

ERGEBNISSE MINERALOGISCH-PETROGRAPHISCHER ANALYSEN AN AUSGEWÄHLTEN KERAMIKPROBEN UND EINIGEN ROHSTOFFVERGLEICHSPROBEN AUS STILLFRIED

Roman Sauer

1. Zusammenfassung

Die von Keramikbearbeitern ausgewählten Keramikproben wurden in ihrer mineralogisch-petrographischen Zusammensetzung analysiert und in petrographisch unterscheidbare „Scherbentypen“ unterteilt. Außerdem wurden die Proben, auch durch Vergleiche mit selbst aufgesammelten lokalen Rohstoffproben soweit derzeit möglich auch herkunftsmäßig interpretiert.

Die untersuchten Proben wurden in 10 unterschiedliche petrographische Scherbentypen eingeteilt (siehe Tabelle 1 und Abb. 1).

Die einzelnen ausgeschiedenen Keramikscherbentypen unterscheiden sich durch signifikante Unterschiede in der Korngröße und Art der Magerungspartikel. Dies dürfte teilweise auch durch die unterschiedlichen Verwendungszwecke der Keramik bedingt sein.

Ein Teil der Keramik ist künstlich gemagert, durch Zusatz von grobem Sand, Ton- bzw. Schamottebröckchen. Als Schamotte werden hier eindeutig erkennbare, zerkleinerte Keramikbröckchen bezeichnet. Die beobachteten Einschlüsse von organischem Material (Pflanzenfasern) dürften eher als zufällige Beimengungen zu werten sein, die in oberflächennahen Sedimenten häufig vorkommen.

Die meisten Proben können dem petrographischen Scherbentyp A zugeordnet werden. Innerhalb des Scherbentyp A kann noch ein Scherbentyp A1 ausgeschieden werden, der hauptsächlich durch den höheren Gehalt an gut gerundeten Quarzkörnern gekennzeichnet ist. Es lässt sich aber nicht immer eine eindeutige Abgrenzung zu Scherbentyp A vornehmen.

Die verwendeten Rohstoffe sind sicher lokalen Ursprungs. Es wurden vermutlich oberflächennahe, entkalkte Lehme genutzt. Ganz ähnliche Rohstoffe konnten in einem Oberflächenaufschluss Wutzelburg nahe Stillfried gefunden werden. Ähnlich zusammengesetzte Lehme können auch in den oberflächennahen, entkalkten Ablagerungen in Stillfried selbst angenommen werden. Solche Proben wurden aber

bisher noch nicht ausreichend untersucht. Typisch ist ferner der nicht unbeträchtliche Anteil an grober Schamottemagerung.

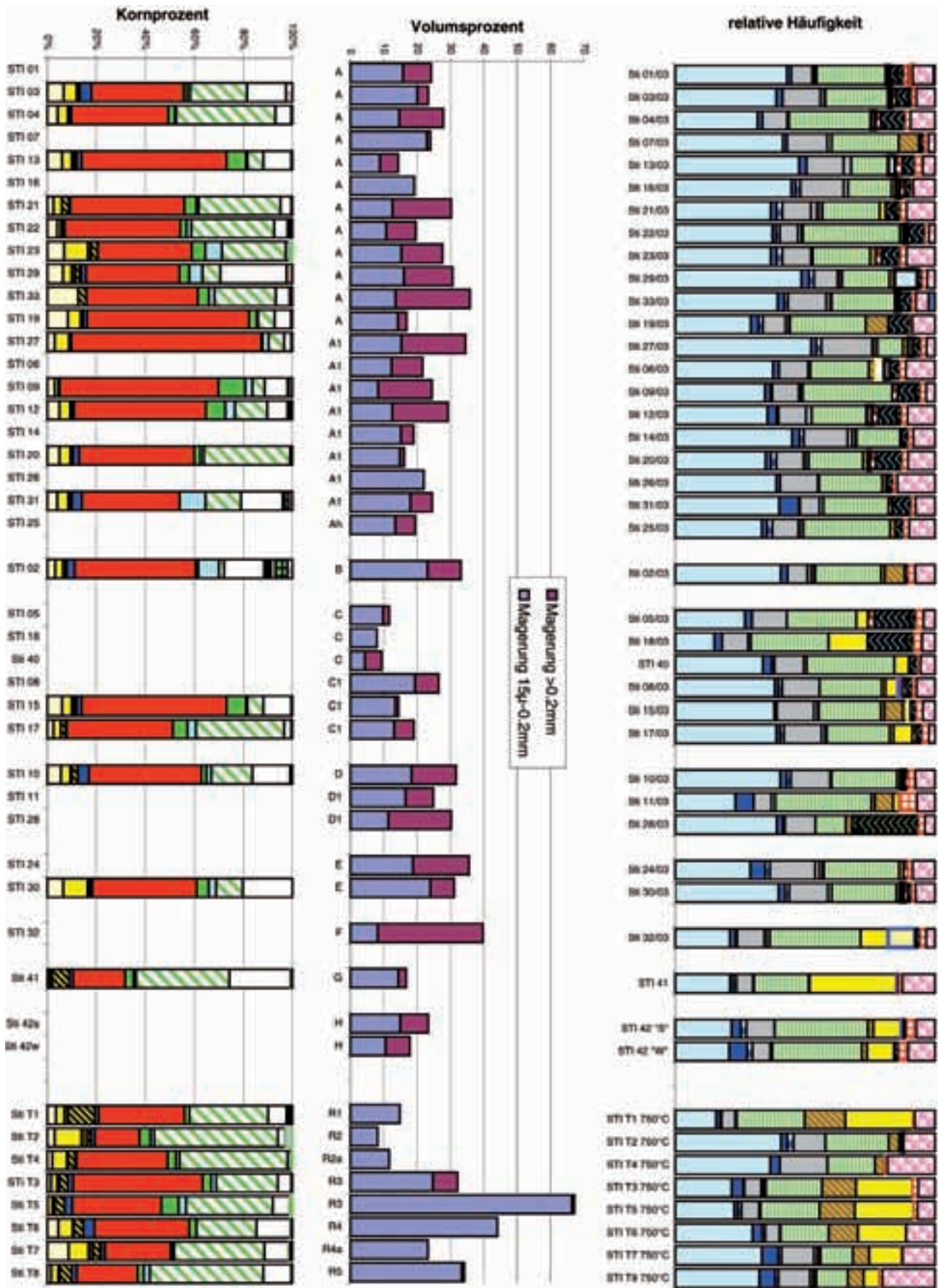
Die Scherbentypen C und C1 sind durch einen höheren Kalkgehalt und der Scherbentyp C1 zusätzlich durch das Auftreten von karbonatischen Biogenen (Mikrofossilien) gekennzeichnet. Der Rohstoff für Scherbentyp C1 ist vermutlich nicht unmittelbar lokal anstehend zu finden.

Bei den übrigen Scherbentypen handelt es sich nur um Einzelproben, die teilweise vermutlich aus lokalen Rohstoffen (Scherbentypen D und E) aber auch aus sicher ortsfremden Rohstoffen erzeugt worden sind (z. B. vermutlich Scherbentyp B und sicher Typ F).

Es könnte sich bei der Untersuchung von weiteren Proben herausstellen, dass einige jetzt noch extra ausgeschiedene Scherbentypen wieder zu einer Gruppe zusammengefasst werden könnten. Manche Scherbenrohstoffe sind nämlich teilweise ziemlich inhomogen (schlecht aufbereitet). Solche Proben lassen sich nur durch eine größere Probenserie voneinander eindeutig abgrenzen.

Zumindest teilweise sind die wesentlichen Merkmale des Scherbens (z. B. Kalkeinschlüsse, Korngröße und Form der Magerungspartikel) der unterschiedenen Scherbentypen aber auch schon makroskopisch kenntlich. Daran könnten sich die Keramikbearbeiter bei etwaigen späteren Projekten orientieren. Leider war es im Rahmen dieses Projektes nicht mehr möglich, weitere Proben von petrographischen Scherbentypen, die nur als Einzelstücke vorliegen, zu bekommen, um eine bessere Aussagegenauigkeit bzw. eine sicherere Abgrenzung der einzelnen Scherbentypen zu ermöglichen, da das Keramikmaterial durch Übersiedlung auf längere Zeit nicht mehr zugänglich war.

Bei den wenigen Proben, wo mit Sicherheit eine unmittelbar lokale Herkunft des Rohstoffes auszuschließen ist, kann die Herkunftsfrage meist nur andiskutiert werden. Für eine verlässlichere Zuordnung dieser Proben wären daher noch weitere Keramikvergleichsproben und zusätzliche Rohstoffproben notwendig.



Graphische Darstellung der Dünnschliff- und Schwermineralanalysen

Abbildung 1

Es wurde auch versucht, durch Aufsammlung und Aufbereitung von lokalen Rohstoffen und durch die Untersuchung eines aus lokalen Tönen nachgetöpften Gefäßes, direkte Vergleiche mit der untersuchten Keramik anzustellen. Durch die Untersuchung der Rohstoffproben wurde festgestellt, dass die zum Töpfeln gut geeigneten Rohstoffe aus den gegenwärtig gut zugänglichen Tonlagen der Ziegelei Stillfried eigentlich in der antiken Keramik kaum nachgewiesen werden könnten. Es zeigte sich vielmehr, dass eher die größeren oberflächennahen, quartären Lehme für den Großteil der antiken Keramik verwendet worden sind. Für eventuelle zukünftige Vergleichsuntersuchungen sollte daher wesentlich mehr Augenmerk auf die Beprobung von oberflächennahen Lehmen und eventuell auch auf alte Bodenhorizonte gelegt werden. Generell kann gesagt werden, dass praktisch sämtliche, lokal vorkommenden Rohstoffe (quartäre Lehme, Löß und Pannontone) zur Keramikerzeugung geeignet sind.

Eine Probe eines Webgewichtes wurde aus ungebranntem Löß bzw. Lößlehm erzeugt.

2. Untersuchungsmethoden

Das Probenmaterial inklusive Probenliste wurde von Martin Penz (siehe Konkordanzliste in Kap. 9.1.2 in diesem Band) zur Untersuchung übergeben.

Die Präparation der Proben wurde von der Abteilung Archäometrie (Leiter Prof. Dr. B. Pichler) am Institut für Konservierungswissenschaften und Restaurierung-Technologie (ICORT), Universität für angewandte Kunst, organisiert. Die Analyse und Auswertung der Proben wurden von Roman Sauer durchgeführt.

Folgende naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden wurden angewandt:

Dünnschliffanalyse

Von den ausgewählten Keramikproben und Rohstoffproben wurden petrographische Dünnschliffe angefertigt.

