

Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte	Band	Seite	Stuttgart 1995
NNU	64(1)	17–31	Konrad Theiss Verlag

Stadtarchäologie Braunschweig

Archäometrische Untersuchungen zur Definition und Abgrenzung keramischer Warengruppen

Ein Vorbericht

Von

Peter Scholz und Hartmut Rötting

Mit 3 Abbildungen, davon 1 farbig, und 7 Tabellen

Zusammenfassung:

Der Vorbericht behandelt eine archäologisch gruppierte Probenauswahl von 25 hochmittelalterlichen Problemscherben (überwiegend Wandscherben) aus dem 11. und 12. Jahrhundert, die einer archäometrischen Längsschnittuntersuchung mit 272 Belegscherben zur Braunschweiger Siedlungskeramik des 9. bis 17. Jahrhunderts angehören. Anhand naturwissenschaftlicher Untersuchungen erweisen sich die Proben als Ware von technologisch geringer Qualität, die sich i. w. in der mineralischen Magerung sowie der Korngrößenverteilung unterscheidet. Dabei wurde mikroskopisch gesteinsgrusgemagerte Keramik (Magerungstyp I) mit hauptsächlich granitischen Mineral- und Gesteinsbruchstücken kristalliner Geschiebe vereinzelt bzw. ausnahmslos in den untersuchten Warengruppen nachgewiesen, die über das 11./12. Jahrhundert hinweg eine chemisch uniforme Zusammensetzung (Gruppe 1, „fette“ Tonmatrix) zeigen. Daneben treten auch quarzsandgemagerte Scherben auf (Magerungstyp II), die sich in der Matrix zudem durch ein höheres Quarz/Ton-Verhältnis unterscheiden (Gruppe 2, „sandige“ Tonmatrix). Wie aus den chemischen Analysen ersichtlich ist, wurde zur Herstellung der Keramik beider geochemischer Gruppen ein calciumarmer, überwiegend illitischer Rohstoff verwendet. Die Abweichungen im chemischen Elementmuster werden dabei vor allem auf magerungsbedingte wie auch auf fazielle Unterschiede zurückgeführt. Aus dem in nahezu allen Proben röntgenographisch ermittelten Nachweis von Glimmer/Illit läßt sich vermuten, daß die Brenntemperaturen nicht wesentlich höher als 850–900° C gelegen haben. Dilatometrische Messungen ergaben als niedrigste Brenntemperatur ca. 730° C. Für insgesamt relativ schwach gebrannte Scherben sprechen auch die ermittelten Porositätswerte. Hinsichtlich der archäologischen Test-Gruppierungen ergeben sich Veränderungen.

1. Zur archäologischen Gruppierung

Bei der Zuordnung von Scherben aus dem keramischen Fundmaterial der vom Niedersächsischen Landesverwaltungsamt – Institut für Denkmalpflege, Außenstelle Braunschweig – 1976 bis 1992 durchgeführten Rettungs- und Plangrabungen zu den von Rötting 1985 aufgestellten Warengruppen ergibt sich für hochmittelalterliche, überwiegend lokal gefertigte Keramik bei Verwendung der aus dem optisch/haptischen Befund gewonnenen Merkmale der Magerung im Scherbenbruch zuweilen ein Klassifizierungsproblem.

Während so die Unterscheidung der „Jüngeren Granitgrusware“ (F, G) von Scherben der „Älteren Granitgrusware“ (A, B, D, E) und der „Jüngeren Grauen Irdenware“ (L) im allgemeinen keine Schwierigkeiten bereitet, ist eine Abgrenzung der „Jüngeren Granitgrusware“ von der „Älteren Grauen Irdenware“ (K) und deren Abgrenzung von der „Jüngeren Grauen Irdenware“ nach dem Scherbenbruchbefund nicht immer eindeutig möglich. Für Scherben, bei denen es nicht möglich ist, eine Entscheidung zu treffen, sind die Übergangswaren X (F, G oder K) und Y (K oder L) gebildet worden, die im Rahmen einer Versuchsanordnung mit ausgesuchten Problemscherben besetzt wurden. Bei der Bildung dieser Testgruppen bestand die Arbeitshypothese, daß bei der Übergangsware X ggf. ein Mischmagerungstyp (Gesteinsgrus + Sand) vorliegen könnte, bei der Übergangsware Y eine Sand- bzw. Korngrößen-Normänderung.

Zusammengefaßt zur „Jüngeren Granitgrusware“ sind infolge gleichartiger Ausprägung der Merkmale die uneinheitlich und hart gebrannten Scherben mit feiner bis mittlerer¹ Gesteinsgrusmagerung der Warengruppen F und G. Mit dunkelgrau bis schwarzen, im Bruch mitteldunkelgrauen Scherben (F) und einseitig (G1) sowie beidseitig (G2) hellrot bis hellrotbraun/ockerfarben überfangenen, im Kern grauen Scherben, zeigt sich neben den formalen Merkmalen die Farbe als Unterscheidungskriterium. Die Scherben der Warengruppe G2 weisen gegenüber den in langsam gedrehter Technik geformten Gefäßen der „Jüngeren (wie auch der älteren) Granitgrusware“ zusätzlich eine gezielte Brandführung und Spuren gezielter schnell-drehender Drehscheibentechnik im Hals- bzw. Randbereich auf (spezielle Formholzhandhabung).

Im Gegensatz dazu unterscheidet sich die spätere „Graue Irdenware“ neben den Formmerkmalen auch durch die Art der Magerung. Dunkelgrau bis schwarze, hart gebrannte und im Vergleich zur „Jüngeren Granitgrusware“ i. a. dünnwandigere Scherben mit mittlerer bis grober, nicht klassierter Quarzsandmagerung sind der „Älteren grauen Irdenware“ zugeordnet, sehr hart gebrannte mit mittlerer bis feiner, weitgehend klassiertem Magerungsanteil und hellgrauen, „metallischen“ Tönen der „Jüngeren Grauen Irdenware“. Gestützt wird diese Gliederung durch chrono-stratigraphische Befunde und relevante Vergesellschaftungsanteile. Die bisher nur vereinzelt in der „Jüngeren Granitgrusware“ auftretenden quarzsandgemagerten Scherben dagegen wurden, soweit erkannt, entsprechend ihrer Merkmalsausprägung dieser vor allem nach zeitlichen und typologischen Kriterien bestimmten Warengruppe zugeordnet. Mit Ausnahme von Probe 31G1² (Lampe bzw. Deckel?) handelt es sich um Gefäßfragmente von Kugeltöpfen unterschiedlicher Größe.

Zur Überprüfung der archäologisch begründeten Warengruppen und Einzelwaren und damit auch der zur Differenzierung verwendeten technologischen Merkmale wurde zunächst eine kleine Scherbenauswahl dieser Problemgruppen mittels naturwissenschaftlicher Methoden in ihrem mineralogischen und chemischen Aufbau sowie in ihrer technischen Qualität charakterisiert. Die Ergebnisse sind Teil einer noch nicht abgeschlossenen Dissertation, die in einer Längsschnittuntersuchung stadtbraunschweigische Keramikgruppen des 9. bis 17. Jahrhunderts (vgl. *Tabelle 1*) untersuchen soll³.

2. Untersuchungsbefunde

2.1 Makroskopische Merkmale

Eine in der Bestimmung hinsichtlich der Magerungsart häufig sich ergebende Unsicherheit ist vor allem auf die Korngrößenstruktur der Gesteinsgruspartikel zurückzuführen. Auf der frischen Bruchfläche von Scherben beider Warengruppen sowie der Übergangswaren sind mit bloßem Auge zwar vereinzelt grobe, überwiegend eckige Mineral- und granitartige Gesteinsfragmente aus meist klarem Quarz und hellem, teils auch rötlichem Feldspat zu erkennen. Die eckigen Kornformen des überwiegend feinen bis mittleren Magerungsanteils jedoch sind erst mit der Lupe deutlich erkennbar. Dieser hinterläßt nur auf der frischen Bruchfläche stets kantig/flächige Negativabdrücke, wogegen die Eintiefungen der quarzsandgemagerten Scherben rund bis oval sind. Selbst durch den geringen, z. T. merklich vorhandenem Sandanteil ist damit eine Zuordnung zur „Jüngeren Granitgrusware“, wie am Beispiel der Proben 84Y und 87Y, zweifelsfrei möglich. Noch deutlicher ist die Magerungsart bei vergrößerter Betrachtung an einer mittels Diamantsäge gesägten und gut angefeuchteten Schnittfläche (Kontrastwirkung!) sichtbar.

