Zeitschrift: Bulletin für angewandte Geologie

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung der Petroleum-Geologen und –Ingenieure; Schweizerische Fachgruppe für Ingenieur-Geologie

Band: 2 (1997)

Heft: 2

Artikel: Sondermülldeponie Kölliken (AG), 22 Jahre Deponiegeschichte aus der Sicht des Geologen

Autor: Moser, Hans-Jörg

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-219965

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bull. angew. Geol.	Vol. 2	Nr. 2	113-121	Dezember 1997

Sondermülldeponie Kölliken (AG), 22 Jahre Deponiegeschichte aus der Sicht des Geologen[1)]

mit 5 Figuren

von HANS-JÖRG MOSER[2)]

Zusammenfassung

Im Rahmen der geologischen Projektbegleitung der Sondermülldeponie Kölliken (AG) wandelte sich die Aufgabenstellung in den letzten 22 Jahre beträchtlich. Während der Projektierungs- und Betriebsphase der Deponie musste die Standorteignung (undurchlässiger Untergrund und keine Verbindungen zu genutzten Aquiferen) bzw. die geotechnische Stabilität der Grube nachgewiesen werden. Nach der Schliessung wurden Angaben zur Lage und Ausbildung von Fliesspfaden, entlang deren Schmutzwasser in den Untergrund versickert sowie zu den Schmutzwasser-/Gesteinswechselwirkungen verlangt. Das Fortschreiten der Sicherungsplanung verlangte erneut Kenntnisse über die geotechnischen und hydrogeologischen Gebirgseigenschaften. Nach Abschluss der Sicherung muss dann dereinst der Geologe mit Hilfe des Grundwassermonitorings die langfristige Wirksamkeit der Massnahmen beurteilen.

Résumé

Le suivi géologique du projet de la décharge de Kölliken s'est considérablement modifié au cours des 22 dernières années. Pendant les phases de planification et d'exploitation de la décharge, les objectifs principaux étaient d'étudier la compatibilité du site avec son utilisation (sous-sol imperméable, absence de relation hydrogéologique avec des aquifères exploités) et d'assurer la stabilité géotechnique de la fouille. Après la fermeture de la décharge, il a fallu être en mesure de fournir des informations sur la situation de voies d'écoulement par lesquelles les jus de la décharge migraient dans le sous-sol ainsi que sur les interactions chimiques jus/roche. Par la suite, les connaissances sur la nature géotechnique et hydrogéologique du site ont été approfondies en vue de la planification des mesures de confinement. Enfin, après la réalisation du confinement de la décharge, le géologue sera chargé d'évaluer l'efficacité à long terme du confinement grâce à un système de surveillance des eaux souterraines.

1. Einleitung

Die Erkundungsbedürfnisse im Verlaufe der verschiedenen „Lebensabschnitte" der Sondermülldeponie Kölliken (SMDK) verlangten mehrmals eine Änderung bzw. Ergänzung der angestrebten Ziele, wie sie auch in der nachfolgenden Fig. 1 dargestellt sind.

