

Die geologischen Verhältnisse in der Molasse im Umfeld der Sondermülldeponie Kölliken AG

Autor(en): **Moser, Hans-Jörg / Schläppi, Ernst**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure**

Band (Jahr): **59 (1992)**

Heft 135

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-216069>

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.

Die geologischen Verhältnisse in der Molasse im Umfeld der Sondermülldeponie Kölliken AG

mit 3 Figuren und 1 Tabelle

von HANS-JÖRG MOSER¹ und ERNST SCHLÄPPI²

Zusammenfassung

Die seit 1985 geschlossene Sondermülldeponie Kölliken AG liegt in einer Sandstein-Mergel-Abfolge der Unteren Süsswassermolasse, die in mehrere Ablagerungszyklen mit hydraulisch wirksamen Rinnensandsteinen und schlechter durchlässigen, feinkörnigen Sedimenten der Überflutungsebene, tonig-siltigen Seeablagerungen und Verlandungsbildungen unterteilt werden können. Zusätzlich erhöhen Kluftsysteme die Wasserwegsamkeit in Richtung Süden zur grundwassergefüllten quartären Kölliker Schotterrinne. Hydrogeologische Untersuchungen erlauben eine Bilanzierung des Deponieeinflusses im Umfeld, wobei zwischen kontaminierten Molassebeobachtungsstellen und heute praktisch unbeeinflussten Lockergesteinsbohrungen unterschieden werden muss.

Abstract

The geological environment of the hazardous waste deposit of Kölliken AG (Switzerland), closed down since 1985, consists of an interlayering of sandstone and marl of the Lower Freshwater Molasse, cut to the south by a quarternary gravel-filled channel (Kölliker Rinne). This channel contributes downgradient to a developed groundwater system. The Molasse-series can be divided into well permeable fluvial channel sandstones and more impervious sandstones and marls deposited in flood plains, lakes or swamps. Hydrogeological investigations revealed additional groundwater flow through fractures related to the folding of the near-by Jura mountains. A mass-balance of the leakage of contaminated water was calculated based on the results of hydrological investigations. The results are compatible with field observations (contaminated boreholes in the Molasse in the southern foreland and practically clean wells in the gravel aquifer).

1. Einleitung

Im Umfeld der seit 1985 geschlossenen Sondermülldeponie Kölliken (SMDK) wurden zwischen 1985 und 1989 in mehreren Bohrkampagnen ca. 60 Kernbohrungen mit einer Tiefe von 10-30 m abgeteuft. Zusammen mit den flächenhaften Aufschlüssen im Bereich der Baugrube für die deponieeigene Schmutzwasser- und Abluftbehandlungsanlage (SWALBA) ergibt sich ein recht umfangreiches Bild der geologischen Verhältnisse. Diese bilden die Grundlage für die hydrogeologischen Betrachtungen über den Wasserverlust und damit den Schadstoffaustrag aus der Deponie in die Geosphäre.