Die Bruchstruktur der insgesamt hart und damit noch als relativ schwach gebrannt zu bezeichnenden Irdenwaren ist infolge der im Bruch noch sichtbar parallel zur Wandung verlaufenden Tonminerallagen grundsätzlich als „geschichtet“ zu bezeichnen. Für Scherben mit einem relativ höheren Anteil an groben Gesteinsbruchstücken erfolgte eine zusätzliche Differenzierung in „geklüftet geschichtet“, für die erkennbar überwiegend mit feinem Quarzsand gemagerten Scherben in „glatt geschichtet“ (*Tabelle 2*).

1 Angaben zur Technologie folgen der Rahmenterminologie (ERDMANN u. a. 1984)

2 Die zugehörigen Grabungsnummern sind in *Tabelle 1* aufgeführt.

3 Die Probenauswahl mit 269 Gefäßscherben erfolgte in einer ersten Durchmusterung von rund 30 000 Objekten auf der Grundlage des stadttarchäologischen Forschungsstandes von 1986.

Tabelle 1: Probenverzeichnis, gegliedert nach archäologischer, chronologisch-funktioneller Gruppierung: d. h. Warengruppe, Scherbenart, Farbe, Form und Hauptumlaufzeit bzw. Quellentyp.

Warengruppen	Symbol	Anzahl	Probennummer	Datierung
I.1 Gesteinsgrusware				
1. Warengruppe: Ältere Granitgrusware, "Kohlmarktkeramik" («Basiskeramik»)				9./10. Jh.
1.1 Rauhe, graubräunliche Standbodenware, Steilrand	A	2	P1 - 2	
1.2 Glatte, grauhellrotbraune Ware mit Sichelrand	B	2	P3 - 4	
1.3 Graue Ware mit Sichelrand	D	10	P5 - 14	
1.4 Grau-hellrotbraune Ware, wie D	E	4	P15 - 18	
2. Warengruppe: Jüngere Granitgrusware				11./12. Jh.
2.1 Graue Ware, Kugeltöpfe mit Knickrändern	F	6	P19 - 24	
2.2 Grau-hellrotbraune Ware, wie F	G1	14	P25 - 49	
2.3 Sondergruppe: Baukeramik (Wasserröhren)	G2	11		
3. Warengruppe: Jüngste Granitgrusware	G1	3	P50 - 52	
Grau hellrotbraune Ware	N	1	P53	13. Jh.
4. Warengruppe: Kalkgrusware	C	1	P54	9. Jh.
Rotbraune Ware, Kugeltopf mit Lippenrand				
5. Übergangswarengruppe (G, F bzw. K?)	X	14	P55 - 68	11./12. Jh.
I.2 Sandgemagerte graue, gelbe und bleiglasierte				12. -17. Jh.
Irdenwaren mit Sondergruppen				
Y, P, Töpferofenkeramik				
6.1 Warengruppe: Ältere Graue Irdenware	K	13	P69 - 81	12. Jh.
6.2 Übergangswarengruppe (K bzw. L?)	Y	10	P82 - 91	12. Jh.
7. Warengruppe: Gelbe Irdenware				11. - 13. Jh.
7.1 braunrot bemalte Ware	J1	6	P92 - 97	
7.2 weiche, „kreidige“ Ware	J2	12	P98 - 109	
7.3 Harte Ware	J3	6	P110 - 115	
8. Warengruppe: Jüngere Graue Irdenware				Ende 12. - 15. Jh.
8.1 graublau, metallisch glänzend	L1	23	P116 - 138	Ende 12./13. Jh.
8.2 graue Massenware	L2	8	P139 - 146	14./15. Jh.
8.3 Sonderformen	L3	4	P147 - 150	14./15. Jh.
9. Warengruppe: Mündelkeramik (jüngere graue Irdenware)				Mitte 13. - 14. Jh.
9.1 ältere Ware, Vierpaßgefäße	P1	3	P151 - 153	
9.2 jüngere Ware, Fünfpaßgefäße	P2	4	P154 - 157	
10. Sondergruppe: Töpferofenkeramik				
10.1 Wittingen, Ldkr. Gifhorn	L	7	P158 - 164	Anfang 13. Jh.
10.2 Salzgitter-Gebhardshagen	L	7	P165 - 171	13. Jh, um 1300
10.3 Eitzum, Ldkr. Wolfenbüttel	L	2	P172 - 173	1. Hälfte 14. Jh.
11. Sondergruppe: Baukeramik	L2	29	P174 - 202	1. Hälfte 14. Jh.
12. Warengruppe: Jüngste Graue Irdenware	V			15. - 17. Jh.
		2	P203 - 204	2. H. 15. Jh.
		3	P205 - 207	16. Jh.
		2	P208 - 209	17. Jh.
13. Warengruppe: Bleiglasierte Irdenware				12. - 16. Jh.
13.1 Hochmittelalterlich	M1	2	P218 - 219	2. Hälfte 12./13. Jh.
13.2 Spätmittelalterlich	M2	4	P220 - 223	14. Jh./15. Jh.
13.3 Frühneuzeitlich	M3	3	P224 - 226	16. Jh.
13.4 Sondergruppe Baukeramik (Ofenkacheln)	M3	3	P227 - 229	16. Jh.
13.5 Frühneuzeitlich: Blautöpferei	M4	1	P230	Ende 17. Jh.
II.1 Warengruppe: Faststeinzeug				2. Hälfte 13. Jh. - um 1300
14.1 Siegburger Faststeinzeug	Q1	10	P231 - 240	
14.2 Südniedersächsisches Faststeinzeug	Q2	6	P241 - 246	
14.3 Warengruppe: Übergangsware von sehr harter Irdenware zu Faststeinzeug	Z	4	P247 - 250	13./1. Hälfte 14. Jh.
II.2 Warengruppe: Steinzeug				um 1300 - 16. Jh.
15.1 Siegburger Steinzeug	R1	11	P251 - 261	14. Jh.
		1	P262	15. Jh.
		2	P263 - 264	um 1500
15.2 Südniedersächsisches Steinzeug	R2	7	P265 - 271	14. - 16. Jh.
15.3 Steinzeug unbekannter Herkunft	R3	6	P272 - 277	14. - 16. Jh.
16. ANHANG				
Eisenzeitliche Keramik	U	3	278 - 280	6./5. Jh. v. Chr.

Tabelle 2: Probenverzeichnis, gegliedert nach Warengruppen

Scherbentyp: RS - Randscherbe, WS - Wandscherbe, BS - Bodenscherbe

Probe Nr.	Grabungsnummer	Datierung	Scherbentyp	Farbe des Scherbens im Bruch	Bruchstruktur	Oberflächenstruktur (Außen)	Abbildung
21F	85:1/10130.4	um 1100	RS	dunkelgrau-schwarz	geklüftet geschichtet	rauh	Farbtaf.: 1
23F	85:1/4711.4	2. H. 12.Jh.	RS	grau	geklüftet geschichtet	rauh	-
25G2	85:1/5094.20	12.Jh.	WS	grau/außen rotbraun gemantelt	geschichtet	rauh	-
29G1	85:1/308.2	11.Jh.	RS	grau/rotbraun gemantelt	geschichtet	rauh-körnig	Farbtaf.: 2, Rö '87, 7:1,2
31G1	85:1/10130.2	um 1100	RS	grau/hellrotbraun gemantelt	geklüftet geschichtet	rauh	Rö '85, 8:3025
34G2	77:13/385	um 1100	RS	grau/hellrotbraun gemantelt	geschichtet	rauh	Rö '85, 35:2
36G2	77:19/54	um 1100	WS	hellgrau/außen hellrotbraun gemantelt	geschichtet	rauh	-
44G1	85:1/5668.1	12.Jh.	WS	grau/hellrotbraun gemantelt	geklüftet geschichtet	rauh	-
48G2	81:17/442	um 1100	RS	grau/innen ockerfarben, außen hellrotbraun gemantelt	geschichtet	rauh-körnig	Farbtaf.: 3, Rö '85, 35:3
56X	83:14/4	Mitte 12.Jh.	RS	grau-schwarz	geschichtet	glatt-rauh	Rö'85, 83:1
57X	85:1/5630.33	1. H. 12.Jh.	RS	grau/hellrotbraun gemantelt	geschichtet	rauh-körnig	Farbtaf.: 4
58X	85:1/5763	12.Jh.	WS	grau (vgl. 59X, ggf. gleiches Gefäß)	geschichtet	rauh	-
59X	85:1/5436.22	12.Jh.	WS	grau	geschichtet	rauh	-
63X	85:1/5334.40	1. H. 12.Jh.	WS	dunkelgrau-schwarz	geschichtet	rauh	-
70K	79:5/904	12.Jh.	RS	grau-dunkelgrau	geschichtet	rauh	Farbtaf.: 5
71K	85:1/4727.2	2. H. 12.Jh.	BS	grau-dunkelgrau	geschichtet	rauh	-
72K	79:8/67.1	Mitte 13.Jh.	RS	grau-dunkelgrau	glatt geschichtet	rauh	Rö '85, 1:7
77K	85:1/833.1	um 1200	WS	grau-dunkelgrau	geschichtet	rauh	-
79K	85:1/5426.57	12.Jh.	WS	grau	glatt geschichtet	rauh	-
80K	85:1/5368.17	12.Jh.	WS	grau	geschichtet	rauh	-
82Y	85:1/1094.9	um 1100	WS	graubraun/rotbraun gemantelt	glatt geschichtet	glatt-rauh	-
83Y	85:1/5484.9	12. Jh.	WS	grau	glatt geschichtet	glatt-rauh	Farbtaf.: 6
84Y	85:1/5334.18	12.Jh.	WS	hellgrau	geschichtet	glatt-rauh	Farbtaf.: 7
87Y	85:1/5345.71	12.Jh.	WS	grau	geklüftet geschichtet	glatt-rauh	-
88Y	79:5/823	2. H. 12.Jh.	WS	grau	glatt geschichtet	glatt-rauh	-