---

1) Referat an der SFIG-Tagung 1997 in Baden

2) CSD Colombi Schmutz Dorthe AG, Schachenallee 29, 5000 Aarau

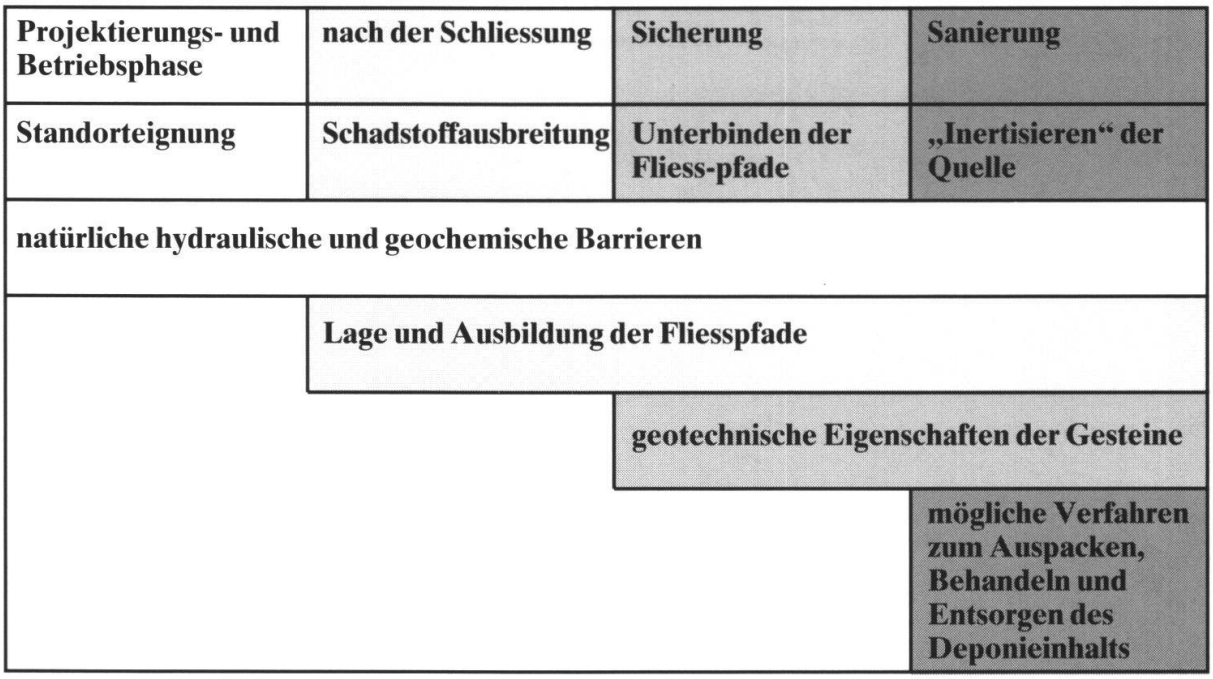

Fig. 1: Entwicklung der Erkundungsbedürfnisse im Laufe der Zeit

2. Vorgeschichte

Seit den zwanziger Jahren betrieben die Tonwerke Keller AG, Frick in Kölliken eine Backstein- und Dachziegelfabrik. Als Rohstoff für das Werk dienten anfänglich quartäre Gehängelehme und bald auch Mergel aus der Unteren Süsswassermolasse. Nachdem zu Beginn der siebziger Jahre der Fabrikationsstandort Kölliken aufgegeben wurde, erfolgten durch den Betreiber ab 1973 verschiedene Überlegungen über eine mögliche Verfüllung der Kölliker Grube. Gemeinsam mit dem Vorgänger der Abteilung Umweltschutz des aargauischen Baudepartementes, dem damaligen Gewässerschutzamt, waren Bestrebungen im Gange, das Areal der Tongrube als Deponistandort zu nutzen und die eigentliche Grube aufzufüllen. Als Projektgeologen und -ingenieure wurde die CSD Colombi Schmutz Dorthe AG Aarau beigezogen. Damit befassten sich in Kölliken, abgesehen von der Rohstoffprospektion der Tonwerke, erstmals Geologen mit der Tongrube.

3. Deponieprojekt

Eine **erste Vorstudie über die geologischen und hydrogelogischen Verhältnisse** erschien bereits im Juli 1975. Ziel dieses Berichtes war, aufgrund einer erneuten Auswertung der Prospektionsunterlagen (u.a. ca. 30 Sondierbohrungen, vgl. Fig. 2), die Eignung der ehemaligen Tongrube für eine Deponie aufzuzeigen. Folgende Punkte standen dabei im Zentrum des Interesses:

- **Allgemeine geologische und hydrogeologische Verhältnisse**
- **Dichtigkeit der Molasseserien** im Bereich **der Tongrube**
- **Fehlen einer hydraulisch wirksamen Verbindung** durch den Molasseriegel zwischen der **Tongrube** und dem südlich anschliessenden quartären Lockergesteinsaquifer der **Kölliker Rinne**

Das Papier kam zum Schluss, dass der dichte Untergrund und die geringe Gefährdung des Grundwassers sowie die Möglichkeit der Ableitung des Sickerwassers über eine bestehende Kanalisation in die kommunale Kläranlage die ehemalige Tongrube für eine Schlacken- und Sperrgutdeponie (Industriedeponie), oder sogar für eine Sondermülldeponie prädestiniere. Zur Erhärtung der an und sich günstigen Beurteilung sollten für das Vorprojekt vor allem im südlichen Bereich der quartären Rinne noch drei zusätzliche Bohrungen von je ca. 15 m Länge abgeteuft werden.

