

HVG-Mitteilung Nr. 2084

Brechsande als Aluminiumträger?

D. Stachel, Otto-Schott-Institut, Jena, D. Seifert, Fachhochschule Jena,
B. Kreher-Hartmann, Institut für Geowissenschaften, Jena

Vortrag auf der DGG-Jahrestagung am 25. Mai 2005 in Würzburg

1 Motivation

Im Steinbruch Fischer am Henneberg, welcher geografisch zum südöstlichen Teil des Thüringer Waldes zählt (umgebende Ortschaften sind im Süden Wurzbach bzw. Heberndorf und im Nordwesten Weitisberga) und der eine von mehreren Kuppen in einer flachwelligen, von einigen Tälern tief eingeschnittenen Hochebene darstellt, fallen bei der Erzeugung von Natursteinen und Schottern sog. Brechsande in größerer Menge an.

Die kontinuierliche Aufschüttung des Brechsandes auf Halden im Steinbruch geschieht seit nun ca. 4 Jahren. Diese Situation sei an den folgenden Bildern dargestellt.



Bild 1: vorderer Teil der Brechsandhalde, Situation Dezember 2004.



Bild 2: hinterer Teil der Brechsandhalde, Situation Dezember 2004.



Bild 3: Situation der Probenahme in unterschiedlichen Ablagerungsschichten der Halde.

Die Brechsande besitzen unterschiedliche Farbschichtungen, von denen vermutet wurde, dass sie aus den unterschiedlichen Bestandteilen des Henneberggranits (Muscovit-Granit, Biotit-Granit bzw. Kersantit) herrühren. Diese in Farbe und Gefüge verschiedenen Gesteine werden für ihre Anwendungszwecke spezifisch nachgefragt. Daher können die Brechsande potentiell variierende Zusammensetzung haben. Zur Prüfung, in welcher Weise dieses Abfallmaterial genutzt werden könnte, erfolgte die Probennahme aus den abbaubedingten, charakteristischen Farbhorizonten der mächtigsten Abraumhalde. Die nicht durchgeführte Separation der Brechsande seitens des Steinbruchbetreibers hinsichtlich ihrer Petrografie lässt die im Steinbruch gewonnenen Brechsande auf inhomogenen Haldenbereichen liegen, die deswegen charakteristische Farbzonen zeigen, die von weiß-gelblich über hellrosa bis bräunlich-grau variieren. Witterungsbedingter Angriff der obersten Schichten erhöht zum einen den Wassergehalt des Haldenmaterials und fördert zum anderen die Entstehung von Tonmineralen.

Von den sieben aus der Halde in unterschiedlichen Farbhorizonten genommenen Proben wurde eine Probe (Probe 6) konsequent durchanalysiert, da sie wahrscheinlich die Hauptzusammensetzung charakterisiert.

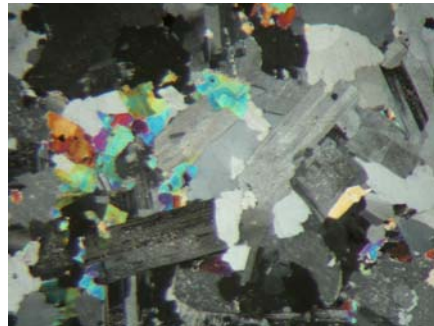
2. Charakterisierung des Ausgangsmaterials

2.1 Charakterisierung des Ausgangsgesteins

2.1.1 Muscovit-Granit



4mm, einfach linear polarisiertes Licht, Schliffdicke 25µm



4mm, gekreuzt polarisiert, Schliffdicke 25µm

Bilder 4a und 4b: Muscovit-Granit-Schliffe.

