

Blähtonvorkommen von Gnas und Fehring— geologische, sedimentpetrographische und technologische Untersuchungen

Von GERHART A. BERTOLDI, FRITZ EBNER, HELMUT HÖLLER & HANS KOLMER

Mit 14 Abbildungen und 2 Tabellen

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 191, 192

Oststeiermark
Tertiär
Sedimentpetrographie
Blähton
Technologische Untersuchungen

Inhalt

Zusammenfassung, Summary	13
1. Einleitung	13
2. Methodik	14
3. Ergebnisse	14
3.1. Geologische Verhältnisse	14
3.2. Mineralogische Untersuchungen	16
3.2.1. Kornverteilung und Klassifizierung	16
3.2.2. Mineralbestand und Chemismus	16
3.3. Diskussion der Entstehung	17
3.4. Technologische Untersuchungen	20
3.4.1. Grundlagen des Blähvorganges	20
3.4.2. Materialtechnische Kennwerte	21
Literatur	22

Zusammenfassung

Bei Gnas und Fehring (Oststeiermark) kommen in ringförmig angeordneten pliozänen Basaltuffen mächtige Ablagerungen feinkörniger Sedimente vor. Der Tonanteil ($<2\mu$) beträgt in diesen Sedimenten bis mehr als 50 Gew.-%. An Mineralien treten neben Quarz, Feldspat, Karbonaten und Fe-Mineralen verschiedene Arten von Tonmineralen auf. Muskovit/Illit, Montmorillonit und Kaolinit überwiegen, während Chlorit, Vermiculit, Wechsellagerungsminerale und röntgenamorphe (allophanartige) Substanzen in beiden Vorkommen in unterschiedlicher Häufigkeit und Verteilung auftreten. Die Tonminerale sind überwiegend durch Umbildungsvorgänge aus Muskovit bzw. Chlorit entstanden.

An Materialien beider Vorkommen wurden zur Beurteilung der Blähfähigkeit Blähtests unter Einsatz verschiedener Additive (z. B. Sulfitablauge, Schweröl, Klärschlamm) durchgeführt. Die Untersuchung des seit vielen Jahren abgebauten Materials von Fehring ergibt hervorragende Werte, hingegen sind die entsprechenden Werte für das Material von Gnas über das gesamte Vorkommen stark verschieden.

Summary

In the vicinity of Gnas and Fehring (Eastern Styria) large deposits of fine-grained sediments occur in ring-like arranged pliocenic basaltic tuffs.

The clay fraction ($<2\mu$) in these sediments is up to more than 50 weight-%. The minerals consist of different clay-minerals in addition to quartz, feldspar, carbonates and oxi-hydroxi-

des of iron. The layer silicates are mainly muscovite/illite, smectite and kaolinite. Chlorite, vermiculite, mixed layer minerals and X ray-amorphous (allophanic) substances occur in both deposits in different amount and distribution. The clay-minerals are formed by alteration of muscovite and chlorite respectively.

In order to determine the foaming ability of the materials different tests were done using various additives (e. g. sulfite waste liquor, heavy oil, sewage sludge). The examination of the Fehring material, which has been exploited since many years, gives excellent results while the relevant results of the Gnas material differ widely over the whole area.

1. Einleitung

Im allgemeinen können aus einer großen Anzahl von Gesteinen – Tonen und Lehmen aber auch Phylliten, vulkanischen Gläsern und anderen niedrig schmelzenden Gesteinen – nach Anwendung entsprechender Technologien leichte keramische Granulate erzeugt werden. Leichte Granulate aus tonigen Rohstoffen werden in Österreich und anderen Ländern unter dem Namen „Leca“ (= leicht expanded clay aggregate) gehandelt. Wegen ihrer Eigenschaften, z. B. die geringe Wasseraufnahme, das geringe Raumgewicht, die hohe Isolierfähigkeit sowie eine trotz des geringen Raumgewichtes beachtliche Festigkeit, finden sie vor allem in der Bauindustrie eine seit Jahrzehnten steigende Anwendung.

Im Zusammenhang mit der „Rohstoffsicherung und Rohstoffforschung in Österreich“ (HADITSCH et al., 1978)

*) Anschrift der Verfasser: Dr. GERHARD A. BERTOLDI, Technomineral, A-8222 Kaibing; Univ. Doz. Dr. FRITZ EBNER, Landesmuseum Joanneum, Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau, Raubergasse 10, A-8010 Graz; Univ. Prof. Dr. HELMUT HÖLLER, Univ. Doz. Dr. HANS KOLMER, Institut für technische Geologie, Petrographie und Mineralogie, Technische Universität Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz.

wird auf Möglichkeiten der Verwertung von Blättonen hingewiesen. In Österreich sind größere Vorkommen von blähfähigen Materialien bei Andorf, Oberösterreich, und Fehring, Steiermark, erschlossen.

Hinweise, daß in der Oststeiermark neben dem Vorkommen von Fehring noch weitere mit ähnlichem geologischen Aufbau existieren (im Bereich W und E Bad Gleichenberg sowie in der Umgebung von Fehring) gehen auf WINKLER-HERMADEN (1939, 1951) zurück.

Ausgehend von Untersuchungen am bereits existierenden Abbau blähfähiger Tone bei Fehring wurden verschiedene Vorkommen in der Oststeiermark hinsichtlich ihrer Eignung als Blätton untersucht. Von allen Vorkommen besitzt jedoch nur jenes von Gnas eine mögliche wirtschaftliche Bedeutung.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, das Vorkommen von Gnas hinsichtlich seiner geologischen Verhältnisse, der sedimentpetrographischen Einflußfaktoren auf das Blähvermögen sowie der materialtechnischen Kennwerte zu untersuchen und mit dem Vorkommen Fehring zu vergleichen.

2. Methodik

Die geologische Detailkartierung erfolgte als Aufschlußkartierung nach einem Luftbild im Maßstab 1 : 5000.

Die Probennahme für das Vorkommen Gnas erfolgte entlang von drei Profilen und weiteren Aufschlüssen (insgesamt 29 Proben). Für das Vorkommen Fehring wurden entsprechend den von betrieblicher Seite unterschiedene Güteklassen insgesamt 11 Proben untersucht.

Die sedimentpetrographischen Untersuchungen umfassen die Korngrößenverteilung, die Mineralverteilung, die Morphologie der Tonminerale und den Chemismus. Die Aufbereitung der Proben erfolgte durch mehrstündige Wasserlagerung (H_2O dest.) und 5-minütige Ultraschall-Behandlung. Der Anteil der Kornfraktion $>63\mu$ wurde mittels Naß-Siebung (Siebmaschine), der Anteil der Fraktionen $<63\mu$ mittels Sedimentationswaage unter Zusatz von Dispergierungsmitteln bestimmt.

Die semi-quantitative Mineralverteilung wurde anhand texturarmer Diffraktometeraufnahmen erfaßt. Zur näheren Identifizierung der Tonmineralphasen wurden Diffraktometeraufnahmen von Texturpräparaten mit unterschiedlicher Ionenbelegung, Äthylenglykolsättigung und Temperaturbehandlung angefertigt.

Die Morphologie der Tonmineralphasen wurde anhand von REM-Aufnahmen untersucht. Diese wurden von Fraktionen angefertigt, die ohne Dispergierungsmittelzusatz ausgeschlämmt worden sind.

Die chemischen Analysen erfolgten mittels RFA an Li-Borat-Schmelztabletten. Als Eichsubstanzen kamen internationale Referenzstandards zur Anwendung.

Die materialtechnischen Kennwerte umfassen den Anmachwassergehalt, die lineare Trocken- und Brennschwindung, das Raumgewicht sowie die Blähfähigkeit und den Blähfaktor. Für diese Untersuchungen wurden die Proben trocken zerkleinert (<1 mm), homogenisiert, mit Wasser angeteigt und dreimal mittels Laborextruder geknetet.

Der Anmachwassergehalt ist als Töpfergrenze, d. h. jener Wassergehalt, bei dem der Ton nicht mehr an den Händen klebt, bestimmt.

Die Trocken- und Brennschwindung wurde an Prüfkörpern $5 \times 3 \times 2$ cm ermittelt.

