© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Mitt. österr. geol. Ges.	83 (1990) Themenband Umweltgeologie	S. 191-209 14 Abb., 1 Tab.	Wien, Februar 1991

Tone der niederösterreichischen Molassezone als Barrieregesteine

Von F. OTTNER, B. SCHWAIGHOFER und H. W. MÜLLER*)

Mit 14 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung

Zwei Tone der niederösterreichischen Molassezone werden in einer Reihe von Untersuchungen auf ihre Verwendbarkeit als Barrieregesteine bei Mülldeponien überprüft und verglichen. Während die Tonmergel der Laaer Schichten (Karpat) aus Göllersdorf im Weinviertel gute Dichtungs- und Adsorptionseigenschaften aufweisen, sind die Ergebnisse für einen quartären Deckenlehm aus Freydegg bei Amstetten für eine gute geologische Barriere weniger befriedigend.

Summary

Two kinds of clays of the Lower Austrian Molassezone have been examined and compared as to their practicality as a barrier layer for waste deposits. While the clay marls of the Laa formation (Karpat) from Göllersdorf/Weinviertel show good sealing and adsorption qualities, the studies of the quartery clay from Freydegg near Amstetten was found to be less useful as a geological barrier.

Inhalt

1. Einleitung 191
2. Anforderungen an Barrieregesteine 192
3. Untersuchungsmethodik 193
4. Zusammensetzung der Tone aus Göllersdorf und Freydegg 195
5. Ergebnisse 199
6. Schlußbetrachtung 206
7. Literatur 209

1.0 Einleitung

Die heutige Wohlstandsgesellschaft mit all ihren vielfältigen technischen, sozialen und humanitären Errungenschaften ist auch mit einer Reihe von Schattenseiten behaftet. Eine dieser negativen Auswirkungen brachte ihr zu Recht den Beinamen Wegwerfgesellschaft ein.

Bekanntlich wurde unter anderem das Müllproblem lange Zeit total ignoriert bzw. unterschätzt oder einfach auch gar nicht erkannt. Unvorstellbare Mengen zum Teil hochgiftiger

*) Adresse der Verfasser: Abteilung Baugeologie des Institutes für Bodenforschung und Baugeologie, Univ. für Bodenkultur, A-1180 Wien, Gregor Mendel-Straße 33.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Abfälle wurden in unzulänglich oder gar nicht abgedichteten Deponien abgelagert. Katastrophale Kontaminationen der Biosphäre, vor allem des Grundwassers, waren die Folgen. Die Müll-Lawine rollt aber weiter — jeder Österreich produziert pro Jahr etwa 500 kg Müll, der großteils deponiert werden muß.

Neue Strategien, wie Müllsortierung und Recycling einerseits, Müllvermeidung und umweltfreundliche Produktionsverfahren andererseits, geben Anlaß zur Hoffnung, können aber erst langfristig zu einer Entschärfung des Müllproblems beitragen. Das bedeutet also, daß in den nächsten Jahren für riesige Kubaturen unsortierten Mülls entsprechende Deponieflächen zur Verfügung gestellt werden müssen. Die bestmögliche Isolierung giftiger Abfallstoffe von der Biosphäre muß vor allem für die angewandten Sparten der Erdwissenschaften als Herausforderung angesehen werden. Neben der Erkundung von geologisch geeigneten Deponiestandorten ist die Untersuchung von geeigneten natürlichen Deponieabdichtungen und deren Wechselwirkungen mit Müll und Müllsickerwässern als dringlichste Aufgabe anzusehen.

In der vorliegenden Arbeit sollen zwei unterschiedliche Tone der niederösterreichischen Molassezone im Hinblick auf diese Wechselwirkungen untersucht werden.

2. Anforderungen an Barrieregesteine

Die von den Erdwissenschaften schon immer gestellte Forderung nach einer geologischen Barriere bei Mülldeponien wurde erst in den letzten Jahren von der Abfallwirtschaft anerkannt (G. DÖRHÖFER, 1988). Grundsätzliche Überlegungen zu diesem Thema sind u. a. von K. CZURDA (1987a, 1987b) und K. FINSTERWALDER (1989) angestellt worden.

2.1. Durchlässigkeit

Die wichtigste Forderung an ein Barrieregestein muß natürlich eine sehr geringe Durchlässigkeit sein. Als Maß für diese Eigenschaft wird der Durchlässigkeitsbeiwert=k-Wert=k_f-Wert herangezogen.

Die ÖNORM S 2070 (1990) definiert die geologische Barriere als „geologisch-hydrologische Sperrschichte (Grundwasserstauer), die geeignet ist, einen Durchtritt des auflagernden — allenfalls kontaminierten Wassers — so lange zu verhindern, bis die in der Sicherheitszone zu setzenden Maßnahmen wirksam geworden sind."

Der Deponieuntergrund wird in 5 Standortsklassen eingeteilt, wobei in die Standortsklasse 1 Gesteine großer Durchlässigkeit (k-Wert $>10^{-2}$m/s) fallen. Zur Standortsklasse 5 gehören massige, kluftfreie Schluff- und Tongesteine mit einem k-Wert von $<10^{-8}$m/s. Die Standorterkundung ist in der ÖNORM S 2074 Teil 1 (1990) geregelt.

Die ÖNORM S 2075 (1990) ordnet die Abfälle nach deren Gefährdungspotential über Eluatklassen — ÖNORM S 2072, (1990) — den schon erwähnten Standortsklassen und Deponiebauklassen — ÖNORM S 2071 (1990) — zu.

2.2. Sorption von Schadstoffen

Eine geologische Barriere muß im Falle des Versagens der technischen Sicherheitssysteme einer Deponie imstande sein, die austretenden Schadstoffe möglichst lange von der Biosphäre (Grundwasser) fernzuhalten.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Das Rückhaltevermögen von Tongesteinen gegenüber Schadstoffen wird in erster Linie von seiner mineralogischen Zusammensetzung, vor allem der Tonfraktion, bestimmt. Verschiedene Transportprozesse, wie Konvektion, Dispersion und Diffusion, bestimmen ebenso wie chemische Prozesse — Sorption und Fällungsreaktionen — diesen sehr komplexen Faktor der Retention.

Unter den Tonmineralen können vor allem die quellbaren Dreischichttonminerale z. B. Smektite, mit ihren riesigen inneren Oberflächen, das Sorptionsvermögen eines Tones positiv beeinflussen. Karbonate können saure Sickerwässer puffern und durch Ausfällung von Schadstoffen diese in schwerer lösliche Formen überführen und eventuell durch Verstopfung der Poren die Durchlässigkeit verringern.

3. Untersuchungsmethodik

Für die Untersuchungen wurden aus den Tonlagerstätten ungestörte bergfeuchte Proben entnommen. Für die Perkolationsversuche erfolgte die Probenahme mittels einer zylindrischen Stechvorrichtung. Vor der weiteren Behandlung der Tone wurden die Gesteinsparameter des Ausgangsmaterials erfaßt.

Physikalische Parameter

Wassergehalt, Dichte (Autopyknometer der Firma Micromeritics), Porenvolumen, Korngrößenverteilung mittels Naßsiebung und Sedigraph 5000 ET (Firma Micromeritics), Schwelldruck (B. SCHWAIGHOFER et al., 1988), spezifische Oberfläche mittels Methylenblau-Adsorption.

Mineralogische Parameter

Gesamtmineralbestand, Tonmineralverteilung der Fraktionen kleiner 2μm bzw. kleiner 0,2μm an Texturpräparaten.

Die mineralogischen Untersuchungen wurden mit einer Philips Diffraktometeranlage PW 1710 mit PC-APD Software for Automated Powder Diffraction PW1877 durchgeführt.

Chemische Parameter

pH-Wert, Leitfähigkeit, chemische Zusammensetzung, Spurenelemente, Austauschkapazität.

Die Messung der chemischen Elemente nach verschiedenen Aufschlüssen erfolgte mittels DCP (Fa. EMS) bzw. Flammen — AAS (Perkin Elmer) in der Abteilung für Bodenkunde der Universität für Bodenkultur Wien.