An den Dünnschliffen wurde zunächst das Verhältnis von Tonmatrix zu Magerungsbestandteilen bestimmt. Als Matrix wurden die Anteile <math><15\mu\text{m}</math> definiert. Die Bestimmung des Magerungsanteils erfolgte mit Hilfe der Punktzählmethode (Volumsprozent).

Die Bestimmung der mineralogisch-petrographischen Zusammensetzung der Magerungspartikel wurde mittels einer standardisierten, semiquantitativen Abschätzmethode durchgeführt.

Dabei wurde folgendermaßen vorgegangen: Zunächst wurden an einer repräsentativen Stelle des Dünnschliffs die Hauptbestandteile ermittelt. Es wurde dies immer mit der-

Legende zu den Dünnschliffanalysen		
	Monokristalliner Quarz	
	Hornstein	
	Alkalifeldspat serizitisiert	
	Muskovit	
	oxidierte Schichtsilikate	
	Karbonatpseudomorphosen	
	Karbonatische Biogene	
	Pflanzenreste	
	Tonsteinbröckchen	
	Kristallinbruchstücke im Allgemeinen	
	Opake Substanz	
	verschlackte Partikel/Schamotte/verglast	
Legende zu den Schwermineralanalysen		
	Zirkon	
	Titanit	
	Granat	
	Epidot/Klinozoisit	
	Andalusit	
	Klinopyroxen (diopsidisch)	
	?	

selben Vergrößerung durchgeführt. Dabei wurde folgende Mengenklassifizierung angewandt:

A (dominierend): mehr als 20 Körner ($>15\mu\text{m}$) im Gesichtsfeld

B (sehr häufig): etwa 10–19 Körner im Gesichtsfeld

C (häufig): etwa 5–9 Körner im Gesichtsfeld

D (untergeordnet): etwa 2–4 Körner im Gesichtsfeld

Danach wurden an insgesamt 5 Gesichtsfeldern die Nebenbestandteile ermittelt und wie folgt klassifiziert:

E (wenig): etwa 5–9 Körner in den 5 Gesichtsfeldern

F (selten): etwa 2–4 Körner in den 5 Gesichtsfeldern

Die noch selteneren, akzessorischen Bestandteile wurden wie folgt klassifiziert:

G (sehr selten): häufiger als 1-mal im Dünnschliff

H (Spuren): 1-mal im Dünnschliff.

Neben der Mengenabschätzung der einzelnen Magerungspartikel wurde eine standardisierte Beschreibung von Sortierung, Korngröße und Eigenschaften der Scherbengrundmasse vorgenommen.

Die Korngröße wurde an 50 ausgezählten Magerungskörnern ermittelt. Die Kornverteilung der Magerungspartikel wurde mit Hilfe von Schaubildern ermittelt. Die Rohstoffproben wurden bei 750°C oxidierend gebrannt und danach gleich wie die Keramik untersucht.

Charakteristische Keramikscherbentypen, sowohl makroskopisch als auch im Dünnschliff fotografiert, sind auf den Tafeln 1–4 abgebildet. Die Ergebnisse der Dünnschliffanalysen sind in der Tabelle 2 zusammengefasst und in der Abbildung 1 graphisch dargestellt.

Schwermineralanalyse

Bei genügender Probemenge ($>5\text{g}$) konnten auch Schwermineralanalysen angefertigt werden.

Um eine quantitative Bestimmung der Schwermineralzusammensetzung von Keramik vornehmen zu können, müssen die Schwerminerale vorerst angereichert werden (SAUER 1989). Dazu wurden sämtliche Proben in einem Mörser zerkleinert. Daraus wurde dann die Kornfraktion $0,125 - 0,04\text{ mm}$ durch Nasssiebung gewonnen. Diese Fraktion wurde anschließend mit verdünnter Salzsäure gereinigt, um störende Eisenoxidkrusten an der Oberfläche der Schwerminerale weitgehend zu entfernen. Da Apatit salzsäurelöslich ist, musste auf dessen Auszählung verzichtet werden. Die gereinigte Kornfraktion wurde dann zur Schwerentrennung herangezogen. Der Schwermineralanteil wurde mittels Bromoform (spez. Gewicht 2,85) in Scheidetrichtern abgetrennt. Die so gewonnenen Schwermineralfraktionen wurden dann auf Objektträgern in Kunstharz eingebettet, polarisationsmikroskopisch analysiert und die Anteile der verschiedenen Schwerminerale ausgezählt. Es gelangten, soweit möglich, jeweils mindestens 200 durchsichtige Körner zur Auszählung.

Die Resultate der Schwermineralanalysen sind in der Tabelle 2 bzw. Abb.1 dargestellt.

3. Ergebnisse

Die detaillierten Ergebnisse der Einzelanalysen sind den Tabellen 2–3 und den Abb. 1 und 2 zu entnehmen. Die wichtigsten makroskopischen und dünnschliffmikroskopischen Merkmale sind auf den Tafeln 1–4 fotografisch dokumentiert. Nachfolgend werden die unterschiedenen petrographischen Scherben- und sowie die Rohstofftypen mit Angabe der zugehörigen Proben zusammenfassend beschrieben.

3.1. Petrographische Scherbentypen

Petrographischer Scherbentyp A

Proben: STI 01/03, STI 03/03, STI 04/03, STI 07/03, STI 13/03, STI 16/03, STI 21/03, STI 22/03, STI 23/03, STI 29/03, STI 33/03, STI 19/03, STI 25/03

Mikroskopische Beschreibung

Die Proben zeigen im Dünnschliff meist eine dunkelgraue bis dunkelbraune, an den Außenseiten teilweise durch Oxidation orangebraun gefärbte, optisch aktive, z. T. gröber glimmerige, kalkfreie Scherbengrundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 25% (10%–45%).

Die Magerungsbestandteile sind mäßig schlecht bis sehr schlecht sortiert. Die grobkörnigen Magerungsanteile wurden vermutlich z. T. künstlich zugesetzt.

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel ist 1,8 mm, der maximale Durchmesser der Schamotte oder Tonklasten beträgt etwa 4,1 mm.

Die Magerungspartikel setzen sich wie folgt zusammen: sehr häufig monokristalline Quarze, häufig Muskovit, untergeordnet Alkalifeldspäte, opake Partikel, Schwerminerale, selten „Siltstein/Sandsteinbröckchen“, sehr selten polykristalline Quarze, oxidierte Schichtsilikate, kieselige Biogene und Kristallinbruchstücke sowie in Spuren Hornstein, serizitisierete Alkalifeldspäte, Plagioklas, Karbonate, nicht resorbierte „Tonbröckchen“ und inkohlte Pflanzenreste. Bei den kieselligen Biogenen handelt es sich zum Teil um Phytolithen.

Bei den groben, eckigen, tonigen Siltsteinkomponenten handelt es sich partiell sicher um Schamottekörner.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Quarz-Kalifeldspataggregaten und Quarziten (Serizitquarzit, Chloritquarzit), Quarz-Muskovit-Biotitaggregaten, Feldspat-Klinoisitaggregaten, Quarz-Hornblende-Feldspataggregaten (Gneis).

Die Hornsteine sind teilweise Radiolarite, selten Spiculite.

Die Schwermineralspektren bestehen aus Granat (47%), Epidot/Klinoisit (23%), Hornblende (10%), Zirkon (6%), Rutil (4%), Staurolith (4%), Titanit (2%), Disthen (2%), Brookit/Anatas (1%), Turmalin (1%) sowie in Spuren Mo-

nazit, Chloritoid, Andalusit, Chromspinell, Sillimanit und diopsidischem Klinopyroxen.

Interpretation

Die Rohstoffherkunft ist mit Sicherheit lokal. Es wurde vermutlich ein entkalkter, quartärer oder rezenter Lehm (Bodenbildung) als Rohstoff genutzt.

Petrographischer Scherbentyp A1

Proben: STI 27/03, STI 06/03, STI 09/03, STI 12/03, STI 14/03, STI 20/03, STI 26/03, STI 31/03

Mikroskopische Beschreibung

Die Proben zeigen im Dünnschliff meist eine im Kern dunkelbraune bis dunkelgraue, außen durch Oxidation orangebraun bis gelbgraue, kalkfreie, optisch aktive, z. T. gröber glimmerige Grundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 25% (10%–41%).

Die maximal im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel beträgt ca. 2,8 mm. Der maximale Durchmesser der Schamotte oder Tonklasten beträgt 3,4 mm.

Die Magerungsbestandteile weisen durch Zusatz von groben Quarzkörnern teilweise eine schlechte bis bimodale Sortierung auf. Die grobkörnigen Magerungsanteile wurden vermutlich künstlich zugesetzt.

Folgende Magerungspartikel treten auf: sehr häufig monokristalline Quarze, häufig Muskovit, untergeordnet Alkalifeldspäte, opake Partikel und Schwermineralien, selten polykristalline Quarze und Siltstein/Sandsteinbröckchen, sehr selten Kristallinbruchstücke sowie in Spuren Hornstein, serizitisierte Alkalifeldspäte, Plagioklas, oxidierte Schichtsilikate, Karbonatpseudomorphosen, kieselige Biogene, Tonbröckchen (= z. T. Schamotte) und verkohlte Pflanzenreste.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus ungeschieferten Quarz-Kalifeldspataggregaten (Granit) und Quarz-Epidotaggregaten.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Granat (57%), Epidot/Klinozoisit (15%), Hornblende (8%), Zirkon (4%), Rutil (4%), Staurolith (4%), Disthen (4%), Titanit (1%), Turmalin (1%), Sillimanit (1%) sowie in Spuren Brookit/Anatas, Monazit, Andalusit, Chromspinell und diopsidischem Klinopyroxen.

Interpretation

Scherbentyp A1 unterscheidet sich hauptsächlich durch den Zusatz von z. T. gut gerundeten Sandkörnern. Sehr ähnliche gerundete Quarze finden sich beispielsweise in einer Lehmprobe, die aus einem Oberflächenaufschluss bei Wutzelburg (Ackerscholle) stammt. Solche Rohstoffe kommen aber wahrscheinlich in entsprechenden Sedimenten (Bodenproben) auch lokal, nahe der Fundstelle, vor (das müsste aber erst überprüft werden!) Der Scherbenrohstofftyp A1 lässt sich nicht immer eindeutig von Scherbentyp A abtrennen.

Petrographischer Scherbentyp B

Probe: STI 02/03

Mikroskopische Beschreibung

Die Probe zeigt im Dünnschliff eine im Kern dunkelgraue bis schwarze, außen hellbraun verfärbte, kalkfreie, optisch inaktive, gröber glimmerige Scherbengrundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 33%.

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel beträgt ca. 3,4 mm.

Die Magerungsbestandteile sind sehr schlecht sortiert.