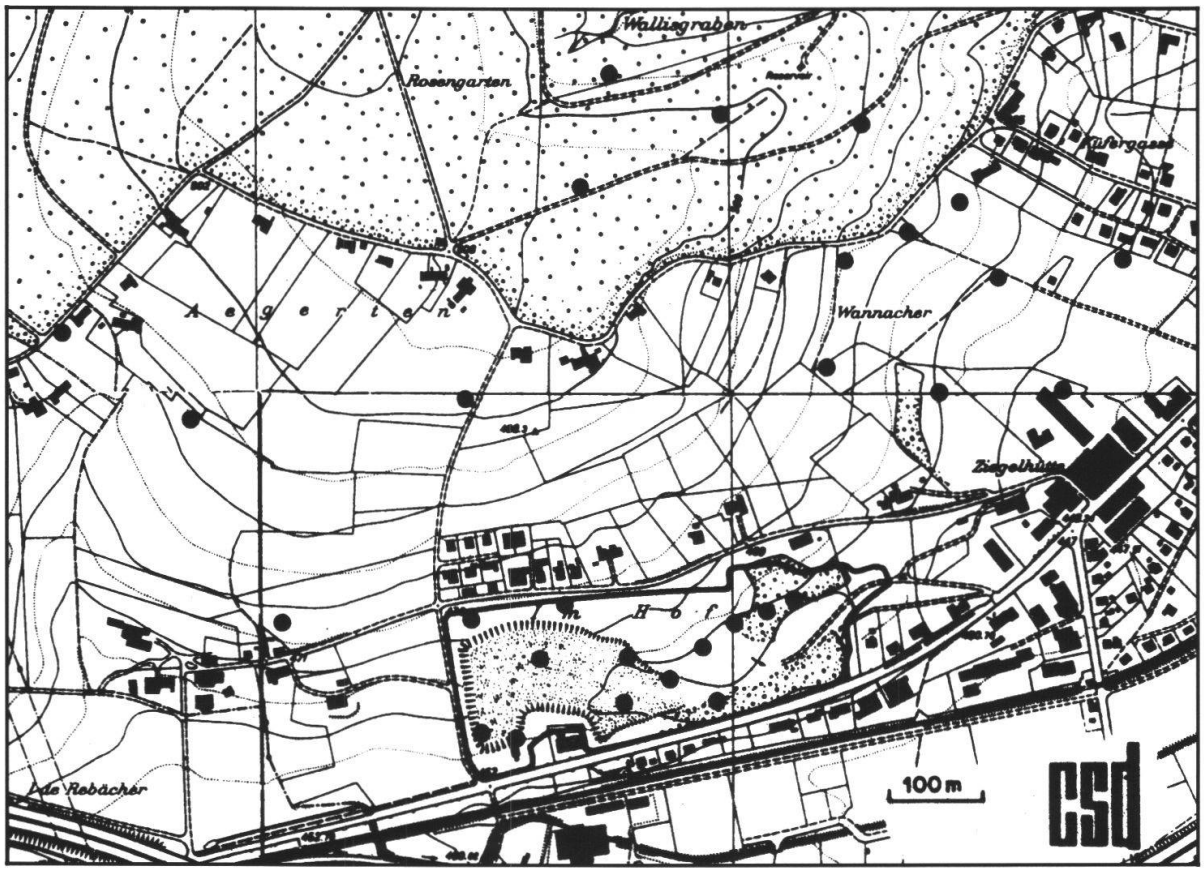

Fig. 2: Prospektionsbohrungen Tonwerke Keller ca. 1930 - 1970 im Raume Kölliken

Im **Rahmen des Vorprojektes** stellten sich dann für die geologisch-hydrogeologische Detailabklärung zwei Hauptprobleme:

- **Wie weit reicht der in der Grube aufgeschlossene Felsriegel nach Süden gegen die Talsohle vor?** Da die anstehenden Molassegesteine schlecht durchlässig sind, ist die Grube umso dichter, je weiter sich der Molasseriegel nach Süden erstreckt, bevor er unter die alluviale Talfüllung abtaucht.
- Enthält die südlich der Grube gelegene **alluviale Talfüllung** einen bedeutenden **Grundwasserträger** oder nicht?

Zwei Bohrungen erfolgten im Herbst 1975 und anschliessend konnte der geologische-hydrogeologische Bericht zur Deponie Kölliken ausgearbeitet werden. Er umfasste 15 Seiten Text, ein geologisches Profil, zwei Bohrprofile und einige geotechnische und hydrochemische Analysen. Einige der Aussagen dieses Berichtes sind nachfolgend wiedergegeben:

- Die prozentuale Aufteilung des Untergrundes der Tongrube ergab eine Zusammensetzung aus 50 % Tonmergeln, 6 % Mergelsandsteinen und 44 % Sandsteinen.