2. Geologische Situation

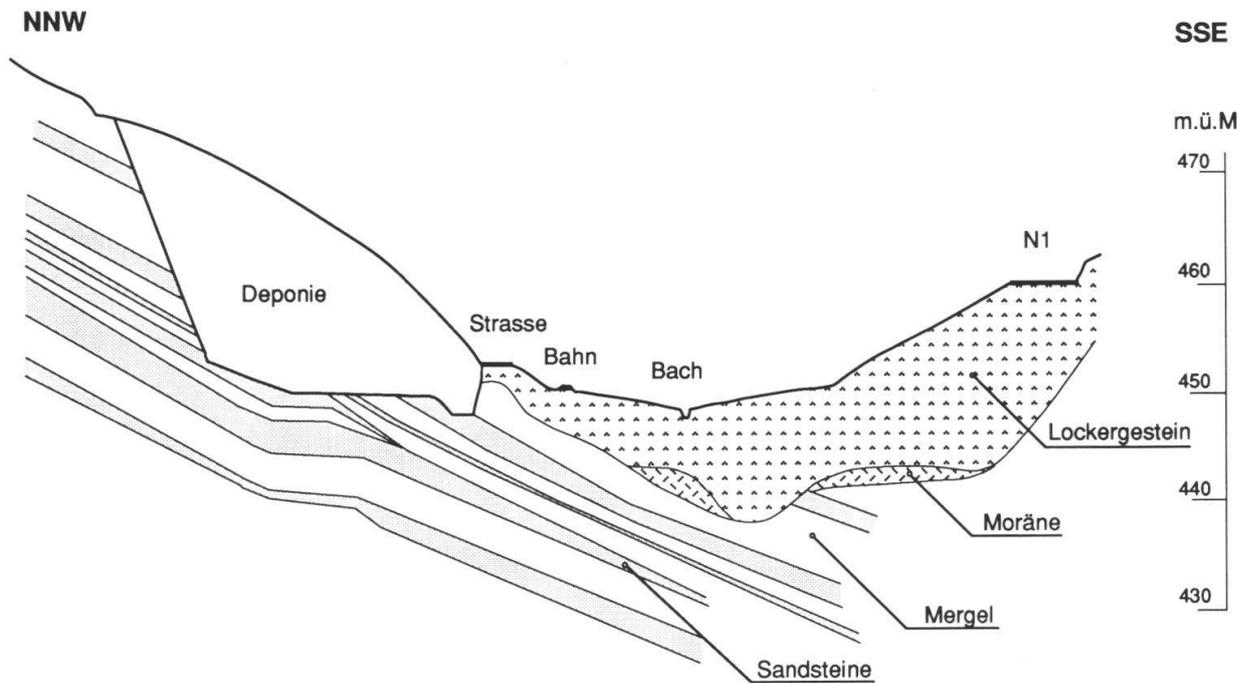
Lokalgeologisch besteht der Aufbau des Untergrundes (Fig. 1) zwischen Kölliken und Safenwil aus einer Abfolge der Unteren Süsswassermolasse, die im Bereich der Talhänge von geringmächtigen Moränenschleiern der Risseiszeit und von mehrere Meter mächtigem Gehängelehm überlagert wird. Im Bereich der Talsohle gelangten östlich

1 CSD Colombi Schmutz Dorthe AG, Bachstr. 33, 5000 Aarau

2 CSD Colombi Schmutz Dorthe AG, Konsumstr. 20, 3007 Bern

der Autobahnbrücke der N1 schlecht sortierte Schotter der Kölliker Rinne zur Ablagerung. In den Obermatten senkt sich im talaufwärts noch seichten, zentralen Bereich dieser Rinne eine canonartige Struktur ein. Aus hydrologischen Ueberlegungen (zu kleiner Abflussquerschnitt talabwärts) wird diese mit einer postulierten Verbindung zwischen Kölliken-Oberdorf und dem untersten Uerketal in Zusammenhang gebracht.

Fig. 1 Schematisches Querprofil durch die Sondermülldeponie Kölliken, stark überhöht



3. Molassestratigraphie

3.1 Allgemeines

Die detaillierte Auswertung der geologischen und geophysikalischen (logging) Aufnahmen der verschiedenen Bohrkampagnen, unter Einbezug der Resultate neuer sedimentologischer Untersuchungen in der Unteren Süßwassermolasse durch die NAGRA (Keller et. al. 1980), erlaubte eine moderne Interpretation der geologischen Verhältnisse.

Die Gesteine der Unteren Süßwassermolasse in der Umgebung von Kölliken bestehen generell aus einer Wechsellagerung von mehr oder weniger feinkörnigen Sand- und Siltsteinen mit tonigen Mergeln. Diese Lithologien gelangten in einem alpinen Vorlandbecken in einer fluviatilen Schwemmebene zur Ablagerung. Grobkörnige Sande füllten die eigentlichen Rinnensysteme, daneben deuten feinkörnigere Sandsteine auf Uferdurchbrüche und die dazugehörigen Uberschwemmungsablagerungen und Tone und Mergel auf Verlandungsbildungen mit Bodenhorizonten hin. Die altersmäßige Einordnung der Kölliker Abfolge innerhalb der Unteren Süßwassermolasse ist unsicher, sie dürfte aber im «Aquitaniien» abgelagert worden sein.

3.2 Ablagerungszyklen

Aufgrund der sedimentologischen Aufnahmen konnten die nachfolgend beschriebenen Ablagerungsmilieus unterschieden werden:

Die Sumpf- bzw. Verlandungsbildungen umfassen Tone mit z.T. geringen Siltgehalten. Die Farbe wechselt zwischen grün, gelb, ocker und rot; oftmals treten auch fleckige Varietäten, Zeichen einer Durchwühlung durch Organismen, auf. In den roten Tönen finden sich gelegentlich Pflanzen- und Wurzelreste, die auf ein Austrocknen des Milieus mit Bodenbildung hinweisen. Die Mächtigkeit dieser Lagen schwankt.