Die experimentelle Bestimmung der Blähfähigkeit erfolgte an Kugeln mit 1 cm Durchmesser, bei deren Präparation als Additive Sulfitablauge, Fe_2O_3 , Schweröl bzw. Klärschlamm (BERTOLDI, 1966) zugesetzt wurden. Die so präparierten Kugeln wurden mit erhöhter Geschwindigkeit im Röhrenofen auf maximale Temperatur ($1100^\circ C$) gebracht, wobei die Einschubgeschwindigkeit so variiert wurde, daß die Aufheizgeschwindigkeit zwischen 5 und 30 Minuten betrug.

Die Blähfähigkeit ist durch den Blähfaktor, d. h. Verhältnis Raumgewicht des Ausgangsgranulates zu Raumgewicht des geblähten Granulates, bestimmt.

3. Ergebnis

3.1. Geologische Verhältnisse

Die geographische Situation zeigt Abb. 1. Das Vorkommen Gnas liegt ca. 1 km E Gnas südlich der Landesstraße Gnas–Bad Gleichenberg im Bereich des Gehöftes „Eggjörg“.

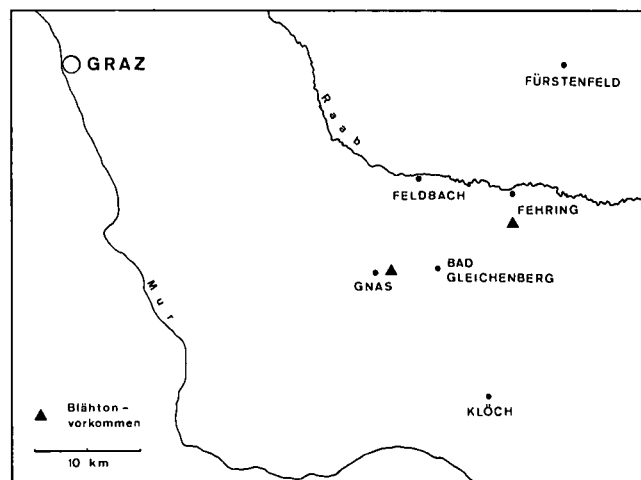


Abb. 1: Geographische Lageskizze der Blättonvorkommen von Gnas und Fehring.

Die geologische Detailkartierung (Abb. 2), die bereits im Projekt „Kartierung Steirischer Bentonite“ (EBNER & GRÄF, 1979) durchgeführt wurde, ergab, daß innerhalb des Sarmats ringförmige Basalttuffe bzw. -tuffite pliozänen Alters auftreten, welche überwiegend tonig-schluffige, z. T. aber auch sandige oder sandsteinartige Sedimente umschließen. Diese werden ihrerseits wieder von einer lehmigen Verwitterungsdecke teilweise überlagert. Die sarmatischen Sedimente sind vorherrschend Sande, darin eingelagert geringmächtige, Mollusken-führende Kalkbänke. Einschaltungen gelbbrauner, oolithischer Sandsteine und einzelner Schotterlagen kristalliner Gesteine kommen vor.

Die ringförmig auftretenden Basalttuffe bzw. -tuffite sind teils massig entwickelt, zeigen aber auch Übergänge zu einer Schichtung. Das Mengenverhältnis klastischer Anteil – vulkanogener Anteil variiert stark (vgl. z. B. FLÜGEL & HERITSCH, 1968).

Die innerhalb des Ringes liegenden tonig bis sandigen Sedimente sind meist gut geschichtet und zeigen sowohl vertikal als auch lateral Korngrößenwechsel, wobei die größeren Sedimenttypen vorwiegend in den randlichen bzw. hangenden Schichten auftreten. In den

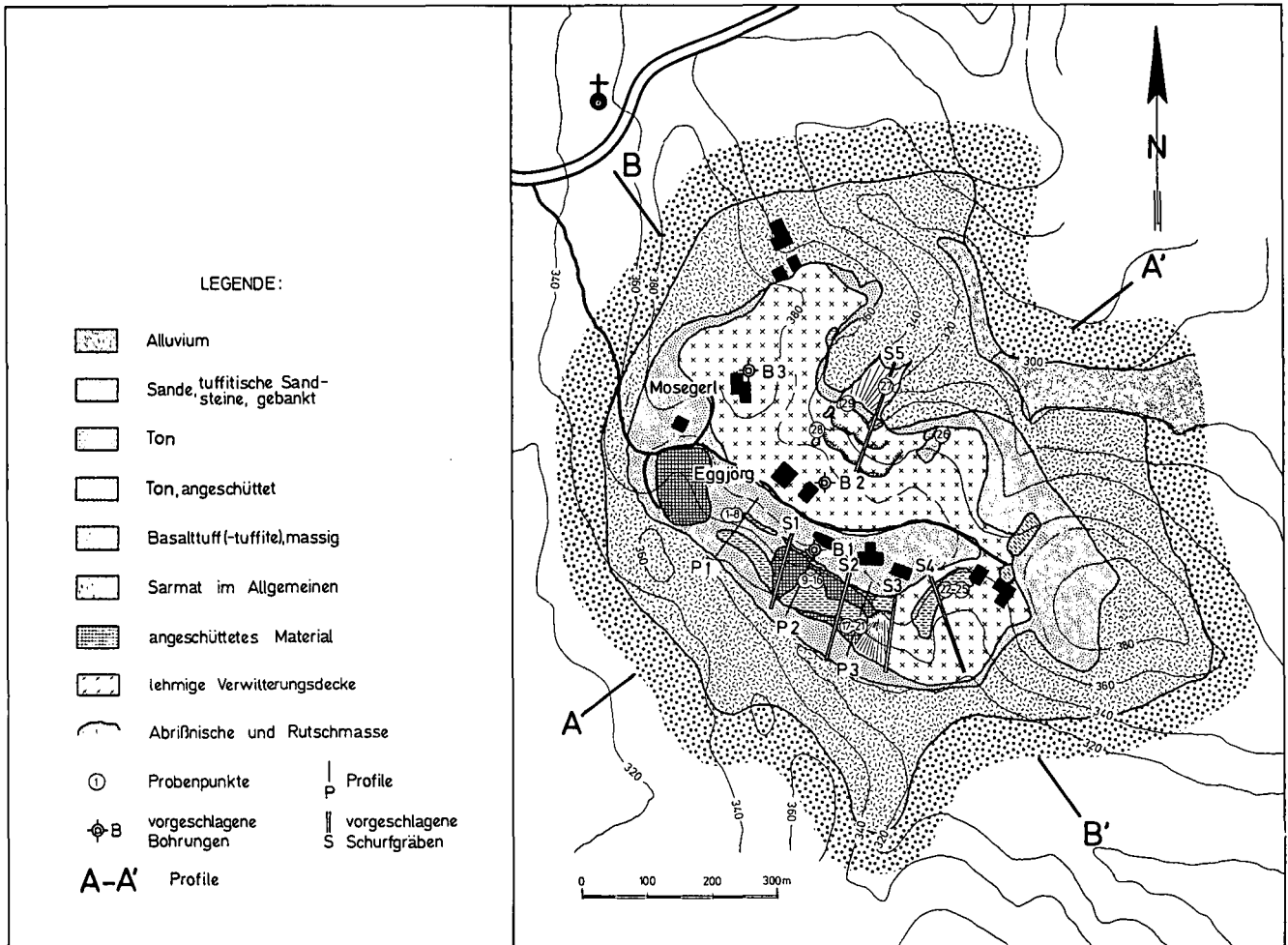
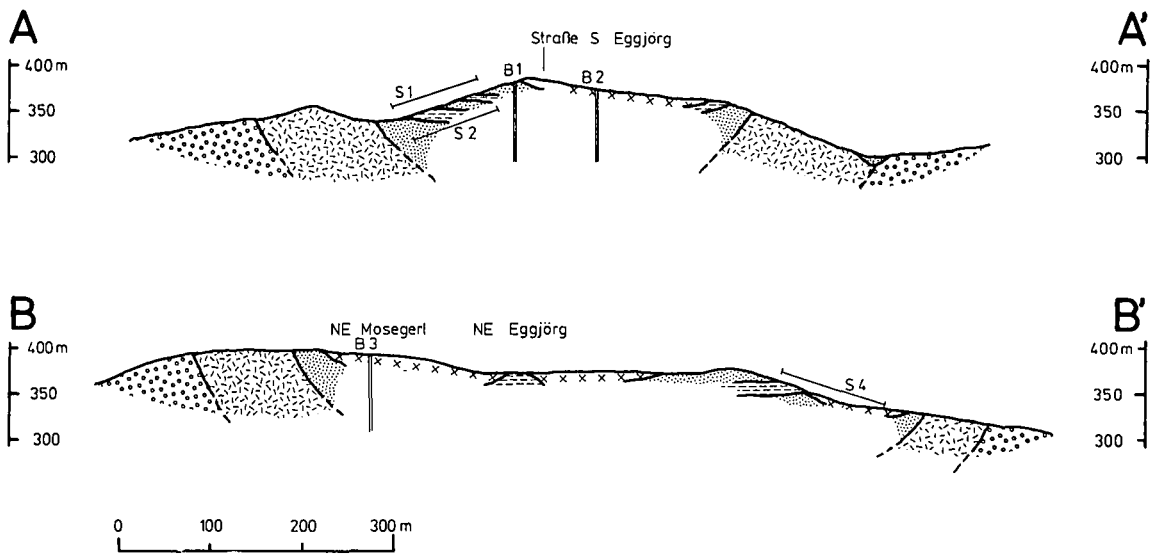