Die Magerungspartikel weisen folgende Zusammensetzung auf: dominierend monokristalline Quarze, sehr häufig Muskovit, untergeordnet Alkalifeldspäte, oxidierte Schichtsilikate, Schwermineralien und opake Partikel, selten polykristalline Quarze und Kristallinbruchstücke und sehr selten serizitisierte Alkalifeldspäte, Plagioklas, Biotit und Siltstein/Sandsteinbröckchen.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Serizitquarzit, ungeschieferten Quarz-Kalifeldspataggregaten und Polyquarz-Plagioklasaggregaten.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Granat (50%), Hornblende (16%), Disthen (8%), diopsidischem Klinopyroxen (5%), Zirkon (3%), Rutil (3%), Turmalin (3%), Epidot/Klinozoisit (2%), Chromspinell (2%), Sillimanit (2%), Brookit/Anatas (1%), Staurolith (1%), Titanit (1%) und Andalusit (1%).

Interpretation

Typisch sind das relativ häufige Auftreten von grobem Biotit bzw. oxidierten Schichtsilikaten, das Fehlen von Schamottemagerung sowie ein höherer Siltanteil in der Grundmasse im Vergleich zu Scherbentyp A. Eine lokale Herkunft des Rohstoffes erscheint eher fraglich.

Petrographischer Scherbentyp C

Proben: STI 05/03, STI 18/03, STI 40/03 (Feuerbock)

Mikroskopische Beschreibung

Die Proben zeigen im Dünnschliff eine im Kern häufig braungraue, außen durch Oxidation orangebraun verfärbte, kalkfreie bis schwach kalkhältige, z. T. gröber glimmerige, optisch aktive Scherbengrundmasse. Die Probe STI 40 ist durchgehend orangerot oxidiert.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 11% (6%–15%).

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel beträgt ca. 1,2 mm, der maximale Durchmesser der Schamotte oder Tonklasten ist etwa 2,6 mm.

Die Magerungspartikel sind schlecht bis sehr schlecht sortiert. Sie setzen sich wie folgt zusammen: häufig Muskovit, untergeordnet monokristalline Quarze, opake Substanzen, Alkalifeldspäte, Siltstein/Sandsteinbröckchen (= z. T. Schamotte), selten Karbonate und Schwermineralien, sehr selten polykristalline Quarze sowie in Spuren serizitisierte

Alkalifeldspäte, inkohlte Pflanzenreste, nicht resorbierte Tonbröckchen (= z. T. Schamotte) und Kristallinbruchstücke.

Typisch sind gerundete mikritische Kalkpartikel, z. T. fragliche. Zersetzte Corallinaceenreste bzw. Karbonatkörner treten teilweise auch in den Schamottekörnern auf.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Quarz-Kalifeldspataggregaten, Serizitquarzit, Plagioklas-Muskovitaggregaten und Quarz-Muskovitaggregaten.

Es konnten keine Schwermineralanalysen durchgeführt werden.

Interpretation

Kennzeichnend für diesen Scherbentyp ist der Anteil an mikritischen zum silthältigen Karbonatpartikel, möglicherweise handelt es sich um im Boden gebildete Kalkknöllchen.

Eine mehr oder weniger lokale Herkunft der Rohstoffe scheint daher möglich.

Petrographischer Scherbentyp C1

Proben: STI 08/03, STI 15/03, STI 17/03

Mikroskopische Beschreibung

Die Proben zeigen im Dünnschliff eine dunkelbraune bis braungraue, rötlich braune, gröber glimmerige, kalkfreie bis kalkhaltige, optisch aktive Grundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 20% (14%–26%).

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel ist 3,3 mm, der maximale Durchmesser der Schamotte/ Tonsteinklasten beträgt 2,6 mm.

Die Magerungspartikel sind mäßig schlecht bis sehr schlecht sortiert.

Die Magerungspartikel setzen sich wie folgt zusammen: überwiegend monokristalline Quarze, sehr häufig Muskovit, häufig Alkalifeldspäte, untergeordnet opake Partikel, Schwermineralien, selten oxidierte Schichtsilikate, Karbonate und Siltstein/Sandsteinbröckchen, sehr selten Kristallinbruchstücke sowie in Spuren polykristalline Quarze, Hornstein, serizitisierte Alkalifeldspäte, Plagioklas, Biotit, Karbonatpseudomorphosen, karbonatische Biogene und inkohlte Pflanzenreste.

Typisch sind Kalkpartikel und Kalksandstein. Die karbonatischen Biogene bestehen aus Lithothamnienresten, Echinodermenspat und selten Foraminiferen.

Die Kristallinbruchstücke bestehen aus groben ungeschichteten Kalifeldspat-Plagioklas-Biotitaggregaten (Granit), Serizitquarzit und Phyllit.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Granat (51%), Epidot/Klinozoisit (21%), Staurolith (7%), Hornblende (7%), Zirkon (4%), Rutil (4%), Disthen (2%), Brookit/Anatas (1%), Titanit (1%), Turmalin (1%), Sillimanit (1%) sowie in Spuren Monazit.

Interpretation

Es handelt sich vermutlich um eine Mischung von Quarztarlehm mit Neogenfossilien. Solche Rohstoffe sind vermutlich nicht unmittelbar lokal verfügbar.

Petrographischer Scherbentyp D

Probe: STI 10/03

Mikroskopische Beschreibung

Die Probe zeigt im Dünnschliff eine dunkelgraubraune, feinkörnig bis glimmerige, stark siltige, kalkfreie, optisch aktive Grundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 32%.

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel beträgt ca. 1 mm.

Die Magerungspartikel sind eindeutig bimodal sortiert (grobe Quarzkörner bis zu 1mm).

Die Magerungspartikel setzen sich wie folgt zusammen: vorwiegend monokristalline Quarze, sehr häufig Muskovit, häufig Alkalifeldspäte, untergeordnet Schwermineralien und opake Substanzen, selten polykristalline Quarze und Kristallinbruchstücke, sehr selten Hornstein, oxidierte Schichtsilikate, kieselige Biogene und Pflanzenreste sowie in Spuren serizitisierte Alkalifeldspäte.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Polyquarz-Muskovitaggregaten, Serizitquarzit und Phyllit.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Granat (46%), Epidot/Klinozoisit (17%), Hornblende (15%), Zirkon (5%), Turmalin (5%), Rutil (4%), Titanit (3%), Staurolith (2%), Disthen (2%), Sillimanit (1%) sowie in Spuren Brookit/Anatas.

Interpretation

Typisch sind die groben, gut gerundeten Quarzkörner. Eine lokale Herkunft des Rohstoffes ist möglich.

Petrographischer Scherbentyp D1

Proben: STI 11/03, STI 28/03

Mikroskopische Beschreibung

Die Proben zeigen im Dünnschliff eine graubraune bis außen hellbraune, kalkfreie bis schwach kalkhaltige, optisch aktive, glimmerige Scherben Grundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 28% (20%–35%).

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel beträgt ca. 3,7 mm. Der maximale Durchmesser der Schamotte/Tonsteinklasten ist 2,2 mm.

Die Magerungspartikel sind sehr schlecht bis bimodal sortiert.

Die Magerungspartikel setzen sich wie folgt zusammen: sehr häufig monokristalline Quarze und Muskovit, untergeordnet Alkalifeldspäte, nicht resorbierte Tonbröckchen und opake Substanzen, wenig Schwermineralien, selten polykristalline Quarze, Kristallinbruchstücke und oxidierte

Schichtsilikate, sehr selten Biotit und Karbonate sowie in Spuren Hornstein, serizitisierte Alkalifeldspäte und Siltstein/Sandsteinbröckchen.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Quarz-Feldspataggregaten, Quarzit (Serizitquarzit, Biotitquarzit), Polyquarz-Epidot-Alkalifeldspat-Apatitaggregaten und Muskovit-Quarzaggregaten (Glimmerschiefer).

Es konnte kein Schwermineralspektrum gewonnen werden.

Interpretation

Die Herkunft des Rohstoffes ist derzeit noch ungeklärt.

Petrographischer Scherbentyp E

Proben: STI 24/03, STI 30/03

Mikroskopische Beschreibung

Die Proben zeigen im Dünnschliff eine braune bis außen hellbraune, weitgehend kalkfreie, gröber glimmerige, optisch aktive Grundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 33% (26%–41%).

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel beträgt ca. 1,1 mm. Der maximale Durchmesser der Schamotte/Tonsteinklasten beträgt 0,8 mm.

Die Magerungsbestandteile weisen eine sehr schlechte bis bimodale Sortierung auf.

Als Magerungspartikel kommen vor: sehr häufig monokristalline Quarze und Muskovit, häufig Alkalifeldspäte, untergeordnet Schwermineralien und opake Substanzen, selten polykristalline Quarze, sehr selten Hornstein, serizitisierte Alkalifeldspäte, oxidierte Schichtsilikate, Pflanzenreste und Kristallinbruchstücke sowie in Spuren Plagioklas, kieselige Biogene und Siltstein/Sandsteinbröckchen.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Quarz-Feldspataggregaten.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Granat (43%), Hornblende (20%), Epidot/Klinozoisit (11%), Rutil (10%), Zirkon (6%), Staurolith (5%), Disthen (3%), Titanit (1%) sowie in Spuren Brookit/Anatas und Turmalin.

Interpretation

Lokale Herkunft des Rohstoffes ist möglich.

Petrographischer Scherbentyp F

Probe: STI 32/03

Mikroskopische Beschreibung

Die Probe zeigt im Dünnschliff eine dunkelbraune, schwach kalkhaltige, optisch aktive, glimmerige Grundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 40%.

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel beträgt ca. 2,8 mm. Der maximale Durchmesser der Schamotte/Tonsteinklasten beträgt 1,5 mm.

Die Magerungspartikel sind bimodal sortiert.

Die Magerungspartikel setzen sich wie folgt zusammen: sehr häufig Muskovit, häufig monokristalline Quarze, untergeordnet Alkalifeldspäte, Karbonate, karbonatische Biogene und opake Substanz, selten Schwermineralien, sehr selten polykristalline Quarze, Plagioklas, Siltstein/Sandsteinbröckchen und Kristallinbruchstücke sowie in Spuren Hornstein.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus ungeschieferten Polyquarz-Muskovitaggregaten. Die kalkigen Bioklasten bestehen aus Corallinaceenbruchstücken, Bryozoen und Molluskenschalenresten.

Interpretation

Das auffälligste Merkmal dieses Scherbentyps ist das häufige Auftreten von groben Corallinaceenknollen („Lithothamnien“). Als Herkunftsquelle des Rohstoffes kommt nur ein neogener Rohstoff, vermutlich des Badeniens in Frage. Die nächsten möglichen derartigen Vorkommen liegen laut Geologischen Karten (GRILL 1968, FUCHS & GRILL 1984, FUCHS 1985) im Bereich des Steinbergs oder in den Hainburger Bergen. Die Vorkommen wurden aber auf ein vergleichbares Vorhandensein von Corallinaceenknollen noch nicht überprüft.