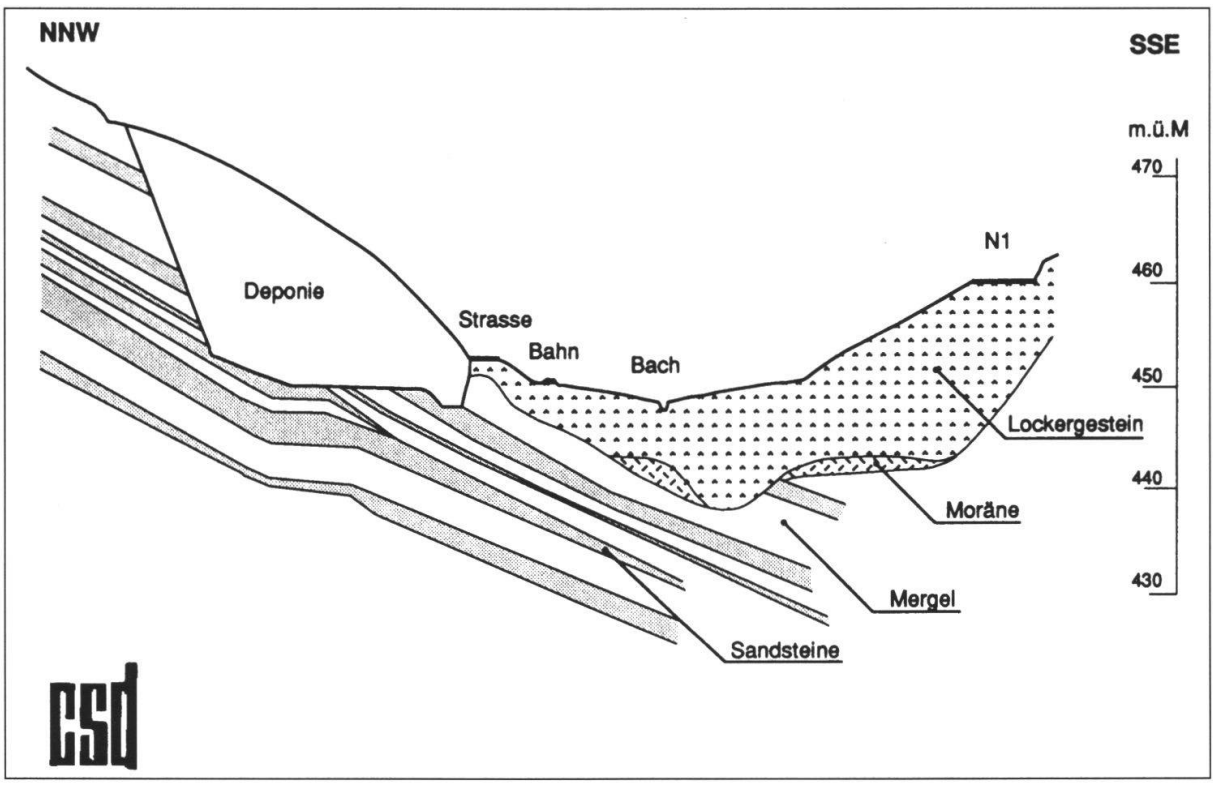

Fig. 3: Schematisches Querprofil durch die Sondermülldeponie Kölliken, stark überhöht, Stand 1995

- Eine Korrelation der erbohrten Wechsellagerung unter der Grubensohle ist nicht möglich, da einzelne Schichten vermutlich linsenförmig auskeilen.
- Alte Prospektionsbohrungen der Tonwerke zeigten im Grubenareal (Molasse) gespannte Wasserspiegel.
- Unter Beibezug von im Rahmen des Autobahnbaus und eines privaten Bauprojektes abgeteuften Bohrungen und eines Pumpversuchs wurde eine nur mässige bis schlechte Durchlässigkeit der alluvialen Talfüllung ermittelt.

Aufgrund dieser Resultate - dichter Molasseuntergrund, schlecht durchlässige alluviale Talfüllung und weit entfernte Grundwasserpumpwerke - stellt die Tongrube einen idealen Standort für eine Schlacken- bzw. Industriemülldeponie dar. Diese konnte nach nur zwei Jahren (Bewilligungsverfahren und Deponiebau) bereits im Mai 1976 eröffnet werden.
Mit der Bestätigung der Standorteignung hatte der Geologe für die nächsten neun Jahre, abgesehen von einigen geotechnischen Problemen (Hanginstabilität), für die Sondermülldeponie Kölliken ausgedient.

4. Schliessung der Deponie

Im Frühjahr 1985 verfügte der Gemeinderat von Kölliken die Betriebseinstellung der Sondermülldeponie aufgrund ihrer Lärm-, Staub- und Geruchsemissionen. Als Sofortmassnahmen wurden die noch offenen Partien der Deponieoberfläche provisorisch abgedeckt, das Deponiesickerwasser nicht mehr in die öffentliche Kanalisation abgeleitet, sondern gesammelt und zur Behandlung in externe Industrieklär-anlagen abgeführt und das Deponiegas und die Abluft aus den Sammelsystemen

abgesogen und mittels Stützgas abgefackelt. Weiter wurde eine Reorganisation des Betreiberkonsortiums in die Wege geleitet, um die bestehenden Strukturen Betreiber (Konsortium) - Aufsicht (kant. Behörde) zu entflechten.

