

**Archäometrische Untersuchungen an Keramik
des 9. - 17. Jahrhunderts der Stadtgrabung Braunschweig**

Dissertation zur Erlangung des naturwissenschaftlichen Doktorgrades
der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Peter Scholz

aus Stuttgart

Würzburg 2002

*En essayant continuellement, on finit par réussir.
Donc: Plus ça rate, plus on a de chance que ça marche.*

Jacques Rouxel, Les Shadoks

Nur durch fortwährendes Versuchen wird man am Ende erfolgreich sein.
Oder anders ausgedrückt:
Je öfter eine Sache schiefeht, desto größer ist die Chance, daß sie schließlich gelingt.

Sic scientia!

1.	Einführung	1
2.	Zur siedlungshistorischen Entwicklung Braunschweigs	2
3.	Archäologische Funde und Befunde	3
3.1	Keramisches Fundmaterial und Quellenlage	3
3.1.1	Zur Probenauswahl.....	5
3.1.2	Zur archäologischen Gliederung	6
3.2	Beschreibung der Warengruppen und Einzelwaren.....	8
3.2.1	Ur- und frühgeschichtliche sowie hochmittelalterliche, uneinheitlich gebrannte Irdenware	8
3.2.1.1	Ältere Granitgrusware (A, B, D, E) und Kalkgrusware (C).....	9
3.2.1.2	Jüngere Granitgrusware (F, G).....	10
3.2.2	Hoch- und spätmittelalterliche, reduzierend gebrannte Irdenware.....	13
3.2.2.1	Ältere graue Irdenware (K)	13
3.2.2.2	Jüngere und jüngste Graue Irdenware (L, V) und Mündelkeramik (P) einschließlich der Sondergruppen Töpferofen- und Baukeramik	14
3.2.3	Gelbe Irdenware (J)	19
3.2.4	Bleigliasierte Irdenware (M)	20
3.2.5	Faststeinzeug und Steinzeug.....	23
3.2.5.1	Faststeinzeug (Q).....	24
3.2.5.2	Steinzeug (R)	24
4.	Geologischer Rahmen	27
4.1	Harzvorland und norddeutsche Tiefebene	27
	Stadtgebiet Braunschweig	28
	Geologie der Töpfereien und Fundstellen.....	30
	Rohstoffsituation.....	31
4.2	Nördliches Leinebergland	32
	Raum Duingen, Coppengrave	32
4.3	Südöstliche Niederrheinische Bucht (Siegburg)	34
5.	Mineralogisch-petrographische Untersuchung	35
5.1	Keramik niedersächsischer Herkunft	35
	Allgemeiner Überblick.....	36
	Matrix.....	38
	Tongerölle	38
	Mikrofossilien.....	39

5.1.1	Mineralische Magerung.....	39
5.1.1.1	Gesteinsgrus-Magerung.....	39
5.1.1.11	Granitgrus-Magerung.....	39
	Mineral- und Gesteinsbestand	39
	Strukturelle und textuelle Merkmale	44
	Magerungscharakter.....	47
5.1.1.12	Kalkgrus-Magerung.....	48
5.1.1.2	Sand-Magerung	49
5.1.1.2.1	Quartäre Sande	49
5.1.1.2.11	Unklassierte Magerung.....	50
5.1.1.2.12	Klassierte Magerung.....	52
	Braunschweig, südliches bzw. mittleres Niedersachsen.....	52
	Salzgitter-Gebhardshagen (Töpferofen, Abwurfgrube, Altstadtfund)	53
	Randform und Herkunftsfrage	56
	Wittingen.....	56
5.1.1.2.2	Tertiäre Sande.....	57
	Eitzum	57
	Süd-niedersachsen (Raum Duingen/Coppengrave).....	57
5.2	Rheinische Importe (Siegburg).....	60
6.	Elementanalytische Untersuchungen an Braunschweiger	
	Keramikfunden	62
6.1	Röntgenfluoreszenzanalyse	63
6.1.1	Multivariate statistische Auswertung.....	64
	Braunschweiger Keramik.....	67
	Keramik der Töpfereien.....	68
	Keramikimporte aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen.....	71
	Keramikimporte aus dem Rheinland (Siegburg).....	73
	Nicht gruppierte Keramik.....	73
	Statistische Kriterien und diskriminierende Elemente bei der	
	Gruppentrennung.....	76
6.1.2	Variationsdiagramme	79
	Braunschweiger Keramik und die Keramik der regionalen Töpfereien	80
	Keramikimporte aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen	
	und dem Rheinland (Siegburg)	81
6.1.3	Ternäre Diagramme.....	85
6.2	Neutronenaktivierungsanalyse (NAA)	85
	Südliches bzw. mittleres Niedersachsen.....	85
	Rheinland (Siegburg)	86
6.3	Vergleich zwischen NAA und RFA.....	89

7.	Phasenanalytik durch Röntgenbeugung	93
7.1	Phasenbestand.....	95
	Braunschweiger Keramik und die Keramik der regionalen Töpfereien	95
	Keramikimporte aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen	
	und dem Rheinland (Siegburg)	100
	Exkurs zur Abgrenzung Faststeinzeug/Steinzeug.....	101
7.2	Abschätzung der Brenntemperatur	102
8.	Porositäts-Untersuchungen.....	106
	Braunschweiger Keramik und die Keramik der regionalen Töpfereien	106
	Keramikimporte aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen	
	und dem Rheinland (Siegburg)	107
9.	Zusammenfassung	110
10.	Literaturverzeichnis.....	113
	ANHANG	
I	Fundortverzeichnis	123
II	Probenverzeichnis.....	124
III	Ergebnisse der Dünnschliffuntersuchungen.....	132
IV	Mikrosondenanalysen von Plagioklasen.....	138
V	Mikrosondenanalyse von Cordierit	139
VI	Mikrosondenanalysen von Hercynit.....	139
VII	Mikrosondenanalysen von a) Ortho- und Klinopyroxen b) Granat.....	140
VIII	Analysenergebnisse der RFA.....	141
IX	Mittelwert und Streuung der Elementkonzentrationen der Braunschweiger Keramik und der Keramik der regionalen Töpfereien, nicht korrigiert auf Verdünnung.....	149
X	Vergleichszahl t	150
XI	Analysenergebnisse der NAA	151
XII	RFA- und NAA-Analysendaten im Vergleich.....	153
XIII / XIV	Diffraktogramm-Auswertung / Porositätsmessungen.....	155
XV	Mikrosondenanalysen von Bleiglasuren.....	160
XVI	Mikrosondenanalysen von Ascheanflug- und Salzglasuren.....	160
	Danksagung	
	Lebenslauf	

1. Einführung

Braunschweig gehört in Nordwestdeutschland zu den wenigen Städten, in denen seit Beginn der 1970er Jahre intensiv Stadtarchäologie betrieben wurde. Zwar reichen die archäologischen Forschungen in Braunschweig bis in das 19. Jahrhundert und vor allem die unmittelbare Nachkriegszeit zurück, doch sind erst seit 1976 umfangreiche denkmalpflegerische Untersuchungen unter der Leitung des damaligen Bezirksarchäologen Prof. Hartmut Rötting M.A. vom Institut für Denkmalpflege im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt, Außenstelle Braunschweig, durchgeführt worden.

Bis zu Beginn der im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführten Untersuchungen konnten im gesamten Siedlungsgebiet des mittelalterlich-frühneuzeitlichen Stadtraumes, bedingt durch den Wiederaufbau kriegsbedingter Zerstörung und des sanierungsbedingten Umbaus, mehr als 90 stadtarchäologische Maßnahmen durchgeführt werden. Im Vordergrund des Interesses standen dabei Fragen der Stadtentwicklung, bei deren Klärung das reichhaltige keramische Fundgut von wesentlicher Bedeutung ist. Auf breiter Materialbasis bietet sich somit in Braunschweig die Möglichkeit, die Grundfragen nach Qualität, Entwicklung und Herkunft des keramischen Fundgutes anhand von materialanalytischen Untersuchungen periodenübergreifend zu erhellen.

Das Spektrum des ausgewählten Keramikmaterials umfasst das 9. bis 17. Jahrhundert, wobei der zeitliche Schwerpunkt bei der hochmittelalterlichen Keramik liegt, die zusammen mit den spätmittelalterlichen Scherben knapp 90% der untersuchten Proben stellt. Bei mittelalterlicher Irdeware spielt die Feingliederung zur lokalen, regionalen und chronologischen Differenzierung eine zentrale Rolle. Die archäologische Zielvorstellung eines derartigen Ansatzes, wie er von H. Rötting zur Braunschweiger Keramik des Mittelalters und der Frühen Neuzeit anhand einer umfangreichen Probenserie in Braunschweig bzw. dem näheren Umland hergestellter sowie importierter Keramik durchgeführt wurde, richtete sich demzufolge auf die Überprüfung der archäologischen Gruppengliederung sowie die Definition und Abgrenzung lokaler/regionaler keramischer Warengruppen mittels naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden. Vorliegende Arbeit ist somit als eine Bestandsaufnahme des in Braunschweig in diesem Zeitraum benutzten Geschirrs zu betrachten, deren Ergebnisse eine fundierte Grundlage für weiterführende vergleichende Untersuchungen darstellen. Eine umfassende Charakterisierung der Braunschweiger sowie der regionalen Keramikfunde wäre jedoch nur durch eine detaillierte Untersuchung von Ton- bzw. Lehmproben aus dem gesamten Untersuchungsbereich möglich gewesen. Dies war a priori nicht als Aufgabenstellung vorgesehen und hätte den Rahmen dieser Arbeit weit überstiegen.

Da archäometrische Untersuchungen an nordwestdeutschem Keramikmaterial bislang nur zu sehr wenigen ausgewählten Fundkomplexen vorliegen, wurden die Ergebnisse von parallel zur Dissertation durchgeführten Untersuchungen an Fundmaterial aus Hannover, Oberg/Peine, Helmstedt, Halberstadt, Schöningen, Uelzen, Lübeck, Paderborn, Blexen/Friesland und weiteren Funden aus Braunschweiger Produktion teilweise mit einbezogen.

2. Zur siedlungshistorischen Entwicklung Braunschweigs

Nach den derzeitigen archäologischen Befunden beginnt die älteste Siedlungstätigkeit der Gruppenstadt mit mehrkernigem Siedlungsgefüge im 9. Jahrhundert unmittelbar am Ufer der Oker im Gebiet (A) des neuzeitlichen Kohlmarktes (Abb. 2.1)¹. Hier finden sich bis in die Eisenzeit zurückreichende Siedlungsspuren. Lebensgrundlage dieser Keimzelle der späteren Stadt auf den sandigen Flächen des Uferbereiches bildeten der Fluss mit seinem Auewald sowie Ackerbau und Viehhaltung. Auf einem halbinselartigen Niederterrassensporn der Oker (B) wurde um 900 die brunonische Burg "Thonguarderoth"² errichtet, der man den Namen der bereits vorhandenen Uferlandsiedlung übertrug (Meibeyer 1986).

Die Gründung der Pfalz Dankwarderode führte im 12. Jahrhundert zu einer verstärkten Ansiedlung und in der Folgezeit zur Herausbildung von fünf zunächst rechtlich voneinander unabhängigen Siedlungseinheiten (Last 1983) um die Kernburg: Altstadt, Hagen, Neustadt, Altwiek und Sack mit den Siedlungsräumen Kohlmarkt (A), Jacobskapelle (C), Turnierstraße/Eiermarkt (D) und Brüderkloster (E) in der Altstadt links der Oker sowie rechts der Oker St. Magni (G) in Altwiek und später St. Marien/Aegidienkloster (F), gegründet 1115 (Abb. 2.1). Unter den Brunonen des 11. Jahrhunderts ging die Entwicklung von Burg und Burgstadt nur schleppend voran. Doch ist aus dieser Zeit der Name Braunschweig erstmals überliefert. Ein

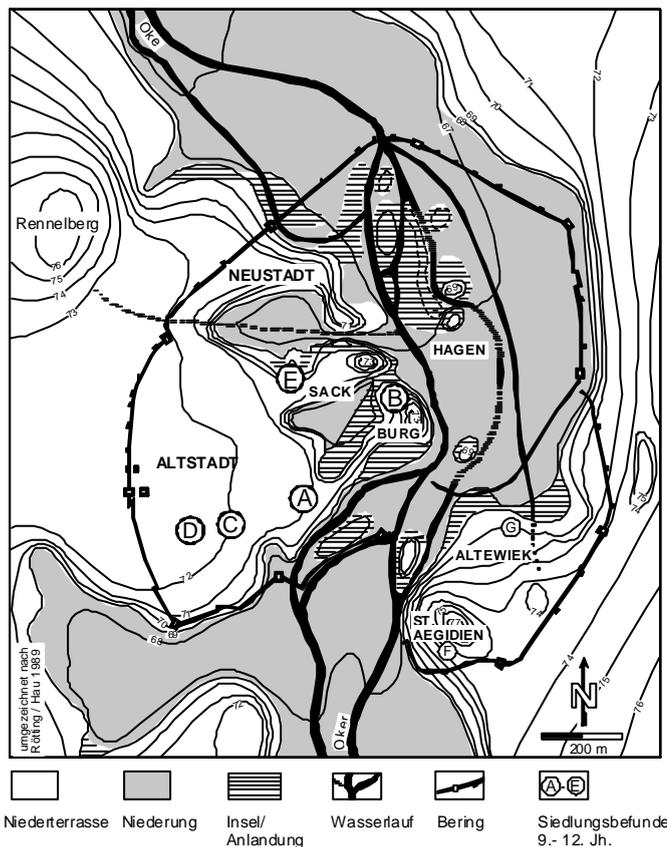


Abb. 2.1: Altlandschaftstruktur und Siedlungsbefunde des 9. bis 12. Jahrhunderts, umgezeichnet nach Rötting (1991b).

kräftiger Wachstumsprozess setzte in der 2. Hälfte des 12. Jahrhunderts ein. Er muss auf die persönliche Initiative Herzog Heinrichs des Löwen zurückgeführt werden. Hoher Anspruch an Repräsentation und das Machtstreben des überregional agierenden Politikers ließen in der Okerniederung aus der älteren Burg eine große, den Königspalzen nachstrebende Residenzburg entstehen. Die Marktsiedlung und frühe Stadt "brunesivvic" bildete sich, räumlich nach Westen und Norden ausgreifend, auf der westlichen Niederterrasse heraus. Alle Weichbilde gruppieren sich auf einer Siedlungsfläche von rund einem Quadratkilometer – überwiegend gebaut auf die holozänen Schwemmsedimente der Okerniederung. Erst die folgenden welfischen Stadtherren, darunter Kaiser Otto IV, brachten die Landgewinnungs- und Neubaumaßnahmen – verbunden mit zunächst geringfügigen sandigen Aufschüttungen und Knüppelteppichen nach Trockenlegungsarbeiten – zum Abschluss. Spätestens 1220 waren Burg und Gruppenstadt mit einem gemeinsamen Bering von Mauer und Wassergraben umschlossen. Die großflächigen, mächtigen Aufschüttungen von 1 - 2 m Höhe aus den älteren Phasen der Siedlungsentwicklung bilden eine besonders günstige Voraussetzung für einen reichhaltigen archäologischen Fundniederschlag.

¹ Grundlage der kurz gefassten Übersicht zur Siedlungsentwicklung sind die mehrfachen einschlägigen Publikationen von Rötting (1985, 1986, 1988, 1990, 1991a, b; 1992, 1995, 2000).

² Überliefert seit 1067. Ab um 1065 liegen Serien dendrochronologischer Brunnendatierungen vor, die das Siedlungsgeschehen konkret belegen (Rötting 1993).

3. Archäologische Funde und Befunde

3.1 Keramisches Fundmaterial und Quellenlage

Wie auch in anderen Orten dominiert bei der mittelalterlichen Gebrauchskeramik bis um 1200 eine überwiegend einheimische Versorgung (Rötting 1988, Anm. 7). Hergestellt wurden in diesem kleinräumig geprägten Produktions- wie Verbrauchsgebiet (Rötting 1993) uneinheitlich und reduzierend weich bis hart gebrannte Gefäße mit unterschiedlichen Magerungsarten der zu dieser Zeit im nordwestdeutschen Raum allgemein üblichen Kugeltopfware älterer Machart. Die Ausprägung der bkalen Merkmale verstärkt sich durch die Differenzierung der Gefäßformen bei reduzierend gebrannter Irdenware im 13. Jahrhundert. Obwohl Braunschweig im Laufe des 11. Jahrhunderts und vor allem in der 1. Hälfte des 12. Jahrhunderts die Grundlagen seiner späteren Bedeutung als binnenländischer Handelsplatz von Rang herausbildete, sind für die Zeit vor etwa 1100 auf dem Gebiet der Keramik kaum Importe qualitätvoller Waren (Drehscheibenware) fassbar. Erst im Zeitraum der 2. Hälfte des 12. Jahrhunderts, in dem die urbane Entwicklung Braunschweigs im engeren Sinne einsetzte, beginnt sich langsam parallel dazu der Import des nach Rötting (1993) oberschichtgebundenen keramischen Gebrauchsgutes bemerkbar zu machen, der bis zum Einsetzen der „Massenware“ im 14. Jahrhundert zunehmend zur Auflösung der regionalen Gruppierungen führt³. Hier sind es vor allem die seit dem ausgehenden 12. Jahrhundert mit steigender Importrate eingeführten qualitätvollen Erzeugnisse des südniedersächsischen 'Pottlandes' bzw. des Großraumes Hannover – Oberg/Peine - Duingen, wogegen das seit der 2. Hälfte des 13. Jahrhunderts importierte Siegburger Steinzeug in relativ geringer Anzahl vorhanden ist (Rötting 1988). Während es sich bei der rheinischen Keramik nahezu ausschließlich um Erzeugnisse aus Siegburg handelt, ist im südlichen und mittleren Niedersachsen zwischen Leine und Oberweser aufgrund des Vorkommens qualitätvoller Tone von einer großen Anzahl von Töpfereien an verschiedenen Orten auszugehen, von denen allerdings bis heute nur die im Raum Duingen und Fredelsloh ansatzweise greifbar sind. Hochmittelalterliche slawische Keramik konnte, im Gegensatz zur Goslarer Formengruppe, in Braunschweig bislang nicht nachgewiesen werden (Rötting 1993).

Seit der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts kommen rheinische, größtenteils aus Siegburg importierte Erzeugnisse vor. Dabei handelt es sich um Faststeinzeug und Steinzeug, dessen Anteil im späteren Mittelalter deutlich zunimmt. Faststeinzeug aus Südniedersachsen tritt erst seit Mitte des 13. Jahrhunderts hinzu. Bereits etwas früher ist unter den Importfunden bleiglasierter Irdenware zu verzeichnen. Ihr Anteil ist verhältnismäßig gering, ihre Herkunft recht verschiedenartig: Neben südniedersächsischer ist auch nordwesteuropäische (Südengland, Flandern, Dänemark) Keramik vertreten. Die Handelsbeziehungen sind weitreichend und werden erstmalig belegt 1267/68 mit Gent und 1309 mit Brügge in Flandern, 1284 mit Smolensk, Gotland und Riga, 1294 mit Nowgorod, 1297 mit Ungarn und 1315 mit Brabant/Antwerpen (Rötting 1999)⁴. In der Neuzeit verstärken sich vor allem die südniedersächsischen Importe (z.B. Weserware), während die Werrakeramik fehlt.

³ Dieser Wandel geht in auffälliger Weise mit der Entstehung der südniedersächsischen Töpfereizentren konform, vor allem im Raum Duingen.

⁴ So verweist der mineralogische/geochemische Befund aus der Untersuchung der Braunschweiger Rillenbandamphore (12./13. Jahrhundert), weitgehend übereinstimmend mit der im Raum Lübeck bzw. in Dänemark hergestellten gelben Irdenware (von Seckendorff, Scholz & Drenkhahn, i. Vorb.) auf eine Herkunft aus dem südwestlichen Ostseegebiet (vgl. Rötting 1999, S. 338).

Nach dem gegenwärtigen Forschungsstand liegen, anders als in Lübeck (Meyer 1980), aus Braunschweig innerhalb der Stadtmauern keine Scherben aus Töpferofenfunden vor, u.a. bedingt durch die naturräumliche Lage und Landgewinnungsmaßnahmen. Als lokales Vergleichs- bzw. Referenzmaterial konnten beim Vergleich des durch chemische Analyse ermittelten Elementmusters von Töpferware und Siedlungsschutt demzufolge nur solche Keramikfunde herangezogen werden, die aufgrund von archäologischem Befund und historischer Quellenlage mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit als örtlich braunschweigisch hergestellte Waren bzw. immanentes Referenzmaterial zu bezeichnen sind.

Von grundlegender Bedeutung sind dabei die Scherbenfunde aus den ältesten Siedlungsschichten der in unmittelbarer Uferanliege westlich der Oker gelegenen Ansiedlung im Raum des neuzeitlichen Kohlmarktes (Stgr. 21), der einen kontinuierlichen Siedlungsablauf seit dem 9. Jahrhundert belegt (Rötting 1988, 1991b). Dies sind die im Zuge der frühmittelalterlichen Besiedlung beiderseits der Oker, an Innerste und Schunter vermutlich im Hauswerk hergestellten und von Rötting als „Basiskeramik“ bezeichneten Waren der sogenannten Kohlmarkt-Keramik, die nach Rötting (1985) einer im nördlichen Harzvorland überregional verbreiteten, im Umland bislang an 21 Siedlungs- und Burgstellen gefundenen Formengruppe zuzuweisen sind. Deshalb wurden auch Vergleichsfunde aus Königslutter/Ldkr. Helmstedt (Luersburg, Stiftskirche) und Fallersleben/Ldkr. Wolfenbüttel sowie unstratifizierte Funde von frühmittelalterlichen Siedlungsplätzen in Leiferde, Braunschweig-Querum und Honrode bei Braunschweig-Veltenhof in die Untersuchung einbezogen, daneben auch zwei aus dem 11. Jahrhundert stammende baukeramische Scherben (Wasserröhren) von der Harzburg/Ldkr. Goslar (Fundorte siehe Abb. 3.1). Hinzu kommen – als älteste Fundstücke – drei eisenzeitliche Gefäßfragmente vergleichbarer Machart vom Kohlmarkt, die wegen der Vermutung einer technologischen Verwandtschaft erst später in die Untersuchung miteinbezogen wurden.

Der Braunschweiger Keramikproduktion werden nach archäologischen Kriterien auch die 804 aus einem geschlossenen Fundkomplex am Hagenmarkt geborgenen spätmittelalterlichen Kugeltöpfe, Kannen, Krüge und Becher zugerechnet, die infolge des Gebrauchs zur Isolierung eines Kaminfußbodens von Rötting (1985, 1988) als „Baukeramik“ bezeichnet wurden. Typologisch sind die

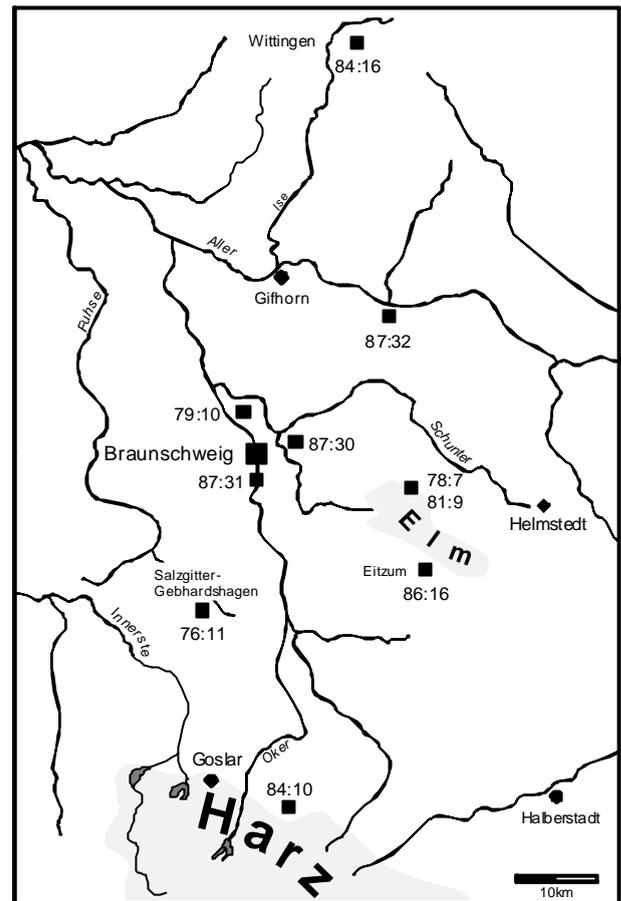


Abb. 3.1: Lage der Fundorte im nördlichen Harzvorland und Norddeutscher Tiefebene (Verzeichnis der Grabungskennziffern s. Tab. I, Anhang).

Gefäße, darunter auch Fehlbrände, vor allem der Jüngeren grauen Irdeware und der gängigen Geschirrkernik zuzuordnen. Untersucht wurden davon 29 Scherbenproben. Regionales Vergleichsmaterial aus dem ostniedersächsischen Raum ist repräsentiert durch Werkstattbruch bzw. Scherbeninhalt aus Töpferöfen der seinerzeit bekannten regionalen Werkstätten⁵ in Salzgitter-Gebhardshagen, Eitzum und Wittingen, wobei die Entfernungen der beiden erstgenannten Orte zu Braunschweig innerhalb einer Tagesreise liegen. Bei vielen Gefäßformen ist die in diesem Nahhandelsbereich von ca. 30 km Radius (Peine bis Helmstedt) verhandelte Gebrauchskeramik kaum zu unterscheiden. Hierzu gehören auch die vermutlich älteren, ab dem 16./17. Jahrhundert archivalisch belegten importierten Waren aus Peine (Kabnitz 1993). Bis auf die „Baukeramik“ und den Werkstattbruch sind die Warengruppen größtenteils durch stark fragmentiertes Keramikmaterial aus Siedlungsschichten belegt, wobei der Anteil an chronologisch nur bedingt aussagekräftigen Wandscherben überwiegt. Daneben sind auch Bodenscherben in verhältnismäßig geringer Zahl vertreten. Ein Verzeichnis mit Beschreibung der Scherbenproben, gegliedert nach archäologischer, formaler, chronologisch-funktionaler Gruppierung (Stand 1986) sowie Angabe der jährlichen Grabungskennziffern und zugehörigen Fundorte ist in den Tabellen I und II im Anhang zu finden.

3.1.1 Zur Probenauswahl

Die Probenauswahl von 272 Gefäßfragmenten, an der neben H. Rötting auch C. Kellner und K. Kabnitz beteiligt waren, erfolgte in einer ersten Durchmusterung von rund 30.000 Objekten entsprechend dem Forschungsstand von 1985. Eine umfangreiche, vermeintlich repräsentative Auswahl lag demzufolge nur hinsichtlich der bis dahin bekannten Warengruppen vor. Weiterhin wurde ein besonderes Augenmerk auf die mutmaßlich importierten Waren gerichtet, die bei der Auswahl überproportional vertreten sind. Anhand des aus Braunschweig vorliegenden Fundmaterials ist keine abschließende Bewertung z.B. der gelben Irdeware und der Steinzeuge möglich, jedoch ergaben sich Ansatzpunkte für weiterführende Fragestellungen, die über die spezifische stadtbraunschweigische Problematik von Belang sind.

Anzumerken ist, dass das Probenmaterial aufgrund der sich bereits zu Beginn der Grabungstätigkeit abzeichnenden siedlungshistorischen Bedeutung zum überwiegenden Teil von der im Umfeld des Parzellengefüges beiderseits der Turnierstraße 1985 begonnenen Grabung am Eiermarkt (Stadtgrabung 33) stammt und noch bis Ende 1987, insbesondere mit der bis dahin nur in Ansätzen vorhandenen Keramik des 11. und 12. Jahrhunderts, ergänzt wurde. Faktisch entstand durch die an die damalige archäologische Ausgangslage geknüpfte Probenauswahl eine Kenntnislücke zwischen aktuellem Grabungs- und Auswertungsstand, wodurch die archäometrische Untersuchung partiell selbst Teil der archäologischen Auswertung wurde. Kritisch zu bewerten ist auch, dass die Auswahl des Scherbenmaterials allein in archäologischer Hand lag. Nicht selten blieb so die in Anbetracht der Fragestellung erforderliche Probenanzahl und Probengröße unberücksichtigt.

⁵ Funde aus den Töpfereien von Peine wurden von Rötting nicht in das Probenmaterial aufgenommen, mit der Begründung, dass diese Provenienz in Braunschweig angeblich nicht vertreten sei. Dieser Ansicht widersprechen Grabungsfunde in Braunschweig (Fragmente eines Fußbeckers und einer Flasche, datiert in die 2. Hälfte 13. Jahrhundert), die nach Ausweis ergänzender naturwissenschaftlicher Untersuchungen vermutlich im Raum Peine/Oberg hergestellt wurden (Scholz 1997a). In Peine wurde nachweislich seit 14./15. Jahrhundert graue Irdeware produziert, die Herstellung gelber Waren ist jedoch nicht auszuschließen (H. G. Stephan, mdl. Mitt.).

3.1.2 Zur archäologischen Gliederung

Bei der Bearbeitung mittelalterlicher Keramik besteht zwar seit mindestens zwei Jahrzehnten Konsens über den Vorrang technologischer vor typologischen Merkmalen (Stephan 2000), eine Konkordanz der verwendeten Terminologien und entworfenen Gliederungssysteme konnte bisher jedoch nicht erreicht werden⁶. Diese Uneinheitlichkeit liegt u.a. in der regional differenzierten Ausprägung keramischer Machart begründet. So stellt das im Rahmen einer ersten Bestandsaufnahme von Rötting (1985) aufgestellte Gliederungsschema aufgrund des Fundaufkommens eine bewußt autochthone Gliederung dar. Die Anwendung anderer Gliederungsschemata auf die Braunschweiger Funde, die in gleicher oder modifizierter Form auf den von Stephan (1973, 1986) erarbeiteten Wareneinteilungen beruhen (z.B. Peine 1988, Ring 1990), ist nach Rötting methodisch nicht durchführbar. Hauptkriterium zur Gliederung vor allem der früh- und hochmittelalterlichen Irdenwaren in Warengruppen ist die in dem tonigen Rohstoff enthaltene, häufig makroskopisch erkennbare Magerungsart, wonach Warengruppen gesteinsgrusgemagerter von sandgemagerter Irdenware unterschieden werden. Weiteres, teilweise aber mit Unsicherheit belegtes warendefinierendes Merkmal ist die Farbe, da die Scherben der zu dieser Zeit örtlich hergestellten Keramik in zwei Farbvarianten auftreten. Der hierarchisch gleichwertige Gebrauch der beiden Merkmale sowie die Gleichsetzung von grauer Irdenware und sandgemagerter Keramik führen durch das Auftreten von Waren mit inverser Merkmalausprägung (A, D, F, H) jedoch zu Widersprüchen im Gliederungsschema. Dieses Dilemma könnte durch Voranstellung der Brandart bei der Warendefinition generell gelöst werden (z. B. Feldhaus-Stephan 1995; Röber 1990).

Entsprechend gängiger Praxis sind die stadtbraunschweigischen keramischen Funde unter technologischem Aspekt systematisch gruppiert in die Warenarten Irdenware, Faststeinzeug und Steinzeug. Die weitere, von Rötting zunächst nur vorläufige und durch ein Buchstabensystem kodierte⁷ Untergliederung nach Waren bzw. Warengruppen mit gleichartiger Ausprägung der Merkmale (Erdmann et al., 1984, 417), deren hypothetische Teile „aufgrund der teilweise noch lückenhaften Quellenlage an den Ergebnissen der 1992 abgeschlossenen Grabung am Eiermarkt (Stadtgrabung 33) zu überprüfen und ergänzen sind“ (Rötting 1985), erfolgte anhand stratigraphischer, typologischer und funktionaler Kriterien, untergliedert in ältere, jüngere und jüngste Stadien bzw. ab dem Hochmittelalter nach den üblichen Zeitbegriffen (Tab. 3.1). Die Klassifizierung der mittelalterlichen Keramik wurde von Rötting in Anlehnung an Erdmann et al. (1984) dabei nach Waren und technologischen Merkmalen auf der Grundlage optisch-haptischer Eindrücke durchgeführt, gestützt durch chronologische Aspekte und relevante Vergesellschaftungsanteile. In Braunschweig ergeben sich durch diese Einteilung zwar grobe Warenstrukturen, die jedoch der Notwendigkeit zur Reduzierung von Warendefinitionen Rechnung tragen (Büscher 1992, S. 63) und nach Rötting zur Beschreibung und kulturhistorischen Interpretation der (lokalen) Waren ausreichen.

Es ist besonders darauf hinzuweisen, dass die Definition nicht allein anhand von formaltypologischen Kriterien, sondern nur in Ergänzung mittels technologischer, durch naturwissenschaftliche Untersuchungen verifizierbarer Merkmale sinnvoll bzw. möglich ist. Dies steht teilweise im Gegensatz zu dem von Rötting benutzten Schema.

Im Sinne der Probenauswahl von Rötting wurde die Gliederung versuchsweise mit Testgruppen besetzt, da sich für die hochmittelalterliche Keramik bei Verwendung der aus dem optischen und haptischen Befund gewonnenen Merkmale der Magerung im Scherbenbruch zuweilen ein Gruppie-

⁶ Vgl. Atzbach 1994, Anhang 3.

⁷ Zur direkten Erkennung der Zugehörigkeit zu der jeweiligen Warengruppe wurde den sequentiell durchnummerierten Scherbenproben der Buchstabencode unmittelbar zugefügt.

Tab. 3.1: Probenverzeichnis, gegliedert nach archäologischer, chronologisch funktioneller Gruppierung (Stand 1986), d.h. Warengruppe, Scherbenart, Farbe, Form und Hauptumlaufzeit bzw. Quellentyp

Warengruppen		Symbol	Anzahl	Nummer	Datierung
I.1 Gesteinsgrusgemagerte Irdenware					
1.	Warengruppe: Ältere Granitgrusware,				
1.1	Rauhe, graubräunliche Standbodenware, Steilrand	A	2	P1 - 2	9. Jh.
1.2	Glatte, grauhellrotbraune Standbodenware mit Steilrand	B	2	P3 - 4	
1.3	Graue Kugeltopfware mit Sichelrand	D	10	P5 - 14	9./10. Jh.
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	
	Graue sowie hellrotbraune und ockerfarbene, partielle Drehscheibenware mit aufgedrehten Lippenrandformen (Knickränder)	G2	11		
2.3	Sondergruppe: Baukeramik (Wasserröhren)	G3	3	P50 - 52	Ende 11./Anfang 12. Jh.
3.	Warengruppe: Jüngste Granitgrusware	N	1	P53	13. Jh.
	Grau-hellrotbraune Ware				
4.	Warengruppe: Kalkgrusware	C	1	P54	9. Jh.
	Rotbraune Ware, Kugeltopf mit Lippenrand				
5.	Testgruppe: G, F bzw. K	X	14	P55 - 68	11./12. Jh.
I.2 Sandgemagerte graue, gelbe und bleiglasierte Irdenwaren mit Sondergruppen Y, P, Töpferofenkeramik und Baukeramik					
6.1	Warengruppe: ältere graue Irdenware	K	13	P69 - 81	12. Jh.
6.2	Testgruppe: K bzw. L	Y	10	P82 - 91	12. Jh.
7.	Warengruppe: Gelbe Irdenware	J			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	L			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				Mitte 13. - 14. Jh.
9.1	ältere Ware, Vierpaßgefäße	P1	3	P151 - 153	2. Hälfte 13. Jh.
9.2	jüngere Ware, Fünfpaßgefäße	P2	4	P154 - 157	um 1300/1. H. 14.
10.	Sondergruppe: Töpferofenkeramik				
10.1	Wittingen, Ldkr. Gifhorn	L	7	P158 - 164	Anfang 13. Jh.
10.2	Salzgitter-Gebhardshagen	L	7	P165 - 171	1. Hälfte 13. Jh.
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. Hälfte 15. Jh.
			3	P205 - 207	16. Jh.
			2	P208 - 209	17. Jh.
13.	Warengruppe: Bleiglasierte Irdenware	M			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 Warengruppen: Faststeinzeug					
		Q			2. Hälfte 13. Jh., bis 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 Warengruppen: Steinzeug					
		R			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	P278 - 280	6./5. Jh. v. Chr

rungsproblem ergibt: Während die Unterscheidung zwischen den Scherben der Älteren Granitgrusware (A, B, D, E) und Jüngeren Granitgrusware (F, G) sowie 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 – Rötting zufolge – nicht immer eindeutig möglich. Für Scherben, bei denen es nicht möglich war, eine Entscheidung zu treffen, sind die Übergangsware X (F, G oder K) und Y (K oder L) gebildet worden. Bei der Bildung dieser Testgruppen bestand die Arbeitshypothese, dass bei der Übergangsware X gegebenenfalls ein Mischmagerungstyp (Gesteinsgrus + Sand) vorliegen könnte, bei der Übergangsware Y eine Sand- bzw. Korngrößen-Normänderung. Die anhand technologischer Kriterien spekulativ eröffnete Übergangsware Z (4 Proben) umfaßt Scherben im Übergangsbereich Irdenware – Faststeinzeug. Da in dieser Warengruppe (gelbe und graue Irdenware) – wie sich erst 1996 nach Abschluß der Untersuchungen herausstellte – vermutlich auch sekundär überfeuerte Scherben (247Z, 250Z; Rötting, mdl. Mitt.) zusammengefasst wurden, ist eine Ausweisung als eigene Gruppe a priori nicht sinnvoll und folgerichtig naturwissenschaftlich anhand der Probenanzahl nicht verifizierbar.

Die Gliederung umfasst zudem Exkurse zu geschlossenen Fundkomplexen (Fußbodenisolierung, Töpferöfen bzw. Abwurfhalden), ausgestattet mit spezifischen Fragen nach Herkunftsmerkmalen und Differenzierungen innerhalb der Produktion.

3.2 Beschreibung der Warengruppen und Einzelwaren

In der jüngeren archäologischen Literatur kristallisiert sich die Existenz eines „keramischen Klein-Raumes Braunschweiger Land“ zwischen Magdeburg und Hannover heraus, der sich durch eine relativ einheitliche Keramikentwicklung mindestens vom 9. bis 14. Jahrhundert auszeichnet (Ring 1990, Atzbach 1994). Die umfangreichen Ausgrabungen in Braunschweig erlauben in diesem Zusammenhang einen Einblick in die Gestaltung und Abfolge der dort gängigen Waren⁸.

So liegen in dem von Rötting (1985, weitgehend unverändert 1997) zu den Altstadtgrabungen 1976 – 1984 bzw. 1992 vorgelegten vorläufigen Arbeitsbericht zwar teilweise Einzelscherben-Beschreibungen zu den bis dato aufgestellten Warengruppen vor, bis auf die ausführlich beschriebenen Waren der Kohlmarkt-Keramik sind diese jedoch nicht eindeutig definiert. Klar definiert ist im übrigen nur ein Teil der verwendeten technologischen Begriffe, so dass nach Ring (1990) *eine Identifikation spekulativ bleiben muß*, zumal eine umfassende Publikation zur technologischen und formalen Ausprägung der Keramik einschließlich der Befunde – Vorbedingung jeglicher interdisziplinären Forschung – bisher nicht erfolgte. Eine noch weitergehendere Untergliederung liegt mit der Bamberger Magisterarbeit von K. Kablitz (1988) vor.

3.2.1 Ur- und frühgeschichtliche sowie hochmittelalterliche, uneinheitlich gebrannte Irdenware

In der vor- und frühstädtischen Zeit des 9. bis 12. Jahrhunderts wurde im nördlichen Harzvorland eine grobe, weich bis hart gebrannte Keramik hergestellt, die sich nach Stephan (1982a) qualitativ von prähistorischer Ware nur wenig unterscheidet. Die in diesem Zeitraum an den Siedlungsplätzen an Oker und Schunter erzeugten Waren sind nach der Art der Magerung vor allem der im nordwest-

⁸ Vorliegende Arbeit bietet eine zusammenfassende Gliederung der in archäologischen Befunden Braunschweiger Stadtgrabungen angetroffenen Keramik aus mineralogischer Sicht. Es sei ausdrücklich bemerkt, dass es sich hierbei nicht um eine detaillierte Beschreibung im kulturhistorischen Sinne handelt. Diese Aufgabe obliegt dem Archäologen.

deutschen Tiefland verbreiteten, gesteinsgrusgemagerten Irdenware zuzuordnen. Aufgrund der makroskopisch erkennbaren, vorwiegend granitischen Mineral- und Gesteinsfragmente nordischer Gesteine wird diese auch als Granitgrusware bezeichnet und von Rötting (1985) anhand formaler und technologischer Kriterien in eine *Ältere* (A, B, D, E) und *Jüngere* (F, G) Granitgrusware periodisiert. Eine in Magerung, Brand und Machart vergleichbare Keramik wurde jeweils lokal im gesamten nordwestdeutschen Raum hergestellt (Peine 1988).

3.2.1.1 Ältere Granitgrusware (A - E) und Kalkgrusware (C)

Die frühmittelalterliche, relativ-chronologisch ins 9. Jahrhundert datierte⁹ Keramik der dörflichen Kohlmarkt-Ansiedlung besteht zufolge einer ersten mikroskopischen Durchsicht von M. Okrusch¹⁰ aus reduzierend bis oxidierend, uneinheitlich gebrannten Granitgruswaren und einer Kalkgrusware (vgl. Rötting 1985, Farbtaf. 7). Hergestellt wurde im Handaufbau die zeittypische sächsische Standbodenware (schlichte, hohe tonnen- bzw. trichterförmige Gefäße der Waren A und B¹¹, (Abb. 3.2: 1-4; Rötting 1985, Farbtaf. 7:3), auf den Kumpf hinweisende gerade oder einbiegende Ränder (Ring 1990)¹² sowie frühe Kugeltöpfe annähernd kugelförmiger Form mit „Linsensboden“¹³. Diese sind als älteste Kugeltopfwaren D und E (Abb. 3.2: 5-13, Abb. 3.3: 3-4; Rötting 1985, Farbtaf. 8; 9) dünnwandiger (bis 9 mm) und mit an der Randwurzel verdickten, spitz oder lippenförmig lang ausgezogenen Sichelrändern einer sowohl stratigraphisch als auch keramiktypologisch jüngeren Zeitstufe (9./10. Jahrhundert) der Älteren Granitgrusware zugeordnet. Der durch Vergesellschaftung belegte gleichzeitige Gebrauch beider Gefäßtypen gilt als typisches Kennzeichen der Kohlmarkt-Keramik (Rötting 1985). Zu den ältesten, von Rötting (1985, 29) ins 9. Jahrhundert datierten Kugeltopfwaren gehört auch die am Kohlmarkt nur mit einem Topf vertretene und auch im Umkreis von Braunschweig bisher nur durch wenige Exemplare repräsentierte Kalkgrusware C, deren Herstellung in Kalksteingebieten im frühen und hohen Mittelalter weit verbreitet war (Stephan 2000). In der Farbe des Scherbens entspricht die Kalkgrusware den lokal etwa seit dem 12. Jahrhundert hergestellten grau-hellrotbraun gemantelten Waren mit sowohl Grus- als auch Sandmagerung.

Technologisch kennzeichnende Merkmale der Kohlmarkt-Keramik sind die relativ geringe Brandhärte und die z.T. sehr grobe, unterschiedlich dichte Grusmagerung. Der frische Bruch zeigt folglich eine unregelmäßig geklüftete, aufgrund der noch sichtbar gefalteten und/oder parallel zur Wandung verlaufenden Tonminerallagen auch als geschichtet zu bezeichnende Struktur, die an der Oberfläche durch die den Scherben durchstoßenden kantigen Magerungspartikel rauhen bis körnigen Charakter hat. Nur Ware B besitzt eine durch Überwischen im lederharten Zustand hervorgerufene glatte Oberflächenstruktur.

⁹ Zur Datierungsproblematik der u. a. durch Emailscheibenfibeln mit Grubenemail ins 9. Jahrhundert datierten Siedlungsbefunde vgl. Rötting (1991a), Ring (1990, 36).

¹⁰ In Rötting (1985): Stadtarchäologie in Braunschweig, Forschungen der Denkmalpflege in Niedersachsen 3, 29.

¹¹ Die chronologische Zuordnung der Waren A und B in die jüngere Eisenzeit ist entsprechend neuerem archäologischem Befund (Rötting, mdl. Mitt.) nicht auszuschließen. Auf das Problem der Unterscheidung latènezeitlicher und frühmittelalterlicher Keramik hat bereits Stephan (1985) hingewiesen. Bis etwa zur Jahrtausendwende zeigt diese Keramik im östlichen Randgebiet Sachsens Einflüsse der „thüringisch-frühdeutschen Ware“ (Stephan 2000, 96; Timpel 1990, 1995).

¹² Zur Definition und Abgrenzung vgl. Röber (1990).

¹³ Nach gängiger Definition handelt es sich bei Linsensböden um im Profil linsenförmig ausgeprägte Bodenausbildungen, die im Mittelalter durch Beschneiden eines Standbodens hergestellt wurden (Bauer et al. 1986).

Wie Scherbenfunde aus einem im Stadtgebiet am Eiermarkt, auf dem Köppeberg/St. Aegidien und unter der Jakobskapelle aufgetretenen jüngereisenzeitlichen Siedlungshorizont (6./5. Jh. v. Chr.) erkennen lassen, steht die Kohlmarkt-Keramik und zum Teil auch die Jüngere Granitgrusware in der Tradition urgeschichtlicher Keramikproduktion und ist in ihren technologischen Merkmalen von der eisenzeitlichen Ware (U) kaum zu unterscheiden.

Als kritisches Merkmal zur Differenzierung erweist sich – wie auch bei der Jüngeren Granitgrusware (F/G1) – die Farbe im Bruch, durch die graue-graubräunliche (A, D) von grau-hellrotbraunen (B, E) Waren unterschieden sind. Da beide Farbvarianten auf eine tendenziell reduzierende Brandführung zurückzuführen sind, können die den Waren B und E zugeordneten, im Bruch grauen und an der Oberfläche z.T. nur fleckig roten Scherben auch von Gefäßen stammen, die durch unvollständigen Reduktionsbrand bzw. schlecht kontrollierte Brandatmosphäre oder aber durch sekundäre Brandeinwirkung hervorgerufene Farbunterschiede aufweisen¹⁴. Da die eigentliche Ursache für die Scherbenfarbe am Fragment nicht zu erkennen ist, sollte hier auf eine Untergliederung der Ware allein aufgrund der Farbe verzichtet werden (vgl. Tab. 5.2, Abschn. 5.1.1.11).

3.2.1.2 Jüngere Granitgrusware (F/G)

Stratigraphisch und typologisch folgt auf die Kohlmarkt-Keramik die Jüngere Granitgrusware (F/G), deren zeitliches Auftreten nach dem gegenwärtigen braunschweigischen Forschungsstand etwa ab 1000 zu datieren ist. Die den Scherben zugehörige Gefäßform ist der Kugeltopf noch in älterer und ungeriefeter, teils erkennbar eiförmiger Ausprägung (Abb. 3.3: 1-2), insbesondere anzutreffen im Fundgut der Grabungen an der Turnierstraße seit dem späteren 11. Jahrhundert (Rötting 1987, S. 203)¹⁵. Gegenüber den frühesten Kugeltopfwaren D/E, die im 9./10. Jahrhundert zunehmend die älteren Gefäßformen verdrängen, ist das Spektrum der Randformen (Knick-, Kehl-, Kragen-, Lippen- oder Stempelrand) deutlich erweitert. Typische Randform ist der variabel ausgebildete Lippenrand. Infolge gleichartiger Ausprägung der Merkmale sind so die dick- bis dünnwandigen (6 - 12 mm) Gefäßfragmente der Waren F und G zur Jüngeren Granitgrusware zusammengefasst¹⁶.

Mit an der Oberfläche wie im Bruch dunkelgrauen, aus Brandschichten durch Kohlenstoffeinlagerungen¹⁷ auch schwarzen (F) sowie einseitig (G1) oder beidseitig (G2) hellroten bis hellrotbraunen, im Kern grauen Scherben zeigt sich neben den formalen Merkmalen auch hier die Farbe als Unterscheidungskriterium. Gegenüber den in Handaufbau bzw. in langsam gedrehter Technik geformten Gefäßen der Waren F und G1 weisen die gemantelten, uneinheitlich gebrannten Scherben¹⁸ der Drehscheibenware (G2) nach Rötting zusätzlich eine gezielte Brandführung und Spuren schneller drehender Drehscheibentechnik im Hals- bzw. Randbereich auf, bedingt durch den Gebrauch des Formholzes (Grimm 1978). Die Produktion erfolgte nach allgemeinem Konsens bei Anwendung der Drehscheibe in Töpfereien, läuft jedoch Anfang des 13. Jahrhunderts aus.

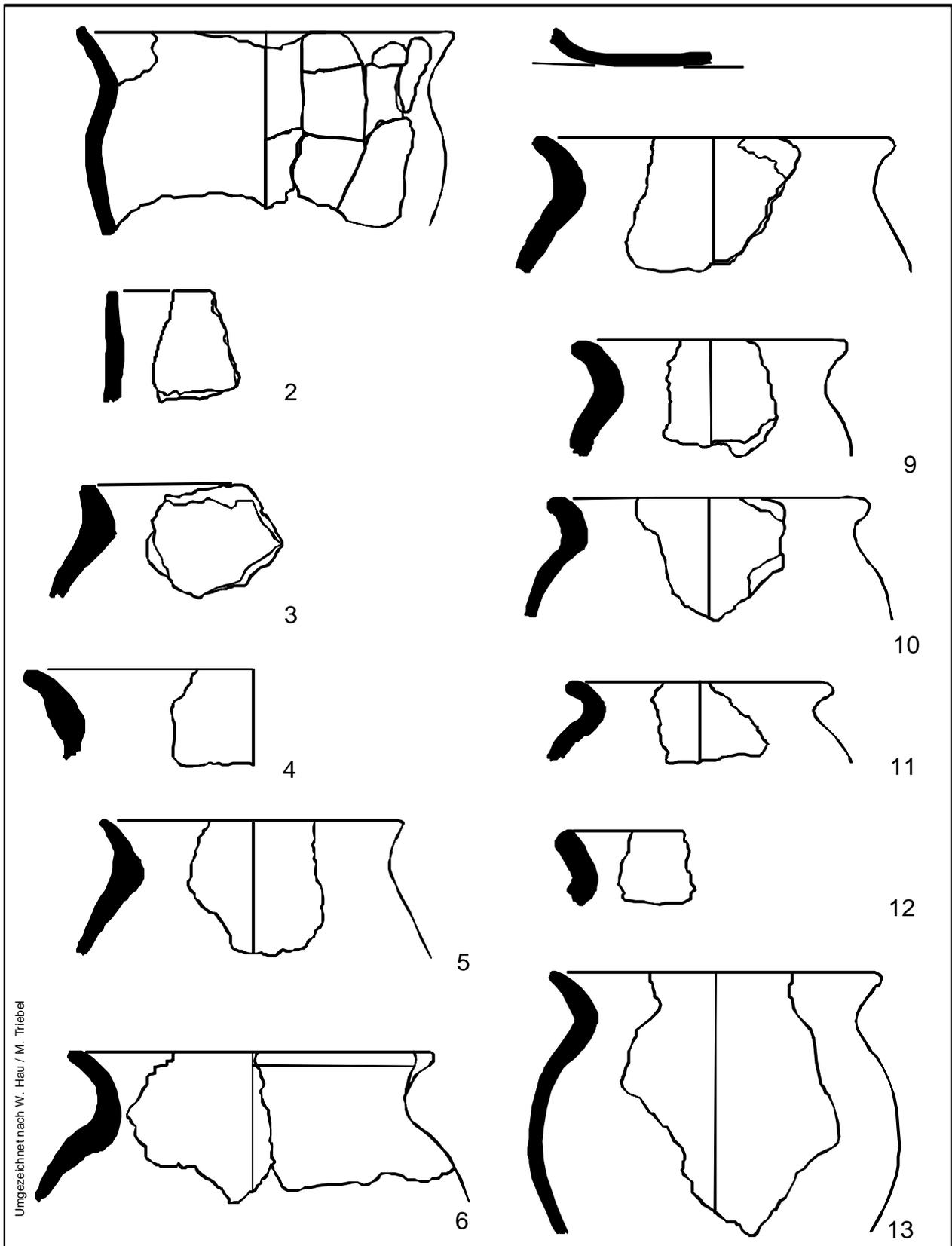
¹⁴ Vgl. hierzu Stephan (2000).

¹⁵ Vgl. Stephan (2000).

¹⁶ Vgl. Kablitz (1988, 38).

¹⁷ Vgl. Endres 1982a.