Petrographischer Scherbentyp G

Probe: STI 41/03 (Probe eines Webgewichtes)

Mikroskopische Beschreibung

Die Probe zeigt im Dünnschliff eine gelbgraue, stark kalkhaltige, optisch aktive, glimmerige Grundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 17%.

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel beträgt ca. 0,83 mm. Der maximale Durchmesser der Schamotte/Tonsteinklasten beträgt 0,8 mm.

Die Magerungspartikel sind mäßig schlecht sortiert.

Die Magerungspartikel setzen sich wie folgt zusammen: dominierend Karbonate, sehr häufig monokristalline Quarze und Muskovit, häufig Schwermineralien, untergeordnet Alkalifeldspäte, opake Substanz und Eisenoxidkonkretionen, selten polykristalline Quarze, Hornstein und Kristallinbruchstücke sowie in Spuren Plagioklas, Biotit, karbonatische Biogene, inkohlte Pflanzenreste und Siltstein/Sandsteinbröckchen.

Die Karbonatpartikel setzen sich überwiegend aus Sparit, Mikrit und siltigem Mikrit zusammen.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Polyquarz-Muskovitaggregaten und Serizitquarzit.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Epidot/Klinozoisit (38%), Hornblende (25%), Granat (21%), Titanit (7%), Staurolith (4%), Turmalin (2%), Zirkon (1%), Rutil (1%), Disthen (1%) sowie Spuren von Chloritoid und Sillimanit.

Interpretation

Typisch ist der hohe Karbonatgehalt. Die Keramikmasse ist praktisch ungebrannt und wird bei Wasserzusatz wieder bildsam. Das Ausgangsmaterial ist vermutlich Löß bzw. Lößlehm.

Petrographischer Scherbentyp H

(aus lokalen Tonen – Ziegelwerk Stillfried / Ziegelei Theiner – nachgetöpferes Gefäß)

Labornummer STI 42/03 „S“ (senkrecht zur Gefäßwand, STI 42/03 „W“ (parallel zur Gefäßwand).

Mikroskopische Beschreibung

Die Proben zeigen im Dünnschliff eine graue, gröber glimmerige, kalkfreie bis schwach kalkhaltige, optisch aktive Grundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 21% (18%–23%).

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel ist ca. 1,2 mm.

Die Magerungsbestandteile weisen eine sehr schlechte bis bimodale Sortierung auf.

Die Magerungspartikel setzen sich wie folgt zusammen: sehr häufig Muskovit, häufig monokristalline Quarze, untergeordnet Karbonate und opake Substanz, wenig Alkalifeldspäte und Schwerminerale, selten polykristalline Quarze und Kristallinbruchstücke, sehr selten Hornstein und oxidierte Schichtsilikate sowie in Spuren Plagioklas, karbonatische Biogene, Pflanzenreste und Siltstein/Sandsteinbröckchen.

Die Karbonate bestehen vereinzelt aus gerundeten Spariten (Dolomit ?).

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Muskovit-Biotit-Opazitaggregaten, Serizitquarzit, Quarz-Epidotaggregaten und Plagioklas-Muskovitaggregaten.

Interpretation

Die nachgetöpferen Proben unterscheiden sich von den meisten antiken Proben vor allem durch das Fehlen von Tonstein/Schamotteklasten sowie durch den höheren Karbonatgehalt und die bessere Durchmischung der Keramikmasse.

Die antiken Proben wurden aus einem etwas unterschiedlich zusammengesetzten Rohstoff erzeugt, der auch anders aufbereitet wurde.

Herkunftsmäßig passt der Rohstoff der nachgemachten Probe zu einigen, auch lokal vorhandenen Rohstoffen, zum Beispiel aus dem Bereich der Ziegelei von Stillfried.

3.2 Untersuchte Rohstoffproben

3.2.1 Rohstoff aus Ziegelwerk Stillfried / Ziegelei Theiner

Die Proben wurden im Bereich der 12 m hohen, zugänglichen Abbaukante aufgesammelt (Stand November 2003, siehe Abb. 2). Es handelt sich um eine Wechsellaagerung von gelbbraunem Lehm, Feinsand und grauen dm-mächtigen Ton- und Tonmergelsteinlagen, vermutlich der bunten Serie des Pannoniens (RÖGL & SUMMESBERGER 1978).

Rohstofftyp R1

Probe: STI T1

gelblich brauner, karbonathaltiger Tonmergel aus dem untersten Bereich der zugänglichen Abbaukante.

Mikroskopische Beschreibung

Die gebrannte Probe zeigt im Dünnschliff eine glimmerige, stark kalkhaltige, optisch aktive Grundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 15%.

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel ist ca. 0,15 mm. Der maximale Durchmesser der Tonsteinklasten beträgt 0,9 mm.

Die Magerungspartikel sind gut bis mäßig sortiert.

Sie setzen sich wie folgt zusammen: sehr häufig Muskovit und Karbonate, häufig monokristalline Quarze und oxidierte Schichtsilikate, untergeordnet Schwerminerale und Eisenoxidkonkretionen, wenig Alkalifeldspäte und opake Substanz, sehr selten polykristalline Quarze sowie in Spuren Hornstein und Kristallinbruchstücke.

Die Karbonate setzen sich aus Sparit, Mikrit und siltigen Mikriten zusammen.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Granat (35%), Epidot/Klinozoisit (32%), Titanit (11%), Hornblende (7%), Zirkon (4%), Rutil (4%), Chromspinell (3%), Staurolith (2%), Brookit/Anatas (1%) und Turmalin (1%).

Rohstofftyp R2

Probe: STI T2

karbonatfreier Ton, blaugrau

Mikroskopische Beschreibung

Die Probe zeigt im Dünnschliff eine feinkörnige bis schwach glimmerige, kalkfreie, optisch aktive Grundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 8%.

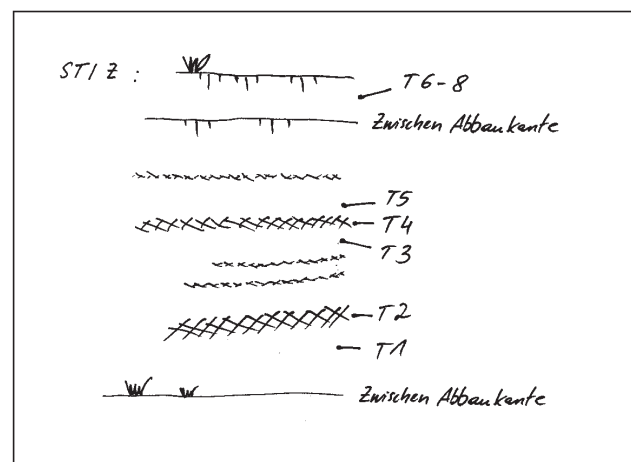


Abb. 2: Schematische Profilskizze aus der Ziegelei Theiner/ Stillfried mit den Stellen der entnommenen Rohstoffproben.

Die maximal im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel beträgt ca. 0,75 mm.

Die Magerungspartikel sind gut bis mäßig sortiert.

Die Magerungspartikel setzen sich wie folgt zusammen: sehr häufig monokristalline Quarze, häufig Muskovit, untergeordnet Alkalifeldspäte, opake Substanz und Schwermineralien, selten oxidierte Schichtsilikate, sehr selten polykristalline Quarze, Hornstein und Eisenoxidkonkretionen sowie in Spuren Karbonate und kieselige Biogene.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Serizitquarzit.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Epidot/Klinozoisit (51%), Granat (18%), Rutil (11%), Staurolith (5%), Zirkon (3%), Brookit/Anatas (3%), Hornblende (3%), Chloritoid (3%), Titanit (1%), Turmalin (1%) und Disthen (1%).

Rohstofftyp R2a

Probe: STI T4

grünlichgrauer Ton

Mikroskopische Beschreibung

Die Probe zeigt im Dünnschliff eine feinkörnige, kalkfreie, optisch aktive Grundmasse.

Der durchschnittliche Magerungsgehalt beträgt ca. 12%.

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel beträgt ca. 0,63 mm.

Die Magerungspartikel sind gut sortiert und setzen sich wie folgt zusammen: häufig monokristalline Quarze, untergeordnet Alkalifeldspäte, Muskovit und Schwermineralien, selten opake Substanz, sehr selten polykristalline Quarze und oxidierte Schichtsilikate sowie in Spuren Kristallinbruchstücke und Hornstein. Häufig sind Eisenoxidkonkretionen.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Serizitquarzit.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Epidot/Klinozoisit (44%), Granat (37%), Rutil (6%), Staurolith (4%), Titanit (3%), Zirkon (2%), Disthen (2%), Hornblende (2%) sowie in Spuren Brookit/Anatas, Turmalin und Chloritoid.

Rohstofftyp R3

Proben: STI T3, STI T5

Feinsand und siltiger Feinsand

Mikroskopische Beschreibung

Der durchschnittliche Sandanteil beträgt ca. 50% (26%–74%).

Die maximal im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel beträgt ca. 0,45 mm.

Die Sandkörner sind gut bis mäßig sortiert.

Die Körner setzen sich wie folgt zusammen: sehr häufig monokristalline Quarze, Muskovit und Karbonate, häufig oxidierte Schichtsilikate, untergeordnet Alkalifeldspäte und

Schwermineralien, wenig opake Substanzen, selten polykristalline Quarze, sehr selten Kristallinbruchstücke sowie in Spuren Hornstein, serizitisierte Alkalifeldspäte, Plagioklas und Eisenoxidkonkretionen.

Die Karbonate bestehen überwiegend aus Sparit und Mikrit.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Polyquarz-Muskovitaggregaten, Glimmerschiefer und Serizitquarzit.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Granat (45%), Epidot/Klinozoisit (30%), Hornblende (6%), Staurolith (5%), Titanit (4%), Turmalin (3%), Disthen (3%), Rutil (2%), Zirkon (1%), Brookit/Anatas (1%) sowie Spuren von Chloritoid und Sillimanit.

Rohstofftyp R4

Probe: STI T6 (Löß)

Mikroskopische Beschreibung

Der durchschnittliche „Magerungsgehalt“ beträgt ca. 44%.

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Körner beträgt ca. 0,9 mm.

Die Kornbestandteile weisen eine mäßig schlechte Sortierung auf.