5. Nachsorgephase

5.1 Periode 1985 - 1987

Nach der Schliessung galt es den Ist-Zustand der Deponie zu erfassen. Dazu waren aber bessere Kenntnisse über den Untergrund notwendig. In einer ersten grösseren Bohrkampagne wurden 1986/87 26 neue Bohrungen im Umfeld abgeteuft und zum Teil mehrfach verrohrt. Diese neuen Bohrungen erschlossen sowohl den Molasse- als auch den Lockergesteinsaquifer der Kölliker Rinne. Neue Problemkreise sollten nun vom Geologen bearbeitet werden:

- Nicht mehr die Dichtheit des Untergrundes stellt das Hauptkriterium dar, sondern ob möglicherweise Leckstellen im seinerzeit als dicht beschriebenen Untergrund ein Abfliessen von Deponiesickerwasser in die Molasse ermöglichen. Damit galt das Hauptinteresse nicht mehr dem Mergel, sondern nun schwergewichtig dem Sandstein und seinen Strukturen.
- Die Möglichkeit einer Verbindung zwischen dem Molasseriegel Süd und der quartären Rinnenfüllung?
- Sollte Deponieschmutzwasser in die Molasse des Deponieuntergrundes einsickern und sollten die beeinflussten Sandsteinlagen von der Kölliker Rinne angeschnitten werden, bestünde die Möglichkeit eines Schmutzwasseraustrittes in den quartären Lockegesteinsaquifer. Dieser Grundwasserträger wird knapp 4 km weiter östlich im Pumpwerk Tanngassmatten durch die Gemeinde Oberentfelden zur Trinkwassergewinnung genutzt. Daher sollten die hydraulischen Verhältnisse und das Verdünnungspotential in der Kölliker Rinne bekannt sein.

Diese Fragen wurden im Oktober 1987 in einem ersten umfassenden Geologie- / Hydraulikbericht teilweise beantwortet. Die wichtigsten Erkenntnisse waren:

- Im Gebiet der Deponie stehen die verkarsteten Malmkalke erst unter einer Molasseabfolge von ca. 180 m Mächtigkeit an. Die Molassemächtigkeit nimmt gegen Süden und Osten, den Hauptfliessrichtungen, zu. Damit kann eine Beeinträchtigung der verkarsteten Malmkalke ausgeschlossen werden.
- Die Molasse wird im engeren Umfeld der Deponie in drei, 3-5 m dicke Sandsteinzonen gegliedert, welche durch undurchlässige Siltstein- und Megellagen untereinander getrennt sind. Sandsteinzone 3, die tiefste Zone, ist gegen unten nicht begrenzt und besteht u.a. aus mächtigen mürben Sandsteinbänken.
- Ein quer E-W durch die Grube laufender Bruch wird postuliert und am östlichen Grubenrand wird eine N-S streichende Bruchzone erkannt. Beide Brüche weisen Sprunghöhen von 5-10 m auf.
- Von der Grube angeschnittene Sandsteinlagen werden nur südwestlich der Deponie von der quartären Rinne angeschnitten.
- Die Kölliker Rinne weist beidseitig eine flache Schulter auf, der zentrale Rinnenteil ist canyonartig eingetieft. Die beiden Schultern sind lokal von Moränenschleiern bedeckt.
- Im Bereich der östlichsten Bohrungen (KB12 und KB13) weist die Kölliker Rinne eine starke Übertiefung auf.

Durch das erweiterte Messstellennetz konnte nun die Grundwasserqualität überwacht und damit auch eine allfällige Deponiebeeinflussung erkannt werden. Aufgrund von jährlich neu definierten Analytikprogrammen erfolgen einerseits periodisch Messungen der Grundwasserspiegel bzw. der elektrischen Leitfähigkeit des Wassers, andererseits ermöglichten Probenahmen und deren Analyse eine Zustandsaufnahme der Wasserqualität.
Kenntnislücken wurden in folgenden Bereichen festgestellt:

- Hydraulische Verhältnisse bergseits der Deponie
- Vertikale Fliessvorgänge in den Bohrlöchern
- Quantifizierung der Fliessverhältnisse mittels numerischer Simulationen
- Erfassen der Schmutzwasser-Gesteinswechselwirkungen im Umfeld
- Möglichkeit einer Verbindung von der Kölliker Rinne zum Grundwasserleiter des Uerketals.

Schwergewichtig wurde nun die Schliessung dieser Lücken geplant.

5.2 Periode 1988-1993

In den Jahren 1988 und 1989 wurde das Monitoring-Netz an 19 Standorten um insgesamt 46 einzelne Pegelbohrungen erweitert. Entgegen früherer Gepflogenheiten wurden nur noch Clusterbohrungen abgeteuft, so dass jedes Loch nur noch ein einziges Beobachtungsrohr enthält. Damit soll ein Austausch zwischen verschiedenen Grundwasserstockwerken verhindert werden. Weiter konnten verschiedene in der näheren Umgebung abgeteufte Fremdbohrungen übernommen werden. Die Bohrarbeiten waren von umfassenden Versuchen (Logging, hydraulische Versuche, Deionatsversuche und radiometrische Messungen/Tritium-Bestimmungen) begleitet.