Abb. 2: Geologische Karte des Blähtonvorkommens von Gnas (aus EBNER & GRÄF, 1979).

feinkörnigen, tonigen Lagen tritt ein an „Warvenschichtung“ erinnerndes Lamellargefüge auf; in den sandigen Partien sind neben gradierten Lagen über einem Erosionsrelief auch Rippelmarken zu beobachten. Der Innendurchmesser des Ringes beträgt ca. 600 m. Die Lagerungsverhältnisse im Vorkommen Gnas werden durch zwei Profile (Abb. 3) dargestellt.

Die geologischen Verhältnisse im Vorkommen von

Gnas zeigen weitgehende Übereinstimmung mit jenen des Vorkommens von Fehring (WINKLER-HERMADEN 1939, 1951; WIEDEN & SCHMIDT, 1956). Unterschiede ergeben sich lediglich in der Größe der Tuffitringe und dem Alter der Umgebungssedimente. Der Innendurchmesser des Tuffitringes von Fehring besitzt nahezu das doppelte Ausmaß jenes von Gnas, die Umgebungssedimente bei Fehring sind pannonische Sedimente.



Signaturen siehe Karte

Abb. 3: Profile durch das Blähtonvorkommen von Gnas.

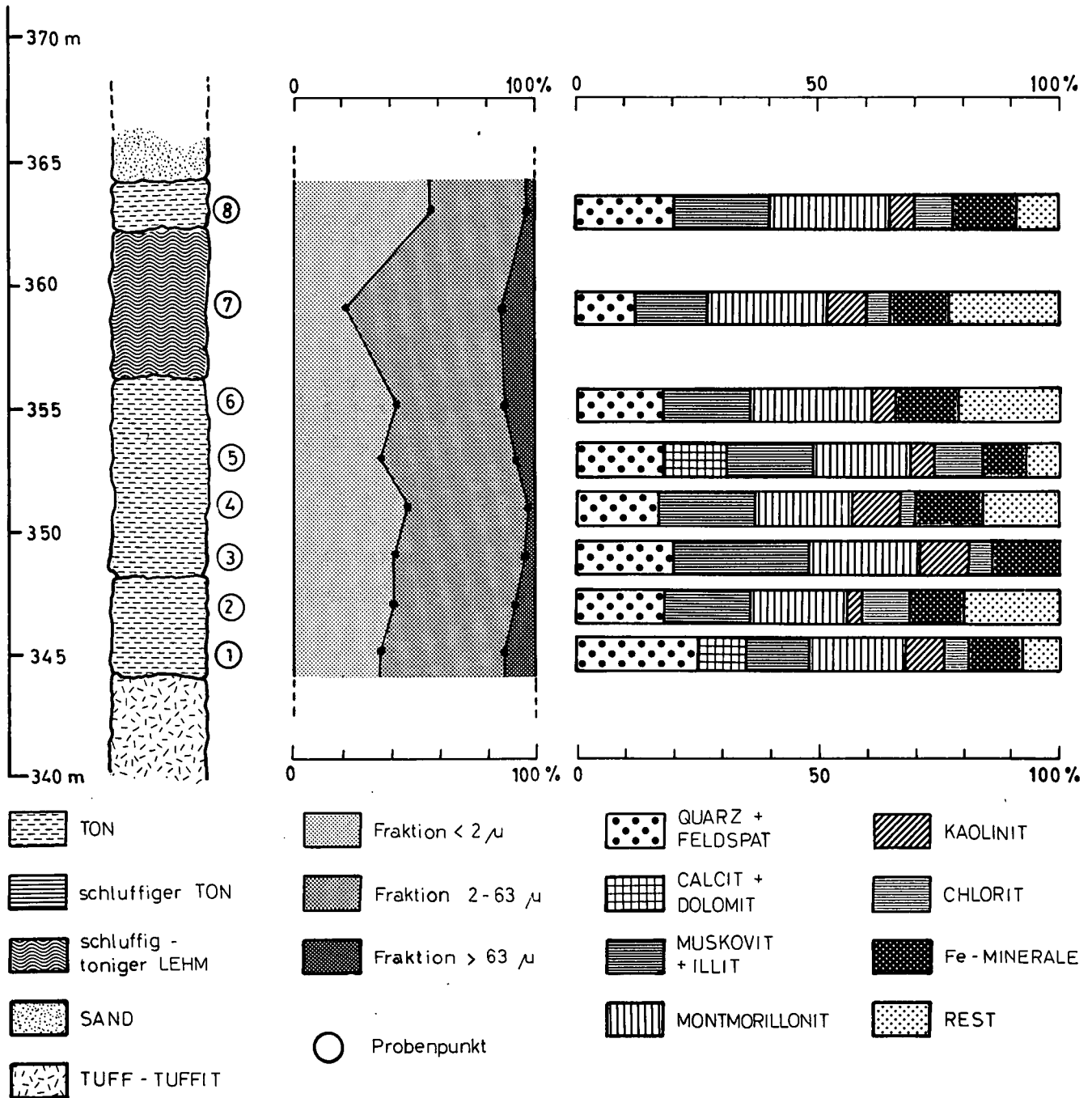


Abb. 4: Säulenprofil 1 im Blähtonvorkommen Gnas mit Korngrößen- und Mineralverteilung.

3.2. Mineralogische Untersuchungen

3.2.1. Kornverteilung und Klassifizierung

In Abb. 4, 5 und 6 ist die Kornverteilung von 21 Einzelproben in drei Profilen von Gnas dargestellt. Der Schwankungsbereich ist gering. Aus den zusammengefaßten Summenkurven aller von Gnas und Fehring untersuchten Proben (Abb. 7) geht hervor, daß es sich z. T. um sehr tonreiche Sedimente handelt. Der Maximalwert für den Anteil der Tonfraktion liegt für Gnas bei 57 Masse-%, für Fehring bei 50 Masse-%; im Vergleich zu Fehring weisen die Proben von Gnas eine deutlich höhere Streuung sowie höhere Anteile an Sandfraktion auf.

Zur Klassifizierung dieser Sedimente wurde die Darstellungsart nach P. R. A. (Public Road Administration) (vgl. z. B. KÖSTER, 1964) gewählt (Abb. 8). Demnach

handelt es sich bei der Mehrzahl der Proben um Ton bzw. schluffigen Ton. Einige wenige Proben sind als schluffig-toniger Lehm bzw. als Schluff anzusprechen.

3.2.2. Mineralbestand und Chemismus

Für alle in den Vorkommen Gnas und Fehring aufgesammelten Proben konnten aufgrund röntgenographischer Bestimmungen sowie der chemischen Voll- und Teilanalysen der in Tab. 1 ausgewiesene Mineralbestand festgestellt bzw. berechnet werden. Die Zahlenwerte geben gerundet den Schwankungsbereich der in den Proben auftretenden Minerale an. Auf die Schwierigkeiten der quantitativen Erfassung dieser Minerale, besonders einzelner Tonminerale und röntgenamorpher Substanzen wird hier nicht näher eingegangen.