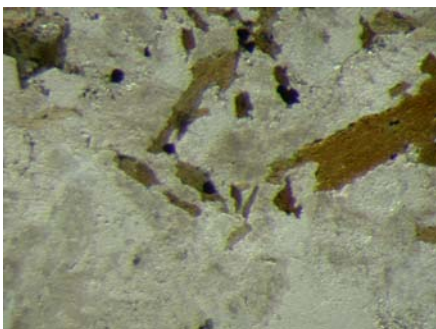
Gesteinsfarbe: weißlich-grau

typisches plutonisches Gefüge: gleichkristallines Mosaikgefüge

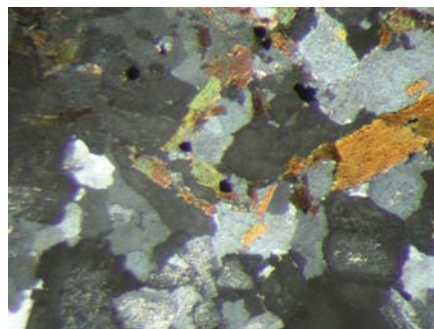
aus 45% Feldspäten, 35% Quarz und 20% Hellglimmer

- * weißer Feldspat („Grenzfeldspat“) 1 ... 3 mm lang, in Einzelfällen bis 6 mm sowie weitere Feldspäte, durch Verwitterung leicht beige gefärbt
- * Hellglimmer (Muscovite) ca. 2 mm große Kristalle
- * Quarz (ca. 1 mm)
- * untergeordnete Phasen, wie Apatit, vereinzelt Pyroxen

2.1.2 Biotit-Granit



4mm, einfach linear polarisiertes Licht, 25µm –Schliff



4mm, gekreuzt polarisiert

Bilder 5a und 5b: Biotit-Granit-Schliffe.

Gesteinsfarbe: altrosa bis grau

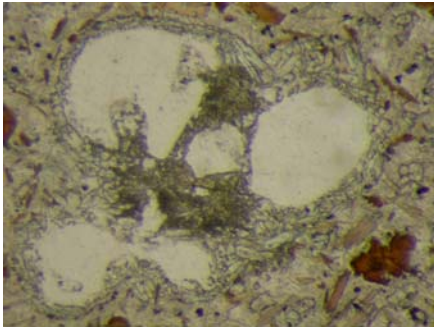
typisches plutonisches Gefüge: gleichkristallines Mosaikgefüge

aus 40% Feldspäten (30% Orthoklas, > 10% Albit mit 5% Anorthit), 35 % Quarz, 25% Dunkelglimmer

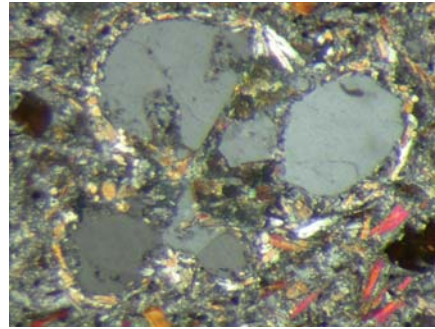
* Biotit: bis 6 mm groß

* Feldspäte nicht größer als 3 mm

2.1.3 Kersantit



2,5mm, 1*linear polarisiertes Licht,
25µm –Schliff



2,5mm, gekreuzte Polarisatoren

Bilder 6a und 6b: Kersantit-Schliffe.

Gesteinsfarbe der Lamprophyr-Gänge: dunkle Farbe

Hauptphasen: Pyroxen und Biotit

* Hohlräume sind durch Quarz verfüllt

* Die ursprüngliche Matrix stellten wahrscheinlich Feldspäte dar, diese sind aber herausgewittert und nicht mehr vorhanden.

2.2. Charakterisierung der Brechsandproben 1 ... 7

Zur Charakterisierung der Brechsandproben wurden folgende Methoden erfolgreich angewendet:

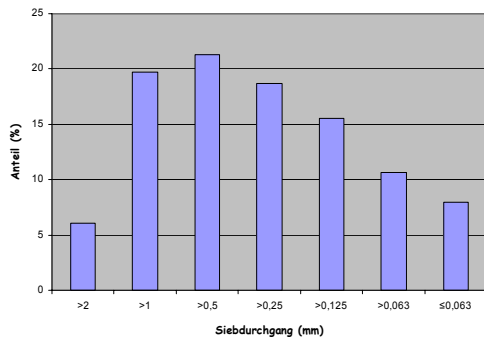
- mineralogische Charakterisierung (makroskopisch, mittels Binokular, XRD)
- geologisch/ sedimentologische Charakterisierung (Korngrößenanalyse auf der Basis der Trockensiebung)
- chemische Analyse (RFA)
- thermische Analyse (DTA)

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Untersuchungen mittels Binokular, die der Siebanalysen und die der RFA-Untersuchungen gezeigt werden.