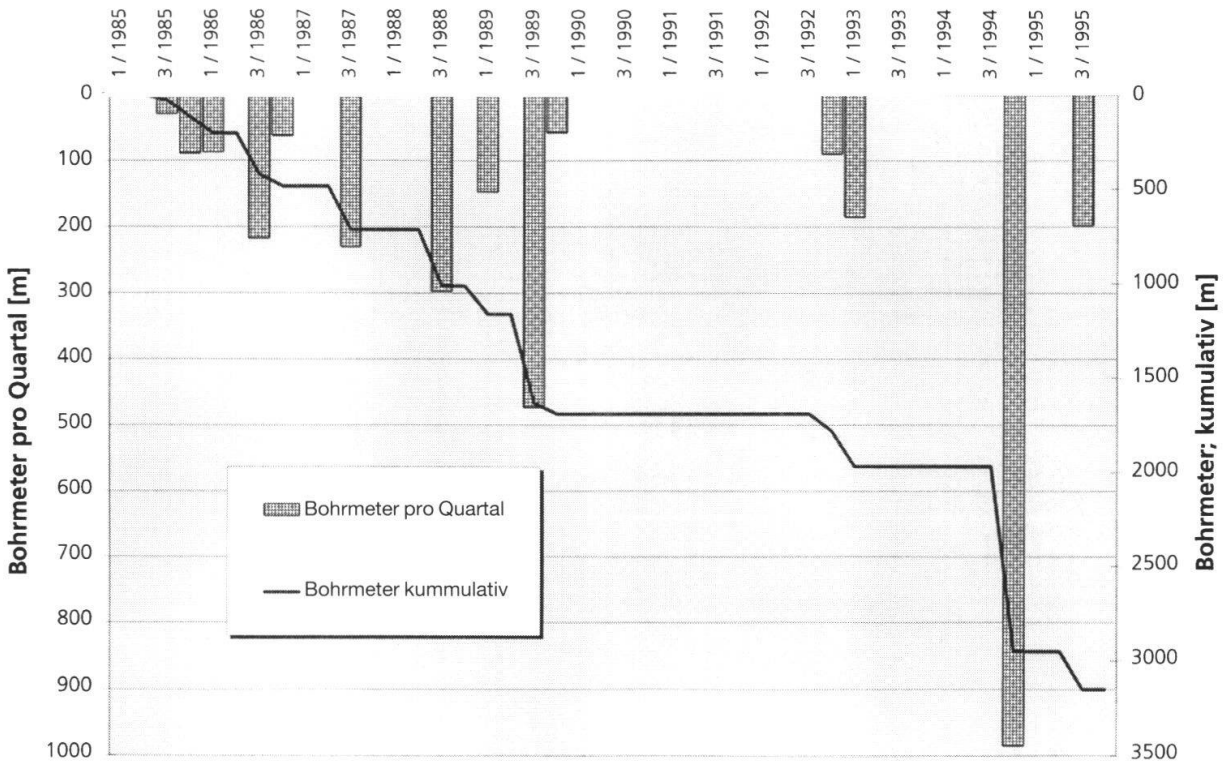

Fig. 4: Erkundung und Überwachung SMDK; Bohrlängen pro Quartal und kumulativ

Die Resultate wurden 1993 in einem mehrbändigen Bericht über Geologie, Hydrogeologie und Grundwasserhydraulik im Deponiebereich und im Umfeld zusammengestellt. Die wichtigsten bearbeiteten Punkte sind nachfolgend dargestellt.
Verschiedene numerische Fliess- und Strömungsmodelle wurden erarbeitet. Die ETH erstellte ein dreidimensionales Fliessmodell "Modflow", das auch den Stofftransport in der Molasse auf der Basis finiter Elemente modeliert, aber nie wesentlich über die Abbildung des Ist-Zustandes herauskam, da zu viele Randbedingungen fixiert werden mussten, damit bei den Eichvorgängen ein stationärer Zustand erreicht wurde. Für die Rinnenschotter erfolgte eine zweidimensionale Modellierung. Mittels des Programms AQUA wurden von CSD zweidimensionale Simulationen im Rahmen des Sicherheitsnachweises durchgeführt.
Weiter erfolgte eine sedimentologische Neuinterpretation des Kernmaterials, welche die von der NAGRA in der Unteren Süsswassermolasse durchgeführten Untersuchungen (Keller et al. 1990) bestätigte. Das neue sedimentologische Modell der Architektur der Unteren Süsswassermolasse im Umfeld der SMDK ergänzt die bereits bekannten Sandsteinhorizonte mit gut durchlässigen hydraulisch wirksamen, grobkörnigen Sandsteinrinnen (Moser & Schläppi 1992).
Verschiedene Baugruben, u.a. für die deponieeigene Kläranlage, erlaubten eine Erfassung des senkrecht stehenden orthogonalen Kluftnetzes. Dabei zeigte die Kluftdichte und Wasserführung folgende Verteilung:

- Inkompetente Schichtglieder (Tonmergel, siltiger Mergel bis mergeliger Sandstein) weisen eine engständige Klüftung auf mit geringer lokaler Wasserführung und randlicher Gesteinsaufweichung.
- Mürbe Sandsteine zeigen eine weitständige, wasserführende Klüftung.
- Harte, kompetente Gesteine besitzen eine engständige Klüftung und sind unterhalb des Grundwasserspiegels wasserführend.