¹⁸ Die im Randbereich infolge von Sauerstoffzufuhr (Wechselbrand) mehr oder weniger (hell-)rotbraune Färbung erfasst im oxidierenden Nachbrand bei 600°C den gesamten Scherben.



Umgezeichnet nach W. Hau / M. Triebel

Abb. 3.2: Kohlmarkt-Keramik (Braunschweig) und regionale Siedlungskeramik der Älteren grauen Granitgrusware (älteste Kugeltopfware). Gruppe A: Scherben 1(1), 2(2); B: Scherben 3(3), 4 (4); D: Scherben 5 (5), 6 (6), 7(7), 8 (8), 9 (9), 10 (10), 11 (11), 14 (12); E: Scherbe 16 (13). Datierung: 9. Jahrhundert - 1. Hälfte 10. Jahrhundert. M. 1:3.

Technologisch differenzierende Merkmale gegenüber der Kohlmarkt-Keramik sind der durchweg harte Brand und die überwiegend mittel- bis grobkörnige Korngrößenstruktur, wodurch die Scherben – bei unveränderter Bruchstruktur – zum Teil gefügedichter erscheinen. Die innere und/oder äußere Oberfläche zeigt im Vergleich zur Älteren Granitgrusware häufiger Spuren einer sorgfältigen Behandlung und ist optisch und haptisch dann als glatt bis rau zu bezeichnen. Neben der tendenziell geringeren Magerungskorngröße und der sorgfältigeren Oberflächengestaltung äußert sich das Bestreben der Töpfer zur Herstellung von Keramik besserer Machart in dem Versuch zu höherem Brand, der infolge des in Norddeutschland im 12. Jahrhundert sich vollziehenden Übergangs vom Meiler- und Grubenbrand zum Brennen in liegenden Töpferöfen erst möglich war (Lüdtke 1988, Stephan 1995). Eine makroskopische Unterscheidung von der Älteren grauen Irdenware (K) ist häufig nur an der frischen Bruchfläche möglich, wobei der stark variierende sandige Magerungsanteil, der bei höheren Werten optisch den Eindruck einer Misch- bzw. Sandmagerung entstehen lässt, bei der Zuordnung erschwerend wirkt.

Die Bildung der Testgruppe X, (F, G oder K) beruht u.a. auf dieser Unsicherheit in der Bestimmung¹⁹. Wie die mikroskopische Betrachtung zeigt, ist zwischen F (grau) und deren farblich bestimmter Variante G1 (grau-hellrotbraun) eine Unterscheidung nicht möglich. Demnach ist die separate Aushaltung der Ware G1 überflüssig.

Die überwiegend scheibengefertigte Kugeltopfware des ausgehenden 12. Jahrhunderts kann jedoch, wie sich bei der Untersuchung und im weiteren Grabungsverlauf für den Fundkomplex Turnierstraße-Eiermarkt zeigt, bereits auch mit Sand gemagert sein – neben der gezielten Brandführung ein entscheidendes Kriterium für technologischen Fortschritt und Warendefinition. Entsprechend der formalen und zeitlichen Zugehörigkeit dieses Scherbentyps noch zu der älteren Entwicklungsphase der mittelalterlichen Keramik (Stephan 2000) wurde nachfolgend die Warengruppe H ausgegliedert (Scholz & Rötting 1995), deren makroskopisch bzw. mit der Lupe deutlich erkennbarer Grobsandanteil für die Scherben der Älteren grauen Irdenware mit etwa gleicher Laufzeit kennzeichnend ist. Dies legt die Vermutung nahe, dass die Drehscheibenware G2 – ebenso zum Teil aber auch der Ware G1 zugeordnete Scherben – mit gemanteltem Bruch aufgrund der reduzierenden Brandführung als typische Übergangsware²⁰ zur grauen Irdenware bzw. zu K einzuordnen ist. Gestützt wird diese Annahme durch die mineralogische und geochemische Kongruenz der beiden Waren. Sowohl für Braunschweig (Kablititz 1988) als auch für andere Regionen in Norddeutschland (Stephan 1979) ist das Vorkommen von mit Gesteinsgrus gemagerten grauen Irdenwaren vornehmlich für das 12. Jahrhundert beobachtet worden. Demnach ist es sinnvoll, die Gruppe G2 aufzulösen und als Untergruppe der Ware K zuzuordnen.

Eine funktionelle Sondergruppe bilden die Wasserröhren (G3), von denen eine aus Braunschweig (1. Hälfte 12. Jh.) und zwei von der Harzburg (Ende 11. Jh.) untersucht wurden. Sie zeigen sich

¹⁹ Erfolgt die Bestimmung der Magerungsart nicht am frischen Bruch, ist die Zuordnung aufgrund vorliegender Korngrößenstruktur häufig mit Unsicherheit belegt. Doch hinterlassen die in diesem Korngrößenbereich erst mit der Lupe erkennbaren eckigen Kornformen der Gesteinsgrusmagerung auf der frischen Bruchfläche stets kantig/flächige Negativabdrücke, während die Eintiefungen der quarzsandgemagerten Scherben rund bis oval sind (Scholz & Rötting 1995).

²⁰ Vgl. Stephan 2000; Endres 1982a.

vom Material als ähnlich, wobei die Harzburger Scherben hinsichtlich der mineralischen Magerung durch die lokale Geologie bedingte Abweichungen aufweisen.

Als eine noch in der Mitte des 13. Jahrhunderts auftretende Formvariante der älteren scheibengedrehten Kugeltopfware befanden sich große, als Vorratsgefäße genutzte Kugeltöpfe mit Kehlrand in Gebrauch. Deren Zuordnung zur Jüngsten Granitgrusware (N) erfolgte aufgrund einer durch die grobe Magerungskorngröße und teilweise auch durchstoßende eckige Partikel körnig bis rauh erscheinenden Oberflächenstruktur. Ein zu einem späteren Zeitpunkt an einem anderen Vorratsgefäß (88:5/2114, Schicht 490) entnommenes Fragment ließ bereits im frischen Bruch deutlich Quarzsandmagerung erkennen, welche im Dünnschliff hinsichtlich Mineralbestand und Korngrößenverteilung mit derjenigen der Warengruppe H bzw. K übereinstimmt. Die vermutlich sekundär überfeuerte Probe 53N (Rötting 1985, Abb. 62a: 5) eines vermutlich der grauen Irdenware zuzuordnenden Gefäßes mit hellgrauer bis gelber Farbe erwies sich durch die naturwissenschaftliche Untersuchung ebenfalls als sandgemagert und ist damit ein Irrläufer in der archäologischen Probenauswahl.

3.2.2 Hoch- und spätmittelalterliche reduzierend gebrannte Irdenware

3.2.2.1 Ältere graue Irdenware (K)

Nach Rötting gingen die Braunschweiger Töpfer etwa Anfang des 12. Jahrhunderts zunehmend von der Produktion älterer Kugeltopfware auf die Herstellung durchgehend reduzierend gebrannter grauer Irdenware über²¹. Daneben war uneinheitlich gebrannte Keramik vom Typus der Drehscheibenware G2 noch bis Anfang 13. Jahrhundert in Gebrauch. Sandgemagerte Scherben dieser vom Randtyp formal der älteren Kugeltopfware zuzuweisenden, technologisch aber eher der Jüngeren grauen Irdenware (L) nahestehenden frühen grauen Irdenware werden nach Rötting (1985) der Älteren grauen Irdenware (K) zugeordnet (Abb. 3.4: 1). Noch immer ist der Kugeltopf die dominierende, universelle Gefäßform, die bis Ende 12./Anfang 13. Jahrhundert in uniformer Ausprägung das keramische Formengut der örtlich hergestellten Keramik bestimmt²². Daneben treten als Formvarianten Kugelkannen auf. Die Herstellung der Kugeltöpfe erfolgte in verschiedenen Techniken vom reinen Handaufbau bis hin zur reinen Drehscheibenfertigung, wobei auch Mischtechniken nicht selten vorkommen (Lüdtke 1985)²³. Entsprechend dem im 12. Jahrhundert in der Magerung einsetzenden Materialwandel mit zunächst noch unklassierten Sanden²⁴ und allmählich zunehmender Brandhärte liegt die frühe graue Ware K im Übergangsbereich zur Ausbildung der für das Spätmittelalter charakteristischen technologischen Merkmale. So zeigt sich als wesentliches Kriterium zur Differenzierung der hochmittelalterlichen grauen Irdenwaren die Korngröße der Magerung, welche bei der frühen grauen Irdenware (K, einschließl. Warengruppe H) vorwiegend im mittel- bis grobkörnigen Bereich liegt und auf der frischen Bruchfläche makroskopisch bzw. mit der Lupe deutlich erkennbar ist. Je nach Bearbeitungstechnik (geglättet/gewischt) und Brandhärte ist die Oberfläche glatt bis rauh, teils auch körnig.

Der höhere Brand (harter Scherben) und die graue bis schwarze, im Bruch meist hellere Scherbenfarbe sind dagegen Merkmale, die auch bei Fragmenten der Waren F und L vorzufinden sind. Zu der chronologisch erst um 1200 auftretenden Jüngeren grauen Irdenware (L), die sich von der in

²¹ Im allgemeinen wird für Norddeutschland mit der Durchsetzung der reduzierend gebrannten, sandgemagerten Irdenware ab der Mitte oder dem Ende des 12. Jahrhunderts gerechnet (vgl. z.B. Feldhaus-Stephan 1995, Stephan 1982c).

²² Vgl. hierzu Stephan (2000).

²³ Zu Theorien der Kugeltopferstellung vergleiche beispielsweise Bauer (1954-55), Fasshauer (1954), Henicke & Huismann (1985); Mildner (1951), Nickel (1965), Stoll (1980).

²⁴ Im archäologischen Sinne werden darunter gesiebte Sande ohne größere Anteile gröberer Komponenten innerhalb eines gewissen Korngrößenbereiches verstanden. Vgl. Fußnote Nr. 57, Abschn. 5.1.

einem relativ eng begrenztem Zeitraum produzierten Älteren grauen Irdenware (K) technologisch und nach Rötting (mdl. Mitt.) auch formal zumeist recht gut abgrenzen lässt, sind fließende Übergänge vorhanden. Im Einzelfall ist so, bei vergleichbarer Brandhärte, eine sichere Zuordnung zu F, K oder L aus dem optisch/haptischen (wie auch aus dem mineralogischen) Befund nicht immer durchführbar, wie sich an Scherben der Testgruppen X und Y zeigt – nicht zuletzt auch aufgrund fehlender Hierarchie der Merkmale. Die Ältere graue Irdenware, die in ihren technologischen Merkmalen der Variante *a* der Harten Grauware (Jüngere Kugeltopfkeramik) der „Rahmenterminologie zur Mittelalterlichen Keramik in Norddeutschland“ (Erdmann *et al.* 1984) entspricht, sollte demzufolge nicht als eigene Ware ausgegliedert werden. Eine rein chronologische Differenzierung zwischen den Waren K und L²⁵ birgt die Gefahr eines Zirkelschlusses und ist deshalb nicht sinnvoll²⁶. Ebenso ist keramiktechnologisch anhand des bisher untersuchten Scherbenmaterials eine Abgrenzung zu der von Rötting ausgewiesenen Warengruppe H (Jüngere Granitgrusware) nicht möglich.

3.2.2.2 Jüngere und Jüngste graue Irdenware (L, V) mit Mündelkeramik (P) einschließlich der Sondergruppen Töpferofen- und Baukeramik.

Mit dem Aufkommen neuer Keramiktechnologien im 12. Jahrhundert und der Herausbildung wichtiger Töpferzentren im nordwestdeutschen Raum bis spätestens Anfang des 13. Jahrhunderts vollzog sich beim keramischen Gebrauchsgut an der Jahrhundertwende ein qualitativer Wandel, der sich nach Feldhaus-Stephan (1995) *überregional mit zeitlichen Abständen abzeichnet*. Kennzeichen der seit etwa Anfang des 13. Jahrhunderts reduzierend gebrannten Irdenware jüngerer Machart – der am weitaus häufigsten in den Braunschweiger Altstadtfinden auftretenden Warengruppe mittelalterlicher Keramik (vgl. Tab. 4, Rötting 1985) – ist der harte bis klingend harte Brand und die vorwiegend mittelkörnige und als klassiert bezeichnete Sandmagerung. Sie entspricht Variante *b* der harten Grauware nach Erdmann *et al.* (1984) und ist aufgrund des uniformen Materials sowie der chronologisch relativ unempfindlichen Randausformungen²⁷ technologisch und formal schwer zu differenzieren (Stephan 2000).

Wichtigste Gefäßform ist weiterhin der Kugeltopf, aus dem sich in einer allgemeinen Tendenz steigenden Lebensstandards noch im 13. Jahrhundert als Formvarianten nahezu alle wichtigen spätmittelalterlichen Gefäßtypen (Krüge, Becher, Kannen; Abb. 3.4: 3-4) entwickeln. Spätestens seit der 2. Hälfte des 13. Jahrhunderts erscheinen in Braunschweig der Grapen²⁸ (Dreibeintopf) und die für das nördliche Harzrandgebiet so besonders typische Mündelkeramik (mit Mehrpaßformen der Mündung), einer nach Rötting angeblich eigenen Warengruppe (P) – aufgrund der Paßform zeitlich untergliedert in eine ältere (Vierpaßgefäße) und jüngere Ware (Fünfpaßgefäße)²⁹.

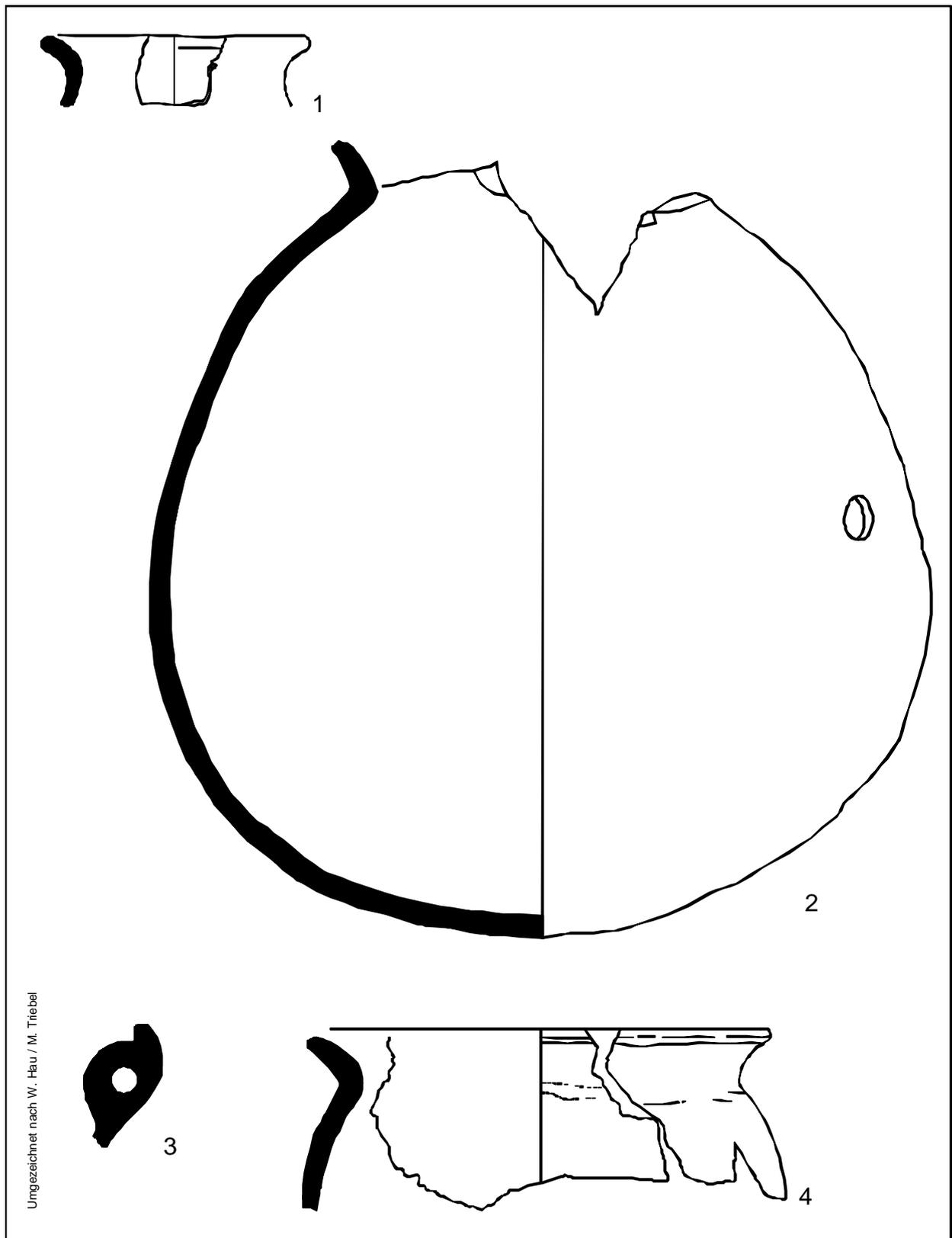
²⁵ K tritt stratigraphisch in Schichten auf, in denen L noch nicht vorkommt.

²⁶ Vgl. Atzbach (1994, Anmerkung 125).

²⁷ Vgl. hierzu Ring (1990, 45-47); Rötting (1985, Abb. 61, 5; 62a, 5.8; 46; Tab. 6).

²⁸ Absolutchronologisch nicht abgesichert (Ring 1990, 47). Vgl. Rötting (1985, 29 u. 26, Tab. 4; 48 u. 40, Tab. 5). Zur Entwicklungsgeschichte des Grapens vgl. Ring (1990, 47), Stephan (2000).

²⁹ Nach Rötting (1985, S. 106) *kommt die als "Braunschweiger Mündelbecher" bekannte Fünfpaßgefäßform, soweit bekannt, auch im Helmstedter, Magdeburger und Halberstädter Fundgut vor, vermutlich als Import (!) aus dem Braunschweiger Umland*; zur Herstellungstechnik vgl. Rötting (1985, 166). Zur Entwicklungsgeschichte vgl. vorläufig Ring (1990, 47); vgl. hierzu König (1999).



Umgezeichnet nach W. Hau / M. Triebel

Abb. 3.3: Ältere grau-hellrotbraune Granitgrusware (älteste Kugeltopfware; Kohlmarkt-Keramik). Gruppe E: Scherben 17(3), 18 (4). Datierung: 9. Jahrhundert - 1. Hälfte 10. Jahrhundert; Kugeltopfe der Jüngeren Granitgrusware, Gruppe F: Scherbe 21(1), Gruppe G: Scherbe 29 (2). Datierung 11./12. Jahrhundert. M. 1:3.

Als farbliche Variante der grauen Irdeware treten daneben Gefäße mit einer graublau bis metallisch glänzenden Oberfläche (Ascheanflugglanz) auf. Diese möglicherweise als Nachahmung von Metallgeschirr hergestellte und in Anlehnung an die ältere Literatur von Rötting als „graublau“ bezeichnete Ware (L1) ist typisch für die spätmittelalterliche Keramik aus dem nordwestdeutschen Raum (Plath 1959) und gilt in Hannover nach Atzbach (1994, 1996) als sozialer Indikator. Zwar ist die Ausgliederung einer blaugrauen Variante generell möglich, doch ist diese ebenso wie die von Rötting nach typologischen und/oder chronologischen Aspekten vorgenommene Untergliederung der Jüngeren grauen Irdeware in die etwa ab dem 14. Jahrhundert serienmäßig hergestellte (teils graublau) „Massenware“ (L2) und Sonderformen (L3) wie Schüssel, Schälchen (Abb. 3.4: 5) und Kugeltöpfe mit chronologisch jungem Rand (Rollrand) inkonsequent und nicht sinnvoll. Dies gilt auch für die Ausgliederung der Mündelkeramik sowie der Jüngsten grauen Irdeware (Warengruppe V)³⁰. Deutlich wird diese Problematik beispielsweise an den beiden ins 14./15. Jahrhundert datierten Scherben 148L3 und 203V, beide mit Rollrand.

Der Variationsbreite in der Oberflächenbeschaffenheit (rauh bis körnig), der Bruchstruktur (geschichtet bis dicht) und dem Brand, der sich *'ebenso aus der Genese als technische Fortentwicklung'* (Stephan 2000) wie auch als Ergebnis eines einzelnen Brennvorganges verstehen lässt, steht zudem die Gleichartigkeit mineralogisch/geochemischer Merkmale örtlich bzw. regional produzierter Waren gegenüber, wodurch die Bildung einer übergreifenden Warengruppe (L) – zumindest im Braunschweigischen wie auch im Südniedersächsischen – hinreichend begründet erscheint³¹.

Bezugsquellen für Gefäße grauer Irdeware waren vorrangig die Töpfereien am Ort bzw. aus dem näheren Umkreis. Daneben gab es bereits seit dem späten 12. Jahrhundert auch auffallend hell-scherbiges Material mit z.T. im Bruch weißgrauer Färbung (Scherben 117L1, 119L1, 123L1, 130L1, 132L1, 136L1, 138L2, 147L3, 151P1 und 204 bis 209V). Bekanntermaßen ist dieser Scherben charakteristisch für Werkstätten aus dem Großraum Hannover-Oberg/Peine-Duingen³² (Abb. 3.4: 10), doch kommt in diesem Produktionsraum auch hell- bis dunkelgraue Keramik vor, so dass eine Unterscheidung von den übrigen Grauwaren ohne Anwendung naturwissenschaftlicher Verfahren nicht möglich ist.

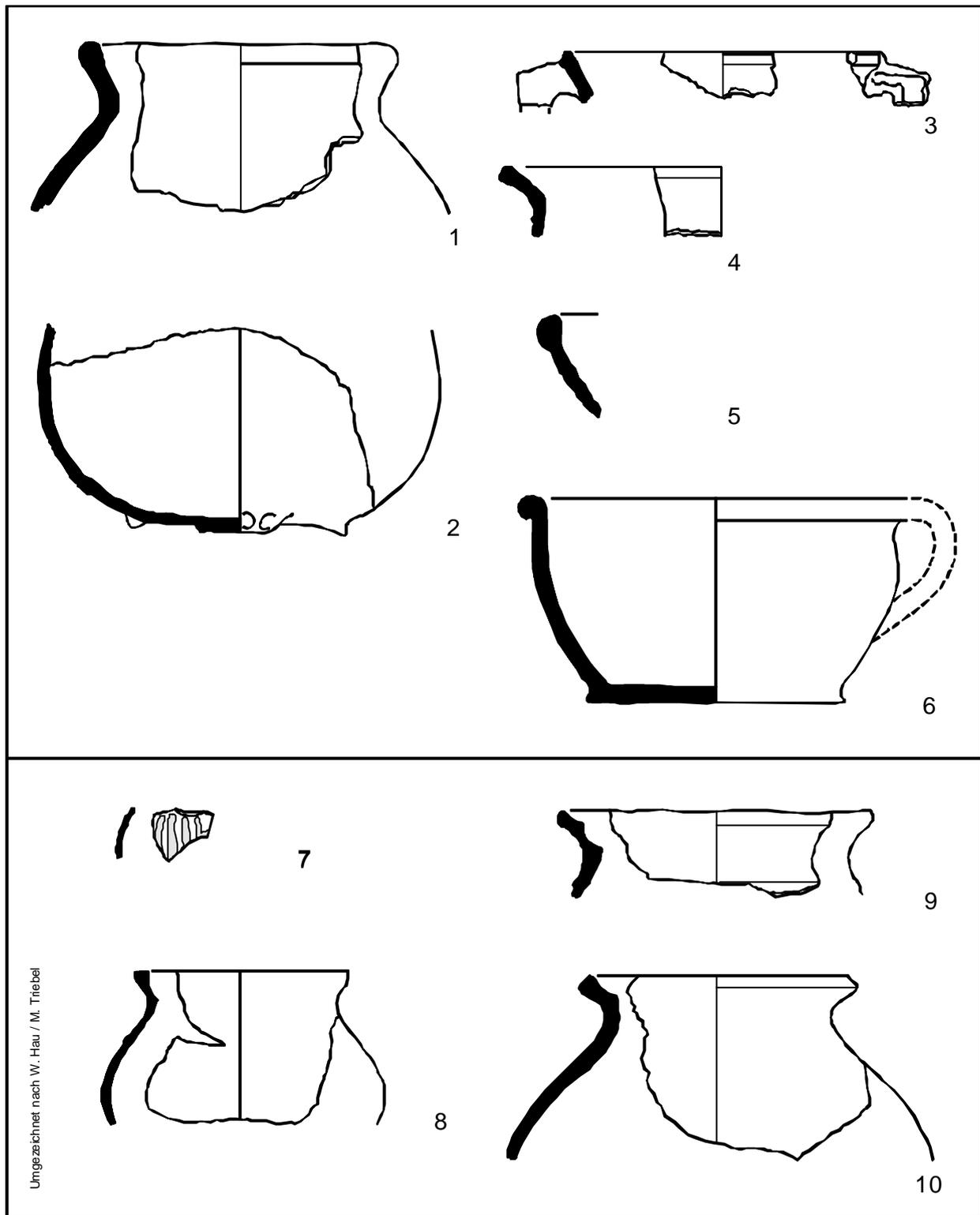
Auffallend ist der relativ hohe Probenanteil an helltoniger Keramik für das ausgehende Spätmittelalter und die frühe Neuzeit (Warengruppe V). Dies könnte darauf hindeuten, dass die lokale Produktion der Jüngeren grauen Irdeware in Braunschweig ab dem 15. Jahrhundert, ähnlich wie in Hannover, unter dem Konkurrenzdruck auswärtiger Töpfer deutlich nachlässt (Atzbach 1994). Nicht auszuschließen ist auch eine braunschweigische Herstellung, da weiße Potterde aus Oberg nachweislich nach Braunschweig verhandelt wurde (vgl. Abschn. 4.3.1).

Einfaches, reduzierend gebranntes Gebrauchsgeschirr ist aus der näheren Umgebung Braunschweigs in den Altstadtfinden nach Ausweis der materialanalytischen Ergebnisse mit Sicherheit bisher nur von einer Töpferwerkstatt in Salzgitter-Gebhardshagen (Lattemannsgasse 7) nachzuwei-

³⁰ Vgl. hierzu Erdmann et. al. (1984, 424).

³¹ Eine bis ins Detail angestrebte typologische Differenzierung ist häufig nicht nachvollziehbar und nach Atzbach (1994, 66) *'typenkundlich, chronologisch und nicht zuletzt kulturhistorisch wenig aussagekräftig'*.

³² Vgl. Abschn. 3.2.3. Vergleichbare Funde (datiert ins 12./13. und 15./16. Jahrhundert) treten auch in Peine und Oberg auf (Scholz & Rötting, i. Vorb.). Darüber hinaus wurde eine sehr ähnliche Keramik auch in Nordhessen und im Rheinland hergestellt.



Umgezeichnet nach W. HAU / M. TRIEBEL

Abb. 3.4: Braunschweig, Kugeltöpfe der Älteren grauen Irdenware **K**: Scherbe 70 (1), der gelben Irdenware **J2**: Scherbe 109 (2), der Jüngerer grauen Irdenware **L**: Scherben 134(3), 141 (4) mit Sonderform Schälchen: Scherbe 150 (5); Bleiglasirte Irdenware **M2**: Scherbe 220 (6). Südliches bzw. mittleres Niedersachsen, Kugeltöpfe der gelben Irdenware **J1**: Scherben 94 (7), 95 (9); **J2**: Scherbe 111 (8) und der Jüngerer grauen Irdenware **L1**: Scherbe 117(10). Datierung: 12. - 14./15. Jahrhundert. M. 1:3.

sen. Der bereits in Ansätzen erforschte³³ und Ende 12./1. Hälfte des 13. Jahrhunderts datierte Töpferfund umfasst frühe blaugraue Irdenware einer ziemlich einheitlichen Kugeltopfform und Reste eines liegenden Ofens, dem nachweislich ältesten in Ostniedersachsen. Gebrannt wurde in der Lattemannsgasse im Zeitraum vom 13. - 14./15. Jahrhundert in zwei unterschiedlich positionierten Öfen³⁴ (Abb. 4.3 b).

In Gebhardshagen hergestellte Tongefäße dieser Machart treten in größerer Anzahl und überwiegend vollständig erhalten in einem geschlossenen, anhand des Schichtbefundes in die 1. Hälfte des 14. Jahrhunderts datierten Fundkomplex auf (Braunschweig-Hagenmarkt, Stadtgrabung 18), wo sie – offensichtlich als billig erstandene Ausschussware – umgestülpt in der Fußbodenisolierschicht einer Kemenate als sogenannte Baukeramik verwendet wurden (Rötting 1985, 1988, 1990)³⁵. Formal lassen sich zu den Gebhardshagener Funden Unterschiede erkennen: So kommen unter den am Hagenmarkt vergesellschafteten Gefäßen, die insgesamt neun verschiedene, nach Rötting (1990) betont funktionsbezogene Randformen aufweisen (Abb. 3.5), doppelgekehrte Ränder nicht vor, wie sie im chronologisch älteren Fundmaterial der Lattemannsgasse 7 auftreten (Rötting, mdl. Mitt.).

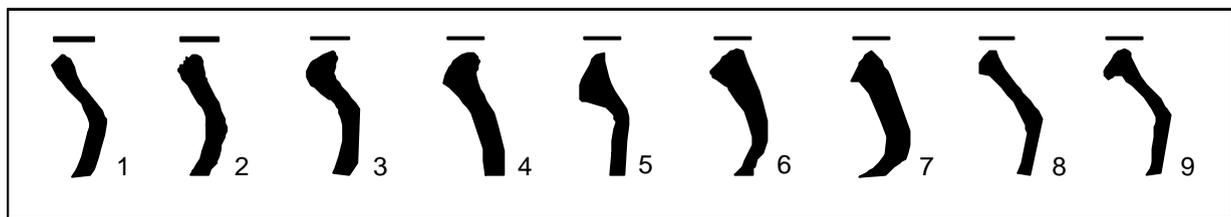


Abb. 3.5: Randformen (1 - 9) der Kugeltöpfe im geschlossenen Fund am Hagenmarkt 13, Braunschweig.

Die Randform ist, bedingt durch den Herstellungsprozess der Keramik, jedoch nicht nur an die Funktion gebunden und aufgrund von zeitbedingten Traditionen vollauf erklärlich (Bauer et al. 1986). Nach Ausweis der überregionalen Literatur³⁶ erlaubt sie keine lokale Differenzierung (vgl. hierzu Stephan 2000, 51). Die individuelle Gestaltung der Randformen von Scherben einer Anfang 13. Jahrhundert zu datierenden Töpferei in Wittingen (Lkr. Gifhorn) dagegen führt Wendrich (1981) darauf zurück, dass „mehrere Handwerker in relativ kurzer Zeit die Gefäße hergestellt haben“, was wenig plausibel erscheint.

Typologisch ist eine Unterscheidung der hart gebrannten, grauen bis graubraunen Wittinger Kugeltopfkemik – zum Teil auch mit Übergängen zur blaugrauen Ware – und der in Gebhardshagen und Eitzum (Rötting unpubliziert) hergestellten Gefäße nicht möglich. Auch technologisch sind nur geringe Variationen erkennbar, die innerhalb des üblichen Spielraumes liegen. Insgesamt ist keine klare Differenzierung dieser Produkte anhand des ausgewählten Probenmaterials möglich.

³³ Henicke & Huismann (1985); Kellner-Depne (1993/1994), (1997/98).

³⁴ Nach Kellner-Depne (1997/98) war der jüngere Ofen (A; Abb. 4.3) nur bis ins 14. Jahrhundert in Gebrauch. Die Produktion auf dem benachbarten Grundstück in der Lattemannsgasse 3 - 5 reichte ebenfalls bis Anfang des 14. Jahrhunderts.

³⁵ Der Begriff ist in diesem Kontext irreführend, denn unter Baukeramik wird üblicherweise und in allen Disziplinen Keramik verstanden, die primär für bauliche Zwecke hergestellt wurde und sich zumeist formal und technologisch deutlich von gängiger Gebrauchskeramik unterscheidet. In diesem Falle liegt eine Sekundärverwendung von landläufiger Keramik vor (Bauer et al. 1986, Stephan 1995). Zur Darstellung des Fußbodenfundes der Kemenate vgl. Rötting (1985, 105, Abb. 59b).

³⁶ Zum Beispiel Erdmann et al. (1984), Stephan (1981, 1982b); vgl. hierzu auch Van der Leeuw (1980, 190).

3.2.3 Gelbe Irdenware (J)

Die Produktion gelber Irdenware mit z.T. roter bis brauner Bemalung war nahezu im gesamten west- und mitteleuropäischen Raum verbreitet. Ihre am besten bekannten Vertreter sind die rheinischen Waren vom Typ Pingsdorf und Badorf. Vertreter dieser Waren wurden nicht nur in den eponymen Töpferorten, sondern auch an anderen Orten im Rheinland (z.B. Siegburg) und in Südlirnburg (Brunssum-Schinveld) hergestellt. Darüber hinaus sind Imitationen oder "Landrassen" (Lobbedey 1968) besonders in Baden-Württemberg, Hessen und Südniedersachsen geläufig³⁷. Obwohl die mittelalterliche Produktion in letzterem, zwischen Oberweser und Leine gelegenen und auch als „Pottland“ bezeichneten Gebiet, dessen Zentrum Duingen war (Löbert 1991), als sehr umfangreich angesehen werden muss (Jannsen 1966), ist in den Archivalien ein Import aus dieser Region nach Braunschweig erst im 17./18. Jahrhundert zu fassen (Stephan 1981). Rötting vermutet für die gelbe Irdenware, die er nach formalen, technologischen, teilweise auch chronologischen und funktionalen Aspekten in die drei Untergruppen J1 - J3 gliedert (Rötting 1985, Tab. 4), eine Herkunft aus unterschiedlichen Produktionsgebieten – vorrangig Südniedersachsen. Das angeblich für eine Herkunft aus dem Rheinland sprechende pauschale Kriterium der roten Bemalung (J1) erweist sich für die Zuweisung an ein bestimmtes Herstellungsgebiet als nicht geeignet, da diese Dekorart auch in Südniedersachsen und Nordhessen (Stephan 1982c) bis ins frühe 13. Jahrhundert üblich war. Ähnliches gilt für die Kriterien der Oberflächenbeschaffenheit und des Scherbens, die zwar gewisse regionale und zeitliche Tendenzen erkennen lassen, im Einzelfall aber keine zweifelsfreie Zuweisung erlauben.

Die naturwissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse nivellieren die von Rötting getroffene Differenzierung. Der im Raum Duingen/Coppengrave - Hohenbüchen zur Herstellung helltoniger Irdenware verwendete Unterkreide-Ton (Wealden) wurde auch im Raum Hannover (z.B. Osterwald und bei Oberg) abgebaut. Ein literarischer Beleg dafür existiert in dem berühmten Magdeburger „Probierbüchlein“ von 1504, in dem die Tone von Oberg im Stift Hildesheim als besonders geeignet für Tiegel und Retorten bezeichnet werden³⁸ (Stephan 1995). Parallel zur Produktion der quarzsandgemagerten gelben Irdenware im Raum Duingen ist daher eine umfangreiche Herstellung im Großraum Hannover (Osterwald - Peine/Oberg) anzunehmen. Während für die feine, quarzsandgemagerte helltonige Irdenware eine Herkunft aus dem Raum Duingen /Coppengrave angenommen werden kann, ist die Lokalisierung der gröberen, mit pleistozänen Sanden gemagerten Variante der helltonigen Irdenware, für die Plath (1959) eine Herkunft aus Hannover vermutet, dagegen bislang nicht möglich. Sie findet sich verstärkt auch im Verbrauchermilieu nördlich Hannover bis Minden (wie z.B. Wunstorf). Bisher jedoch konnte die mittelalterliche Phase der Keramikproduktion durch Töpfereiabfall bzw. Ofenfunde im Großraum Hannover nicht erfasst werden, wobei die einzigen in diesem Gebiet bekannten Werkstattbruch-Funde (14. Jh.) aus Peine zwar Scherben helltoniger, jedoch nicht gelber Irdenware enthalten (H-G. Stephan, mdl. Mitt.).

Alle Belege gehören nach Rötting zum Trink- und Schenkgeschirr der Oberschicht³⁹. Die wenigen Untersuchungen zur sozialen Aussagekraft von Keramik weisen der gelben Irdenware je nach Nähe oder Ferne der Produktionszentren regional unterschiedliche Rollen zu (Atzbach 1996; Feldhaus-Stephan 1995).

³⁷ Vgl. hierzu Gross (1994); Nahrgang (1954).

³⁸ Daraus lässt sich – zumindest für die Produktion im 15./16. Jahrhundert – eine Steinzeugproduktion ableiten.

³⁹ Dies leitet Rötting aus sozialtopographisch ansprechbaren Fundinventaren ab.

Die braunrot bemalte, teilweise feinraue Ware J1 (Abb. 3.4: 9) mit im Bruch hellgelb-beiger bis hellgrauer Farbe ist als stratigraphisch älteste gelbe Irdenware seit Anfang des 11. Jahrhunderts auf der Burg und ab dem 4. Viertel des 11. Jahrhunderts in der frühen Stadt belegt. Die charakteristische Scherbenfarbe gleicht jener der vom 10.-13. Jahrhundert hergestellten Pingsdorfer Ware, weshalb der Verdacht auf eine rheinische Herkunft nahe lag. Da nach dem Forschungsstand von 1986 gelbe Irdenware aus südniedersächsischer Produktion erst ab dem 12. Jahrhundert auftritt und diese auch eine hellere Scherbenfarbe hat, schien eine Herkunft aus der näheren Region unwahrscheinlich. Der mineralogische Befund dagegen belegt eine Herkunft aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen. Als Konsequenz daraus ergibt sich für die vorliegenden Proben helltoniger Irdenware entweder ein jüngerer Zeitansatz oder im Raum Duingen bzw. dem nördlich davon liegenden Großraum Hannover ein Produktionsbeginn bereits im frühen 11. Jahrhundert⁴⁰. Damit kämen aus diesem Produktionsgebiet die derzeit ältesten nachweisbaren, in Braunschweig seit dem 12. Jahrhundert auftretenden Importe helltoniger gelber und grauer Irdenware.

Die weiche, kreibige Ware J2 ist im Bruch überwiegend gemantelt bei hellgelber bis hellgrauer Farbe und schiefbrig geschichteter Bruchstruktur. Einzelne Gefäße zeigen ein Stempeldekori. Die Ware tritt in Braunschweig überwiegend im 12. Jahrhundert (in Einzelfällen bis Mitte 13. Jahrhundert) auf und stammt dem mineralogischen Befund zufolge größtenteils ebenfalls aus dem Großraum Hannover – Oberg/Peine – Duingen. Eine Ausnahme bildet die Scherbe 109J2 (Abb. 3.4: 2), für die der mineralogische Befund darauf hindeutet, dass auch in Braunschweig versucht wurde, gelbe Irdenware nach Vorbild des Importgutes herzustellen⁴¹. Dafür spricht auch die Gefäßform eines Kruges mit Standknubbenleisten, einer typisch regionalen Form.

Ware J3 (Abb. 3.4: 8) unterscheidet sich von J1 und J2 lediglich durch den härteren Brand mit weißgrauer bis hellgelber Scherbenfarbe – bei entsprechender Laufzeit, Formenspektrum und Herkunft.

3.2.4 Bleiglasirte Irdenware (M)

Das verbindende Merkmal dieser Warengruppe ist die Bleiglasur (Mikrosondenanalysen siehe Tab. XV), welche in Europa seit der Spätantike bekannt ist, wobei die Kontinuität bis ins hohe Mittelalter postuliert, jedoch noch nicht geklärt ist.

Gesicherte Befunde liegen aus dem 11. Jahrhundert im Rheinland vor (Heege 1994). Frühe Glasuren dienten vor allem als Schmuck und treten in der Regel auf der Gefäßaußenseite oder auf Miniaturgefäßen auf. Eine Kartierung der Fundstellen des 13. Jahrhunderts⁴² ergibt ein küstenorientiertes Verbreitungsgebiet, wobei der unterschiedliche Forschungsstand für Küstenzonen und norddeutsches Binnenland zu berücksichtigen ist. Ab etwa 1400 treten Glasuren zur Abdichtung auch auf der Gefäßinnenseite auf. Damit entfällt zudem die Beinträchtigung der enthaltenen Speisen und Getränke durch den für Irdenware charakteristischen tonigerdigen Beigeschmack. Die wegen des geringeren Holzverbrauchs und Ausschusses wesentlich preisgünstigeren glasierten Gefäße treten damit in verstärkte Konkurrenz zum Steinzeug. Durch die Einführung der weißen Engobe gewinnen die farbigen Glasuren (bevorzugt braun, gelb und grün) eine deutlich erhöhte Leuchtkraft.

⁴⁰ Bislang ältester Beleg in Hörter um 1100 (Stephan 1984, 44).

⁴¹ Im Norddeutschen Tiefland ging man an mehreren Orten zu etwa der Zeit, als die Produktion gelber Irdenware in den Zentren abbricht, dazu über, diese für begrenzte Zeit zu imitieren (Mangelsdorf 1994).

⁴² Vgl. Lüdtko (1996, S. 37, Abb. 4).

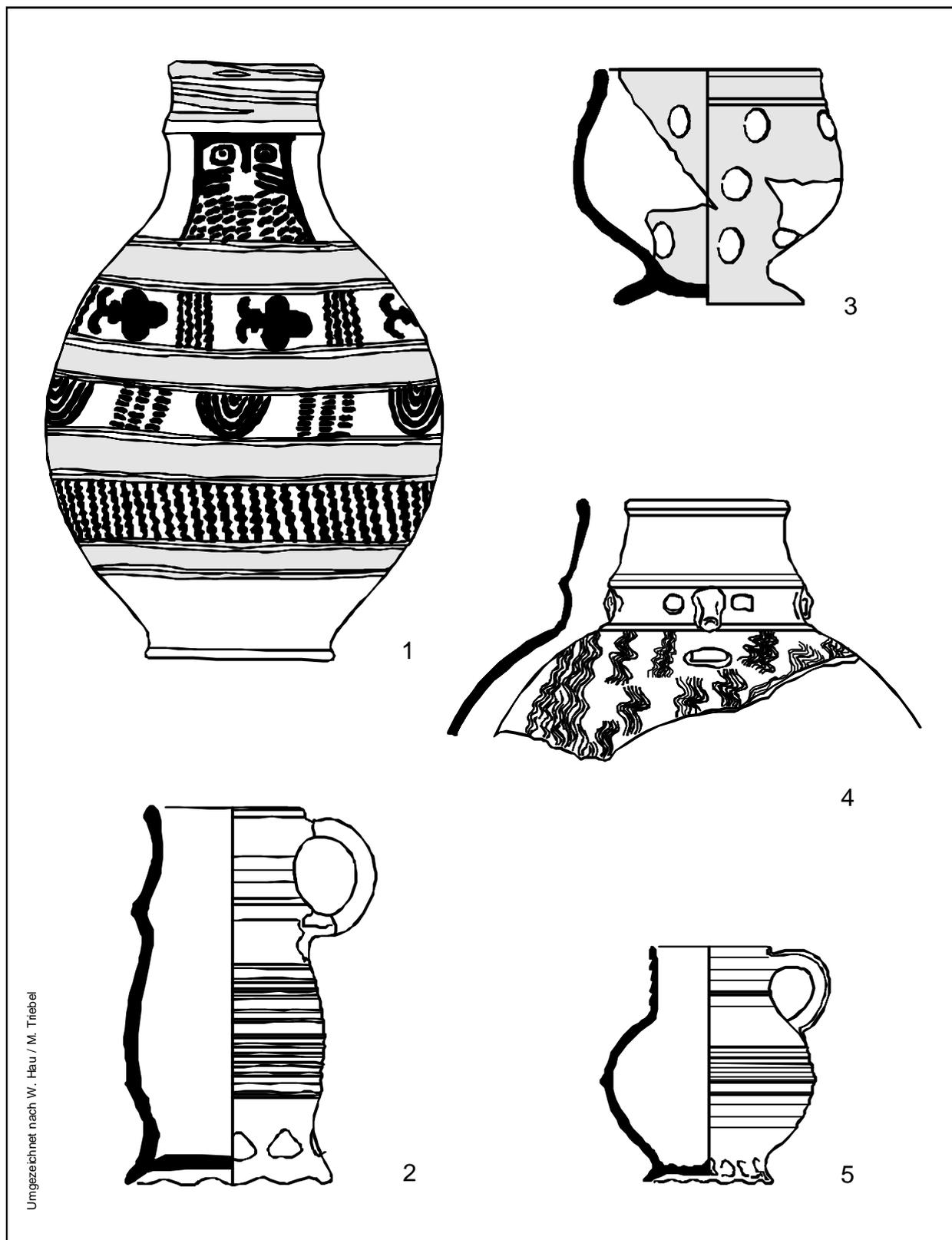


Abb. 3.6: Bleigliasierte Irdenware, Südniedersachsen. **M1:** Scherbe 219, Fußbecher (3); **M3:** Scherbe 226, Eulenkrug (1); Datierung: 2. Hälfte 13. Jahrhundert bzw. 16. Jahrhundert. Krüge aus Faststeinzeug **Q2:** Scherbe 241 (5) und Steinzeug **R2:** Scherben 265 (2), 269 (4). Datierung: 14. - 16. Jahrhundert. M. 1:3.

Die archäologische Gliederung der bleiglasierten Irdenware⁴³ erfolgte primär nach der Chronologie, aber auch nach formalen und technologischen Kriterien.

Die hochmittelalterliche Ware M1 zeigt grauweißen bis hellrötlichen Bruch und trägt eine transparente gelbgrünliche oder braunrötliche Glasur, die eine schlechte Haftung aufweist und deshalb z.T. abgeplatzt ist. Die mangelhafte Adhäsion ist ein Merkmal vor allem der frühen Glasuren. Verziert wurden die Gefäße zuweilen mit Rollstempeln, plastischem und figürlichem Dekor. Das Formenspektrum dieser anspruchsvollen, von Rötting (1985) der Oberschicht zugeordneten Ware umfasst neben dem üblichen Trink- und Schenkgeschirr auch Miniaturgefäße (Abb. 3.6: 3) und Fettpfannen. Vermutet wird eine inländische Herkunft.

Charakteristisch für die spätmittelalterliche Ware M2 ist eine weitgehend deckende Glasur mit dunklen grünlichen bis bräunlichen Farbtönen. Im Unterschied zur älteren Warenart M1 handelt es sich hier um allgemein verbreitetes Gebrauchsgut, dessen Formengut alle Funktionsbereiche umfasst. Anzunehmen ist eine regionale Produktion.

Die Produktionszunahme bleiglasierter Irdenware in der frühen Neuzeit spiegelt sich auch im erweiterten Formenspektrum der Ware M3 wider. Neben Tisch- und Kochgeschirr wurden auch Ofenkacheln (Sondergruppe M3) hergestellt. Ein umfangreicher Fund wurde bei der Grabung Turnierstraße-Eiermarkt entdeckt, für den eine Braunschweiger Produktion angenommen wird (Rötting 1989). Die hellrot bis grau-hellrot gemantelten Kachelscherben tragen eine grüne Glasur mit weißer Engobe. Das Bruchstück eines Grapens (Probe 225M3) stimmt materialmäßig mit den Scherben der „Sondergruppe“ überein, trägt allerdings auf der Außenseite eine honigbraune Glasur. Obwohl das Schüsselfragment (224M3) ebenfalls eine dunkelgrüne "Kachelglasur" aufweist, unterscheidet es sich durch einen feineren, hellgelben Scherben, was als Hinweis auf eine eher südniedersächsische Herkunft zu bewerten ist. Aus derselben Region stammt das archäologisch als "Weserware" bestimmte Fragment eines Eulenkuges mit Malhorndekor (226M3, Abb. 3.6: 1)⁴⁴. Wegen des rosa Scherbens und des rotbraunen Malgrundes ist eine Herstellung z.B. in Duingen/Coppengrave oder Bad Münder am wahrscheinlichsten, da in den anderen Töpferorten der Weserware heller Scherben und gelber Malgrund überwiegen (Stephan, mdl. Mitt.)⁴⁵.

Fayence, insbesondere aus holländischer und italienischer Produktion, war in der frühen Neuzeit die begehrteste glasierte Irdenware. Die besondere Wertschätzung resultiert aus der Ähnlichkeit mit dem exotischen und wertvollen chinesischen Porzellan. So überrascht es nicht, dass auch in Braunschweig offensichtlich Fayence-Imitation in Gebrauch war (230M4; Rötting 1989, 231). Während klassische Fayence sich durch einen hellen Scherben und eine weiße Zinnglasur auszeichnet, besitzt das im Scherben hellrotbraune Schüsselfragment eine über weißer Engobe aufgebraute farblose Bleiglasur (Tab. XV) mit Blaumalerei.

⁴³ Ein Teil der untersuchten Funde stammt aus Kloaken (vgl. Tab. II, Anhang).

⁴⁴ Vgl. hierzu Kommentar von Rötting (1985, 72).

⁴⁵ Vgl. Löbert (1981).

3.2.5 Faststeinzeug und Steinzeug

Im gesamten nordwestdeutschen Raum geht die Tendenz im ausgehenden hohen Mittelalter zu einer zunehmend einheitlicheren reduzierenden Brandführung mit größerer Scherbenhärte. Die systematische Verbesserung der Brenntechnik und Steigerung der Brenntemperatur führt bereits um 1200 zum Auftreten vereinzelter, steinzeugartig hart gebrannter Scherben, denen aber außer im Rheinland zumeist keine spezifischen Gefäßformen zuzuweisen und die als Extremvertreter der allgemeinen Entwicklung zu bezeichnen sind. Klar unterscheidet sich von den vielleicht nur zufällig überheizten Produkten das intentionell hergestellte Faststeinzeug mit noch nicht voll gesintertem Scherben, technologisch definiert durch eine Wasseraufnahme > 2 Gew.-%. Es entspricht dem von Stephan (1988) definierten Protosteinzeug, einer besonders im 13. Jahrhundert wichtigen Gruppe, die am Anfang der Steinzeugentwicklung steht. Formal ist sie nicht vom Steinzeug unterscheidbar, wobei die Gefäßtypen ebenso auf das Trink- und Schenkgeschirr beschränkt sind. Die archäologische Definition des Fast- oder Protosteinzeugs geht zumeist von einem Scherben aus, der noch sichtbare Magerung enthält. Wie sich am Beispiel der Siegburger Scherben zeigt (Ware Q1), können diese jedoch bereits voll gesintert sein. Aus archäometrischer Sicht erfordert dies eine Unterscheidung zwischen technologisch definiertem Faststeinzeug im eigentlichen Sinne und nur optisch/haptisch beurteiltem Faststeinzeug, das aber im technologischen Sinne bereits Steinzeug ist.

Die nächste Entwicklungsstufe ist das vollgesinterte Steinzeug. Es ist ein chronologisch definiertes, technologisch vollendetes Steinzeug (Wasseraufnahme < 2 Gew.-%), das der Literatur zufolge um 1300 im Rheinland erstmals produziert wird, dort das ältere Faststeinzeug ablöst und in Südniedersachsen sofort verfügbar ist (Hähnel 1987/92, Jung 1979, Plath 1959). Diese Stufe konnte aber nicht überall erreicht werden, da nur wenige Tonvorkommen für die Herstellung von Faststeinzeug und Steinzeug geeignet sind⁴⁶. Richtungsweisend waren die Produkte der über hochwertige Tonlagerstätten verfügenden rheinischen Töpfer, vornehmlich Siegburg. Sie prägten einen charakteristischen Formen- und Dekorschatz, der seit dem 2. Viertel des 13. Jahrhunderts (Feldhaus-Stephan 1995) von Hessen über Südniedersachsen bis nach Waldenburg und Altenburg in Sachsen verkaufsfördernd imitiert wurde (Hähnel 1987/92, Reineking-von Bock 1986, Stephan 2000). Eine Unterscheidung dieser hochwertigen Imitationen von ihren Vorbildern ist teilweise nur archäometrisch möglich⁴⁷. Häufig greifen aber auch kulturhistorische Methoden, so die Betrachtung des Scherbens, der benutzten Dekordetails, die Ausbildung der Gefäßelemente und Konturen oder der abweichende Gebrauch der Glasuren (in Siegburg selten, in Südniedersachsen häufiger). Wie keine andere Warenart sind die Vertreter des entwickelten Steinzeugs, insbesondere jene rheinischer Machart, Wohlstandsanzeiger und finden sich auch in Braunschweig nach Rötting (1997) ausschließlich im Oberschichtmilieu.

Die Braunschweiger Faststeinzeug- (Q) und Steinzeugfunde (R) sind entsprechend der vermuteten Herkunft jeweils gegliedert in rheinisch (1) und südniedersächsisch (2)

⁴⁶ Vielerorts markieren Fehlbrände und Faststeinzeug bis in das 14. Jahrhundert den Endpunkt der Entwicklung zum Exportschlager Steinzeug, so z.B. in Dresden (Mechelk 1970) und im Reinhardswald (Stephan 1982b).