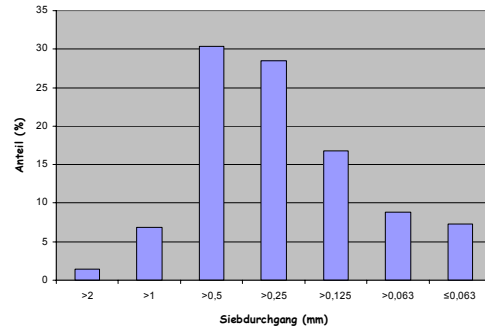
2.2.1 Ergebnisse der Korngrößenanalyse nach DIN 66 165 (Siebanalyse)

Die Ergebnisse sind den folgenden Abbildungen zu entnehmen. Sie sind signifikant.

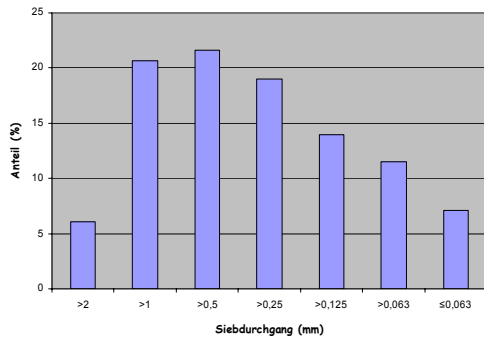
Siebfraktionen Probe 1



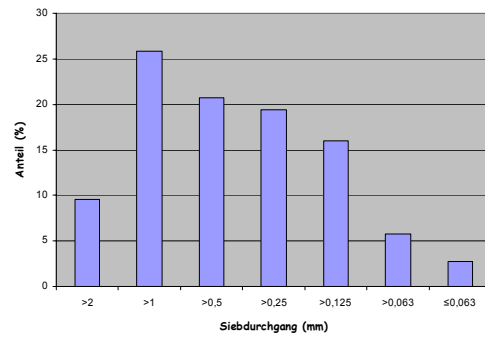
Siebfraktionen Probe 2



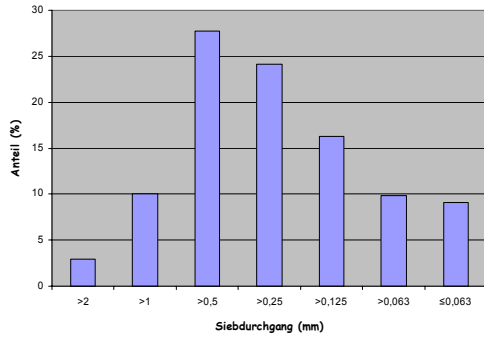
Siebfraktionen Probe 4



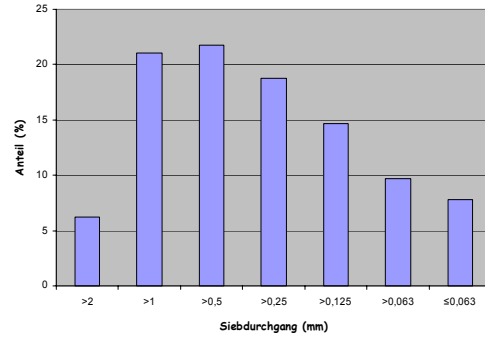
Siebfraktionen Probe 3



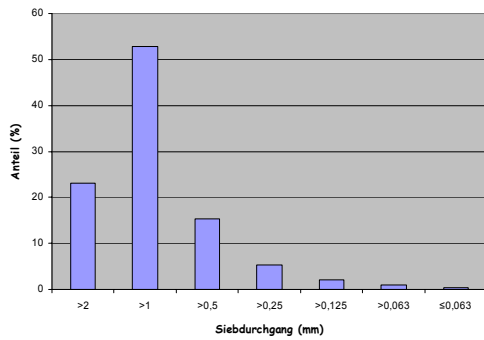
Siebfraktionen Probe 5



Siebfraktionen Probe 6 (Vergleichsprobe)



Siebfraktionen Probe 7 (Grobkörner)



Bilder 7a bis 7g: Korngrößenanalysen.