Die Klüftung war aufgrund ihrer steilen Stellung mit den Bohrungen bisher kaum erfasst. Während in Baugruben die Wasserführung der Klüfte deutlich erkennbar war, zeigten Durchlässigkeitsbestimmungen der Solexperts AG in klüftigen Zonen im Bohrloch nur eine geringe hydraulische Durchlässigkeit. Vermutlich entsteht diese erst durch Druckentlastung beim Aushub.

Als Synthese des Berichtes von 1993 - einer umfassenden Darstellung des seinerzeitigen Kenntnisstandes - entstand eine Verknüpfung der geologischen und der hydraulischen Erkenntnisse mit den Beobachtungen aus der Grundwasserüberwachung. Dadurch wurde die Ausscheidung präferentieller Fliesspfade in der Molasse möglich, entlang derer die Deponie Schmutzwasser in den Untergrund verliert.

5.3 Periode 1994-1997

In dieser letzten Periode verlagert sich das Schwergewicht der Tätigkeit des Geologen weg von der Erkundung möglicher Leckstellen der Deponie (Fliesspfade) auf die Mitarbeit bei Sicherungs- und Sanierungsüberlegungen. In Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber und den kantonalen Behörden erfolgte, nachdem mehrfach festgestellt werden musste, dass bis heute noch keine machbaren und erprobten Verfahren auf dem Markt sind, die eine umweltverträgliche Sanierung ermöglichen würden, eine umfangreiche Evaluation eines Massnahmenpaketes zur Sicherung der Altdeponie. Schmutzwasserverluste aus der SMDK in Richtung des quartären Aquifer (Kölliker Rinne) sollen mit Hilfe eines Paketes aus untiefer Drainage im nördlichen Zuflussbereich zum Brechen der Spitzen der infiltrierenden Sau-