⁴⁷ Nach Stephan (2000) ist es – mit Ausnahme des Siegburger Steinzeugs – bedenklich, Warenarten nach mutmaßlichen Herkunftsorten zu definieren.

Zwischen Irdenware, Faststeinzeug und Vollsteinzeug lassen sich technologisch zahlreiche Übergangsformen feststellen⁴⁸. Dies dürfte eine Herstellung in *einem* Ofen vermuten lassen (Stephan 1981), d.h. entsprechend des Temperaturgefälles im Töpferofen entstanden Irdenware und steinzeugartig harte Irdenware bzw. Faststeinzeug und Vollsteinzeug in einem Produktionsgang, wodurch die technologische Abgrenzung im Einzelfall schwierig wird.

3.2.5.1 Faststeinzeug

Der Scherben der Ware Q1 ist hellgraubraun und gesintert, die Oberfläche erscheint rau und gefleckt, sie trägt teilweise Ascheanflugglasur. Der Bruch zeigt ockerbraune (FeOOH) bis schwarze Punkte (vgl. Abschn. 5.1.1.2.2). Aufgrund der z.T. noch erkennbaren Magerung wird sie zum optisch-haptisch definierten Faststeinzeug gerechnet. Diese Warenart tritt nach Rötting (1985) ab dem letzten Viertel des 13. Jahrhunderts in Braunschweig auf. Rötting spricht diese Fundgruppe als importierte Vertreter der frühen, charakteristisch geflämmten Ware aus Siegburg an, womit dessen Herstellung etwas früher vor dem allgemein akzeptierten Zeitraum „um 1300“ – vermutlich im letzten Viertel des 13. Jahrhunderts – technologisch nachweisbar ist⁴⁹ (Abb. 3.7: 1,2).

Parallel zu diesen frühen Siegburger Importen wird seit Mitte des 13. Jahrhunderts in Duingen, Coppengrave (Stephan 1981) und auch andernorts im südniedersächsischen Pottland im Bruch hellgrau bis ockergelb gefärbtes Faststeinzeug (Q2) produziert, entweder mit unglasierter (241Q2; Abb. 3.6: 5), salzglasierter (242Q2) oder manganviolett engobierter (245 - 246Q2) Oberfläche⁵⁰, letztere bis in das 14. Jahrhundert reichend. Die nach rheinischem Vorbild gestalteten Krüge mit Dornrand und „braunschweigischen“ Fünfpfaßgefäße sind ausgesprochen geläufige Formen, wobei sich die Erzeugnisse aus Duingen und Coppengrave hinsichtlich der Machart und der Formen weitgehend gleichen (Stephan 1981). An jenen Orten, wo der technologische Sprung zum Vollsteinzeug nicht gelang, reicht ihre Produktion bis zum Ende des Mittelalters oder sogar bis in die Neuzeit (Stephan 1982c).

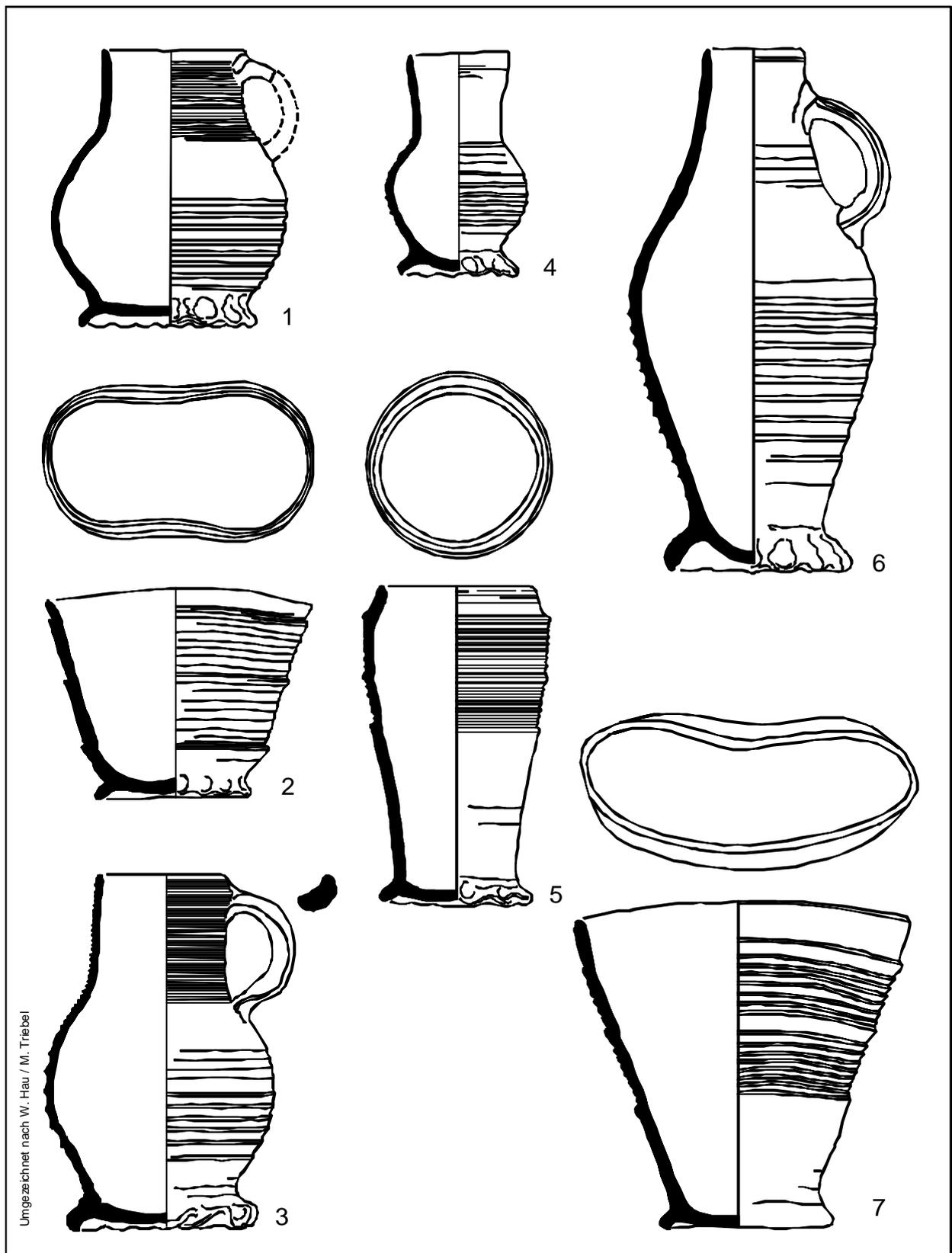
3.2.5.2 Steinzeug

Unter Warenart R1 wird das klassische Siegburger Steinzeug mit der charakteristischen, rostbraun geflämmten Oberfläche verstanden. Der im Bruch beige bis hellgraubeige Scherben zeigt eine glatte, graugelbe Mantelung. Die Produktion beginnt um 1300 und endet weitgehend mit der Zerstörung der Siegburger Öfen im Jahre 1637. Da zahlreiche Töpfer schon seit dem späten 16. Jahrhundert in den benachbarten Westerwald ausgewandert waren, kommt es dort zu einer parallelen Fertigung mit eng verwandten Rohstoffen (Beckmann 1975). Im Unterschied zu Q1 umfasst diese Ware den vollständigen, klassischen Formenschatz des rheinischen Steinzeugs. Hier sind vor allem der zylinderförmige Krug mit unterrandständigem Bandhenkel, die Jacobakanne sowie der weitmündige Trichterhalsbecher zu nennen (Abb. 3.7: 3 - 7).

⁴⁸ Zur begrifflichen Definition des Faststeinzeugs und Steinzeugs vgl. Stephan (1988, 94 - 96). Die Zuordnung sollte nicht allein nach technologischen Kriterien, sondern auch unter Berücksichtigung der formalen Ansprache erfolgen.

⁴⁹ Das Auftreten dieser Waren in den Schichten von Corvey (1265; Stephan 2000) und Höxter sogar wohl etwas früher (Feldhaus-Stephan 1995) zeigt, dass dieser Fertigungssprung wesentlich früher anzusetzen ist.

⁵⁰ Entscheidendes formales Merkmal für die Frühstufen des Steinzeugs sind nach Stephan (1988) die Ascheanflugglasur oder Sinterengobe.



Umgezeichnet nach W. Hau / M. Triebel

Abb. 3.7: Faststeinzeug/Steinzeug (Siegburg) **Q1:** Krug, Scherbe 270 (1) und Becher, Scherbe 239 (2); Datierung 2. Hälfte 13. Jahrhundert. **R2:** Krug, Scherbe 251 (3), Becher, Scherben 259, 255, 256 (4, 5, 7) und Jacobakanne, Scherbe 263 (6); Datierung: 14. - 15./16. Jahrhundert. M. 1:3.

Die große Wertschätzung des echten Siegburger Steinzeuges führte in Südniedersachsen zu dessen Nachahmung, offensichtlich zeitgleich mit dem Übergang zur Herstellung von voll entwickeltem Steinzeug (R2)⁵¹. Der Formenschatz orientiert sich zum Teil eng am rheinischen Vorbild (Abb. 3.6: 2,4), doch trägt der im Bruch graue bis ockergelbe Scherben im Unterschied zum „echten“ Siegburg mit Ascheanflugglasuren⁵² auch Salzglasuren. Das Spektrum wird außerdem durch Kruken und den Bartmannkrug erweitert, der zwar eine rheinische Erfindung, in Siegburg aber selten ist.

Unter Gruppe R3 wurden spätmittelalterliche „Sonderformen“ zusammengefasst, die wahrscheinlich zu den oben genannten Übergangserscheinungen zu rechnen sind. In erster Linie handelt es sich um Krüge mit unterrandständigem Bandhenkel und Jacobakannen. Vermutet wird eine Herkunft aus Siegburg und Südniedersachsen. Mit Probe 274R3 wurde möglicherweise eine frühe Westerwälder Imitation Siegburger Vorbilder mit dem für diese Zeit typischen, hochweißen Scherben erfasst.

⁵¹ Als Folge der Grenzen optisch/haptischer Erkennung wurde die Scherbe 266 (Faststeinzeug Q2) irrtümlich dem Steinzeug (R2) zugeordnet.

⁵² Wie die von Kilb & Henicke (1980) sowie im Rahmen dieser Arbeit (Tab. XVI) punktuell an Siegburger Material durchgeführten Untersuchungen zeigen, handelt es sich bei den Glasuren aufgrund der hohen K-Gehalte um eine (?)-fällige) Ascheanflugglasur (vgl. Endres 1982b).

4. Geologischer Rahmen

Nach der typologischen Ansprache stammen die Braunschweiger Altstadtfinde vorwiegend aus braunschweigischer Produktion. Ein geringer Anteil wurde aus dem südlichen und/oder mittleren Niedersachsen (Großraum Hannover – Oberg/Peine – Duingen) oder dem Rheinland (Siegburg) importiert. In den verschiedenen Produktionsräumen treten Unterschiede hinsichtlich der tonigen Rohstoffe auf, deren Auswahl einerseits nach ihrer Verfügbarkeit, andererseits im Hinblick auf ihre keramische Qualität erfolgte, wie sich am Beispiel der Keramik aus dem Raum Duingen im nördlichen Leinebergland zeigt.

4.1. Harzvorland und Norddeutsche Tiefebene

Das Harzvorland lässt sich in einen bis zum Aller-Urstromtal reichenden, im Nordosten durch den Flechtinger Höhenzug begrenzten nördlichen und einen bis zum Wesergebirge reichenden westlichen Teil (nördliches Leinebergland) untergliedern. Geologisch ist das Harzvorland im wesentlichen durch eine weiträumig gleiche Abfolge von triassischen, jurassischen und kretazischen Gesteinen gekennzeichnet (Mohr 1982; Abb. 4.1). Die Entstehung der hercynisch (NW-SE) und rheinisch (N-S) streichenden Sattel- und Muldenstrukturen beruht auf einer Wechselwirkung zwischen Tektonik und Aufstieg von Zechsteinsalz (Trusheim 1957). Im Bereich des nördlichen Harzvorlandes (Subhercyn) führten halokinetische Vorgänge dabei überwiegend zur Bildung von Salzkissen, über denen die mesozoischen Sedimente in Form von Breitsätteln (z.B. Elm) flach aufgewölbt oder – bei Bildung von Diapiren – in Schmalsätteln (z.B. Asse, Salzgitterer Höhenzug) aufgeschleppt wurden. Dagegen erfolgte in dem durch Störungstektonik gekennzeichneten westlichen Harzvorland eine Salzauspressung bzw. Salzaufpressung an hercynisch streichenden Störungen, begleitet von Aufschleppung mesozoischer Schichten in Schmalsätteln (z.B. Leinetal-Struktur). In den über dem auswandernden Zechsteinsalz gebildeten Randmulden (z.B. Schöppenstedter-, Hils- und Sackmulde) wurden triassische bis kretazische Sedimente unterschiedlicher Mächtigkeit abgelagert. Durch Reliefumkehr tritt heute ein Teil der Mulden als Höhenzüge in Erscheinung (z.B. Hilsmulde, Sackmulde). Tertiäre Tone und Sande sind generell selten und haben ihre größte Verbreitung im Gebiet von Helmstedt. Während der Elster- und Saale-Vereisung erreichte das nordische Inlandeis mehrfach den Nordrand der deutschen Mittelgebirge (Duphorn 1968, Feldmann 1997), so dass in der gesamten Norddeutschen Tiefebene und dem Harzvorland glaziale und glazifluviatile, seltener auch glaziolakustrine Ablagerungen verbreitet sind (Woldstedt 1931, Kaltwang 1992). Durch Flusserosion und Sedimentation entstand in der Folgezeit ein meist dreiteiliges, nicht an allen Stellen erhaltenes Terrassensystem (Preul 1965). Der während der Weichsel-Vereisung im periglazialen Bereich ausgeblasene Löß überlagert in wechselnder Mächtigkeit die glazialen/glazifluviatilen Ablagerungen (mitteldeutscher Lößgürtel). Südlich der Lößgrenze sind nur einzelne mesozoische Durchbrüche frei von quartären Deckschichten (Trusheim 1957; Abb. 4.1, 4.2), während im nördlichen Teil glaziale/glazifluviatile Sedimente vorherrschen, die stellenweise von Sandlößinseln und spätglazialen Flugsanddecken überlagert sind (Duphorn 1968). Als Ergebnis der postglazialen Erosion wurden durch Umlagerung hauptsächlich des Lösses in den Flusstälern Auelehme gebildet. Für die gesamte Schichtabfolge des Mesozoikums im Harzvorland liegt ein charakteristisches lithologisch-

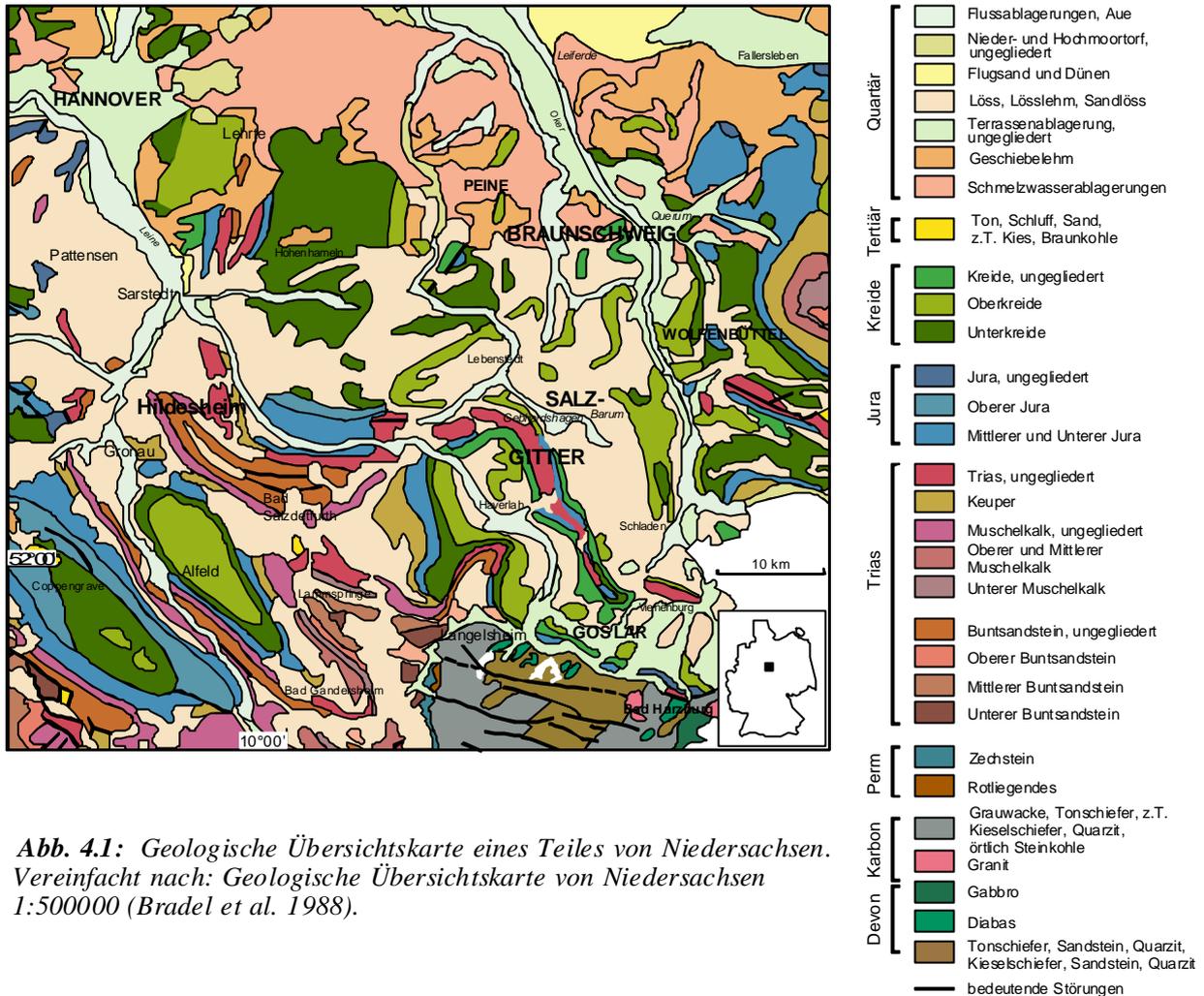


Abb. 4.1: Geologische Übersichtskarte eines Teiles von Niedersachsen. Vereinfacht nach: Geologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1:500000 (Bradel et al. 1988).

stratigraphisches Gesamtprofil vor (Mohr 1982; Schneider 1979), wobei die Sedimente in Teilbereichen unterschiedliche Mächtigkeiten und Faziesausbildung aufweisen können.

Stadtgebiet Braunschweig

Eine ausführliche Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Situation im Stadtgebiet von Braunschweig findet sich bei Schneider (1985), die im folgenden kurz zusammengefaßt ist. Der präquartäre Untergrund wird durch die NNW-SSE streichende Wabetal-Salzstruktur und die sich an ihre Westflanke anschließende Braunschweig-Wolfenbütteler Oberkreidemulde bestimmt. An der Ostflanke der Salzstruktur treten am Nußberg die während des Salzaufstieges hochgeschleppten klastischen Sedimente des Unteren Buntsandsteins zutage (Schiefertone, Kalksandstein- und Rogensteinbänke). Die tonig-mergeligen Sedimente von Jura und Kreide werden von quartären Sedimenten überdeckt, die in einer 500 m breiten Subrosionssenke bis 60 m Mächtigkeit erreichen und im Altstadtgebiet aus humosen Tonen, Schluffen und Sanden der Okerniederung sowie aus Sanden bis Kiesen der weichselzeitlichen Niederterrasse bestehen. Die Struktur der Altlandschaft und die Stellung des mittelalterlichen Stadtbereiches im Rahmen der Sedimentgeologie ist in Abb. 3.1 veranschaulicht.

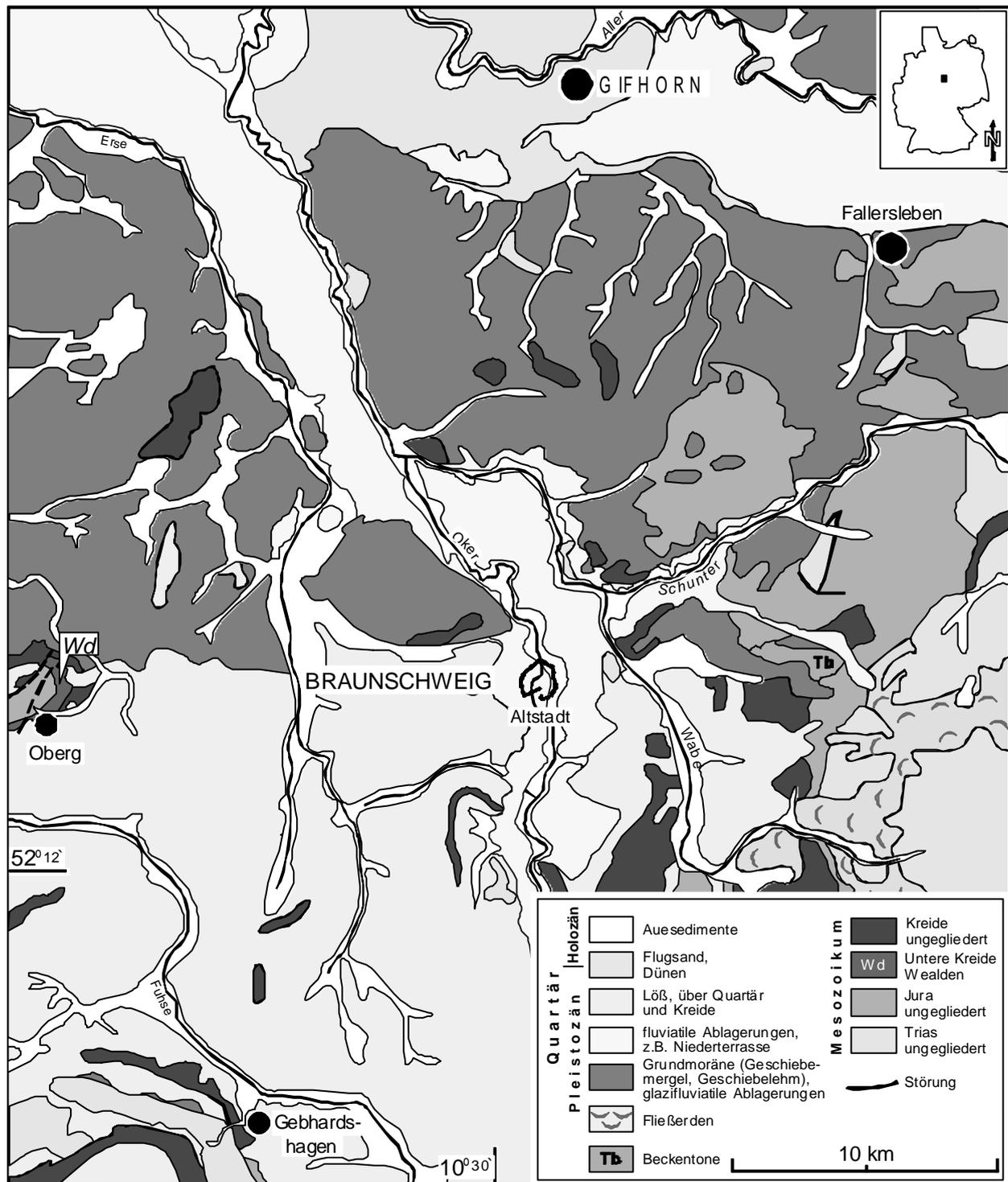


Abb. 4.2: Geologische Übersichtskarte des nördlichen Harzvorlandes. Vereinfachte Darstellung auf der Grundlage der GÜK 200, Blatt CC 3926 Braunschweig (1974). Im nördlichen Teil des Kartenbereiches dominieren glaziale und glazifluviatile Sedimente, im südlichen dagegen Löß. Die West-Ost verlaufende, nördliche Grenze des mitteldeutschen Lößgürtels läuft durch das Braunschweiger Stadtgebiet.

Im Okertal, bei dem die älteste elsterzeitliche Oberterrasse fehlt, ist die saalezeitliche Mittelterrasse nur noch stellenweise flächenhaft, die weichselzeitliche Niederterrasse dagegen nahezu durchgängig erhalten (Dreschhoff 1974). Die Terrassen-Sande und -Kiese bestehen im allgemeinen aus gemischt nordisch-einheimischem Material (Hantke 1993, Henningsen 1983) und zeigen im Talrandbereich eine Verzahnung mit glazialen Sedimenten (Woldstedt & Duphorn 1974).

Geologie der Töpfereien und Fundstellen

Die Töpferei in Salzgitter-Gebhardshagen liegt am Ende eines durch eine Querstörung angelegten und mit unterschiedlichen quartären Sedimenten verfüllten Tales (Abb. 4.3) im Nordosten des NNW-SSE streichenden und von einer steilgestellten mesozoischen Schichtabfolge flankierten Salzgitterer Sattels (Jaritz 1973). Eitzum befindet sich am Südrand des Elm-Sattels im Übergang zur Schöppenstedter Mulde, wo neben mesozoischen Sandsteinen und Tonsteinen (Keuper, Lias) weitflächig Löß, Moränenmaterial und Fließerden verbreitet sind (Behrend & Kühne 1932). In Wittingen, im südlichen Vorland des Uelzener Beckens gelegen, fehlen dagegen mesozoische Schichten. In diesem Bereich sind die saalezeitlichen Grundmoränen flächenhaft durch Löß überdeckt („Sandlößinsel“), wobei Geschiebelehm in der direkten Umgebung von Wittingen inselartig verbreitet ist (GÜK 200, 1974, Blatt CC 3926; GÜK 200, 1977, Blatt CC 3126). Bei denjenigen Orten außerhalb Braunschweigs, von denen Oberflächen- und Siedlungsfunde in die Untersuchung mit einbezogen wurden, ist die Quartärbedeckung zumeist weitflächig. Von der Abfolge mesozoischer Sedimente tritt am Nordende des Harzvorlandes in Fallersleben ausschließlich Jura (vorwiegend

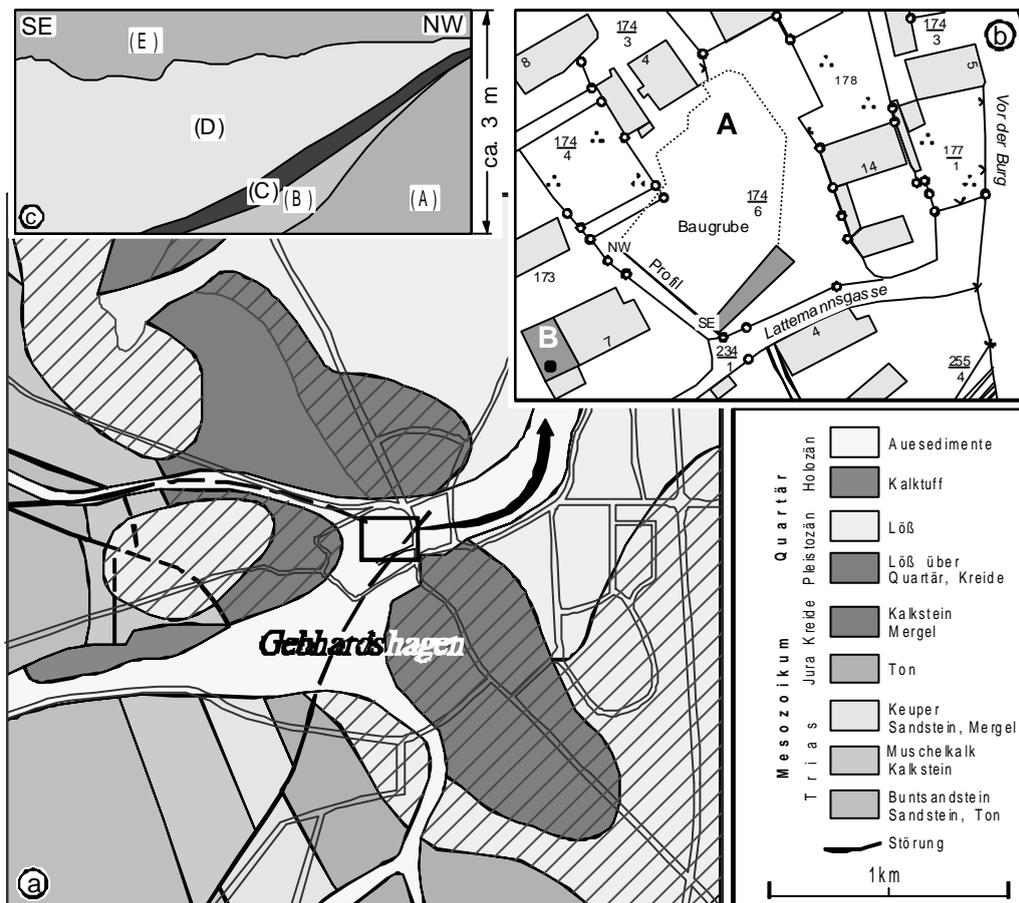


Abb. 4.3: **a** Vereinfachter Ausschnitt aus der geologischen Karte 1:25000 Blatt 3828 Lebenstedt-Ost (2093 Barum); Behrend & Kühne (1932). **b** Grabungsbereich in der Lättemannsgasse. Fundstellen der Töpfereien: A (bis 14. Jh.) und B (bis frühes 13. Jh.), umgezeichnet nach Kellner-Depne 1997/98). Position des Töpferofens B korrigiert nach H. Rötting (mdl. Mitt.). **c** Schematisches Profil (SE - NW) aus der Baugrube nach Meybeier (1992, unpubliziert): (A) Steilstehende Plänerkalke (B) Grundmoräne, sandig bis tonig, drenthezeitlich (C) Vermutlich fossiler Boden (0,2 m), stark verfestigt (D) Grauer Ton mit wechselnden Sandgehalten (E) Kulturboden, begleitet von Brand- und Holzkohleschichten.

Tonstein, Mergelstein und Sandstein), in den in unmittelbarer Umgebung von Braunschweig an Oker und Schunter gelegenen Ansiedlungen Honrode, Querum und Leiferde vor allem Kreide (Tonstein) zutage. In Königslutter und Rieseberg am nordöstlichen Randbereich des Elm-Sattels sind zusätzlich zur quartären Überdeckung tertiäre Tone und Sande verbreitet, wobei in Königslutter von der mesozoischen Abfolge die jurassischen Sedimente fehlen. Im Bereich von Bad Harzburg treten entlang der Harz-Nordrand-Überschiebung in einem schmalen Streifen infolge der Aufschiebung des Harzes die steilgestellten bzw. überkippten mesozoischen, überwiegend kretazischen Sedimente zutage. Weitflächig sind diese von Sedimenten der Mittelterrasse und untergeordnet von Schmelzwasserablagerungen überdeckt.

Rohstoffsituation

Im gesamten norddeutschen Raum am weitesten verbreitet sind pleistozäne Ablagerungen, so dass im Mittelalter die zur Herstellung einfacher Gebrauchskeramik (Irdenware) geeigneten tonigen Rohstoffe vorwiegend aus Geschiebemergel bzw. -lehm oder Beckentonen stammen dürften. So sind auch in Braunschweig nach der Verbreitungshäufigkeit im Gebiet der Altstadt- bzw. der heutigen Stadt tonige Ablagerungen des Quartärs zur Herstellung der örtlichen Gebrauchskeramik am wahrscheinlichsten. In Betracht kommen hierfür in quartäre Sedimente⁵³ eingeschaltete Tonlinsen sowie die auch im Harzvorland verbreiteten und beispielsweise vom nordwestlichen Harzrand beschriebenen pleistozänen Beckentone (Junge 1998, Pilger 1991). Ein größeres Vorkommen von Beckentonen tritt östlich von Braunschweig zwischen Volkmarode und Schandelah auf. Tone des Jura und der Kreide, die im gesamten Harzvorland bis in die heutige Zeit zur Keramikherstellung verwendet wurden (Look 1984, Schneider 1976), treten innerhalb des Stadtgebietes nur untergeordnet zutage. Neuzeitliche, inzwischen aufgelassene Abbaue von grauen Tonsteinen der Kreide befinden sich östlich der Stadt bei Volkmarode (Ziegelei Moorhütte; Neokom), in Gliesmarode (Minimuston) und am Mastbruch (Barrème-Gault), während die Ziegeleien am Westrand der Stadt sandig-mergelig ausgebildete Oberkreidetone (Senon) verarbeiteten (vgl. Look 1984, S. 112, 118).

Schriftquellen zufolge wurden in den frühneuzeitlichen Braunschweiger Töpfereibetrieben unterschiedliche Töpfertone verarbeitet (Kabnitz 1993), d.h. eine aus unmittelbarer Nähe SO Braunschweigs im Mastbruch (nahe des heutigen Hauptfriedhofes) stammender Unterkreide-Ton sowie die von außerhalb nach Braunschweig eingeführte rote und weiße Tonerde, wobei es sich bei letzterer mutmaßlich um die aus dem Ort Oberg bei Peine herangebrachte "Obergische Pott-Erde" handelt (Wealdenton, Abb. 4.2), deren Einfuhr von der Gilde überwacht wurde. Die Mehrzahl der Braunschweiger Töpfermeister war nach Kabnitz (1993) unweit der Stadttore und Okergräben in der ehemaligen Rennelbergvorstadt ansässig (Niederterrasse, vgl. Abb. 2.1), „vermutlich wegen der mit den Töpferöfen verbundenen Brandgefahr“.

⁵³ Sandiger Geschiebelehm (qD,,Lg), vor allem im westlichen Teil Braunschweigs anstehend und dort bei Lamme beprobt, wurde nach Ausweis der bisherigen Funde als Füllung von Gußkernen als sowie Trockenmauerlehm (TmL) verwendet, nicht aber zur Herstellung von Keramik. Sandiger Geschiebelehm und Trockenmauerlehm aus dem Mauerrest einer Kemenate am Eiermarkt (vgl. Rötting 1989) stimmen mikroskopisch und geochemisch (Tab. VIII, Anhang) mit den ins 12. Jahrhundert datierten Gußkernfüllungen figürlicher Messinggegenstände aus Braunschweig überein; die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden freundlicherweise vom Auftraggeber H. Drescher, Hamburg, zur Verfügung gestellt. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang auch die generelle Übereinstimmung zu einer in dieser Serie enthaltenen Probe aus Blexen/Friesland, die nach archäologischer Auffassung nicht aus Braunschweig importiert wurde.

Entsprechende Belege für die mittelalterliche Entnahme von Rohstoffen bilden Gruben, die in günstigen Fällen erhalten bzw. sichtbar sind. Wegen der weitflächigen Überbauung konnten in Braunschweig mittelalterliche Ton-Entnahmestellen bislang nicht nachgewiesen werden. Dagegen wird westlich von Wittingen durch ehemalige Lehmgruben und bis heute erhaltene, namentlich synonyme Flurbezeichnungen (z.B. „Die großen Lehmkuhlen“) der Abbau inselartig im Umland verbreiteten Lehms dokumentiert, auf dem bis in das letzte Jahrhundert noch Töpfer ansässig waren (Wendrich 1981). Bei der mittelalterlichen Töpferei in der Lattemannsgasse in SZ-Gebhardshagen sind mehrere muldenförmige und bis zu 1,5 m tiefe Gruben erhalten (Rötting 1977). In den Gruben ist der obere Teil der pleistozänen Talfüllung angeschnitten, die nach einem durch Meybeier bei Bauarbeiten aufgenommenen Profil aus leicht sandigen Tonen mit vereinzelt Kalkgeröllchen besteht, überlagert von geringmächtigem Kulturboden (Meybeier, unveröffentlicht; Schichten D und E in Abb. 4.3 b, c). Entgegen bisheriger Annahme sind die Gruben nach Schraven et al. (1985) für den Bau des Ofens angelegt worden, da die chemische Zusammensetzung der Bodenprobe (?D, E) mit der Ofenausmauerung übereinstimmt, nicht aber mit der Keramik, wie auch eigene Ergebnisse zeigen (Tabelle VIII, Anhang). Eine Entnahme des zur Keramikherstellung verwendeten tonigen Rohstoffes aus anderen als den bisher belegten Gruben ist naheliegend.

Der Abbau von quartären Tonlagern ist weiterhin in Einbeck (Heege 1993), in Lübeck (Friedrich 1909, Range 1938, Stephan 1973) sowie im südelbischen Raum (Zaun 1979) nachweisbar und kann auch für Fallersleben, Honrode, Querum und Leiferde angenommen werden, während in der Umgebung des Elm (Eitzum, Königslutter und Rieseberg) und am Harznordrand (Bad Harzburg) die Gewinnung und Verarbeitung von mesozoischen bzw. tertiären Tonen ebenfalls möglich ist. Für die frühe Bandkeramik aus Gielde, Haverlah, Seinstedt und Eitzum hat Schneider (1975, 1976) Jura- und Unterkreidetone als Rohmaterial wahrscheinlich gemacht. Zu Vergleichszwecken wurden in geringem Umfang Proben von Kreidetonen und quartären Sedimenten aus Braunschweig und SZ-Gebhardshagen untersucht. Eine Zusammenstellung der Proben befindet sich in Tab. VIII.

4.2 Nördliches Leinebergland

An der Nordostflanke der Hilsmulde führte die Anlage der Duingen Störung ab dem Ober-Jura zu hohen Mächtigkeiten von oberjurassischen und unterkretazischen Sedimenten und zur Ausbildung eines tektonischen Halbgrabens, bei dem Tonsteine der Unteren Kreide (Wealden) in tektonischem Kontakt zu Kalksteinen des Oberen Jura stehen. Von den im Leinebergland relativ selten auftretenden Sedimenten des Tertiärs befindet sich das größte Vorkommen in der Hilsmulde bei Duingen. Die Bereiche außerhalb der morphologischen Hochlagen sind von quartären Ablagerungen bedeckt (Kaltwang 1992), wobei Löß dominiert und die glazialen und glazifluviatilen Sedimente der Saale-Kaltzeit nur vereinzelt an der Oberfläche anstehen (Abb. 4.4).

Raum Duingen, Coppengrave

Im Kern der Hilsmulde stehen großflächig die Tonsteine des Wealden an, die seit nachweislich etwa Mitte des 12. Jahrhunderts die Grundlage der Keramik- und Steinzeugproduktion in den Töpferzentren der Wüstungen Seypessen, Duingen, Coppengrave und Hohenbüchen⁵⁴ bildeten. Es handelt

⁵⁴ Einer Aufzeichnung aus dem Jahre 1745 zufolge wurde in Coppengrave der Ton zu dieser Zeit auch aus dem Hohenbüchener Wald geholt (Stephan 1981).

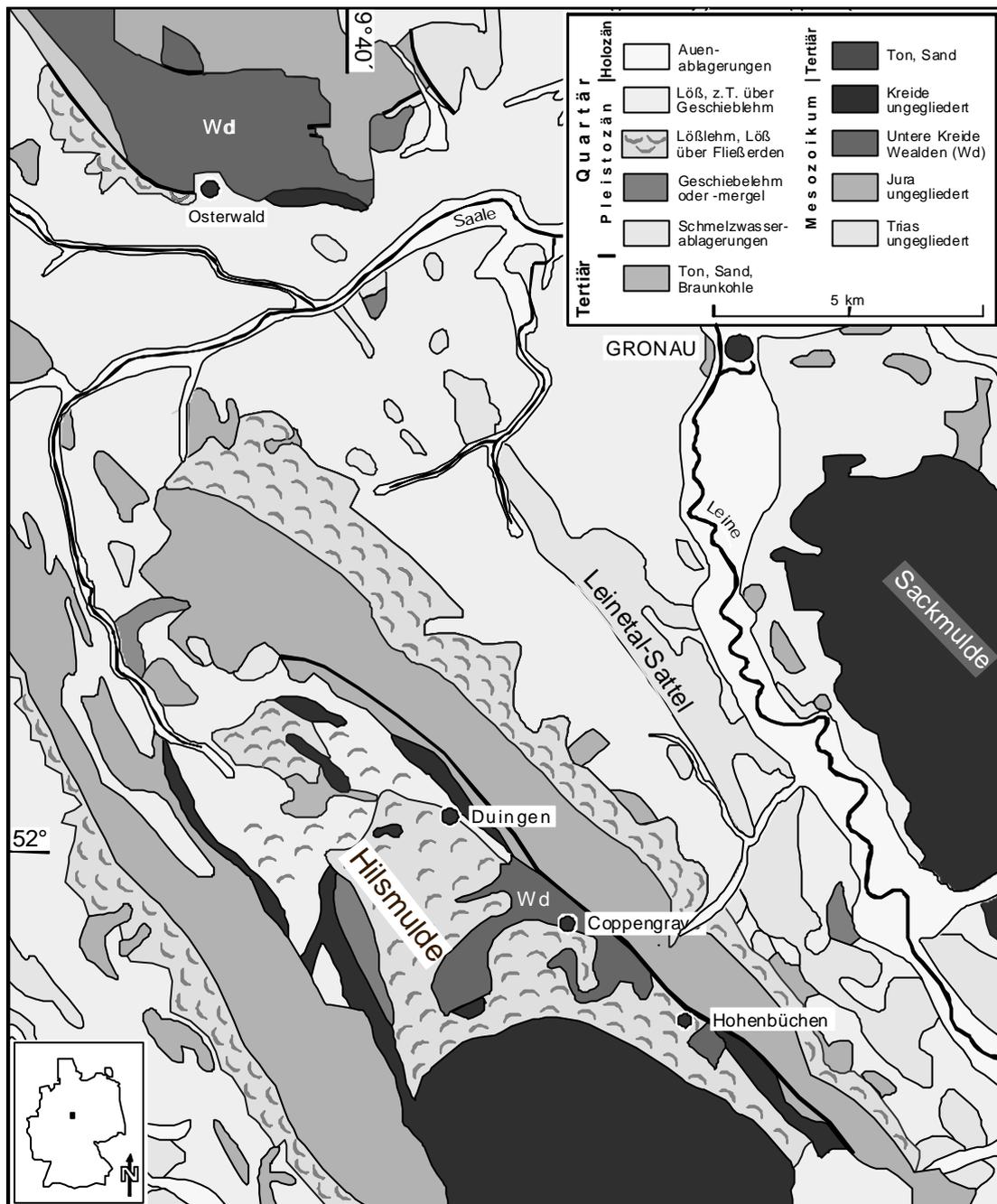


Abb. 4.4: Geologische Übersichtskarte des Leineberglandes. Vereinfachte Darstellung auf der Grundlage der Geologischen Wanderkarte 1:100000 Leinebergland (Jordan 1989).

sich dabei um eine limnisch-terrestrische Ausbildung der Unterkreide, die als Deltafazies lateral und im Profil erhebliche Schwankungen in der Kornverteilung aufweist (Dieck et al. 1980; Eckhardt et al. 1976). Die fetten bis feinsandigen und überwiegend kaolinitischen Tonsteine werden aufgrund ihrer helltonigen Brennfarbe (gelb-grauweiß) und günstigen technologischen Eigenschaften auch heute noch intensiv abgebaut, wobei die hochfeuerfesten Tone nur im unteren Wealden zu finden sind (Dieck et al. 1980; Jordan 1987; Schicht 1967). Der graue, gelbbrennende Tonstein (Grauton, Unterton) wird durch einen 1 - 3 m mächtigen Lehm (Oberton) überlagert, der bei höheren Gehalten an Schluff und Feinsand im Brand eine rötliche Farbe annimmt (Dieck et al. 1980; Stein et al. 1981).

Tone und Sandsteine des Wealden treten ebenfalls im Osterwald in nordwestlicher Verlängerung des Leine-ales auf und bilden das größte Wealden-Vorkommen Norddeutschlands. Weitere Vorkommen befinden sich NNW Hannover bei Neusstadt am Rübenberge und Berenbostel, östlich von Hannover etwa im Dreieck Lehrte - Hildesheim - Peine in relativer Oberflächennähe (Dietz 1959; Eckhardt et al. 1976), wobei in Oberg bei Peine ein kleineres isoliertes Vorkommen tektonisch bedingt an der Oberfläche anstehend zutage tritt (vgl. Abb. 4.2). Verarbeitet wurde der Oberger Ton u. a. in Peine, wo die Töpfer nachweislich seit dem 14./15. Jahrhundert vorwiegend graue, später auch helltonige Irdenwaren herstellten, sowie in Braunschweig (Abschn. 3.2.3).

4.3 Südöstliche Niederrheinische Bucht (Siegburg)

Die Niederrheinische Bucht ist ein NW-SE verlaufendes Einbruchbecken am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges, dessen Teilschollen im Verlauf des Tertiärs unterschiedlich eingesunken sind. Ab dem jüngeren Paläozän kam es zu ersten Meerestransgressionen aus NW, wobei im Oberoligozän der maximale Vorstoß des Meeres bis in den Bonner Raum reichte. Während des Oligozäns wurden zunächst Tone abgelagert, gefolgt von Sanden und Kiesen mit einer mächtigen Trachyttuff-Einschaltung (Udluft 1977a). Ab dem frühen mittleren Miozän erfolgte die Meeresregression, gefolgt von der Sedimentation limnisch-fluviatiler Sande mit Braunkohleflözen. Großflächig verbreitet sind die quartären Terrassensysteme vor allem des Rheins und seiner Nebenflüsse.

Im Stadtgebiet von Siegburg stehen weitflächig die unteroligozänen hellgrauen bis dunkelgelben und mehr oder weniger sandigen hochfeuerfesten Tone an (Udluft 1977a, b; Schriel & Udluft 1978; Schicht 1968), die im Tagebau (Tonkaulen), später auch im Schachtabbau gewonnen wurden (Mämpel 1985). In den sie teilweise überdeckenden, ebenfalls oligozänen Quarzsanden und -kiesen sind im oberen Teil Trachyttuffe eingelagert. Als nördlichste Ausläufer des tertiären Vulkanismus finden sich in Siegburg kleinere Vorkommen von Basalttöffen (Aulgasse), z.T. mit basaltischen Schlotfüllungen (Stallberg). Das Vorkommen tertiärer Sedimente ist umgeben von den pleistozänen Haupt- und Mittelterrassen der Sieg, die wiederum durch jungpleistozäne Flugdecksande, untergeordnet auch Löß, überlagert werden. Inselterrassen (höhere Talstufen) und Auesedimente sind die jüngsten holozänen Bildungen von Sieg und Agger.

5. Mineralogisch-petrographische Untersuchung

Entsprechend den regional unterschiedlichen geologischen Gegebenheiten sowie dem Wandel in der technologischen Tradition der Töpfer lassen die Braunschweiger Keramikfunde hinsichtlich der mineralischen Magerung⁵⁵ und deren strukturellen Merkmalen z.T. deutliche Unterschiede erkennen. Es gibt aber auch Überschneidungen. So ist, wie sich für die untersuchten Keramikfunde sowie die bisher vorhandenen Vergleichsscherben⁵⁶ bereits andeutet, eine örtliche Zuweisung der Keramik zu niedersächsischen bzw. nordwestdeutschen Töpfereien über die Magerung nicht einfach bzw. nicht immer möglich, da die in diesem Raum weit verbreiteten quartären Sedimente eine ähnliche Zusammensetzung hinsichtlich des Mineral- und Gesteinsbestandes aufweisen. Bei intentionell sandgemagerter Keramik kommt erschwerend hinzu, dass eine Differenzierung der in den unterschiedlichen Töpfereien hergestellten Erzeugnisse über den Vergleich der Korngrößenverteilungen durch eine Überlagerung natürlicher und rezepturbedingter Variationen ohne Kenntnis der Rohstoffe kaum möglich ist (vgl. Leese 1982). Problematisch ist ebenso im Einzelfall die mikroskopische Unterscheidung quarzsandgemagerter Keramik von Pingsdorf/Badorf am Niederrhein und dem Raum Duingen/Coppengrave im südlichen Niedersachsen, bei der die aus tertiären Sedimenten stammenden Magerungskörner ähnliche strukturelle Merkmale aufweisen.

5.1 Keramik braunschweigischer und niedersächsischer Herkunft.

Im Rahmen der petrographischen Untersuchung erweist es sich aufgrund der geologischen Gegebenheiten als sinnvoll, den kulturhistorisch untergliederten östlichen, mittleren und südlichen niedersächsischen Raum zu einer Region zusammenzufassen.

So gehört von den im östlichen Niedersachsen ansässigen Töpfereien in Salzgitter-Gebhardshagen und Eitzum auch Wittingen trotz der relativ großen Entfernung kulturhistorisch zum Braunschweiger Bereich, während der Raum Duingen eine stärkere eigene, auf den Großraum Hannover-Hildesheim und das südliche Niedersachsen ausgerichtete Prägung aufweist. Auch hinsichtlich der formalen Ausprägung der Keramik stellen das östliche und südliche Niedersachsen zwei verschiedene Regionen dar, insbesondere im späten Mittelalter, in dem in Braunschweig eine deutliche Differenzierung auf dem Sektor des Tafelgeschirrs (Mündelkeramik) erfolgte.

Allgemeiner Überblick

⁵⁵ Im Ton natürlich enthaltene und/oder künstlich zugeführte aplastische Bestandteile. Auf eine weitere Definition der Magerung sowie der zusätzlich zum Aufbau des keramischen Scherbens beteiligten Bestandteile Matrix (der aus Ton und Schluff bestehende Feinanteil) und Porosität wird hier verzichtet (vgl. hierzu G. Schneider, in: Maggetti 1989, S. 24). Der grobschluffige und sandige Magerungsanteil wurde entsprechend DIN 4022 nach Flügel (1978) halbquantitativ geschätzt, die Bestimmung des Rundungsgrades der Körner erfolgte nach Pettijohn et al. (1973). Die Ergebnisse der Untersuchung aller 278 dünnschliffmikroskopisch bearbeiteten Scherben sind in Tabelle III im Anhang zusammengestellt.

⁵⁶ Da Materialfunde direkt aus Töpferöfen bislang verhältnismäßig selten vorkommen, ist zur Herkunftsbestimmung bzw. der Überprüfung mutmaßlicher Produktionsorte der Vergleich mit einer möglichst zeitlich breit gestreuten Serie von Scherben gesicherter Herkunft unerlässlich. Aus dem nordwestdeutschen Keramikraum und dem Rheinland standen ca. 350 Vergleichsschliffe zur Verfügung. Das Material stammt überwiegend aus eigenen Untersuchungen in Zusammenarbeit mit H.G. Stephan (Wüstungsfunde in Südniedersachsen/Nordhessen), U. Drenkhahn (Lübeck), H. Rötting (Peine, Helmstedt, Halberstadt, Schöningen, Einbeck, Magdeburg, Riga), R. Atzbach (Hannover), M. Hensch (Uelzen), A. Grothe (Paderborn) und H. Drescher (Gußkerne aus Braunschweig, Blexen/Friesland). Hinzu kommt Vergleichsmaterial aus Badorf/Pingsdorf (bearbeitet von J. Frechen) sowie aus Duingen und Schortens/Friesland (Okrusch & Wilke-Schiegries).

Die Funde aus der Produktion von Töpferstätten bzw. Töpfereien in Braunschweig und dem Nahbereich, im folgenden als *Braunschweiger* Keramik bezeichnet, vermitteln über das gesamte Mittelalter einen nahezu periodenübergreifenden Einblick in die Tradition der Töpfer und die Variationsbreite der hergestellten Waren, ergänzt durch eine Anzahl von Scherben der frühen Neuzeit sowie aus einem jüngereisenzeitlichen Siedlungshorizont.

Grundlegend für die Beurteilung der gesteinsgrusgemagerten Keramik sind die eisenzeitlichen und frühmittelalterlichen Funde der älteren gesteinsgrusgemagerten Waren (A, B, D, E, C und U), der Kohlmarkt-Keramik, darunter auch Scherben der Grabungen Langedamm/Ölschlägern (4B, 9D), Vieweghaus (7D, 8D, 17E) und Wolfenbüttel-Fallersleben (14D). Hinzu kommen Streufunde von Siedlungsplätzen in Honrode bei Walle (10D), Querum (12D) und Leiferde (13D). Örtlicher Produktion entstammt größtenteils auch die bis etwa um 1200 in Gebrauch befindliche Ältere graue Irdenware (K), die sandgemagert in vergleichsweise gröberer Fraktion als Fortsetzung der parallel dazu hergestellten jüngeren Granitgrusware gilt. Basis für die Jüngere/Jüngste graue Irdenware (L, V) und deren Sonderformen (P) sowie der frühneuzeitlichen bleigasierten Irdenware bildete eine Anzahl von Scherben der mutmaßlich von Braunschweiger Töpfern hergestellten Gefäße aus der Fußbodenisolierung einer Kemenate am Hagenmarkt (Baukeramik). Da Importe unter den grauen Irdenwaren nicht auszuschließen sind, wurde Werkstattbruch bzw. Scherbeninhalt aus Töpferöfen der seinerzeit bekannten regionalen Werkstätten – mit Ausnahme von Peine – in die Untersuchung mit einbezogen.