Geotechnische Parameter

Durchlässigkeit, Proctorverdichtung, Rahmenscherversuch, Atterberg'sche Zustandsgrenzen (R. KNAAK, 1990 und R. ROHRHOFER, 1990).

Für die Untersuchung der Wechselwirkung von Tonen mit Prüfflüssigkeiten wurden in erster Linie zwei Methoden angewendet (siehe auch Ablaufschema, Abb. 1), und zwar Schüttel- und Perkolationsversuche.

Schüttelversuche

Geringe, definierte Mengen von Ton werden mit einer definierten Menge Prüfflüssigkeit eine bestimmte Zeit in Berührung gebracht. Nach Versuchsende werden die Tone abzentri-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

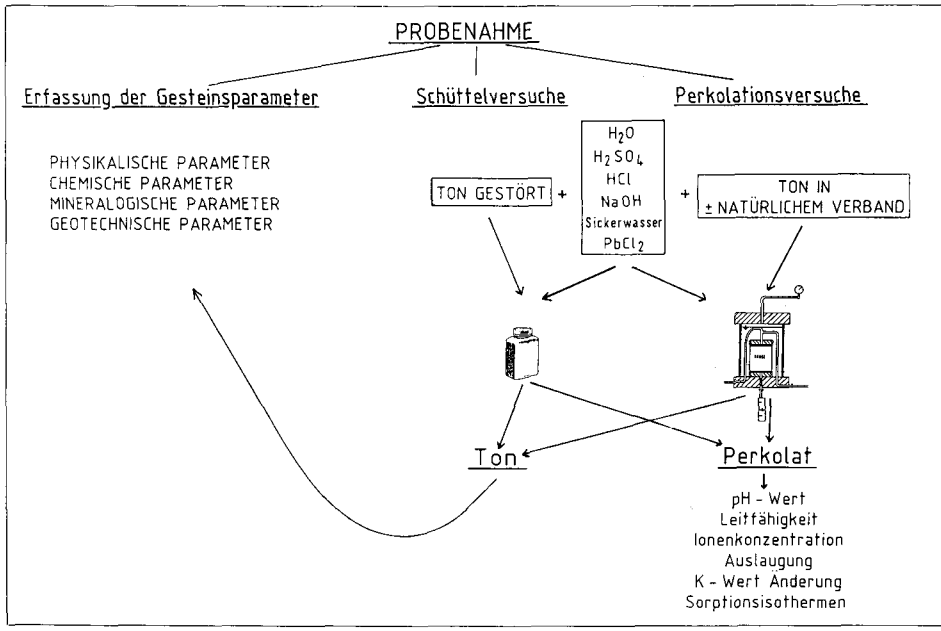


Abb. 1: Ablaufschema der Untersuchungen.

fugiert, gewaschen, die vorhin angeführten Parameter bestimmt und mit dem Ausgangsmaterial verglichen.

Schüttelversuche werden an gestörten Proben durchgeführt, wobei es zu einem äußerst intensiven Kontakt zwischen Ton und Prüfflüssigkeit kommt. Der Vorteil dieser Methode besteht in der raschen Durchführbarkeit; man erhält sehr rasch Ergebnisse, es sind auch immer maximale Reaktionen zu erwarten.

Ein großer Nachteil dieser Methode ist die extrem starke Abhängigkeit der Ergebnisse von den Versuchsbedingungen, wie z. B. Verhältnis von Ton zu Flüssigkeit, Verweilzeit, Schüttelrhythmus usw. Bei Standardisierung der Versuchsbedingungen kann man aber verschiedene Materialien gut miteinander vergleichen und bekommt so einen Einblick in prinzipielle Reaktionsmechanismen.

Perkolationsversuche

Ungestört entnommene Tonproben von 100 mm Durchmesser und zirka 40 mm Höhe wurden für die folgenden Untersuchungen in die mittlerweile zum geotechnischen Standard gewordenen Triaxialzellen eingebaut. Die Tonprobe ist von einer Gummihülle umgeben, ein höherer Zelldruck preßt die Hülle an den Ton und verhindert Randwegigkeiten bei der Durchströmung. Über Manometer können beliebige Druckwerte eingestellt, und somit verschiedene Einstauhöhen von Prüfflüssigkeiten simuliert werden (Abb. 2).

Während der Perkolation wurden wöchentlich die austretenden Flüssigkeiten gemessen, daraus der k-Wert berechnet, pH-Wert und Leitfähigkeit sofort gemessen und später an Monatsmischproben die Ionenkonzentration erfaßt. Durch Aufsummieren der ausgetretenen Ionen und Abziehen von der Konzentration im Ton erhält man für einzelne Ionen die

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

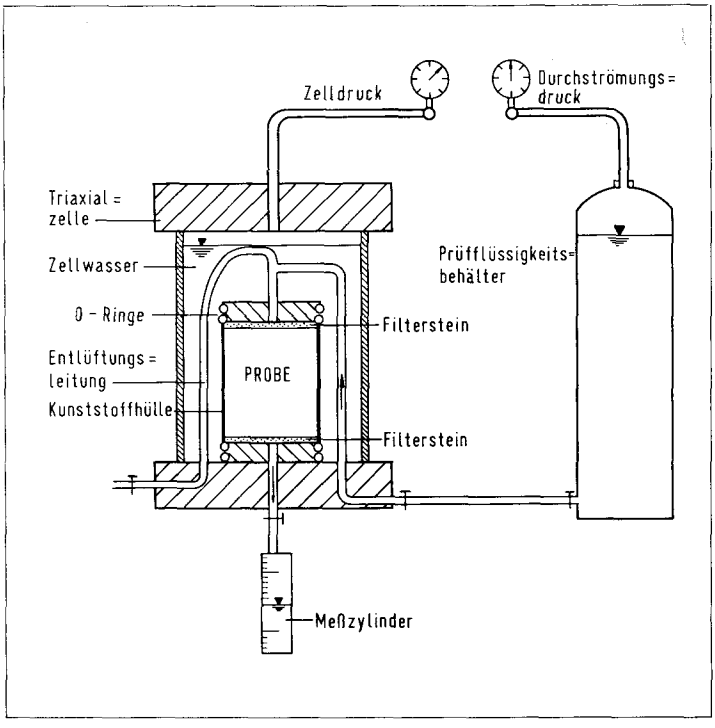


Abb. 2: Aufbau einer Triaxialzelle.

Auslaugungsraten (E. REUTTER, 1988). Diese sind ein Hinweis für die chemische Stabilität eines Tones gegenüber einer Prüfflüssigkeit. Nach Versuchsende werden die Tonzylinder in Scheiben geschnitten und auf Veränderungen untersucht.

Der große Nachteil der Perkolationsmethode ist die sehr lange Versuchszeit (z. T. schon über zwei Jahre).

Zur Auswahl der Prüfflüssigkeiten

— Es sollte das gesamte pH-Spektrum abgedeckt sein, von stark sauer über neutral bis stark alkalisch; HCl, H_2SO_4, NaOH.

— Mit einer Lösung sollte die Zusammensetzung eines Sickerwassers — als Abbauprodukt von organischen Abfällen — repräsentiert werden; Sickerwasser synthetisch (R. HAM, 1979).

— Mit einer Lösung sollte stark schwermetallbelastetes Sickerwasser simuliert werden; $PbCl_2$

— Als Vergleichsflüssigkeit wurde bei jedem Ton demineralisiertes Wasser verwendet.