Die Siebfractionen der Probe 6 ähneln denen einer Sandprobe aus Fließgewässern. Die gefundenen Fractionen der Proben 1 ... 6 werden als repräsentativ für die Klassierung der Halde angesehen, aber die Probe 7 wurde der Grobfraction von der Oberfläche entnommen und stellt insofern eine Besonderheit dar.

2.2.2 Ergebnisse der makroskopischen und mikroskopischen Gesteinscharakterisierung

Vor der Modalbeschreibung der Brechsandproben wurden Vertreter des Ausgangsmaterials makroskopisch (Handstückbeschreibung) und mikroskopisch (Dünnschliffbeschreibung eines 25µm Präparates) charakterisiert. Dabei konzentriert sich die Analyse des dominierenden granitoiden Gesteins auf 2 Vertreter: einen Muscovit- und einen Biotit-Granit. Zusätzlich erfolgte die Analyse eines Vertreters der dunklen Ganggesteine, der durch seinen vom granitoiden Gestein abweichenden Chemismus, bzw. dem daraus resultierenden differierenden Modalbestand, unbedingt mit betrachtet werden sollte.

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Feldspat	total	45	40	40	40	45	40	50
	rosa	50	40	35-40	50	70	60	40
	weiß	50	60	60-65	50	30	40	60
Quarz	total	35	30	30	30-35	40	30-35↓	30
Glimmer	total	20	20-25	25-30	25-30	15-20	20-25	20
	hell	5	50	<5	30	60	5-10	<5
	dunkel	95	50	95	70	40	90-95	95
				- ausgebleicht - innen dunkel, - außen farblos				
Chlorit		<1	≤1	<1	~2	<<1	<<1	<5
Pyrit		ja	ja	ja	ja	nicht gesehen	ja	nicht gesehen
ockerf. (Goethit? Hämatit?)		>1	>2	<1	<1	<2	~2	~2

Tabelle1: Mittels Binokular abgeschätzte Phasenverteilung der 7 Brechsandproben in %.

Die Schwankungen zwischen den einzelnen Fraktionen sind wahrscheinlich durch die unterschiedlichen Dunkelglimmeranteile bedingt, wobei Probe 7 (Grobfraktion) aus dem Rahmen fällt. Sie enthält einen großen Teil Feldspat (welcher die rosa Färbung der Körner verursacht) und Dunkelglimmer (Biotit), daneben einen höheren Anteil an Quarz.

2.2.3. Ergebnisse der chemischen Charakterisierung

Die Messungen erfolgten an einem sequentiell arbeitenden, wellenlängen-dispersiven Röntgenfluoreszenz-Spektrometer der Firma PHILIPS vom Typ PW 2400/ 00 inklusive Probenwechsler vom Typ PW 2500. Die vom Hersteller dazu gestellte Auswerte –Software ist Super Q 1.7. Die Ergebnisse sind im Folgenden gezeigt.

Dabei bedeuten die Probennummern:

- 1 ...7 Brechsandproben
- 9... Vergleichsprobe Muscovit-Granit
- 10 ... Vergleichsprobe Biotit-Granit
- 11 und 12 Doppelbestimmungen Biotit-Granit
- 14 ... Kersantit-Vergleichsprobe
- 16... 18 Siebfraktionen der Probe 6 (< 63 µm, 63 ...125 µm, > 125 µm)
(in aufsteigender Reihenfolge)

Oxid	Gehalt	Oxid	Gehalt
SiO ₂	72,18	Al ₂ O ₃	14,53
Na ₂ O	4,06	Fe ₂ O ₃	2,04
K ₂ O	4,50	SO ₃	0,18
CaO	1,26	TiO ₂	0,25
MgO	0,83	P ₂ O ₅	0,25