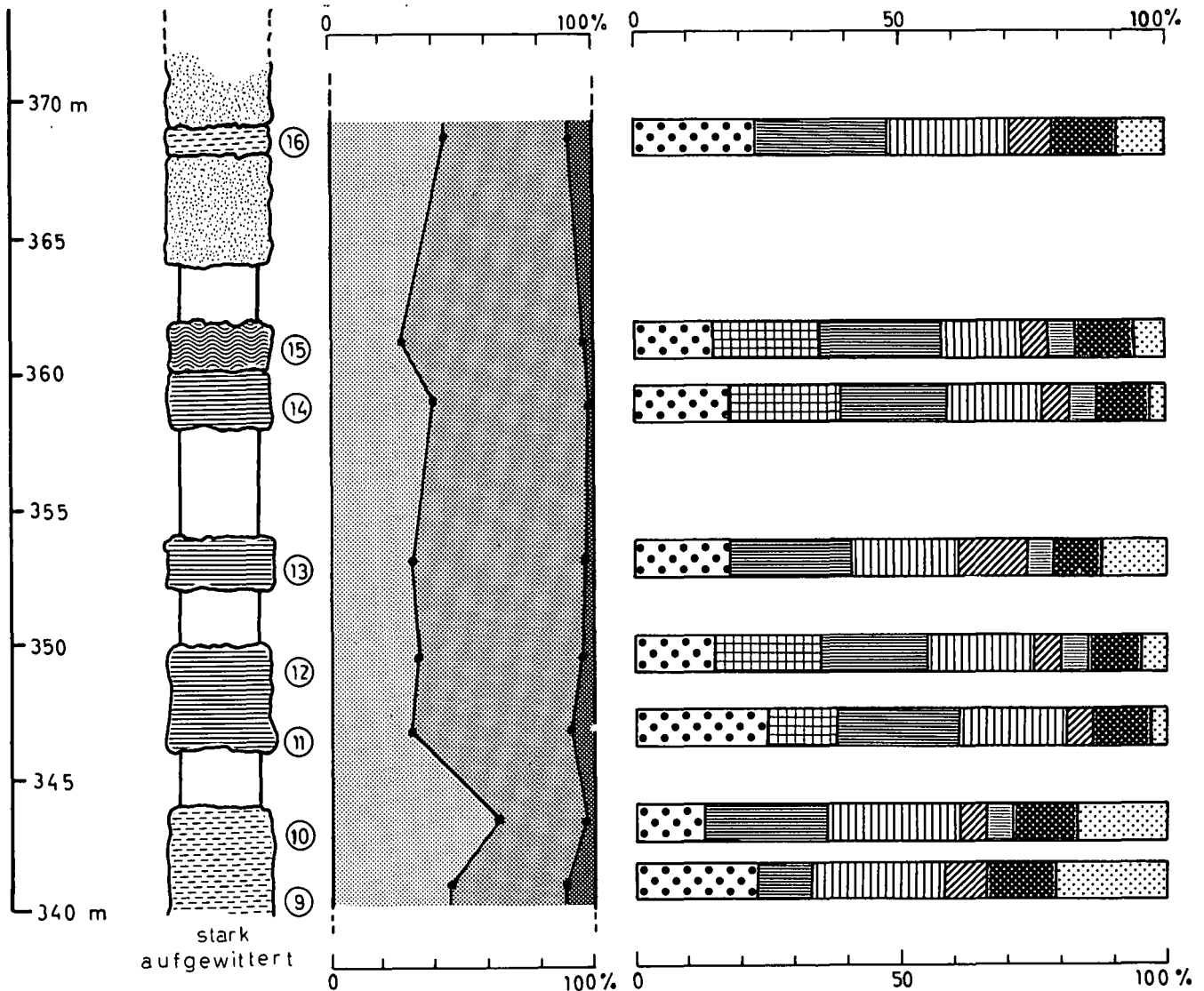


Abb. 5: Säulenprofil 2 im Blähtonvorkommen Gnas mit Korngrößen- und Mineralverteilung (Signatur siehe Abb. 4).

Die Gegenüberstellung der Mineralzusammensetzungen von Gnas und Fehring zeigt eine Reihe von Unterschieden: Quarz tritt in einigen Proben von Fehring deutlich stärker hervor als in Gnas, hingegen weisen die Proben von Gnas höhere Karbonat-Gehalte auf; Dolomit scheint in Fehring überhaupt zu fehlen.

Ein weiterer Unterschied zwischen den Vorkommen liegt im Chlorit-Gehalt. Hinsichtlich der übrigen Tonminerale sind Unterschiede besonders in den Gehalten an Wechsellagerungsmineralen und Vermiculit festzustellen. Sie überwiegen in Fehring, in den Proben Gnas spielen sie nur eine untergeordnete Rolle. Dagegen ist in Gnas ein z. T. hoher Gehalt an röntgenamorpher Substanz festgestellt worden.

Die auftretenden Fe-Oxi-Hydroxide konnten nicht eindeutig unterschieden bzw. identifiziert werden und wurden generell als Fe-Minerale zusammengefaßt.

Aus der graphischen Darstellung des Mineralbestandes in den Einzelproben der drei Profile von Gnas (Abb. 4,5,6) geht hervor, daß dieser weder vertikal noch lateral großen Schwankungen unterworfen ist, sieht man von den Karbonatmineralen Calcit und Dolomit ab.

Die Gegenüberstellung der Schwankungsbreiten in der chemischen Zusammensetzung der Proben Gnas und Fehring zeigt Unterschiede, die ihre Ursache im

teilweise unterschiedlichen Mineralbestand haben: Der größere Schwankungsbereich von SiO_2 in den Proben Fehring ist vorwiegend durch den größeren Schwankungsbereich der Quarzgehalte in diesem Vorkommen erklärt.

Die höheren MgO-Gehalte der Fehring-Proben können zwanglos auf die sehr hohen Vermiculit-Gehalte zurückgeführt werden. In Gnas sind die MgO-Gehalte vorwiegend dem Dolomit bzw. Chlorit zuzuordnen.

Die in Gnas feststellbaren hohen Calcitgehalte bilden die Ursache für die ausgewiesenen stark erhöhten CaO-Gehalte.

3.3. Diskussion zur Entstehung

Die geologischen Verhältnisse in den Vorkommen von Gnas und Fehring zeigen, daß beide Vorkommen an ringförmig auftretende Tuffe bzw. Tuffite des pliozänen Vulkanismus gebunden sind. Weitere derartige ringförmige Strukturen treten in der näheren Umgebung, so im Bereich der Sulzberge (Röhrkogel, Wirberg) bei Bad Gleichenberg auf. Sie werden als Maare aufgefaßt, aber auch der Begriff „Krater“ wurde in diesem Zusammenhang erwähnt. Die Vorgänge, die zu ihrer Füllung mit Sedimentmaterial führten, sind nicht eindeutig geklärt (vgl. FLÜGEL & HERITSCH, 1968).