Die Seeablagerungen sind durch meist grüne, tonig-siltige Mergel charakterisiert. Oftmals enthalten die Mergel, neben reichlich Biodetritus, kalkige Knauern wechselnder Farbe (grün, weiss). Die Schichtung zeigt entweder eine subhorizontale Parallellamination oder umfasst geringmächtige Lagen mit Kleinrippeln. Die am Kernmaterial häufig beobachtete farbige, subparallele Bänderung (weiss, grün oder braun) weist eher auf dünne Algenteppeiche als auf diagenetische Lösungserscheinungen hin. Lokal sind diese Lagen durch Bioturbation stark gestört.

Die Flussablagerungen umfassen fein- bis mittelkörnige Sandsteine mit Rippeln, Foresets oder Parallellamination. Im Detail können folgende Ablagerungsmilieus unterschieden werden:

- Rinnenfüllungen bestehen aus mehrere Meter mächtigen, meist schrägeschichteten Sandsteinlagen. Ihre laterale Ausdehnung kann bis mehrere Dekameter betragen.
- Rinnenränder sind durch lateral ausgedehnte, geringmächtigere Sandsteinbänke (bis 1 m) mit Rippelschichtung oder eine sehr regelmässigen Sandstein-Ton-Wechselagerung charakterisiert.
- Ueberflutungsebene: Ausserhalb der eigentlichen Rinnen stand die Ueberflutungsebene nur periodisch unter Wasser. Bei Hochwasserfluten gelangten hier unter relativ ruhigen Bedingungen feinkörnige Sande und Silte, oftmals mit rippelförmigen Strukturen, zur Ablagerung.

Die Ablagerungsmilieus konnten in drei, meist mehrere Meter mächtige Zyklen zusammengefasst werden:

- Sumpf- bzw. Verlandungszyklus
Dieser besteht nur aus Verlandungsbildungen und den überlagernden Bodenhorizonten.
- lakustriner Zyklus
Von unten nach oben findet man generell Seeablagerungen, gefolgt von Verlandungssedimenten und einem geringmächtigen Bodenhorizont.
- fluviatiler Zyklus
Dieser Zyklus kann neben mäandrierenden Flussrinnen mit einer gradierten Sandsteinfüllung auch Seeablagerungen und Verlandungsbildungen umfassen. Oftmals überlagern sich mehrere Generationen von Rinnenfüllungen.

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Fazien aufgrund ihrer häufigsten Lithologien für vier Bohrungen am Südrand der Deponie zusammengestellt:

	KB17 %	KB20 %	KB21 %	KB27 %
Mittelsandsteine (Rinnen)	38	48	18	27
Feinsandsteine (Rinnenränder und Überflutungsebenen)	18	14	34	13
Silte und Mergel (Seeablagerungen)	14	5	13	3
Tone (Verlandungsbildungen)	30	33	35	57

Tab. 1: Prozentuale Verteilung der einzelnen Lithologien

Deutlich tritt in der obigen Darstellung der grosse Anteil an gut durchlässigen Rinnensedimenten am Südrand der Deponie hervor. Die geringe laterale Ausdehnung der Rinnen von nur wenigen Dekametern zwingt zur Anwendung eines relativ engen Bohrrasters zur vollständigen Erkundung dieser vom hydraulischen Gesichtspunkt wichtigen Strukturen. Diese können, sofern sie wasserführend sind, neben tektonischen Trennflächen, bevorzugte Fliesspfade für den Schadstoffaustrag aus der Deponie sein.