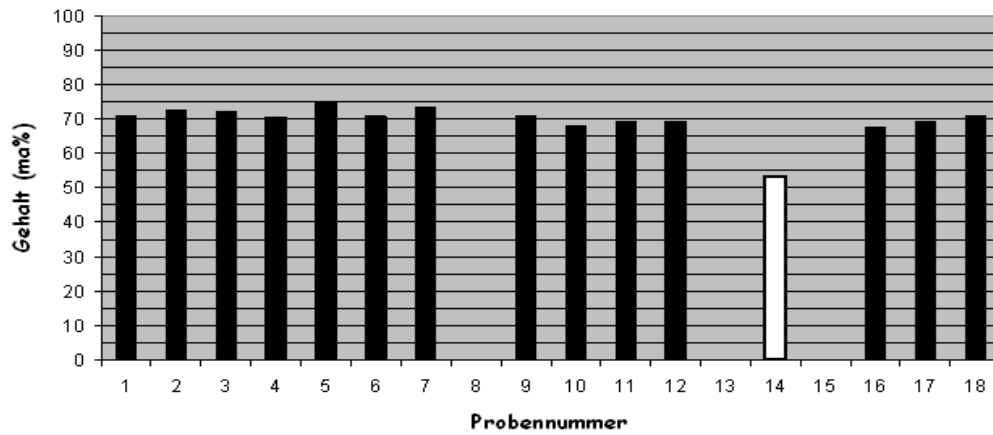
Tabelle 2: Mittelwerte der chemischen Analyse mittels RFA.

Die Alkaligehalte sind wegen der Alkalifeldspäte relativ hoch und könnten auch aus diesem Grund von Interesse für einen Einsatz in der Glasindustrie sein. Sie liegen beim Natriumoxidgehalt um die 4 % und beim Kaliumoxidgehalt um die 4,5 %.

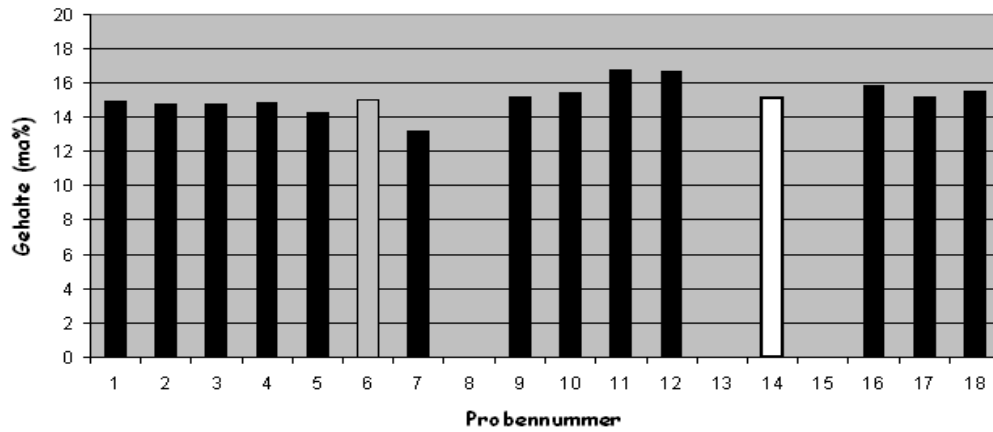
Eisen- und Schwefelgehalte korrelieren nicht. Das Eisen ist sowohl im Biotit, als auch in einem Nebenbestandteil, dem Pyrit, enthalten. In beiden Formen ist es nicht magnetisch und kann so nicht einfach separiert werden. In den Proben, wo der Schwefelgehalt vergleichsweise zum Eisen gering ausfällt, kommt das Eisen vorrangig als Glimmer (Biotit) vor.

Brechsande als Aluminiumträger?