Die Partikel setzen sich wie folgt zusammen: dominierend monokristalline Quarze, sehr häufig Muskovit und Karbonate, häufig oxidierte Schichtsilikate und Schwermineralien, untergeordnet Alkalifeldspäte, opake Substanzen und Eisenoxidkonkretionen, polykristalline Quarze, sehr selten Hornstein sowie in Spuren Plagioklas.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Polyquarz-Muskovitaggregaten und Serizitquarzit.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Granat (39%), Epidot/Klinozoisit (25%), Hornblende (14%), Rutil (6%), Zirkon (4%), Titanit (4%), Turmalin (3%), Staurolith (3%) sowie Spuren von Brookit/Anatas, Chloritoid und Sillimanit.

Rohstofftyp R4a Lößlehm

Probe: STI T7

Bodenhorizont über Abbaukante

Mikroskopische Beschreibung

Die gebrannte Probe zeigt im Dünnschliff eine glimmerige, optisch aktive, schwach kalkhaltige Grundmasse.

Der durchschnittliche „Magerungsgehalt“ beträgt ca. 23%.

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Magerungspartikel beträgt ca. 0,83 mm.

Die Partikel sind mäßig schlecht sortiert.

Die Magerungspartikel setzen sich wie folgt zusammen: dominierend monokristalline Quarze, häufig Alkalifeldspäte, Muskovit, Schwermineralien und Karbonate, untergeordnet polykristalline Quarze, oxidierte Schichtsilikate,

opake Substanzen und Eisenoxidkonkretionen, sehr selten Hornstein, serizitisierte Alkalifeldspäte und Plagioklas sowie in Spuren Kristallinbruchstücke.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Serizitquarzit und Glimmerschiefer.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Epidot/Klinozoisit (37%), Granat (27%), Hornblende (10%), Zirkon (9%), Rutil (8%), Titanit (3%), Brookit/Anatas (2%), Turmalin (1%), Staurolith (1%) sowie Spuren von Monazit, Disthen, Chloritoid, Sillimanit und diopsidischem Klinopyroxen.

3.2.2 Rohstoff aus Stillfried Wutzelburg

Rohstofftyp R6

Probe: STI T9 Ackerscholle

Mikroskopische Beschreibung

Der durchschnittliche natürliche „Magerungsgehalt“ beträgt ca. 34%.

Die maximale im Dünnschliff feststellbare Korngröße der Partikel beträgt ca. 0,98 mm.

Die Partikel sind sehr schlecht bis bimodal sortiert.

Sie setzen sich wie folgt zusammen: dominierend monokristalline Quarze, sehr häufig Schwerminerale, häufig Alkalifeldspäte und Muskovit, untergeordnet polykristalline Quarze, oxidierte Schichtsilikate, Karbonate und opake Substanzen, Eisenoxidkonkretionen, sehr selten Hornstein, serizitisierte Alkalifeldspäte, Plagioklas und Kristallinbruchstücke.

Die Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Polyquarz-Muskovitaggregaten und Serizitquarzit.

Das Schwermineralspektrum besteht aus Granat (36%), Epidot/Klinozoisit (21%), Hornblende (14%), Zirkon (11%), Rutil (5%), Brookit/Anatas (3%), Titanit (3%), Turmalin (3%), Staurolith (3%), Disthen (2%) sowie Spuren von Chloritoid und Chromspinell.

4. Literatur

- FUCHS, W., Geologische Karte von Hainburg an der Donau – Pressburg, 1:50.000. Wien (Geol. Bundesanstalt) 1985.
- FUCHS, W. & GRILL, R., Geologische Karte von Wien und Umgebung, 1:200.000. Wien (Geol. Bundesanstalt) 1984.
- GRILL, R., Geologische Karte des nordöstlichen Weinviertels, 1:75.000. Wien (Geol. Bundesanstalt) 1961.
- GRILL, R., Erläuterung zur Geologischen Karte des nordöstlichen Weinviertels und zu Blatt Gänserndorf. 155 S., 9 Abb., 2 Taf., 4 Tab., Wien (Geol. Bundesanstalt) 1968.
- RÖGL, F., SUMMESBERGER, H., Die geologische Lage von Stillfried an der March, Forschungen in Stillfried, Bd. 3, 1978, S. 76–86, Taf. 42–44 (Veröffentlichungen der österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Ur- und Frühgeschichte, Bd. X, 1978).
- SAUER, R., Die Anwendung der Schwermineralanalyse für die Herkunftsbestimmung von antiker Keramik anhand von Beispielen aus Carnuntum und St. Pölten. Wiener Berichte über Naturwissenschaften in der Kunst, Band 6/7/8, 1989/90/91, 121 ff.
- SCHNABL W., Geologische Karte von Niederösterreich, 1: 200.000. Legende und Erläuterungen. Geol. Bundesanstalt, 2 Farbtafeln, Wien 2002.

ERGEBNISSE DER DÜNNSCHLIFFANALYSEN

Probennummer	MATRIXEIGENSCHAFTEN										TEXTUR							ZUSAMMENSETZUNG DER MAGERUNGSPARTIKEL																						
	petrographischer Scherbenyp	sehr feinkörnig	größer glimmerig	alkalfrei	alkalhaltig	optisch aktiv	optisch inaktiv	verschlackt	reduzierend gebrannt	oxidierend gebrannt	Brenngrad unbestimmt	Brenngrad niedrig	Magerung >15µ-0,2mm	Magerung >0,2mm	Magerungsgehalt gesamt (Vol%)	maximale Korngr. in Dünnschliff (mm)	max. Korngr. der Ton/Schmotklasten (mm)	Sortierung	Monokristalliner Quarz	Polykristalliner Quarz	Hornstein	Alkalifeldspat	Alkalifeldspat serizitisiert	Plagioklas	Muskovit	Biotit	oxidierte Schichtsilikate	Karbonat	Karbonatpseudomorphosen	Foraminiferen	Karbonatische Biogene	kieselige Biogene	Pflanzenreste	Siltstein/Sandsteinbröckchen	Tonbröckchen nicht resorbiert	Kristallinbrüchstücke im Allgemeinen	Schwermineralien	Opake Substanz	verschlackte Partikel/verlast	
Stü 01/03	A	x-	x	x	x	x			x	x		16	9	24	0,95	1,13	5	a	a		d	h	b	b										f	f	g	d	c		
Stü 02/03	B	x-	x	x		x		x-	x			23	10	33	3,35		5	a	f		d	g	b	b	g	d							g	g	f	d	d			
Stü 03/03	A	x-	x	x		x		x	x			20	3	23	0,38	1,63	4-5	a	f		c	g	h	b									e	g	g	d	d			
Stü 04/03	A	x	x	x		x		x	x			15	13	28	0,38	1,63	5	b	g		d	h	b											d	g	d	c			
Stü 05/03	C	x-	x	x		x			x			10	2	12	0,40	1,30	4-5	c	g		d		c											d	g	g	f	c		
Stü 06/03	A1	x-	x	x		x		x	x			12	9	22	0,95	1,35	6	b	g		d	h	c											f	g	g	d	d		
Stü 07/03	A	x	x	x		x		x	x			23	1	24	0,65	1,03	5	a	g		c	g	b	b	d								h	g	f	g	f	d		
Stü 08/03	C1	x	x	x		x		x	x			19	7	26	0,50		4	a	g		g	c		b	b	g	e						h	g	f	g	d	d		
Stü 09/03	A1	x-	x	x		x		x	x			8	16	24	2,75	3,00	5-	b	g		h	d	h	b	b	g							e	g	e	g	f	d		
Stü 10/03	D	x-	x	x		x		x	x			18	13	32	1,00		6	a	f		g	c	h	b	b	g										g	d	d	d	
Stü 11/03	D1	x	x	x		x		x	x			17	8	25	2,18	1,00	6	b	d		d	g	a	g	a	g	d	f								d	d	c		
Stü 12/03	A1	x-	x	x		x		x-	x			13	17	29	1,25	2,00	5-	b	f		h	d	g	c									e	g	g	g	d	d		
Stü 13/03	A	x-	x	x		x		x-	x			9	6	14	0,45	2,00	5	b	g		d	g	d	d												g	f	f	d	
Stü 14/03	A1	x-	x	x		x		x	x			15	4	19	0,43	3,00	5	a	f		g	c	g	g	c	h									f	f	d	d		

Häufigkeit: a = extrem häufig, b = sehr häufig, c = häufig, d = mäßig häufig, e = wenig, f = selten, g = sehr selten, h = Spuren.
 Sortierung: 2= gut, 3=mäßig-gut, 4= mäßig-schlecht, 5 = schlecht bis sehr schlecht, 6= z.T. bimodal

Probennummer	petrographischer Scherbenyp	MATRIXEIGENSCHAFTEN											TEXTUR									ZUSAMMENSETZUNG DER MAGERUNGSPARTIKEL																											
		sehr feinkörnig	größer glimmerig	kalkfrei	kalkhaltig	optisch aktiv	optisch inaktiv	verschlackt	reduzierend gebrannt	oxidierend gebrannt	Brenngrad unbestimmt	Brenngrad niedrig	Magerung >15µ-0,2mm	Magerung >0,2mm	Magerungsgehalt gesamt (Vol%)	maximale Korngr.µm	Dünnschliff (mm)	max. Korngr. der Ton/Schamotklasten (mm)	Sortierung	Monokristalliner Quarz	Polykristalliner Quarz	Hornstein	Alkalifeldspat	Alkalifeldspat serizitisiert	Plagioklas	Muskovit	Biotit	oxidierte Schichtsilikate	Karbonat	Karbonatpseudomorphosen	Foraminiferen	Karbonatische Biogene	Kieselige Biogene	Pflanzenreste	Siltstein/Sandsteinröckchen	Tonbröckchen nicht resortiert	Kristallinbruchstücke im Allgemeinen	Schwermineralien	Opake Substanz	verschlackte Partikel/verglast									
Stü 15/03	C1		x	x	x	x	x					13	1	14	3,25	1,88		5-6	h	a	h	c	g	h	b	g	d	g	g									f	f	e	d								
Stü 16/03	A	x-		x				x	x			19		19	0,38	2,00		4-5	g	a	g	c	g	c															g	g	d	c							
Stü 17/03	C1		x		x	x		x		x		13	6	19	2,00	2,63		5	g	a	g	c	g	h	b														f	f	f	d							
Stü 18/03	C		x-	x-	x			x	x		x	8		8	1,20	2,63		5	g	d	g	e	h	c																d	g	f	c						
Stü 19/03	A	x-		x				x	x			14	3	17	0,85	2,65		5	g	b	f	g	d	g	b																	d	h	d					
Stü 20/03	A1		x	x	x			x	x			15	1	16	1,18	3,38		5	g	b	g	d	g	c																		g	d	d					
Stü 21/03	A		x	x	x			x-	x			13	18	30	0,95	2,50		5	g	b	g	d	g	c																			g	d	d				
Stü 22/03	A		x	x	x			x-	x			11	9	20	0,93	2,45		4-5	g	a	g	d	g	h	a																		g	f	d				
Stü 23/03	A		x	x	x			x	x			15	12	28	0,43	4,10		5	g	b	g	d	h	c																			g	d	d				
Stü 24/03	E		x	x-	x			x	x			19	17	36	1,10	0,83		6	b	e	g	c	g	b	b																		g	d	d				
Stü 25/03	Ah		x	x					x			13	6	19	1,05	2,00		5	b	g	g	d	g	b	b																			g	d	d			
Stü 26/03	A1		x	x	x			x	x			22		22	2,15	2,28		5	a	g	c	c	h	b	h																			h	c	d			
Stü 27/03	A1		x-	x								15	19	35	0,93	1,15		5	a	g	g	c	g	d	g	d																		g	f	d			
Stü 28/03	D1	x-		x				x	x			11	19	30	3,65	2,15		5-6	g	b	g	h	d		d	g																		g	c	f	d		
Stü 29/03	A		x-	x				x	x			16	15	31	0,78	3,38		5	a	f	g	d	g	c																				g	f	d			

Häufigkeit: a = extrem häufig, b = sehr häufig, c = häufig, d = mäßig häufig, e = wenig, f = selten, g = sehr selten, h = Spuren.