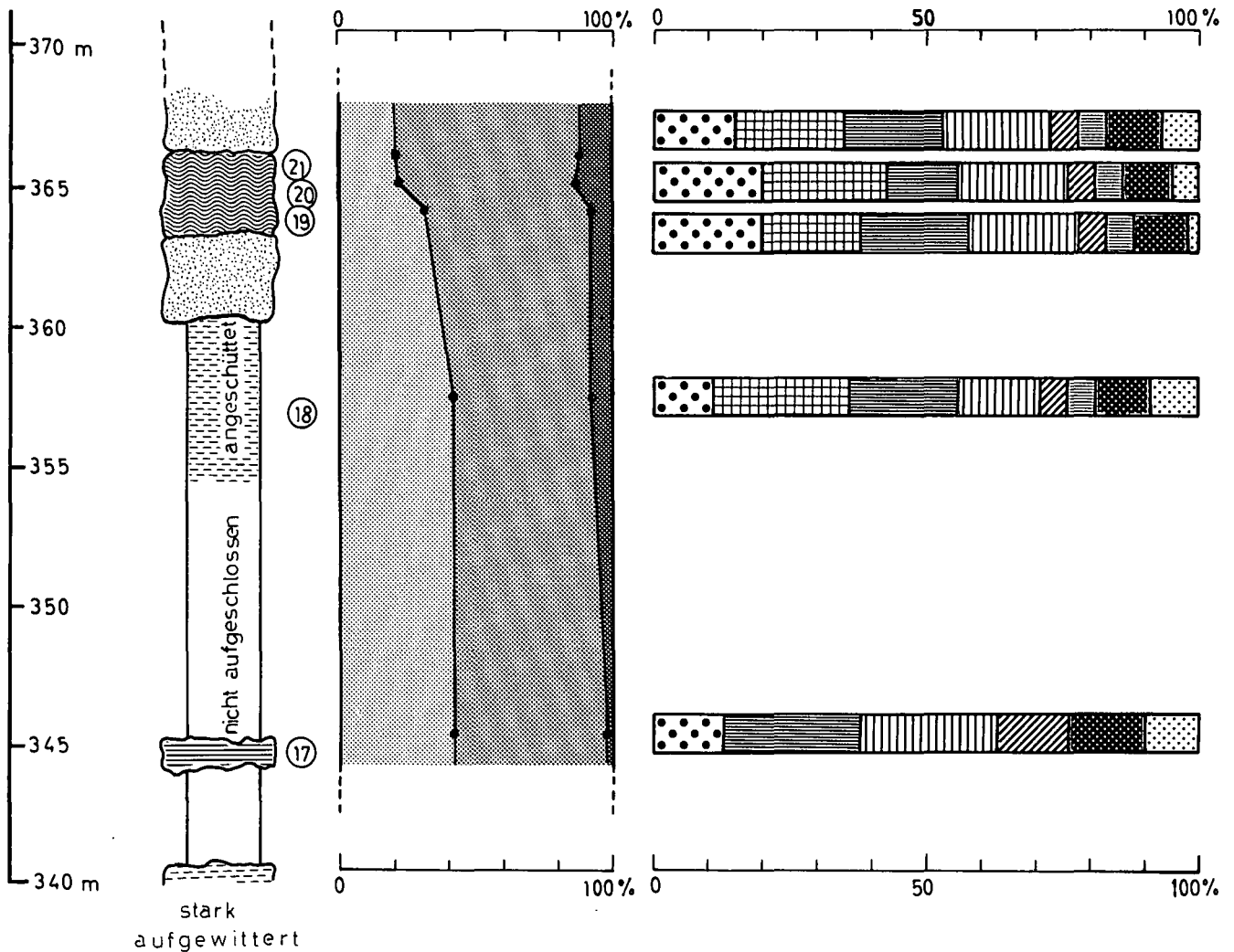


Abb. 6: Säulenprofil 3 im Blähtonvorkommen Gnas mit Korngrößen- und Mineralverteilung (Signatur siehe Abb. 4).

Die Sedimentationsvorgänge führten in beiden Vorkommen zu einer nahezu söhlig Lagerung der cm-bis dm-mächtigen Schichten der tonig-schluffigen Sedimente. Dies bedeutet das Vorhandensein wassergefüllter Senken, in die mit zeitlichen Unterbrechungen vom Rande her feinkörniges Sedimentmaterial eingebracht wurde. Eine Erklärungsmöglichkeit für die besonders in Gnas auftretenden unterschiedlichen Schichtungstypen wäre eine unterschiedliche Wasserbewegung, die für

die tonig-schluffigen Lagen ein Lamellargefüge, bei den schluffig-feinsandigen Lagen der Randzonen gradierte Lagen über einem Erosionsrelief mit Rippelmarken zu erzeugen imstande war.

Die mineralogischen Untersuchungen haben für diese Sedimente von Gnas und Fehring das Auftreten einer großen Zahl verschiedener Phasen ergeben: Neben Quarz, Feldspat, Calcit, Dolomit treten an Schichtsilikaten Muskovit, Illit, Montmorillonit, Kaolinit, Vermiculit, Chlorit und Wechsellagerungsminerale auf. Es wird angenommen, daß Quarz, Feldspat und die Karbonate von außen in die ringförmige Vertiefungen eingebracht worden sind. GleichermäÙen ist wahrscheinlich, daß auch Muskovit und Chlorit eingeschwemmt worden sind. Hingegen können Illit, Montmorillonit, Wechsellagerungsminerale, Kaolinit, Vermiculit sowie die Fe-Minerale als Um- und Neubildungen aus Muskovit bzw. Chlorit interpretiert werden. Es soll allerdings nicht ausgeschlossen werden, daß die Tonminerale wenigstens z. T. ebenfalls bereits von außen in das Vorkommen eingebracht wurden.

Das Auftreten dieser Phasen erweitert die Kenntnisse bezüglich der Zusammensetzung dieser Sedimente, denn ursprünglich wurde wenigstens für Fehring nur Illit als Hauptgemengteil ausgewiesen (WIEDEN & SCHMIDT, 1956). Diese Vielzahl von nebeneinander vorkommenden Schichtsilikaten wirft die Frage nach ihrer Genese auf. Erste Hinweise lieferten die Untersuchungen von WIEDEN & SCHMIDT (1956), die mikroskopisch und elek-

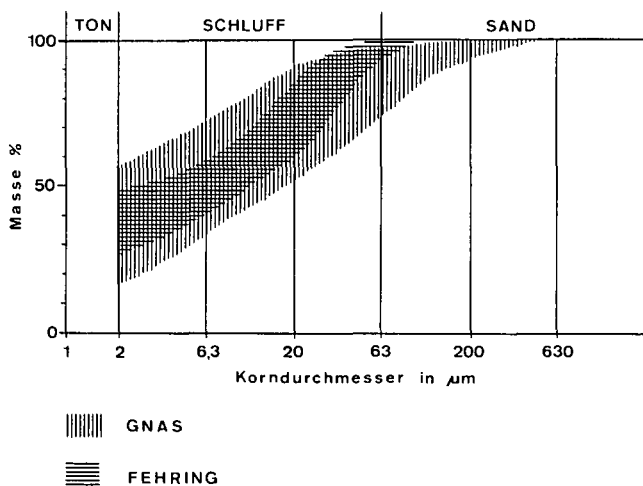


Abb. 7: Streubereich der Kornsummenkurven der Vorkommen Gnas (29 Proben) und Fehring (11 Proben).

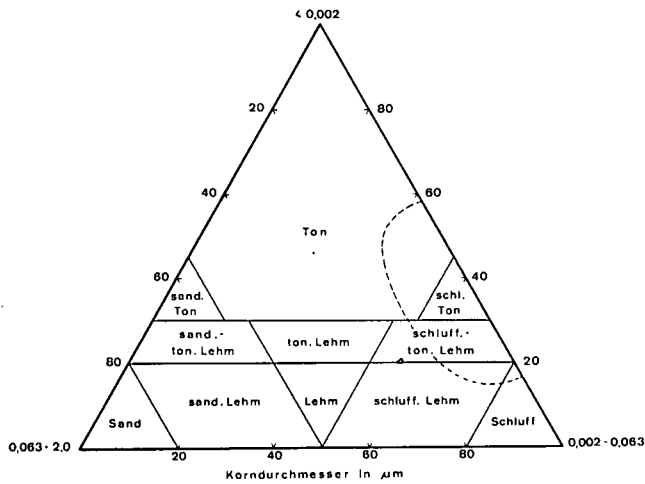


Abb. 8: Konzentrationsdreieck Ton – Schluff – Sand nach PRA (vgl. KÖSTER, 1964, p. 280).

tronenmikroskopisch die Umbildung von Muskovit zu Illit in verschiedenen Stufen direkt beobachten konnten. Nach den vorliegenden Untersuchungen geht dieser Umbildungsvorgang jedoch weiter, nämlich über das Illit-Stadium hinaus zu Illit-Montmorillonit-Wechsellagerungen bis hin zu reinem Montmorillonit.