4. Zusammensetzung der Tone aus Göllersdorf und Freydegg

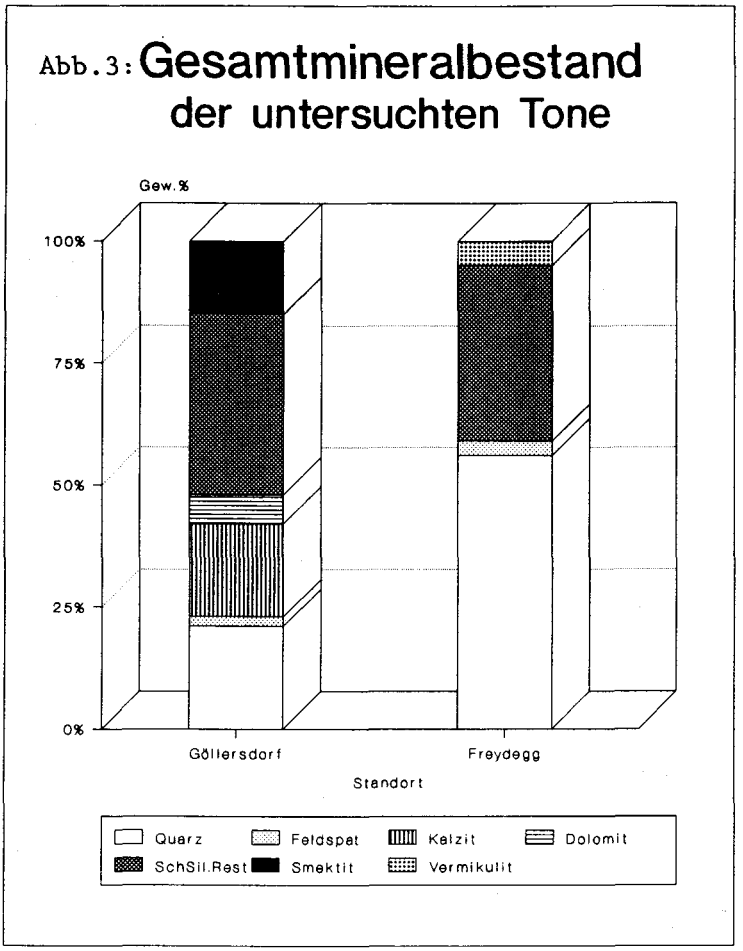
In der vorliegenden Arbeit soll über zwei sehr unterschiedliche Tone der NÖ Molassezone berichtet werden:

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

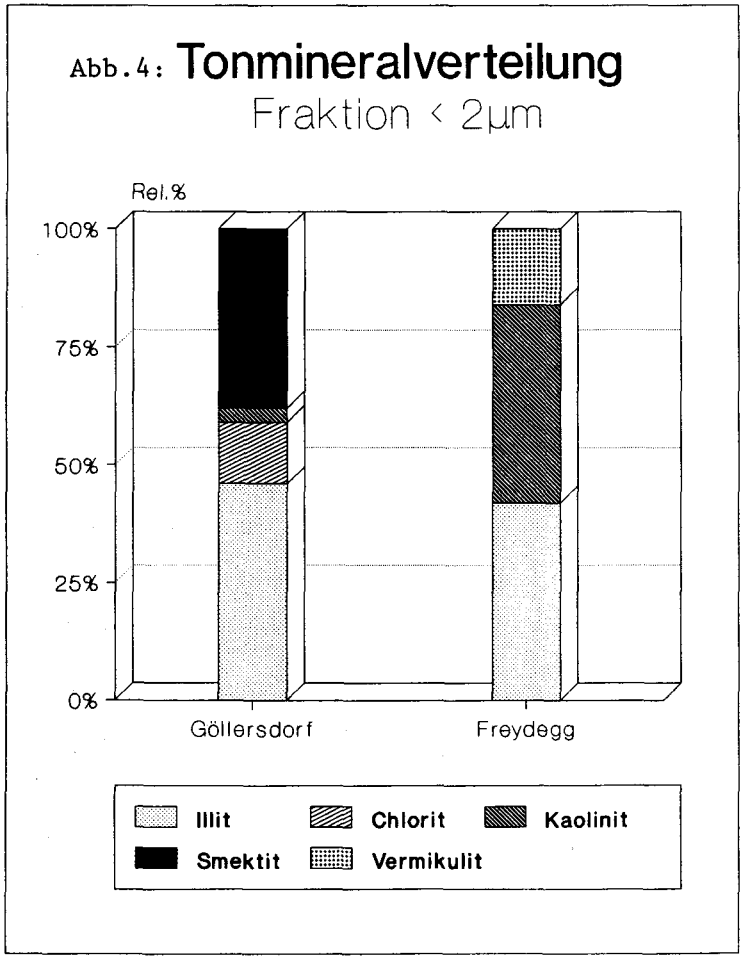
4.1. Ton aus Göllersdorf

Die Ortschaft Göllersdorf liegt im südlichen Weinviertel auf Blatt 40, Stockerau, der ÖK 1:50000. Der Göllersdorfer Ton gehört zu den Laaer Schichten des Karpat und wird zusammen mit der Lößüberlagerung von den Wienerberger Ziegelwerken als Rohstoff für die Ziegelerzeugung abgebaut.

Es handelt sich um einen grauen, feinen Tonmergel mit hohem Anteil der Fraktion $< 2\mu m$ sowie relativ hohem Smektitgehalt. Der Gehalt an Kalzit beträgt etwa 20%, Dolomit ist zu 6% vertreten. Nach der Klassifikation nach G. MÜLLER (1961) liegt stark toniger Schluff vor. Der Durchlässigkeitsbeiwert von 10^{-11}m/s charakterisiert das Material als sehr gering durchlässig (Abb. 3, 4, 5 und Tab. 1).



© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at



4.2. Ton aus Freydegg

Freydegg liegt auf Blatt 53, Amstetten, der ÖK 1:50000. Die Tone sind quartäre Deckenlehme, die im Bereich der Enns-Ybbs-Schotterplatte weiter verbreitet sind und eine Mächtigkeit von etwa 10 m erreichen. Sie werden ebenfalls als Rohstoff für die Ziegelerzeugung verwendet.

Das Material ist gelblich, entkalkt und etwas gröber (Klassifikation nach G. MÜLLER, 1961: stark toniger Schluff). Die mineralogische Zusammensetzung unterscheidet sich sehr deutlich vom Göllersdorfer Ton. Hauptbestandteil ist Quarz — Smektit fehlt gänzlich, dafür sind geringe Mengen an Vermikulit vorhanden. Der höhere Kaolinitgehalt erklärt sich aus der Zersetzung feldspatreicher Gesteine und spiegelt damit auch das Einzugsgebiet der Verwitterungsprodukte aus dem Kristallin der Böhmischen Masse wider. Der Durchlässigkeitsbeiwert liegt mit 10^{-9}m/s um zwei Zehnerpotenzen höher (Abb. 3, 4, 5, Tab. 1).

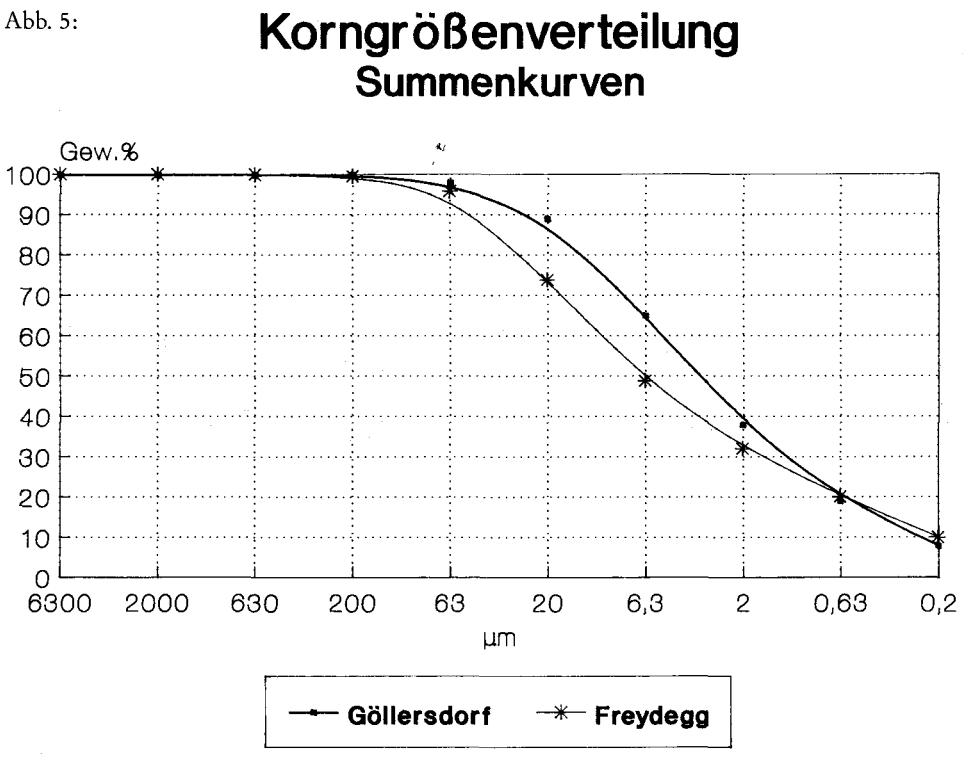
© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Tabelle 1 : Physikalische, chemische und mineralogische Parameter