Sortierung: 2 = gut, 3=mäßig-gut, 4 = mäßig-schlecht, 5 = schlecht bis sehr schlecht, 6 = z.T. bimodal

Probennummer	petrographischer Scherbenotyp	MATRIXEIGENSCHAFTEN										TEXTUR								ZUSAMMENSETZUNG DER MAGERUNGSPARTIKEL																											
		sehr feinkörnig	gröber glimmerig	kalkfrei	kalkhältig	optisch aktiv	optisch inaktiv	verschlackt	reduzierend gebrannt	oxidierend gebrannt	Brenngrad unbestimmt	Brenngrad niedrig	Magerung > 15µ-0.2mm	Magerung > 0.2mm	Magerungsgehalt gesamt (Vol%)	maximale Korngr. im Dünnschliff (mm)	max. Korngr. der Ton/Schamotklasen (mm)	Sortierung	Monokristalliner Quarz	Polykristalliner Quarz	Hornstein	Alkalifeldspat	Alkalifeldspat serzitisiert	Plagioklas	Muskovit	Biotit	oxidierte Schichtsilikate	Karbonat	Karbonatpseudomorphosen	Foraminiferen	Karbonatische Biogene	kieselige Biogene	Pflanzenreste	Siltstein/Sandsteinbröckchen	Tonbröckchen nicht resorbiert	Kristallinbruchstücke im Allgemeinen	Schwermineralien	Opake Substanz	verschlackte Partikel/verglast								
Sti 30/03	E	x	x-	x	x	x	x	x	x	x	x	7	31	0,55			5	a	f	g	c	g		b		g					g	g	g	g	g	g	g	d	g	d	p	d					
Sti 31/03	A1	x	x	x	x-		x	x	x	x	18	7	25	0,78	2,43		5-6	a	d	h	d	g	b	b						g		g	d	g	g	g	g	g	g	d	p	d					
Sti 32/03	F	x-		x	x			x	x	x	8	32	40	2,75	1,50		6	c	g	h	d		b																								
Sti 33/03	A	x-	x	x	x			x-	x	x	14	22	36	1,775	2,875		5	a	f	g	c	g	b	b																							
STI 40 (Feuerb.)	C	x-	x	x	x			x	x	x	4	5	9	1,15	1,65		5	c	g	h	e	h	c																								
STI 41 (Webgew.)	G	x-		x	x			x	x	x	14	2	17	0,825	0,8		4	b	g	g	d	h	b																								
STI 42 „S“ (rz. Gef.)	H	x	x-	x	x			x	x	x	15	8	23	1,175			5-6	c	f	g	d		b																								
STI 42 „W“ (rz.Gef.)	H	x	x-	x	x			x	x	x	11	7	18	0,95			5-6	c	e	g	e	h	b																								
STI T1 750°C	R1	x-		x	x			x	x	x	15		15	0,15	0,875		3	c	g	h	e	h	b																								

Häufigkeit: a = extrem häufig, b = sehr häufig, c = häufig, d = mäßig häufig, e = wenig, f = selten, g = sehr selten, h = Spuren.
Sortierung: 2= gut, 3=mäßig-gut, 4= mäßig-schlecht, 5 = schlecht bis sehr schlecht, 6= z.T. bimodal

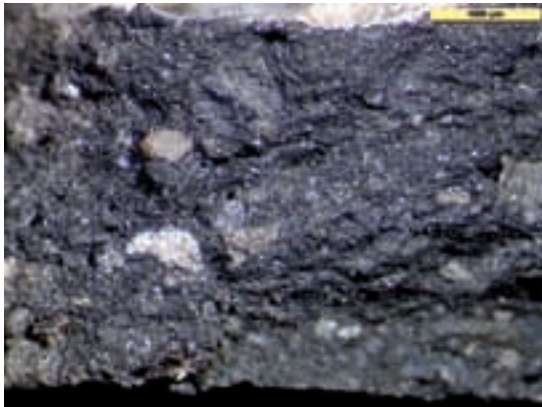
ERGEBNISSE DER SCHWERMINERALANALYSEN

Laborprobennummer	STI 01	STI 02	STI 03	STI 04	STI 05	STI 06	STI 07	STI 08	STI 09	STI 10	STI 11	STI 12	STI 13	STI 14	STI 15	STI 16	STI 17	STI 18	STI 19	STI 20	STI 21	STI 22	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Zirkon	n.a.	3,2	6,6	4,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	3,0	5,4	n.a.	4,9	6,0	n.a.	6,0	n.a.	2,5	n.a.	8,3	5,0	2,5	4,0	
Rutil	n.a.	3,2	5,3	4,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,5	4,0	n.a.	4,4	4,0	n.a.	4,0	n.a.	3,0	n.a.	5,2	4,5	3,4	1,5	
Brookit/Anatas	n.a.	1,1	0,7	0,5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	0,5	n.a.	0,5	1,0	n.a.	1,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	0,0	0,5	
Titanit	n.a.	0,5	0,7	0,5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,5	2,5	n.a.	1,0	0,5	n.a.	0,5	n.a.	2,0	n.a.	0,5	1,0	2,9	1,0	
Monazit	n.a.	0,0	0,0	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	0,0	n.a.	0,0	0,5	n.a.	0,5	n.a.	0,0	n.a.	0,5	0,0	0,0	0,0	
Turmalin	n.a.	3,2	4,6	0,5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	4,5	n.a.	0,0	2,0	n.a.	2,0	n.a.	0,5	n.a.	1,6	2,5	0,5	0,0	
Granat	n.a.	49,5	37,7	39,5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	64,9	46,0	n.a.	53,9	59,2	n.a.	59,2	n.a.	43,3	n.a.	66,1	47,0	46,6	47,3	
Staurolith	n.a.	1,1	1,3	2,8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	10,9	2,0	n.a.	7,8	8,0	n.a.	8,0	n.a.	5,9	n.a.	3,1	2,5	4,9	2,5	
Disthen	n.a.	8,4	1,3	0,5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	3,0	2,0	n.a.	3,9	0,5	n.a.	0,5	n.a.	3,4	n.a.	0,5	1,5	1,0	2,0	
Epidot/Klinozoisit	n.a.	2,1	23,2	40,5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	5,0	16,8	n.a.	13,2	6,5	n.a.	6,5	n.a.	36,0	n.a.	6,8	35,1	33,3	33,8	
Hornblende	n.a.	16,3	15,9	6,5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	9,4	15,3	n.a.	8,3	11,4	n.a.	11,4	n.a.	3,0	n.a.	6,8	0,5	4,4	5,5	
Chloritoid	n.a.	0,0	0,0	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	0,0	n.a.	0,0	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	0,0	0,0	
Andalusit	n.a.	0,5	0,0	0,5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	0,0	n.a.	0,5	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	0,0	0,0	
Chromspinell	n.a.	2,1	0,0	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,5	0,0	n.a.	0,5	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,5	0,0	0,0	0,0	
Sillimanit	n.a.	2,1	0,0	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,5	1,0	n.a.	0,5	0,5	n.a.	0,5	n.a.	0,5	n.a.	0,0	0,5	0,5	0,5	
Klinopyroxen (diopsidisch)	n.a.	4,7	0,0	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	0,0	n.a.	0,0	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	0,0	0,5	
? = nicht bestimmbar	n.a.	2,1	2,6	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	0,0	n.a.	0,5	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	0,0	1,0	
Anzahl der gezählten durch sichtigen Körner	n.a.	190	151	215	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	202	202	n.a.	204	201	n.a.	201	n.a.	203	n.a.	192	202	204	201	