Farbtaf. \triangleq Abb. 1

Die aufgrund der Machart die Oberfläche mehr oder weniger durchstoßenden Magerungskörner lassen die Oberflächenstruktur der Scherben optisch und haptisch überwiegend als „rauh“ erscheinen. Unabhängig von der Magerungsart und Scherbenfarbe zeigen dabei Scherben mit größerem Korn eine eher rauhe bis körnige Oberfläche, während durch eine sorgfältigere Oberflächenbehandlung selbst die grusgemagerten Proben 84Y und 87Y ebenso eine glatte bis rauhe Struktur aufweisen wie die etwa zeitgleichen Proben 82Y und 83Y mit Quarzsandmagerung.

2.2 Mikroskopische Beschreibung

Grusmagerung

Das Schliffbild grusgemageter Scherben (Magerungstyp I) wird beherrscht durch eckige/scharfkantige, teilweise auch angerundete Mineral- und Gesteinsfragmente überwiegend saurer magmatischer und metamorpher, häufig kataklastisch überprägter Gesteine, i.w. von Granit, Granodiorit, Granitgneis und Pegmatit.

Den größten Teil der Magerung nehmen demnach die Einzelminerale Quarz, Kalifeldspat (Orthoklas, Mikroklin, teilweise schwach perthitisch entmischt), Plagioklas (Albit-Oligoklas) und deren Verwachsungen ein (vgl. Tabelle 3). Dabei herrscht Quarz stets vor, während unter den Feldspäten Kalifeldspat anteilmäßig meist überwiegt. Biotit tritt untergeordnet vor allem als Bestandteil der granitischen Gesteine und Granitgneis auf, als Einzelmineral dagegen in auffallend geringer Menge. Hinzu treten bisweilen

Tabelle 4: Porositätsdaten

PROBE	MAGE- RUNGS- TYP	Wasseraufnahme unbe- handelt	W Gew.-% bei 700°C geglüht	R Roh- dichte g/cm ³	D Dichte g/cm ³	offene Porosität P _o Vol.-%		P _t Gesamt- porosität Vol.-%	R/D
						unbe- handelt	bei 700°C geglüht		
23F	I	14.62	14.88	1.91	n.b.	27.9	28.1	n.b.	-
31G1	I	14.12	18.14	1.84	n.b.	26.0	33.4	n.b.	-
36G2	I	14.68	15.58	1.87	2.630	26.1	29.1	28.9	0.71
44G1	I	10.44	10.24	1.97	2.592	20.6	20.2	24.0	0.76
58X	I	14.33	14.86	1.89	n.b.	27.1	27.9	n.b.	-
59X	I	15.03	15.45	1.87	2.608	28.1	28.7	28.3	0.72
63X	I	13.53	14.92	1.90	2.578	24.6	27.9	26.3	0.72
80K	I	13.68	15.17	1.92	2.590	26.3	28.5	25.9	0.74
84Y	I	12.21	17.56	1.94	2.545	23.2	31.8	23.8	0.76
87Y	I	17.37	n.b.	1.63	2.538	30.5	n.b.	35.8	0.64
56X	II	10.12	14.70	1.98	2.530	20.0	27.9	21.7	0.78
57X	II	13.60	13.49	1.92	2.608	26.1	25.7	26.4	0.74
70K	II	10.99	14.34	1.96	2.552	21.5	27.4	23.2	0.77
72K	II	10.38	n.b.	1.90	n.b.	19.7	n.b.	n.b.	-
77K	II	11.56	12.47	1.94	n.b.	22.4	24.2	n.b.	-
79K	II/I	13.02	14.56	1.94	n.b.	25.3	27.4	n.b.	-
82Y	II	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	-
83Y	II	15.30	15.82	1.89	n.b.	28.9	29.6	n.b.	-
88Y	II/I	13.63	13.45	1.92	2.610	26.0	26.3	26.4	0.74

n.b. = nicht bestimmt

dungsmerkmal zu der größtenteils nur mit groben Gesteinsbruchstücken gemagerten „Älteren Granitgrusware“ („Basiskeramik“) des 9./10. Jahrhunderts (vgl. *Tabelle 1*).

Grobe Gesteinsbruchstücke mit einer maximalen Korngröße von 4,3 mm (Probe 80K) sind in den Warengruppen F und G mit recht unterschiedlichem, meist aber geringerem Anteil an der Magerung beteiligt, wobei eine Beziehung zwischen maximaler Korngröße und Wandstärke (0,6 cm in 80K) nicht zu erkennen ist. Eine deutliche textuelle Regelung sowie eine weitgehend gleichmäßige Verteilung der Magerungspartikel ist von den insgesamt 9 untersuchten Wandscherben nur bei den Proben 36G2, 58X, 59X⁴, 63X und 84Y festzustellen.

Die Scherbenstruktur ist insgesamt geprägt durch große, je nach Anteil grober Gesteinsbruchstücke und der Fertigungs- und Scherbenart mehr oder weniger texturparallele Risse und längsorientierte Poren. Vor allem die groben Magerungspartikel sind dabei z. T. unvollständig in die Matrix eingebunden. Die Magerungswerte streuen relativ gering und liegen, quantifiziert anhand von Schätzbildern (Flügel 1978)⁵, im Mittel bei ca. 23 Vol.-% (*Tabelle 3*); lediglich die Scherben 84Y und 87Y sind mit 17 Vol.-% etwas geringer gemagert.

Untereinander betrachtet zeigen sich auffällige Unterschiede vor allem zu den Proben 36G2 und 71K, bedingt durch einen höheren Anteil der Fein- bzw. Mittelsandfraktion von jeweils 7 Vol.-%. Zudem wirkt Scherbe 36G2 durch Grusfragmente mit überwiegend mittlerer Korngröße (0,8 bis 1,2 mm) klassiert. Zum Teil auftretende Unterschiede in der Magerungs- bzw. Gefügedichte dagegen sind, bei vergleichbaren Magerungsanteilen, vor allem auf die unterschiedliche Scherbendicke bei ungleichartigen Scherbentypen (RS, WS) zurückzuführen, wie sich am Beispiel der Proben 31G1 (0,9–1,1 cm) und 63X (0,6 cm) zeigt.

4 Die archäologische Vermutung, wonach die beiden Scherben 58X und 59X möglicherweise aus demselben Gefäß stammen, läßt sich bereits mikroskopisch bestätigen.

5 Der Magerungsanteil wurde für jede Korngrößenfraktion entsprechend DIN 4022 geschätzt (Näherungswerte) und aufsummiert als effektive Magerung (MAGGETTI 1985).