Parameter	Göllersdorf	Freydegg
Wassergehalt (%)	12,7	17,5
Feststoffdichte (g/cm^3)	2,78	2,73
Porenvolumen (%)	25,2	34,6
Kornverteilung (%)		
Kies	-	-
Sand	2	4,2
Schluff	60	63,8
Ton	38	32
Spez. Oberfläche (m^2/g)	128	74
Mineralbestand (%)		
Quarz	21	56
Kalzit	19	-
Dolomit	6	-
Feldspat	2	3
Schichtsilikate Rest	37	41
Smektit	15	-
Tonminerale < 2μm (%)		
Illit	46	42
Chlorit	13	-
Kaolinit	3	42
Smektit	38	-
Vermikulit	-	16
Hauptelemente (%)		
Silizium	30,0	45,6
Aluminium	9,5	7,8
Eisen	4,8	3,5
Kalzium	11,1	0,3
Magnesium	2,6	0,4
Kalium	3,1	2,0
Natrium	0,03	0,02
Mangan	0,07	0,05
Titan	0,94	1,3
Schwermetalle (ppm)		
Zink	120	73
Chrom	128	85
Nickel	73	43
Kupfer	47	31
Kobalt	24	27
Molybdän	94	25
pH-Wert	8,0	5,7

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Abb. 5:



5. Ergebnisse

5.1. Schüttelversuche

5.1.1. Reaktionen des Tones mit zerstörenden Flüssigkeiten — HCl, NaOH

Bei den folgenden Versuchen wurde ein konstantes Ton-Flüssigkeitsverhältnis von 1:10 eingehalten. Die Tone wurden mit 4 verschiedenen Konzentrationen 7 Tage hindurch je eine Stunde überkopf geschüttelt, die Proben zentrifugiert, mehrmals gewaschen und sowohl die Lösung als auch der Ton untersucht.

5.1.1.1. Veränderungen im Gesamtmineralbestand

Beim Ausschütteln des Göllersdorfer Tones mit Salzsäure reagiert Kalzit empfindlicher als Dolomit (altbekannte Methode der Unterscheidung zwischen Kalzit und Dolomit). 0,1 N Salzsäure greift Dolomit noch nicht an, während Kalzit schon großteils aufgelöst ist (Abb. 6). Mit 1 N Salzsäure sind alle Karbonate gelöst. Bei dieser Konzentration zeigt aber Chlorit schon deutliche Intensitätsabschwächungen. Nach Behandlung mit 10 N Salzsäure ist Chlorit zur Gänze weggelöst, die restlichen Mineralphasen Glimmer, Quarz, Feldspat und Pyrit weisen keine Veränderungen auf. Etwa 30 % des Tones sind in Lösung gegangen.

Das Lösungsverhalten der Karbonate in Natronlauge verhält sich dagegen konträr zur Salzsäure. Bis zur Konzentration O,1 N bleiben die Karbonate unverändert. Bei 1 N

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Natronlauge gehen geringe Mengen an Dolomit in Lösung, Kalzit ist unverändert. Erst bei Behandlung mit 10 N NaOH (sehr starke Lauge) wird Dolomit gänzlich weggelöst, wogegen von Kalzit noch etwa die Hälfte ungelöst vorliegt (Abb. 6). Chlorit bleibt im Gegensatz zur Reaktion mit Salzsäure bei allen Konzentrationsstufen stabil.

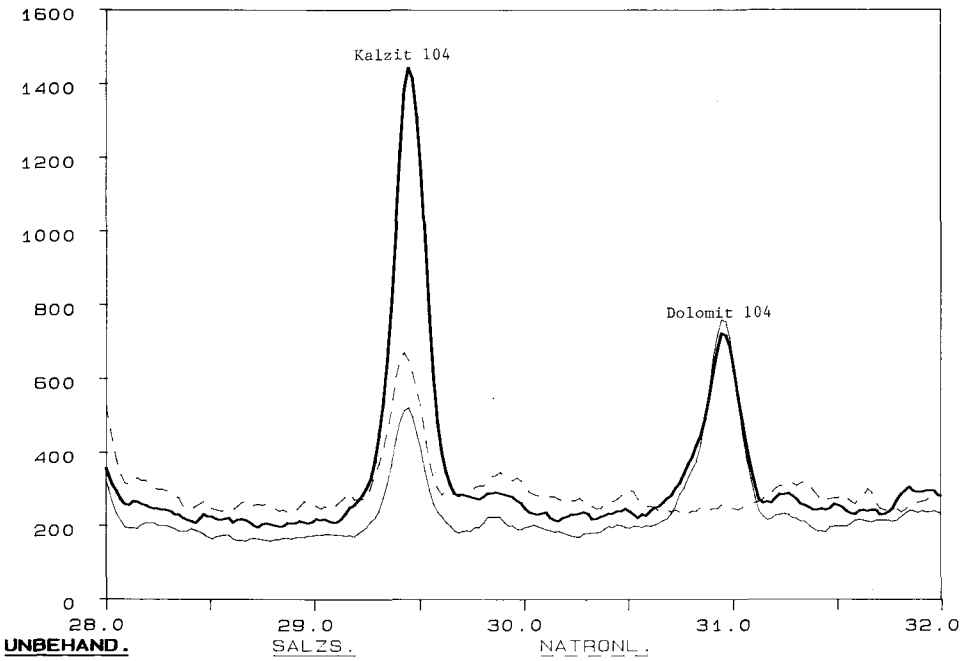


Abb. 6: Ausschnitt aus einem Diffraktogramm vom Ton Göllersdorf mit Karbonatreflexen vor und nach Behandlung mit Salzsäure und Natronlauge.

Beim Freydegger Ton treten bedingt durch den gegebenen Gesamtmineralbestand bei Behandlung mit Salzsäure geringere Veränderungen auf. Empfindlich reagiert lediglich der in geringen Mengen vorhandene Vermikulit, der schon bei niedrigen Konzentrationen zerstört wird.

5.1.1.2. Veränderungen der Fraktion < 2μm

Die Tonfraktion des Göllersdorfer Tones zeigt bei Behandlung mit Salzsäure lediglich die schon bekannte Tatsache der Chloritzerstörung. Bei steigender Konzentration wird der Chloritanteil immer geringer, während sich Illit, Kaolinit und Smektit relativ anreichern. Nach Behandlung mit 10 N Salzsäure ist Chlorit fast gänzlich zerstört.

Bei Behandlung mit Natronlauge tritt bis zur Konzentration 1 N keine Änderung der Tonfraktion ein. 10 N Natronlauge zerstört den Smektit jedoch zur Gänze, Chlorit wird zusammen mit den restlichen Tonmineralen sogar relativ angereichert. In der Freydegger Tonfraktion sind nach Behandlung mit 1 N Salzsäure bzw. Schwefelsäure noch Spuren von Vermikulit nachweisbar, nach Behandlung mit der 10-fachen Konzentration ist Vermikulit total zerstört.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

5.1.1.3. Veränderungen der Korngröße

Gegenüber dem Ausgangsmaterial tritt nach Behandlung mit Salzsäure eine geringfügige Kornverfeinerung ein, während die mit Natronlauge ausgeschüttelten Tone eine deutliche Kornvergröberung erfahren.

Die Ursache für dieses Verhalten dürfte wieder das unterschiedliche Lösungsvermögen der beiden Prüfflüssigkeiten sein. Durch Salzsäure werden bevorzugt Karbonate, die in den gröberen Fraktionen auftreten, gelöst. Dadurch kommt es zu einer Anhäufung der Feinfraktion, während durch konzentrierte Natronlauge Smektit der Tonfraktion gelöst wird (siehe Abb. 7).