4. Tektonische Strukturen

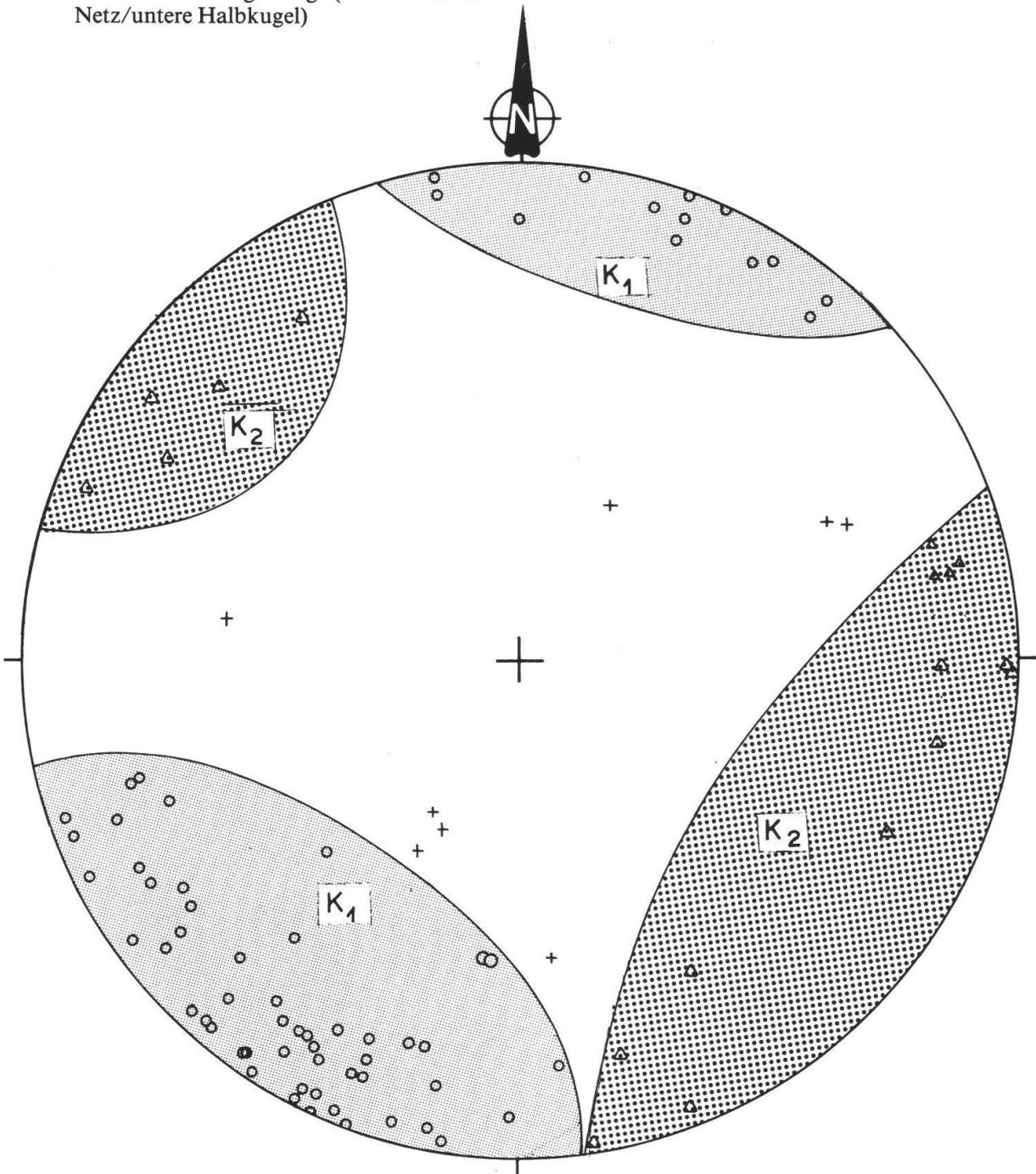
Gemäss der regionalen Lage der Deponie auf dem Südschenkel der axial gegen Osten abtauchenden südlichsten Jurafalte, der Born-Engelberg-Antiklinale, ist in der Molasse ein allgemeines SE- bis SSE-Fallen der Schichten (Einfallen $< 10^\circ$) zu beobachten. Auf alten Fotos sind entlang der Westwand der ehemaligen Tongrube flexurartige Verbiegungen («Megaknickbänder») auszumachen, die das Schichtfallen lokal vermindern. Diese Störungen streichen \pm W-E. Senkrecht dazu wurde bereits früh eine Verwerfung im Osten postuliert, da sich in diesem Bereich immer Korrelationsprobleme zwischen benachbarten Bohrungen ergaben. Bei Aushubarbeiten für die neue Schmutzwasserspeicheranlage wurde diese Störungszone am Ostrand der Deponie 1989 effektiv aufgeschlossen - der Ostflügel ist angehoben.