Anhand der mineralischen Magerung lässt sich die Braunschweiger Keramik in gesteinsgrusgemagerte (Magerungstyp I) und sandgemagerte (Magerungstyp II) Waren einteilen, in Kombination mit Variationen im Schluffgehalt der tonigen Rohstoffe (Tab. 5.1). Die gesteinsgrusgemagerte Keramik enthält nahezu ausschließlich Mineral- und Gesteinsfragmente kristalliner nordischer Geschiebe (Granitgrusware, Gruppe I.1) und weist nach der Ausbildung der silikatischen Magerungsfragmente nur geringe Unterschiede auf, die eine petrographische Untergliederung nicht rechtfertigen. Vereinzelt findet sich daneben auch Kalkstein-Magerung (Kalkgrusware, I.2; nicht in Tab. 5.1 aufgeführt). Durch die chronologische Anordnung der Proben wird deutlich, dass sich – der allgemeinen Entwicklung folgend und kombiniert mit formalen Änderungen – in einer Übergangsphase etwa vom 12. zum 13. Jahrhundert im Magerungszusatz ein technologischer Wandel zur Sandmagerung vollzogen hat. Nach der Korngröße bzw. dem Anteil grobsandiger Körner erfolgte eine Einteilung in gröber gemagerte („unklassierte“) mit ≥ 5 Vol.-% und feiner, vorwiegend mittel- bis feinsandig gemagerte („klassierte“) Waren⁵⁷ (Gruppe II.1 bzw. II.2), die aufgrund z.T. gradueller Übergänge nicht in jedem Fall eindeutig möglich ist. Entsprechend den jeweils örtlichen geologischen Gegebenheiten enthält die in den braunschweigischen und regionalen Töpfereien hergestellte Keramik Magerungsanteile entweder aus quartären (II.1; II.2.1) oder aus tertiären (II.2.2) Ablagerungen. In der Wittinger (WT) sowie der SZ-Gebhardshager (SZG) Keramik sind dies glaziale bzw. glazifluviatile Sande und Kiese, in den sandgemagerten Braunschweiger (BS) Waren zusätzlich die

⁵⁷ Maßgeblich in der Archäologie für die Einteilung der Keramik nach der Magerungskorngröße ist die vorherrschende Kornfraktionen, so dass auch bei geringen Grobsand- und Feinkiesanteilen eine im technologischen Sinne nicht klassierte Keramik als klassiert bezeichnet wird.

Am Beispiel der von Rötting der Waren K und Y zugeordneten Scherben 69K und 88Y mit maximalen Korngrößen bis zu 2,2 bzw. 2,9 mm, die sich optisch/haptisch von Scherben der Ware L nicht unterscheiden lassen, wird deutlich, dass im Einzelfall eine eindeutige Zuordnung zur Älteren oder Jüngeren Grauen Irdenware anhand der Korngrößenstruktur alleine problematisch ist (vgl. Scholz & Rötting 1995, 3.3).

aus Süden angelieferten Terrassenablagerungen der Oker, die im Talrandbereich stellenweise mit pleistozänen Schmelzwasserablagerungen verzahnt sind. Tertiäre Quarz-Sande dagegen finden sich in den Erzeugnissen der Töpfereien in Eitzum (E) am Südrande des Elm sowie aus dem Raum Duingen im südlichen Niedersachsen (SNS).

Zwischen der Braunschweiger Keramik und den Funden aus regionaler Produktion sind – mit Ausnahme weniger Scherben – hinsichtlich der strukturellen und textuellen Merkmale bei den zum Abmagern verwendeten quartären Sanden keine bzw. nur geringe Unterschiede erkennbar, im wesentlichen hervorgerufen durch Variationen im Anteil der jeweiligen Kornfraktionen und dem Magerungsgehalt. Als rein herstellungsbedingte, töpferbezogene Merkmale blieben diese bei der Gruppierung nach dem Ausgangsmaterial jedoch unberücksichtigt. Im Einzelfall ist eine Differenzierung des zeitlich breit gestreuten Scherbenmaterials als Folge von Überschneidungen daher kaum bzw. nicht möglich (Abb. 5.5; 5.6). Dieser Sachverhalt wird in Tab. 5.1 durch gestrichelte Linien symbolisiert, die daher nicht als scharfe Grenzziehung zu verstehen sind. Infolge der Ähnlichkeit der Merkmale wurden die Scherben gleichartiger Korngrößenstruktur jeweils in einer Gruppe zusammengefasst, jedoch unter Berücksichtigung der formalen Kriterien und geochemischen Ergebnisse entsprechend ihrer Herkunft mit getrennten Gruppenbezeichnungen (BS, SNS) belegt.

Matrix

Die aus Ton und Schluff bestehende Matrix (Grundmasse) der keramischen Scherben weist – bedingt durch fazielle und/oder lokale Unterschiede der jeweils zur Herstellung verwendeten tonigen Rohstoffe – variierende natürliche Schluff- und Feinsandgehalte bis etwa 0,1 mm Korngröße auf, wonach sich anhand der unterschiedlichen Anteile von Quarz \pm Feldspat in der Grobschluff-Fraktion (0,02 - 0,06 mm) generell ein fetter (f) und schluffig/feinsandiger (s) Matrixtyp unterscheiden lässt. Bei der Braunschweiger Keramik erfolgte die Grenzziehung zwischen den Matrixtypen – abgeleitet aus dem Beobachtungsbefund – bei 1 Vol-% Grobschluffgehalt (Tab. 5.1).

Während sich der fette tonige Rohstoff (≤ 1 Vol.-%; Abb. 5.3a, b), der nach Ausweis der bisher untersuchten Funde in Braunschweig vermutlich bis etwa um 1200 abgebaut wurde, durch eine sehr geringe, mikroskopisch nicht mehr auflösbare Kristallgröße der Tonminerale und minimale Feinglimmergehalte auszeichnet, ist die schluffige Variante (Abb. 5.6a, b) mit z.T. deutlich höheren Grobschluffgehalten (5-10 Vol.-%) durchgehend bis zu Beginn der frühen Neuzeit verarbeitet worden. Hellglimmer bzw. Illite mit einer Länge bis 0,15 mm sind hier – wie für illitische Rohstoffe typisch – vergleichsweise häufiger eingestreut. Die Matrix beider quartären tonigen Rohstoffe zeichnet sich durch relativ hohe Gehalte an feinen, dispers verteilten Fe-Oxiden aus, gelegentlich auftretende limonitische Bildungen weisen auf eine oberflächennahe Entnahme hin. Infolge der Bodenlagerung ist, insbesondere bei der Granitgrusware und der Älteren grauen Irdenware, partiell eine sekundäre Calcitisierung der tonigen Matrix erkennbar.

Beim vorliegenden Scherbenmaterial aus braunschweigischer und regionaler Produktion sind die Schluffgehalte der tonigen Rohstoffe zumeist kaum zur örtlichen Differenzierung von Keramik geeignet, unabhängig vom geologischen Alter der tonigen Rohstoffe (Quartär, Unterkreide/Wealden, Tertiär). Im Falle der in SZ-Gebhardshagen und Wittingen produzierten Waren jedoch ergibt sich aufgrund der vergleichsweise geringeren Grobschluffgehalte von 2-3 Vol.-% ein Unterscheidungsmerkmal zur braunschweigischen sandgemagerten klassierten Keramik, wobei auch hier im Einzelfall aufgrund gradueller Übergänge eine Differenzierung kaum bzw. nicht möglich ist.

Tongeröle

In unterschiedlicher Menge und Größe enthalten die Scherben sowohl der braunschweigisch hergestellten als auch der aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen importierten helltonigen Keramik rundliche bis linsenförmige, meist diskordant in die Matrix eingelagerte tonige Einschlüsse,

wie sie auch in der Keramik aus Schortens/Friesland auftreten und von Okrusch et al. (1986) neutral als *Alttonkörner* bezeichnet wurden (Abb. 5.1b).

Den Merkmalen zufolge (relativ hoher Rundungsgrad, Schwindungsrisse und eine gegenüber der Matrix bei linear polarisiertem Licht meist nur gering höhere optische Dichte) handelt es sich um Tongerölle (Whitebread 1986), entstanden durch Aufarbeitung und Umlagerung feinkörniger Überflutungssedimente (Engelhardt et al. 1977, 1973). Alttonkörner, wie sie nach Noll (1984) unmittelbar beim Töpfern aus getrocknetem Ton zufällig bzw. intentionell in die Tonmasse gelangen können, sind davon im Einzelfall zwar kaum zu unterscheiden, doch deutet sich die sedimentäre Bildungsweise ebenso durch das relativ große Korngrößenspektrum (etwa 0,2 - 3,0 mm) wie auch durch die zum Teil auffällig unterschiedlichen Schluff- und Feinsandgehalte an. Die Tongerölle sind demzufolge nicht als Magerungsbestandteil, sondern als natürliche Komponente des Rohstoffes anzusehen, die vor allem in den Scherben der im Handaufbau bzw. den auf der langsam drehenden Scheibe hergestellten älteren Waren aufgrund der schlechten Aufbereitung und Verarbeitung des tonigen Rohstoffes in Form und Größe weitgehend erhalten geblieben sind. So kommen Tongerölle im Zuge verfeinerter Aufbereitung und Drehscheibentechnik in den Scherben der Jüngeren grauen Irdenware sowie der gelben Irdenware relativ selten vor (gerundet und mit Größen von maximal 0,5/0,6 mm) und fehlen in den Scherben des Faststeinzeugs und Steinzeugs dagegen nahezu vollständig.

Mikrofossilien

In der Braunschweiger, Gebhardshagener und Wittinger Keramik treten in einem Teil der Scherben marine Mikrofossilien unterschiedlicher Faziesbereiche auf. Dies ist ein Hinweis auf die Verwendung umgelagerter mesozoischer, wohl meist kretazischer Sedimente, welche in die quartären Ablagerungen eingearbeitet wurden, da umgelagerte Mikrofossilien in der Matrix der meisten Grundmoränen auftreten (Ehlers 1994).

Soweit im Dünnschliff bestimmbar, handelt es sich bei den Mikrofossilien überwiegend um biserialen, vereinzelt auch trochospirale zopfförmige Foraminiferen bis zu 0,5 mm Größe (G. Geyer, Paläontolog. Institut d. Univ. Würzburg, mdl. Mitt.). Es treten sowohl nicht agglutinierte Formen der Gattung *Bolivina* (Superfamilie Buliminacea) als auch textulariide, agglutinierte Foraminiferen auf. Zeitlich sind die Foraminiferen der pelagischen Fazies (Textularia) in die Untere, die der benthischen Fazies (Buliminacea) in die Obere Kreide zu stellen. Vereinzelt finden sich auch Reste loser Schwammnadeln (65X). Als einzige Scherbe enthält 1A zahlreiche Radiolarien, mikroskopisch zum Teil deutlich erkennbar an der netzartigen Struktur der Außenhülle und den als stützende Verbindung von innerer zu äußerer Kugel wirkenden Trabeculae.

5.1.1 Mineralische Magerung

5.1.1.1 Gesteinsgrus-Magerung

5.1.1.11 Granitgrus-Magerung

BS-I.1

A: 1, 2; **B:** 3, 4; **D:** 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14; **E:** 15, 16, 17, 18;
F: 19, 20, 21, 22, 23, 24; **G1:** 27, 29, 31, 32, 33, 41, 43, 44, 45, 46, 47;
G2: 25, 26, 30, 37, 49; **G3:** 52; **X:** 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67,
68; **K:** 71, 80, 84, 87; **Y:** 88, 90

Mineral- und Gesteinsbestand

Trotz der typologisch etwas unterschiedlichen Ausprägung zeichnen sich die seit der frühesten Siedlungstätigkeit bis etwa Ende des 12. Jahrhunderts in Braunschweig hergestellten Granitgruswaren durch eine recht einheitliche mineralische Magerung aus. Kennzeichnend ist, wie schon die Bezeichnung zum Ausdruck bringt, eine petrographisch sehr einfache Zusammensetzung mit den in wechselnden Mengenanteilen auftretenden Mineralen Quarz, Alkalifeldspat und Plagioklas. Als Einzelminerale oder in Form gegenseitiger Verwachsungen bilden sie den Hauptanteil der vorwiegend von Granit, Granodiorit, Pegmatit und Aplit stammenden Fragmente, die zum Teil – bedingt

durch spröde bis duktile Verformung – nur graduelle Strukturunterschiede erkennen lassen, während stark mylonitisierte Granitoide seltener auftreten. Mineral- und Gesteinsfragmente metamorpher Gesteine sind überwiegend von Metagraniten (Granitgneis) abzuleiten, wobei das ursprünglich magmatische Gefüge noch erkennbar sein kann (Abb. 5.1c). Vereinzelt finden sich Fragmente hochgradig metamorpher Gesteine (Biotit-Gneis mit Cordierit und/oder Granat). Quarzite unterschiedlicher textueller Ausbildung sind ohne diagnostischen Wert („Durchläufer“). Verhältnismäßig selten sind Vulkanit-Bruchstücke, vertreten durch porphyrischen Rhyolith/Rhyodacit (Abb. 5.1d) und feinkörnigen Basalt. In der fein- bis mittelkörnigen Fraktion findet sich geringfügig auch Detritus von Sedimentgesteinen, bestehend vorwiegend aus kieselig gebundenen, teils feldspatführenden Sandsteinen, Siltsteinen, Kalksteinen und Flint (Feuerstein). Akzessorisch treten Epidot, Orthit, Titanit, Zirkon, Apatit, Turmalin und Erzminerale auf.

Die Korngrößen der Minerale liegen mit vorwiegend 0,5 - 1,5 mm entsprechend der bei Matthes (2000) aufgeführten Korngrößenbezeichnungen im mittel- bis feinkörnigen Bereich (3,3 - 0,33 mm). Bei den zur Keramikherstellung geeigneten Korngrößen ist eine zweifelsfreie Klassifikation der Gesteinsfragmente nicht immer möglich. Dies liegt darin begründet, dass charakteristische Gefügemerkmale in diesem Korngrößenbereich nur unzureichend erhalten sind.

Demzufolge können z.B. Leitgeschiebe wie Rapakivi-Granite, Anorthosite, Larvikite, Rhombenporphyre und Kinnekulle-Diabas nicht mehr identifiziert werden. Da innerhalb dieser Gesteinstypen auch gewisse Variationsbreiten auftreten, sind auch Mineralzusammensetzungen – mit Ausnahme der ternären Feldspäte der Larvikite und Rhombenporphyre – nicht dazu geeignet, Komponenten nördlicher und südlicher Herkunft voneinander zu unterscheiden. Bei mikroskopischer Untersuchung der Mineral- und Gesteinsfragmente quarz-feldspatreicher magmatischer und metamorpher Gesteine sind die charakteristischen morphologischen und mineraloptischen Merkmale aller betreffenden Minerale erkennbar (siehe MacKenzie et al. 1981; Yardley et al. 1992), so dass im Folgenden eine Kurzbeschreibung dieser Minerale als ausreichend erscheint.

Die Bestandteile der überwiegend hypidiomorph-körnigen, untergeordnet auch mikrogranitisch strukturierten granitischen und metagranitischen Gesteinsfragmente sind:

- *Quarz*: xenomorph, unterschiedlich stark deformiert, nicht selten auch zerbrochen. Granuliert als Mörtelquarz, partiell auch rekristallisiert (Abb. 5.1d; 5.3a), gelegentlich begleitet von Phyllosilikaten. Myrmekitischer Quarz an der Grenzfläche von Plagioklas gegen Kalifeldspat; als Rissfüllung begleitet von Biotit, Epidot und/oder Erzmineralen. Seltener als polygonale, posttektonisch rekristallisierte Aggregate⁵⁸.
- *Alkalifeldspäte*: Orthoklas (gelegentlich Karlsbader Zwillinge) und/oder felderartig bis vollkommen gegitterter Mikroklin mit unterschiedlichen Typen perthitischer Entmischung (vgl. Deer, Howie, Zussman (1966)). Nicht selten serizitisiert/kaolinitisiert. Gelegentlich poikilitisch, hypidiomorpher bis rundlicher, nicht selten orientiert eingewachsener Plagioklas in Großkristall-Fragmenten (bis 4,5 mm), teilweise mit klarem Albit-Saum (z.B. 2D, 14D). Bisweilen Einschlüsse von Biotit und tropfenförmigem Quarz. Infolge tektonischer Beanspruchung gelegentlich innere Deformationen: Porphyroklasten (vereinzelt randlich idiomorph begrenzt; 23F) von Mörtelkränzen umgeben, dabei nicht selten durchsetzt von Rissen oder Mikroklüften (Abb. 5.3a). Recht häufig (besonders in Probe 33G1) sind granophyrische/graphophyrische (keilschriftartige) Orthoklas-Quarz-Verwachsungen (Abb. 5.1a).
- *Plagioklas*: Albit bis Andesin, tafelig bis gedrungen prismatisch, häufig (a) ohne erkennbare Zwillingslamellierung, diffuser schwacher Zonarbau, (b) polysynthetisch nach dem Albit-Gesetz (nicht selten auch in Kombination mit dem Periklin-Gesetz) verwillingt. Selten antiperthitische Entmischung (10D). Gelegentlich myrmekitische Verwachsung mit Quarz. Zusammensetzungen von 0,3 - 35 % Anorthit (29 Messungen, Zo-

⁵⁸ Hierbei treten sämtliche Internstrukturen detritischer Quarze im Sandkorngrößenbereich auf, wie beschrieben in Götz & Zimmerle (2000: 24-25).

nenmethode nach Rittmann (1929); 16 Mikrosondenanalysen⁵⁹, Tab. IV, Anhang). Teilweise infolge tektonischer Beanspruchung undulöse Auslöschung, vereinzelt mit knickband-artigen Unterbrechungen der Zwillinglamellen. Überwiegend nur schwache Alteration, doch infolge tektonischer Beeinflussung eine in allen Stadien auftretende Serizitisierung (gelegentlich mit einzelnen Epidot und Klinozoisit-Körnern). Relativ selten sind saussuritisierte Kristalle (8D, 30G2, 60X, 63X 87Y). In Probe 1A häufig siebstrukturiert mit Ausfüllung des Lösungshohlraumes durch Plagioklas anderer Zusammensetzung und Quarz als Indikator einer SiO₂-reichen Restschmelze. Siebstrukturierte Plagioklase (Nelson & Montana 1992) sind Indikatoren für plötzliche Druckentlastung und wurden z.B. in permokarbonen Andesiten beobachtet (von Seckendorff 1990).

- *Biotit*: Nebengemengteil in mehr als der Hälfte der Scherben; Fe-Ti-reich, vorwiegend gekennzeichnet durch einen hellbraunen bis dunkelbraunen, gelegentlich grünen Pleochroismus; nicht selten braun bis schwarz gefärbt; bis bis 0,9 mm Größe. Infolge von Deformation gelegentlich schwach verbogen und zusätzlich chloritisiert, nicht selten auch eng verwachsen mit Hornblende. Einschlüsse von Epidot/Zoisit. In der Mehrzahl aus dem Grus stammend, nur in sehr geringer Menge detritisch: abgerundet, teils randlich gebleicht (0,2 bis 0,4 mm, maximal 1,0 mm).

- *Akzessorien*: 1: Grüne und braune Hornblende. 2: Tafeliger Hellglimmer (4B, 5D, 10D, 11D, 25G2, 52G3). 3: Granat: größtenteils als freie Mineralbruchstücke (23F, 26G2, 31G1), seltener als Bestandteil hochgradig metamorpher Gesteinsfragmente (8D, 39G1; Abb. 5.2b, c). 4: Pyroxene, nur in Diabas-Fragmenten (73K, Abb. 5.2d). 5: Epidot/Zoisit, als Kluftfüllung und in alterierten Feldspäten, als Zwickelfüllung bei granoblastischem Gefüge. 6: Cordierit eindeutig in Biotit-Cordierit-Gneis-Fragment (8D, Abb. 5.2a), als Fragment in anderen Scherben möglich, aber korngößenbedingt und ohne Pinitisierung mineraloptisch nicht immer identifizierbar.

Die beobachtete Schwermineral-Vergesellschaftung besteht – wie in der sandgemagerten Keramik – vorwiegend aus Hornblende, Epidot, Zirkon und Turmalin, seltener auch Granat, Rutil, Sillimanit sowie Erzmineralen (vgl. Abschn. 5.1.1.2.1).

Im Mineral- und Gesteinsbestand der Magerung besteht eine weitgehende Übereinstimmung zu den in Niedersachsen verbreiteten drenthezeitlichen Geschieben⁶⁰ (Hesemann 1975, Smed & Ehlers 1994), wobei das Geschiebespektrum der drenthezeitlichen Glazialablagerungen eine gewisse Vormacht von Leitgeschieben aus Südschweden aufweist (wie beispielsweise aus dem Raum Stockholm- Uppsala, von den Åland-Inseln, aus Dalarna sowie dem südschwedischen Småland; Groetzner 1972). Dabei ist die petrographische und regionale Zuordnung der unterschiedlichen Granittypen häufig wegen ihrer metamorphen Überprägung sehr schwierig bis unmöglich (Hansch et al. 1994). Weiterhin treten aus demselben Herkunftsbereich auch SiO₂-reiche Vulkanite (z.B. Dala-Porphyre) und feinkörnige Diabase auf (z.B. Halleberg, Hunneberg).

Durch die Verzahnung der glaziogenen Ablagerungen mit den aus dem Süden angelieferten interstadialen fluviatilen Ablagerungen sind aus nordischen Gesteinen abgeleitete Mineral- und Gesteinsfragmente mit denen aus dem Bereich des Harzes und des Harzvorlandes vermischt. Hierbei können die Schmelzwasserablagerungen auch mehrfach umgelagert sein. Entsprechend der Bewegungsrichtung des Drenthe-Eises aus Nordosten stammt die Mehrzahl der kristallinen Gesteine, die auch in den Kiesgruben des Braunschweiger Raumes vorzufinden sind, aus dem mittel- und süd-

⁵⁹ Die Elektronenstrahl-Mikrosondenanalysen wurden an einer CAMECA SX 50 am Mineralogischen Institut der Universität Würzburg durchgeführt. Analysebedingungen: 15 kV/15 nA, wellenlängendispersives Spektrometer, Zählzeit Linienmaximum TAP, PET 20 s, LIF 30 s, Untergrund beidseitig jeweils 10 bzw. 15 s, Matrixkorrektur PAP, Fehler für Hauptelemente ≤ 1 rel.%, Nachweisgrenze 0,05 – 0,1 Gew.-%, natürliche und synthetische Mineral- und Oxid-Standards.

⁶⁰ Petrographisch besteht eine weitgehende Übereinstimmung der braunschweigischen Funde zu der von Okrusch et al. (1986) beschriebenen Granitgrusware des früh- bis hochmittelalterlichen Gräberfeldes Schortens/Friesland.

schwedischen Raum (Hesemann 1975, Look 1984, Smed & Ehlers 1994). Möglichlicherweise enthalten die quartären Ablagerungen auch Mineral- und Gesteinsfragmente aus dem Randbereich der Harz-Granite (Oker-, Ilse-, und Brockengranit). So sind die in den granitoiden Fragmenten auftretenden granophyrischen Verwachsungen und mikropegmatitischen Gefüge ebenso für die Randfazies-Granite der Intrusivkomplexe kennzeichnend, wobei im nördlichen Bereich der Okerintrusion auch Granodiorite vorhanden sind (Dengler 1956; Müller & Strauß 1987). Quarzitisch gebundene Sandsteine dagegen können sowohl aus Skandinavien (z.B. Dala-Sandsteine) als auch dem Harz (Acker-Bruchberg-Quarzite) angeliefert sein. Im Falle von teils tonig-kieselig gebundenen, teils arkotischen Sandsteinfragmenten (Buntsandstein, Keuper) und Siltsteingeröllen sowie bei kleinen Kalksteinbröckchen (Pläner, Muschelkalk) ist von mesozoischen Sedimenten des Harzvorlandes auszugehen. Im Gegensatz zu den in Braunschweig und Umgebung hergestellten Granitgruswaren weisen die beiden aus Bad Harzburg (Burgbereich) stammenden Wasserröhren-Funde (G3: 50, 51) Gesteinsbruchstücke auf, die auf eine lokale Herstellung am Harznordrand im Bereich von Bad Harzburg hindeuten. Beide Scherben unterscheiden sich mikroskopisch nur geringfügig und enthalten neben einem geringen Sandanteil vorherrschend grobe, kantige und inhomogen im Scherben verteilte granitische Mineral- und Gesteinsbruchstücke, vermutlich mit Herkunft aus den Intrusivkomplexen von Oker-, Ilse- und Brockengranit. Die relativ häufigen graphophyrischen Verwachsungen von Quarz und Alkalifeldspat deuten auf eine Herkunft von graphophyrischem Granit, wie er im Süden von Bad Harzburg ansteht (Fuchs 1969, S. 176a). Untergeordnet finden sich feinkörnige bis sehr feinkörnige, zumeist angerundete Gesteinsfragmente, die aus überwiegend Quarz, häufig Chlorit und Biotit sowie untergeordnet Hellglimmer bestehen. Nach den textuellen Merkmalen (Quarz, z.T. intensiv verzahnt, z.T. 120°-Korngrenzen, z.T. Quarzblasten, Biotitblasten bisweilen in Foliation) dürfte es sich um Fragmente von Tonschiefer-Grauwacke-Hornfels aus dem Kontaktbereich der Granite handeln, die im Bereich des Okerplutons zutage treten (Müller & Strauß 1987), obwohl mikroskopisch weder Cordierit noch Aluminiumsilikat und Kalifeldspat nachweisbar sind. Die Koexistenz von Muskovit und Quarz zeigt, dass deren Reaktion zu Aluminiumsilikat + Kalifeldspat + Wasser nicht stattgefunden hat (Müller & Strauß 1987, 256). Weitere, ebenfalls vorherrschend angerundete Gesteinsbruchstücke mit Herkunft aus den paläozoischen Serien des Harznordrandes sind Tonschiefer, Lydit und (?Grauwacken-)Sandsteine, wobei auch am Harznordrand aufgeschleppte mesozoische Sedimente in Frage kommen.

Aus der geologischen Karte des Oker-Plutons (Fuchs 1969: 176a) und der geologischen Karte 1:25000 Blatt Bad Harzburg (Erdmannsdörffer et al. 1927) ist ersichtlich, dass die Herstellung der Keramik auf den Bereich zwischen der Burg und dem ca. 3 km westlich davon gelegenen Elfenstein eingeschränkt ist, da nur aus dem Bereich vom Ilsegranit durch das Kalte Tal bzw. vom Okerpluton her durch das Tal der Bleiche Granite und Hornfelse gemeinsam im Talauensediment abgelagert wurden.

Bei den Metamorphit-Fragmenten ist Korngrößenbedingt nicht zu entscheiden, ob sie aus dem skandinavischen Raum oder z.B. vom Eckergneis abzuleiten sind. So tritt in Scherbe 8D ein vermutlich hochgradig metamorphes Cordierit-Biotit-Gneis-Fragment und zusätzlich ein Granat-Biotit-Gneis-Fragment auf (Abb. 5.2a, b). Der almandinbetonte Granat des Granat-Biotit-Gneises lässt aufgrund der Zunahme des Fe/(Fe+Mg)-Verhältnisses vom Kern ($X_{Fe} = 0,80$) zum Rand ($X_{Fe} = 0,88$) vermuten, dass das Ausgangsgestein nach der hochgradigen Metamorphose eine retrograde Ent-

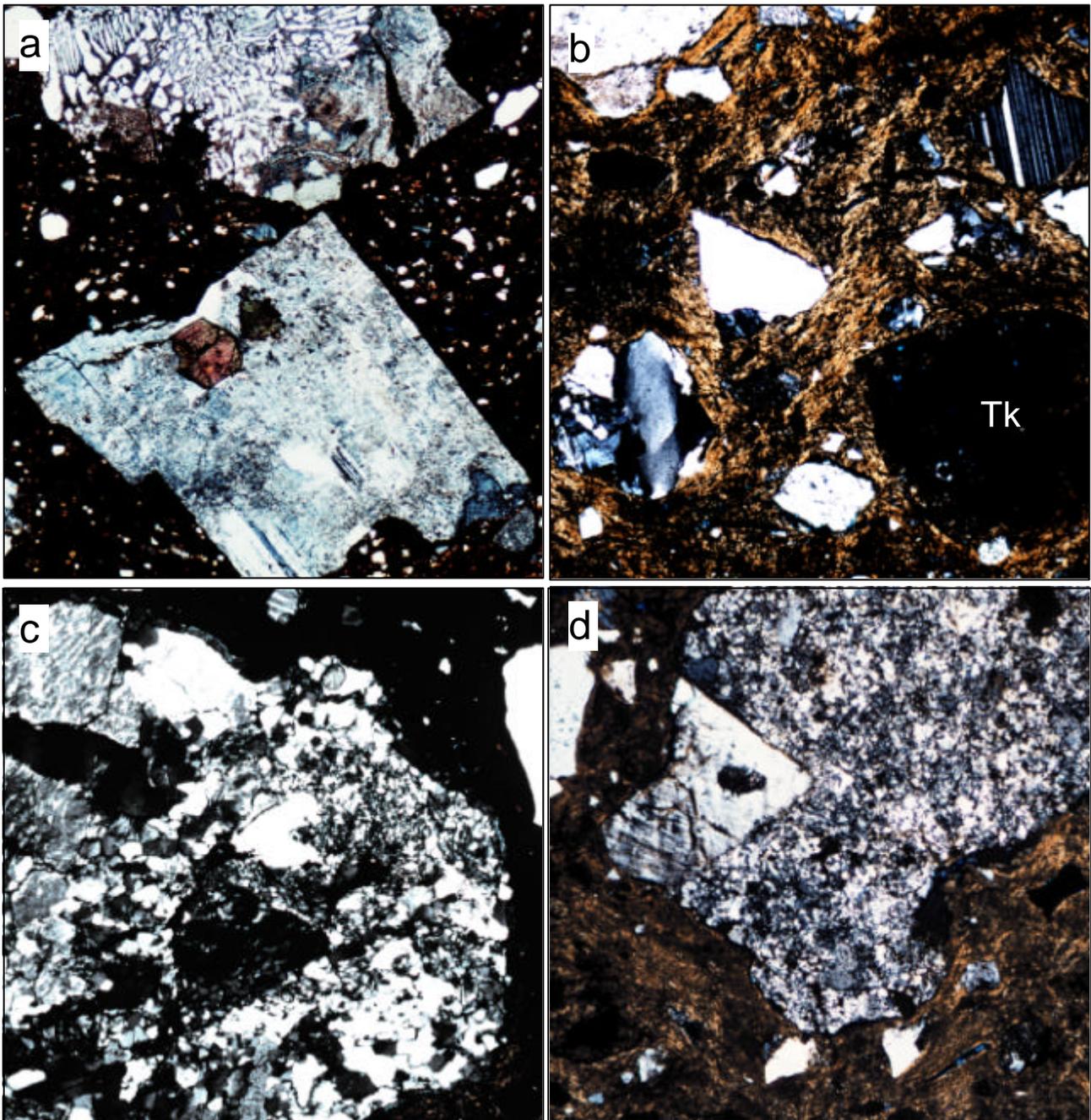


Abb. 5.1: *Granitgrusgemagerte Keramik. a* Grobe, kantige bis abgerundete Granitgrus-Fragmente mit graphophyrischen Quarz-Feldspat-Verwachsungen sowie sericitisiertem Alkalifeldspat mit Einschluss aus braunem Amphibol. Gegenüber der schluffig/feinsandigen Matrix besteht ein ausgeprägter Korngrößenhiatus (280U); Bildbreite 2,1 mm. **b** Vorwiegend mittelkörnige Fragmente aus Quarz und polysynthetisch verzwilligtem Plagioklas. Fette Matrix mit dunkel gefärbten, eisenreichen Tonklümpchen (Tk); Bildbreite 2,1 mm. **c** Bruchstück eines feinkörnigen, tektonisch beanspruchten Granits mit Relikten magmatischer Gefüge. Subkornbildung und Korngrößenreduzierung zeigen ein sprödes bis duktiles Deformationsregime an (87Y); Bildbreite 1,9 mm. **d** Rhyolith/Rhyodacit-Fragment mit Kalifeldspat-Einsprengling mit Mikroklin-Gitterung (Ränder hämatitisiert) in xenomorph rekristallisierter Grundmasse, die Eisenoxid-Einschlüsse und einen Zirkon-Mikrophänokristall enthält (64X); Bildbreite 2,2 mm. Alle Aufnahmen gekreuzte Polarisatoren.

wicklung durchlaufen hat. Dies ist ebenfalls ersichtlich aus dem randlich höheren Gehalt an Spessartin-Komponente (Tab. VIIb). Zusätzlich wird der Granat intern und am Rande des Fragments zu Fe-reichem Biotit abgebaut.

Für das hochgradig metamorphe Cordierit-Biotit-Gneis-Fragment in Scherbe 8D ist eine Abschätzung der Metamorphose-Temperatur über die Mineralzusammensetzung möglich. Der Cordierit weist Na - Gehalte zwischen 0.022 und 0.016 auf (Formeleinheit bezogen auf 18 O, vgl. Tab. V). Die Anwendung des Cordierit-Geothermometers von Mirwald (1986) – kalibriert für Drucke von 1 - 7 kbar – ergibt Temperaturen von etwa 820 bis 830°C, entsprechend granulitfazieller Metamorphose. Diese stimmen mit der von Müller & Strauß (1987) und Franz et al. (1997) für den Eckergneis angegebenen Maximal-Temperatur von 800° C gut überein, jedoch ist auf Grund der vorliegenden Mineralparagenese keine Druckabschätzung möglich. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass diese Gneisfragmente Bestandteil nordischer Geschiebe waren, da z.B. im Südwesten Finnlands (Korppoo) Granat-Cordierit-Gneise auftreten (Braun & Richter 1981).

Dagegen können die beiden in Scherbe 39G2 auftretenden Granulitfragmente (0,7 und 0,9 mm Korngröße; Abb. 5.2c) mit der Paragenese Orthopyroxen + Klinopyroxen + Granat + Biotit + Plagioklas + Quarz entweder nordischen Ursprungs sein oder aber aus dem Eckergneis stammen, der im Bereich des Harzes das einzige anstehende Gestein mit ähnlicher Paragenese ist⁶¹. Im Unterschied zum Ecker-Gneis fehlen bei den vorhandenen Granulit-Fragmenten Klinoamphibol und Cordierit wie auch Chloritisierung des Granats. Hingegen herrscht Übereinstimmung bei der Korngröße der Granate (0,2 - 0,8 mm) und den analysierten Zusammensetzungen von Granat und Orthopyroxen (Tab. VII; Müller & Strauß 1985). Wie Scherbe 78K (II.1a) enthält 39G1 ein Gangquarz-Fragment mit Einschlüssen von „Geldrollerchloriten“ (Abb. 5.4b).

Ein in Scherbe 73K auftretendes, nicht alteriertes Diabas-Fragment zeigt das typische ophitische Gefüge mit Orthopyroxen, Klinopyroxen und Plagioklas (Abb. 5.2d). Da die im Harz auftretenden Diabase größtenteils splitisch alteriert sind (Müller & Strauss 1987), ist eine nordische Herkunft des Fragmentes wahrscheinlicher⁶².

Strukturelle und textuelle Merkmale

Die zum Teil bereits von M. Okrusch⁶³ in einer ersten Durchmusterung untersuchten Scherben der Kohlmarkt-Keramik zeichnen sich durch vorwiegend grobe, zumeist inhomogen verteilte Mineral- und Gesteinsfragmente aus. Gegenüber der Matrix weisen die sowohl kantigen als auch angerundeten Grusfragmente mit Korngrößen überwiegend im Bereich von etwa 0,7 bis 2,0/2,5 mm (maximal 4,5 mm; vgl. Tab. III) ein ausgeprägtes hiatales Gefüge auf (Abb. 5.1a, b; 5.3a). Stark zurücktretend kommen daneben auch kleinere Grussplitter vor. Ein geringer Sandanteil (bis zu 5 Vol.-%) ist stets vorhanden. Die Funde aus Fallersleben (14D) und Königslutter (11D, 18E) sowie die Mehrzahl der in Anlehnung an Rötting der Jüngerer Granitgrusware⁶⁴ zugeordneten Scherben dagegen zeichnen sich (bei ähnlichen maximalen Korngrößen wie in der Kohlmarkt-Keramik) durch ein breiteres Korngrößenspektrum, eine etwas gleichmäßigere Verteilung der Magerungspartikel so-

⁶¹ Für einen angenommenen Maximaldruck von 10 kbar ergibt das Opx-Kpx-Thermometer nach Brey & Köhler (1990) Temperaturen zwischen 650 und 700°C, das Ga-Kpx-Thermometer nach Ellis & Green (1979) 720 und 790°C (Tab. VII).

⁶² So tritt ein nach Mineralbestand und Textur identisches Basalt-Fragment auch in einer gesteinsgrusgemagerten Scherbe (HL 17/40) aus der Grabung am Koberg in Lübeck auf.

⁶³ In: Rötting (1985, S. 29). Erneut von H. Rötting in die Untersuchung miteinbezogen wurden die Scherben 2A, 3B, 5D bis 9D, 16D, 17E und 54C.

⁶⁴ Bei den in Handaufbau bzw. auf der langsam drehenden Scheibe hergestellten Gefäße sind die Grusfragmente infolge der unsorgfältigen Verarbeitung inhomogen und regellos im Scherben verteilt und von der tonigen Matrix wirbelig umflasert, während bei den Scherben der Drehscheibenware (G2) eine einheitliche Ausrichtung der Magerung und Risse/Poren deutlich erkennbar ist, wie sie beim Hochziehen des tonigen Rohstoffes auf der Drehscheibe entsteht.

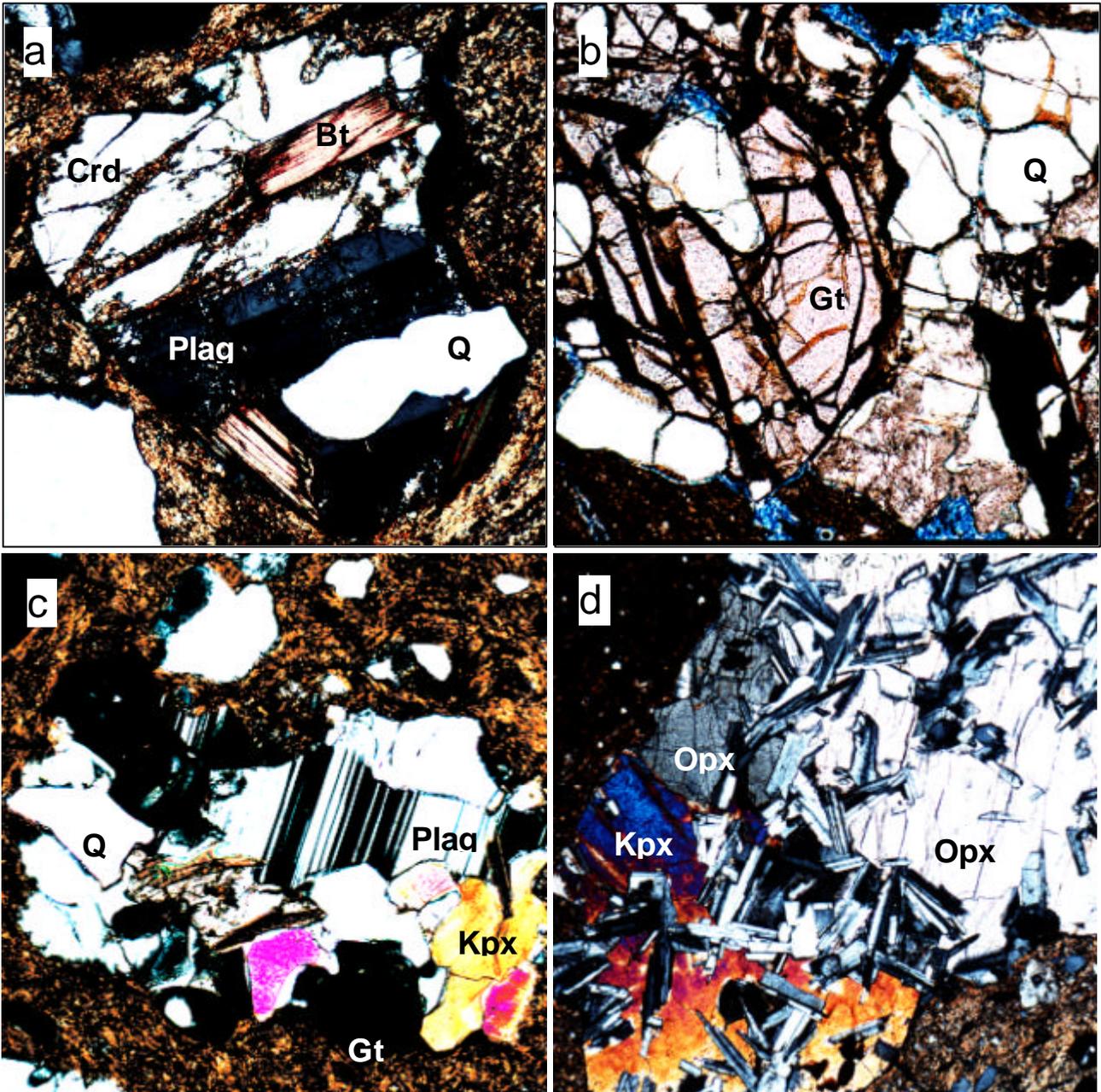


Abb. 5.2: **a** Angerundetes Fragment eines Biotit-Cordierit-Gneises mit der Paragenese Quarz + Plagioklas + Biotit + Cordierit (pinitisiert; 8D). Bildbreite 1,0 mm, gekreuzte Polarisatoren. **b** Ausschnitt aus einem Granat-Biotit-Gneis-Fragment. Teilweise in Biotit umgewandelter Granat umschließt poikiloblastisch runde Quarzkristalle (8D). Blau gefärbte Bereiche = Poren bzw. Risse. Bildbreite 1,8 mm, 1 Polarisator. **c** Granulit-Fragment mit der Paragenese Orthopyroxen + Klinopyroxen + Granat + Biotit + Plagioklas + Quarz (39G1), Bildbreite 0,8 mm, gekreuzte Polarisatoren. **d** Diabas mit ophitischem Plagioklas-Leistengefüge, in den Zwischenräumen Pyroxen (73K). Bildbreite 2,2 mm, gekreuzte Polarisatoren. (Q Quarz, Plag Plagioklas, Kpx Klinopyroxen, Opx Orthopyroxen, Gt Granat, Crd Cordierit, Bt Biotit).

wie z.T. merklich höhere Sandgehalte aus (Abb. 5.1b). Im Einzelfall kann durch die vergleichsweise höheren Sandgehalte, welche bei makroskopischer Betrachtung am Scherbenbruch den Eindruck einer intentionellen Mischmagerung entstehen lassen (Scholz & Rötting 1995), die Grenze zwischen Granitgrus- und Sandmagerung fließend verlaufen und eine Zuordnung erschweren.

Scherben mit einem der Kohlmarkt-Keramik ähnlichen Gefüge treten ebenso in der Jüngeren Granitgrusware (24F, 30G2, 60X, 64X, 66X, 67X, 68X, 80K, 87Y) – darunter technische Produkte wie z.B. Wasserröhren (52G3) – wie auch in der eisenzeitlichen Ware (U) auf. Aufgrund der zeitlich nebeneinander auftretenden Korngrößenspektren kann, wie von archäologischer Seite aufgrund der technologischen Entwicklung vermutet, eine Tendenz zu geringeren Korngrößen der Grusfragmente nicht abgeleitet werden. Dies würde bedeuten, dass die Anwendung dieses Merkmals für eine Diskriminanz zwischen der Älteren und der Jüngeren Granitgrusware nicht relevant ist.

Wie sich im Vergleich mit den ins 6./5. Jahrhundert v. Chr. datierten Scherben der eisenzeitlichen Ware zeigt, wurde eine in ihren petrographischen Merkmalen ähnliche Keramik bereits in vorgeschichtlicher Zeit an den frühesten Siedlungsplätzen in Braunschweig hergestellt. In ihren strukturellen und textuellen Merkmalen weisen die drei eisenzeitlichen Scherben bereits Unterschiede auf, wie sie auch in den früh- und hochmittelalterlichen Granitgruswaren vorzufinden sind: So herrschen in den Scherben 278U und 280U analog der Kohlmarkt-Keramik grobe Mineral- und Gesteinsbruchstücke vor, während in Scherbe 279U zusätzlich ein höherer Gehalt an fein- bis mittelkörnigen Fragmenten vorhanden ist.

Lässt man die herstellungsbedingten, wenig aussagekräftigen Unterschiede hinsichtlich des z.T. stark variierenden Grusanteiles (10 - 30 Vol.-%) und des Scherbengefüges außer acht, so ist – nach Ausweis der bisher untersuchten Funde – eine Differenzierung der im frühen Mittelalter an der Oker (Braunschweig, Honrode, Leiferde), Schunter (Querum, Königslutter) und Scheppau (Riesenberg) hergestellten gesteinsgrusgemagerten Gebrauchskeramik anhand der petrographischen Merkmale der Magerung kaum bzw. nicht möglich⁶⁵.

Tab. 5.2: *Beziehung zwischen Magerungsart und Scherbenfarbe von Scherben der Jüngeren Granitgrusware und der Älteren grauen Irdenware.*

Magerungsart	Warengruppe: Zuordnung nach		Scherbenfarbe		
	Scholz	Rötting	grau- hellgrau	grau- hellrotbraun	grau/hellrotbraun gemantelt () schwach gemantelt
Gesteinsgrus	F	U	279	278, 280	
		F	19, 20, 21, 22, 23, 24		
		G1	27, 47	29	(28), (31), 32, 33, (43), (44), 45, 46
		G2	26	30	25, 36, 37, 49
		G3		39	
		X	58, 59, 61, 62, 63, 66, 67	52, 60	(64), (68)
		K	80, 84, 87		73
		Y	90		
Sand	K	G1		38, 41	(42)
		G2			(34), 35, 40, 48
		X	56, 57, 69, 70	55	65
		K	71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, 81	78	
		Y	83, 85, 86, 88, 91		(82)

⁶⁵ Eine umfassende Charakterisierung der Braunschweiger Jüngeren Granitgrusware kann jedoch in Anbetracht der Probenauswahl nicht erfolgen (Abschn. 3.1.1): So stammen von den insgesamt 40 Scherben, die dem mikroskopischen Befund zufolge und in Anlehnung an die archäologische Gliederung der Ware F zugeordnet wurden, allein 32 aus der Grabung am Eiermarkt, davon wiederum 10 Scherben (25G2, 44G1, 45G1, 46G1, 47G1, 60X, 61X, 63X, 84Y und 87; datiert ins 12. Jahrhundert) aus Schicht 2424, die damit ebenso von einem wie auch von mehreren Gefäßen stammen können. Nach dem mikroskopischen Befund mit Sicherheit einem einzigen Gefäß zuzuordnen sind die Scherben 19F und 21F (Schicht 3023) sowie 58X und 59X aus Schicht 2429.

Die braunschweigische Drehscheibenware des ausgehenden 11. Jahrhunderts kann, obwohl typologisch nach Rötting noch der Jüngerer Granitgrusware zugehörig, jedoch bereits auch sandgemagert sein. Rötting (Scholz & Rötting 1995) ordnete diese Scherben aufgrund einer mutmaßlich intentionellen Brandführung einer neu definierten älteren, hellrot-grauen Irdeware zu. Die archäologische Fiktion dieser als Ware H ausgewiesenen Scherbengruppe wird in Anbetracht der inhomogenen Farbverteilung der Waren – unabhängig von der Magerungsart – deutlich sichtbar (Tab. 5.2). So findet sich eine sandgemagerte, gemantelte Scherbe mit grau-hellrotbrauner Färbung auch in Ware G1 (42G1), während G2 zur Hälfte der untersuchten Scherben – dabei auch eine graue (26G1) – noch Granitgrus-Magerung aufweist. Da auf eine Untergliederung der Ware allein aufgrund der Farbe verzichtet werden sollte, wurden die sandgemagerten Scherben der Drehscheibenware entsprechend des mikroskopisch übereinstimmenden Befundes der Älteren grauen Irdeware zugeordnet (BS-II.1).

Magerungscharakter

Die in den Granitgruswaren auftretenden Unterschiede hinsichtlich des Grus- bzw. Sandanteiles und des Gefüges, wie sie bei Verwendung eines natürlich grusgemagerten Rohstoffes (Geschiebelehm) in dieser Form wohl kaum zu erwarten sind, lassen sich am besten durch die Zugabe pleistozäner Schmelzwasserablagerungen (Kristallin-Gerölle, Sande, Kiese) erklären. Durch Auslesen und ggf. Zerkleinern haben die Töpfer vermutlich die jeweils gewünschte Magerungsfraction erreicht, die infolge dieser Technik sowohl kantige als auch angerundete Gesteinsbruchstücke sowie wechselnde Sandanteile enthält (Abb. 5.1; Tab. III). Die intentionelle Zugabe der Granitgrus-Magerung zeigt sich darüber hinaus, wie beispielsweise auch bei den am Koberg in Lübeck hergestellten Waren⁶⁶, durch den technologischen Übergang zur Sand-Magerung – bei Verwendung jeweils des selben tonigen Rohstoffes (Abb. 5.3). Schneider (1976) hält für die Magerung der grusgemagerten Frühbandkeramik aus einer Siedlung bei Eitzum infolge des hohen Feldspatanteils und der eckigen Kornformen sogar ein manuelles Auslesen der Kalifeldspatkristalle aus zerstoßenen granitischen Geschieben für möglich. Dagegen vermuten Okrusch et al (1986) aufgrund des in der Granitgrusware aus Schortens auftretenden serialen Gefüges eine natürliche Magerung durch Verwendung des im Ortsgebiet von Jever anstehenden drenthezeitlichen Geschiebelehms.

Wie die nachträgliche mikroskopische Betrachtung einer Reihe von Scherben aus der von Okrusch *et al.* (1986) untersuchten Serie zeigt, zeichnen sich die Scherben durch z.T. erheblich unterschiedliche Schluff- und Feinsandanteile aus. Dementsprechend ist die Korngrößenstruktur sowohl der grus- als auch der sandgemagerten Scherben entweder serial (z.B. Probe 71) oder hiatal ausgebildet (z.B. Probe 573, im Dümschliffbild kaum von der Kohlmarkt-Keramik zu unterscheiden). So treten auch Scherben auf, die neben Quarzsand nur einen geringen Anteil meist angerundeter Gesteinsbruchstücke enthalten (z.B. Probe 7753). Da die grusgemagerte Keramik in ihrem Hauptelement-Chemismus zu der – wie von Okrusch *et al.* (1986) vermutet – aus Lauenburger Ton hergestellten quarzsandgemagerten Keramik keine systematischen Unterschiede aufweist, lassen sich die variierenden Feinsandanteile dadurch erklären, dass dieses Beckensediment mit einem glimmerhaltigen Feinsand verzahnt ist (Hüser 1982). Dies legt die Vermutung nahe, dass in Schortens wie in Braunschweig der verwendete (mehr oder weniger sandige) tonige Rohstoff intentionell mit gesiebten und/oder zerkleinerten glazifluviatilen Ablagerungen (Granitgrus) gemagert wurde.

⁶⁶ Analog dazu wurden in Lübeck quartäre tonige Ablagerungen entweder mit Grus oder quartären Sanden gemagert, wie sich aus der Untersuchung Roter Irdeware aus den Grabungen am Koberg (HL 17/40) bzw. der Kleinen Burgstraße (HL 36/4) erkennen lässt (von Seckendorff, Scholz & Drenkhahn; i. Vorb.).