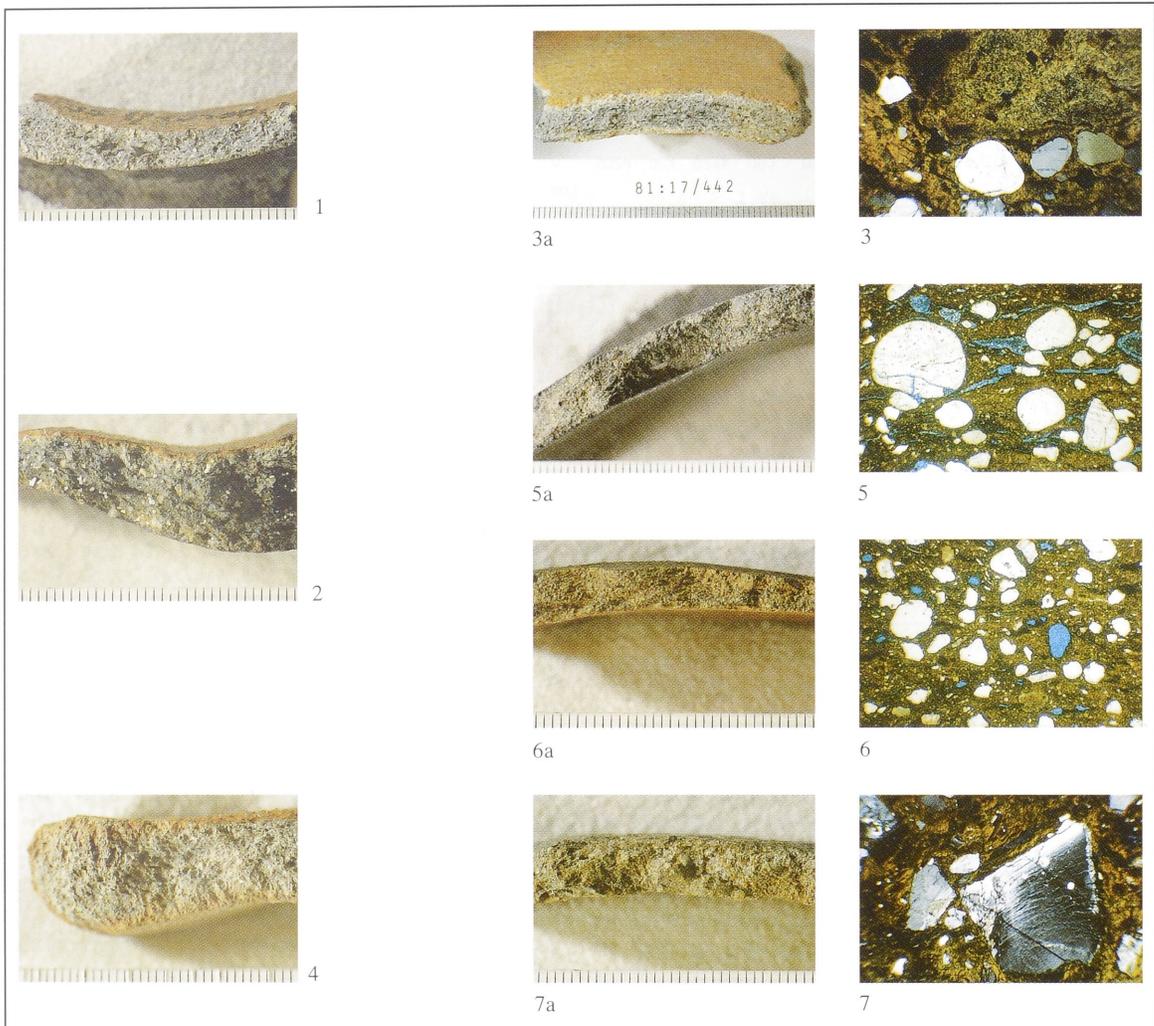


Abb. 1 Scherbenbruch zu 21F(1), 29G1(2), 57X(4)
sowie Scherbenbruch und Dünnschliff zu 48G2(3), 70K(5), 83Y(6), 84Y(7).
Blau: angefärbtes Epoxydharz. Dünnschliffaufnahme bei ungekreuzten Nicols.
Maßstab: Scherbenbruch im Ausschnitt, Teilstrecke in mm; Dünnschliff: 1 cm = 0,25 mm.

Von Bedeutung hinsichtlich der Frage, ob es sich bei den Gesteinsbruchstücken um eine rohstoffeigene oder künstlich zugeführte Magerung handelt, ist die gleichfalls in „fetter“ Matrix auftretende Quarzsandmagerung der Proben 34G2 und 48G2 (vgl. 2.5), wobei letztere zudem eine partiell unvollständige Durchmischung aufweist (Abb. 1,3). Während von OKRUSCH et al. (1986) für die Herstellung der in Mineralbestand und Kornform vergleichbaren granitgrusgemagerten Keramik des Gräberfeldes Schortens/Ldkr. Friesland die Verwendung des örtlich verbreiteten drenthezeitliches Geschiebelehms (mit serialer Verteilungsstruktur der Gruspartikel) wahrscheinlich gemacht wurde, ist – insgesamt betrachtet – für die Braunschweiger „Granitgruswaren“ eine künstliche Magerung aus überwiegend zerkleinertem Material pleistozäner kristalliner Geschiebe anzunehmen.⁶

⁶ Gestützt wird diese Annahme dadurch, daß die Mehrzahl der untersuchten „Basiskeramik“-Scherben eine „sandige“ Tonmatrix aufweist, die in ihrer Eigenschaft und chemischen Zusammensetzung noch mit quarzsandgemagerten Scherben des 14./15. Jahrhunderts weitgehend übereinstimmt.

Tabelle 5

RFA - Konzentrationswerte der untersuchten Proben (unnormiert). Angaben bezogen auf geglühte Substanz.
 $\text{SiO}_2 - \text{P}_2\text{O}_5$ in Gew.-%, V - Ce in ppm.

GRUPPE 1																						
	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	V	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	Ce	GV	Summe
	Gew.-%																					
	ppm																					
21F	65.7	.71	21.1	5.08	.036	1.25	1.23	1.11	3.42	.60	115.	100.	48.	97.	153.	149.	27.	147.	516.	80.	2.58	100.22
23F	62.5	.80	23.0	5.62	.057	1.47	1.41	1.08	3.88	.53	128.	105.	53.	109.	169.	191.	32.	157.	467.	94.	.70	100.33
25G2	63.7	.78	22.3	4.83	.047	1.23	1.35	1.29	3.68	.87	124.	103.	48.	112.	159.	160.	32.	193.	540.	100.	2.81	100.04
29G1	62.1	.85	24.1	5.55	.043	1.50	0.88	0.88	3.59	.77	144.	117.	49.	119.	163.	147.	36.	174.	473.	103.	1.90	100.29
31G1	61.4	.80	22.9	5.64	.049	1.28	1.54	0.88	3.65	.33	128.	112.	53.	148.	156.	194.	31.	168.	467.	106.	5.01	99.45
34G2	68.5	.73	19.9	5.29	.036	1.45	.77	.37	2.75	.34	129.	105.	61.	106.	128.	141.	28.	127.	436.	76.	.45	100.10
36G2	65.2	.76	20.7	5.03	.043	1.31	1.38	0.90	3.49	1.00	118.	97.	48.	120.	154.	188.	31.	174.	513.	91.	1.66	99.80
44G1	61.1	.75	22.6	5.38	.058	1.20	1.76	1.28	3.77	2.19	115.	107.	54.	120.	167.	264.	28.	148.	612.	95.	3.37	100.07
48G2	68.1	.75	20.1	4.95	.032	1.22	.97	.28	2.73	1.44	127.	111.	44.	99.	124.	142.	24.	135.	603.	80.	2.64	100.54
58X	65.1	.80	21.8	5.31	.047	1.48	1.36	1.11	3.25	.44	122.	109.	59.	118.	152.	150.	27.	162.	506.	81.	.60	100.74
59X	63.8	.77	22.1	5.32	.048	1.43	1.63	1.09	3.21	.50	121.	114.	51.	103.	149.	144.	29.	168.	535.	78.	1.47	99.84
63X	65.2	.77	22.1	4.61	.034	1.22	1.18	0.82	3.50	.54	129.	107.	52.	114.	151.	138.	29.	170.	638.	92.	1.96	99.98
71K	66.1	.69	20.6	4.77	.045	1.24	1.25	1.02	3.34	.58	120.	100.	44.	108.	160.	161.	29.	150.	461.	75.	2.44	99.67
80K	61.2	.80	22.7	5.79	.059	1.31	1.74	1.12	3.53	1.46	128.	105.	50.	107.	155.	219.	33.	171.	647.	87.	2.60	99.66
84Y	62.8	.78	23.1	4.74	.042	1.27	1.55	1.25	3.62	.70	125.	108.	58.	124.	164.	168.	34.	168.	591.	89.	4.18	99.84
87Y	62.1	.84	23.6	4.84	.039	1.58	1.35	1.12	4.14	.46	131.	107.	48.	126.	193.	166.	30.	172.	572.	91.	.95	100.14
GRUPPE 2																						
	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	V	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	Ce	GV	Summe
	Gew.-%																					
	ppm																					
56X	76.8	.64	13.5	3.34	.012	0.94	1.56	.40	2.38	.25	118.	72.	45.	58.	110.	108.	19.	166.	298.	47.	5.66	99.87
57X	75.2	.63	14.2	3.86	.039	1.14	1.39	.56	2.55	.23	124.	73.	55.	73.	121.	190.	19.	165.	348.	65.	.65	99.81
70K	76.3	.63	14.2	3.72	.029	1.14	.83	.49	2.57	.11	125.	73.	60.	67.	120.	87.	22.	173.	407.	62.	3.13	100.02
72K	71.1	.81	18.0	5.01	.015	0.96	.45	.37	2.77	.69	157.	95.	44.	80.	126.	79.	22.	224.	437.	79.	4.45	100.12
77K	73.8	.62	14.3	4.17	.022	1.15	1.39	.43	2.50	1.51	119.	75.	58.	103.	115.	148.	20.	139.	373.	49.	4.36	99.96
79K	70.8	.77	17.6	4.51	.020	1.18	.93	.84	3.11	.30	153.	89.	63.	87.	146.	137.	26.	213.	416.	87.	2.68	100.09
82Y	76.4	.65	14.5	4.41	.038	0.82	.40	.25	2.19	.18	123.	79.	36.	61.	113.	89.	19.	182.	320.	55.	.57	99.78
83Y	73.2	.74	16.0	4.02	.022	0.96	1.01	.33	2.60	.70	140.	90.	60.	100.	132.	105.	24.	188.	377.	86.	2.86	99.54
88Y	69.3	.83	19.0	4.94	.026	1.12	.84	.98	3.22	.18	155.	112.	71.	119.	150.	127.	30.	228.	463.	101.	1.11	100.36