REM-Aufnahmen zeigen die verschiedenen Stadien dieser Umbildungserscheinungen. Abb. 9 bringt das typische Erscheinungsbild von Muskovit-Illit. In einem weiteren Umbildungsstadium kommt es zu einer starken Aufblätterung der Muskovit/Illit-Blättchen, die die Wechsellagerung Illit-Montmorillonit charakterisieren (Abb. 10). Das Montmorillonit-Stadium zeigt die Abb. 11.

Zur Entstehung des Kaolinitis kann gesagt werden, daß dieser sich auch durch Umbildung aus Illit bzw. aus Montmorillonit gebildet haben kann, wahrscheinlicher scheint die Deutung der Kaolinitbildung aus Feldspat,

dessen Konzentration in den feineren Fraktionen bei gleichzeitiger Zunahme von Kaolinit abnimmt.

Die Entstehung des Vermiculites ist mit Chlorit verbunden, denn in Gnas tritt neben höheren Chlorit-Gehalten praktisch kein Vermiculit auf, hingegen ist in Fehring Chlorit zugunsten von Vermiculit fast verschwunden.

Im Zuge der oben beschriebenen Um- und Neubildungsvorgänge werden Silicium, Aluminium und Eisen freigesetzt; aus diesen bilden sich sowohl allophanartige, röntgenamorphe Substanzen sowie Fe-Minerale.



Abb. 9: REM-Aufnahme des Umwandlungsstadiums Muskovit zu Illit (Fehring).

Tabelle 1: Schwankungsbereich der mineralogischen und chemischen Zusammensetzung der „Ton“-Vorkommen von Gnas und Fehring.

Mineralogische Zusammensetzung	Gnas	Fehring
	(28 Proben)	(11 Proben)
Quarz	8–15	5–25
Feldspat	2–13	2–10
Calcit	0–15	0– 5
Dolomit	0–15	
Muskovit/Illit	10–30	10–25
Montmorillonit	15–25	15–25
Kaolinit	5–15	5–10
Chlorit	0–15	0– 5
„Rest“ (Wechsellagerungsminerale, Vermiculit, röntgenamorpher Anteil)	5–25	15–40
Fe-Minerale	10–15	5–15

Chemismus	Gnas ²⁾	Fehring ³⁾
	Profile 1–3	Material A,B,C
SiO ₂	42,1–49,0	38,1–58,3
TiO ₂	0,9– 1,5	0,7– 1,3
Al ₂ O ₃	15,9–18,8	15,1–16,8
Fe ₂ O ₃ ¹⁾	7,9– 9,4	5,5–11,2
MgO	2,2– 3,2	1,7– 5,9
CaO	1,2– 8,7	1,0– 4,0
Na ₂ O	0,7– 0,9	0,6– 1,1
K ₂ O	2,2– 2,4	2,3– 2,9
Glühverlust	11,1–15,4	11,3–14,9
H ₂ O-	1,9– 3,7	3,6– 4,6

¹⁾ Gesamteisen als Fe₂O₃.

²⁾ Chemische Analysen der gewichteten Durchschnittsproben.

³⁾ Analysiert wurden typische Proben der drei Güteklassen.



Abb. 10: REM-Aufnahme des Umwandlungsstadiums Illit zu Montmorillonit (Fehring).



Abb. 11: REM-Aufnahme von Montmorillonit (Fehring).

3.4. Technologische Untersuchungen

3.4.1. Grundlagen des Blähvorganges

Für die Erzeugung leichter keramischer Granulate gelten folgende Ausgangssubstanzen als Rohstoffe:

- Gesteine mit einem erhöhten Gehalt an bestimmten Schichtsilikaten wie z. B. Glimmer bzw. Glimmerabkömmlingen, Tonmineralen. Ausgenommen sind jedoch Talk, Pyrophyllit und Kaolinit.
- Gesteine mit untergeordneten oder fehlenden Anteilen an Schichtsilikaten, z. B. Basalte, Diabase und vulkanische Gläser.
- Künstliche Ausgangsprodukte, z. B. Schlacken, Gläser bzw. Glasaschen.
- Abfallprodukte von Flotationen und Industriestäube, allein oder als Zusätze zu den oben genannten Rohmaterialien.

Die Art des Rohstoffes ist jedoch nicht immer entscheidend für seine Verwendbarkeit zur Erzeugung leichter, geblähter Granulate. Die internationale Erfahrung hat gezeigt, daß die Zugabe geringer Mengen von Additiven zu einem nicht oder nur gering blähenden Rohstoff diesem häufig vorzügliche Bläheigenschaften verleihen kann. Diese Additive sind wie folgt einzuteilen.

1. Reduktoren, z. B. Kohle-haltige Substanzen;
2. Gasabspalter, z. B. FeO , Fe_2O_3 , Karbonate;
3. Viskositätsbeeinflusser, z. B. Kalium-haltige Substanzen, FeO .

Dominierend für die Gasabspaltung ist die Reduktion von Fe-Oxiden und -Hydroxiden aufgrund zugegebener Reduktoren. Weiters ist auch die Dissoziation von z. B. Anhydrit, von Karbonaten etc. als Blähgas-produzierend anzusehen. Diese komplexen Abläufe, bei denen es durch neu entstehende Übergangsphasen auch zu Schmelzpunkterniedrigung kommt, wurden ausführlich von RILEY (1951) diskutiert.

Um einen Rohstoff zum Blähen zu bringen müssen folgende Grundbedingungen erfüllt sein:

- Ein blähfähiger Rohstoff muß auf eine Temperatur erhitzt werden, bei der ein pyroplastischer Zustand bei gleichzeitig günstiger Viskosität erreicht wird (die Viskosität beim Blähprozeß soll im Bereich von

10^{11} – 10^7 Pa. s liegen; viele Rohstoffe im Blähbereich des Littleton-Punktes bei $10^{8.5}$ Pa. s).

- Zum gleichen Zeitpunkt muß im Blähkörper eine Gasentwicklung einsetzen, die das pyroplastische Material aufbläht.
- Die pyroplastische Viskosität muß innerhalb eines ausreichend großen Temperaturbereiches beständig sein (geringe Temperaturüberschreitungen über den Punkt des Blähens hinaus sollen nicht eine rasche Viskositätsverminderung bewirken).
- Zwischen Kern und Oberfläche des in den Ofen aufgegebenen Rohmaterials muß eine genügend große Temperaturdifferenz herrschen, so daß frühzeitig durch Umhüllung des Kornes mit einer pyroplastischen Schicht bereits abgespaltene Gasmengen zurückgehalten werden. Dies wird meist durch schnelles Erhitzen erreicht. Bei Verwendung von Drehöfen liegt die Aufheizgeschwindigkeit zwischen 5–10 Minuten, bei Verwendung von Sinterrosten um 50 Minuten bis zur jeweiligen Maximaltemperatur.
- Das Rohmaterial soll eine so weit ausreichende Festigkeit besitzen, die das Zerplatzen der Körnungen durch entweichendes Restwasser bei einer schnell vorgenommenen Erhitzung auf ca. 400°C verhindern.

Eine sehr große Zahl von Untersuchungen beschäftigt sich mit der Vorhersage der Bläheigenschaften eines Rohstoffes aus seiner Korngrößenverteilung, seiner mineralogischen Zusammensetzung, seiner chemischen Analyse etc. Es soll nicht bezweifelt werden, daß damit gewisse Vermutungen über die Bläheigenschaften ausgesprochen werden können, die letzte Entscheidung liegt auch heute noch bei einem empirischen Blähtest verschieden vorbereiteter Rohstoffe unter Zugabe bestimmter Additive. Dieser Blähtest, ausgedrückt als Blähfaktor, gibt ein schnelles Maß für die Eignung eines Rohstoffes zur Erzeugung geblähter keramischer Granulate, sagt jedoch noch nichts über die eigentliche Qualität dieses Granulates aus.

