Die seismische Kartierung von Durchlässigkeitszonen im Abstrombereich einer Deponie

Autor(en): **Frei, Walter / Müller, Benjamin**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin für angewandte Geologie**

Band (Jahr): **9 (2004)**

Heft 1

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-224991

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Bull. angew. Geol. Vol. 9/1 Juli 2004 S. 53-55

Die seismische Kartierung von Durchlässigkeitszonen im Abstrombereich einer Deponie

Walter Frei[1], Benjamin Müller[2]

Zusammenfassung
Im Tiefenbereich zwischen 15 m und 80 m der Sandsteinmolasse (USM) werden im Abstrombereich einer Deponie mit seismischen Verfahren Auflockerungszonen mit erhöhter Sickerwasserdurchlässigkeit aufgezeigt. Durch die Kombination von hochauflösender Reflexionsseismik mit dem Verfahren der refraktionsseismischen Tauchwellentomographie lassen sich die aufgelockerten Bereiche in einen Zusammenhang mit den Ablagerungsstrukturen bringen.

Résumé
Des zones d'ameublissement ont été détectées par des méthodes sismiques dans la molasse gréseuse à une profondeur située entre 15 et 80 m. Celles-ci présentent une perméabilité plus élevée par les eaux d'infiltration et se trouvent dans la zone d'évacuation des eaux d'une décharge. La combinaison de la sismique réflexion à haute résolution avec le procédé tomographique de la sismique réfraction montre la rélation entre les structures dans la molasse et les zones d'ameublissement.

Abstract
Seismic prospection methods are used to detect permeable decompaction zones in the upper 80 m of the molasse bedrock near a toxic waste disposal site. High resolution reflection seismic profiling combined with the velocity field derived by curved ray-path tomography associates the detected decompacted zones with depositional irregularities of the bedrock.

1 Einführung

Der stark verwitterte und teilweise aufgelockerte Molasseuntergrund im Abstrombereich südöstlich der Sondermülldeponie Kölliken (SMDK) ist bis in ca. 200 Metern Entfernung vom Deponiekörper durch Sickerwässer kontaminiert. Die mit etwa 10–12° nach SSE einfallende Abfolge von Mergeln, Siltsteinen und Sandsteinen der Unteren Süsswasser Molasse (UMS) liegt im Bereich der sog. «Kölliker Rinne» unter einer 10–25 m mächtigen Quartärüberdeckung. Die während mehrerer präwürmischen Glazialzyklen, mehrphasig abgelagerte Lockergesteinssequenz ist äusserst komplex und enthält neben direkt glazial abgelagerten Sedimenten (Grundmoränen flow-tills) vor allem glaziofluviale Schotter mit hohem Sandgehalt. Der obere Teil der Rinnenfüllung wird durch Verlandungsablagerungen und gehängelehmartige Feinsedimente eingenommen.

Neben zahlreichen Sondierbohrungen wurde in der Vergangenheit beim Versuch die Rinnenstruktur im Fels und damit das System der Wasserwegigkeiten aufzuzeigen, von verschiedenen Akteuren die ganze Palette oberflächengeophysikalischer Untersuchungsmethoden eingesetzt – allerdings ohne durchschlagenden Erfolg. Die beschränkt aufschlussreichen Aussagen sind auf die komplexen quartären Ablagerungsstrukturen sowie auf den Umstand zurückzuführen, dass die gesteinsphysikalischen Grössen (Dichte, akustische Impedanz, elektrische Leitfähigkeit, magnetische Suszeptibilität) an der Grenze Quartär–verwitterte Molasseoberfläche einen ungenü-

[1] GeoExpert AG, Postfach 451, 8603 Schwerzenbach, info@geoexpert.ch
[2] CSD Ingenieure und Geologen AG, Schachenalle 29, 5000 Aarau, aarau@csd.ch

gend ausgebildeten Kontrast aufweisen. Dies dürfte unter anderem auch eine Folge der stellenweise dicht gelagerten Glazialsedimente an der Rinnenbasis sein.
Mit dem verbesserten Verfahren der hybriden Seismik, einer Kombination von hochauflösender Reflexionsseismik mit refraktionsseismischer Tauchwellentomographie, wurde im Herbst 2003 ein weiterer Versuch zur Kartierung der Rinnengeometrie im Fels und zur flächendeckenden Ausscheidung von Durchlässigkeitszonen (verwitterte und aufgelockerte Rinnengürtelsandsteine) im Fels unternommen.