Sandmagerung

Die Tonmatrix der mit feldspathaltigem Quarzsand (Magerungstyp II) gemagerten Scherben zeichnet sich, bis auf die Proben 34G2 und 48G2, vor allem durch einen vergleichsweise höheren Gehalt an Grobschluff (2–5 Vol.-%, „sandig“)⁷, geringfügig auch Feinglimmer aus. Hinsichtlich Korngrößenverteilung, Rundungsgrad und Materialzusammensetzung zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede.

Kennzeichnend für die hellrot/rot gemantelten wie auch die im Bruch grau-schwarzen Scherben 34G2, 48G2⁸, 57X, 70K (Abb. 1, 5) und 77K ist ein mittel- bis grobkörniger, mäßig sortierter Sand mit gerundeten bis gut gerundeten Körnern aus vorherrschend monokristallinem Quarz. Nicht selten finden sich gerundete Fragmente (Geröllchen) kristalliner Gesteine, i.w. Quarz-Aggregate und Quarz-Feldspatverwachsungen, vereinzelt auch von Sedimentgesteinen (fein- bis mittelkörniger, teils quarzitischer gebundener Sandstein, Siltstein, Chert, selten Kalkstein) und saurem Vulkanit. Scherbe 79K enthält ein Diabasbruchstück. Der Grobsandgehalt fällt mit vorwiegend 5 bis 10 Vol.-% im Vergleich zu den übrigen Scherben deutlich höher aus und erreicht in Probe 56X 20 Vol.-%. Die Magerungskorngrößen liegen überwie-

7 Eine für die regionale Keramik aus der mikroskopischen Beobachtung abgeleitete Untergliederung.

8 Identisch zu Probe 81:17/483 (35G2), die mikroskopisch bereits von M. OKRUSCH untersucht wurde (in: RÖTTING 1985, 69). Beide Proben stammen archäologischen Angaben zufolge aus einem Gefäß.

Tabelle 6: Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichungen absolut (s) und relativ (s%) der nach ihrem chemischen Elementmuster klassifizierten Gruppen, nicht korrigiert auf Verdünnung.

	GRUPPE 1 n = 16 *)			GRUPPE 2 n = 9		
	\bar{x}	s	s%	\bar{x}	s	s%
Gew.-%						
SiO ₂	64.0	2.37	3.7	73.6	2.80	3.8
TiO ₂	0.77	0.04	5.7	0.70	0.09	12.7
Al ₂ O ₃	22.0	1.30	5.9	15.6	2.06	13.2
Fe ₂ O ₃	5.16	0.38	7.3	4.19	0.60	14.2
MnO	0.04	0.01	20.5	0.02	0.01	48.0
MgO	1.33	0.13	9.5	1.04	0.14	13.5
CaO	1.30	0.35	26.5	0.89	0.55	61.6
Na ₂ O	0.91	0.49	53.9	0.47	0.26	54.7
K ₂ O	3.45	0.40	11.7	2.64	0.34	13.0
P ₂ O ₅	0.75	0.52	68.7	0.33	0.43	130.7
ppm						
V	125	7	5.7	134	17	12.7
Cr	107	6	5.1	83	14	16.4
Ni	51	5	10.0	54	13	23.8
Zn	114	13	11.0	81	23	28.2
Rb	155	17	10.8	125	15	11.6
Sr	167	33	19.9	115	31	33.1
Y	30	3	10.6	22	4	17.4
Zr	161	18	11.2	184	33	17.7
Ba	532	77	4.4	379	59	15.6
Ce	88	10	11.5	68	21	31.3

*) mit Probe 34G2 und 48G2

gend bei Werten zwischen 0,3 und 1,5 mm und betragen maximal 2,8 mm (57X). Dabei weisen die gemantelten Scherbenproben, gleichfalls wie diejenigen vom Magerungstyp I, eine vergleichsweise größere Scherbendicke auf⁹.

Ein in den Proben 79K und 88Y mit max. 7 Vol.-% gering vorhandener „Grusanteil“ ist aufgrund der überwiegend angerundeten Kornform der Gesteinsbruchstückchen (Geröllchen) nicht im Sinne einer intentionell produzierten, archäologisch in Warengruppe X vermuteten „Mischmagerung“ zu deuten, sondern als natürlicher Bestandteil kompositionell unreifer, vermutlich pleistozäner Sande. Diese sind im norddeutschen Raum weit verbreitet und konnten als Magerungsmittel auch in Fundkeramik der Grabung Hannover-Bohlendamm nachgewiesen werden (SCHOLZ 1994).

Im Unterschied dazu zeigen sich bei den Proben 82Y und 83Y (Abb. 1, 7) durch die vorrangig mittelsandige Kornfraktion Anzeichen einer Klassierung, besonders deutlich bei der in die Mitte des 13. Jahrhunderts zu datierenden Probe 72K mit einer maximalen Korngröße von 0,7 mm. Der Feldspatanteil sowie der Rundungsgrad der Magerungskörner fallen hier geringer aus. Gegenüber den gröber gemagerten Scherben liegt der mittlere Magerungsgehalt von 26 Vol.-% um etwa 5 Vol.-% niedriger. Eine mikroskopische Unterscheidung von geochemisch weitgehend übereinstimmenden Scherben der (hier nicht untersuchten) Warengruppe L („Jüngere Graue Irdenware“) ist kaum möglich.

Die akzessorisch auftretenden Minerale stimmen in beiden Magerungstypen weitgehend überein. Vor allem in Scherben mit „sandiger“ Matrix finden sich zudem hin und wieder verkieselte Foraminiferen. Es handelt sich dabei meist um biserialen, überwiegend nicht agglutinierte Formen der Superfamilie *Bolivina*, die nach heutiger Klassifikation erst ab der Oberkreide auftreten¹⁰, selten um agglutinierte, textularide Foraminiferen.

⁹ Gilt sowohl für Rand- als auch für (die hier nicht untersuchten) Wandscherben.

¹⁰ mündl. Mitteilung Prof. J. GANDL, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Würzburg.

2.3 Röntgenographische Untersuchungen und Brenntemperaturbestimmungen

Wie bei kalkarmer, hart gebrannter Keramik zu erwarten ist, zeigen die Diffraktogramme meist nur die Reflexe der Minerale Quarz, Feldspat und Glimmer, der nach mikroskopischem Befund geringfügig als Komponente der Tonmatrix wie auch der Magerung vorhanden ist. Glimmer und Illit konnten aufgrund der meist nur geringen Intensitäten der Basisreflexe daher nicht unterschieden werden. Die sekundär überfeuerte Probe 34G2 zeigt erwartungsgemäß keine Glimmer/Illit-Reflexe.