Die Korngrößenveränderungen der Freydegger Tone sind nicht so deutlich ausgeprägt.

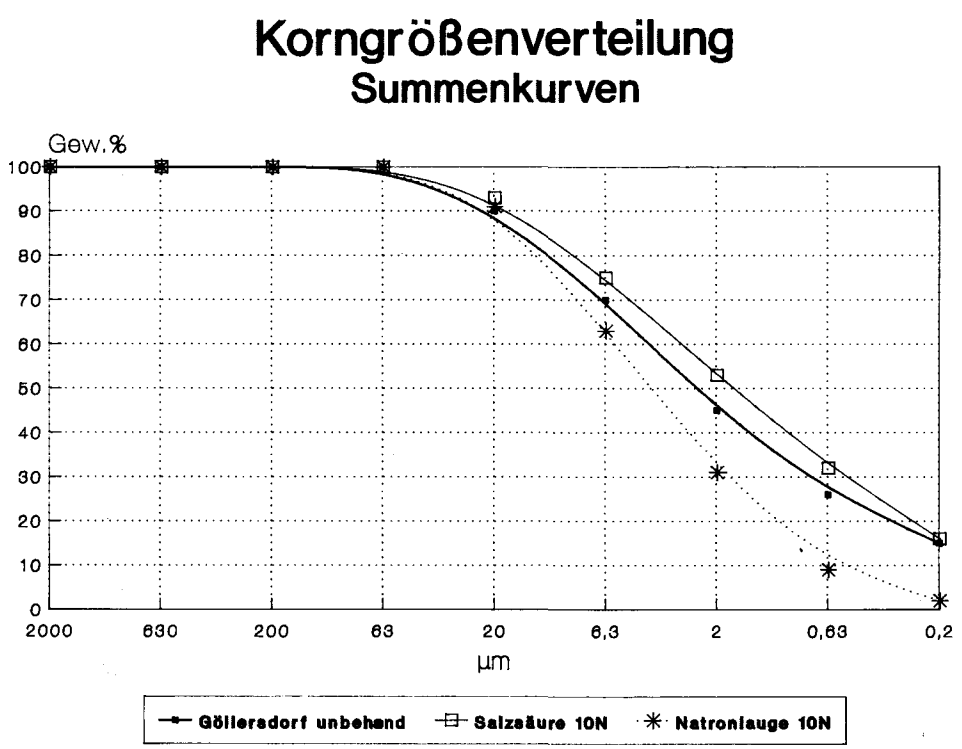


Abb. 7: Korngrößenveränderung vom Ton Göllersdorf vor und nach Behandlung mit Salzsäure und Natronlauge.

5.1.1.4. Veränderungen der primären Kationenbelegung und der Kationen-Austauschkapazität

Während das Ausgangsmaterial (Göllersdorf) eine Kationen-Austauschkapazität von etwas über 25mval/100 g aufweist — wobei Kalzium und Magnesium dominieren — kommt es durch Salzsäure zu einer deutlichen Reduzierung von Mg bei den zwei unteren Konzentrationsstufen. Noch auffälliger ist die Änderung bei den beiden höheren Konzen-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

trationen: Kalzium wird stark reduziert und es befinden sich die Elemente Eisen und Aluminium am Sorptionskomplex. Die Gesamtaustauschkapazität ist auch stark verringert.

Dagegen weisen die mit NaOH behandelten Tone keine signifikanten Veränderungen gegenüber dem Ausgangsmaterial auf (Abb. 8).

Beim Freydegger Ton kommt es durch Säuren auch zu einer deutlichen Verringerung der Austauschkapazität. Anstelle von Kalzium und Magnesium tritt vor allem Aluminium auf.

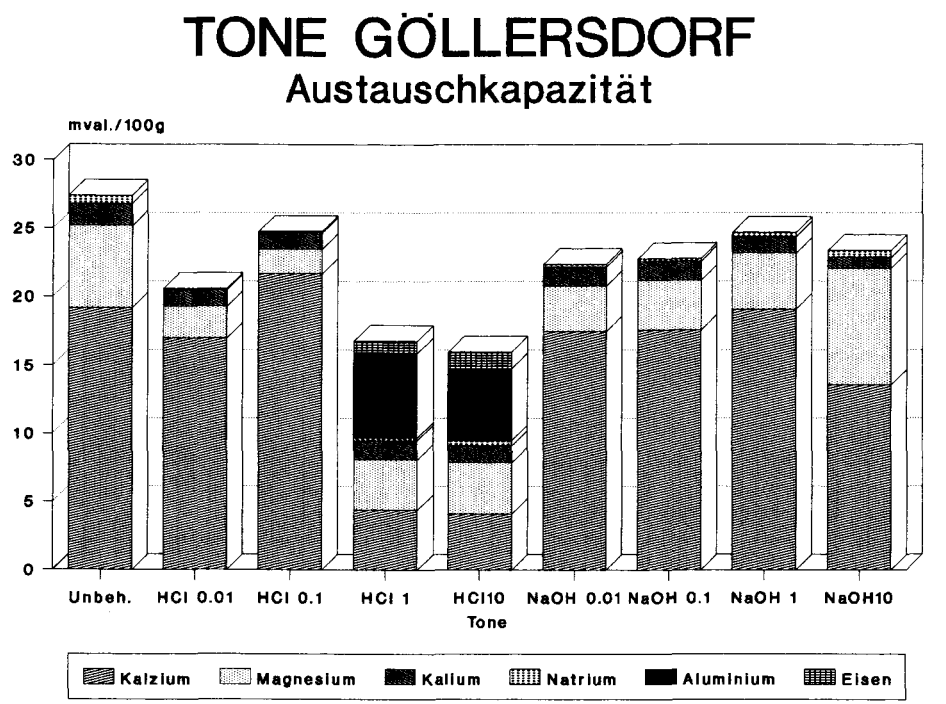


Abb. 8: Kationen-Austauschkapazität und primäre Kationenbelegung vor und nach Behandlung mit Salzsäure und Natronlauge.

5.1.2. Adsorptionsversuche mit Blei

Das Element Blei wurde wegen seiner großen Umweltrelevanz stellvertretend für alle anderen Schwermetalle ausgewählt.

Für die Bestimmung der Sorptionskapazität eines Tones wird eine bestimmte Menge Ton (hier 10 g) mit einer bestimmten Menge der Schwermetall-Lösung (50 ml) eine gewisse Zeit geschüttelt (48 Stunden). Die Konzentration des Schwermetalles in der Lösung wird vor und nach dem Schütteln gemessen, die Differenz wurde vom Ton sorbiert. Das Sorptionsvermögen des Tones wird mit dem Verteilungskoeffizienten k_d beschrieben.

Aus den Sorptionsisothermen (Abb. 9) läßt sich für jede Schadstoffmenge exakt das Lösungsgleichgewicht fest/flüssig ablesen. Sorptionsisothermen sind sehr stark von den Randbedingungen der Versuchsmethodik abhängig: Ton-Flüssigkeits-Verhältnis, Verweilzeit, Art des Schüttelns usw. Den größten Einfluß auf die Sorptionskapazität eines Tones

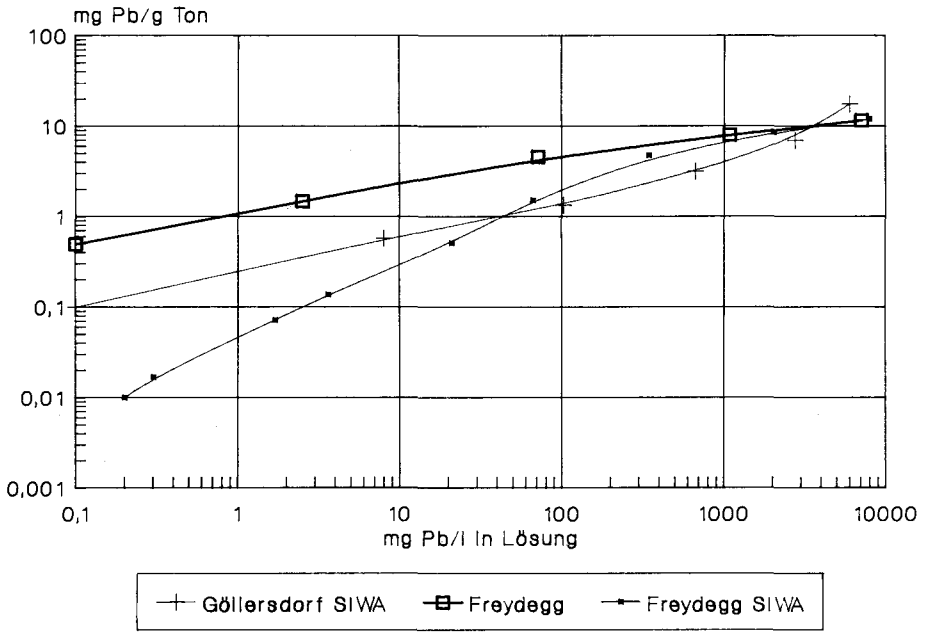
© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

hat der pH-Wert der Lösung. Während die meisten Schwermetalle im sauren Bereich weniger festgelegt werden (u. a. durch die Konkurrenz der H^+-Ionen am Austauschkomplex), können sie im alkalischen Bereich stärker sorbiert werden.