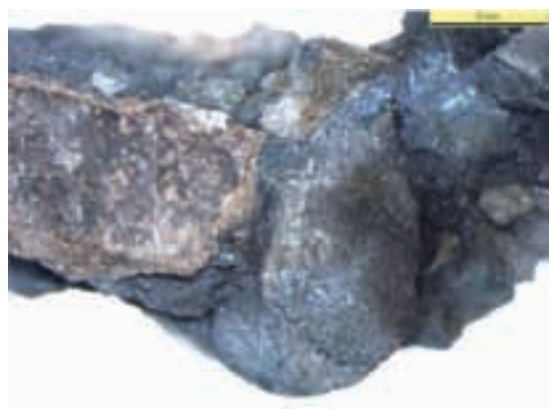
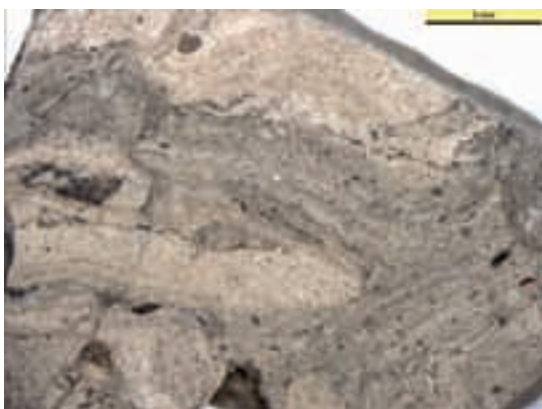
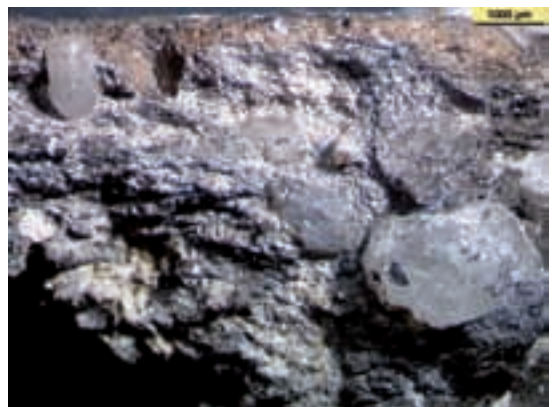
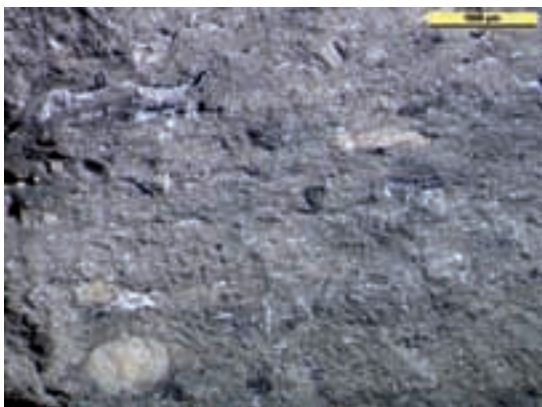
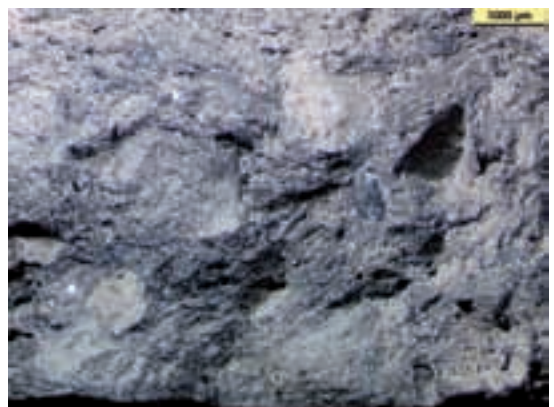
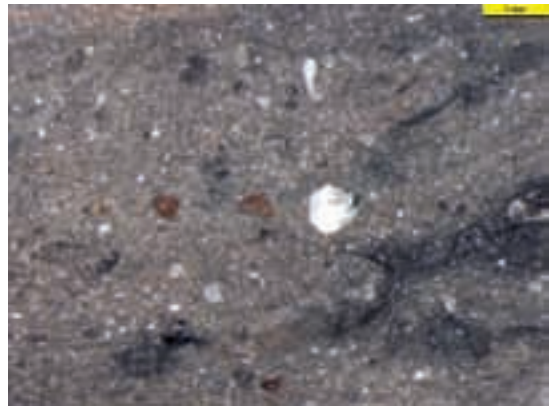
n.a.= nicht analysiert

Laborprobennummer	STI 23	STI 24	STI 25	STI 26	STI 27	STI 28	STI 29	STI 30	STI 31	STI 32	STI 33	Stü 40	Stü 41	Stü T1	Stü T2	STI T3	Stü T4	Stü T5	Stü T6	Stü T7	Stü T8	Stü T9	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Zirkon	6,8	n.a.	n.a.	n.a.	2,9	n.a.	6,4	6,4	4,0	n.a.	12,5	n.a.	1,0	3,5	3,0	1,5	2,0	0,0	4,4	8,6	1,5	10,5	
Rutil	9,6	n.a.	n.a.	n.a.	5,9	n.a.	3,4	9,9	4,5	n.a.	0,0	n.a.	1,0	3,5	10,9	2,5	5,9	2,0	5,9	8,1	3,0	5,0	
Brookit/Anatas	1,4	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	1,5	0,5	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	1,5	2,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,9	0,5	3,0	
Titanit	2,7	n.a.	n.a.	n.a.	1,0	n.a.	2,0	1,0	1,0	n.a.	3,4	n.a.	6,9	10,9	1,5	3,5	3,0	4,0	3,9	2,9	5,0	3,0	
Monazit	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	0,5	0,0	0,5	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	
Turmalin	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	2,0	0,5	4,0	n.a.	0,0	n.a.	1,5	1,5	1,5	2,0	0,5	3,0	4,4	1,4	2,0	2,5	
Granat	38,4	n.a.	n.a.	n.a.	77,6	n.a.	38,2	42,6	40,0	n.a.	45,5	n.a.	21,3	35,1	18,3	53,0	37,1	36,4	38,7	26,8	24,9	36,0	
Staurolith	5,5	n.a.	n.a.	n.a.	0,5	n.a.	3,9	5,0	0,0	n.a.	4,5	n.a.	3,5	2,0	4,5	3,5	3,5	7,1	2,9	1,0	2,5	2,5	
Disthen	6,8	n.a.	n.a.	n.a.	2,4	n.a.	5,4	3,0	10,5	n.a.	2,3	n.a.	1,0	0,0	1,5	2,0	1,5	3,0	0,0	0,5	2,5	1,5	
Epidot/Klinozoisit	26,0	n.a.	n.a.	n.a.	6,3	n.a.	7,4	10,9	14,5	n.a.	25,0	n.a.	38,1	32,2	50,5	25,2	44,1	35,4	24,5	36,8	46,3	21,0	
Hornblende	1,4	n.a.	n.a.	n.a.	2,9	n.a.	27,0	20,3	17,0	n.a.	5,7	n.a.	24,8	7,4	3,0	5,4	1,5	7,1	13,7	10,0	11,4	13,5	
Chloritoid	1,4	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,5	0,0	3,0	0,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0,0	0,5	
Andalusit	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Chromspinell	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	
Sillimanit	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	0,5	n.a.	2,5	0,0	1,0	n.a.	0,0	n.a.	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	
Klinopyroxen (diopsidisch)	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	1,5	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	
? = nicht bestimmbar	0,0	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0	1,5	n.a.	1,1	n.a.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	
Anzahl der gezählten durch sichtigen Körner	73	n.a.	n.a.	n.a.	205	n.a.	204	202	200	n.a.	88	n.a.	202	202	202	202	202	99	204	209	201	200	

n.a.= nicht analysiert



Makro-
fotos von
Scherben-
anbrüchen



Tafel 1: Makrofotos von Scherbenanbrüchen.

Scherbentyp A (STI01).

Scherbentyp C (STI05).

Scherbentyp A (STI07).

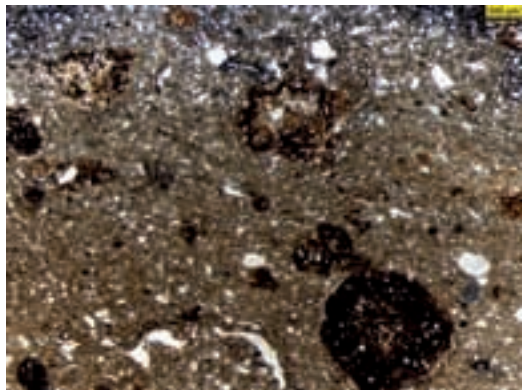
Scherbentyp D1 (STI011).

Scherbentyp A1 (STI06).

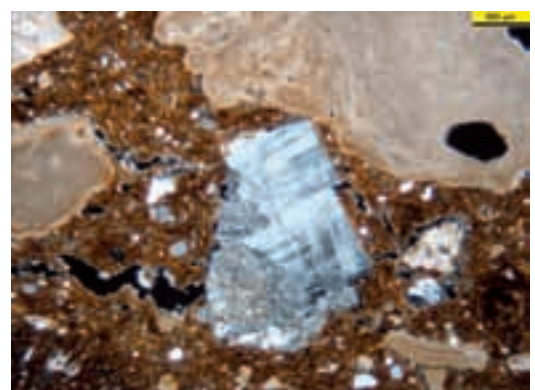
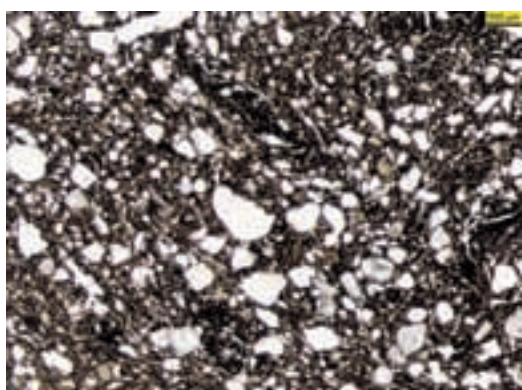
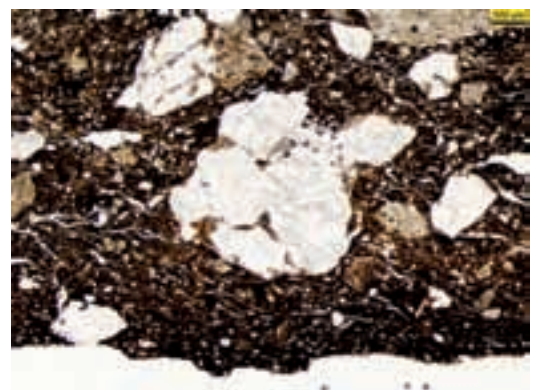
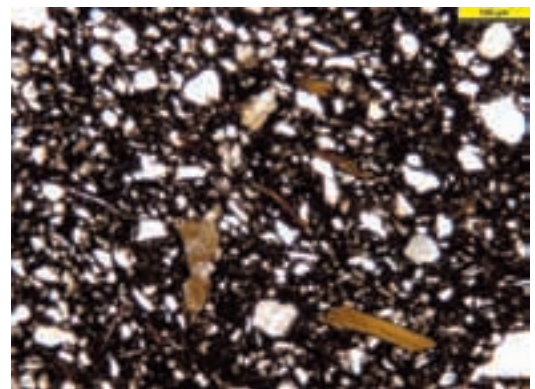
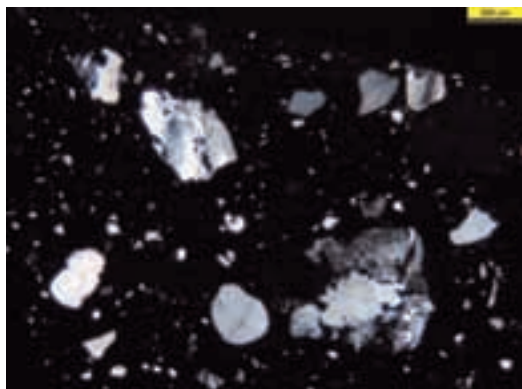
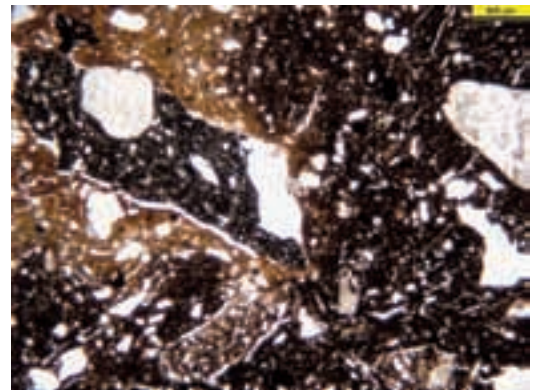
Scherbentyp G (STI041).