Mit der im Sommer 1991 ausgehobenen Baugrube für die deponieeigene Schmutzwasser- und Abluftbehandlungsanlage stand erstmals seit der Auffüllung der Tongrube ein grösserer dreidimensionaler Aufschluss über mehrere Sandsteinbänke zur Verfügung. Damit wurden auch Aufnahmen der beiden steileinfallenden, zu einander senkrechtstehenden Kluftsysteme möglich. Diese wurden infolge ihrer Steilheit bei den Bohraufnahmen nicht erkannt. Das ausgeprägtere der beiden Systeme streicht NW-SE und fällt mit $75-90^\circ$ gegen NE ein oder ist lokal auch überkippt. Der geringere Wert entspricht eher den inkompetenten Serien, das steilere Einfallen den Sandsteinbänken. In ersteren sind die Trennflächen engständig (mm- bis cm-Bereich) in mürben Sandsteinen sind die weitständigen Klüfte oftmals nur an braunen Imprägnationen zu erkennen. In harten Silt- und Feinsandsteinen ist die Klüftung mittelständig (dm-Bereich). Lokal wurden bis 3 cm breite offene, wasserführende Klüfte angeschnitten.

In den kompetenten Schichtgliedern ist ein untergeordnetes zweites, ebenfalls praktisch senkrecht, N-S streichendes Kluftsystem beobachtbar.

Die Kluftmessungen sind in Fig. 2 zusammengefasst (Schmidt'sches Netz/untere Halbkugel).

Fig. 2 Zusammenstellung der Kluftrmessungen in der Baugrube der Schmutzwasser- und Abluftbehandlungsanlage (Schmidt'sches Netz/untere Halbkugel)



5. Hydrogeologische Verhältnisse

Im Umfeld der Sondermülldeponie Kölliken liegen insgesamt ca. 90 Bohrungen, von denen etwa 60 in den Jahren 1985 - 1989 niedergebracht wurden. Die meisten dieser mit Pegel- und Probenahmerohren ausgerüsteten Bohrlöcher sind heute noch verfügbar, sie haben eine Vielzahl von Daten geliefert, die im folgenden zusammenfassend wiedergegeben werden.

Hydrogeologisches Modell:

Hydrogeologische Modelle müssen zwangsläufig immer von der Realität abstrahieren. Im vorliegenden Fall bot sich eine schichtweise Zusammenfassung der vertikal stark,

lateral schwach variierenden Lithologien an. Ein erstes und heute immer noch teilweise gültiges Modell, basierte auf 3 Sandsteinzonen, die jeweils von lateral weitreichenden Stillwasserablagerungen voneinander abgetrennt wurden. Mit Hilfe dieses Schichtmodells konnten viele Phänomene (Hydraulik, Unterschiede in der Wasserchemie) befriedigend erklärt werden.

Es zeigte sich auch, dass eine Modellierung als äquivalent poröses Medium (vgl. BAER) für die Beschreibung der beobachteten Geologie nicht in Frage kam. Die individuellen geologischen Körper (Architekturelemente KELLER et al.) - z.B. Sandsteinrinnen — erreichen Dimensionen, die den in Kölliken realisierten Distanzen zwischen Deponie und Lockergesteinsrinne gleichen.

Aufgrund unserer Erfahrungen schätzen wir, dass für die Untere Süßwassermolasse erst ab Modellgrößen von >1 km mit äquivalent-porösen Ansätzen gearbeitet werden darf.

Wasserspiegel:

Die Wasserspiegel werden im allgemeinen monatlich gemessen. Beobachtungsstellen mit mehreren durchlässigen Horizonten wurden mit Mehrfach-Piezometern ausgerüstet indem im Normalfall für jede Messstelle eine separate Bohrung niedergebracht wurde.

In der Molasse zeigen die Wasserspiegel im allgemeinen Schwankungsbereiche, die 0.5 m kaum übersteigen. Bemerkenswert ist, dass in einem weiten Bereich der Deponie die tieferen Aquifere um 0-5 m höhere Wasserspiegel aufweisen, als die oberflächennahen Sandsteinzonen. Dies führt zu einer in Abhängigkeit von den relativen Druckschwankungen in ihrer Grösse variierenden Exfiltrationszone im Bereich der Deponie (vgl. Fig. 3).

Das Gefälle der Grundwasserspiegel verläuft abnehmend in südlicher Richtung auf die Kölliker Rinne zu, der Gradient variiert von 10-12 ‰ bergseits der Deponie zu 2-3 ‰ im Übergang zur Kölliker Rinne.