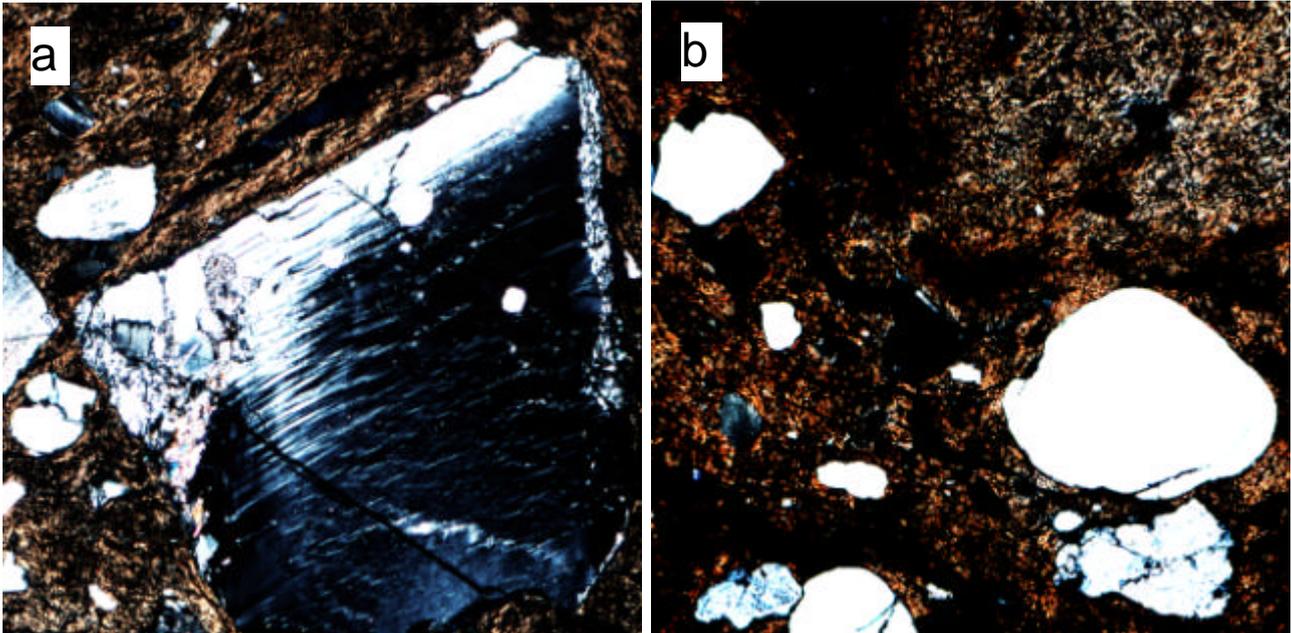


Abb. 5.3: Intentionelle Magerung der Braunschweiger Keramik. Auftreten sowohl von Grus- als auch Sandmagerung in demselben tonigen Rohstoff (fetter Matrixtyp), jeweils mit einem gegenüber der Matrix ausgeprägtem Korngrößenhiatus. **a** Kalifeldspat-Porphyrklast mit postkristallinen Deformationserscheinungen (interne Deformationen, randlich umkristallisiert; 84Y). **b** Inhomogen durchmischte Sandmagerung in Älterer grauer Irdenware (48G1). Bildbreite jeweils 2,1 mm, gekreuzte Polarisatoren.

5.1.1.12 Kalkgrus-Magerung

Als einzige am Kohlmarkt gefundene Scherbe enthält 54C vorherrschend Kalksteingrus (nicht gruppiert; vgl. hierzu Okrusch in: Rötting 1985, S. 29). Der relativ hohe Rundungsgrad (angerundet bis gerundet, seltener auch kantengerundet) und die gegenüber der Matrix eher serielle Verteilungsstruktur der zumeist mittel- bis grobkörnigen (0,2 - 3,0 mm), inhomogen im Scherben verteilten Kalksteinkörner sprechen für eine natürliche Magerung, die zusätzlich einen sehr geringen, vorwiegend mittelkörnigen Sandanteil aus Quarz, selten auch Kalifeldspat (Mikroklin) und Gesteinsgeröllen (Quarz-Aggregate, Quarz-Feldspat-Verwachsungen, Quarzit, quarzitischer gebundener Sandstein) aufweist. Die tonige Matrix ist calcitisiert und enthält im Grobschluff-Bereich (5 Vol.-%) neben Quarz auch detritisches Carbonat. Vereinzelt enthält die Matrix – wie in den Scherben der aus quartärem Lehm hergestellten Granitgrusware – Foraminiferen unterschiedlicher Faziesbereiche (vgl. 5.1).

Die mikritischen, teilweise partiell mikrosparitisch rekristallisierten Kalksteinkörner beinhalten gelegentlich neben gerundeten, feinsandigen Quarzkörnern (bis 0,15 mm) und ovalen Kotpillen auch Fossilreste. Soweit bestimmbar, handelt es sich dabei um Hartteile von Seeigeln (Stacheln mit an der Basis knotenartiger Verdickung) und Schnecken. Schalenreste, gekennzeichnet durch zwei senkrecht aufeinanderstehende Lagen, kommen selten vor und sind vermutlich Muscheln, nicht aber Brachiopoden zuzuordnen (G. Geyer, Paläontolog. Institut d. Univ. Würzburg, mdl. Mitt.). Der Nachweis eines Echinodermenrestes ermöglicht die Zuordnung zu mesozoischen, frühestens jurazeitlichen Kalken. Die farblosen bis schwach bräunlich gefärbten detritischen Carbonatkörner lassen keine randlichen und/oder durchgehenden Umwandlungserscheinungen erkennen, die auf thermische Einflüsse zurückgeführt werden können. Daraus ist ersichtlich, dass die Brenntemperatur den Carbonaterfall nicht wesentlich überschritten hat (vgl. Abschn. 7).

5.1.1.2 Sand-Magerung

5.1.1.2.1 Quartäre Sande

Die Zusammensetzung der Magerungsfraktion ist typisch für die quartären Sande Norddeutschlands. Neben Quarz, untergeordnet Feldspat (Orthoklas, Mikroklin, albitreicher Plagioklas) enthalten die Scherben gelegentlich Fragmente von Graniten und Gneisen, im wesentlichen in Form von Quarz-Aggregaten, Quarz-Feldspat-Verwachsungen sowie von Quarzit, sauren Vulkaniten, kieselig gebundenen, teils eisenschüssigen Sandsteinen (?Buntsandstein) und detritischem Flint. Ein Teil der detritischen Quarzkörner weist kieseligen Zement in Form von mehr oder weniger gut erhaltenen Anwachs säumen auf und stammt folglich aus Sandsteinen. Die Erkennung der unterschiedlichen Komponenten aufgrund mikroskopischer Kriterien jedoch ist nahezu ausschließlich auf die grobsandigen bis feinkiesigen Anteile beschränkt, dagegen im fein- bis mittelsandigen Bereich aufgrund des Fehlens charakteristischer Gefügemerkmale nicht immer möglich, so dass im Sand-Korngrößenbereich die Herkunft magmatischer und metamorpher Fragmente kaum bestimmbar ist. Ebenso erlauben Geröllchen mesozoischer Gesteine (Siltstein, quarzitisches gebundene Sandsteine und Kalkstein) in dieser Fraktion keine sichere stratigraphische Zuordnung.

- Der Feldspatanteil ist relativ gering und Korngrößenabhängig. Nach Hüser (1982) überwiegt in den Sanden Kalifeldspat aufgrund seines Verwitterungsverhaltens gegenüber Plagioklas und hat in der Fraktion 0,4 - 1,0 mm den geringsten Anteil. Dabei unterscheiden sich die Feldspatgehalte auch in den verschiedenen stratigraphischen Serien des niedersächsischen Quartärs nur wenig und bieten, zumindest im Dünnschliffbereich, kaum eine weitere Möglichkeit zur Unterscheidung braunschweigerischer von regionaler niedersächsischer Keramik.
- Die beobachtete Schwermineral-Vergesellschaftung besteht – wie auch in den Granitgrus-Waren – vorwiegend aus Hornblende, Epidot, Zirkon und Turmalin, seltener auch Granat, Rutil, Sillimanit sowie Erzmineralen. Die Vergesellschaftung ist typisch für drenthezeitliche Schmelzwassersande und lässt eine gute Durchmischung von nordischem (Hornblende, Granat) und südlichem (Turmalin, Zirkon) aufgearbeitetem Gesteinsmaterial erkennen, während für die Herkunft von Epidot anhand der bisher durchgeführten Zählungen keine Aussage möglich ist (Henningsen 1983, Uslu 1982). Augite, Orthopyroxene, wie sie auch aus dem Nordharz angeliefert wurden (Harzburger Gabbro) oder Klinopyroxene, aus quartären Tuffen beschrieben (Henningsen 1980, 1983), konnten im vorliegenden Scherbenmaterial nicht identifiziert werden.

Im Gegensatz zu den glazifluviatilen Sedimenten ist der Anteil an nordischen Komponenten in den Terrassenablagerungen der Oker relativ gering, wobei zwischen den sandig/kiesigen Ablagerungen der Nieder- und Mittelterrasse bezüglich der Zusammensetzung des Mineral- und Gesteinsbestandes kaum Unterschiede bestehen (Hüser 1982). Aus Harzgesteinen ableitbare Gerölle (z.B. Lydite, Grauwacken-Komponenten und Quarzite des Oberharzer Diabaszuges bzw. des Oberharzer Devonsattels) sind in der Grobsand- und Feinkiesfraktion der bisher untersuchten Keramikfunde aus Braunschweiger Produktion jedoch nur selten. Daneben treten sowohl in Braunschweig als auch im Großraum Hannover – Oberg/Peine – Duingen (Dietz 1959, Jordan 1989) auch mit Schmelzwassersanden vermischte Flussablagerungen auf. Eine Vermischung der Sedimente wird bereits durch Frechen (1959) für die Funde gröber gemagerter gelber Irdeware aus Hannover aus dem Auftreten von Fragmenten tertiärer Basalte gefolgert. Hingegen fehlen solche Basaltfragmente, die aus dem Einzugsbereich der Leine (nördliche Hessische Senke) stammen dürften, in den bislang untersuch-

ten gleichartigen Scherben aus Braunschweig und Goslar (Okrusch & Wilke-Schiegries 1985)⁶⁷. Ebenfalls auf eine Vermischung von glazifluviatilen Sedimenten mit Flussablagerungen der Leine bzw. der präglazial durch das Leinetal verlaufenden Weser und Werra (Hantke 1993, Heck 1928) deuten Geröllchen von Rhyolith bis Rhyodacit in den aus Braunschweig untersuchten Funden importierter gelber Irdenware. Anzunehmen ist eine Anlieferung dieser sauren Vulkanite aus dem Thüringer Wald (Aschkesch 1975; Hantke 1993). Zwischen sauren Vulkaniten verschiedener Liefergebiete ist in diesem Korngrößenbereich eine Unterscheidung jedoch kaum möglich, so dass diese keine weitere Differenzierung zwischen gleichartig gemagerter Keramik ermöglichen.

5.1.1.2.1.11 Unklassierte Sand-Magerung

BS-II.1a	G1: 48; G2: 34, 35, 42; X: 55, 56, 57; K: 70, 74, 75, 76, 77, 78
BS-II.1b	G2: 40; X: 69; K: 79, 81; Y: 86, 88
SNS-II.1	J1: 92, 93, 95, 96, 97; J2: 99, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108; J3: 111, 112, 113, 114, 115; L1: 117, 119, 121, 127, 130, 136, 138, L2: 139, 145; N: 53; Z: 247; P: 151; M1: 218, 219

Die Gruppen BS-II.1a und SNS-II.1 enthalten Scherben, deren vorwiegend mittel- bis grobsandige Magerung mit Korngrößen zumeist zwischen 0,3 und 1,0/1,5 mm, maximal 3,0 mm (vgl. Tab. III) hinsichtlich Rundungsgrad und mineralischer Zusammensetzung typisch einerseits für reife Flusssande, andererseits für Schmelzwasserablagerungen sind, wobei die Anteile der genetisch unterschiedlichen Sande variieren. Bei Sanden aus Flussterrassen herrschen Quarzkörner mit relativ hohem Rundungsgrad und zum Teil hoher Sphärizität vor, der Anteil an Feldspäten (Kalifeldspat, Plagioklas) ist relativ gering (Abb. 5.4a; Abb. 5.5). Gelegentlich auftretender Flint (Abb. 5.6a) zeigt Sedimentanteile nordischer Herkunft an. In den der Älteren grauen Irdenware zuzuordnenden Scherben (vgl. Abschn. 3.2.2.1) finden sich vereinzelt als identifizierbare Komponenten Bruchstücke paläozoischer Gesteine aus dem Einzugsbereich der Oker: Krypto- bis mikrokristalline Fragmente devonischer Lydite⁶⁸ (56X) oder Gangquarz mit Einschlüssen von „Geldrollenchloriten“ (78K, Abb. 5.4b), wie er als detritische Komponente auch in den Oberharzer Grauwacken auftritt (Müller & Strauß 1987). Dieselbe Scherbe enthält zudem ein Fragment eines Breccientuffes (Abb. 5.4c).

Im Bereich des Westharzes nördlich Lautenthal treten nach Ribbert & Zimmerle (1998) Vulkanopsammite auf, die als Ausgangsmaterial für den Breccientuff in Frage kommen. Vulkanoklastika sind weiterhin im Bereich des Südharzes (Bad Sachsa) zwar anstehend, ein fluviatiler Transport über die morphologische Hochlage des Harzes aber scheidet aus. Alternativ wäre aufgrund der Anlage der pleistozänen Urstromtäler eine Anlieferung dieses Materials in den Einzugsbereich der Oker aus dem Bereich Halle/Leipzig (Halle'scher Quarzporphyr) ebenfalls möglich (Büchner et al. 1995), und zwar über die Täler Weiße Elster - Saale - Bode - Großes Bruch (Feldmann 1997). Unwahrscheinlich dagegen ist eine Herleitung aus den Vulkaniten des Flechtinger Höhenzuges (Benek et al. 1973), der eine Kombination aus glazialem und fluviatilem Transport über Umwege erfordert hätte.

⁶⁷ Vereinzelt treten Basaltfragmente aber in petrographisch und strukturell gleichartig gemagerten Funden aus Oberg auf: Kugeltopfscherbe 9:1, grauweiß, 12. Jahrhundert; rotbrauner Backsteinabschlag aus der Ziegelei, Probe 12:4 (Scholz 1997a).

⁶⁸ Die mikroskopische Unterscheidung von Lydit gegenüber dem für Schmelzwasserablagerungen charakteristischen Flint beruht auf der häufig feinstlagigen Anordnung kohligter Substanzen sowie dem gelegentlichen Auftreten von Schalen kugeligter Radiolarien und Serizit-Lagen (56X), ist bei kleinen Korngrößen jedoch nicht immer möglich.

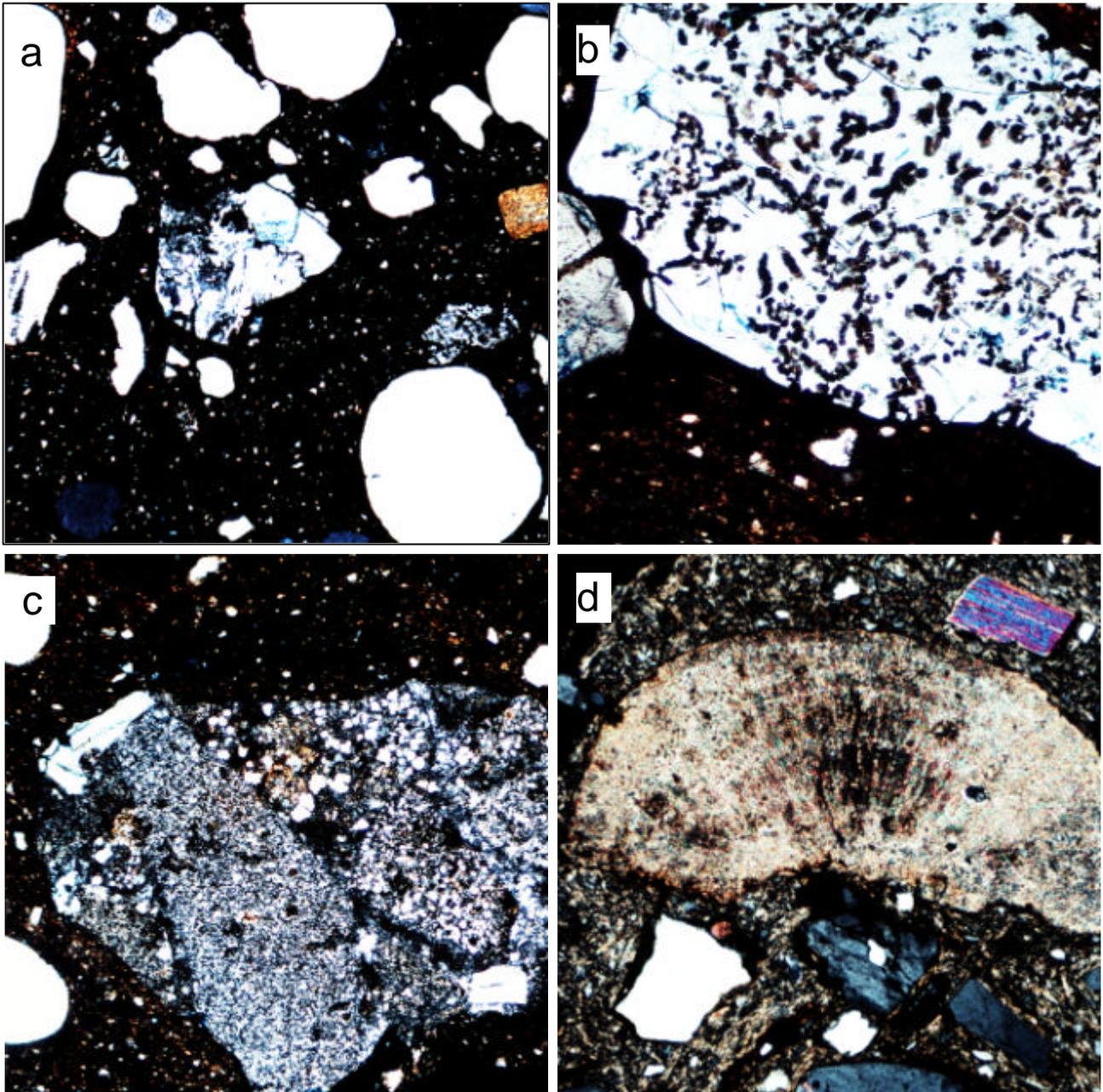
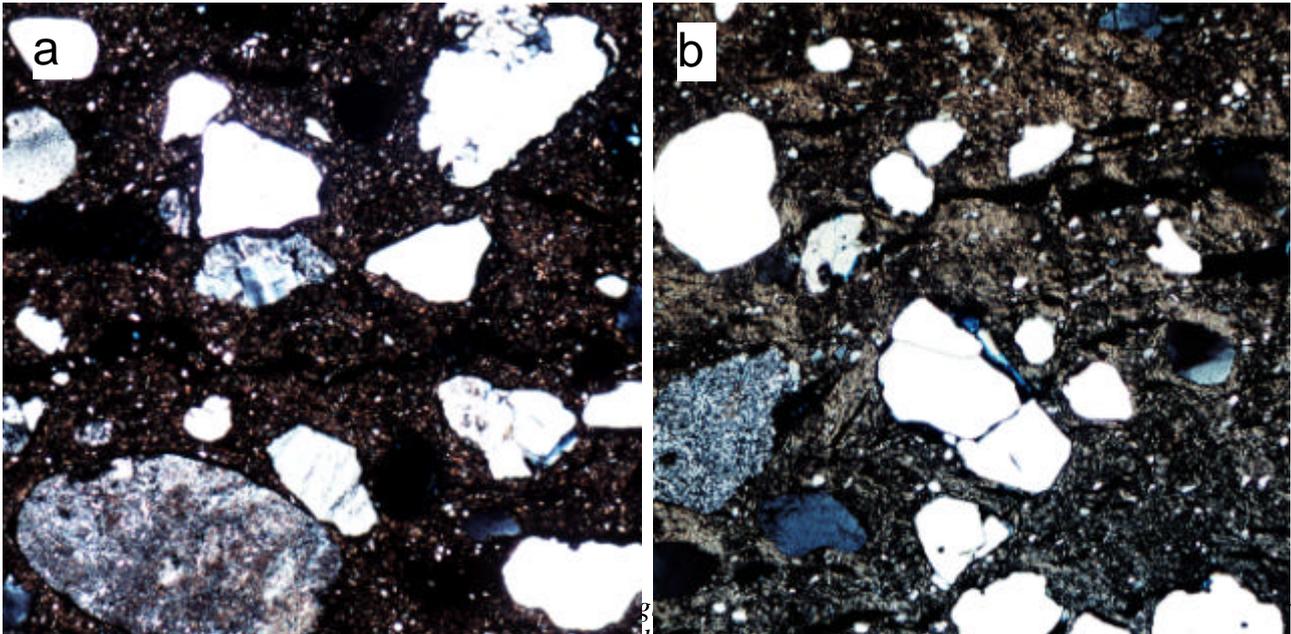


Abb. 5.4: Unklassierte Sandmagerung **a** (Glazi)-Fluviatiler Sand mit Fragmenten von Granit/Gneis sowie detritische Hornblende (gelblich braun) in Älterer grauer Irdenware (57X); Bildbreite 2,1 mm, gekreuzte Polarisatoren. **b** Gangquarz-Fragment mit Einschlüssen von Fe-reichen „Geldrollenchloriten“ (Helminthstrukturen), Ältere graue Irdenware (78K); Bildbreite 0,8 mm, gekreuzte Polarisatoren. **c** Fragment eines Breccientuffes in Älterer grauer Irdenware (78K); Bildbreite 2,1 mm, gekreuzte Polarisatoren. **d** Fragment eines radialstrahlig rekristallisierten Ooids aus Rogenstein (40G2); Bildbreite 0,9 mm, gekreuzte Polarisatoren.

Wie in Hannover (Plath 1959) und Goslar (Okrusch & Wilke-Schiegries 1985) ist auch in Braunschweig die Mehrzahl der bisher untersuchten Scherben importierter gelber und auch grauer Irdenware der gröber gemagerten Variante zuzuordnen (SNS-II.1). Fehlen aus Gesteinen des Harzes bzw. der Hessischen Senke ableitbare Gerölle, so ist eine mikroskopische Unterscheidung von Scherben der in Braunschweig hergestellten Älteren grauen Irdenware alleine kaum bzw. nicht möglich – problematisch für die lokale Zuweisung der in diesem Produktionsraum hergestellten



Alteren und Jüngeren grauen Irdenware. **a** Braunschweig, (57X; 1. Hälfte 12. Jahrhundert) **b** suaucnes bzw. mittleres Niedersachsen (151P1; 2. Hälfte 13. Jahrhundert); 1 cm entspricht 0,25 mm, gekreuzte Polarisatoren.

grauen Irdenwaren mit im Bruch grauer bis hellgrauer Färbung (L1: 121, 127, 132, 138; L2: 145; Abb. 5.5). Einzig Scherbe 115J3 enthält ein charakteristisches Fragment von Kieseloolith, der in den Sedimenten der elsterzeitlichen Leine-Oberterrasse auftritt und vermutlich aus umgelagerten tertiären Restschottern stammt (Heck 1928).

In Gruppe BS-II.1b zusammengefasst sind Scherben, welche durch ihr heterogenes Korngrößengemisch und einer partiell hinsichtlich der strukturellen und texturellen Merkmale der Magerung völligen Übereinstimmung zur „klassierten“ Keramik im eigentlichen Sinne den Übergang belegen (vgl. Abb. 5.6a, b). Als charakteristisches Geröllchen konnte in Scherbe 40G2 ein Rogenstein-Fragment identifiziert werden (Abb. 5.4d), welches sich aus dem oolithischen Kalkstein des Unteren Buntsandsteins herleiten lässt (Usdowski 1962). Dieses für das nördliche Harzvorland charakteristische Gestein steht im Stadtgebiet von Braunschweig am Nußberg an.

5.1.1.2.1.12 Klassierte Sand-Magerung

Braunschweig sowie südliches bzw. mittleres Niedersachsen

BS-II.2.1

G1: 38; **X:** 65; **K:** 69, 72; **Y:** 82, 83, 91; **J2:** 109; **L1:** 116, 118, 120, 125, 129, 131, 133, 134, 135; **L2:** 146, 182, 183, 185, 186, 189, 190, 202; **L3:** 148, 150; **P1:** 152, 153; **M2:** 220, 221, 222, 223; **M3:** 225, 227, 228, 229; **M4:** 230

SNS-II.2.1

L1: 123, 132; **L3:** 147; **V:** 204, 205, 206, 207, 208, 209

Die sandige Magerung in den Scherben der archäologischen Kriterien zufolge als braunschweigisch erachteten Keramik (BS-II.2.1) weist – unabhängig von der formalen und technologischen Ausprägung – in ihren strukturellen und texturellen Merkmalen vom Hochmittelalter bis in die frühe Neuzeit eine nahezu völlige Übereinstimmung auf. Durch die vorrangig mittelsandige Kornfraktion mit maximalen Korngrößen meist zwischen 0,7 und 1,8 mm, vereinzelt aber auch größer bzw. kleiner (69K: 2,2 mm bzw. 230M4: 0,5 mm), weist die Korngrößenverteilung gegenüber der schluffigen,

untergeordnet fetten Matrix einen deutlichen Hiatus auf. Angerundete bis gerundete Kornformen überwiegen, die Magerungskörner sind mehr oder weniger gleichmäßig im Scherben verteilt (Abb. 5.6b). Unterschiede zeigen sich im wesentlichen im sandigen Magerungsgehalt (etwa 20 – 35 Vol.-%). Eine merkliche Abnahme (verbunden mit einer geringeren Gefügedichte und inhomogenen Verteilung) tritt erst in den Scherben frühneuzeitlicher bleiglasierter Irdenware auf (15 Vol.-%; M3: 227, 228, 229) und beträgt in der archäologischen Kriterien zufolge vermutlich aus Braunschweiger Produktion stammenden Fayence-Imitation (230M4) nur noch etwa 5 Vol.-%. Nach dem mikroskopischen Befund stammt nur ein Teil der zur Isolierung der Fußbodenschicht in der Kemenate am Hagenmarkt verwendeten Kugeltopf- und Mündelkeramik – vermutlich Ausschussware – aus Braunschweiger Produktion (Tab. 5.1).

Mikroskopisch davon kaum bzw. nicht zu unterscheiden sind die von Rötting der Jüngeren (L1: 123, 132; L3:147) und Jüngsten (V: 204 - 209) grauen Irdenware zugeordneten Scherben mit im Bruch (hell-)grauer bis weißgrauer Farbe, wobei die im Bruch weißgrauen Scherben (123L, V: 204 - 209) formal aufgrund der Färbung eine Herkunft aus dem mittleren bzw. südlichen Niedersachsen vermuten lassen (SNS-II.2.1). Für einen Teil der ins 15. - 17. Jahrhundert datierten Scherben ist jedoch eine Herstellung in Braunschweig nicht auszuschließen, da die Braunschweiger Töpfer seit der frühen Neuzeit *weiße Tonerde* aus Oberg importierten (Abschn. 4.1).

Salzgitter-Gebhardshagen

SZG-II.2.1	Töpferofen, Abwurfgrube	L: 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171
	Altstadtfunde, (einschließlich Baukeramik)	L1: 122, 124, 128, 137; L2: 140, 142, 143, 144; L3: 149; P2: 154; L: 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201; 155, 157; V: 203.

Von der zu Beginn des 13. Jahrhunderts in Gebhardshagen hergestellten Keramik liegen Funde aus einem in Resten erhaltenen Töpferofen und einer Abwurfgrube vor. Dem mikroskopischen Befund zufolge wurde Gebhardshagener Gebrauchskeramik seit Beginn des 13. Jahrhunderts bis Ende des Spätmittelalters nach Braunschweig verhandelt. Beleg dafür ist die in die 1. Hälfte des 13. Jahrhunderts datierte Scherbe 122L aus der Grabung am Eiermarkt (mikroskopisch übereinstimmend zu Scherbe 168L aus dem Töpferofen), die am Hagenmarkt für baukeramische Zwecke verwendeten Gefäße sowie der vom Eiermarkt stammende, in die 2. Hälfte des 15. Jahrhunderts datierte Scherbenfund 203V eines Standbodengefäßes.

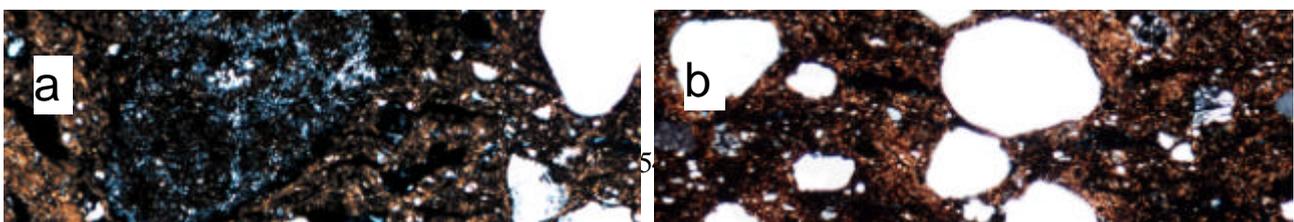
Die Scherben aus der 1. und 2. Isolierschicht des Ofens, mikroskopisch weitgehend übereinstimmend mit denen aus der Abfallgrube, weisen hinsichtlich Korngrößenverteilung und Gefüge deutliche Unterschiede auf – wohl als Ausdruck unterschiedlicher Rezepturen bzw. Chargen. So zeichnen sich die beiden Scherben 168L und 171L aus der 1. Isolierschicht des Ofens sowie Scherbe 170L aus der Abwurfgrube durch eine relativ geringe, vorherrschend mittelsandige (maximal 0,9 mm Korngröße; Tab. III) und inhomogen im Scherben verteilte Magerung aus, die aufgrund geringer Feinsandanteile gegenüber der schluffarmen Matrix einen deutlichen Korngrößenhiatus aufweist. Offensichtlich erfolgte bei der Herstellung dieser Keramik eine intentionelle Zugabe von nur unvollkommen durchmischem (glazi-)fluviatilem Sand, wie auch von Schraven et al (1985) aufgrund des Rundungsgrades (angerundet - gerundet) vermutet.

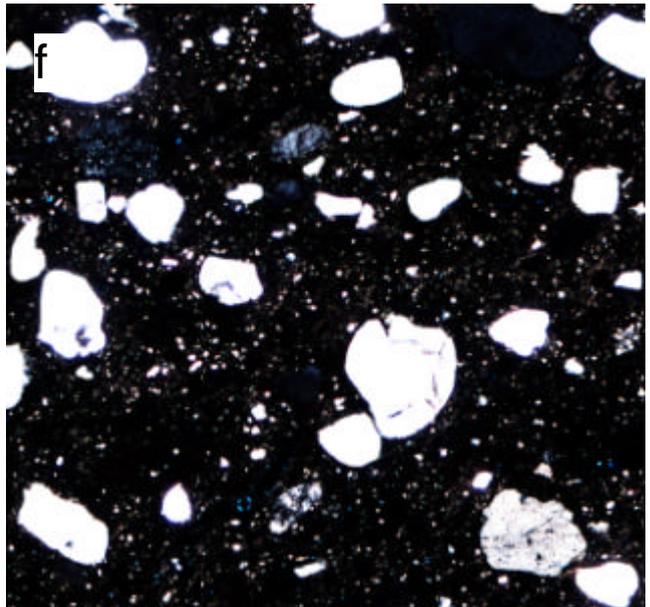
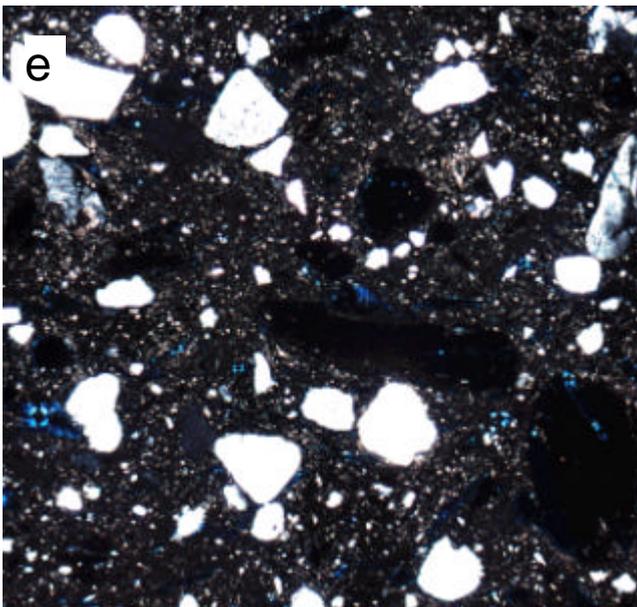
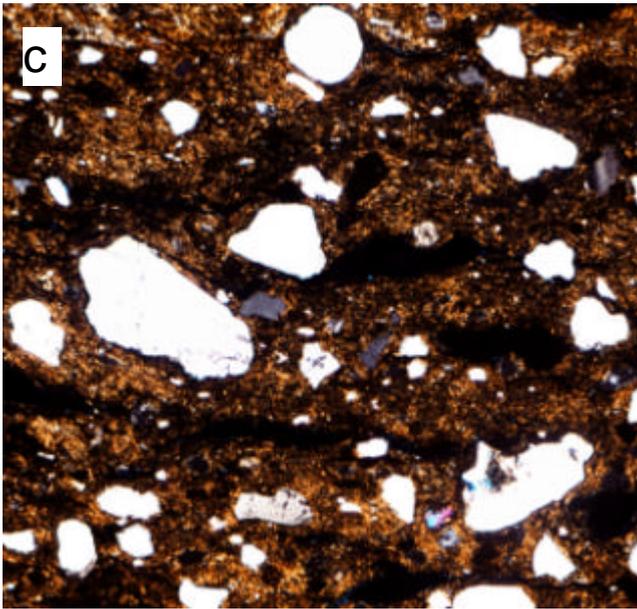
In den Scherben aus der 2. Isolierschicht des Ofens (L: 165, 166, 169) dagegen deuten das relativ enge, ausschließlich im fein- bis mittelsandigen Bereich liegende Korngrößenspektrum (maximal 0,5 mm Korngröße), das seriale Gefüge sowie die vorwiegend kantig/splittrigen bis angerundeten Kornformen auf eine naturbelassene Verarbeitung des tonigen Rohstoffes hin. Ein Fragment von Toneisenstein, der im Bereich des Salzgitterer Höhenzuges verbreitet in kretazischen Sedimenten auftritt, findet sich in Scherbe 166L. Der Elektronenstrahl-Mikrosondenanalyse zufolge besteht das Fragment überwiegend aus FeO bzw. Fe₂O₃ und etwa gleichen Mengen an SiO₂ und Al₂O₃ (SiO₂ 15,3, Al₂O₃ 12,5, Gesamteisen als Fe₂O₃ 59,4 Gew.-%). In Scherbe 167L (Abwurfgrube, Abb. 5.6e) fällt das Korngrößenspektrum durch einen offensichtlich zusätzlich beigefügten, mittel- bis grobsandigen Magerungsanteil (etwa 15 Vol.-%) etwas breiter aus. Als einzige Referenzscherbe stimmt 167L hinsichtlich der strukturellen/texturellen Merkmale der Magerung mit der Mehrzahl der aus Gebhardshagen stammenden Baukeramik-Funde überein. Eine weitgehende Übereinstimmung zeigt sich aber auch zu Scherben der in Braunschweig, Wittingen (vgl. Abb. 5.6) und Hannover (Scholz 1994) hergestellten Keramik, so dass eine Unterscheidung im Einzelfall kaum bzw. nicht möglich ist.

Der tonige Rohstoff der Gebhardshagener Keramik enthält – wie in den Scherben 165L, 167L und 168L mikroskopisch nachweisbar – teilweise feine Holzkohle-Partikel (Abb. 5.6e), die beim keramischen Brand des relativ Fe-reichen Rohstoffes die Reduktion von Fe³⁺ zu Fe²⁺ im Scherben zusätzlich beeinflussen. Die Holzkohle wurde möglicherweise intentionell beigemischt, lässt sich aber auch durch Anteile des von Brand- und Holzkohlepartikeln durchsetzten Kulturbodens erklären (Abb. 4.3c).

Wie der Vergleich der Braunschweiger Altstadtfinde (i. w. Hagenmarkt, daneben auch Eiermarkt, Ägidienmarkt und Gördelingerstraße) mit den aus Gebhardshagen stammenden Referenzscherben zeigt, liegen die Korngrößen der nahezu ausschließlich ins 14./15. Jahrhundert datierten Siedlungsfunde weitgehend innerhalb desselben Bereiches – mit maximalen Korngrößen zwischen 0,7 mm (189L2) und 2,8 mm (174L2) und geringen Unterschieden in der Variationsbreite der Korngrößenverteilungen. Die intentionelle Magerungszugabe ist aus der z.T. inhomogenen Verteilung der Magerungskörner deutlich ersichtlich (z.B. 142L2, 149L3, 150L3, 194L2). Im Vergleich zu den Gebhardshagener Referenzscherben zeigen sich Ähnlichkeiten vor allem zu den Funden aus der Abwurfgrube (Abb. 5.6e, f), seltener zu denen aus der 1. Isolierschicht des Töpferofens (122L1). Keramik mit einem Korngrößenspektrum wie in den Scherben aus der 2. Isolierschicht des Töpferofens tritt in den Altstadtfinden dagegen nicht auf. Ein Teil der Scherben (L2: 142, 143, 187, 192

Abb. 5.6: Sandgemagerte Keramik aus Braunschweig sowie den Töpfereien in Gebhardshagen und Wittingen. **a** Braunschweig, unklassierte Ware im Übergang zur klassierten Ware mit groben Fragmenten von Flint (oberer Bildrand) und Rhyolith/Rhyodacit (linker Bildrand), Scherbe 86Y, 12. Jahrhundert. **b** Braunschweig, klassierte Ware, Scherbe 72K, Mitte 13. Jahrhundert. **c** Wittingen, Scherbe 159L, Anfang 13. Jahrhundert. **d** Braunschweig, bzw. Oberg/Peine (Wealden-Ton), Scherbe 208V, 17. Jahrhundert. **e** Gebhardshagen (Abwurfgrube), Scherbe 167L, 13. Jahrhundert. **f** Gebhardshagen (Baukeramik, Hagenmarkt), Scherbe 174L, 1. Hälfte 14. Jahrhundert. Alle Scherben gekreuzte Polarisatoren; 1 cm entspricht 0,25 mm.





200, 201) lässt anhand randlich angeschmolzener Feldspatkörner erkennen, dass die Gefäße – darunter auch Fehlbrände mit Reduktionskernbildung (L2: 194, 195, 199) – beim keramischen Brand relativ hohen Temperaturen ausgesetzt waren.

An den beiden aus Fehlbränden stammenden Scherben 170L, 171L ist erkennbar, dass in Gebhardshagen zu Beginn des 13. Jahrhunderts mit höheren Brenntemperaturen experimentiert wurde. Infolge zu hoher Aufheizgeschwindigkeiten und/oder zu hoher Temperaturen kam es in beiden Scherben zu einer Reduktionskernbildung, hervorgerufen durch ein schnelles Dichtsintern der Oberfläche bei noch anhaltender Gasentwicklung im Scherben, die zur Blasenbildung und einer mehr oder weniger starken Aufblähung des Scherbens führte (Eckhardt et al. 1976; Schmidt 1981). Diese Tendenz ist nach Konopicki & Köhler (1982) in illitisch-montmorillonitischen und eisenreichen Tonen ab etwa 1000°C zu beobachten.

Randform und Herkunftsfrage

Die baukeramischen Funde vom Hagenmarkt weisen nach Rötting (1985) neun unterschiedliche Randformen auf (Abb. 3.5). Als wesentliches formales Merkmal bei der Differenzierung grauer Irdenwaren erlaubt die Randform nach Ausweis der überregionalen Literatur keine örtliche Zuweisung (Abschn. 3.2.2.2), gleichwohl wurde das Material vom archäologischen Bearbeiter zur Untersuchung hinsichtlich unterschiedlicher Produktionsstätten ausgewählt. Nach mikroskopischem Befund treten – in Übereinstimmung mit der chemischen Zusammensetzung der Scherben (Tab. 6.2, 6.3) – bei den aus Gebhardshagener Produktion stammenden Gefäßen alle Randformtypen auf, wogegen die der braunschweigischen Produktion zugeordneten Scherbenproben nur die Typen 3 (182L, 183L, 185L, 186L) und 9 (202L) aufweisen. Die übrigen Randformen (1, 2, 4 – 8), die nur bei den der Gebhardshagener Produktion zugeordneten Gefäßen auftreten, könnten somit als differenzierendes Merkmal in der örtlichen Zuweisung verstanden werden. In Anbetracht der durch Probenauswahl bedingten geringen Anzahl untersuchter Scherben ist jedoch nicht auszuschließen, dass die aus Braunschweiger Produktion stammenden Gefäße ebenfalls Randformen anderer als bisher nachgewiesener Typen aufweisen – nur zu verifizieren an einem größeren, annähernd repräsentativem Probenumfang.

Wittingen

WT-II.2.1

L: 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164

Die Scherben aus der Töpferofenverfüllung (158L, 160L) und den Abwurfschichten A und D (164 bzw. 162, 163) zeichnen sich – weitgehend übereinstimmend hinsichtlich Korngrößenbereich und Rundungsgrad – gegenüber der Braunschweiger und Gebhardshagener Keramik vor allem durch einen etwas höheren Feinsandanteil aus (12-15 Vol.-%). Bei geringerem Feinsandgehalt ist eine Unterscheidung von der klassierten Braunschweiger Keramik im Einzelfall anhand der strukturellen und textuellen Merkmale der Magerung kaum bzw. nicht möglich, wie sich am Beispiel der Scherbe 159L aus Abwurfschicht zeigt (Abb. 5.6b, c). Wechselnde Sandgehalte sowie die in den Scherben 158 und 164L auftretende inhomogene Durchmischung sprechen für eine intentionelle Zugabe der Sande. So enthält die aus der Abwurfschicht N stammende Probe 161L abweichend von den übrigen Scherben dieser Gruppe nur einen sehr geringen Sandanteil (15 Vol.-%) und vereinzelt grobsandige, kantengerundete Fragmente kristalliner Gesteine – vermutlich Folge unterschiedlicher Chargen bzw. Rezeptur.

Mikroskopisch übereinstimmend zu den Wittinger Proben sind Scherbenfunde jüngerer grauer Kugeltopfkeramik aus dem etwa 25 km nördlich davon gelegenen Uelzen (Scholz 1997b). Es ist daher anzunehmen, dass es sich um dieselben Sedimente handelt. Verbreitet in Uelzen sind die vorwiegend feinsandigen Uelzener Beckensande (Groetzner 1972).

5.1.1.2.2 Tertiäre Sande

Eitzum

E-II.2.2

L: 172, 173, Z: 249, 250

Die aus einer Töpferofenverfüllung stammenden Scherben enthalten als Magerung nahezu ausschließlich Quarz, vereinzelt auch Plagioklas und Quarzit. Durch den vorherrschend mittelsandigen Magerungsanteil mit einem Maximum der Korngrößenverteilung zwischen etwa 0,2 und 0,4 mm Korngröße zeigt sich gegenüber der schwach schluffigen, illitischen Matrix ein ausgeprägter Korngrößenhiatus. Kantig-splitttrige bis angerundete Kornformen überwiegen (Abb. 5.7d).

Die Eitzumer Scherben stimmen mikroskopisch vollkommen mit Vergleichsscherben aus Ofenfunden in Helmstedt überein (Scholz & Rötting, i. Vorb.). Da in Helmstedt und ebenfalls ca. 4 km südlich von Eitzum großflächig tertiäre Braunkohlensande anstehen, ist deren Verwendung als Magerungsmittel sehr wahrscheinlich. Dies ist um so wahrscheinlicher, da in der unmittelbaren Umgebung von Eitzum lediglich Schichten des Gipskeupers anstehen, teilweise von Quartär überdeckt.

Südniedersachsen (Raum Duingen/Coppengrave)

SNS-II.2.2

J1: 94; J2: 98, 100, 104; J3: 110; Z: 248
M3: 224; Q2: 241, 242, 243, 244, 245, 246;
R2: 265, 266, 267, 268, 270, 271, 272

Die vorliegenden Faststeinzeug- und Steinzeugproben sind fast ausnahmslos der erst um 1200 beginnenden Produktion in Duingen und Coppengrave zuzuschreiben, während von der z.T. bis an den Versinterungsgrad gefeuerten gelben Irdenware, deren Hauptproduktion in Südniedersachsen bis Anfang des 13. Jahrhunderts in der Wüstung Seypessen⁶⁹ lag, sich auf der Grundlage von gesichertem Vergleichsmaterial und der von Frechen (1958) sowie von Okrusch & Wilke-Schiegries (1985) herausgearbeiteten Merkmale nur ein geringer Teil der Braunschweiger Funde eindeutig dem Duinger Produktionsraum zuordnen lässt (94J1, 100J2, 104J2, 110J3, 248Z).

Die mineralische Magerung dieser Scherben gelber Irdenware sowie des Faststeinzeugs und Steinzeugs besteht nahezu ausschließlich aus Quarz, vorherrschend in Form von Einzelkörnern, untergeordnet von Aggregaten, Quarzit, seltener auch Chalcedon. Vereinzelt finden sich feinkörnige Sandsteinfragmente mit quarzitischem, teils Fe-oxidhaltigem Bindemittel (?Buntsandstein). Akzessorisch enthalten alle Scherben opake Phasen, vereinzelt Zirkon und Turmalin. Ein Teil der detritischen Körner weist kieseligen Zement in Form von mehr oder weniger erhaltenen Anwachssäumen auf und stammt demzufolge aus Sandsteinen. Kantengerundete Magerungskörner überwiegen, doch kommen auch kantig/splitttrige und gerundete Kornformen vor. Bezüglich des Korngrößenspektrums und des Magerungsanteils ist bei den unterschiedlichen Waren eine gewisse Variationsbreite erkennbar, die sich ebenso aus den zeitlichen Differenzen im Beginn und Schwerpunkt der unterschiedlichen Produktionsstätten wie auch aus der kontinuierlichen Entwicklung von der Irdenware

⁶⁹ Etwa 1220/1230 wüst gefallen (Stephan 1981).

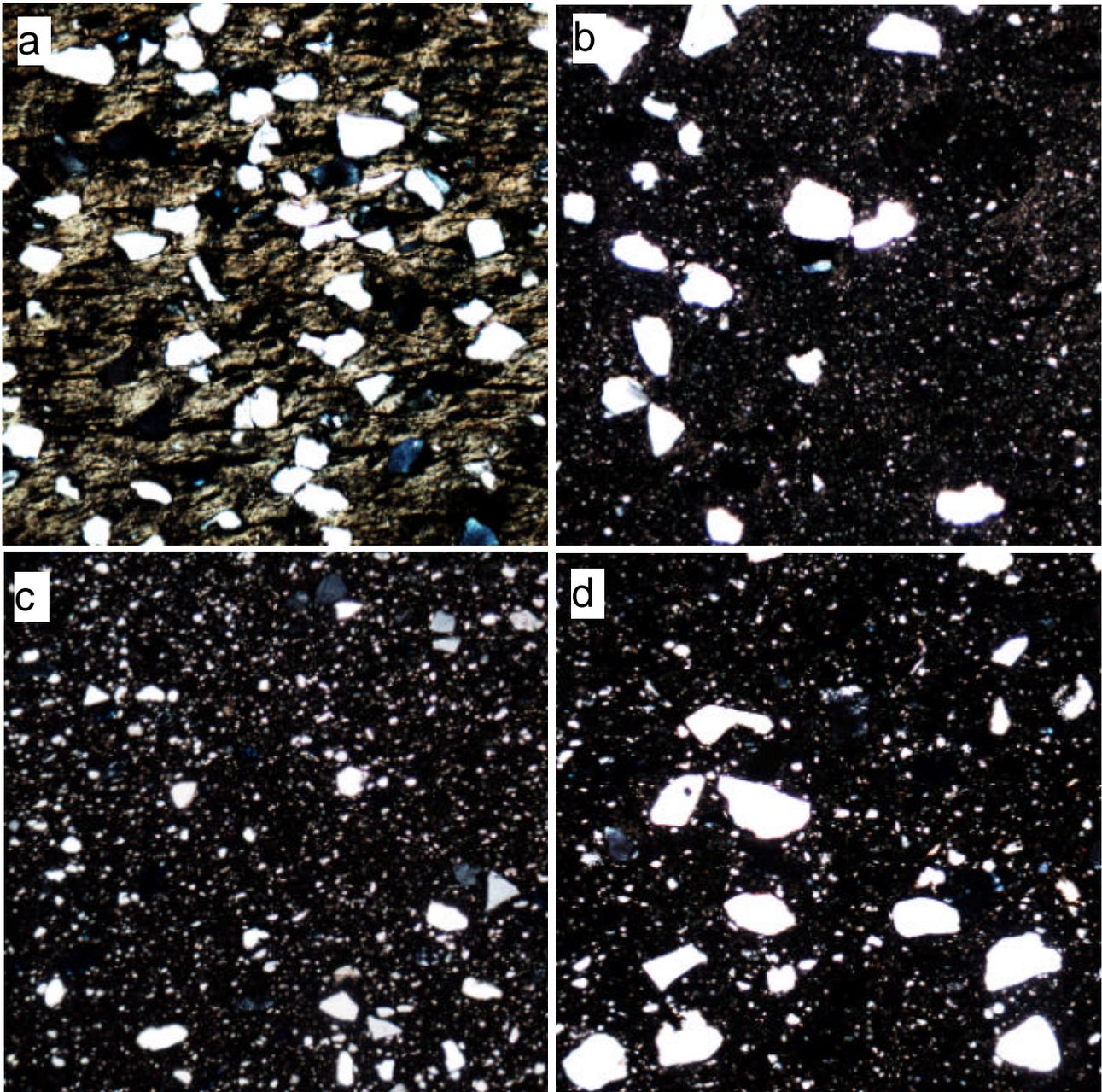


Abb. 5.7: Quarzsand-Magerung, Duingen/Coppengrave: **a** Scherbe (104J2), gelbe Irdenware **b** Scherbe (248Z), gelbe Irdenware. **c** Scherbe 271Q2, Faststeinzeug. Eitzum: **d** Scherbe 172L, klingend hart gebrannte graue Irdenware. Alle Scherben gekreuzte Polarisatoren; 1 cm entspricht 0,25 mm.

zum Steinzeug erklärt, so dass sich anhand von Übergängen bei Magerungsgehalt und Korngrößenverteilung deutliche Unterschiede nur zwischen der gelben Irdenware und dem voll entwickelten Steinzeug erkennen lassen (Tab. 5.4).

In der Mehrzahl der Scherben liegen die Korngrößen in einem engen Intervall (0,1 - 0,35 mm), doch kommen auch Scherben (98J2, 110J3) mit einer etwas größeren Variationsbreite in der Korngröße vor. Die stark variierenden Sandgehalte (30-1 Vol.-%; Tab. 5.4; Abb. 5.7a, b), die insbesondere beim Faststeinzeug und Steinzeug z.T. inhomogene Verteilung der Körner sowie der gegenüber der Matrix mehr oder weniger deutliche Korngrößenhiatus deuten darauf hin, dass die mit 1-20 Vol.-% Grobschluff fetten bis schluffigen Tone entweder scheibenfertig – wie von van Wageningen (1988) angenommen – oder durch intentionelle Zugabe von Sanden verarbeitet wurden

Tab. 5.4: Variation der Quarzsandmagerung hinsichtlich maximaler Korngröße, Schluff- und Sandgehalt bei gelber Irdenware (J), Faststeinzeug (Q2) und Steinzeug (R2). Halbquantitative Angaben, geschätzt nach den Tabellen von Flügel (1978).

Korngrößenbereich [mm] vorwiegend			max. KG [mm]	Sand [Vol.-%]	Grobschluff [Vol.-%]
0,1 - 0,2	0,1 - 0,25/ 0,3	0,15 - 0,4/0,5			
	(269R2)		0,1	2	1
272R2			0,3	8	20
	268R2		0,3	7	15
271R2			0,3	8	15
270R2			0,3	6	7
267R2			0,35	11	20
	265R2		0,5	10	15
	266Q2*		0,5	10	10
		245Q2	0,6	15	10
	246Q2		0,4	25	15
	244Q2		0,4	11	3
	243Q2		0,4	20	15
242Q2			0,25	6	12
	241Q2		0,8	26	3
		224M3	0,7	15	1
	248Z**		0,5	15	2
		110J2	0,6	26	3
	104J2		0,4	25	1
	100J2		0,4	20	1
	98J2		0,4	35	20
94J1			0,4	23	1

* Optisch-haptisch fehlerhafte Zuordnung. Richtig: R2.