Im Gegensatz zur kalkreichen Keramik finden im Temperaturbereich von etwa 600 bis 1000 °C sowohl im reduzierenden als auch oxidierenden Brand nur wenige Phasenumwandlungen statt, aus denen sich Rückschlüsse auf die erreichten Brenntemperaturen ziehen lassen. Aussagekräftig ist lediglich der (hier fehlende) Nachweis von Kaolinit im Temperaturbereich < 600 °C sowie der Illit-Zerfall, der bei vorherrschend illitischem Tonmineraltyp bereits ab 850 °C einsetzt, womit eine Lücke bei ca. 600–850/950 °C besteht (Salmang und Scholze 1983; Noll 1992). Erst die (in Abhängigkeit vom Tonmineraltyp) oberhalb 950–1050 °C eintretende mineralische Neubildung von Mullit und Cristobalit stellt eine markante Temperaturmarke dar. Beim Illit ist der (110)-Reflex bei $d = 4.48$, der nach Noll (1992) bis etwa 900–950 °C nicht wesentlich geschwächt wird, z. T. nur sehr schwach ausgebildet (Proben 21F, 23F, 36G2, 44G1 57X, 59X, 71K, 82Y) und fehlt in den Proben 44G1, 58X sowie 87Y ganz, ebenso wie der (040)-Peak bei $d = 5.02$. Dies deutet im Vergleich zu den übrigen Proben auf relativ höhere Brenntemperaturen hin¹¹, die jedoch 850–900 °C wohl kaum wesentlich überschritten haben. Dafür sprechen einerseits die nach Grim (1968) erst ab ca. 850 °C nachzuweisenden, gering vorhandenen Spinellphasen Magnetit (59X, 82Y, 87Y) und Hercynit (82-, 83- und 87Y), letzterer abgeleitet aus der Erhöhung der Quarzinterferenz bei $d = 2.45$ (Maggetti 1982), sowie eine in Probe 21F und 44G1 nachgewiesene cordieritähnliche Phase (μ -Cordierit) bei $d = 3.44$, die nach Schwarz (1988) im Temperaturbereich von 800–900 °C beim reduzierenden Brand eines kalkarmen illitischen Tones auftritt und ab 950 °C nicht mehr nachweisbar ist. Der Glühverlust liegt hier zudem bei relativ niedrigen Werten und erreicht in Probe 82Y nur 0.57 Gew.-% (Tabelle 4).

Höhere Glühverluste mit maximal 5.66 Gew.-% in Probe 56X dagegen weisen auf relativ niedrigere Brenntemperaturen (BT) hin, die anhand dilatometrischer Messungen¹² im einzelnen bei folgenden Werten liegen:

Probe	56X	70K	80Y	84Y
BT	810 °C	730 °C	730 °C	760 °C
T _{Eq}	810 °C	740 °C	740 °C	780 °C

Die danach ermittelten Brenntemperaturen, bei denen bis auf Probe 56X kaum eine Versinterung stattgefunden hat, stimmen mit den nach der Meßmethode von ROBERTS (1963) und TITE (1969) bestimmten, maximal um 20 °C höher liegenden Äquivalenztemperaturwerten T_{Eq} gut überein¹³. Sämtliche durch die Dilatometeraufnahme oxidierend nachgebrannten Proben zeigen eine rotbraune/hellrotbraune Brennfarbe.

11 ggf. auch auf Texturreffekte zurückzuführen.

12 Durchgeführt am Institut für Werkstoffwissenschaften III (Glas und Keramik) in Erlangen unter Verwendung eines Horizontal-Dilatometers (Eigenkonstruktion). Mittels Diamantsäge aus den Scherbenproben herausgesägte Stäbchen (5 × 5 × 40–50 mm) werden in Luftatmosphäre erhitzt.

Gemessen werden Dehnungen und Schwindungen in Abhängigkeit von der Temperatur, ausgehend von der Überlegung, daß die beim Brennen ablaufenden Prozesse irreversibel sind. Beim erneuten Aufheizen eines Scherbens über die ursprüngliche, maximal erreichte Brenntemperatur hinaus setzen die im Originalbrand unterbrochenen Volumensänderungen rasch wieder ein und ermöglichen durch Anlegen einer Tangente im Übergangsbereich Aufheizkurve/ursprüngliche Brennkurve eine ungefähre Bestimmung der Brenntemperatur.

13 Für Scherben, bei denen im Originalbrand die Versinterungstemperatur erreicht und überschritten wurde, gilt $T_{Eq} = (T_E - T_s) + T_s$. Dabei entspricht T_s der im Nachbrand ermittelten 1. Sintertemperatur, T_E der bei einer Brennzeit von einer Stunde um 50 °C höher als T_s liegenden neuen, simulierten Brenntemperatur und T_s der nach Abkühlung um 300 °C und erneutem Aufheizen ermittelten 2. Sintertemperatur (vgl. HEIMANN 1978/79, S. 92).

Tabelle 7

Magerungsart	Farbe im Bruch:	grau - hellgrau	grau - hellrotbraun	hellrotbraun gemantelt	geochemische Gruppe
GRUS		21F	36G2	29G1	Gruppe 1
		23F	25G2	31G1	
		58X		44G1	
		59X			
		63X			
		71K			
		80K			
		84K			
SAND		56X		34G2	Gruppe 2
		70K		48G2	
		72K			
		77K			
		79K		57X	
		82Y			
		83Y			
		88Y			

2.4 Porositäts-Untersuchungen

Der Wechsel von dem für die Magerung bei lokaler/regionaler Keramikproduktion bis ins 12. Jh. bevorzugten Gesteinsgrus zum Quarzsand stellt, ebenso wie eine intentionelle Brandführung, im archäologischen Sinn bereits einen technologischen Fortschritt dar. Aus der mikroskopischen Beobachtung zeigt sich jedoch, daß Scherben derselben Brandart hinsichtlich Magerungsart und Korngrößenverteilung unterschiedlich gemagert wurden. Damit erhebt sich die Frage, inwieweit sich die Keramik der untersuchten Warengruppen durch Verarbeitung und Brandführung, die vor allem in der Porosität ihren Ausdruck findet, in ihrer technologischen Qualität unterscheidet. Die zur Ermittlung der Porositätsdaten durchgeführten Untersuchungen umfassen vor allem die Bestimmung der prozentualen Wasseraufnahme W^{14} und der Rohdichte R^{15} des Scherbens, woraus sich durch Multiplikation der beiden Werte die offene Porosität P_o (Vol.-%) errechnen läßt. Für die zur Berechnung der Gesamtporosität $P_t = (D - R)/D \cdot 100$ (Vol.-%) benötigte Dichte D^{16} reichte das Probenmaterial zur Bestimmung im Gas-Pyknometer infolge zu geringer Scherbengröße leider häufig nicht aus. Die Ergebnisse der porosimetrischen Untersuchungen sind in *Tabelle 4* zusammengefaßt.

Hieraus zeigt sich, daß die Porositätsdaten in Bezug auf Magerungsart und Scherbenfarbe keine wesentlichen Unterschiede zeigen, wobei allerdings die Anzahl von Daten gemantelter Scherben für einen statistischen Vergleich zu gering ist. Mit einer prozentualen Wasseraufnahme zwischen 10.1 und 17.4 Vol.-% (bei einem Mittelwert von 13.4 Vol.-%), die sich beim Nachbrennen bei 700°C durch herausgebrannte Verunreinigungen nur geringfügig erhöht, sowie einer Gesamtporosität mit Werten zwischen 21.7 und

14 Die Wasseraufnahme (in Gew.-%) durch den Scherben ist ein Maß dafür, wieviel Prozent des Scherbens aus Poren bestehen, die mit der Scherbenoberfläche in Verbindung stehen. Bestimmung in Anlehnung an die DIN 51 056; Zur Methodik vgl. FITZ 1984.

15 Dichte (in g/cm³) des Scherbens einschließlich des Porenraumes, bestimmt mit der hydrostatischen Waage. Zur Methodik vgl. DIN 51 065, 1964; PRE-EMPFEHLUNGEN, 1976.

16 Dichte (in g/cm³) ohne Berücksichtigung des Porenraumes. Die Bestimmung der Dichtewerte erfolgte an einem vollautomatischen Gas-Pyknometer (AccuPyc 1330) der Firma Micromeritics in Neuss. Die Genauigkeit der Meßwerte ist dabei < 0.03 % der Anzeige plus 0.03 % des Volumens der Probenkammer (10 ml).

35.8 Vol.-%, entspricht die untersuchte hochmittelalterliche Keramik den zu dieser Zeit gebräuchlichen Irdewaren geringer Qualität (HANGST 1984), zudem ersichtlich an dem relativ geringen Verdichtungsgrad R/D von 0,64–0,78.