Scherbentyp C (STI018).

Scherbenmagerung (M11).



Dünnschliff-
übersichts-
fotos



Tafel 2: Dünnschliffübersichtsfotos.

Scherbentyp A, Eisenoxidkonkretionen (STI019).

Scherbentyp A, Schamottemagerung (STI021).

Scherbentyp A1, # Pol, gerundete Quarze (STI06).

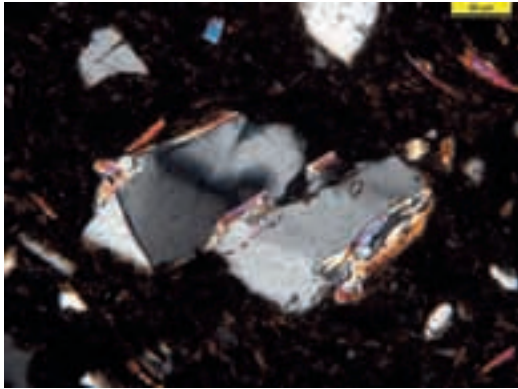
Scherbentyp B, Biotitführung (STI02).

Scherbentyp C, außen Oxidationssaum (STI05).

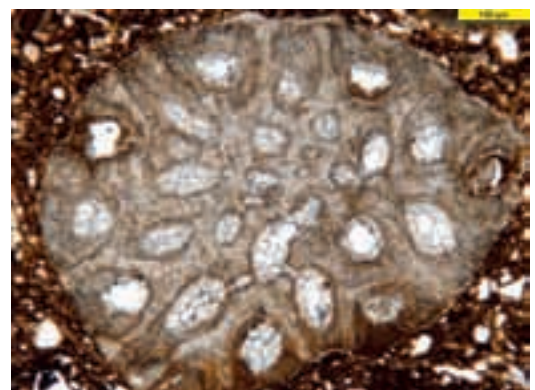
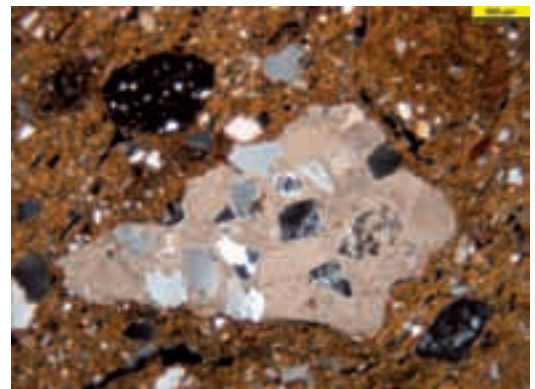
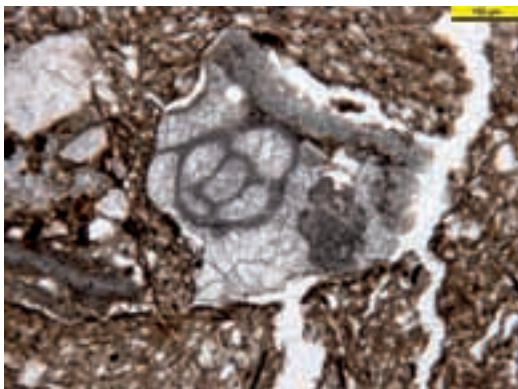
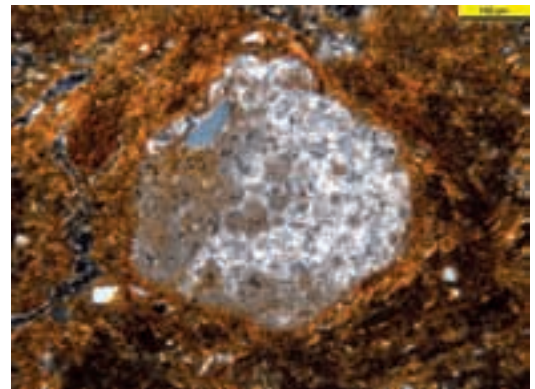
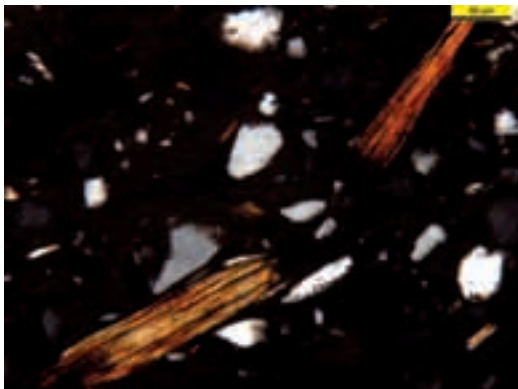
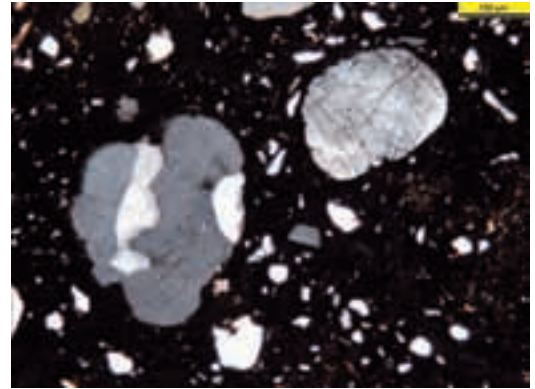
Scherbentyp D1, granitische Gesteinsbruchstücke (STI028).

Scherbentyp E (STI024).

Scherbentyp F, # Pol, Corallinaceen mit Granitbruchstück (STI032).



Typische
Magerungs-
partikel



Tafel 3: Typische Magerungspartikel.

Scherbentyp A, Pol, Quarz-Muskovit (STI021).

Scherbentyp A1, # Pol, polykristalline Quarze, gerundet (STI027).

Scherbentyp B, # Pol, braune Biotitschuppen (STI02).

Scherbentyp C, # Pol, Karbonatkorn mit Quarzeinschluss (STI040).

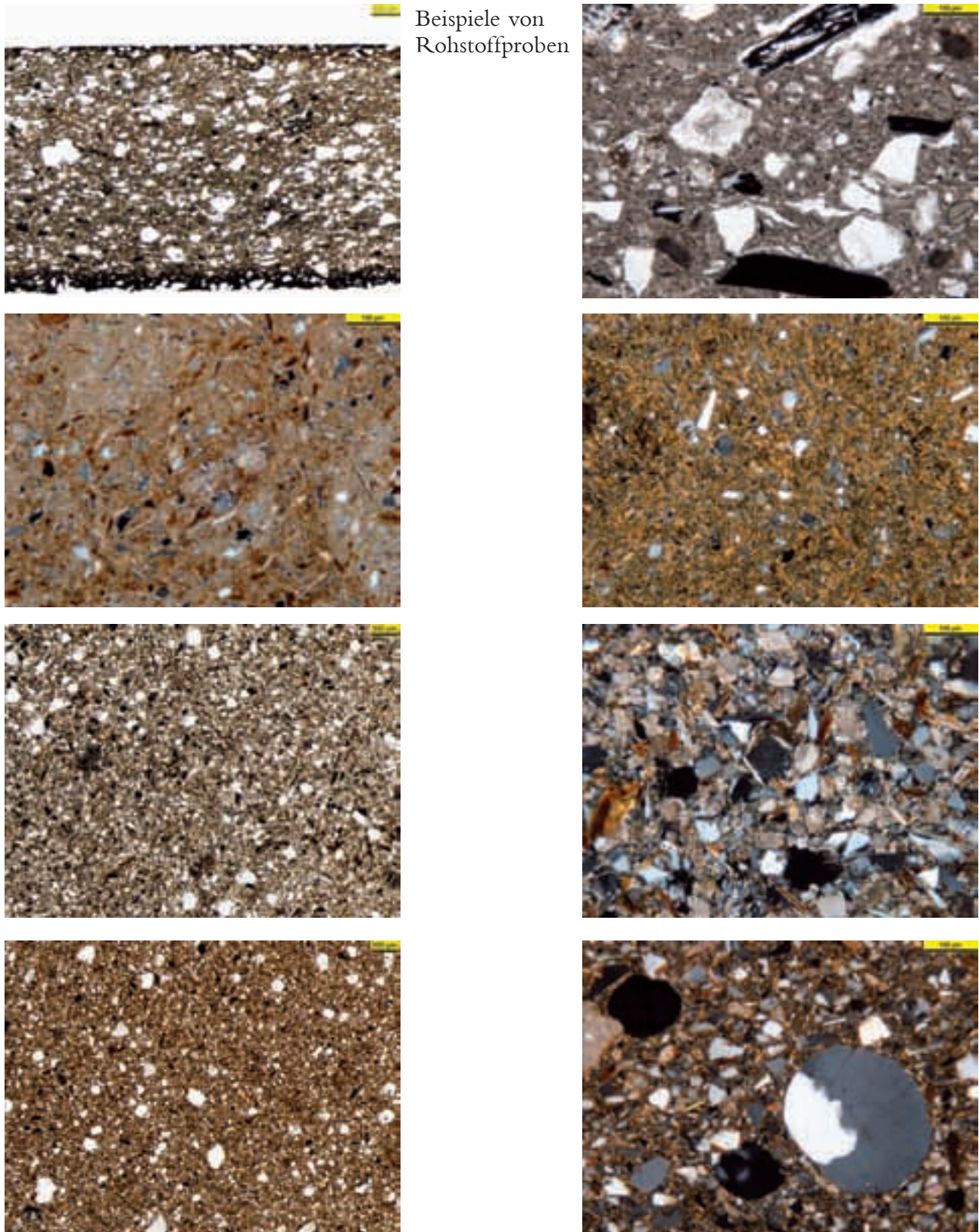
Scherbentyp C1, Kalksteinbruchstück mit Foraminifere (STI015).

Scherbentyp C1, # Pol, Kalksandsteinbruchstück (STI017).

Scherbentyp F, Corallinaceenbruchstück (Rotalge)

(STI032).

Scherbentyp F, Bryozoenbruchstück (STI032).



Tafel 4: Beispiele von Rohstoffproben.

Scherbentyp H, nachgebranntes Gefäß (STI042w).

Scherbentyp H, Detail nachgebranntes Gefäß (STI042s).

Rohstoffprobe 1, # Pol (STT1).

Rohstoffprobe 2, # Pol (STT2).

Rohstoffprobe 3 (STT5).

Rohstoffprobe 3, # Pol, Detail: Karbonate, Quarz, Muskovit (STT5).

Rohstoffprobe 6 (STT9).

Rohstoffprobe 6, # Pol, Detail: gerundete polykristalline Quarze (STT9).