Das Versuchsprofil von 440 m Länge verläuft in Richtung E–W, mehr oder weniger parallel zur Rinnenachse und befindet sich ca. 120 m SE der Deponie. Zur Kalibration der seismischen Ergebnisse stehen die stratigraphischen Angaben aus vier Sondierbohrungen zur Verfügung.

Die Untersuchungsmethode
In Anbetracht der geforderten Detailgenauigkeit und der gewünschten Erkundungstiefe wurden die Datenerfassungsparameter und EDV-Schritte, wie sie in Fig. 2 aufgeführt sind, angewendet.

2 Diskussion der Ergebnisse

Im refraktionstomographisch hergeleiteten Geschwindigkeitsfeld der Fig. 3 sind Auflockerungszonen durch gut erkennbare Anomalien mit Geschwindigkeitswerten von deutlich weniger als 2'500 m/s charakterisiert. Auffallend ist die ausgeprägte Anomalie im zentralen Profilabschnitt zwischen den Stationen 360 und 290. An dieser Stelle sind tiefe Geschwindigkeiten bis in Tiefen von ca. 60 m zu beobachten.

Im reflexionsseismischen Tiefenprofil der Fig. 4 bezeichnet die positive, schwarz eingefärbte Amplitudenauslenkung der Reflexionseinsätze den Übergang von weicherem zu härterem Gestein. Dies ist entgegen der Konvention der Society of Exploration Geophycists (SEG) und erfolgt aus dem praktischen Grund der gemeinsamen, vergleichenden Darstellung mit dem refraktionstomographisch hergeleiteten Geschwindigkeitsfeld, wo hartes Gestein mit hohen Geschwindigkeiten zur Verdeutlichung durch dunkle Farben dargestellt ist.

Das reflexionsseismische Profil zeigt mehrere Unregelmässigkeiten in der subhorizontalen Schichtung der Molasse. Hervortretend ist die rinnenförmige Struktur zwischen den Stationen 350 und 320. Sie steht in einem Zusammenhang mit der oben an gleicher Stelle beobachteten Anomalie im tomographisch hergeleiteten Geschwindigkeitsfeld und weist auf eine markante, strukturell vorgezeichnete Auflockerungszone hin. Es handelt sich dabei möglicherweise um eine von NNW–SSE laufende Bruchzone, die beim Stollenbau zur Massnahme Süd und in der früheren Tongrube beobachtet werden konnte.

Zwei weitere, mit einer rinnenartigen Struktur zusammenhängende Auflockerungszonen sind in den Profilabschnitten der Stationen 490–460 und 300–280 zu beobachten.

Auf dem reflexionsseismischen Profil in Fig. 4 sind in Tiefen zwischen 20 und 60 m zahlreiche nach Westen geneigte Reflexionseinsätze zu beobachten. Sie treten in jenen Profilabschnitten am deutlichsten auf, in denen Anomalien im tomographischen Geschwindigkeitsfeld auf stark aufgelockertes Gestein hinweisen.

Die Befunde der geologischen Interpretation sind im hybridseismischen Profil der Fig. 5 vorgestellt. Neben den oben erwähnten Auflockerungszonen ist die ca. 7 m mächtige und 70 m lange, weichere Schicht in Tiefen um 60 m zwischen den Stationen 270–200 bemerkenswert. Sie ist übereinstimmend reflexionsseismisch wie auch durch eine

Fig. 1: Lageplan des seismischen Versuchsprofils

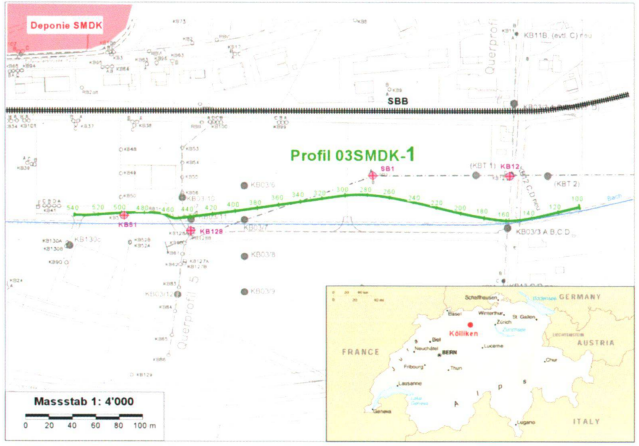


Fig. 2: Parameter der Datenerfassung - und verarbeitung

Akquisitionsparameter

Auslageanordnung	asymmetrical split spread	CDP-Abstand	0.5 m
Anzahl Kanäle	216	Überdeckung	54-fach (nominell)
Geophonabstand	1 m	Instrumentation	BISON24096 & SUMMIT C
Geophontyp	20 Hz	Abtastrate	0.25 ms
Auslagemuster	1 Geophon / Station	Registrierzeit	250 ms
Schussabstand	2 m	Filter im Feld	LC out, HC anti-alias
Seismische Quelle	VAKIMPAK	Registrierer/in	W. Frei
Equipe	W. Frei	Messdatum	2.9.2003