2.5 Chemische Untersuchung

Wie aus den in *Tabelle 5* einzeln aufgeführten Analysen¹⁷ ersichtlich ist, sind die untersuchten Scherben der kalkarmen Keramik zuzuordnen. Hohe K₂O-, MgO-, Fe₂O₃- und Rb-Gehalte bei entsprechend niedrigen TiO₂-Gehalten sowie der röntgenographische Nachweis von Illit deuten auf die Verwendung eines vorwiegend illitischen Rohtoffes, wobei die höheren Fe₂O₃- und MgO-Gehalte der Gruppe 1 auch auf den höheren Magerungsanteil an Biotit und/oder Hornblende zurückzuführen sind.

Vergleicht man die Mittelwerte¹⁸ beider Gruppen (*Tabelle 6*), ist der Einfluß der qualitativ wie auch quantitativ unterschiedlichen Magerung auf die Elementverhältnisse deutlich zu erkennen. Innerhalb der Standardabweichungen zeigen sich signifikante Unterschiede im wesentlichen nur für diejenigen Elemente, die an die jeweilige Magerungsart gebunden sind.

Demnach unterscheidet sich Gruppe 1 im Vergleich zur quarzsandgemagerten Gruppe 2 durch höhere Al₂O₃-, K₂O-, Na₂O-, Rb-, Sr- und Bariumwerte, vor allem bedingt durch den höheren Anteil an Feldspat und Glimmer.

Umgekehrt bewirkt die Quarzsandmagerung signifikant höhere SiO₂- und entsprechend niedrigere Al₂O₃-Werte – zudem verstärkt in Gruppe 2 aufgrund des höheren Quarz/Ton-Verhältnisses, mikroskopisch erkennbar am höheren Schluffgehalt im Ton. Dieser Magerungs- und Verdünnungseffekt kommt zum einen im Variationsdiagramm SiO₂/Al₂O₃ (*Abb. 2*) der gut miteinander korrelierten Oxide ($r = -0.98$) klar zum Ausdruck. Zum anderen zeigt sich dieser Effekt deutlich im Variationsdiagramm Rb/K₂O (*Abb. 3*). Die Elemente Kalium und Rubidium unterscheiden sich in beiden Gruppen zwar in den Absolutgehalten, weisen aber dasselbe K/Rb-Verhältnis auf. Die innerhalb der Standardabweichung (1s) auftretenden geringen Unterschiede der übrigen Haupt- und Spurenelemente sind neben den oben beschriebenen Einflüssen vermutlich auf fazielle und/oder lokale Unterschiede im selben Rohstoff zurückzuführen.

Bemerkenswert ist, daß die Scherben der Gruppe 1 – entgegen der formalen Unterschiede – über das 11. und 12. Jahrhundert hinweg eine chemisch völlig homogene Gruppe bilden. Zudem findet in der statistischen Zuordnung der Proben 48G2 und 34G2¹⁹ hierzu die sich auf mikroskopischer Beobachtung gründende Vermutung, daß derselbe Rohstoff mit unterschiedlichen Magerungsmitteln künstlich gemagert wurde, eine zusätzliche Bestätigung.

Bei der Betrachtung des in *Tabelle 3* dargestellten Vergleichs von Magerungsart²⁰, Scherbenfarbe und chemischen Elementmuster zeigt sich, daß eine Korrelation zwischen diesen Merkmalen nicht zu erkennen ist.

17 Die Durchführung der chemischen Analysen erfolgte mit Hilfe eines wellenlängendispersiven, automatischen Röntgenfluoreszenzspektrometers (Philips PW1400) am Institut für Anorganische und Analytische Chemie der Freien Universität Berlin, Arbeitsgruppe Archäometrie. Angaben zum Präparationsverfahren und zur Meßstatistik siehe SCHNEIDER (1987).

18 Die Gruppierung erfolgte analog der mit Hilfe des multivariaten statistischen Elementmustersvergleichs gewonnenen Klassifizierung (H. MOMMSEN, Programm SEARCH) des vollständigen Datensatzes. Bei der Berechnung des zur Gruppensuche eingesetzten Similaritätsmaßes (reduziertes Chi²) werden sowohl die lediglich auf Verdünnung beruhenden Unterschiede im Elementgehalt als auch die statistischen Meßfehler der Analysendaten berücksichtigt (MOMMSEN 1988).

19 Probe P34G2 ist aufgrund des geringen Zr-Gehaltes der Gruppe 1 im chemischen Elementmuster ähnlich, jedoch statistisch nicht zugeordnet.

20 Bei Probe 34G2 ist die hellrotbraune Mantelung durch die sekundäre Überfeuerung verursacht worden.

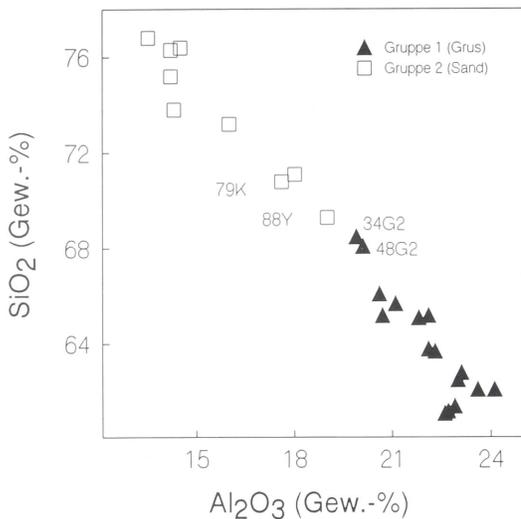


Abb. 2 Variationsdiagramm $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$. Die Scherben 34G2 und 48G2 der Gruppe 1 (fetter Ton) liegen infolge der Quarzsandmagerung im Übergangsbereich zur Gruppe 2.

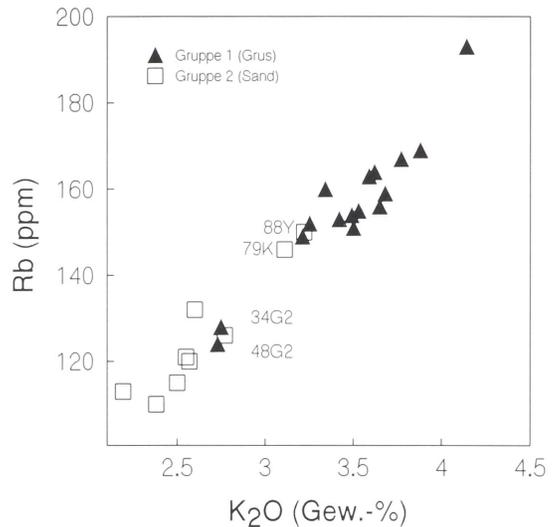


Abb. 3 Variationsdiagramm $\text{Rb}/\text{K}_2\text{O}$. Der geringe Grusgehalt der Scherben 79K und 88Y in Gruppe 2 verschiebt diese zu etwas höheren Kalium- und Rubidium-Werten.

3. Zu archäometrischer und archäologischer Gruppierung

Der Vorbericht behandelt eine archäologisch gruppierte Probenauswahl von 25 hochmittelalterlichen Problem-Scherben (überwiegend Wandscherben), die anteilig einer archäometrischen Längsschnittuntersuchung mit 272 Belegscherben zur Braunschweiger Siedlungskeramik des 9. bis 17. Jahrhunderts angehören. Im Hinblick auf die hier vorgegebenen Fragestellungen (vgl. unter 1.) ergeben sich kurz zusammengefaßt nachfolgende Antworten:

1. Auch im Dünnschliffbild grusgemagerter Scherben (Magerungstyp I) unterscheidet sich die Jüngere (F, G) von der Älteren (A, B, D, E) Granitgrusware deutlich infolge einer größeren Variationsbreite in der Korngröße, d. h. vor allem im höheren Anteil splittriger Gruspartikel im Fein- bis Mittelsandbereich. Wie erste Untersuchungsergebnisse zeigen, stimmen beide Warengruppen mit den mikroskopischen und geochemischen Merkmalen eisenzeitlicher Keramik (U) weitgehend überein. „Drehscheibenware“ des ausgehenden 11. Jahrhunderts kann jedoch auch bereits sandgemagert sein. Die in die Y-Testgruppe eingeordneten hellgrau/grauen Wandscherben 84Y und 87Y erweisen sich archäometrisch hingegen als granitgrusgemagert, d. h. zugehörig der Warengruppe G2 (vgl. unter 3.4 und Tabelle 7).
2. Die mit einem ersten Probenmaterial ausgestaltete Testserie zur archäometrischen Überprüfung einer sog. Übergangware X mit ggf. gemischter Grus- und Sandmagerung erwies sich als nicht stichhaltig. Zwar konnte unter den Proben der intentionell sandgemagerten Keramik 79K und 88Y ein geringer Grusanteil bestimmt werden, aber der Nachweis hat als natürlicher Bestandteil „kompositionell unreifer Sande“ zu gelten.
3. Für die archäologische Gruppierung in Ältere (K) oder Jüngere (L) Graue Irdenware war auch die unterschiedliche Korngrößenstruktur der Sandmagerung von ausschlaggebender Bedeutung, die sich freilich im Scherbenbruch nicht immer sicher bestimmen ließ. So können nur die Wandscherben 82Y und 83Y (Abb. 1.6) – repräsentativ für eine erheblich größere Keramikmenge – aufgrund ihrer vor-

rangig mittelsandigen Kornfraktion der jüngeren Grauen Irdenware (L) zugeordnet werden. Andererseits sind die Proben 34G2, 48G2 und 57X (*Abb. 1,4*) mit einem deutlich höheren, z. T. überwiegenden Grobsandgehalt und hellrot/rotbraun gemanteltem, im Bruch grau-schwarzen Scherbentyp einer neu zu definierenden „Älteren hellrot-grauen sandgemagerten Irdenware“ zuzuweisen. Im Verlauf der Turnierstraßengrabung in den Jahren nach Arbeitsschluß der Probenaufnahme 1987 konnte bereits im weiteren Keramikmaterial eine entsprechende Warengruppe H ausgegliedert werden.

4. Fehlbesetzungen sind bei einer Serie mit Problemscherben zu erwarten (*vgl. Tabelle 3 u. 7*; es gehören also zur Warengruppe F zusätzlich 58X, 59X, 63X, 71K, 80K, 84K, 87K, zusätzlich zu K: 56X, zusätzlich zu L: 72K, 82Y, 83Y und 88Y und zu H: 34G2, 48G2, 57X). Im Rahmen der fachübergreifenden Gesamtvorlage des keramischen Materials wird eine ausführliche Diskussion – auch zu den Fragen der Herkunft der Waren(gruppen) – zu führen sein. Grundsätzliche Erörterungen zu archäologisch und/oder archäometrisch begründeter Gruppierung sind auszuschließen, deren Definition im Hinblick auf eine sich fortschreitend spezialisierende, funktionell gebundene keramische Formgebung seit dem ausgehenden 12. Jahrhundert an Differenzierung gewinnen muß.

LITERATUR:

- DIN 51 056, 1956: *Prüfung keramischer Roh- und Werkstoffe. Bestimmung des offenen Porenraumes*. 1956.
 DIN 51 065, 1964: *Prüfung keramischer Roh- und Werkstoffe. Bestimmung der Rohdichte an Formlingen und Bruchstücken*. 1964.
 ERDMANN, W., KÜHN, H. J., LÜDTKE, H., RING, E., WESSEL, W. 1984: *Rahmenterminologie zur mittelalterlichen Keramik in Norddeutschland*. – Archäologisches Korrespondenzblatt 14, 1984, 417–436.
 FITZ, S. 1984: *Steinzeug vom Tell Huera: Das früheste Beispiel für die Herstellung dichtgebrannter Keramik*. – Zeitschrift für Assyriologie und vorderasiatische Archäologie 74, 1984, 123–132.
 FLÜGEL, E., 1978: *Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken*. – Berlin-Heidelberg-New York 1978.
 GRIM, R. E. 1968: *Clay mineralogy*. – New York, 2e ed. 1968.
 HANGST, K., STRUNK-LICHTENBERG, G. 1984: *Scherben und Glasur Lübecker Funde und Vergleichsstücke*. – Die Töpferei des 13. Jahrhunderts am Koberg zu Lübeck – Untersuchungen von Rohstoff, Scherben und Glasur. Lübecker Schriften zur Archäologie und Kulturgeschichte 8, 1984, 169–172.
 HEIMANN, R. B. 1978/79: *Mineralogische Vorgänge beim Brennen von Keramik und Archäothermometrie*. – Acta Praehistorica et Archaeologica 9/10, 1978/79, 79–102.
 MAGGETTI, M., GALETTI, G. 1982: *Die Referenzgruppe(n) Lousanna – mineralogische und chemische Untersuchungen der Produktion der Töpferwerkstätten Berna*. – Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 65, 1982, 109–132.
 NUNGÄSSER, W., MAGGETTI, M., STÖCKLI, W. E. 1985: *Neolithische Keramik von Twann – Mineralogische und Petrographische Untersuchungen*. – Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 68, 1985, 7–39.
 MOMMSEN, H., KREUSER, A., WEBER, J. 1988: *A Method for Grouping Pottery by Chemical Composition*. – Archaeometry 30, 1988, 47 – 57.
 NOLL, W. 1991: *Alte Keramiken und ihre Pigmente*. – Stuttgart 1991.
 OKRUSCH, M., WILKE-SCHIEGRIES, R., RÖTTING, H. 1986: *Archäometrie früh- und hochmittelalterlicher Keramik des Gräberfeldes Schortens, Ldkr. Friesland*. – Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 55, 1986, 145–189.
 PRE-EMPFEHLUNGEN, 1966 (Überarbeitung 1976): *Bestimmung der Rohdichte, der offenen Porosität und der Gesamtporosität an dichten geformten feuerfesten Erzeugnissen*. – PRE/r9 78, S. 1.
 ROBERTS, J. P. 1963: *Determination of the firing temperature of ancient ceramics by measurement of thermal expansion*. – Archaeometry 6, 1963, 21–25.
 RÖTTING, H. 1985: *Zum Arbeitsstand stadtarchäologischer Denkmalpflege in Braunschweig*. – H. Rötting, Stadtarchäologie in Braunschweig. Ein fachübergreifender Arbeitsbericht zu den Grabungen 1976–1984. Hameln 1985.
 RÖTTING, H. 1987: *Die Grabung an der Turnierstraße in Braunschweig-Altstadt, I. Vorbericht*. – Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 56, 1987, 197–214.

- RÖTTING, H. 1991: *Archäologische Siedlungsbefunde zu den Vor- und Frühformen von Braunschweig*. – Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 11, 1991, 100–104.
- RÖTTING, H. 1993: *Alltagssachen, Alltagsleben – ausgegraben*. – Wege in die Romanik I. Hannover 1993, 43–50.
- SALMANG, H. und SCHOLZE, H. 1983: *Keramik Teil I. Allgemeine Grundlagen und wichtige Eigenschaften*. – Berlin-Heidelberg-New York 1983.
- SCHNEIDER, G. 1987: *Chemische Zusammensetzung römischer Keramik im Rhein-Main-Gebiet*. – Schriften des Frankfurter Museums für Vor- und Frühgeschichte 10. Bonn 1987, 303–327.
- SCHOLZ, P. 1994: *Petrographische Untersuchung an Keramik aus Hannover*. – Atzbach, R., Die mittelalterlichen Funde und Befunde der Grabung Hannover-Bohlendamm. Unveröff. Magisterarbeit der Universität Bamberg, Lehrstuhl für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit, 1994, 94–97.
- SCHWARZ, H.-J. 1988: *Chemische und mineralogische Untersuchungen an Keramik und miozänen Tonen aus dem Kröning (Niederbayern)*. – Dissertation Universität München 1988.
- TITE, M. S. 1969: *Determination of the firing temperatures of ancient ceramics by measurement of thermal expansion*. – Nature 222, 1969, 81.

Abbildungsnachweis

Archäologische Farbaufnahmen der Scherbenproben Doris Fraatz und Wolfgang Hau, Niedersächsisches Landesverwaltungsamt – Institut für Denkmalpflege –, Projektgruppe Stadtarchäologie Braunschweig, Wolfenbüttel. Dünnschliffaufnahmen Hans Peter Kelber, Mineralogisches Institut der Universität Würzburg.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. M. Okrusch danken wir für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Herrn Prof. Dr. H. Mommsen (Institut f. Kernphysik, Bonn) danken wir besonders für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der gesamten Röntgenfluoreszenz-Analysendaten. Weiter sind wir Herrn Diplom-Physiker A. Waschek (Fa. Micromeritics) für die Benutzung des Gas-Pyknometers zu Dank verpflichtet. Die Untersuchungen wurden gefördert mit Forschungsmitteln des Landes Niedersachsen.

Anschriften der Verfasser:

Dipl. Geol. Peter Scholz
 Mineralogisches Institut
 Am Hubland
 D-97074 Würzburg

Prof. Hartmut Rötting M.A.
 Niedersächsisches Landesverwaltungsamt
 – Institut für Denkmalpflege –
 Projekt Stadtarchäologie Braunschweig
 Kanzleistraße 5
 D-38300 Wolfenbüttel