Anforderungen an erdgebundene Kabel, kabelartige Sensoren und Edelstahlelektroden“ der Empfehlungen des AKDKS „Anforderungen an DKS in Oberflächenabdichtungen von Deponien“ – 1. Auflage November 2000 – (herausgegeben durch das Labor IV.32, Deponietechnik, der Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, BAM) durchgeführt.

Die gelieferten Systemkomponenten entsprechen der Kategorie a) für Kabel/Zuleitungen/kabelartige Sensoren, welche als dauerhaft unzugängliche Komponenten eines Dichtungskontrollsystems eingesetzt werden, und wurden dementsprechend gemäß Nr. 2 und 3 des Anhanges 1 der AKDKS-Empfehlungen geprüft.

Prüfergebnis

Die Anforderungen des Anhanges 1 „Werkstoffliche Anforderungen an erdgebundene Kabel, kabelartige Sensoren und Edelstahlelektroden“ der Empfehlungen des AKDKS „Anforderungen an DKS in Oberflächenabdichtungen von Deponien“ – 1. Auflage November 2000 – (herausgegeben durch das Labor IV.32, Deponietechnik, der Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, BAM) werden von der untersuchten erdgebundenen Komponente des Dichtungskontrollsystems (DKS) GEOLOGGER CLE mit Ausnahme des Verhaltens nach Wärmealterung in Luft (168d/100 °C) erfüllt.

7 Ergebnisse der Universität Potsdam

Die Universität Potsdam untersuchte im Rahmen des Projektes KOSILECK mit verschiedenen geophysikalischen Methoden die Abhängigkeit von jahreszeitlichen Variationen im Wasserhaushalt einer Deponie sowie die Auswirkungen auf die elektrischen Parameter des Bodens.

Um die Zusammenhänge genauer zu betrachten, wurden Feld- und Laboruntersuchungen gegenübergestellt. Die Widerstandsverteilung in der Rekultivierungsschicht bestimmt maßgeblich die für die Leckageortung notwendige Potenzialverteilung. Es wurde daher auf einer Deponie in Kleinmachnow bei Potsdam ein Zweijähriges Monitoring durchgeführt.

Es wurden Untersuchungen mit dem elektromagnetischen Reflexionsverfahren (EMR bzw. Bodenradar), einem elektromagnetischen Zweispulen-System (EM38), mit einer Multielektroden Geoelektrik Apparatur sowie verschiedene Versuche zur Feuchtigkeitsbestimmung im Labor und auf einer Deponie durchgeführt.

Die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchungen waren, dass elektrische Verfahren sehr gut geeignet sind, um Leckagen in Kunststoffdichtungsbahnen nachzuweisen und auch in ihrer Position zu orten.

Es konnte durch Langzeitmessungen nachgewiesen werden, dass es einerseits eine Abhängigkeit der elektrischen Signale an den Wasserhaushalt einer Deponie und das andererseits auch eine Temperaturabhängigkeit besteht.

Durch die erhöhte Temperatur im Boden (dies bedeutet eine bessere Leitfähigkeit) wird die schlechtere Leitfähigkeit durch Austrocknung des Bodens im Sommer ausgeglichen. Voraussetzung ist allerdings das eine gewisse Grundfeuchte vorhanden bleibt, damit die Ankopplung der Elektroden an den Untergrund gewährleistet ist. Allerdings zeigen Computersimulationen das die Feuchteverteilung stark von dem Relief einer Deponie abhängt und man kann daher davon ausgehen, dass in den Sommermonaten die höher gelegenen Bereiche einer Deponie austrocknen, wogegen der Deponiefuß einen deutlich höheren Wassergehalt aufweist.

Die gesamten Ergebnisse der Universität Potsdam liegen in einem eigenen Endbericht vor und sind mit dem ersten Zwischenbericht übergeben worden.

8 Allgemein

Die im Rahmen des Projektes KOSILECK weiterentwickelten Systeme GEOLOGGER und GEOLOGGER CLE tragen im erheblichen Maße zum Schutz unserer Umwelt bei. Ohne solche Dichtungskontrollsysteme würden weiterhin Schadstoffe aus Deponien ungereinigt in unser Grundwasser gelangen.

Durch die Entwicklung von kostengünstigeren Systemen ist es PROGEO gelungen, die Akzeptanz von Dichtungskontrollsystemen im In- und Ausland zu stärken und damit weltweit einen erheblichen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten.

9 Veröffentlichungen


Veröffentlichungen zum konkreten Vorhaben sind noch nicht erfolgt.

10 Ansprechpartner

Für Rückfragen steht Ihnen Herrn Dr. Kallies zur Verfügung.

PROGEO Monitoring GmbH
Herr Dr.-Ing. Bernd Kallies
Hauptstraße 2
D-14979 Großbeeren
Tel.: 033 701 – 22 – 110
Fax: 033 701 – 22 – 119

Großbeeren, den 16. Dezember 2005



Andreas Rödel



ppa. Dr.-Ing. Bernd Kallies