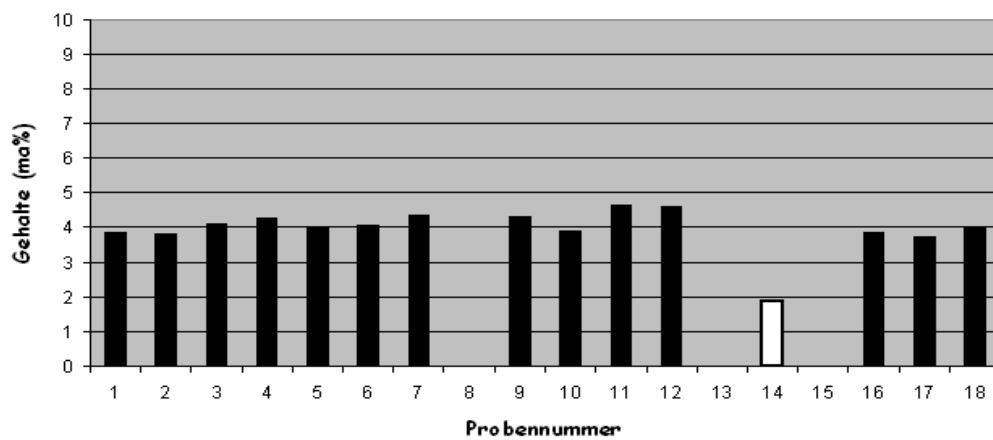
SiO₂-Gehalte



Al₂O₃-Gehalte

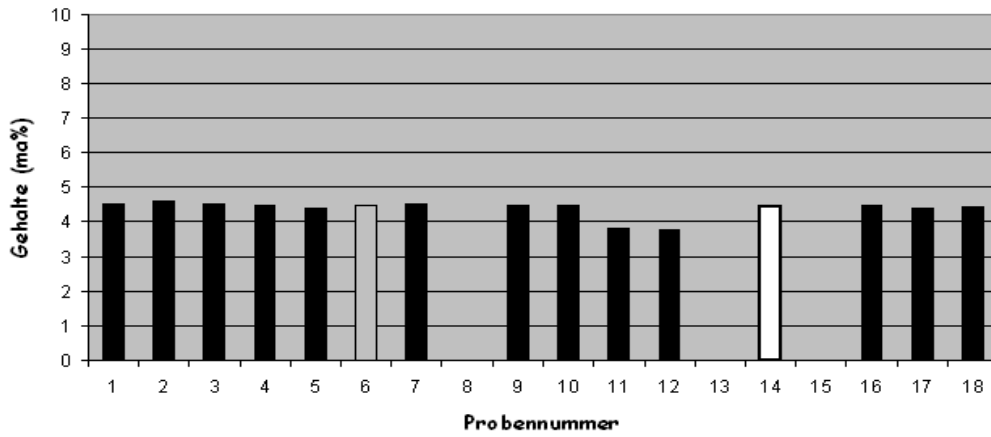


Na₂O-Gehalte (ma%)

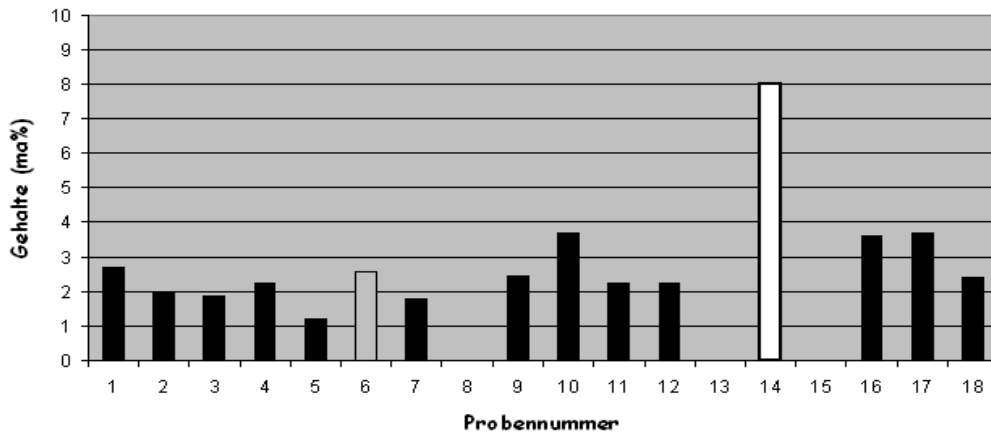


Bilder 8a bis 8c: Chemische Analysen der Brechsandproben (Teil 1).