Reflexionsseismische EDV

1 Umformatieren und Aufhebung der Feldverstärkung
2 Registrierkonfiguration und Zuordnung der topographischen Daten
3 Datensichtung und -analyse
4 Analyse der Refraktionseinsätze
5 Amplitudenausgleich im Zeitbereich durch AGC (gleitendes Fenster 30 - 100 ms)
6 Bandpass Filter (20 Hz - 6 dB / 220 Hz - 24 dB)
7 Predictive Deconvolution für 50 Hz - Unterdrückung
8 Analytische Unterdrückung der Ersteinsätze
9 CDP-Sortierung und Geschwindigkeitsanalyse
10 NMO-Korrektur (70% stretch mute)
11 CDP-Stapelung
12 Bandpass Filter (220 Hz - 3 dB / 220 Hz - 24 dB)
13 Kohärenzfilter
14 Laufzeit-Tiefen-Wandlung
15 Datendarstellung mit umgekehrter Polarität

Refraktionsseismische EDV (Tauchwellentomographie)

1-3 dito
4 Bestimmung der Ersteinsatzzeiten
5 CMP-Sortierung
6 Ableitung der refraktionsseismischen Geschwindigkeiten nach der Delta-t-v-Methode
7 Iterative Verfeinerung des Geschwindigkeit-Tiefen-Profils mit WET-Tomographie
8 Darstellung des kontinuierlichen Geschwindigkeitsfeldes (250 m/s - Isolinien)