** Fund-Nr. 78:3/504; vgl. Okrusch & Wilke-Schiegries (1985)

(Abb. 5.7a, b). Als Magerung in Betracht kommen die westlich Duingen anstehenden feinkörnigen Quarzsande des Alt-Tertiärs (Glassand), deren Korngrößenspektrum mit über 90 Gew.-% zwischen 0,1 und 0,2 mm Korndurchmesser liegt (Jordan 1987). Anhand des sandigen Magerungsanteils ist im Einzelfall kaum zu unterscheiden, ob es sich um ein Erzeugnis aus Duingen oder Coppengrave handelt. Basierend auf der mikroskopischen Übereinstimmung mit der Probe eines archäologischen Kriterien zufolge aus Coppengrave stammenden Kruges (265R2; Abb. 5.7c), die sich gegenüber der aus Seypessen stammenden gelben Irdenware durch einen etwas höheren Schluffanteil unterscheidet, lässt sich ein Teil der Scherben vermutlich diesem Produktionsort zuweisen (242Q2, 243Q2, 246Q2, 266R2, 268R2, 271R2, 272R3). Mit Scherbe 245Q2 dagegen wurde möglicherweise auch ein Import aus der südniedersächsisch-nordhessischen Wüstung Bengerode bei Fredelsloh erfasst, deren Produktion in großen Zügen gleichartig zu der im Raum Duingen verlief (Stephan 1981). Wie in den vorliegenden Vergleichsscherben aus Bengerode treten neben Quarz quarzitisch gebundene, teils eisenoxidhaltige Sandsteinfragmente (Buntsandstein) hier häufiger auf. Zudem ist der Anteil an opaken Phasen vergleichsweise höher.

Erfolgte die Herstellung der Gefäße aus naturbelassen verarbeiteten Tonen ohne Magerungszusatz, ist die aufgrund formaler Kriterien bestimmte Herkunft mikroskopisch nicht mehr verifizierbar. Beispiele hierfür sind der aus fettem (?geschlammtem), nahezu schlufffreiem Ton hergestellte Steinzeugkrug 269R2 sowie der aufgrund der Machart und des Dekors der Weserware zugeordnete Eulenkug (226M3) mit Korngrößen nahezu ausschließlich im schluffig-feinsandig Bereich (vorwiegend bis 0,1 mm), reich an dispers verteilten Fe-Oxiden.

Rheinische Importe (Siegburg)

Rheinisches Faststeinzeug bzw. Steinzeug wurde bekanntermaßen aus tertiären Tonen hergestellt, deren Schichtenfolgen im Siegburger Raum recht variabel ausgebildet sind (Lung 1959). Der wechselnd fette bis schluffig-feinsandige Ton wurde nach Heide (1975) zunächst durch Zusatz von pleistozänen Rheinsanden gemagert (SU-1) und seit dem 14. Jahrhundert zur Produktion von voll entwickeltem Steinzeug auch naturbelassen verarbeitet bzw. geschlämmt (SU-2). Diese Gliederung lässt sich auch auf die importierten Braunschweiger Funde übertragen. Bei Verarbeitung von sehr fetten bzw. ?geschlämmten Tonen ist eine regionale Zuweisung anhand der mikroskopischen Bestimmung alleine nicht möglich. Ein Beispiel dafür ist die durch Anflugglasur orangerot ´geflamnte´ Scherbe 273R3.

SU-1

Q1: 231, 232, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 240

Die bereits makroskopisch erkennbare Magerung besteht aus Quarz, untergeordnet alkalireichen Feldspäten, Quarzit, seltener auch Fragmenten von SiO₂-reichen (mikroskopisch nicht näher bestimmbar) Vulkaniten und vorwiegend feinkörnigem, teils eisenschüssigem Quarzsandstein sowie akzessorisch Epidot, Zirkon und opaken Mineralen. Quarz, infolge der hohen Brenntemperaturen häufig rissig, ist zumeist scharf begrenzt, nur vereinzelt treten Körner mit deutlichem Schmelzsaum auf. Die alkalireichen Feldspatkörner, erkennbar in Form niedrigbrechender, glasiger Pseudomorphosen, weisen häufig eine typischerweise starke Mullitisierung (Trübung) und durch Fluidbildung bedingte Blasen Hohlräume auf (Mehler & Köppen 1974; Abb. 5.8a). Ersichtlich ist die intentionelle Zugabe der relativ gut gerundeten Rheinsande ebenso aus der Korngrößenverteilung (vorwiegend 0,2 - 0,7 mm Korngröße, maximal 1,2 mm) wie aus der inhomogenen Verteilung der Magerungskörner, deren Anteil mit etwa 5 - 10 Vol.-% relativ gering ausfällt. Die schluffige bis schwach feinsandige tonige Matrix ist vollständig versintert, der sichtbare Porenraum nur sehr gering. Nicht als Magerungsbestandteil zu klassifizieren dagegen sind die teils makroskopisch erkennbaren schwarzen, meist kreisförmigen Einschlüsse bis zu einer Größe von 0,6 mm (Q2: 232, 233, 234, 238, 239), die während der Aufschmelzung bei faciesbedingt Fe-reicheren Tonen durch Neubildung von Spinell entstanden sind (i.w. Magnetit-Hercynit-Mischkristall; Tab. VI; siehe aber Mehler & Köppen 1965). Charakteristisch im mikroskopischen Bild sind opake Kerne, die z.T. Blasen Hohlräume und neugebildete Kristallite enthalten und von hellbraunen, 50 bis 70 µm breiten Rändern umgeben sind (Abb. 5.8a).

Abweichend davon unterscheidet sich Probe 237Q2 vor allem durch eine an dispers verteilten Fe-Oxiden und opaken Phasen reiche Matrix sowie eine deutlich höhere Magerungsdichte (30 Vol.-%). Ein detritisches, aufgrund seines Fe-Ti-Gehaltes blass hellbraun gefärbtes Amphibolfragment, randlich umgeben von einem feinkörnigen Gemenge aus einer farblosen nadeligen Phase (?Amphibol) und dispersem Fe-Oxid – vermutlich abzuleiten von den tertiären Vulkaniten der Niederrheinischen Bucht bzw. des Siebengebirges – weist darauf hin, dass die Herstellung des Gefäßes nicht am Galgenberg in Siegburg erfolgte (Lung 1959). Auffallend sind die zahlreichen Schwindungsrisse, die in Verbindung mit den zum Teil nicht vollständig verglasten Feldspäten auf eine im Vergleich zu den übrigen Scherben dieser Gruppe niedrigere Brenntemperatur hindeuten.

SU-2

R1: 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 261, 262, 263, 264; **R3:** 274, 275, 276, 277

Korngrößen vorwiegend in der Silt- und Feinsandfraktion und kantige Kornformen deuten auf eine Verarbeitung scheibenfertiger Tone hin. Ein geringer Anteil mittlerer Korngrößen ist stets vorhanden (1-3 Vol.-%), vereinzelt finden sich auch Grobsandkörner bis 0,8 mm Größe. Der natürliche Magerungsanteil, der faziell bedingt zwischen etwa 4 und 30 Vol.-% variiert, enthält neben Quarz untergeordnet Fragmente von Quarzit sowie gelegentlich quarzitischem Sandstein (vgl. Heide 1975; Riederer & Rother 1990). Aufgrund der graduellen Übergänge wurde auf eine weitere Untergliederung verzichtet (Abb. 5.8b, c).

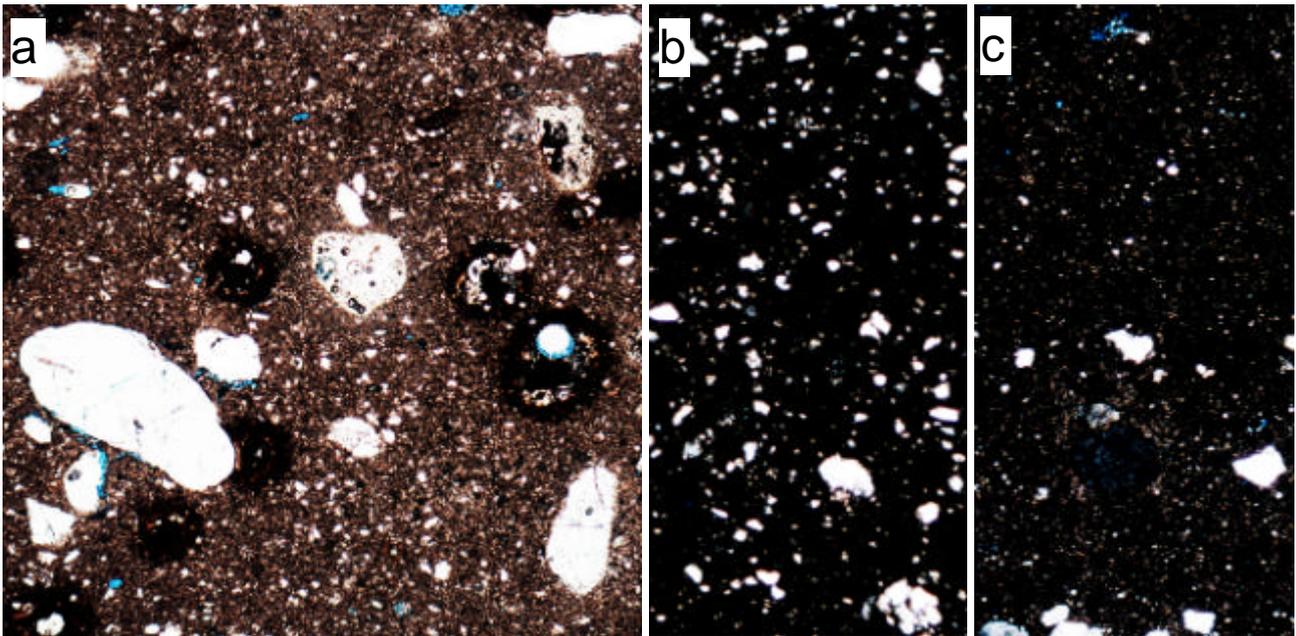


Abb. 5.8 Siegburger Faststeinzeug bzw. Steinzeug. **a** Magerung aus mittel- bis grobsandigen Rheinsanden, bestehend aus Quarz sowie aufgeschmolzenen Feldspäten mit Blasenbildung (Bildmitte). Daneben Fe-reiche, Hercynit-haltige Aufschmelzungsprodukte (239Q1). 1 Polarisator, Bildbreite 2,1 mm. **b** Schluffig bis feinsandiger Ton (260R1); isotrope Glasmatrix. Gekreuzte Polarisatoren, Bildbreite 1,1 mm. **c** Schluffarmer Ton mit geringem Feinsandgehalt (257R1); isotrope Glasmatrix. Gekreuzte Polarisatoren, Bildbreite 1,1 mm.

6. Elementanalytische Untersuchungen an Braunschweiger Keramikfunden

Die geochemische Charakterisierung von Keramik steht im Zusammenhang mit der Frage nach deren Herkunft bzw. deren Zuordnung zum jeweiligen Herstellungsort. Weisen die zur Herstellung der Keramik verwendeten tonigen Rohstoffe ein typisches, in der Literatur als *ortsspezifisch* bezeichnetes chemisches Elementmuster auf, ist – unter Berücksichtigung der von Mommsen (1986) genannten Voraussetzungen⁷⁰ – durch Vergleich der Elementmuster von Scherbenfunden mit *Referenzmaterial*⁷¹ (Czysz et al. 1984) bzw. im Idealfall mit den tonigen Rohstoffen eine Herkunftsbestimmung möglich. Dabei zeigen die tonigen Rohstoffe in nativer Form nur die natürliche, systematische Variationsbreite ihres spezifischen chemischen Elementmusters („Fingerabdruck“), während innerhalb des keramischen Scherbens zusätzliche unsystematische Schwankungen vor allem durch wechselnde Quarzanteile infolge fazies- und/oder herstellungsbedingter Inhomogenitäten verursacht sind. Quarz – in der Natur reines SiO₂ und im wesentlichen frei von Spurenelementen – wirkt als häufig vorherrschender Magerungsbestandteil geochemisch daher nur als Verdünnung, d.h. bei variierenden Absolutgehalten der anderen Elemente bleiben die Elementverhältnisse unverändert.

Mit der Herkunftsbestimmung stellt sich die Frage, ob zur Herstellung der Keramik einer Töpferei derselbe oder unterschiedliche tonige Rohstoffe verwendet wurden. Für die prähistorische/frühgeschichtliche Keramik werden zur Klärung der Frage nach gängiger Praxis ausschließlich materialbezogene Kriterien herangezogen, während sich dies für die mittelalterliche-neuzeitliche Keramik noch nicht in vollem Umfang durchgesetzt hat und die Fragestellung gern mit einer Überprüfung der Übereinstimmung zwischen formaltypologisch-chronologisch und geochemisch ermittelten Gruppen im Sinne einer Neugliederung verbunden wird. Mag diese Fragestellung im Einzelfall Bestätigung finden, beruht sie im allgemeinen jedoch auf einem Denkansatz, welcher die in Archäologie und Archäometrie jeweils zur Klassifizierung verwendeten unterschiedlichen Kriterien unkritisch verknüpft. So kann derselbe tonige Rohstoff hinsichtlich Art und Menge der Magerung variieren, vielgestaltig geformt sowie bei unterschiedlicher Atmosphäre und Temperatur gebrannt sein, wobei zusätzlich im Falle flächenhafter Verbreitung oder regional mehrfacher Aufschlüsse des tonigen Rohstoffes eine örtliche Zuweisung von Keramik nach geochemischen Kriterien kaum bzw. nicht möglich ist. Dies zeigt sich deutlich am Beispiel sowohl der im Raum Braunschweig als auch der im Großraum Hannover - Oberg/Peine - Duingen hergestellten Keramik.

Für die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung von Keramik werden als Methoden Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) und Neutronenaktivierungsanalyse (NAA) gleichermaßen angewendet. In Abhängigkeit von der Zielsetzung der Untersuchung wird die RFA standardmäßig für die Analytik von Haupt- und Nebenelementen sowie einigen Spurenelementen eingesetzt (z.B. Hahn-Weinheimer et al. 1984; Schroll 1975), während mit Hilfe der NAA im wesentlichen Spurenelemente bis in sehr niedrige Konzentrationsbereiche (ppm bzw. ppb) mit hoher Präzision analysiert werden können⁷². Von den in beiden Messverfahren auftretenden Fehlerarten verursachen systematische Fehler numerische Abweichungen von den wahren Konzentrationen, die zur Korrektur mit Hilfe von Kalibrierkurven internationaler Standards aus den gemessenen Konzentrationen ermittelt

⁷⁰ Für das jeweilige Tonvorkommen differenzierbares, charakteristisches Elementmuster, welches im Scherben nachweisbar und durch externe Einflüsse zeitlich unverändert ist.

⁷¹ Funde aus Abwurfgruben, Töpferöfen bzw. archäologisch gesicherte Siedlungskeramik.

⁷² Bei der in Bonn durchgeführten experimentellen NAA-Prozedur handelt es sich um eine modifizierte Version von Perlman & Asaro (1969), ausführlich beschrieben in Mommsen et al. (1991b).

werden können (Schneider 1989b, Winter 1988), wobei für die RFA die Kalibrierkurve durch diese Standards festgelegt wird. Dagegen werden die Reproduzierbarkeit und die Genauigkeit der Messungen durch die zufälligen Fehler bestimmt, so dass die hieraus gefolgerten Aussagen 'weniger durch die Zuverlässigkeit der Analysenwerte als durch die Repräsentativität der archäologischen Probenauswahl' eingeschränkt werden (Schneider 1989b).

Die durch geochemische Analytik ermittelten Elementkonzentrationen bilden für die Gruppierung der Keramikfunde dabei eine statistisch auswertbare Ausgangsbasis, welche die Anwendung uni- und multivariater statistischer Verfahren erfordert. Für die Braunschweiger Keramikfunde stützt sich die örtliche Zuweisung jedoch nicht auf einen Vergleich mit den nativen tonigen Rohstoffen, sondern mit Referenzmaterial⁷³ sowie der Fundkeramik der Töpfereikomplexe. Unter Voraussetzung der Verwendung unvermischter Tone bzw. Lehme enthält das Referenzmaterial das beim Brand im Scherben fixierte jeweilige rohstoffspezifische Elementmuster und – bei statistisch ausreichender Anzahl – auch die Streuung der Elementkonzentrationen. Aus der Übereinstimmung des Elementmusters einzelner Scherbenfunde mit dem einer Referenzgruppe lässt sich jedoch keine sichere Aussage bezüglich des Herstellungsortes ableiten⁷⁴ (Maggetti & Galetti 1981). So ist eine örtliche Zuweisung nur unter der Voraussetzung lokal eng begrenzter und bezüglich des Elementmusters charakteristischer toniger Rohstoffe möglich⁷⁵.

Eine Gruppenbildung durch Diskriminierung nach dem chemischen Elementmuster ist in günstigen Fällen bereits mit Hilfe von bivariaten oder auch ternären Diagrammen möglich, wobei jedoch die aus der Darstellung ableitbare Aussage zur Gruppendiskriminanz von der Elementauswahl abhängig ist. Als 2-dimensionale Projektion von n-dimensionalen Daten jedoch werden Trennungen zwischen zwei Gruppen möglicherweise nur in einigen der bivariaten Diagramme angezeigt. Zudem ergeben sich widersprüchliche Aussagen bezüglich der Gruppenzugehörigkeit, wenn in unterschiedlichen Elementkombinationen andere paar- bzw. gruppenweise Überlagerungen auftreten.

6.1 Röntgenfluoreszenzanalyse

Im Hinblick auf die mit der Herkunftsbestimmung der Braunschweiger Altstadtufunde verbundenen Fragestellungen wurden an 210 ausgewählten Scherbenproben die Gehalte an Haupt- und Spurenelementen mittels wellenlängendispersiver Röntgenfluoreszenzanalyse⁷⁶ (RFA) analysiert, zusätzlich einige Ton-, Lehm- bzw. Ziegelproben der Unterkreide (2), der Oberkreide (3) und quartäre toniger Rohstoffe (7).

⁷³ Dies ist für Braunschweig die Kohlmarkt-Keramik und ein Teil der Baukeramik.

⁷⁴ Vgl. hierzu Mommsen et al. (1991b: 197): „Since the elemental concentration patterns in pottery depend on the raw materials, the clays and tempers used by the ancient potters, it is characteristic for the pottery workshop which normally exploited a claybed nearby. Therefore, if the chemical composition of ceramics produced at a certain pottery workshop is known, the assignment of pottery of unknown provenance showing the same elemental pattern to his place is possible.“

⁷⁵ Im Falle der Braunschweiger Altstadtufunde trifft dies weder für die quartären noch die kretazischen und tertiären tonigen Rohstoffe zu.

⁷⁶ In Abhängigkeit von der Art der Keramik (Grob- bzw. Feinkeramik) wurde von der Scherbe mittels Diamantsäge jeweils eine etwa 2 - 10 g schwere Probe abgesägt und die Oberfläche abgeschliffen, um eine Kontamination zu verhindern. Die Durchführung der chemischen Analysen mit Hilfe eines automatischen Röntgenfluoreszenzspektrometers (Philips PW 1440) erfolgte am Institut für Anorganische und Analytische Chemie der Freien Universität Berlin, Arbeitsgruppe Archäometrie. Angaben zum Präparationsverfahren und zur Messstatistik siehe Schneider (1987).

Wie die chemische Untersuchung zeigt (Tab. VIII), sind die Scherbenproben (ausgenommen der Kalkgrusware) mit CaO-Gehalten zwischen 0.16 - 4.22 Gew.-% insgesamt der CaO-armen Keramik zuzuordnen. Bei den aus quartären tonigen Rohstoffen in Braunschweig hergestellten Waren sowie der Keramik der Töpfereien aus Salzgitter-Gebhardshagen, Eitzum und Wittingen lassen hohe Gehalte an K₂O, MgO, Fe₂O₃ und Rb bei vergleichsweise niedrigen TiO₂-Gehalten – in Verbindung mit dem röntgenographischen Nachweis von Illit – die Verwendung vorwiegend illitisch-chloritischer toniger Rohstoffe erkennen. Im Unterschied dazu zeigen die Importe aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen (limnisch-brackische Wealden-Tone) und dem Rheinland (tertiäre Tone) bei Gehalten von (Fe₂O₃ + MgO + CaO) < 4 Gew.-% (vgl. Stein et al. 1981) in Verbindung mit einem relativ höheren Al₂O₃-Gehalt die Verwendung kaolinitisch-illitischer Tone an. Zur Überprüfung der Homogenität einer Scherbe und der Repräsentativität einer Einzelanalyse für das untersuchte Gefäß (Maggetti & Kahr 1981; Schwarz 1988) wurden vier Proben aus unterschiedlichen Positionen einer Randscherbe der Granitgrusware (28G1, um 1100) analysiert, zusätzlich zwei Proben eines Standbodengefäßes der Jüngsten Grauen Irdenware (205V, 16. Jh.). Das Analyseergebnis zeigt, dass in beiden Fällen die Konzentrationen der Elemente kaum voneinander abweichen (Tab. VIII), so dass sich wie im Falle des granitgrusgemagerten Vorratsgefäßes 28G1 die Homogenität in sehr geringen Standardabweichungen aufzeigt (Tab. 6.1). Einzelanalysen sind – unter Voraussetzung hinreichender Probenmengen (etwa 2 bis 5 g) – daher auch bei den Granitgruswaren als repräsentativ anzusehen.

Tab. 6.1: Mittelwerte (*M*), Standardabweichungen (*1s*) und relative Fehler (%) von vier Proben aus unterschiedlichen Positionen einer homogenen Randscherbe eines granitgrusgemagerten Gefäßes.

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	V	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	Ce
M	68.9	0.74	18.7	4.35	0.07	0.94	1.04	1.12	3.62	0.60	138	83	68	85	144	133	24	201	687	85
s	0.29	0.01	0.08	0.04	0.00	0.02	0.04	0.04	0.03	0.13	1	1	3	2	1	3	1	2	28	6
%	0.42	1.36	0.44	0.80	6.90	1.74	3.79	3.30	0.73	20.95	0.69	2.06	3.73	2.54	0.87	2.49	3.95	0.75	4.05	7.13

6.1.1 Multivariate statistische Auswertung

Die Gruppenbildung erfolgte – unabhängig von den Warenarten bzw. -gruppen – als iterativer Prozess mit einem von Mommsen et al. (1988) entwickelten und dort ausführlich beschriebenen statistischen Verfahren, ‘das innerhalb vorgegebener Konzentrationsbereiche gleiche Elementkonzentrationen erkennen lässt und das als Besonderheit noch berücksichtigt, dass produktionsbedingte Konzentrationsschwankungen auftreten können’ (Stilke et al. 1996) – kombiniert mit Methoden der numerischen Taxonomie (Clusteranalyse, Diskriminanzanalyse)⁷⁷. Zur Auswertung wurden die nicht auf 100 Gew.-% normierten Analysendaten herangezogen.

Eine Normierung auf 100 Gew.-% soll, wie Schneider (1978) argumentiert, unterschiedliche Brenntemperaturen und Wägefehler ausgleichen. Rollinson (1993: 37-38) weist jedoch darauf hin, dass in der Geochemie angegebene Konzentrationen geschlossene Variable sind, d.h. die Summe der Konzentrationen einschließlich des Glühverlustes und ‘anderer Komponenten’ ergibt 100 Gew.-%, so dass statistische Tests keine sinnvollen Aussagen zur Ähnlichkeit der Mittelwerte von Zusammensetzungsdaten erlauben, welches bedeutende, nicht zu vernachlässigende Auswirkungen auf Verfahren wie die Diskriminanzanalyse hat.

⁷⁷ Die Implementation steht als ein Satz von Rechnerprogrammen (SEARCH) am Institut für Strahlen- und Kernphysik (ISKP) in Bonn zur Verfügung.

Basierend auf der Überlegung, dass unterschiedliche Magerungsanteile systematische Verschiebungen der gemessenen Konzentrationswerte und damit eine falsche Eingruppierung bewirken können, werden von Mommsen zum Vergleich zweier Elementmuster für jedes Element durch eine beste relative Anpassung Faktoren eingeführt, die eine mögliche Verdünnung quantifizieren. Hierbei werden für jede Probe anhand ihres Elementmusters relativ zu einem Referenzmuster (Einzelprobe oder Gruppe) ein über die Messfehler⁷⁸ gewichteter mittlerer Verdünnungsfaktor, die individuellen Verdünnungsfaktoren und ihre Varianzen berechnet, wobei die einzelnen Konzentrationswerte direkt (nicht transformiert) in die Berechnung eingehen können.

Das Verfahren beruht auf dem Vergleich der beobachteten Varianz (Probe) mit der theoretischen Varianz der Grundgesamtheit (Referenzprobe) über die Anwendung der χ^2 -Verteilung (Wolberg 1967: Gleichung 2.5.16). Nach Bevington & Robinson (1992) gibt der Wert C_r^2 (reduziertes χ^2) die Abweichung der beobachteten zur theoretischen Varianz an, wobei die Übereinstimmung optimal für $\langle C_r^2 \rangle = 1$ ist..

Mommsen versteht 'die Verdünnungsfaktorberechnung als eine Anpassung der Konzentrationswerte einer Probe an diejenigen einer zweiten Probe' und das C_r^2 als Maß für die Güte der Anpassung, dessen Zahlenwert als Similaritätsmaß der „Anpassungsgüte“ eingesetzt wird und 'eine statistische Aussage über die Ähnlichkeit der Konzentrationsdaten' erlaubt (Mommsen 1987). In einer direkten Suche wurden so aus der Datenbank Proben gleicher chemischer Zusammensetzung ausgefiltert, deren Wert der Anpassungsgüte unterhalb eines zuvor bestimmten Maximalwertes⁷⁹ liegt, der im vorliegenden Datensatz empirisch auf 2,0 festgelegt wurde. Für den Elementmustervergleich wurden unter Voraussetzung einer Normalverteilung⁸⁰ die auf Verdünnung korrigierten *Element*-Konzentrationen von Ti, Al, Fe, Mg, V, Cr, Ni, Rb, Sr, Y, Zr, und Ce herangezogen, zusätzlich die bei allen Proben in etwa demselben Konzentrationsbereich vorkommenden und daher nicht diskriminierenden Elemente Nb und Th (nicht aufgeführt in Tab. VIII), um durch die damit höhere Anzahl der berücksichtigten Elemente die Sicherheit der statistischen Aussage zu verbessern. Als Unterscheidungsmerkmale unberücksichtigt blieben Elemente mit stark schwankenden Konzentrationen. Dies ist einerseits bedingt durch die natürliche, unsystematische Variationsbreite der i.d.R. oberflächennah verwendeten Ablagerungen und/oder durch Bodenlagerungseffekte bzw. Lagerungsverhältnisse (z.B. Kloaken), insbesondere der Elemente Ca, Mn, P, Zn (Maggetti 1986, Rottländer 1980, 1983; Schneider 1978; Zaun 1982), andererseits durch Magerungsbestandteile wie z.B. Feldspäte und Glimmer, die im Gegensatz zu Quarz nicht nur verdünnend wirken, sondern zusätzlich die Konzentrationen von Al, K, Ca, Na und Ba verändern. Da stark korrelierte (kolineare) Ele-

⁷⁸ Messfehler siehe Schneider (1989b): Hauptelemente 1 rel%; Spurenelemente < 6 rel%; Mommsen (mdl. Mitt.): Ti, Al, Fe, Mg 1 rel%; V, Cr, Ni 5 rel%; Rb, Sr, Y, Zr 3, Ce 15 Rel.-%. Anzumerken ist, dass das Ergebnis der Gruppenbildung infolge geringerer Wichtung der Elemente mit höheren Messfehlern unempfindlicher bezüglich der Element-Auswahl wird (Mommsen et al. 1991a).

⁷⁹ C_r^2 -Maximalwerte (cutoff value): < 1.2 bis 2.0: Gruppenmitglieder; < 2.5 bis 3.0: gruppenähnlich; > 2.5 bis 3.0: verschieden (Mommsen 1990).

⁸⁰ Das reduzierte χ^2 nach Mommsen (1987) ist nur für Standardisierung Rohdaten definiert worden (Lambrecht 1989). Wie sich in der Praxis zeigt, ist jedoch eine normale und/oder lognormale Elementverteilung, wie sie bei Anwendung statistischer Verfahren zur Auswertung geochemischer Daten häufig angenommen wird, nach Reimann & Filzmoser (2000) eher die Ausnahme als die Regel.

mente zu Fehlklassifizierungen führen können (Everitt 1974), blieben die mit Al bzw. Rb stark korrelierten Elemente Si bzw. K bei der Mustererkennung ebenfalls unberücksichtigt. Zur Erkennung von chemischen Einzelstücken wurde der Datensatz vor der Gruppierung mittels hierarchischer Clusteranalyse überprüft. Als Clusterkriterium wurde das Single-Link(age)-Verfahren mit quadratischem euklidischem Abstand gewählt, welches zum Erkennen von totalen Außenseitern gut geeignet ist (Lamprecht 1989). Als chemische Einzelstücke erwiesen sich dabei insgesamt 13 Scherbenproben (Tab. 6.2) sowie sämtliche daraufhin aus dem Datensatz entfernten Ton- bzw. Lehm- und Ziegelproben – ebenso wie die erst zu einem späteren Zeitpunkt analysierten Tonproben aus SZ-Gebhardshagen. Die Gliederung des Außenseiter-freien Datensatzes (192 Proben) nach dem Elementmuster erfolgte bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0.32$, d.h. für $\bar{x} \pm 1s$.

Die Wahl des Signifikanzniveaus von $\alpha = 0.32$ folgte aus der Beobachtung, dass sich hiermit für die braunschweigisch/regional hergestellte Keramik eine verfeinerte Klassifizierung durchführen lässt, wobei diese geringe Streuung zu unerwünschter *künstlicher* Gruppenbildung führen kann, welches mikroskopisch zu überprüfen ist. Bei einem 95 %-Konfidenzintervall ($\pm 2s$) schließen sich die braunschweigisch/regionalen Muster dagegen zu einer einzigen Gruppe zusammen, der sich die bei $\pm 1s$ nicht gruppierbaren Scherben einfügen. Dies erklärt sich dadurch, dass sich die Streuung der Elementkonzentrationen bei Tonen, die nach Mommsen (1986, 1987) im allgemeinen bei etwa 5 - 8, selten >10 Rel.-% liegt, aufgrund natürlicher und/oder produktionsbedingter Konzentrationsschwankungen auf etwa 10 - 30 Rel.-% erhöhen kann, wie es sich bei den vorliegenden Daten (Tab. 6.3) und beispielsweise auch bei der Wetterauer Ware (Schneider 1989b) sowie der Keramik aus dem Kröning (Schwarz 1988) zeigt.

Bei eng gewählten statistischen Grenzen und ohne Einbeziehung der Variabilität des jeweiligen tonigen Rohstoffes ist zu erwarten, dass aufgrund der für alle Proben gleichermaßen geltenden starren Grenzen bei Einzelscherben infolge abweichender Konzentrationen einzelner Elemente eine Gruppenzuordnung verhindert wird. Eine zwanglose Gruppenzuordnung der betreffenden Proben wird jedoch möglich, wenn bereits nach Entfernen *eines* „Ausreißer-Elements“ $\mathcal{C}_r^2 < 2$ wird⁸¹.

Bei einer statistischen Grenze von $\pm 1s$ vom Gruppenmittelwert wurden insgesamt 165 Scherbenproben gruppiert, während die Elementmuster von 32 Proben sich bei $\pm 1s$ keiner der ermittelten Gruppen eindeutig zuordnen lassen, bei $\pm 2s$ jedoch im Streubereich eines dieser Gruppenmittelwerte liegen (*, Tab. 6.2, Tab. VIII). Hierbei wird durch den im Vergleich mit allen Gruppen niedrigste Wert des \mathcal{C}_r^2 der jeweiligen Probe im Sinne einer größeren, numerischen Ähnlichkeit zu einer der Gruppen interpretiert, welches jedoch nicht in jedem Fall als Aussage zur tatsächlichen Gruppenzugehörigkeit dieser Probe zu verstehen ist. 13 Scherben konnten als chemische Einzelstücke bzw. Außenseiter keiner der Gruppen zugewiesen werden (n.g.).

Als weiteres multivariates statistisches Verfahren zur Gruppenbildung wurde die Diskriminanzanalyse angewandt (z.B. Schuchard-Fischer et al. 1982). Die Ergebnisse der Gruppenbildung werden graphisch durch die am stärksten trennenden Diskriminanzfunktionen W1, W2 und W4 dargestellt.

⁸¹ Alternativ könnte auch eine Grenzziehung von $\mathcal{C}_r^2 > 2$ für das jeweilige Ausreißerelement die Proben in die Gruppe eingliedern.

Ausgehend von acht vorgegebenen Gruppen werden die Variablen (Elementkonzentrationen) so miteinander linear kombiniert, dass die Gruppen paarweise so deutlich wie möglich unterscheidbar werden. Hierzu erfolgt die Aufstellung von sieben Diskriminanzfunktionen W1 bis W7 (berechnet auf der Grundlage der Konzentrationen der 14 Elemente Ti, Al, Fe, Mg, V, Cr, Ni, Y, Zr, Nb, Th und Ce), wobei jede Diskriminanzfunktion die Summe der jeweils mit einem (zu berechnenden) Faktor multiplizierten Elementkonzentrationen ist (Linearkombination) und sich die maximale Anzahl der Diskriminanzfunktionen als Minimum der um 1 verminderten Anzahl der Gruppen und der Anzahl der unabhängigen Variablen (Elementkonzentrationen) ergibt.

Nach dem Elementmustervergleich und der Diskriminanzanalyse lassen sich die Funde aus Braunschweiger Produktion von der Keramik der Töpfereien in Gebhardshagen, Wittingen und Eitzum nur bei den gewählten statistischen Grenzen unterscheiden, während die Nahhandelsimporte aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen sowie die Fernhandelsimporte aus dem Rheinland (Siegburg) deutlich abtrennbar sind.

Braunschweiger Keramik

Dem Elementmustervergleich zufolge ergibt sich bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0.32 (\pm 1s)$ eine Trennung zwischen den Braunschweiger Waren (BS-1, BS-2) und der regionalen Keramik aus Gebhardshagen (SZG), Wittingen (WT) und Eitzum (E) – in guter Übereinstimmung mit der petrographischen Gruppierung (Tab. 6.2, Abb. 6.1). Aus den mittleren Elementkonzentrationen M und ihrer Streuung $1s$ um die Mittelwerte ist ersichtlich, dass die Elementmuster der Keramik aus Braunschweig, den Töpfereien und den Funden von der Harzburg untereinander sehr ähnlich sind (Tab. 6.3).

Das örtliche Muster der in den Gruppen BS-1 und BS-2 zusammengefassten Braunschweiger Keramik ist jeweils repräsentiert durch eine Anzahl von Scherben der Kohlmarkt-Keramik, wobei sich unter den nach formaltypologischen Kriterien zugeordneten Funden auch Streu- und Siedlungsfunde aus Braunschweig-Veltenhof (Wüstung Honrode, 10D), Leiferde (13D), Querum (12D) und Wolfsburg-Fallersleben (14D) befinden. Gruppe BS-2 enthält zudem einen Teil der vom Hagenmarkt untersuchten baukeramischen Funde (L2: 182, 183, 185, 186, 202). Beide Gruppen enthalten in unterschiedlicher Anzahl grus- und sandgemagerte Keramik, so dass sich deutlich zeigt, dass die von der Verdünnung unabhängigen Ähnlichkeitsmaßzahlen c_r^2 gegenüber der Zusammensetzung der Magerung unempfindlich sind, wenn zur Gruppensuche nur solche Elemente ausgewählt werden, die den tonigen Rohstoff kennzeichnen (Mommsen 1987).

Sandgemagerte Keramik ist in Gruppe BS-1, die im wesentlichen Scherbenfunde der bis um 1200 hergestellten Älteren und Jüngeren Granitgrusware umfasst, nur mit Probe 48G2⁸² vertreten (1 von 27), während Gruppe BS-2 in der Mehrzahl (26 von 37) Scherben sandgemagerter Waren vom Einsetzen des Materialwandels im 12. Jahrhundert bis in das 17. Jahrhundert enthält (K, L V, M) – darunter auch ein Teil der zur Fußbodenisolierung einer Kemenate am Hagenmarkt verwendeten Gefäße (L: 182, 183, 185, 186, 202). Entsprechend deutlicher ausgeprägt sind hier die Unterschiede sowohl in der Art als auch im Anteil der zugesetzten Magerung, so dass die Verdünnungsfaktoren

⁸² In der statistischen Zuordnung der Probe 48G2 findet die sich auf mikroskopischer Beobachtung gründende Vermutung, dass derselbe Rohstoff mit unterschiedlichen Magerungsmitteln künstlich gemagert wurde, Bestätigung.

MIKROSKOPIE	MAGERUNGSTYP I Gesteinsgrus	MAGERUNGSTYP II Sand + Feldspat ± Gesteinsfragmente				Quarzsand
	Gruppe I	II.1		II.2		
	Braunschweig	1a	1b	II.2.1a	II.2.1b	II.2.2
		Braunschweig	...	SZ-Gebhardshagen	...	Wittingen
fette Matrix	schluffig/sandige Matrix Grobschluffgehalt (Vol.-%)					
		5 - 12	...	2 - 3	...	5
RFA	BS-1	BS-2	SZG-1/WT	SZG-2	E	

Abb. 6.1: Vergleich der Gruppierung braunschweigischer und regionaler Keramik nach den Befunden der Dünnschliffmikroskopie (DS) und Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA).

in Gruppe BS-2 (0.85 – 1.26) stärker variieren als diejenigen in Gruppe BS-1 (0.91 – 1.07)⁸³. Diese Unterschiede lassen sich bei Auftrennung der Mischgruppe BS-2 in grusgemagerte (n = 11) und sandgemagerte (n = 26) Keramik relativieren, wodurch die Ähnlichkeit zwischen den grus- bzw. sandgemagerten Waren zum Ausdruck kommt – insbesondere bei Betrachtung der nicht auf Verdünnung korrigierten Mittelwerte (Originaldaten, Tab. IX). Die Variation der den tonigen Rohstoff charakterisierenden Elemente liegt – unabhängig von der Zeitstellung der Proben – zumeist unter 10 Rel.-% und weist in Gruppe BS-1 aufgrund der vergleichsweise hohen Homogenität des hier nachweislich vom 9. bis zum 13. Jahrhundert zur Keramikherstellung verwendeten tonigen Rohstoffes etwas geringere Werte auf, vermutlich als Folge einer gleichbleibenden Rohstoffquelle. Durch einen mehr oder weniger hohen Feldspatanteil in den granitgrusgemagerten Scherben zeigen sich in beiden Gruppen magerungsbedingt deutlich höhere Streuungen vor allem bei Na₂O, Ba und z.T. auch bei Sr.

Keramik der Töpfereien

Wie sich aus der Übereinstimmung im Elementmuster mit den Referenz-Scherbenfunden aus der Lattemannsgasse in Salzgitter-Gebhardshagen zeigt, enthält Gruppe SZG-1/WT nach Braunschweig verhandelte Keramik aus Gebhardshagener Produktion. Neben gebrauchsfähiger Ware, belegt durch Funde vom Eiermarkt, Aegidienmarkt und der Gördelingerstraße (L1: 122, 137; L2: 141, 144; L3: 149; 154 P2) findet sich auch Ausschussware. Ein Beispiel dafür sind die zusammen mit Braunschweiger Fehlbränden als Baukeramik verwendeten Gefäße (L2: 174, 175, 177, 178, 180, 181, 187, 189, 190, 191; V: 203). Nach dem Elementmuster läßt sich bei der Gebhardshagener Keramik keine Differenzierung wie nach der Randform durchführen (s. Abschn. 5.1.1.2.12).

In den Verdünnungsfaktoren der in Gebhardshagen hergestellten Keramik spiegeln sich deutlich die dort auftretenden Rezepturunterschiede wider, wobei Werte von 1.10 bzw. 1.21 (entsprechend einer

⁸³ Bei der Gruppenbildung sind Proben, deren Faktoren mehr als 15 - 20 % von 1.00 abweichen, ohne Kenntnis der Herstellungstechnik nach Mommsen (1987) auszuschließen.

Tab. 6.2: Klassifizierung der Scherbenfunde braunschweiger (BS) und regionaler Keramik aus SZ-Gebhardshagen (SZG), Wittingen (WT), Eitzum (E) sowie den Importen aus Südniedersachsen (SNS) und Siegburg (SU) nach ihrem Elementmuster.

Waren- gruppe	BS-1 n = 27	BS-2 n = 37	SZG-1/WT n = 31	SZG-2 n = 9	E n = 4	SNS-1 n = 36	-2 n=3	SU n = 19	Einzelstücke n = 13
1.1 A		2, 3							1
1.2 B		4*							
1.3 D	6, 8, 14	5, 7, 9, 10, 12							11
1.4 E	15	13 16, 17*							18
2.1 F	21, 23, 24	28							
2.2 G	27, 29, 31	26*							
	32, 33, 34*								
	36, 39								
G2	25, 44, 48								
	49*								
2.3 G3	52*		50*, 51						
3. N						53			
4. C									54C
5. X	50, 58, 59	65X*							
	62, 63, 67	56, 57							
	68*								
6.1 K	71, 80, 75*	70, 72, 73, 77							
		79							
8.1 Y	84, 87	82, 83, 86, 88	89*						85Y, 90Y
7.1 J.1						92, 93, 94*			
						95, 97			
7.2 J.2		109				98*, 100*			
						101, 102			
						104, 105			
						106, 108			
7.3 J.3						110 bis 115			
8.1 L.1	120*	116*, 118, 125	122, 137			117, 119			
		124*, 131, 133				121*, 127*			
		134	149						
8.2 L.2		140*, 146*	141, 144			139*, 145*			
8.3 L.3		148, 150							
9.1 P.1		152, 153							
9.2 P.2			154	155, 156					
10.1 L			158 - 164						
10.2 L		170*	165 - 169						
			171						
10.3 L					172, 173				
11. L.2		182, 183, 185	174, 175	193 bis					
		186, 202	177, 178	199					
			180, 181						
			187, 189						
			190, 191						
			203						
12. V						204 bis 209			
13.1 M.1									218M2, 219M2
13.2 M.2		220*, 223*							220M2, 224M3
13.3 M.3		225*				226			228M4, 229M4
13.4 M.3		227, 228*, 229*							
13.5 M.4		230*							
14.1 Q.1							242	231 bis 236	237Q1
								238 bis 240	
14.2 Q.2						243*, 245*			
14.3 Z					249, 250	247, 248			
15.1 R.1								251, 253 bis	
								262, 264	
15.2 R.2						269, 270	268		
							271		
15.3 R.3						276*, 277		275, 277	

*nicht gruppiert, dem Elementmuster der jeweiligen Gruppe jedoch ähnlich (n = 32).
n.g. = nicht gruppiert, Einzelstücke

Verdünnung von 10 bzw. 21%) die Scherben mit den höchsten Anteilen sandiger Beimengungen kennzeichnen (122L1, 141L2, 178L2) – übereinstimmend zum mikroskopischen Befund. Innerhalb derselben Konzentrationsbereiche wie die Gebhardshagener Keramik liegen auch die Konzentrationswerte der Funde aus Wittingen (L: 158-164) sowie eine der beiden von der Harzburg stammenden Wasserröhren-Scherben (51G3). Ursache der gegenüber den übrigen Gruppen deutlich höheren Streuungen (>10 Rel.-%) bei SiO₂, Al₂O₃ sowie dem an die Sandfraktion gebundenen Zr sind die rezepturbedingt z.T. erheblich variierenden Sandanteile in den Scherben der Gebhardshagener und Wittinger Keramik. Die höheren Streuungen bei Na₂O, Ba und ggf. auch Sr dagegen ergeben sich durch das Auftreten von vergleichsweise höheren Gehalten an granitoiden Mineral- und Gesteins-

Tab. 6.3: Elementkonzentrationen braunschweigischer und regionaler Keramik, klassifiziert nach Programm SEARCH. Mittelwerte *M* und zugehörige Streuung *s* der durch Multiplikation mit den in Tabelle VIII angegebenen Verdünnungsfaktoren korrigierten Elementkonzentrationen.
* Elemente, die für einen Ähnlichkeitsvergleich der Elementmuster herangezogen wurden.

	Gruppe BS-1 n = 27			Gruppe BS-2 n = 40 (37) [#]			Gruppe SZG-1/WT n = 31			Gruppe SZG-2 n = 9			Gruppe E n = 4		
	M	s	%	M	s	%	M	1s	%	M	s	%	M	s	%
SiO ₂	63.1 ± 4.3		6.8	67.9 ± 9.7		14.3	72.0 ± 9.9		13.7	67.5 ± 2.4		3.5	69.3 ± 3.4		4.9
TiO ₂ *	0.77 ± 0.02		2.4	0.76 ± 0.03		3.7	0.85 ± 0.03		3.7	0.79 ± 0.02		2.1	0.80 ± 0.03		4.3
Al ₂ O ₃ *	21.6 ± 1.0		4.6	17.1 ± 0.9		5.4	18.3 ± 1.86		10.2	18.7 ± 0.3		1.8	17.8 ± 0.60		3.4
Fe ₂ O ₃ t*	5.15 ± 0.29		5.7	4.44 ± 0.33		7.4	5.81 ± 0.26		4.5	5.94 ± 0.51		8.7	7.26 ± 1.14		15.7
MnO	0.06 ± 0.03		59.1	0.03 ± 0.02		49.6	0.03 ± 0.02		76.4	0.03 ± 0.00		11.0	0.03 ± 0.01		20.9
MgO*	1.35 ± 0.12		8.8	1.11 ± 0.12		10.7	1.18 ± 0.07		5.7	1.15 ± 0.02		1.6	1.57 ± 0.16		10.4
CaO	1.48 ± 0.32		21.4	1.09 ± 0.48		44.1	0.50 ± 0.32		64.2	2.83 ± 0.75		26.6	0.67 ± 0.13		19.0
Na ₂ O	1.16 ± 0.32		27.4	0.70 ± 0.37		53.2	0.23 ± 0.13		56.0	0.31 ± 0.03		9.2	0.34 ± 0.06		18.6
K ₂ O	3.62 ± 0.27		9.0	2.97 ± 0.38		12.8	2.39 ± 0.18		7.6	2.97 ± 0.06		1.9	2.97 ± 0.27		9.0
P ₂ O ₅	0.85 ± 0.50		59.3	0.55 ± 0.51		93.7	0.11 ± 0.07		66.0	0.11 ± 0.04		38.7	0.07 ± 0.02		26.5
V*	126 ± 8		6.7	144 ± 11		7.8	124 ± 8		6.2	185 ± 7		3.7	150 ± 8		5.2
Cr*	102 ± 8		7.9	90 ± 8		9.1	103 ± 5		5.2	113 ± 3		3.0	141 ± 6		4.5
Ni*	53 ± 6		11.5	57 ± 10		18.0	34 ± 4		11.5	58 ± 2		3.4	82 ± 5		5.6
Zn	113 ± 15		13.3	94 ± 26		27.2	43 ± 15		34.3	98 ± 11		11.6	49 ± 3		6.9
Rb*	158 ± 11		7.2	137 ± 11		8.3	121 ± 5		4.5	165 ± 2		1.4	93 ± 8		8.6
Sr*	182 ± 40		22.2	126 ± 36		28.4	72 ± 9		12.0	141 ± 9		6.1	65 ± 4		6.6
Y*	30 ± 3		10.7	25 ± 2		7.1	27 ± 2		8.5	31 ± 2		6.1	24 ± 3		10.8
Zr*	164 ± 11		6.7	203 ± 13		6.5	216 ± 27		12.7	176 ± 5		2.5	170 ± 5		2.8
Ba	562 ± 89		15.9	469 ± 148		31.6	328 ± 48		10.1	421 ± 31		7.5	364 ± 12		3.2
Ce*	91 ± 9		9.4	78 ± 10		13.3	73 ± 10		14.0	96 ± 11		11.5	57 ± 8		14.1

Fe₂O₃t: Gesamteisen als Fe₂O₃

Scherbe 28G mehrfach beprobt

fragmenten in der Wittinger Scherbe 161L sowie der gesteinsgrusgemagerten Wasserröhren-Scherbe 51G3. Aus der Zusammenfassung der Gebhardshagener und Wittinger Keramik sowie der auf der Harzburg gefundenen Scherbe in *eine* Gruppe (SZG-1/WT) wird deutlich, dass die hier jeweils verwendeten tonigen Rohstoffe unter ähnlichen Bedingungen entstanden sind bzw. der gleichen geochemischen Population angehören und demzufolge aus quartären Ablagerungen stammen. Ein weiterer Beleg hierfür zeigt sich in der weitgehenden Übereinstimmung der Elementmuster braunschweigisch hergestellter Keramik mit der nach formalen Merkmalen der Kohlmarkt-Keramik zugeordneten Scherbe 14D aus Wolfsburg-Fallersleben sowie Roter Irdenware aus Lübeck (Tabelle VIII)⁸⁴. An allen diesen Orten treten pleistozäne Tone bzw. Lehme auf, während in Wittingen wie auch in Lübeck alternativ verwendbare mesozoische Tone fehlen. Aufgrund der weiten Verbreitung der quartären Sedimente im Harzvorland sind die Elementmuster der Braunschweiger, Gebhardshagener und Wittinger Keramik nicht als ortsspezifisch zu bezeichnen, so dass in Anbetracht der die natürliche Variationsbreite abbildenden Streubreite zwar eine analytische Unterscheidbarkeit mög-

⁸⁴ Untersuchte Scherben vom Koberg (HL 17/40) und der Kleinen Burgstraße (HL 36/4), hergestellt aus den im Stadtgebiet verbreiteten, mehr oder weniger entkalkten mergeligen Beckentonon (Friedrich 1909; Range 1938; Gripp 1964), sind in ihrer chemischen Zusammensetzung mit der in Wittingen, Gebhardshagen und Braunschweig hergestellten Keramik sehr ähnlich (von Seckendorff, Scholz & Drenkhahn, i. Vorb.). Hierzu paßt auch die von Okrusch et al. (1986) untersuchte Keramik von Schortens/Friesland, für die allerdings nur Hauptelementzusammensetzungen vorliegen. Verarbeitet wurden hier die bis zu 170 m mächtigen Beckensedimente des Lauenburger Tons (Quartär).

lich, eine exakte lokale Zuweisung über die chemische Zusammensetzung jedoch eher die Ausnahme ist (vgl. Schneider & Hoffmann 1976).

Zusammengefasst in Gruppe SZG-2 sind neun Scherben (P2: 155, 156; L2: 193 bis 199), die ebenfalls aus der Fußbodenisolierschicht am Hagenmarkt stammen. Die hinsichtlich der Rezeptur recht einheitlich gefertigten Gefäße zeichnen sich nur durch sehr geringe Unterschiede in ihrer chemischen Zusammensetzung aus. Bei den zur Gruppenbildung herangezogenen Elementen liegen die Streuungen überwiegend zwischen etwa 2 und 6 Rel.-% (Tab. 6.3). Entsprechend gering variieren die Verdünnungsfaktoren zwischen 0.97 und 1.03. Der CaO-Gehalt der Scherben dieser Gruppe ist im Vergleich zur Gruppe SZG-1/WT mit $M = 2.83$ Gew.-% (2.10 - 4.22 Gew.-%) auffallend hoch, verbunden mit einem ebenfalls etwas höherem Sr-Gehalt. Nach den Spurenelementgehalten an V und Rb lässt der hier zur Keramikherstellung verwendete tonige Rohstoff eine Affinität zu dem aus der Ziegeleitongrube Moorhütte bei Braunschweig doppelt beprobten Ton der Unterkreide (kru; Tab. VIII) erkennen, so dass für die Herstellung dieser Gefäße auch die Verwendung eines (?reinen/vermischten) Unterkreidetons in Betracht zu ziehen ist. In unmittelbarer Umgebung von Gebhardshagen stehen neben Quartär als möglicher weiterer Rohstoff jedoch nur Mergel der Oberkreide an. Somit können die Abweichungen in der chemischen Zusammensetzung aber auch Folge von Schwankungen innerhalb der dort anstehenden, von Plänerkalk flankierten quartären tonigen Schichten sein (Abb. 4.3a, c), welche durch Einarbeitung von Unterkreide-Tonen diesen in ihrer Zusammensetzung sehr nahe kommen können, analog bei den Tonvorkommen tertiären und pleistozänen Alters im Gebiet zwischen Weser und Elbe (Stein et al. 1981). Die vorliegenden Rohstoffanalysen von Unterkreide- bzw. Oberkreide-Tonen (Tab. VIII; Stein et al. 1981; NLF 1982-1984) erlauben jedoch keine Aussage zum Ausgangsmaterial.

Ein ebenso von der Braunschweiger wie auch der Gebhardshagener und Wittinger Keramik unterscheidbares, aber dazu ähnliches Elementmuster weisen auch die Funde aus Eitzum (E) auf, wobei die recht homogene Gruppe nur die vier aus einer Töpferofen-Verfüllung stammenden Scherben (L: 172, 173; Z: 249, 250) enthält. Verhandelte Ware aus Eitzum ist unter den bisher untersuchten Braunschweiger Altstadtfinden nicht nachweisbar.