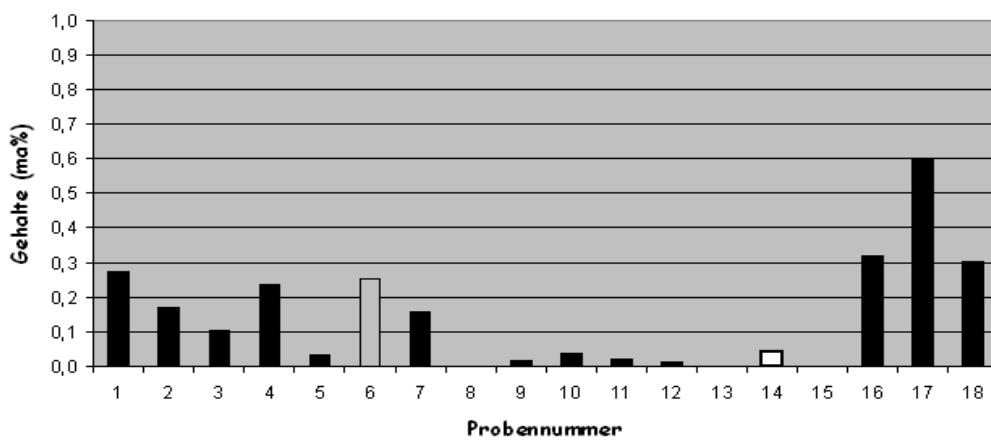
K₂O-Gehalte (ma%)



Fe₂O₃-Gehalte



SO₃-Gehalte (ma%)



Bilder 8d bis 8f: Chemische Analysen der Brechsandproben (Teil 2).

3. Zusammenfassung

Die Aluminiumgehalte der Brechsandproben liegen mit durchschnittlich 15 % recht hoch. Allerdings ist der SiO₂-Gehalt mit ca. 70 % ebenfalls hoch, was das Einschmelzen, besonders der groben Siebfractionen, zeitlich erschweren könnte. Der Eisengehalt von ca. 2 % korreliert nicht mit dem Schwefelgehalt und wird nicht allein durch Pyritbeimengungen verursacht, sondern auch durch den Biotit (-glimmer). In Bereichen, wo die relativ hohen Eisengehalte tolerierbar sind (z.B. bei „Farbgläsern“) ist zu überlegen, ob ein Teil des Aluminiumträgers durch solche Brechsande ersetzt werden sollte.

Fazit:

- In Fraktionen mit groben Körnern (> 2 mm) ist SiO₂ die Hauptphase.
- Mit kleinerem Korn nimmt der Anteil der Feldspäte, Glimmer und anderen Mineralien zu.
- Eine Separation durch Siebung ist möglich, aber damit steigt neben dem Al-, Na- und K-Gehalt auch der Eisengehalt.
- Eisen ist neben Pyrit vor allem in Form von Biotit enthalten.
- Bisher erfolgte die Ablagerung auf der Halde ohne Ansehen der Herkunft des Materials aus der Lagerstätte.
- Muscovit- und Biotit-Granite lassen sich im Steinbruch getrennt aufbereiten und die Brechsande separat ablagern.
- Damit besteht die Chance, ein einheitliches, eisenarmes Sandmaterial mit hohem Aluminiumgehalt und gleichzeitig hohem Alkaligehalt zu erhalten.

4. Literatur

- [1] Johannes, W., et.al.: Petrogenesis and experimental petrology of granitic rocks, Springer, Berlin, 1. Auflage (1996)
- [2] Heide, K., Kreher, B.: Chemismus, Spurenelementgehalt und Paragenese einiger Erzminerale aus dem Granit des Hennebergs bei Wurzbach (Thüringen), Jenaer geograph. Schr., 1993, 23-25
- [3] Voigt, H.: Petrographische Untersuchung des Henneberggranites, Diplomarbeit, Jena 1958
- [4] diverse DIN-Prüfvorschriften

Weiterführende Literaturangaben bei: Seifert, D.: Schmelz- und Kristallisationsversuche an granitischen Abraumsanden, Diplomarbeit, Jena 2004