Bei natürlichem pH-Wert konnte vom Göllersdorfer Ton wegen seines hohen Pufferungsvermögens keine Sorptionsisotherme erhalten werden. Selbst Konzentrationen von 10000 ppm Pb wurden zur Gänze sorbiert. Die Sorptionskapazität vom Freydegger Ton ist deutlich geringer.

Erst durch die Verwendung von synthetischem Sickerwasser als Trägersubstanz für die verschieden konzentrierten Bleilösungen konnte für den Göllersdorfer Ton eine Sorptionsisotherme erhalten werden. Der pH-Wert ist auf etwa 4 abgesenkt. Das Sorptionsvermögen der Tone ist bei diesem niedrigen pH-Wert deutlich verringert. Sehr ausgeprägt ist dieser Effekt beim Göllersdorfer Ton, während er sich bei Freydegger Material wesentlich geringer auswirkt (Abb. 9).

Abb. 9: **Sorptionsisothermen für Blei**



Ein „Langzeitschüttelversuch" mit zehntägigem Intervall von Flüssigkeitswechsel und anschließender Desorption mit Sickerwasser ist noch nicht abgeschlossen.

Bei den Sorptionsversuchen wurden neben den Tonen auch Kontrollsubstanzen wie Quarzmehl, Kalzit und ein Bentonit bekannter Zusammensetzung (Montigel der Süd-Chemie, München) mitgeschüttelt. Das Diffraktogramm von Kalzit nach dem Schütteln mit Blei zeigt deutlich die Zunahme der Cerussitreflexe ($PbCO_3$) bei höheren Bleikonzentrationen bis 10000 mg/l (Abb. 10). Im Rasterelektronenmikroskop findet man die nadelförmigen Mineralneubildungen auf Kalzit (Abb. 11).

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

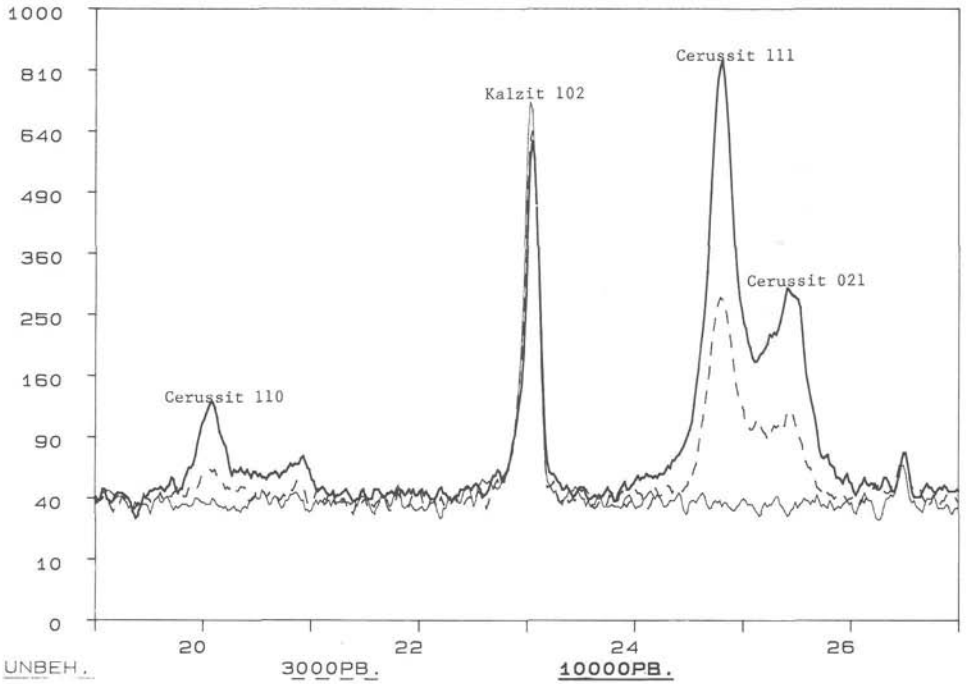


Abb. 10: Ausschnitt aus Diffraktogramm zeigt Zunahme der Cerussitreflexe mit steigender Bleikonzentration (3000 bzw. 10000 ppm Blei).

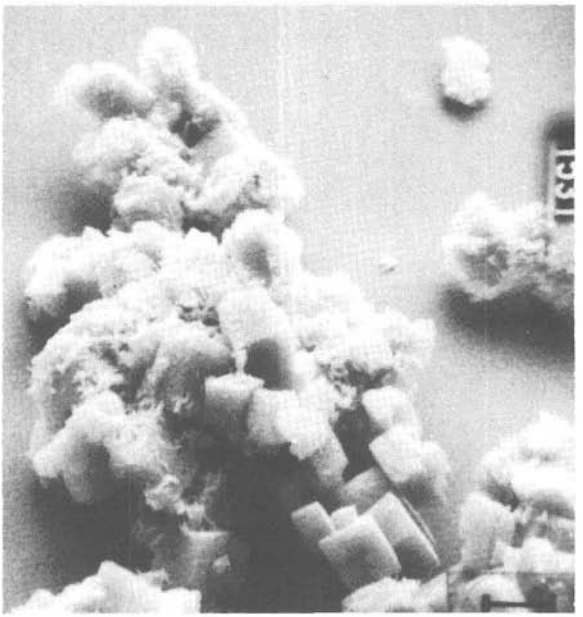


Abb. 11: Cerussitneubildung aus Kalzit, Balkenlänge 4,5μm

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

5.2. Perkolationsversuche

Die Probenahme der durch die Tone durchgesickerten Perkolate erfolgte zumindest einmal pro Woche. Für jeden Versuch wurde ein „Stammdatenblatt" angelegt und folgende Parameter gegen die Zeit aufgetragen:

Durchflußmenge pro Woche
k-Wert
pH-Wert des Perkolates
Leitfähigkeit des Perkolates
Ionenkonzentration
Auslaugungsrate einzelner Ionen

In Abb. 12 ist ein Stammdatenblatt vom Ton Göllersdorf, mit Wasser perkoliert, abgebildet, in dem der k-Wert-Verlauf, die wöchentliche Durchflußmenge, pH-Wert und Leitfähigkeit der Perkolate dargestellt sind. Außerdem sind Ionenkonzentrationen und Auslaugungsraten einzelner Ionen gegenübergestellt. Diese Dokumentationsform gewährt jederzeit einen guten Überblick über den Versuchsverlauf.