Fig. 3: Refraktionstomographisch abgeleitetes Geschwindigkeitsfeld

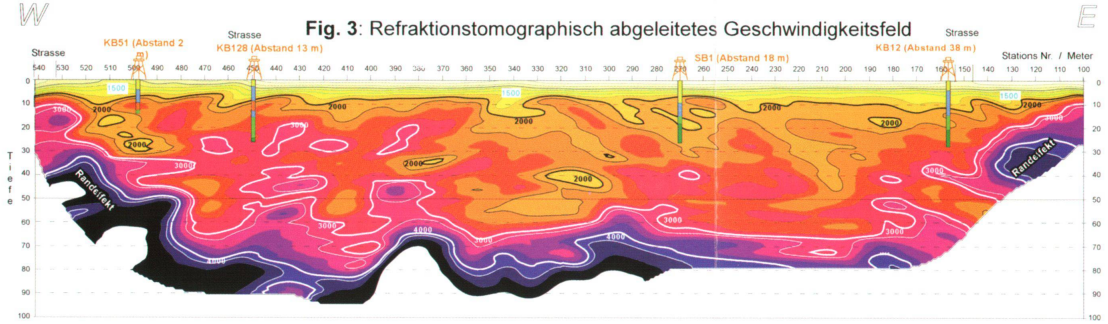


Fig. 4: Reflexionsseismisches Tiefenprofil

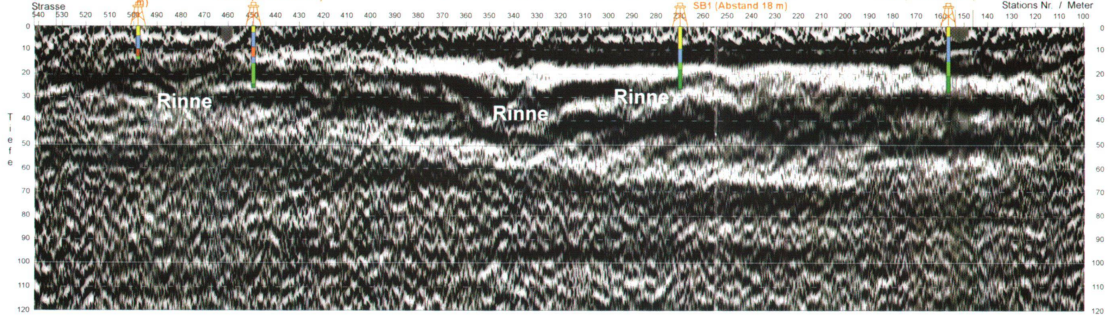
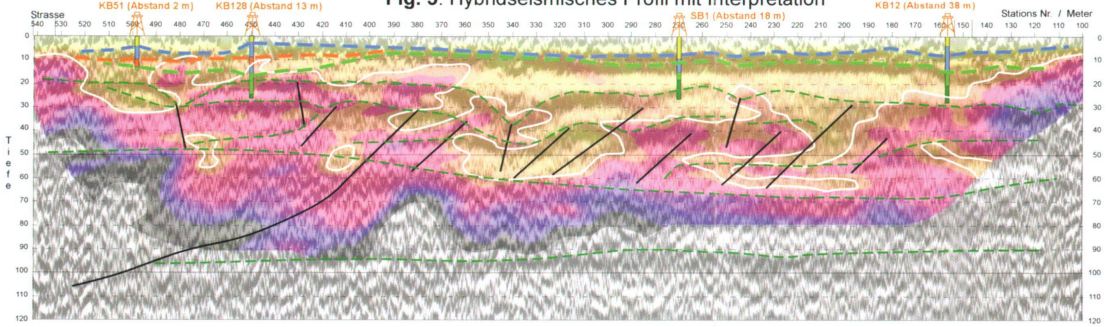
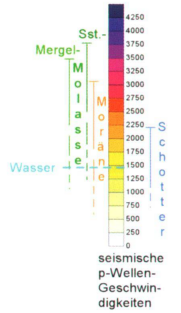


Fig. 5: Hybridseismisches Profil mit Interpretation





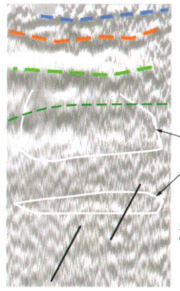
Massstab 1 : 2'000

0 20 40 60 80 100 m

Stratigraphie

- Deckschicht
- Auffüllung / Verlandung
- Rinnenschotter
- glaziale Ablagerungen
- Moräne, " flow-till"
- verwitterte Molasse
- wenig / unverwitterte Molasse

Legende



Top Rinnenschotter
Top Moräne, " flow-till"
Top verw. Molasse
Schichtung der Molasse
Auflockerungszonen mit v_p < 2500 m/s
Schüttungsstrukturen / Verwerfungen ?

Geschwindigkeitsinversion im refraktionstomographischen Geschwindigkeitsfeld dokumentiert.

Die Aussagen seismischer Erkundungen werden durch die Korrelation mit Sondierbohrungen aufgewertet. So lassen sich die Existenz und Mächtigkeit des in den Bohrungen KB12 und SB1 angetroffenen Rinnenschotters kontinuierlich verfolgen:

Der starke Doppelreflektor zwischen 5 und 12 m Tiefe zwischen dem östlichen Ende des Profils und der Station 390 bezeichnet die Obergrenze des Rinnenschotters und der verwitterten Molasse. Der Verlauf der Molasseoberkante in westlicher Richtung lässt sich ab Station 390 entlang des schwach ausgebildeten Reflektors bis zur Bohrung KB128 verfolgen. Die Molasseoberkante liegt hier in 19 m Tiefe unter einer Lockergesteinsfolge bestehend aus künstlichen Auffüllungen, Rinnenschottern und glazialen Ablagerungen. Der in der Bohrung KB51 wieder vorhandene Rinnenschotter ist ab Station 470 in westlicher Richtung, wenn auch nicht sehr deutlich, durch die Reflexionsseismik aufgezeigt.

3 Schlussfolgerung

Die Kombination reflexionsseismischer und tauchwellentomographischer Auswertungsverfahren eignet sich zur Kartierung von Auflockerungszonen und mittelgradig komplexer tektonisch-geologischer Strukturen. Die Genauigkeit, mit der die Ausdehnung und Tiefenlage des Rinnenschotters bestimmt werden können, hängt vom Grad der Verzahnung des Schotters mit den dicht gelagerten Glazialablagerungen ab. Die Kalibration und Korrelation mit stratigraphischen Angaben aus Sondierbohrungen ist entscheidend für die vollständige Verwertung aller in den seismischen Daten vorhandenen Informationen.

Literaturverzeichnis

Frei, W. & Keller, L. 2000: Hybride Seismik – eine verbesserte Methode zur Verwertung des Aussagepotentials seismischer Daten. Bull. angew. Geol., Vol 5/2, Dezember 2000, S. 229–236.