Für die Abschätzung der Blähfähigkeit sind folgende Gesichtspunkte von Wichtigkeit:

- Gesamteisen als Fe_2O_3 soll wenigstens 2–6 Gew.-% betragen; höhere Anteile sind erwünscht.
- Das SiO_2 : Al_2O_3 -Verhältnis (Gew.-%) soll deutlich über 2 liegen.
- Kalium- und/oder Natrium-Gehalte sind erwünscht.
- Karbonatgehalte insbesondere Calcium-Karbonatgehalte sollen so niedrig wie möglich sein, da ansonsten im Bereich um 1100°C eine starke Herabsetzung der Schmelzviskosität erfolgt, wodurch die gebildeten Gasblasen aufplatzen. Als Grenzwert wird üblicherweise ein Gehalt von 5 Gew.-% CaCO_3 angesehen. Erhöhte MgO-Gehalte erlauben aufgrund der durch sie bedingten Viskositätserhöhung einen entsprechend erhöhten Ca-Karbonatgehalt.
- Gehalte an organischen Substanzen, Pyrit sowie geringe Mengen an Sulfaten sind als positiv zu bewerten.
- Geringe Gehalte an quellfähigen Mineralen sind positiv, zu hohe Gehalte stören den Blähvorgang durch Rißbildung während des Brandes und erlauben somit das Entweichen der Gase.
- Für Lehme und Tone gilt ein möglichst hoher Anteil an Feinfraktion.

3.4.2. Materialtechnische Kennwerte

Materialtechnische Kennwerte von Durchschnittsproben und Einzelproben aus den Vorkommen Gnas und Fehring sind in Tab. 2 einander gegenübergestellt.

Die Werte für den Anmachwassergehalt, die Trocken- und Brennschwindung sowie für das Raumgewicht zeigen für Gnas sowohl bei den Durchschnittsproben als auch noch verstärkt bei den Einzelproben eine große Streuung, wobei besonders die erhöhten Werte der Trocken- und Brennschwindung auffallen. Dies würde bei einer feuchtplastischen Verpressung zu Problemen z. B. bei der Trocknung führen und könnte auch Forminstabilität verursachen; hingegen scheint die Anwendung in der Grobkeramik bei steifplastischer Verpressung oder Trockenverpressung oder als Verschnittmaterial möglich. Die Erklärung für die relativ großen Schwankungsbereiche dieser Kennwerte liegt in der starken Streuung der Korngrößenverteilung dargestellt im Körnungsdiagramm nach ROSENBERGER (Abb. 12) und der mineralogischen Zusammensetzung (Tab. 1).

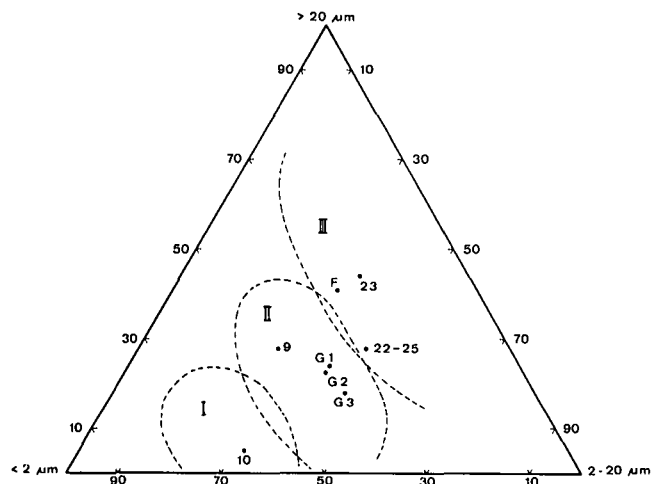


Abb. 12: Körnungsdiagramme nach ROSENBERGER (1969). I = „sehr gut“, II = „ausreichend bis gut“, III = „sehr bedingt geeignete bis ungeeignete“ Blähtone. Einzel- und Durchschnittsproben von Fehring (F) und Gnas (G, bzw. Probennummern).

Die Blähfähigkeit der Durchschnitts- und Einzelproben weist ebenfalls deutliche Unterschiede auf. So liegen die Raumgewichte der Granulate ohne Zusatz zwischen 1,3–1,8 g·cm⁻³, und sind damit selbst für die

Tabelle 2: Keramische Kennwerte von Einzel- und Durchschnittsproben der Vorkommen Gnas und Fehring.

	G 1	G 2	G 3 ¹⁾	22–25 ²⁾	10	23	9 ³⁾	F ⁴⁾
Keramische Brennaten								
Anmachwasser % ATRO	33	29	30	26	39	28	30	35
Lin. Trockenschwindung %	9,0	8,0	8,5	6,6	9,2	8,4	9,6	9,0
Lin. Brennschwindung % (1000°C)	3,4	3,1	1,8	2,1	6,1	1,6	1,3	3,1
Raumgewicht (naß) g/cm ³	1,68	1,72	1,71	1,82	1,80	1,73	1,72	1,65
Blähtest:								
Raumgewichte 1000°C; Blähfaktor ()								
ohne Zusatz	1,8(0,93)	1,8(0,96)	1,7(1,00)	1,8(1,00)	1,3(1,38)	1,8(0,96)	1,7(1,01)	1,2 (1,38)
mit 1 % Sulfatablauge	1,4(1,20)	1,4(1,23)	1,6(1,07)	1,8(1,01)	1,2(1,50)	1,7(1,02)	1,6(1,08)	0,8 (2,06)
mit 1 % Sulfatablauge + 1 % Fe ₂ O ₃	1,3(1,29)	1,4(1,23)	1,6(1,07)	1,8(1,01)	1,1(1,64)	1,5(1,15)	1,6(1,08)	0,8 (2,06)
mit 2 % Schweröl + 2 % Klärschlamm	1,0(1,68)	1,4(1,23)	1,2(1,43)	1,8(1,01)	0,9(2,09)	0,9(2,00)	1,1(1,56)	0,63(2,62)
Blähneigung⁵⁾	5	8	6	10	3	3	4	2
Kristallit-Anteil⁶⁾	2	1	3	4	2	1	1	2

¹⁾ G 1, G 2, G 3: gewichtete Proben der Profile Gnas; Prozentsätze entsprechend den Schichtmächtigkeiten in Abb. 4, 5, 6.

²⁾ Mischung aus den Proben 22, 23, 24, 25 Gnas.

³⁾ Einzelproben aus Gnas 10, 23, 9.

⁴⁾ Einzelprobe Fehring, Material B.

⁵⁾ Beurteilung der Blähneigung von 1 bis 10: 1 = extrem leicht, 5 = gut brauchbar, 10 = unbrauchbar.

⁶⁾ Visuelle Schätzung der Kristallit-Anteile von 1 bis 10: 1 = keine Kristallitreste, 10 = Kristallitreste dominierend.

Verwendung als Zuschlagsstoff zu Konstruktionsleichtbeton zu hoch.

Die Zugabe von Additiven verbessert diese Werte mit Ausnahme der Proben 22–25. Am günstigsten liegen die Werte bei den Versuchen mit Schweröl + Klärschlamm: Die so erhaltenen Raumgewichte liegen für die Durchschnittsproben G 1, G 2 und G 3 zwischen 1,0 und 1,4 und machen die Verwendbarkeit für Konstruktionsleichtbeton wahrscheinlich. Eine Ausnahme bildet der Wert für die Mischung der Proben 22–25. Erwähnenswert sind die Raumgewichte der Einzelproben die mit Ausnahme der Probe 9 Werte unter 1,0 ergeben, so

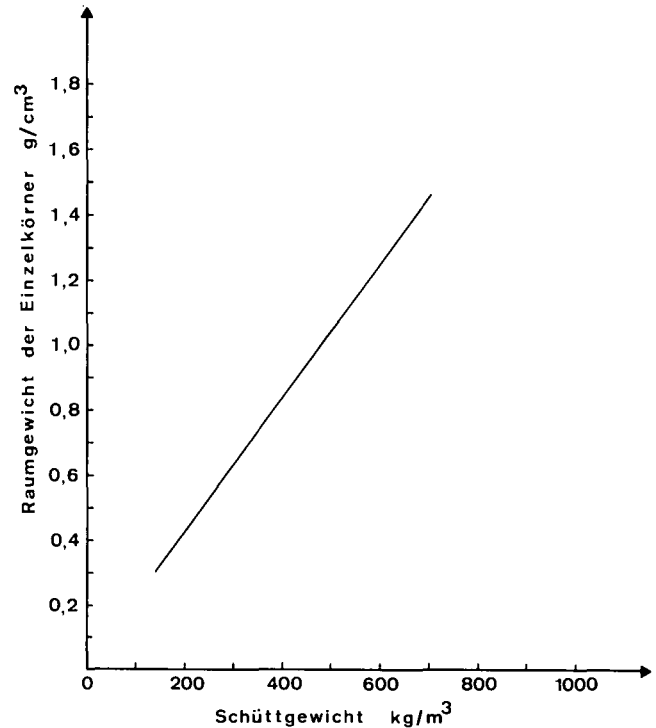


Abb. 13: Beziehungen Raumgewicht – Schüttgewicht von Blähtonprodukten. Regressionsgrade ($r^2 = 0,97$) aus 59 Einzelmessungen (BERTOLDI, unveröffentlicht).

daß zu erwarten ist, daß bei einem Selektiv-Abbau diese Werte unter 1,0 gehalten werden können.