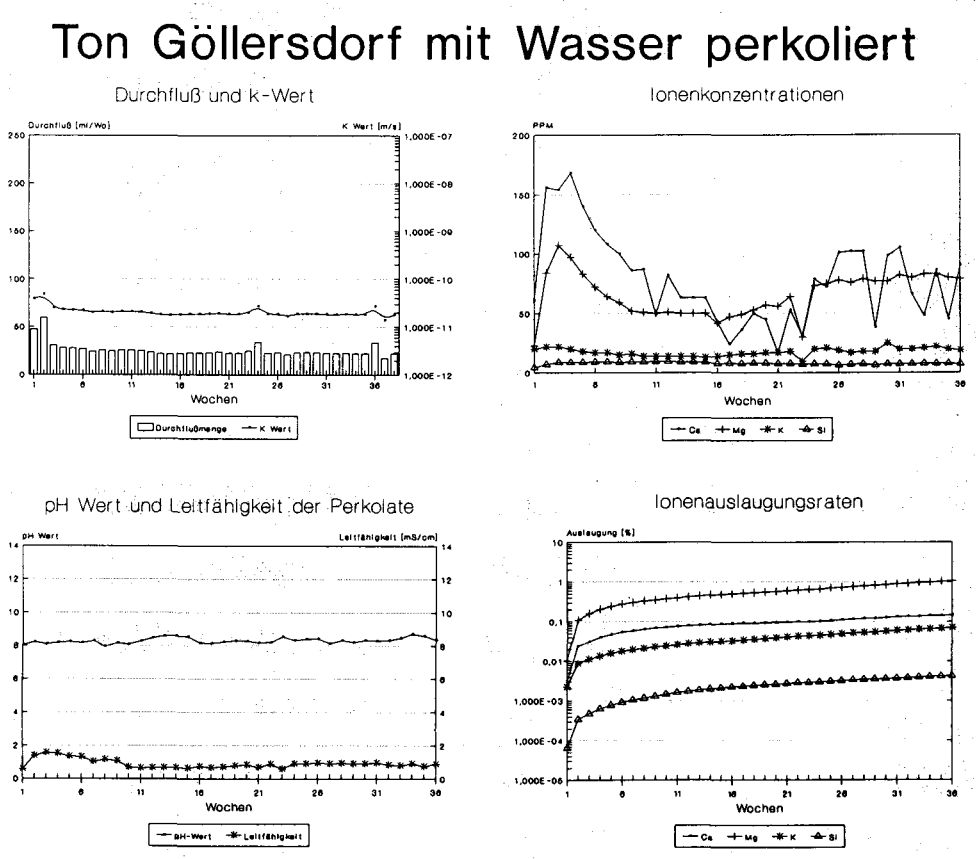


Abb. 12: „Stammdatenblatt" vom Ton Göllersdorf, mit Wasser perkoliert.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Wider Erwarten unterscheiden sich die k-Werte mit verschiedenen Prüfflüssigkeiten der beiden Tone nicht signifikant von den k-Werten mit Wasser. Der k-Wert-Verlauf zeigt mehr oder weniger Unregelmäßigkeiten; eindeutige Trends oder Durchbrüche sind bis heute nicht festzustellen. Ursache hiefür könnte bei Freydegg das eher unempfindliche Verhalten der Minerale gegenüber der Prüfflüssigkeit sein, bei Göllersdorf die äußerst geringe Durchlässigkeit, sodaß Veränderungen erst viel später zu erwarten sind.

Im Gegensatz zu den geringen Durchlässigkeitsänderungen verhalten sich z. B. pH-Wert und Auslaugungsraten der beiden Tone mit verschiedenen Prüfflüssigkeiten sehr unterschiedlich. Während der Karbonatgehalt des Göllersdorfer Tonmergels die unterschiedlich sauren Lösungen von Bleichchlorid, Sickerwasser, ja sogar Salzsäure, über den gesamten Versuchsverlauf auf pH 8 puffert, stellt sich bei Freydegger Tonen nach kurzer Zeit der Ausgangs-pH-Wert der Lösung ein (Abb. 13).

In Abb. 14 sind die Auslaugungsraten von Kalzium aus den beiden Tonen in Abhängigkeit von der Prüfflüssigkeit dargestellt. Beim Göllersdorfer Ton werden durch Wasser 0,1 % ausgelaugt, durch Salzsäure 10 %. Sickerwasser liegt zwischen 0,1 und 1 %, während Natronlauge Kalzium fast nicht löst (0,01 %).

In Freydegger Ton werden die geringen Kalziummengen relativ rasch durch HCl gelöst bzw. durch $PbCl_2$ ausgetauscht. Die Auslaugungsrate von Sickerwasser ist auch etwas höher als bei Göllersdorfer Tonen.

6. Schlußbetrachtung

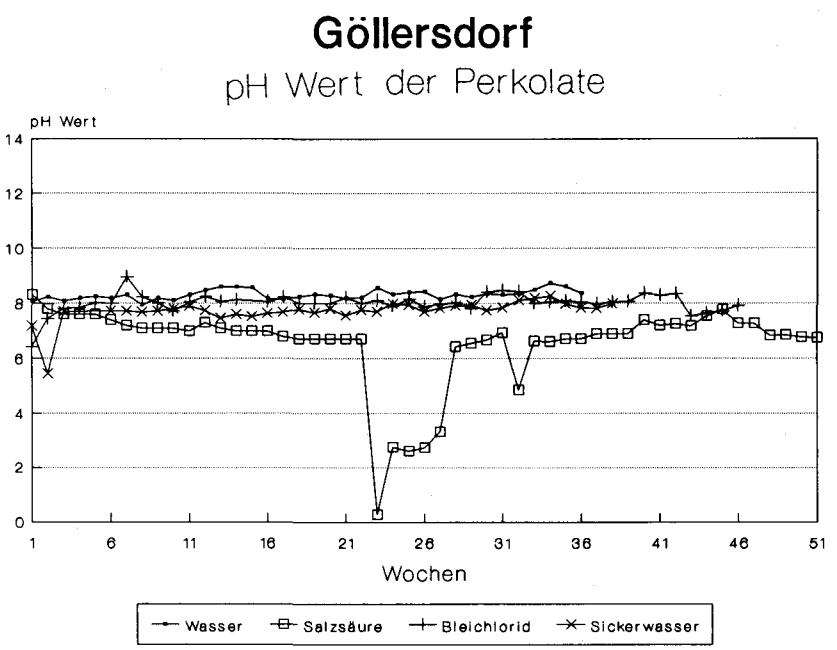
Die Untersuchungen zu den ausgewählten Barrieregesteinen sind noch nicht abgeschlossen, aber schon die vorliegenden Ergebnisse geben berechtigten Anlaß zur Hoffnung, daß Tone, in der Deponietechnik gezielt eingesetzt, unseren Lebensraum über lange Zeit gut vor Verunreinigungen schützen können. Tone sind in Österreich in großen Mengen als Massenrohstoff vorhanden. Natürlich besteht kein Grund dafür, den Ton als Deus ex Machina anzusehen, der sämtliche offenen Müllprobleme lösen kann. Die Untersuchungen haben allerdings nicht nur eine gute Widerstandsfähigkeit über lange Zeit gegenüber chemischen Angriffen gezeigt, sondern sind mit extremen Belastungen — die in der Praxis kaum vorkommen — weit über die Grenzen der Ton-Möglichkeiten hinausgegangen.

Weitere intensive Anstrengungen seitens der Naturwissenschaften sind erforderlich: Methoden müssen verbessert werden, eine weitgehende Vereinheitlichung — Normierung — ist Voraussetzung für eine bessere Vergleichbarkeit von Ergebnissen. Seitens der Gesetzgebung sollte die Abfallwirtschaft zur Anlage von Monodeponien gezwungen werden — diese sind in ihren Reaktionen und Wechselwirkungen besser kontrollierbar und erleichtern eine Einschätzung ihres Gefährdungspotentials. Intensive interdisziplinäre Zusammenarbeit ist notwendiger denn je!