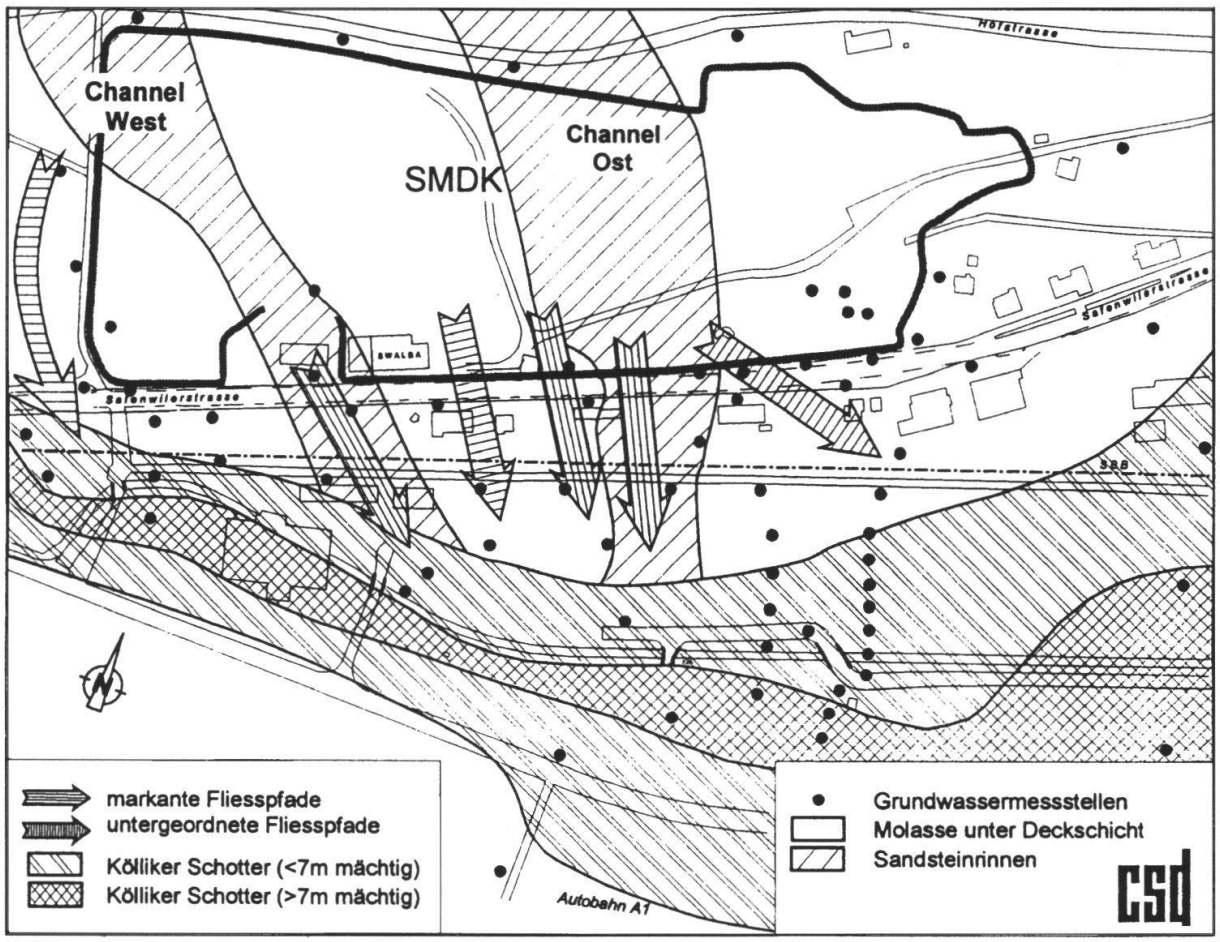

Fig. 5: Die geologischen Verhältnisse im Umfeld der SMDK (vereinfacht) und das Grundwasserbeobachtungsnetz (Stand 1997)

berwasserzuflüsse und einer Kombinationslösung im Abflussbereich der Deponie, bestehend aus Dichtwand mit flankierender hydraulischer Massnahme unterbunden werden.

Diese Bauvorhaben erforderten Ende 1994 eine weitere Bohrkampagne zum Erfassen der geotechnischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich der geplanten Dichtwand. Vorgängig zu den eigentlichen Bohrarbeiten wurde versucht, die Architekturelemente der Unteren Süsswassermolasse (Sandsteinrinnen) mittels hochauflösender Reflexionsseismik im Meterbereich zu erkunden und so gezielt Bohrungen in Channelzonen ansetzen zu können. Die Fragestellung überstieg aber die Möglichkeiten der Geophysik und der erreichte Detaillierungsgrad genügte nicht, um einzelnen Rinnenstrukturen zu erkennen. Die gesamten Untersuchungen hatten einerseits zum Ziel, Grundlagen zur Dimensionierung der Tiefe der Wand und andererseits die felsmechanischen Kennwerte der Molasse im Hinblick auf das geplante Bauverfahren (gefräste Dichtwand) zu liefern. Die erarbeiteten Gebirgskennwerte und die Machbarkeit des Verfahrens wurden 1995 in einem Pilotversuch im Massstab 1:1 bestätigt.

Parallel zu diesen Arbeiten erfolgten umfassende geochemische Studien über die Wechselwirkung von Deponieschmutzwasser und Molassegestein und über mögliche Abbauvorgänge im Untergrund entlang der Ausbreitungspfade.

6. Ausblick

Heute ist noch keine seriöse Methode bekannt, wie eine Altdeponie mit 300'000 m^3 Deponiegut und 100'000 m^3 kontaminiertem Untergrund - im Sinne von unschädlich machen der Deponieinhaltsstoffe - saniert werden kann.
Seit 1995 können das Deponischmutzwasser, das Deponiegas und die geruchsbelastete Abluft auf der deponieeigenen Anlage soweit vorbehandelt werden, dass die Abgänge den Vorschriften der Luftreinhalteverordnung bzw. den Einleitbedingungen in eine öffentliche Kanalisation entsprechen. Den diffusen Schmutzwasseraustritten in den Untergrund soll mittels dem geplanten Massnahmenpaket begegnet werden.
Zur Sicherung des Deponiestandortes müssen diese technischen Barrieren langfristig erhalten bleiben. Der Geologe hat dabei die Aufgabe mittels dem Grundwassermonitoring das Versagen einzelner Systemteile möglichst frühzeitig zu erkennen.

Verdankungen

In erster Linie danken möchten wir dem Konsortium Sondermülldeponie Kölliken für die zur Verfügungstellung der Unterlagen und das Recht auf Publikation.
Das Projekt Kölliken wird seitens CSD Colombi Schmutz Dorthe AG von einem bis 30 Personen umfassenden multidisziplinären Team bearbeitet. Die hier vorgestellten Resultate sind auf ihre Zusammenarbeit zurückzuführen.

Literaturverzeichnis

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.

MARTINSON C. 1994: Geochemical interactions of a saline leachate with Molasse at a landfill site: A case study. Eclogae geol. Helv. 87/2, 473-486.

MOSER H.-J. und SCHLÄPPI E. 1992: Die geologischen Verhältnisse im Umfeld der Sondermülldeponie Kölliken AG. Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. und Ing., Vol. 59, Nr. 135.