Aufgrund dieser Meßdaten können somit Schüttgewichte zwischen 450–800 kg/m³ (Abb. 13) erzielt wer-

den. Technische Blähtonprodukte einer ähnlichen Körnung und von besonderer Leichtigkeit besitzen Schüttdichten um 350 kg/m^3 (Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,106 \text{ W/mK}^\circ$).

Eine qualitative Beurteilung der Blähfähigkeit nach einem Punkteschema weist den Durchschnittsproben Werte zwischen 5–8, der Mischprobe 22–25 den Wert 10 zu. Die Einzelproben liegen bei 3–4.

Üblicherweise wird das Raumgewicht des Expandates als alleiniges Qualitätskriterium genommen. Praktische Ergebnisse zeigen jedoch eindeutig, daß dies für eine Beurteilung der Verwendbarkeit in der Betontechnologie nicht ausreichend ist. Granulate gleicher Kornzusammensetzung und gleichen Raumgewichtes ergeben bei gleicher Verarbeitung nicht immer die gleichen Druckfestigkeiten. Unveröffentlichte Untersuchungen (BERTOLDI) zeigen, daß der Anteil an Restkristalliten (vorwiegend Quarz) infolge der zwischen dem Glas- und dem Kristallitanteil auftretenden thermischen Spannungen die Einzelkornfestigkeit stark beeinflußt.

Eine qualitative Abschätzung des Kristallitanteiles nach einem Punkteschema ergab zwischen den hier untersuchten Proben deutliche Unterschiede, die eine negative Beeinflussung der Einzelkornfestigkeiten jedenfalls erwarten lassen.

Die Werte von Fehring zeigen hinsichtlich der keramischen Basisdaten gleiche Ergebnisse. Bei der empirischen Untersuchung der Blähfähigkeit ergibt das Material Fehring mit Raumgewichten der Expandate zwischen 0,8–0,6 in Abhängigkeit von den Additiven die deutlich besseren Werte. Dies entspricht auch der praktischen Erfahrung des seit Jahrzehnten im Betrieb befindlichen Blähtonwerkes.

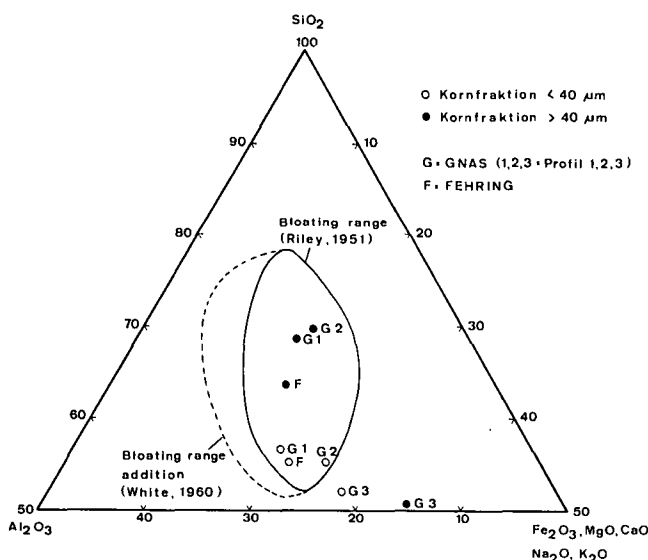


Abb. 14: Chemische Zusammensetzung blähender toniger Gesteine (nach BUSH, 1973).

Die Problematik der Vorhersage der Blähfähigkeit aus indirekten Daten (Korngrößenverteilung, Mineralverteilung, Chemismus) verdeutlicht die vergleichende Betrachtung mit empirisch bestimmten keramischen Kenn-

werten. Eine Beurteilung nach dem Chemismus (Abb. 14) zeigt z. B. eine Unbrauchbarkeit der Probe G 3, allerdings kann durch entsprechende Additive auch Material das außerhalb des RILEY-Bereiches liegt, auf günstige Raumgewichte gebracht und somit wenigstens bedingt verwendbar gemacht werden (Tab. 2).

Eine Vorhersage auf der Basis des Körnungsdigrammes nach ROSENBERGER scheint auch nicht günstig zu sein. Auch hier gilt, daß Vorhersagen aus Korngrößenuntersuchungen allein nicht notwendigerweise für exakte Aussagen über die Verwendbarkeit eines Materials herangezogen werden können.

Insgesamt zeigen die indirekten Untersuchungen wie die Korngrößenverteilung, die mineralogische Zusammensetzung oder der Chemismus wohl die Wahrscheinlichkeit der Eignung an, diese muß jedoch noch durch empirische Untersuchungen weiter bestätigt werden. Der Zeitaufwand für diese indirekten Untersuchungen ist aber in jedem Falle beachtlich höher als für den empirischen Blähtest.

Dank

Unser Dank gilt der Österreichischen Leca-Gesellschaft für die Erlaubnis der Probennahme in Fehring.

Literatur

- BERTOLDI, G. A.: Verfahren zur Herstellung eines porösen nicht kapillaraktiven, keramischen Materials. – Schweiz. Patentschr. Nr. 490289, 1966.
- BUSH, A. L.: Lightweight aggregates. – U. S. Geol. Surv. Prof. Pap., **820**, 335–355, 1973.
- EBNER, F. & GRÄF, W.: Bericht über Literatur-, Gelände- und Laborarbeiten 1978 betreffend Tonvorkommen im Raum Fehring–Bad Gleichenberg–Gnas. – Unveröff. Bericht, 16 S., 3 Abb., Graz 1979.
- FLÜGEL, H. & HERITSCH, H.: Das Steirische Tertiär-Becken. – Sammlg. Geol. Führer **47**, 196 S., 27 Abb., 8 Taf., 1 geol. Karte, Berlin–Stuttgart (Geb. Borntraeger) 1968.
- HADITSCH, J. G., MATAUSCHEK, J., STERK, G. & WALTER, E.: Rohstoffsicherung und Rohstoffforschung in Österreich. – Berg- u. Hüttenmänn. Monatsh., **123**, 348–353, 1978.
- KÖSTER, E.: Granulometrische und morphometrische Meßmethoden. – 336 S., 109 Abb., Stuttgart (Enke) 1964.
- RILEY, C. M.: Relation of chemical properties to the bloating of clays. – Am. Ceramic Soc. Jour., **34**, 121–128, 1951.
- ROSENBERGER, H.: Chemische und mineralogische Zusammensetzung sowie Korngrößenaufbau von Blähtonen. – Z. angew. Geol., **15**, 241–248, 1969.
- WHITE, W. A.: Lightweight aggregate from Illinois shales. – Illinois Geol. Surv. Circ., **290**, 1–29, 1960.
- WIEDEN, P. & SCHMIDT, J.: Der Illit von Fehring. – Tschermaks Min. Petr. Mitt., **5**, 284–302, 1956.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Geologischer Führer durch das Tertiär- und Vulkanland des steirischen Beckens. – Sammlg. Geol. Führer, **36**, 209 S., 27 Abb., 3 Taf., Berlin (Borntraeger) 1939.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Die jungtektonischen Vorgänge im steirischen Becken. – Sitz.-Ber. Akad. Wiss. math.-naturwiss. Kl. Abt. 1, **160**, 37–69, Wien 1951.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 21. Dezember 1981.