Keramikimporte aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen

Die aus dem südlichen bzw. dem mittleren Niedersachsen importierten Waren (gelbe/graue Irdeware, Faststeinzeug, Steinzeug) zeigen eine sehr ähnliche chemische Zusammensetzung (Tab. 6.4), wobei die Aufspaltung in zwei Gruppen (Tab. 6.2) aus der faziell wechselhaften Ausbildung des Wealden-Tons von fett (SNS-1) bis schluffig-feinsandig (SNS-2) folgt. Zur Herstellung der unterschiedlichen Warenarten bzw. Waren wurde demnach derselbe Ton verarbeitet, mit unterschiedlich starken Streuungen der Elementkonzentrationen. Bei den zur Gruppensuche verwendeten Elementen liegen diese für die relativ inerten Elemente Ti, Al und Cr zwischen etwa 5 und 8 Rel.-%, mit Ausnahme von Zr (12.7 rel. %), dessen Gehalte an die faziesbedingt wechselnden Schluff- und Feinsandanteile gebunden sind. Höhere Streuungen von etwa >15 rel. % sind bei den Elementen Fe, Mg, Ni, Rb und Sr vorhanden, für die neben einer vergleichsweise hohen Mobilität auch die generell mit geringen Konzentrationen verbundenen höheren relativen Fehler zu berücksichtigen sind. Rezepturbedingt weisen die Verdünnungsfaktoren eine relativ große Streuung auf (0.81 - 1.10), wo-

Tab. 6.4: Mittelwerte M und zugehörige Streuung s der RFA-Elementkonzentrationen der Keramikimporte aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland (Siegburg), korrigiert auf Verdünnung. Warenarten Irdenware und Steinzeug. * Die für einen Ähnlichkeitsvergleich der Muster herangezogenen Elemente.

	SNS-1			SNS-2			SU		
	n = 37 (36) [#]			n = 3			n = 19		
	M	s	%	M	s	%	M	s	%
SiO ₂	71.0 ± 5.4		7.6	74.9 ± 2.2		3.0	69.6 ± 6.6		9.5
TiO ₂ *	1.21 ± 0.10		8.2	1.65 ± 0.06		3.6	1.70 ± 0.13		7.7
Al ₂ O ₃ *	22.13 ± 1.4		6.4	18.8 ± 0.1		0.5	23.7 ± 1.4		6.0
Fe ₂ O ₃ t*	2.49 ± 0.63		25.3	1.93 ± 0.22		11.4	1.28 ± 0.31		24.0
MnO	0.020 ± 0.009		44.4	0.020 ± 0.016		78.2	0.007 ± 0.002		34.6
MgO*	0.78 ± 0.11		14.4	0.75 ± 0.02		3.2	0.55 ± 0.03		5.9
CaO	0.48 ± 0.16		32.8	0.47 ± 0.15		30.8	0.24 ± 0.03		13.9
Na ₂ O	0.23 ± 0.06		26.5	0.22 ± 0.02		9.1	0.20 ± 0.04		21.3
K ₂ O	1.89 ± 0.27		14.4	1.48 ± 0.22		14.9	2.54 ± 0.2		9.2
P ₂ O ₅	0.13 ± 0.06		42.9	0.09 ± 0.04		40.7	0.09 ± 0.005		6.1
V*	171 ± 20		11.7	148 ± 9		5.8	156 ± 9		5.4
Cr*	126 ± 6		5.1	118 ± 1		1.3	169 ± 8		4.7
Ni*	41 ± 5		12.0	36 ± 1		3.2	36 ± 11		31.8
Zn	43 ± 21		47.8	49 ± 10		20.3	31 ± 19		60.0
Rb*	110 ± 18		15.9	90 ± 11		12.2	172 ± 13		7.4
Str*	121 ± 14		11.1	95 ± 4		4.5	140 ± 13		9.1
Y*	28 ± 4		14.6	38 ± 2		5.8	35 ± 4		10.6
Zr*	254 ± 32		12.7	407 ± 19		4.6	288 ± 44		15.3
Ba	288 ± 36		12.6	259 ± 33		12.6	448 ± 24		5.3
Ce*	89 ± 15		16.7	75 ± 5		6.7	143 ± 13		8.9

Fe₂O₃t: Gesamteisen als Fe₂O₃.

Scherbe 205V doppelt beprobt.

bei die deutliche Asymmetrie dieser Streuung durch die niedrigen Werte der Scherben 226M3 und 270R2 (tonreich) sowie 269R2 (?geschlämmt) verursacht wird.

Dem Elementmuster zufolge handelt es sich bei allen untersuchten Scherben der helltonigen bzw. gelben Irdenware (einschließlich der nicht gruppierten Scherben) um Importe aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen – entgegen der von Rötting aufgrund formaler Merkmale aufgestellten Vermutung einer rheinischen Herkunft für die Ware J1 (Abschn. 3.2.3). Der Produktion in Duingen bzw. der Wüstung Seypessen lassen sich, basierend auf dünnschliffmikroskopischem Vergleich, eindeutig jedoch nur die Scherben der fein quarzsandgemagerten Keramik zuordnen (SNS-1: 104J2, 248Z), während das Elementmuster der gröber gemagerten Variante der gelben Irdenware keine Zuordnung zur Keramik aus dem Duinger Raum impliziert, sondern nur zu Produktionsstätten im Verbreitungsgebiet des Wealden-Tons (Großraum Hannover-Oberg/Peine-Duingen)⁸⁵. Dies trifft auch für die in diesem Produktionsraum hergestellte graue Irdenware zu (L1/L2: 121, 127, 139, 145 bzw. 247Z; V: 204 – 209), wobei diese formal nur im Falle einer weißgrauen Farbe des Scherben als Importe erkennbar sind, während bei hell- bis dunkelgrauer Färbung (121, 127, 145, 247) eine Unterscheidung von den im Harzvorland bzw. der Norddeutschen Tiefebene hergestellten Grauwaren ohne Anwendung geochemischer Analytik kaum bzw. nicht möglich ist. Da die Braunschweiger

⁸⁵ Hierzu passen auch die von Okrusch et al. (1985) untersuchten Funde gelbtoniger Irdenware aus Braunschweig und Goslar, für die allerdings nur Hauptelementzusammensetzungen vorliegen.

Töpfer nachweislich seit dem 16. Jahrhundert aus Oberg *weiße Potterde* (Wealden-Ton) eingeführt haben (Abschn. 4.1), ist – zumindest für einen Teil der ins 15. - 17. Jahrhundert datierten Scherben der Jüngsten grauen Irdenware (V) – auch eine Herstellung in Braunschweig nicht auszuschließen. Aus der Zuordnung des archäologisch als "Weserware" bestimmten Fragments eines Eulenkuges mit hellrotem/pinkem Scherben und Malhorndekor (226M3) zur Gruppe SNS-1 zeigt sich, dass zu dessen Herstellung ebenfalls Wealden-Ton verwendet wurde, wobei es sich im Gegensatz zur helltonigen Irdenware und dem Steinzeug vermutlich um den rötlich brennenden „Oberton“ handelt (Dieck et al. 1980; Stein et al. 1981; Abschn. 4.2).

Dass die Faststeinzeug- bzw. Steinzeugscherben 242Q2, 268R2 und 271R2 – mikroskopisch übereinstimmend mit dem formal Coppengrave zugeordneten Krug 265Q2 – separat zusammengefasst werden (SNS-2), ist Folge der zahlreichen Entnahmestellen sowie der Fazieswechsel im Wealden-Ton, womit diese Scherben nicht als eigenständige Gruppe, sondern als Untergruppe von SNS-1 aufzufassen sind. Die Streuungen sowohl bei den Konzentrationen der den Ton kennzeichnenden Elemente von 0.5 - 6.7 Rel.-% als auch bei den Verdünnungsfaktoren (0.98 - 1.02) sind auch aufgrund der Probenanzahl gering und lassen eine vom 14. bis 16. Jahrhundert reichende Kontinuität in der Verarbeitung des Tones erkennen.

Keramikimporte aus dem Rheinland (Siegburg)

Die Siegburger Keramik (SU) bildet hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung eine sehr einheitliche Gruppe. Zusammengefasst sind die in die 1. Hälfte des 13. Jahrhunderts datierten und nach formalen Kriterien dem Faststeinzeug (Q1) zugeordneten Scherben sowie das Steinzeug (R1) der Blütezeit bis um 1500 (Tab. 6.2). Für den Ton charakteristische Elemente weisen Streuungen von zumeist < 10 Rel.-% auf, ausgenommen Fe, Na, Ni und Zr (Tab. 6.4). Dabei dürften die schwankenden Konzentrationen von Fe und Ni auf die Mobilität dieser Elemente zurückzuführen sein, bei Zr dagegen – in Übereinstimmung mit dem mikroskopischen Befund – auf die relativ starke Variation in den Schluffgehalten des tertiären Tones. Die etwas höhere Streuung der Verdünnungsfaktoren (0.92 - 1.12; Tab. VIII) ist ebenso Folge der faziell wechselnden natürlichen Schluff- und Feinsandanteile wie auch des Magerungszusatzes von Rheinsanden in den Scherben der Ware Q1.

Nicht gruppierte Keramik

Abweichende, außerhalb der zur Gruppentrennung vorgegebenen statistischen Streuung ($\pm 1s$) liegende Konzentrationswerte bei Keramik können Folge der natürlichen und/oder aufbereitungsbedingten Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung der tonigen Rohstoffe oder der Magerung sein, wobei in einem Teil der Scherbenfunde bereits bei Nichtberücksichtigung *eines* „Ausreißer-Elements“ eine Gruppenzuordnung möglich wird, während sich diese bei den Einzelscherben erst bei Nichtberücksichtigung *mehrerer* „Ausreißer-Elemente“ durchführen lässt (* bzw. n.g.; Tab. 6.2)⁸⁶. Magerungsbedingt treten bei den in ihrem Elementmuster den Gruppen BS-1 und BS-2 ähn-

⁸⁶ Hierbei ist zu beachten, dass eine Gruppenzugehörigkeit nicht erkennbar ist, wenn die chemische Zusammensetzung für einzelne Elemente einen Extremwert repräsentiert, der beim Vorliegen mehrerer Scherben zur Ausgliederung einer eigenen Gruppe oder aufgrund von Überlappung (außerhalb der statistischen Streuung $\pm 1s$) zur Angliederung an eine andere Gruppe führen würde. Im Folgenden sind ausschließlich diejenigen der nicht gruppierten Scherben beschrieben, bei denen sich die Ursache der abweichenden Konzentrationswerte mikroskopisch nachvollziehen lässt.

lichen granitgrusgemagerten Scherben (4B, 17E, 26G, 52G3, 68X) die Elemente Rb, Sr, Y und Ce als Ausreißer auf, bei denen höhere Werte auf einem größeren Anteil an granitischen Mineral- und Gesteinsfragmenten beruhen. Vergleichsweise hohe Y- und Ce-Konzentrationen in den Proben 52G3 und 68X deuten dabei auf pegmatitische Bestandteile hin, da Y und Ce als inkompatible Elemente in Pegmatiten häufig angereichert sind, während bei der aus einem Knickwandgefäß stammenden Scherbe 49G2⁸⁷ die niedrigen Konzentrationen von Y und Ce auf das Fehlen von Pegmatitfragmenten zurückzuführen sind.

Von den Einzelscherben der Braunschweiger Keramik ist die Ursache für die abweichenden Elementkonzentrationen bei einem Teil der Proben (z.B. 1A, 54C, 85Y) mikroskopisch erkennbar, während bei den übrigen der mikroskopische Befund keine Anhaltspunkte liefert. So wurde zur Herstellung des bauchigen Standbodengefäßes (1A) ein stark schluffig-feinsandiger Lehm verwendet, der aufgrund seines Radiolariengehaltes vermutlich aus dem Verwitterungsbereich von Tonsteinen des Ober-Alb (Unterkreide) stammt, die in Braunschweig z.B. in den Ziegeleitongruben von Walle, Groß Schwülper und Querum aufgeschlossen sind (Preul 1965). Bei Scherbe 54C mit Kalkgrus-Magerung ist der SiO₂-Gehalt magerungsbedingt sowie auch infolge des nur sehr geringen Sandanteiles niedrig, wobei mit dem höheren Gehalt an CaO infolge eines teilweise diadochen Ersatzes von Ca durch Sr ein entsprechend höherer Sr-Gehalt verbunden ist (Wedepohl 1969). Wegen des sehr seltenen Auftretens von Alkalifeldspat- bzw. Pegmatit-Fragmenten in der Magerung sind die Gehalte an Rb und Y dementsprechend niedrig. Die geochemische Kompensation des Gehaltes von SiO₂ durch CaO führt bei den anderen Elementen zu keiner deutlichen Veränderung des Wertes, so dass die Ähnlichkeit des Elementmusters zu den Scherben der Gruppe BS-1 erhalten bleibt, ohne dass dies eine Aussage zur Herkunft impliziert. Im Falle der grusgemagerten Einzelscherbe 85Y sind die hohen Y- und Zr-Werte auf die ausschließlich pegmatitischen Grusfragmente bzw. den relativ hohen Schluffanteil (20 Vol.-% Grobschluff) zurückzuführen. Dagegen läßt sich bei den formal der Kohlmarkt-Keramik zugeordneten Scherben lokal gefertigter Keramik aus Königslutter (11D: Stiftskirche, 18E: Rieseberg) aufgrund der abweichenden Zusammensetzungen die Verwendung anderer toniger Rohstoffe als zur Herstellung der gruppierten braunschweigischen bzw. regionalen Keramik vermuten, zumal in der unmittelbaren Umgebung von Königslutter bzw. Rieseberg neben quartären und kretazischen Sedimenten auch triassische, jurassische und tertiäre Tone anstehen⁸⁸.

Bei den zu Gruppe BS-1 ähnlichen sandgemagerten Scherben 34G2, 75K, 120L1 (mikroskopisch übereinstimmend mit 48G2) sind die relativ niedrigen Gehalte an Zr und Rb Folge der fetten tonigen Matrix bzw. sehr geringer/fehlender Glimmer- oder Illitanteile. In den mit Gruppe BS-2 (116L1, 124L1, 128L1, 135L1, 140L2) bzw. SZG-1/WT (50G3, 89Y) assoziierten Scherben treten

⁸⁷ Beschreibung siehe Rötting (1985, 69, Abb. 1). Es handelt sich um ein Einzelstück mit Parallelen zu Fundmaterial der älteren Domgrabung in Hamburg (vgl. Schindler 1951/1952). Eine lokale Zuordnung über die chemische Zusammensetzung ist infolge der Variationsbreite der quartären tonigen Rohstoffe (s.o.) beim derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich.

⁸⁸ Aus der geochemischen Eigenständigkeit der in Königslutter gefertigten Keramik ließe sich aus archäologischer Sicht argumentieren, dass auch die gesamte „Kohlmarkt-Keramik“ eine lokal gefertigte Keramik ist. Der Nachweis der Eigenständigkeit der „Kohlmarkt-Keramik“ ist aufgrund der hier aufgezeigten petrographisch-mineralogischen Ähnlichkeit der im Frühmittelalter an Oker, Schunter (Querum) und Aller (Fallersleben) hergestellten Waren im Einzelfall jedoch nicht möglich.

gegenüber den Gruppenmittelwerten abweichende Konzentrationen bei Fe, Mg, V, Ni und Zr auf, die auf Inhomogenitäten innerhalb der quartären tonigen Rohstoffe zurückzuführen sein dürften. Dabei zeigen einige Scherben (65X, 116L1, 146L2, 170L, 230M4) in den Gehalten von MgO, K₂O, V, Rb und Ba eine gewisse Affinität zu Tonen der Unterkreide, wobei der aus Gebhardshagen stammende Scherbenfund 170L (Abwurfgrube) in den Elementgehalten zwar der Gruppe SZG-2 nahesteht, aber aufgrund der etwas höheren Zr-Konzentration in die Nähe der Gruppe BS-2 gestellt wurde. Die stärkste geochemische Ähnlichkeit zu den in ihrem Chemismus nach Stein et al. (1981) stark schwankenden Tonen der Unterkreide weisen hierbei die frühneuzeitlichen Funde bleiglasierter Irdeware auf (Kacheln 228M3, 229M3; Fayence-Imitation 230M4), deren relativ hoher V- und Cr-Gehalt darauf hindeutet, dass diese Keramik aus kretazischen Tonen bzw. aus quartären tonigen Rohstoffen mit einem Anteil kretazischer Tone hergestellt wurde.

Für die nicht erfolgte Gruppenzuordnung der nach typologischen Merkmalen dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen zuzuweisenden Scherben (Tab. 6.2) sind vor allem die abweichenden Gehalte an TiO₂ (< 1 Gew. %, mit Ausnahme von 100J2) und/oder Zr verantwortlich – als Folge der stark wechselnden Schluff- und Feinsandanteile in der limnisch-brackischen Wechselfolge des Wealden. In den Scherben 94J1, 98J2 und 243Q2 fällt der Ni-Gehalt zudem deutlich geringer aus. Die merklich höheren Gehalte an Y und Ce in Scherbe 121L1 sind magerungsbedingt und auf dem hier relativ hohen Anteil nordischer Komponenten im glazifluvialen Sand zurückzuführen. Keine sichere Zuordnung dagegen ist für die beiden im Bruch weißgrauen Fragmente bleiglasierter Irdeware möglich (218M2, 219M2), die mikroskopisch zu einigen Scherben der größeren Variante importierter helltoniger Irdeware aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen eine große Ähnlichkeit erkennen lassen. Auffallend und ausschlaggebend für die chemische Einzelstellung dieser beiden Scherben mit relativ hohen TiO₂- und niedrigen K₂O- sowie Rb-Gehalten sind die extrem niedrigen Ce-Konzentrationen (1 ppm). Hierbei ist zu beachten, dass die Bleiglasur – im Falle der mikrosondenanalytisch analysierten Scherbe 219M2 mit PbO-Gehalten von etwa 80 Gew.-% (Tab. XV) – bei der RFA erfordert, die Untergrund-Positionen der Spurenelemente Ce und Rb bei der Messung korrekt zu setzen, da sonst als Folge von Linienüberlappungen durch Pb zu niedrige oder zu hohe Konzentrationen bestimmt werden, die das Elementmuster verfälschen⁸⁹. Ein weiteres, nach mikroskopischem Befund ebenfalls als südniedersächsischer Export einzustufendes Fragment einer bleiglasierten Schüssel (224M3) weist extrem niedrige Gehalte an V, Cr und Ni auf. Da es sich um einen Kloakenfund handelt, ist von einer Mobilität dieser Elemente und zusätzlich Al in phosphatischem Milieu auszugehen, wie es auch bei der Verwitterung von Phosphoriten auftritt (Nriagu & Moore 1984).

Im Falle der im Bruch dunkelgrauen Faststeinzeugscherbe 237Q1 sowie der rotgeflamnten Steinzeugscherbe 276R3 ist nach formalen und mikroskopischen Kriterien von einer Herkunft aus der südlichen Niederrheinischen Bucht (rheinisches Vorgebirge) auszugehen. Hierbei unterscheidet sich Scherbe 237Q1 von der übrigen Siegburger Keramik durch einen höheren Fe- und niedrigere K bzw. Rb-Gehalte, während das Krugfragment 276R3 aus einem kaolinitreichen Ton hergestellt

⁸⁹ Die tabellierten Werte der Wellenlängen der Röntgenemissionslinien (BRGM 1988) deuten darauf hin, dass bei CeL α (1. Ordnung) und RbK α (1. Ordnung) eine der gemessenen Untergrund-Positionen auf der Flanke von PbL γ (3. Ordnung) bzw. PbL β (1. Ordnung) liegt und somit eine zu niedrige Konzentration von Ce bzw. Rb berechnet wird.

wurde. Hohe Al_2O_3 - und TiO_2 -Gehalte bei einer vergleichsweise niedrigen Cr-Konzentration deuten darauf hin, dass – übereinstimmend zum mikroskopischen Befund – der Ton schlufffrei geschlämmt wurde.

Statistische Kriterien und diskriminierende Elemente bei der Gruppentrennung

Beim Vergleich der Elementmuster zwischen den aufgestellten Gruppen ergibt sich die Frage, welche der zur Gruppensuche verwendeten Elemente eine Diskriminanz der Gruppen ermöglichen. Dies entspricht in der Statistik dem Test, ob zwei Stichproben aus Grundgesamtheiten mit demselben Mittelwert stammen. Hierzu wird ein statistischer Test zweier Mittelwerte auf Gleichheit (Hartung et al. 1991:510-511) durchgeführt, bei dem als statistische Maßzahl t ('Vergleichszahl' bei Mommsen 1991) verwendet wird unter der Annahme, dass die Differenzen der Einzelwerte normalverteilt sind. Die Differenz der Mittelwerte wird dabei als ein Vielfaches der Standardabweichung des Mittelwertes dieser Normalverteilung dargestellt – in der graphischen Darstellung vereinfacht bezeichnet als 'Abstand/mittlere Streuung' (Mommsen et al. 1995).

Der Test zweier Mittelwerte auf Gleichheit wird bei unbekanntem und ungleichen Varianzen der beiden Grundgesamtheiten als t-Test durchgeführt (Hartung et al. 1991: 510-511). In diesem Fall ist die standardisierte Zufallsvariable mit der Realisation $t = [(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mathbf{m}_1 - \mathbf{m}_2)] / \sqrt{(s_1^2 / n_1 + s_2^2 / n_2)}$ annähernd t -verteilt, wobei über $v = (s_1^2 / n_1 + s_2^2 / n_2)^2 / [(s_1^2 / n_1)^2 / (n_1 - 1) + (s_2^2 / n_2)^2 / (n_2 - 1)]$ die Anzahl der Freiheitsgrade berechnet wird. Beim Test zweier Mittelwerte auf Gleichheit mit $d = \mathbf{m}_1 - \mathbf{m}_2 = 0$ zum Signifikanzniveau α wird im zweiseitigen Testproblem die Nullhypothese $H_{03}: \mathbf{m}_1 - \mathbf{m}_2 = 0$ gegen die Alternativhypothese $H_{13}: \mathbf{m}_1 - \mathbf{m}_2 \neq 0$ getestet und verworfen, falls $|t| > t_{v;1-\alpha/2}$. In der graphischen Darstellung (Abb. 6.2, Abb. 6.3) der Differenz (Abstand) zwischen den Gruppenmittelwerten der Elementkonzentrationen $(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$, bezogen auf die mittlere Streuung $\sqrt{(s_1^2 / n_1 + s_2^2 / n_2)}$, ist für eine gegebene Anzahl der Freiheitsgrade v und eine Signifikanzzahl α der Wert $t_{v;1-\alpha/2}$ für die gruppentrennenden Elemente dann etwa gleich groß, wenn auch die Anzahl der Gruppenmitglieder hinreichend groß ist (etwa ≥ 30 ; Tab. X, Anhang). In Abb. 6.2 und 6.3 ist ersichtlich, dass die berechnete Vergleichszahl $t = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / \sqrt{(s_1^2 / n_1 + s_2^2 / n_2)}$ für eine Streuung von 1s doppelt so groß ist wie bei 2s. Da v seinen Wert bei Multiplikation von s_1 und s_2 mit demselben Faktor nicht ändert, ist $t_{v;1-\alpha/2}$ für 1s und 2s gleich groß. Ein Element kann bei 1s daher gruppentrennend wirken, bei 2s dagegen nicht.

So zeigen sich in den Konzentrationen der die tonigen Rohstoffe kennzeichnenden Elemente bei einer Streuung von 1s zwischen den Gruppen BS-1 und BS-2 (Tab. 6.3; Abb. 6.2a) deutliche Unterschiede vor allem für Al_2O_3 und Zr, die – entsprechend dem mikroskopischen Befund – vor allem auf dem faziell und/oder örtlich bedingten unterschiedlichen Quarz-Ton-Verhältnis der tonigen Matrix (*fett* bzw. *schluffig/sandig*) beruhen. Beide Elemente wirken hier auch bei 2s diskriminierend, alle übrigen Elemente dagegen nicht. Von den in Braunschweig hergestellten Waren lässt sich die in Gebhardshagen und Wittingen produzierte Keramik (SZG-1/WT) in der Mehrzahl der kennzeichnenden Elemente deutlich trennen (Ti, Al, Mg, Ni, Rb, Zr, Ce; Abb. 6.2b, c), wobei im Vergleich zu BS-1 bzw. BS-2 im wesentlichen nur die Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen zum Ausdruck kommen. Gruppe SZG-2 zeigt gegenüber SZG-1/WT höhere Konzentrationen bei den Elementen V, Ni, Rb und dem mit CaO korrelierten Sr (Abb. 6.2d). Die Eitzumer Funde (E) setzen sich bei V, Cr und Ni durch höhere, bei Rb und Ce dagegen durch niedrigere Konzentrationswerte deutlich von der Braunschweiger wie auch der Gebhardshagener und Wittinger Keramik

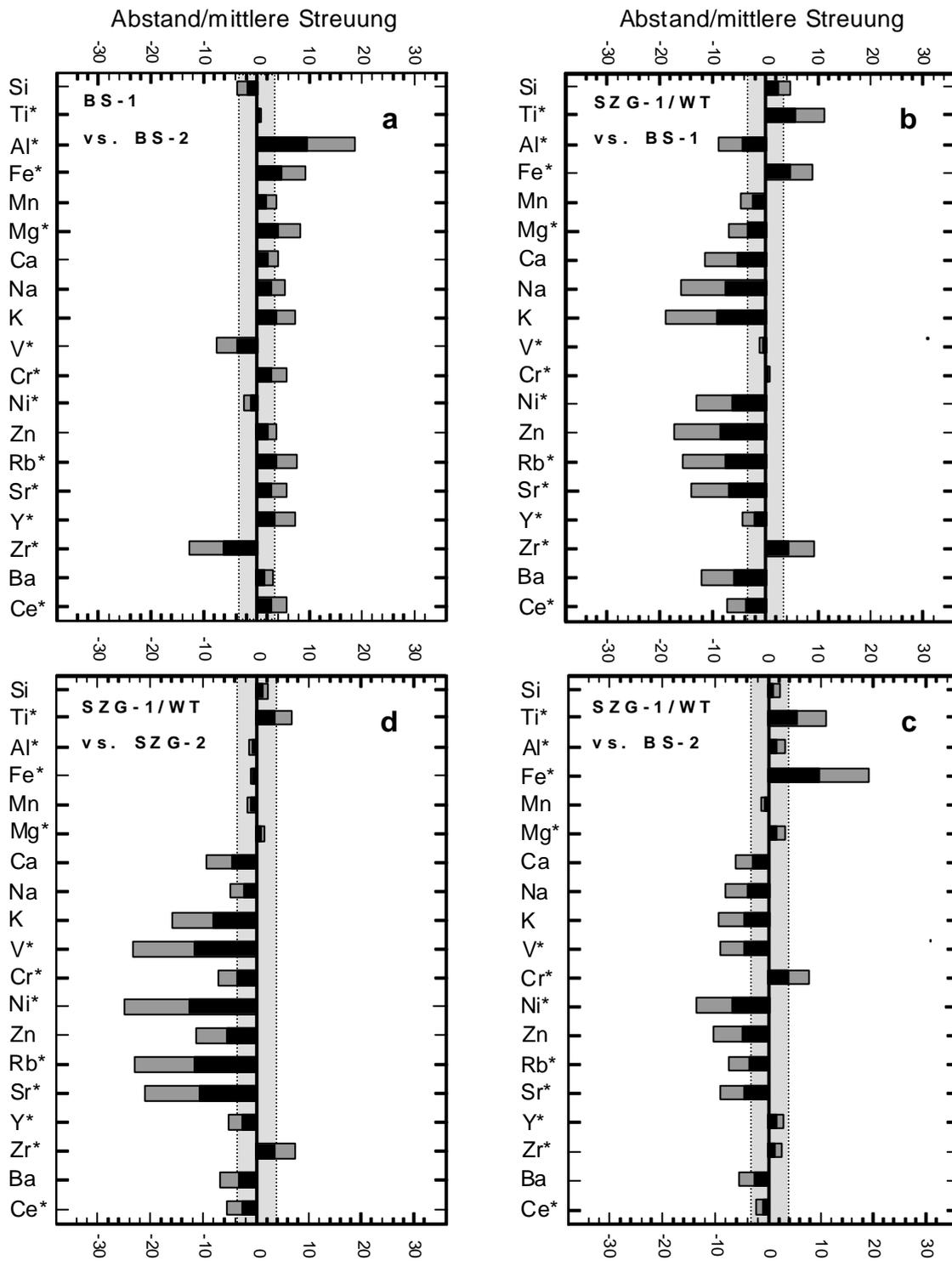


Abb. 6.2: Darstellung der Differenz (Abstand) zwischen den Gruppenmittelwerten der Elementkonzentrationen, am Beispiel der Gruppen BS-1, BS-2, SZG-1/WT und SZG/BS, bezogen auf die mittlere Streuung (vgl. Tab. X, Anhang). * Elemente, die für einen Ähnlichkeitsvergleich der Elementmuster herangezogen wurden.

■ 1s, ■ 2s, ▤ $t_{v,1-\alpha/2}$ bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0.001$ und gemittelte n -Werte von (a) 57, (b) 44, (c) 57, (d) 23.

ab, wobei die im Vergleich höheren Mittelwerte für Rb und Sr in den Braunschweiger Waren überwiegend auf den Anteil an granitgrusgemagerten Scherben zurückzuführen ist. Eine Anzahl von vier Scherben bildet jedoch keine statistisch genügend breite Ausgangsbasis für einen Vergleich.

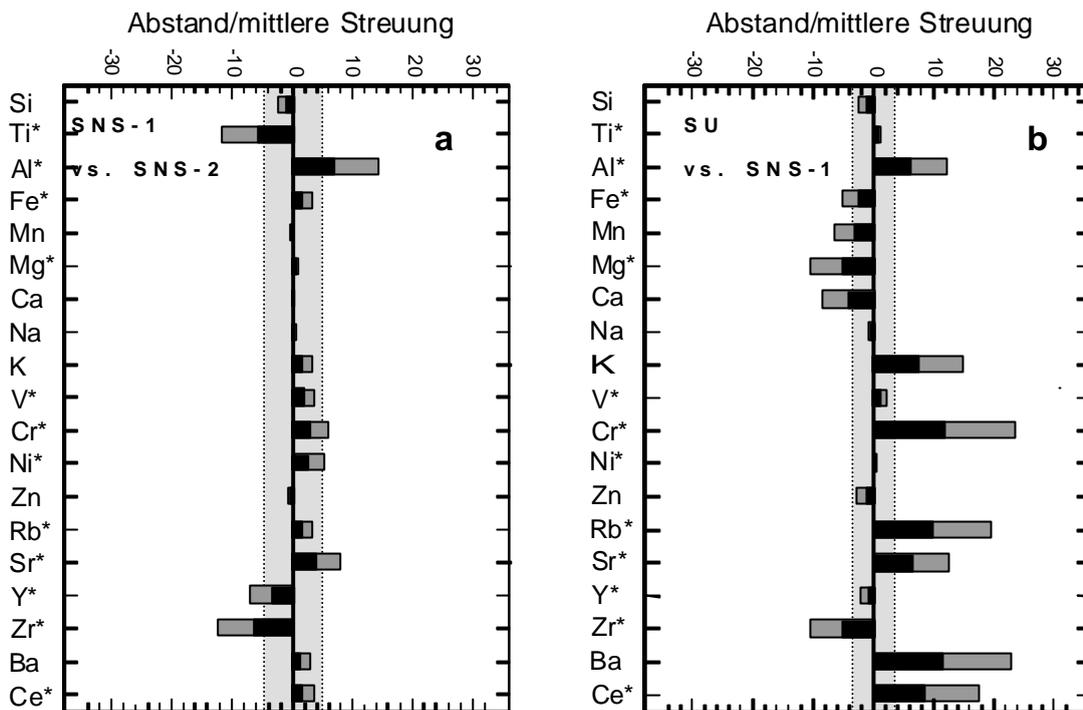


Abb. 6.3: Darstellung der Differenz zwischen den Gruppenmittelwerten (Abstand) der Elementkonzentrationen für die Gruppen SNS-1, SNS-2 und SU, bezogen auf die mittlere Streuung (vgl. Tabelle X, Anhang). * Elemente, die für einen Ähnlichkeitsvergleich der Elementmuster herangezogen wurden.

■ 1s, ■ 2s, ▤ $t_{v;1-\alpha/2}$ bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0.001$ und gemittelte n -Werte von (a) 9, (b) 30.

Als Ursache der Untergliederung der aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen importierten Keramik kommen im wesentlichen die wechselhaften faziellen Unterschiede der hierbei zur Herstellung verarbeiteten Tone des Wealden in Betracht. So zeichnet sich die gegenüber SNS-1 durch deutlich höhere Schluff- und Feinsandanteile auszeichnende Gruppe SNS-2 (mikroskopisch übereinstimmend mit Probe 265Q2 eines aus Coppengrave stammenden Kruges) bei Zr durch höhere, bei Al durch entsprechend niedrigere Elementkonzentrationen aus (Tab. 6.4), welche – ebenso wie die zusätzlich höheren Ti-Gehalte – auch bei 2s diskriminierend wirken (Abb. 6.3a). Zwischen den aus Siegburg (Faststeinzeug- bzw. Steinzeug) und dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen (helltonige Irdenware, Faststeinzeug, Steinzeug) importierten Waren ist nach dem Elementmuster eine deutliche Trennung möglich (Abb. 6.3b), wobei von den kennzeichnenden Elementen Fe, V, Ni und Y keine diskriminierende Wirkung aufweisen und Ti nur beim Vergleich mit den Scherben der Gruppe SNS-1, nicht aber mit SNS-2 trennend wirkt. Dies zeigt, dass die lokale Zuordnung von Keramik ebenso abhängig ist von der Homogenität des verarbeiteten Tones wie vom Umfang des Scherbenmaterials.

Bei Anwendung der Diskriminanzanalyse kann durch eine geeignete Wahl der Diskriminanzfunktionen auch in der zweidimensionalen Darstellung die Gruppentrennung hinreichend deutlich veranschaulicht werden. Von den durch SEARCH ermittelten fünf Gruppen Braunschweiger Waren und der Keramik der Töpfereien lassen sich in der zweidimensionalen Projektion des Diagramms W2 gegen W1 nur die aus Eitzum (E) stammenden Scherben deutlich von den übrigen Gruppen diffe-

renzieren (Abb. 6.4a). Analog zur multivariaten statistischen Analyse bilden die Waren aus Braunschweig und den Töpfereien, die bei $\pm 2s$ in einer großen Gruppe zusammengefasst werden (Abschn. 6.1.1), auch im W1-W2-Diagramm aufgrund ihrer ähnlichen chemischen Zusammensetzung eine Punktwolke, bei der jedoch eine Clusterung nach dem Magerungstyp (Grus- bzw. Sandmagerung) sichtbar wird. Bei Verwendung der Diskriminanzfunktion W4 zeigt sich im Diagramm W4 gegen W1 (Abb. 6.4b) eine wesentlich deutlichere Trennung zwischen den Gruppen, wobei sich die beiden Gruppen BS-2 und SZG-1/WT auch weiterhin überlagern, der Unterschied im Elementmuster zu den neun Scherben der Gruppe SZG-2 jedoch deutlich zum Ausdruck kommt.

In beiden Diagrammen der Diskriminanzfunktionen ist bei den importierten Waren aus dem Rheinland (Siegburg) und dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen eine deutliche Gruppentrennung zwischen den beiden Provenienzen sichtbar, ebenso wie die Untergliederung der Keramik niedersächsischer Herkunft.

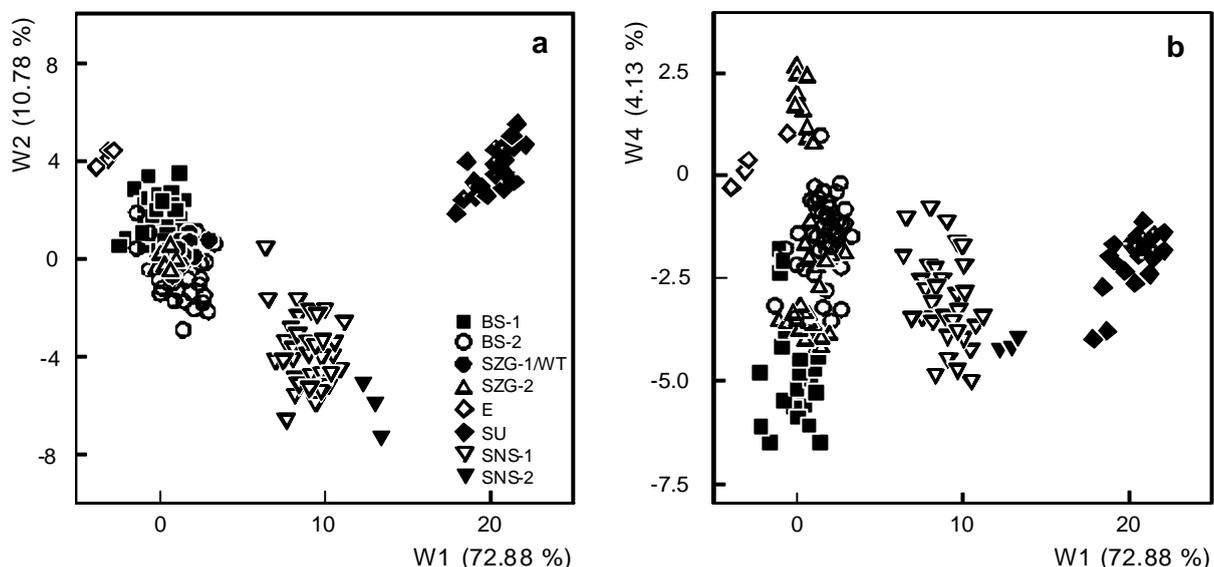


Abb. 6.4: Diskriminanzanalyse von 169 gruppierten Scherben braunschweigisch-regionaler Keramik sowie den Importen aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland (Siegburg) unter der Annahme von acht Gruppen, dargestellt durch die Diskriminanzfunktionen (a) W1 und W2, und (b) W1 und W4, die (a) 73 % und 11 % sowie (b) 73 % und 4 % der Zwischengruppenvarianz beschreiben.

6.1.2 Variationsdiagramme

In Analogie zu den binären Variationsdiagrammen magmatischer Gesteine (Cox et al. 1979) werden im Falle von Keramik Mischungen von tonigem Rohstoff und Magerung graphisch dargestellt, aus denen sich darüber hinaus die Natur der Tone, deren genetische Verwandtschaft und der Einfluss der Magerung erkennen lässt. Da es sich um eine 2-dimensionale Projektion von n-dimensionalen Daten handelt, werden Gruppen je nach Elementkombination mehr oder weniger deutlich getrennt, in ungünstigen Fällen dagegen aufeinanderprojiziert, so dass die Variationsdiagramme nur dazu geeignet sind, die Ergebnisse der multivariaten statistischen Auswertung zu veranschaulichen, diese jedoch nicht ersetzen können⁹⁰

⁹⁰ Zudem wächst die Anzahl der zu überprüfenden Diagramme mit der Anzahl der in Beziehung miteinander zu setzenden Elemente unverhältnismäßig an. Bei n Elementen sind dies $n \cdot (n-1) / 2$ Diagramme. So steigt die Anzahl der Diagramme bei Verwendung von 5, 10 bzw. 15 Elementen von 10 über 45 auf 105 (Lambrecht 1989).

So ergibt sich – unabhängig von der Magerungsart – in den Variationsdiagrammen für die im Raum Braunschweig sowie in Gebhardshagen und Wittingen hergestellte Keramik (Abb. 6.5) mit wenigen Ausnahmen eine zusammenhängende, kaum auftrennbare Punktwolke mit mehr oder weniger deutlicher linearer Korrelation als Folge der ähnlichen Zusammensetzung und natürlichen Variabilität der verwendeten tonigen Rohstoffe. Aufgrund der in den Diagrammen auftretenden Überlagerungen zwischen den Siedlungsfunden und der Keramik der Töpfereien erweist es sich daher als notwendig, die darstellenden Punkte der einzelnen Gruppen mit unterschiedlichen Symbolen entsprechend der mit Hilfe der multivariaten Statistik ermittelten Gruppierung zu belegen. Anhand der gängigen Variationsdiagramme (vgl. Schneider 1978; Schneider et al. 1978) ist eine deutliche Trennung zwischen der Braunschweiger Keramik und der Keramik der Töpfereien (entsprechend den Ergebnissen der multivariaten statistischen Analyse) nur für die Eitzumer Funde ersichtlich, während die aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland importierte Keramik aufgrund der systematischen Abweichungen deutlich abtrennbar ist (separate Darstellung in Abb. 6.7). Aus den Variationsdiagrammen ist ebenfalls ersichtlich, dass bei der braunschweigischen bzw. regionalen Keramik zur Gruppentrennung zwar eine enge Grenzziehung erforderlich ist, sich die Anwendung einer einzigen Streubreite ($\pm 1s$) vom Gruppenmittelwert für alle Gruppen in Verbindung mit einem Wert des $\chi^2_r < 2$ in Anbetracht der tatsächlichen Streubreite in der Zusammensetzung jedoch als zu starr erweist, wobei die Mehrzahl der Ausreißer (*) bei einer nur geringfügig größeren statistischen Streuung in die jeweiligen Gruppen eingegliedert werden können (Abschn. 6.1.1).

Braunschweiger Keramik und die Keramik der regionalen Töpfereien

Die breit streuende, deutliche negative lineare Korrelation im Diagramm $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ (Abb. 6.5a) ist einerseits Ausdruck der unterschiedlichen natürlichen Anteile an Schluff bzw. Feinsand im tonigen Rohstoff (Quarz-Ton-Verhältnis), andererseits der in wechselnden Gehalten auftretenden Sand- bzw. Granitgrusmagerung. So liegen die darstellenden Punkte für die Zusammensetzung der Keramik als Folge des Verdünnungseffektes auf der Verbindungslinie zwischen den Punkten des jeweiligen tonigen Rohstoffes und der Quarz- bzw. Granitgrus-Magerung. Dabei weisen die granitgrusgemagerten Scherben infolge der überwiegend und in wechselnden Mengenanteilen aus Alkalifeldspat und Plagioklas bestehenden Magerung höhere Al_2O_3 -, K_2O - und Rb-Gehalte auf (Schubert 1986), wobei eine Abgrenzung zu den quarzsandgemagerten Scherben besteht, die etwa mit den darstellenden Punkten der Zusammensetzungen von Alkalifeldspat zusammenfällt (Abb. 6.5b, 6.6a). Dieser Magerungseffekt kommt deutlich auch in der Kombination der kohärenten und daher gut miteinander korrelierten Elemente Rb und K_2O bzw. Al_2O_3 und Cr zum Ausdruck, welche für die aus den genetisch verwandten und nur durch Quarz verdünnten Tonen hergestellte Keramik der Gruppen BS-1 (48G2, einschließlich der nicht zugeordneten Proben 34G2, 75K, 120L1), BS-2, SZG-1/WT wie auch der Kalkgrusware (54C) jeweils dasselbe Verhältnis aufweisen (Abb. 6.5c, d). In beiden Diagrammen ist die Ähnlichkeit der Braunschweiger, Gebhardshager und Wittinger Erzeugnisse sowie den von der Harzburg stammenden Röhrenfunden zu der aus quartären Beckenton hergestellten Lübecker Roten Irdenware erkennbar (Köster 1984; von Seckendorff et al., i. Vorb.; Abb. 6.5; Tab. VIII), ebenso die Affinität von Gruppe SZG-2 und den nicht zugeordneten Scherben 65X, 116L1, 140L2, 146L2, 170L2, 228M3, 229M2, 230M4 zu den Tonproben der Un-

terkreide. Die relativ niedrigen Al_2O_3 - sowie hohen K_2O -, Fe_2O_3 - und MgO -Gehalte deuten, ebenso wie die positive Korrelation von Al_2O_3 mit K_2O und Al_2O_3 mit Cr bzw. mit $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO})$, generell auf illitsche (bzw. illitisch-chloritische) tonige Rohstoffe hin (Abb. 6.5b, e; 6.6b), wie im Falle der Unterkreidetone (kru) durch Stein et al (1981) nachgewiesen. Die in den beiden Tonproben vergleichsweise höheren Absolutwerte der Konzentrationen von Al_2O_3 und Cr bzw. K_2O und Rb beruhen auf dem sehr geringen Schluff- und Sandgehalt, so dass eine zusätzliche SiO_2 -reiche Magerung (Sand bzw. sandiger Ton) die Elementkonzentrationen der Mischung linear in Richtung des Quarz-Punktes (SiO_2 100 Gew.-%, Al_2O_3 und K_2O 0 Gew.-%, Cr und Rb 0 ppm) verschiebt, wobei die Proben von Gruppe SZG-2 sowie auch die ihr ähnliche, nicht zugeordnete Keramik auf der Mischungslinie liegen (Abb. 6.5c, d). Die Ausgliederung der in Gruppe SZG-2 zusammengefassten Scherben ist dabei nur im Variationsdiagramm Rb – K_2O erkennbar, noch deutlicher im Diagramm Rb – K/Rb (Abb. 6.5f; vgl. Abschn. 6.1.1).

Durch die Bildung des Verhältnisses K/Rb wird die positive Korrelation zwischen K und Rb auf einen Wert projiziert, so dass hier die unterschiedlichen Anteile von Illit in den tonigen Rohstoffen im Rb-Gehalt abgebildet werden und bei sandgemagerter Keramik als Folge der Verdünnung eine Verschiebung (bei konstantem K/Rb) zu niedrigeren Rb-Gehalten erfolgt. Im Diagramm Rb – K/Rb ist darüber hinaus die Ähnlichkeit der quartären tonigen Rohstoffe besonders anschaulich dargestellt, ebenso wie der Einfluss von Granitgrus, der aufgrund der Alkalifeldspäte die Zusammensetzungen der Scherben zu höheren Werten von Rb und K/Rb verschiebt.

Zur Keramikherstellung nicht in Frage kommen die Tone der Oberkreide sowie sandiger Geschiebelehm (qD,,Lg), der aufgrund des sehr hohen Quarzanteiles in der Schluff- und Sandfraktion (mikroskopisch geschätzt etwa 60 - 70 Vol.-%) nach Ausweis der bisher untersuchten Funde nur als Trockenmauerlehm (TmL) bzw. als Gußkernfüllung verwendet wurde (Tab. VIII). Als Folge des hohen Quarzanteiles liegen die darstellenden Punkte des Geschiebelehms in der graphischen Darstellung zwischen den sandgemagerten Scherben und dem Quarz-Punkt (Q), so dass für die (ungemagerte) Tonfraktion in allen diesen quartären tonigen Rohstoffen eine sehr ähnliche chemische Zusammensetzung zu folgern ist – einschließlich des in Gebhardshagen anstehenden, unterschiedlich carbonathaltigen Tones der Schicht D (Abb. 6.6b; Tab. VIII; Abb. 4.3c).

Keramikimporte aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland (Siegburg)

Bei den Keramikimporten ist bereits mittels der Variationsdiagramme eine deutliche Aufgliederung entsprechend der provinziellen Herkunft möglich (Abb. 6.7). Die Unterschiede in der mineralischen Zusammensetzung zwischen den kaolinitisch-illitischen Tonen des Wealden (SNS) bzw. des Tertiärs (SU) kommen in den Variationsdiagrammen durch unterschiedliche Verhältnisse bei Rb/ K_2O bzw. Al_2O_3 /Cr (Geradensteigungen) zum Ausdruck, wobei die Illit-reicheren Tone des Tertiärs höhere Gehalte des an die Illite (Hellglimmer) gebundenen Rb, K_2O , Cr und TiO_2 aufweisen (Abb. 6.7a, b, c) – in Übereinstimmung mit Riederer & Rother (1990)⁹¹. Die ausgeprägte lineare Korrelation zwischen Rb und Zr (Abb. 6.7d) ist Ausdruck der stark wechselnden Schluff-Anteile, an die typischerweise das Zr gebunden ist. Mit den jeweiligen Gruppen übereinstimmend sind die chemi-

⁹¹ Die relativ hohen Gehalte an K_2O , Rb und TiO_2 bei niedrigen CaO- und Al_2O_3 -Gehalten der Siegburger Keramik sind nach Riederer & Rother (1990) ein Unterscheidungsmerkmal zur Pingsdorfer Ware.

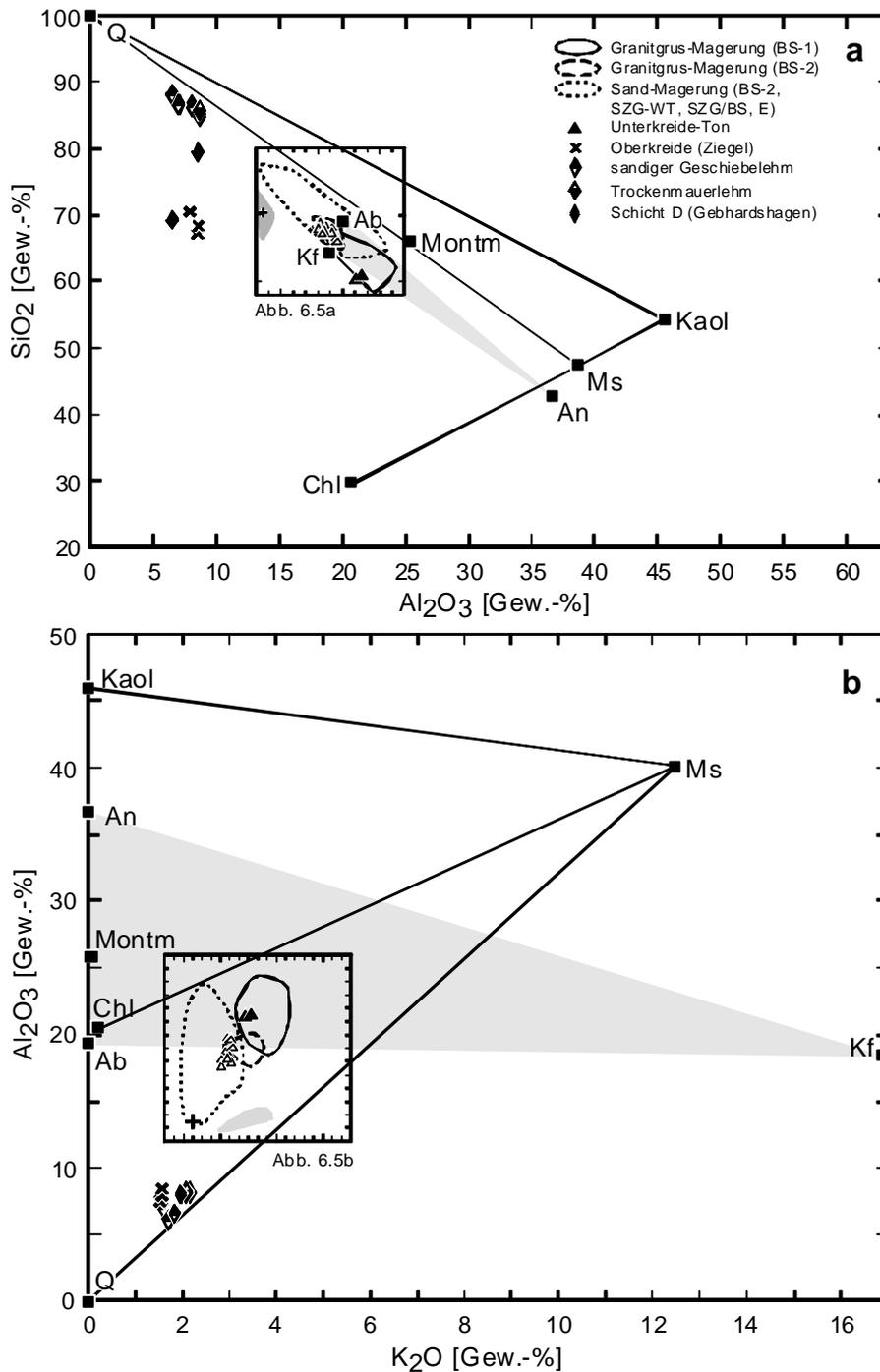


Abb. 6.6: Darstellung der chemischen Zusammensetzungen von Mineralen der tonigen Rohstoffe und der Magerung auf wasserfreier Basis in den Variationsdiagrammen **a:** $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ und **b:** $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O}$. Eingetragen sind Zusammensetzungsbereiche von Feldspäten (), Tonmineralen, Quarz-Tonmineralgemischen sowie die Lage der entsprechenden Variationsdiagramme für die Keramik.

Abb. 6.5: Variationsdiagramme für die Keramik aus Braunschweiger Produktion sowie den regionalen Töpfereien in SZ-Gebhardshagen, Wittingen und Eitzum (einschließlich Fallersleben und Königslutter). Zusammensetzung der Gruppen BS-1 (■), BS-2 (Grus ⊙, Sand ○), SZG-1/WT (●), SZG-2 (▲), E (◇). Nicht gruppiert (★). Zum Vergleich eingetragen sind Analysen von Ton der Unterkreide (▲), Tonziegel der Oberkreide (×), Geschiebelehm, BS-Lamme (◆), Mauerton (◇), Lehm Gebhardshagen, Schicht D (◆). Analysefelder der Referenzscherben aus Gebhardshagen ○ und Wittingen ⊖ sowie von Funden roter Irdenware der Töpferei am Koberg in Lübeck [8] □. Siedlungsfund aus Magdeburg (+).