In den Schottern der Kölliker Rinne zeigt der Grundwasserspiegel eine andere Charakteristik als in der Molasse. Die Reaktionen auf das Niederschlagsgeschehen erfolgen sofort, das Gefälle folgt dem Tallauf und beträgt ca. 1.5 ‰.

Durchlässigkeiten:

Durchlässigkeitsversuche werden erst seit 1985 in allen Bohrungen systematisch durchgeführt. Dabei wurde versucht, die Versuchsstrecken in jeweils einer Lithologie (»Sandsteinzone 2») anzuordnen, so dass schichtweise Korrelationen möglich wurden.

In der Molasse decken die Messwerte den sehr weiten Bereich von 2×10^{-4} m/s bis 1×10^{-10} m/s ab. Häufigster Wert war 4×10^{-6} m/s. Mächtigere Mergellagen lieferten Werte im mittleren Bereich des Intervalls (10^{-7} - 10^{-10} m/s), während die Sandsteine eher im Bereich 10^{-5} - 10^{-6} m/s lagen.

In der Lockergesteinsfüllung der Kölliker Rinne konnten in den vorhandenen Bohrungen 26 Durchlässigkeitsbestimmungen durchgeführt werden. Das Wertespektrum variiert zwischen 1×10^{-5} m/s und 2×10^{-4} m/s, der Mittelwert beträgt 7×10^{-5} m/s.

Bilanzierung:

Aufgrund des umfangreichen hydrogeologischen Datenmaterials aus dem geologischen Umfeld sowie aufgrund der ebenfalls langjährigen Beobachtungsreihe der Wassermengen aus den Schmutz- und Sauberwassersammelsystemen der Deponie wird es möglich, eine Bilanzierung des Wasserhaushaltes vorzunehmen.

Aus den verfügbaren Daten lässt sich abschätzen, dass im Bereich der Deponie (Breite ca. 350 m) insgesamt ca. 160-170 m³ Wasser pro Tag von Norden als Hangwasser Richtung Schotterrinne zuströmen. Davon exfiltrieren 110-120 m³/Tag in die Deponie. Von dieser Menge werden täglich 110 m³ gefasst und einer Behandlung zugeführt. Die Grössenordnung des aus der Deponie unkontrolliert austretenden Sickerwassers liegt bei 1-10 m³/Tag. Das austretende Sickerwasser vermischt sich in der unterliegenden Molasse mit den von Norden her zuströmenden, restlichen, nicht in die Deponie exfiltrierenden 50-60 m³/Tag. Eine diesen Wassermengen entsprechende Kontaminationsfahne hat sich in den letzten Jahren in den im Unterstrom der Deponie liegenden Molassebohrungen abgezeichnet. In den Lockergesteinen der Kölliker Rinne — die dort fließende mittlere Wassermenge lässt sich zu 925 m³/Tag ermitteln - wurden in den verfügbaren Beobachtungsstellen bis heute nur sehr geringe Beeinflussungen festgestellt.

Aufgrund einer Verfügung der Aufsichtsbehörde werden Massnahmen projektiert, um eine Zunahme der Beeinflussung wirkungsvoll bekämpfen zu können.

Verdankungen

In erster Linie möchten wir dem Konsortium Sondermülldeponie Kölliken für die zur Verfügungstellung der Unterlagen und das Recht auf Publikation danken.

Das Projekt Kölliken wird seit 1985 von einem bis zu 30 Personen umfassenden Team bearbeitet. Die hier vorgestellten Resultate sind auf ihre Zusammenarbeit zurückzuführen.

Speziell verdanken möchten wir hier die Mitarbeit von Ruedi Kocher, Alain Lejey, Cathrine Martinson-Wahli, Alfred Schneider, Ralph Weber und Franz Wang.

Literatur:

BAER J., (1979): Hydraulics of groundwater. Mc Graw-Hill, New York.

KELLER B., BLÄSI H.-R., PLATT N.H., MOZLEY P.S. und MATTER A. (1990): Sedimentäre Architektur der distalen Unteren Süsswassermolasse und ihre Beziehung zur Diagenese und den petrophysikalischen Eigenschaften am Beispiel der Bohrungen Langenthal. Nagra Technischer Bericht 90-41.

MÜHLBERG F., 1907: Geologische Karte der Umgebung von Aarau. Geol. Spezialkarte Nr. 45, 1:25'000, Schweiz. geol. Komm.