Dank

Die vorliegende Arbeit wurde dankenswerterweise vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich (Projekt Nr. 6596 E) sowie vom Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung B/9 und dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Abteilung IV/1 finanziell unterstützt.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at



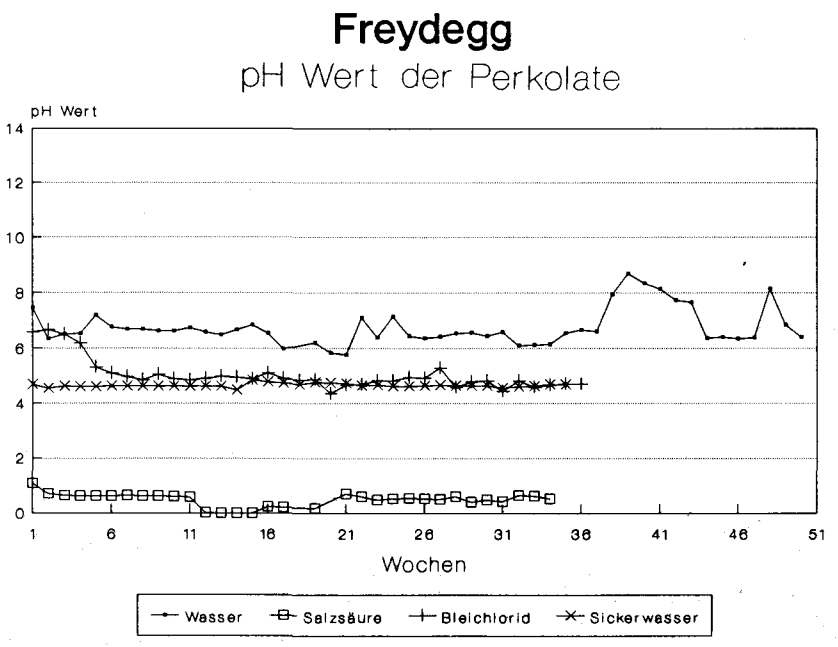
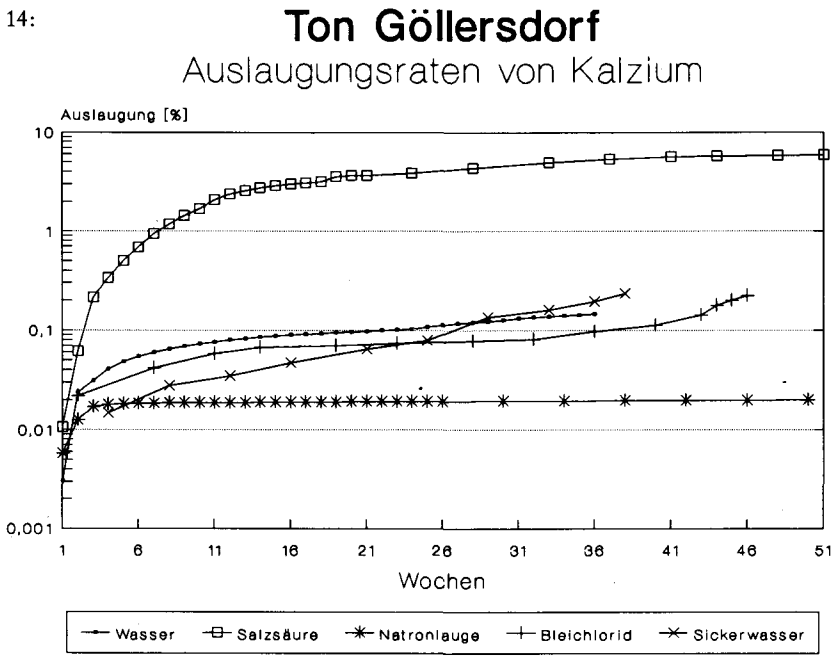
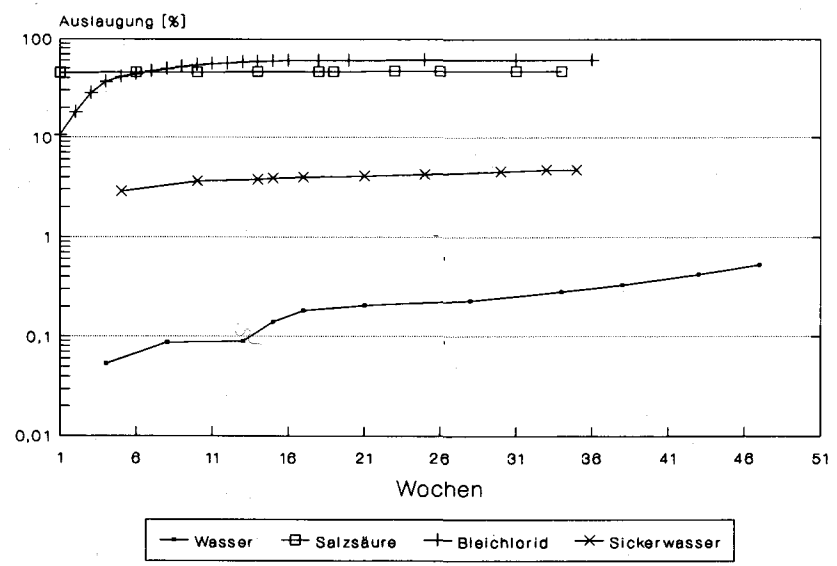


Abb. 13: Unterschiedliches Pufferungsvermögen der beiden Tone gegenüber Prüfflüssigkeiten.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Abb. 14:





© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Literatur

CZURDA, K., 1987a: Anforderungen an tonige Barrieregesteine und diesbezügliche Möglichkeiten in Österreich. — Österr. Wasserwirtschaft 39, H. 11/12, S. 282-289, Wien.

CZURDA, K., 1987b: Tone als geologische Barriere. — Symposium Deponiebauwerke Frankfurt 1987, S. 135-154, Frankfurt.

DÖRHÖFER, G., 1988: Anforderungen an den Deponiestandort als geologische Barriere. — In: FEHLAU/STIEF (Hrsg.): Fortschritte der Deponietechnik 1988, Nr. 23, E. Schmidt-Verl., S. 165-192, Berlin.

FINSTERWALDER, K., 1989: Beurteilungskriterien für mineralische Dichtungssysteme — Berücksichtigung von Konvektion, Diffusion und Sorption. — In: FEHLAU/STIEF (Hrsg.): Fortschritte der Deponietechnik 1989, Nr. 30, E. Schmidt-Verl., S. 103-116, Berlin.

HAM, R. et al., 1979: Background Study on the Development of a Standard Leaching Test. — United States Environmental Protection Agency (EPA)-600/2-79-109, Ohio.

KNAAK, R., 1990: Geotechnische Untersuchungen an Tonen hinsichtlich deren Eignung als Barrieregesteine für Mülldeponien, Tone aus Göllersdorf und Hennersdorf. — Unveröff. Diplomarbeit, Inst. f. Geotechnik, Univ. f. Bodenkultur, Wien.

MÜLLER, G., 1961: Das Sand-Silt-Ton-Verhältnis in rezenten marinen Sedimenten. — N. Jb. Miner., Mh, S. 148-163.

ÖNORM S 2070, 1990: Deponien und Abfallager auf Zeit; Hydrogeologische und geotechnische Klassifizierung von Standorten.

ÖNORM S 2071, 1990: Deponien und Abfallager auf Zeit; Deponiebauklassen.

ÖNORM S 2072, 1990: Gefährdungspotential (Eluatklassen) von Abfällen.

ÖNORM S 2074, Teil 1, 1990: Geotechnik im Deponiebau; Standortserkundung.

ÖNORM S 2075, 1990: Deponien und Abfallager auf Zeit; Zuordnung von Abfällen.

REUTER, E., 1988: Durchlässigkeitsverhalten von Tonen gegenüber anorganischen und organischen Säuren. — Mitt. d. Instituts für Grundbau und Bodenmechanik, TU Braunschweig, H. 26., Braunschweig.

ROHRHOFER, R., 1990: Geotechnische Untersuchungen an Tonen hinsichtlich deren Eignung als Barrieregesteine für Mülldeponien; Tone aus Mannersdorf und Freydegg. — Unveröff. Diplomarbeit, Inst. f. Geotechnik, Univ. f. Bodenkultur, Wien.

SCHWAIGHOFER, B., MÜLLER, H. W., 1988: Swelling Behaviour of Pelitic Rocks — Experimental Investigations for Assessing the Influence of Mineralogical and Sedimentological Factors. — Applied Clay Science, 3, S. 85-98, Wien.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 27. September 1990

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Austrian Journal of Earth Sciences

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: 83

Autor(en)/Author(s): Ottner Franz, Schwaighofer Bernd, Müller Harald W.

Artikel/Article: Tone der niederösterreichischen Molassezone als Barrieregesteine. 191-209