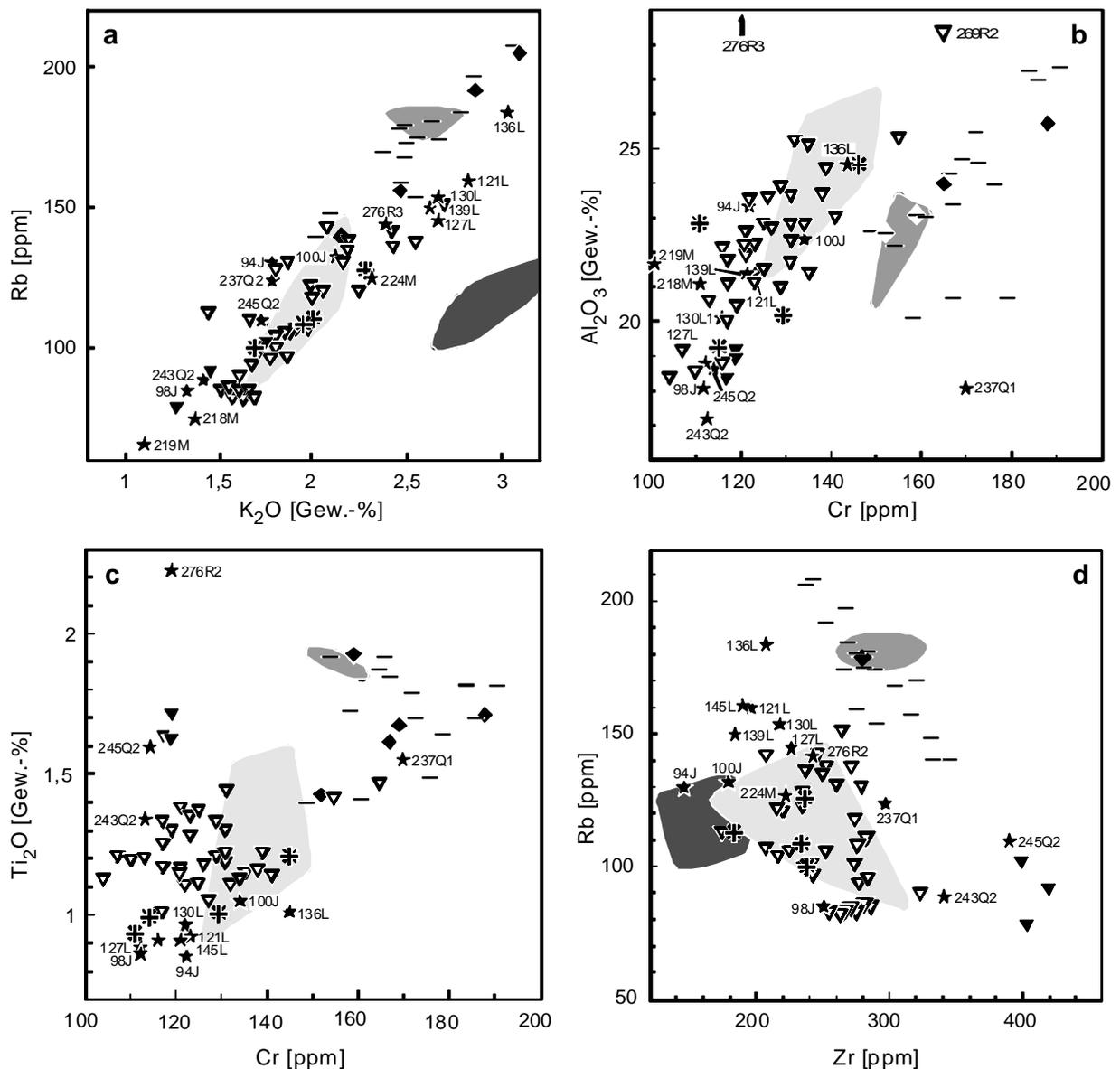


Abb. 6.7: Variationsdiagramme für die Importkeramik aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland. Zusammensetzung der Gruppen SNS-1 (∇), SNS-2 (\blacktriangledown) und SU ($-$). Nicht gruppiert (\star). Ergänzt durch graphisch dargestellte Bereiche helltoniger Irdenerware (Reformationskacheln, 17. Jahrhundert ($n=14$) \square), inkl. zweier Funde aus Oberg/Peine (\ast) nach Scholz (1997), gelber Irdenerware aus Lübeck ($n=7$) \square nach von Seckendorff, Scholz, Drenkhahn (i. Vorb.) sowie Siegburger Steinzeug ($n=3$) \square nach Riederer & Rother (1990).

schen Zusammensetzungen frühneuzeitlicher Reliefkacheln aus Braunschweig bzw. Oberg/Peine (Scholz 1997a)⁹². Eine weitere interne Differenzierung der Importkeramik über die Rb-Gehalte bzw. das Verhältnis Rb – K/Rb ist, analog zur braunschweigischen Keramik, aufgrund der natürlichen Variationsbreite innerhalb der Tonsteine des Wealden (vgl. Stein et al. 1981) sowie der Siegburger Tertiärtonen nicht möglich.

Die in SNS-2 zusammengefassten Scherben 242Q2, 268R2, 271R2 zeigen einerseits in den Diagrammen Rb – K₂O und Al₂O₃ – Cr ihre Zugehörigkeit zu Gruppe SNS-1, andererseits unterschei-

⁹² Starke Abweichungen in der Zusammensetzung von diesen Gruppen dagegen zeigt die gelbe Irdenerware aus Lübeck (von Seckendorff, Scholz, Drenkhahn; i. Vorb.).

den sie sich durch höhere TiO_2 - und (infolge eines deutlich höheren Schluff- und Feinsandanteiles) Zr-Gehalte, wodurch die Ausgliederung in eine Untergruppe geochemisch bestätigt wird.

6.1.3 Ternäre Diagramme

In der Literatur werden Analysen auch in den ternären Diagrammen $(\text{CaO} + \text{MgO}) - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ (Osborne & Muan 1964; Letsch 1982), $(\text{CaO} + \text{MgO} + \text{FeO}) - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ (Maggetti 1981) bzw. $(\text{CaO} + \text{MgO} + \text{FeO} + \text{Na}_2\text{O}) - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ (Fitz 1984) dargestellt. Da die Analysendaten der in Braunschweig bzw. im Nahbereich sowie in den Töpfereien gefertigten Waren zumeist nur geringe, teils magerungsbedingte Schwankungen bei den betreffenden Elementen aufweisen, wurden sie wegen der daraus resultierenden geringen Aussagekraft nicht dargestellt.

6.2 Neutronenaktivierungsanalyse (NAA)

Im Gegensatz zur RFA können mit Hilfe der NAA die Konzentrationen einer großen Anzahl von Spurenelementen mit hoher Genauigkeit gemessen werden⁹³. Hieraus ergibt sich neben einer größeren Anzahl auch ein anderer Satz von zur Gruppensuche verwendbaren Elementen und damit ein vergleichsweise schärferes Elementmuster für die Herkunftsbestimmung der Keramik. Dabei ist es generell möglich, dass sich als Folge der differierenden Elementsätze bei NAA und RFA Unterschiede in der Gruppierung ergeben. Für den Mustervergleich wurden unter Voraussetzung einer Normalverteilung die Konzentrationen der Elemente Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, K, La, Lu, Nd, Ni, Rb, Sb, Sc, Sm, Ta, Tb, Th, Ti, U, Yb, Zn und Zr herangezogen.

Analysiert wurden 48 Scherbenproben von Importen aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen (gelbe und graue Irdenware, Faststeinzeug, Steinzeug) und dem Rheinland (Siegburg: Faststeinzeug bzw. Steinzeug), wobei in der Auswahl Proben enthalten sind, die mit beiden Methoden bzw. allein mit der NAA analysiert wurden (Tab. 6.5; Tab. XI). Innerhalb der gewählten statistischen Grenzen (1s) wurde für 43 Proben eine Gruppierung erhalten, die mit der aus der RFA ermittelten kompatibel ist (Tab. 6.6). Jeweils nicht gruppiert wurden die beiden nur mittels NAA gemessenen Scherben 246Q2 und 267 (Süd-niedersachsen), sowie die mit beiden Methoden analysierten Scherben 237Q1 sowie 93J1 und 245Q2 (Rheinland bzw. Süd-niedersachsen). Am Beispiel von Scherbe 93J1, die in der RFA der Gruppe SNS-1 zugeordnet, in der NAA wegen abweichender Gehalte an Sm, Eu und Tb jedoch nicht gruppiert wurde, zeigt sich, dass Keramik mit höherer Streubreite der chemischen Zusammensetzung aufgrund der vergleichsweise höheren Messgenauigkeit der NAA statistisch weiter untergliedert werden kann, als es der tatsächlichen Gruppenzugehörigkeit entspricht.

Südliches bzw. mittleres Niedersachsen

Wie bei der RFA ergibt sich nach dem Elementmuster eine Aufspaltung in die zwei Gruppen SNS-1(N) und SNS-2(N) (Tab. 6.6). Die Streuung von 15 bzw. 19 der 24 zur Gruppensuche verwendeten Elemente liegt bei ≤ 10 Rel.-%. In Gruppe SNS-1(N) zusammengefasst sind 15 Scherben, von denen 11 mit beiden Methoden analysiert wurden und in der analogen Gruppe SNS-1 enthalten sind,

⁹³ Erläuterungen bezüglich der angewandten Methode sowie detaillierter Meßbedingungen sind Mommsen (1987) zu entnehmen.

Tab. 6.5: Klassifizierung der aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland (Siegburg) importierten Keramikfunde mittels NAA (N).

SNS-1(N)			SNS-2(N)			SU (N)			Einzelscherben, nicht gruppiert	
NAA	Anpassungs- faktor	RFA	NAA	Anpassungs- faktor	RFA	NAA	Anpassungs- faktor	RFA		
92J1	1.05	●	266R2	0.97		231Q1	1.13	●	93J1	●
95J1	1.03	●	268R2	0.98	●	232Q1	0.95	●	237Q1	●
96J1	0.94		271R2	0.87	●	233Q1	0.90	●	245Q2	●
97J1	1.01	●				234Q1	0.97	●	246Q2	
99J2	1.10	●				235Q1	0.98		267R2	
101J2	1.02	●				236Q1	1.07	●		
102J2	0.95	●				238Q1	1.02			
108J2	0.94	●				239Q1	0.98			
110J3	1.11	●				240Q1	1.12	●		
111J3	0.93	●				251R1	0.92	●		
247Z	1.04	●				252R1	1.06			
241Q2	1.01					253R1	0.97	●		
244Q2	0.97					254R1	0.98	●		
265R2	0.98					255R1	1.05	●		
269R2	0.87	■				256R1	0.99	●		
						257R1	0.92	●		
						258R1	1.03			
						260R1	1.02	●		
						261R1	1.05	●		
						262R1	1.02	●		
						263R1	1.01	●		
						264R1	1.04			
						274R3	1.13			
						275R3	0.97	●		
						277R3	1.02	●		

während für 96J2, 241Q2, 244Q2 und 265R2 keine RFA-Daten vorliegen. Dabei stimmt der formal Coppingrave zugeordnete Krug 265Q2 zwar mikroskopisch mit den in SNS-2 bzw. SNS-2(N) gruppierten Scherben überein, wird nach dem NAA-Elementmuster jedoch der Gruppe SNS-1(N) zugeordnet. Eine lokale Differenzierung zwischen der in Duingen und Coppingrave hergestellten Keramik ist, wie sich daraus andeutet, kaum möglich und erscheint auch nicht sinnvoll.

Die jeweils drei Scherben umfassenden Untergruppen SNS-2(N) und SNS-2 enthalten beide die Scherben 268R2 und 271R2, wobei Probe 266R2 anstelle von 242Q2 mit NAA analysiert wurde. Die Streuungen bei 19 von 24 der zur Gruppensuche verwendeten Elemente liegen wegen der geringen Probenanzahl deutlich unter 10 Rel.-%. und deuten auf eine vom 14.-16. Jahrhundert reichende Kontinuität hinsichtlich der Qualität und der Verarbeitung des Tones hin.

Rheinland (Siegburg)

Auch nach den Ergebnissen der NAA stellt die Siegburger Keramik (Tab. 6.5; n = 25 gegenüber n = 19 bei RFA) im Elementmuster mit Streuungen ≤ 10 Rel.-% bei 17 der 26 zur Gruppensuche verwendeten Elemente eine chemisch relativ homogene Gruppe dar (Tab. 6.6). Wie der Mustervergleich von bisher untersuchter Keramik aus Siegburg und anderen rheinischen Töpfereien zeigt (Mommsen et al. 1995), sind die Muster als Folge der generellen Gleichförmigkeit in der chemischen Zusammensetzung der dort verbreiteten tertiären Tone einander sehr ähnlich. Zwar liegen die Elementkonzentrationen der Siegburger Keramik außerhalb der Streubreite der Keramik der rheinischen Töpfereien, doch ergeben sich bei der statistischen Auswertung der Analysenwerte für die

Tab. 6.6: Mittelwerte M und zugehörige Streuung s der NAA-Elementkonzentrationen (ppm bzw. Gew.-%) von Keramik aus Südniedersachsen und dem Rheinland (Siegburg) der Warenarten Irdenware, Faststeinzeug und Steinzeug, korrigiert auf Verdünnung. Außer Ba, Ca und Na wurden alle Elemente für einen Ähnlichkeitsvergleich der Elementmuster herangezogen.

	SNS-I (N)			SNS-II (N)			SU (N)		
	n = 15			n = 3			n = 25		
	M	s	%	M	s	%	M	s	%
Ba	238	± 28	11.6	237	± 2	1.0	381	± 38	10.0
Ca%	0.53	± 0.34	63.9	0.25	± 0.06	25.2	0.35	± 0.20	58.1
Ce	92.0	± 7.0	7.7	77.9	± 1.4	1.9	135.2	± 7.3	5.4
Co	12	± 5	40.8	14.	± 9	45.5	7	± 3	50.4
Cr	119.8	± 8.8	7.3	124.2	± 3.4	2.8	162.4	± 12.7	7.8
Cs	10.10	± 1.06	10.5	7.52	± 0.3	4.0	22.15	± 8.19	37.0
Eu	1.19	± 0.09	7.8	1.05	± 0.02	1.9	1.91	± 0.14	7.2
Fe%	1.46	± 0.15	10.4	1.19	± 0.05	4.3	0.88	± 0.21	24.0
Ga	29.6	± 3.4	11.4	25.7	± 1.7	6.7	33.6	± 3.1	9.1
Hf	5.23	± 1.05	20.1	13.02	± 2.48	19.1	5.83	± 1.28	22.0
K%	1.46	± 0.22	14.9	1.11	± 0.07	6.2	2.01	± 0.16	7.8
La	42.4	± 1.6	3.8	45.2	± 6.8	15.1	65.5	± 3.1	4.8
Lu	0.46	± 0.03	5.4	0.55	± 0.01	2.5	0.46	± 0.05	10.2
Na%	0.20	± 0.04	20.8	0.17	± 0.03	16.3	0.17	± 0.02	8.8
Nd	28.8	± 3.4	11.8	30.5	± 0.88	2.9	52.4	± 4.8	9.2
Ni	52.1	± 8.2	15.5	36.6	± 4.9	13.4	49.8	± 17.1	34.3
Rb	98	± 15	14.9	80	± 2	2.0	159	± 12	7.2
Sb	0.55	± 0.05	9.2	0.58	± 0.05	7.9	1.25	± 0.10	7.7
Sc	18.7	± 1.3	7.1	15.2	± 0.6	3.7	17.2	± 1.0	5.7
Sm	5.57	± 0.42	7.6	4.97	± 0.17	3.4	8.89	± 0.65	7.3
Ta	1.72	± 0.12	6.8	2.16	± 0.03	1.2	2.25	± 0.16	7.2
Tb	0.79	± 0.05	6.0	0.84	± 0.03	3.0	1.00	± 0.07	6.5
Th	14.0	± 0.8	5.7	15.6	± 0.4	2.8	16.5	± 0.5	3.1
Ti%	0.66	± 0.08	11.8	0.85	± 0.05	5.9	0.81	± 0.08	9.4
U	3.03	± 0.20	6.7	3.62	± 0.07	1.9	3.45	± 0.38	10.9
W	2.71	± 0.31	11.4	3.68	± 0.24	6.4	3.38	± 1.73	51.0
Yb	3.08	± 0.18	5.8	3.89	± 0.21	5.4	3.30	± 0.33	10.1
Zn	63.7	± 14.4	22.6	50.0	± 5.8	11.6	50.1	± 24.1	48.1
Zr	301	± 49	16.3	457	± 37	8.1	323	± 53	16.4

Mehrzahl der Töpferorte als Folge der recht unterschiedlichen Konzentrationsbereiche einzelner Elemente 'nicht nur ein, sondern mehrere Muster' (Mommssen et al. 1995).

Eine weitere Untergruppierung des hier untersuchten Siegburger Faststeinzeugs bzw. Steinzeugs in drei Untergruppen nach statistischen Gesichtspunkten ist durchaus möglich (Tab. 6.7). Dabei weisen Ni und die sich jeweils geochemisch ähnlich verhaltenden Elemente Fe und Co, Rb und Cs sowie Hf und Zr analog zur RFA stärkere Streuungen auf. Aus der guten Übereinstimmung der Elementmuster der Gruppen SU-a, SU-b und SU-c mit den drei Gruppen Mom 4 bis Mom 6 (Mommssen et al. 1995) zeigt sich, dass es sich bei den Braunschweiger Funden mit Sicherheit um Waren Siegburger Produktion handelt, wobei eine aus der Aulgasse in Siegburg stammende, von Mommssen et al. (1995) untersuchte Tonprobe bei einem Verdünnungsfaktor von 1.24 dasselbe Muster wie Mom 6 aufweist. Zur Veranschaulichung der Ähnlichkeit der Elementmuster wurden die Konzentrationen auf die umfangreichste Gruppe Mom 6 ($n = 46$) normiert und in einem Multielement-Diagramm (Spidergramm, Abb. 6.8) dargestellt. Mit Ausnahme weniger Elemente liegen die Kurven der Gruppen SU-a bis SU-c und Mom 4 bis Mom 6 nahe beieinander, während die aus wenigen

Tab. 6.7: Mittelwerte *M* und zugehörige Streuung *s* der NAA-Elementkonzentrationen (ppm bzw. Gew.-%) der untergliederten Siegburger Keramik, korrigiert auf Verdünnung. Zum Vergleich wurden die Elementkonzentrationen der Gruppe 6 (Mommsen et al. 1995) angegeben. Außer Ba, Ca und Na wurden alle Elemente für einen Ähnlichkeitsvergleich der Elementmuster herangezogen.

	SU-a n = 12			SU-b n = 11			SU-c n = 2			Gruppe 6 n = 46		
	M	s	%	M	s	%	M	s	%	M	s	%
Ba	373	± 39	10.5	390	± 40	10.3	377	± 17	4.6	379	± 42	11
Ca%	0.44	± 0.23	53.	0.23	± 0.08	36.	–	±		0.29	± 0.17	58
Ce	131.7	± 2.6	2.0	142.8	± 8.2	5.8	117.	± 1.4	1.2	125	± 5	4
Co	9.68	± 2.30	23.7	3.90	± 1.13	29.0	4.10	± 0.35	8.6	3.15	± 0.60	19
Cr	167.0	± 15.9	9.5	160.1	± 8.5	5.3	148.1	± 5.1	3.4	159	± 8.1	5.1
Cs	15.62	± 3.92	25.1	29.13	± 6.58	22.6	22.91	± 0.16	0.7	21.2	± 1.48	7.0
Eu	1.88	± 0.08	4.4	2.02	± 0.14	7.0	1.51	± 0.02	1.4	1.83	± 0.06	3.1
Fe%	1.04	± 0.19	18.0	0.71	± 0.7	10.4	0.86	± 0.03	3.4	0.55	± 0.09	17
Ga	32.8	± 2.5	7.6	35.6	± 3.5	9.8	27.9	± 0.18	0.63	28.3	± 2.5	9.0
Hf	5.58	± 1.14	20.5	5.72	± 0.91	16.0	7.67	± 1.26	16.4	8.76	± 1.05	12.
K%	1.96	± 0.12	5.9	2.07	± 0.19	9.2	1.98	± 0.07	3.4	1.90	± 0.14	7.5
La	63.9	± 0.9	1.4	68.7	± 3.7	5.4	59.0	± 3.7	6.3	63.2	± 2.5	4.0
Lu	0.43	± 0.04	10.0	0.49	± 0.03	5.9	0.40	± 0.03	0.7	0.51	± 0.02	4.8
Na%	0.17	± 0.02	8.6	0.17	± 0.02	9.7	0.17	± 0.02	8.9	0.19	± 0.05	25
Nd	50.3	± 3.0	6.0	56.4	± 5.6	9.9	43.8	± 0.43	1.0	51.4	± 2.31	4.5
Ni	63.7	± 11.3	17.7	36.7	± 11.1	30.2	38.7	± 10.6	27.3	31.9	± 8.0	25
Rb	162	± 10	5.9	159	± 16	9.9	146	± 2	1.1	127	± 7.9	6.2
Sb	1.30	± 0.10	7.6	1.23	± 0.08	6.8	1.02	± 0.06	5.6	1.05	± 0.12	11
Sc	17.2	± 0.5	3.1	17.4	± 1.3	7.3	13.9	± 0.2	1.3	15.1	± 0.6	3.8
Sm	8.67	± 0.28	3.2	9.50	± 0.66	7.0	7.10	± 0.02	0.3	8.41	± 0.34	4.0
Ta	2.34	± 0.19	8.0	2.18	± 0.11	5.2	2.10	± 0.05	2.4	1.97	± 0.09	4.7
Tb	0.97	± 0.03	2.6	1.06	± 0.07	6.5	0.86	± 0.04	4.2	1.02	± 0.06	6.0
Th	16.7	± 0.4	2.5	16.4	± 0.3	1.9	15.8	± 1.0	6.3	14.6	± 0.4	2.9
Ti%	0.79	± 0.06	7.9	0.87	± 0.07	7.9	0.68	± 0.05	6.8	0.86	± 0.05	5.6
U	3.62	± 0.42	11.7	3.32	± 0.27	8.3	3.13	± 0.45	14.4	3.18	± 0.11	3.6
W	2.99	± 0.34	11.3	3.00	± 0.29	9.4	3.22	± 0.48	14.9	2.81	± 0.28	10
Yb	3.09	± 0.24	1.7	3.57	± 0.25	7.1	3.10	± 0.08	2.6	3.72	± 0.21	5.6
Zn	68.0	± 24.1	35.5	34.0	± 7.0	20.7	32.1	± 1.6	5.0	34.3	± 8.2	24
Zr	323	± 48	14.8	318	± 55	17.3	336	± 1.5	0.5	356	± 53	15

Proben (n = 3 bis n = 9) bestehenden Gruppen Mom 1 bis Mom 3 größere Abweichungen zeigen. Hieraus zeigt sich, dass ein kleiner Teil der Scherben eine größere Inhomogenität der Tone abbildet, welches sich auch in der Untersuchung von Bardet (1995: 219) andeutet: ‘In several other elements there was a rather erratic inhomogeneity, which remains unexplained’.

Aus den divergierenden Elementmustern des Siegburger Tones ist erkennbar, dass die natürliche Variationsbreite für diese tertiären Tone größer ist als die von Mommsen (1987) für Tone mit 5-8, selten >10 Rel.-% angenommene Streuung. Bei kritischer Betrachtung lässt dies vermuten, dass die statistische Auswertung bei zu eng gezogenen Grenzen zur Bildung von „Substrukturen“ in Form von künstlichen Untergruppen führt, die keine geologisch begründete Relevanz aufweisen (zufällige Gruppenbildung) – nicht zuletzt belegt durch die geringe Anzahl der Proben in Mom 1 bis Mom 3. Da an einer einzigen Tonprobe die natürliche Variationsbreite nicht erfasst werden kann, besteht – pointiert formuliert – die Gefahr einer zufälligen Gruppenbildung allein aufgrund statistischer Randbedingungen, denn die Homogenität der Tone bei der Sedimentation wird durch natürliche Prozesse, dagegen nicht durch die Formalismen der Statistik bestimmt.

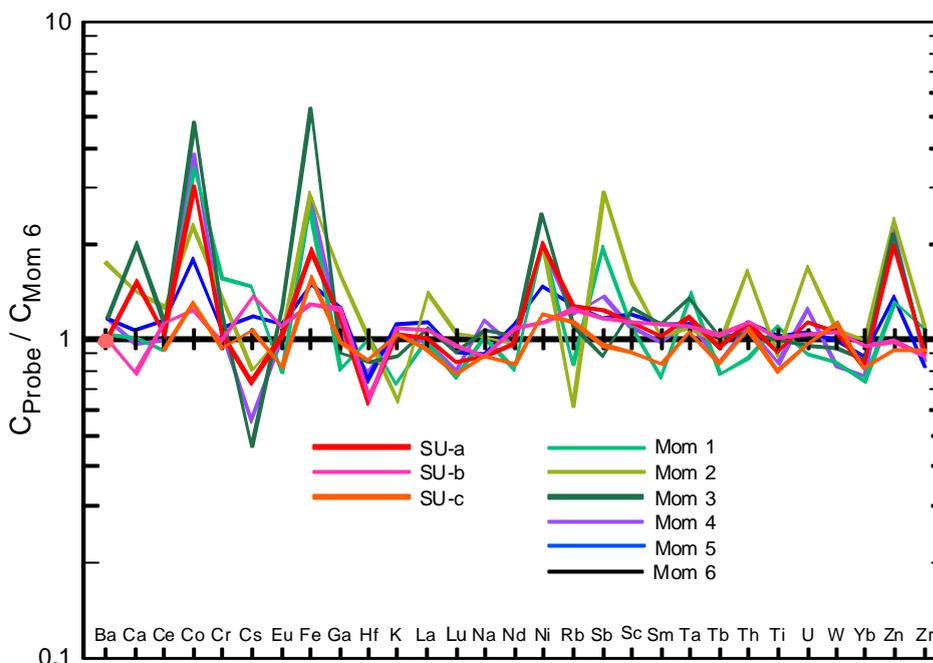


Abb. 6.8: Multielement-Diagramm (Spidergramm) für Siegburger Keramik, im Vergleich mit den von Mommsen et al. (1995) ausgewiesenen Untergruppen. Die Mittelwerte der Elementkonzentrationen (Tab. 6.7) sind auf die Gruppe Mom 6 normiert ($C_{Probe}/C_{Mom 6}$), so dass im Diagramm für Mom 6 bei allen Elementen der Wert 1 angenommen wird.

6.3 Vergleich zwischen NAA und RFA

Bei geochemischen Analysen, die an denselben Proben mit unterschiedlichen Verfahren durchgeführt werden, ist zu erwarten, dass die Ergebnisse systematische Abweichungen voneinander zeigen⁹⁴. Da bislang noch kein Methodenvergleich zwischen RFA und NAA an *einem* keramischem Datensatz durchgeführt wurde und von nordwestdeutscher Keramik NAA-Ergebnisse bisher nur für feinkeramische Erzeugnisse vorliegen (z.B. Mommsen et al. 1991a, 1991b, 1995; Jürgens et al. 1993, Stilke et al. 1996), erfolgte im Rahmen dieser Arbeit ein erster Versuch, für einen Teil der Proben die Abweichungen zwischen den Ergebnissen der RFA und NAA zu quantifizieren. Bei der Fragestellung, ob systematische Abweichungen in den Meßwerte für den mit beiden Methoden analysierten Datensatz (Tab. 6.5; Tab. XII) auftreten, ist zu berücksichtigen, dass keine der Methoden einen vollständigen Satz an Elementkonzentrationen liefert, so dass für einen Vergleich nur 14 Elemente zur Verfügung stehen. Die folgenden Ausführungen können zur Klärung der aufgeworfenen Fragen nur einen ersten Ansatzpunkt liefern, da für eine vollständige Diskussion ein extensiver Vergleich von Standards, Messbedingungen und Präparationsmethoden zwischen den Labors in Bonn und Berlin notwendig wäre, der den Rahmen dieser Arbeit übersteigt.

Die Eignung der NAA für die Spurenelement-Analytik beruht auf der Eigenschaft, dass nur eine sehr schwache Aktivierung der in der Keramik enthaltenen Hauptelemente Si, Ti, Al, Fe, Mg, Ca, K, O oder ein schneller Zerfall der entstehenden radioaktiven Isotope erfolgt, so dass die Messung

⁹⁴ Ein Vergleich von Atomabsorption- (AAS) und Neutronenaktivierungsanalysen (NAA; Hancock 1982) wurde durch Rottländer (1985) an Frechener Bartmannware durchgeführt.

der Spurenelemente ohne störenden Untergrund durchgeführt werden kann. Die Messung von Ca und Ti erfordert darüber hinaus die gleichzeitige Bearbeitung der Spektren und dafür eine unabhängige Bestimmung des Ca-Gehaltes über eine schwache Linie. Bei niedrigen Ca-Konzentrationen können somit hohe statistische Fehler auftreten (Mommsen 1987). In die notwendige Berechnung der Absorptionskorrektur gehen bei der NAA die Konzentrationen aller gemessenen Elemente ein, d.h. es können systematische oder konzentrationsabhängige systematische Fehler bei den berechneten Konzentrationen auftreten. Zudem werden bei der NAA die für eine Absorptionskorrektur notwendigen Konzentrationen der Hauptelemente nicht erfasst, wobei die Messung des an Tonminerale absorbierten Vanadiums nicht erfolgt.

Durch die hohe Empfindlichkeit der NAA ist diese Methode zur Erkennung und Auflösung von Elementmustern besser geeignet als die RFA und benötigt eine vergleichsweise sehr geringe Probenmenge (0,08 g bei NAA gegenüber 1 g bei RFA). Zusätzlich ist zu beachten, dass für die RFA die Ausgangsprobenmenge von etwa 1 bis 5 g vollständig aufgemahlen sein muss, während bei der Probenahme für die NAA mittels eines Saphir-Spitzbohrers (Dm 10 mm) Material aus der Scherbe entnommen wird und der restliche Scherben unverändert bleibt. In Analogie zur Definition der Homogenität eines Gesteinsgefüges⁹⁵ muss das analysierte Volumen für die Probe repräsentativ sein und damit der korngößenabhängige Homogenitätsbereich kleiner als der Probennahmebereich. Bei der Probenahme für die NAA erfordert dies wegen der kleinen Probenmengen eine höhere Homogenität des Probevolumens, so dass im Falle der Untersuchung von grobkeramischem Material wie Granitgrusware die analysierten Konzentrationen aufgrund des hohen Probennahmefehlers nicht repräsentativ für die gesamte Scherbe sein müssen (vgl. Maggetti et al. 1981: 29).

Bei der chemischen Analyse einer Probe ist neben der Repräsentativität zusätzlich zu berücksichtigen, dass gegenüber dem reinen Ton durch Quarz die Konzentrationen der übrigen Elemente relativ gesehen nur verringert werden, während zusätzliche Mineral- und Gesteinsfragmente bei einem Teil der Haupt- und Spurenelemente erhebliche Abweichungen bewirken und somit das Elementmuster des Tones verändern bzw. maskieren können, welches die Interpretation der Messergebnisse wesentlich beeinflusst (Bardet 1995).

Aus der graphischen Darstellung der zu vergleichenden Element-Konzentrationen (Abb. 6.9) ist ersichtlich, dass anhand der Konzentrationen von Ba, Ce, Cr, Fe₂O₃, K₂O, La, Rb und TiO₂ eine Gruppentrennung möglich ist, während bei CaO (Nulldaten!), Na₂O, Ni, Th, Zn und Zr als Folge einer relativ großen Streuung eine Gruppenüberlappung auftritt. Außer bei Cr, K₂O und Rb sind systematische Abweichungen von der 1:1 Korrelation erkennbar. Für die Deutung der systematischen Abweichungen zwischen den Konzentrationswerten sind die unterschiedlichen Auswerteverfahren der RFA und NAA zu berücksichtigen (z.B. Schneider 1978, Mommsen 1987). Bei CaO sind die Konzentrationen generell <1 Gew.-%, so dass der relative Fehler bei der NAA aufgrund der geringen Linienintensität hoch ist. Nulldaten ergeben sich dann, wenn durch die Absorptionskorrektur ein Konzentrationswert < 0 Gew.-% berechnet und der Wert daher auf 0 Gew.-% gesetzt wird. Die im Falle von TiO₂ feststellbare konzentrationsabhängige Abweichung von der 1:1-Korrelation kann nicht auf den geringen Ca-Konzentrationen beruhen, sondern ist – wie auch die Abweichungen bei anderen Elementen – wahrscheinlich auf Effekte der Absorptionskorrektur zu-

⁹⁵ Ein Bereich ist homogen in Bezug auf bestimmte Formelemente, wenn Teilbereiche daraus miteinander vertauschbar sind, ohne das Gesamtgefüge zu verändern (Karl 1964).

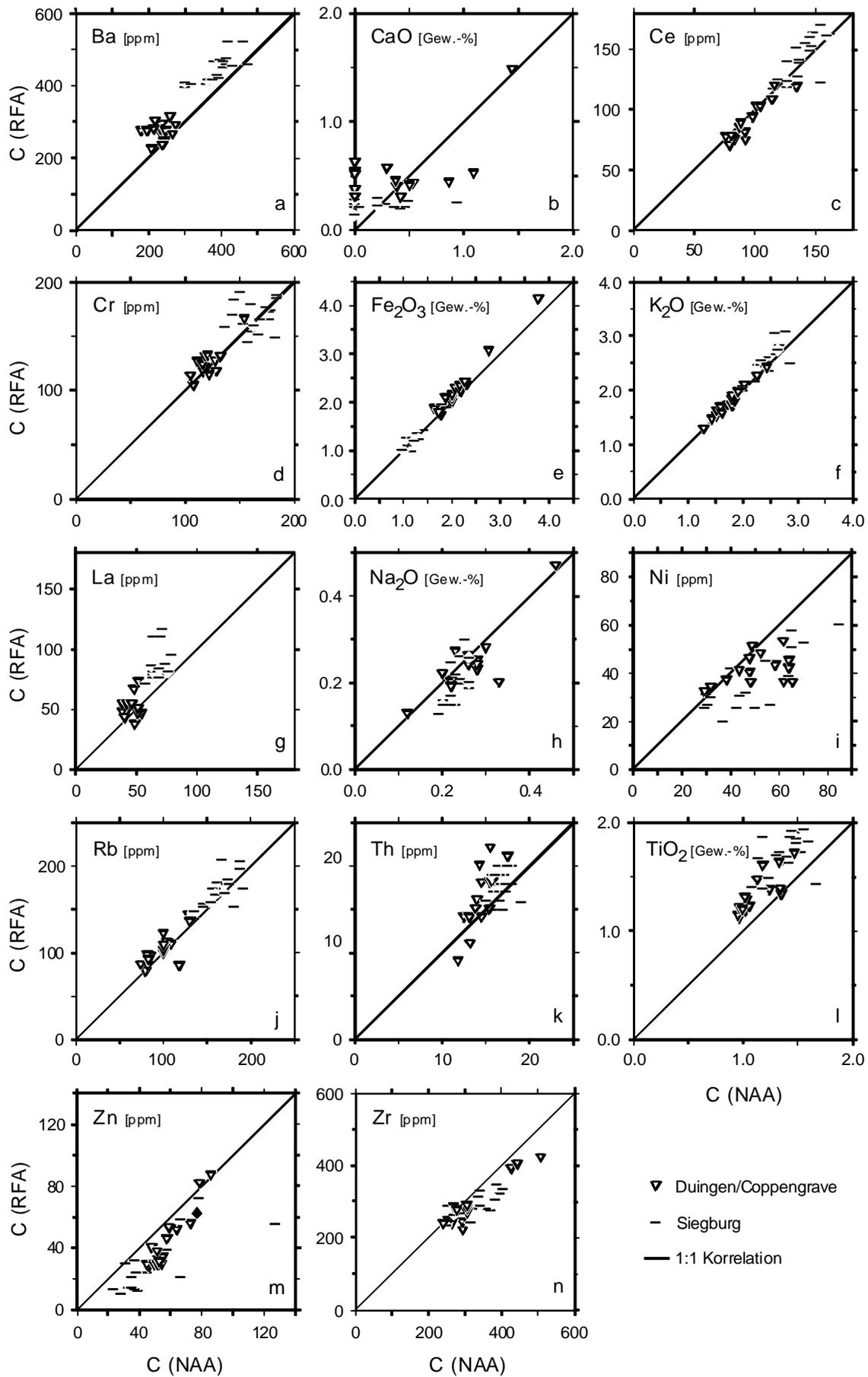


Abb. 6.9: Vergleich der Analysendaten zwischen RFA und NAA der Keramik aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland (Siegburg).

Tab. 6.8: Vergleich Mittelwert (*M*) und Streuung (*s*) der mit NAA und RFA ermittelten Konzentrationsdaten (ohne CaO wegen Nulldaten).

	Südliches bzw. mittleres Niedersachsen n = 15						Rheinland (Siegburg) n = 18					
	NAA			RFA			NAA			RFA		
	M	s	%	M	s	%	M	s	%	M	s	%
Ba	230 ±	25.9	11.2	273 ±	23.8	8.7	386 ±	47.7	12.4	448 ±	37.9	8.5
Ce	95 ±	16.3	17.1	90 ±	16.4	18.3	139 ±	13.5	9.7	144 ±	17.5	12.2
Cr	121 ±	12	7.9	124 ±	13.6	11.0	164 ±	13.3	8.1	169 ±	12.7	7.5
Fe ₂ O ₃	2.17 ±	0.52	24.0	2.30 ±	0.59	25.7	1.25 ±	0.28	22.4	1.29 ±	0.31	24.0
K ₂ O	1.77 ±	0.31	17.5	1.77 ±	0.30	16.9	2.44 ±	0.24	9.8	2.54 ±	0.29	11.4
La	44.9 ±	5.4	12.0	57.8 ±	8.8	15.2	66.7 ±	6.1	9.1	84.9 ±	15.6	18.4
Na ₂ O	0.26 ±	0.07	26.9	0.24 ±	0.07	29.2	0.23 ±	0.02	8.7	0.20 ±	0.04	20.0
Ni	50.8 ±	11.7	23.0	41.3 ±	6.3	15.3	48.1 ±	16.4	34.1	36.1 ±	12.4	34.3
Rb	98 ±	17.5	17.9	103 ±	19.0	18.4	162 ±	18.2	11.2	172 ±	20	11.6
Th	14.3 ±	1.5	10.5	16.0 ±	3.6	22.5	16.7 ±	0.8	4.8	17.8 ±	1.6	9.0
TiO ₂	1.14 ±	0.2	17.5	1.30 ±	0.2	15.4	1.40 ±	0.2	14.3	1.70 ±	0.2	11.8
Zn	57.9 ±	12.2	24.0	44.3 ±	18.9	42.7	50.6 ±	25.4	50.2	32.1 ±	20.1	62.6
Zr	321 ±	77	24.0	290 ±	63	21.7	327 ±	49	15.0	289 ±	31	10.7

rückzuführen. Beim gruppeninternen Vergleich zeigt sich für diese beiden Datensätze, dass die Methoden ein äquivalentes Ergebnis liefern, da die Mittelwerte der Konzentrationsdaten bzw. deren Streuung (Tab. 6.8) kaum Unterschiede aufweisen, mit Ausnahme der Spurenelemente La, Th, Ni und Zn. Bei den durch *beide Methoden* erfassten Haupt- und Spurenelementen lässt sich hier zwar eine Gruppentrennung zwischen der Keramik aus dem Düinger und Siegburger Raum über RFA durchführen, eine weitere Differenzierung nach Unterschieden in den jeweiligen Elementmustern ist jedoch nicht möglich.

Als erstes Ergebnis dieses Vergleichs zwischen RFA und NAA zeigt sich, dass eine sinnvolle Gruppentrennung bei geochemisch unterschiedlichen Tonen bereits mit Hilfe der durch RFA bestimmten Konzentrationen erfolgen kann, so dass der Einsatz der kostenintensiveren NAA erst zur Unterscheidung geochemisch sehr ähnlicher, mittels RFA nicht weiter differenzierbarer Tone sinnvoll erscheint.

Bei der alleinigen Anwendung der NAA ist zu berücksichtigen, dass die Konzentrationen von SiO₂, TiO₂, Al₂O₃ und CaO rechnerisch ermittelt und daher mit einem großen Fehler behaftet sind. Dies ist besonders kritisch für SiO₂ und Al₂O₃, aus deren Verhältnis ebenso die unterschiedlichen natürlichen Anteile an Schluff bzw. Feinsand wie auch der Grad der Verdünnung erkannt werden können. In Unkenntnis der genauen Werte kann somit unbeabsichtigt durch die multivariate statistische Analyse eine falsche Gruppierung oder Subgruppenbildung erfolgen, welches durch mikroskopische Untersuchung leicht zu überprüfen ist. Daher ist die mikroskopische Untersuchung für die Interpretation der geochemischen Befunde unerlässlich.

7. Phasenanalytik durch Röntgenbeugung

Der aus dem tonigen Rohstoff abgeleitete Phasenbestand der gebrannten Keramik liegt im submikroskopischen, der Polarisationsmikroskopie nicht zugänglichen Bereich und ist nur über Phasenanalytik durch Röntgenbeugung (Pulver-Röntgendiffraktometrie) zu charakterisieren. Über die Phasen-Assoziationen von Silicaten und Oxiden, die sich aus primären, prograden und teils auch sekundären Phasen zusammensetzen (Kaenel et al. 1982), lassen sich – je nach dem CaO-Gehalt der tonigen Rohstoffe – unterschiedlich differenzierte Aussagen über die beim Brand erreichten Temperaturen gewinnen (z.B. Cultrone et al. 2001; Heimann et al 1980; Jornet 1982; Klenk 1987; Letsch 1982; Maggetti 1986; Noll 1984; Peters & Jenni 1973). Eine detaillierte Überblicksdarstellung über die mineralogischen Aspekte der Keramikherstellung gibt Noll (1991).

Das Brennverhalten wird in hohem Maße von der Anwesenheit der in den tonigen Ausgangsmaterialien in unterschiedlichen Mengen und Korngrößen enthaltenen mineralischen Phasen bestimmt (Schmidt 1976) – im wesentlichen Quarz, Tonminerale, Feldspäte, Fe-Oxide bzw. Fe-Hydroxide. Bei CaO-armer Keramik, wie sie bei den untersuchten Braunschweiger Funden vorliegt, finden im keramischen Brand bei den Tonmineralen zwischen etwa 500 und 1000°C nahezu ausschließlich Entwässerungsreaktionen statt. Die einzelnen Minerale durchlaufen dabei sukzessiv unterschiedliche chemische Reaktionen und Phasentransformationen, deren durch Brennversuche ermittelter Ablauf bei CaO-freien bzw. CaO-armen kaolinitischen und illitischen Tönen bisher nur in wenigen Arbeiten beschrieben wird (i.w. Kaenel et al. 1982; Letsch & Noll 1983; Schwarz 1988).

Im Temperaturbereich bis etwa 600°C finden im Brennprozess neben der Oxidation organischer Bestandteile die Entwässerung der Tonminerale statt sowie der Zerfall von Kaolinit in (röntgenographisch nicht nachweisbaren) Metakaolinit bzw. bei etwa maximal 700°C von Chlorit (Grim 1968; Salmang & Scholze 1968; Brindley & Brown 1980). Je nach vorherrschendem Tonmineral (illitischer bzw. kaolinitischer Ton) erfolgt der Zerfall von Illit im Bereich von 850/950°C bzw. 950/1050°C (Noll 1991: Tab. 10; Details siehe Grim 1968; Murad & Wagner 1996), wogegen Quarz und Feldspäte als primäre Phasen in diesem Temperaturbereich weitgehend erhalten bleiben. Als prograde oxidische Fe-reiche Phasen-Neubildungen mit pigmentierender Wirkung treten – abhängig von Sauerstoff-Fugazität (f_{O_2}) und Temperatur – Hämatit bzw. Spinelle (Magnetit und Hercynit) auf. Hierbei ist die Bildung von Hercynit an den Zerfall von Illit gekoppelt, der in Fe-reichen Tönen das für die Hercynit-Bildung benötigte Al_2O_3 bereitstellt. Bei Temperaturen oberhalb ~950/1050°C wird zunehmend röntgenamorphe Schmelzphase gebildet, bis der Anteil an Kalifeldspat vollständig aufgeschmolzen ist, wobei sich der Quarzgehalt vermindert und als charakteristische silikatische Neubildungen bei illitischen Tönen Mullit, bei kaolinitischen dagegen Mullit und Cristobalit hinzutreten. Bei der Bildung von Mullit stehen die Brenntemperatur (isothermes Tempern) und die Reaktionskinetik in Wechselwirkung, so dass in den bei $\geq 1150^\circ C$ gebrannten Steinzeugscherben die Mullitbildung, deren Maß abhängig vom Illitgehalt des tonigen Rohstoffes ist, unmittelbar erfolgt (Schuster et al. 1972). So entsteht Cristobalit nur bei geringen K_2O -Gehalten, da sich sonst Glas mit Kalifeldspat-Zusammensetzung bildet (Hofmann & Untucht 1973).

Aufgrund der Nachweisgrenze von etwa 5 Vol.-% sind Phasenneubildungen röntgenographisch nicht in jedem Falle nachweisbar, welches insbesondere problematisch ist für die Fe-Oxide bzw. Spinelle und auch für den in geringer Menge bei CaO-armer Keramik zu erwartenden Anorthit.

Für die untersuchte Keramik lassen sich die zu erwartenden Phasenassoziationen vereinfacht in den (Modell-)Systemen $K_2O - Al_2O_3 - SiO_2$, $MgO - Al_2O_3 - SiO_2$ und $FeO - Fe_2O_3 - Al_2O_3$ beschreiben (Schairer & Bowen 1955; Osborne & Muan 1960; Roiter 1964; Meyers et al. 1980), welche sich auf Gleichgewichts-Reaktionen beziehen. Vor allem für unterhalb 1000°C gebrannte Keramik

(Schwachbrände) kann dies jedoch nicht immer vorausgesetzt werden, da die physiko-chemischen Randbedingungen sich im Brand schneller ändern als die Reaktion den Gleichgewichtszustand erreicht, so dass experimentell ermittelte Gleichgewichts-Diagramme zur Interpretation der Phasenbeziehungen ohne Berücksichtigung der Reaktionskinetik nur Anhaltspunkte liefern können.

Die Temperaturen für Zerfall und Neubildung der Silikate werden unter Beteiligung von H₂O bis zu einem gewissen Grade (je nach Vorherrschen von Illit oder Kaolinit im Ton) auch durch die Zusammensetzung der Ofenatmosphäre (Sauerstoff-Fugazität fO_2) beeinflusst (Buchin & Erdmann 1986, Schwarz 1988, Winter 1959). Zudem steuert die Sauerstoff-Fugazität durch temperaturabhängige Feststoff-Gas-Gleichgewichtsreaktionen den Oxidationszustand des Fe (Fe³⁺ bzw. Fe²⁺). Hierbei wird die Gleichgewichtsreaktion zwischen Hämatit und Magnetit von den Reaktionen der reinen Gas-Species CO₂ und H₂O im Diagramm $\log fO_2 - T$ bei etwa 1100°C geschnitten (Abb. 7.1), während in Anwesenheit von CO die Gleichgewichtskurve zu niedrigeren T und fO_2 verschoben ist. Bei geringer fO_2 wird Hercynit >850°C durch Reduktion des Fe³⁺ zu Fe²⁺ aus Magnetit in Anwesenheit von freiem Al₂O₃ gebildet. Damit beeinflusst die Sauerstoff-Fugazität die Bildung von feinverteiltem, die Keramik rot bis braun färbendem Hämatit und/oder Maghemit bzw. grau bis schwarz färbendem Magnetit und/oder Hercynit („oxidierender“ bzw. „reduzierender“ Brand). Beim Reduktionsbrand kann, bedingt durch den im Verlauf der Abkühlung im Ofen vorliegenden Temperatur-Gradienten und bei Gleichgewicht zwischen C, CO und CO₂ (Boudouard'sches Gleichgewicht⁹⁶), zusätzlich auch elementarer Kohlenstoff (Graphit) im Scherben und/oder auf der Oberfläche abgeschieden werden, was zu einer stärkeren Abdichtung des porösen Scherbens führt (Buchin & Erdmann 1986; Noll 1991) – auftretend vor allem bei bei Schwachbränden, wie z.B. den früh- bis hochmittelalterlichen Granitgrus-Waren und der Älteren grauen Irdenware.

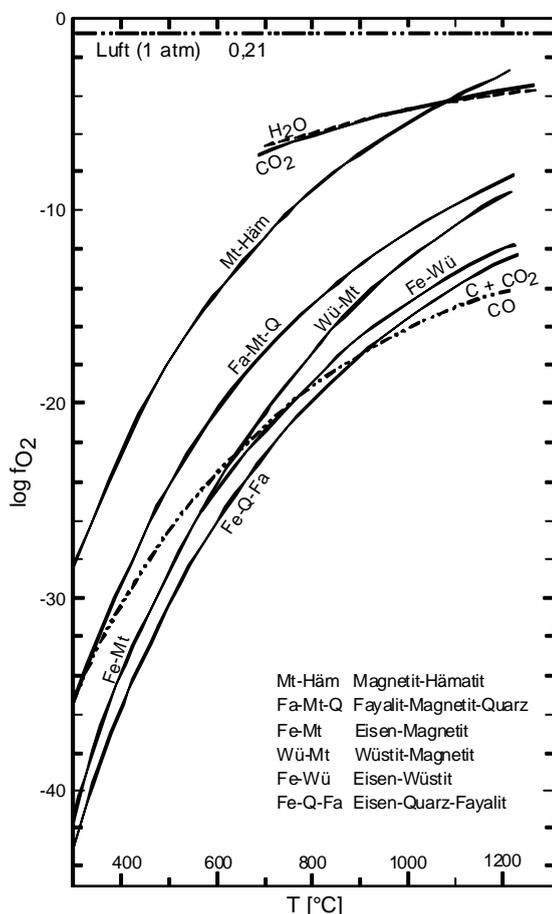


Abb. 7.1: Temperaturabhängigkeit der Sauerstoff-Fugazität ($\log fO_2$) für Fe-Oxid-Puffer und Gas-Reaktionen.

Für die Erfassung des Mineralbestandes der zur Herstellung der Braunschweiger Altstadtfinde verarbeiteten Tone bzw. Lehme wurden ausschließlich Literaturdaten verwendet (Dieck et al. 1980; Kilb & Hennicke 1980; Stein et al. 1981) Aus den vorliegenden Daten zeichnet sich ab, dass in den CaO-armen Tonen des Wealden und des rheinischen Tertiärs in Siegburg unter den Tonmineralen Kaolinit und Illit in unterschiedlichen Verhältnissen vorherrschen, häufig mit geringen Anteilen von Montmorillonit und/oder Chlorit (Kilb & Hennicke 1980; Dieck et al. 1980; Eckhardt et al. 1976; Stein et al. 1981), welches auch für die in Braunschweig bis in die frühe Neuzeit verarbeiteten quartären Tone bzw. Lehme anzunehmen ist, die bislang nur als Quartär einzustufen, aber bisher nicht weiter charakterisierbar sind⁹⁷.

⁹⁶ Boudouard'sches Gleichgewicht: $CO_2 + C \rightleftharpoons 2CO$

⁹⁷ Von den in Norddeutschland verbreitet auftretenden quartären Lehmen bzw. Tonen sind nur wenige Untersuchungen zum Phasenbestand publiziert. So zeigt z.B. der Lauenburger Ton eine sehr variable Zusammensetzung aus im wesentlichen Kaolinit, illitischem Muskovit und Calcit neben Quarz (Stein et al. 1981).

Tab.: 7.1: Zum röntgenographischen Nachweis verwendete Phasen und Intensitäten.

Kristalline Phasen	Chemische Zusammensetzung	JCPDS	d (Å)				Int.				(h k l)				
Quarz	SiO ₂	33-1161	4,26	3.34	2.46	2.28	22	100	8	4	(100)	(101)	(110)	(102)	
Alkalifeldspat	KAlSi ₃ O ₈ – NaAlSi ₃ O ₈	Orthoklas	31-0966	4.22	3.31	3.29	3.24	70	100	60	65	(201)	(220)	(202)	(002) ¹⁾
		Mikroclin	22-0675	4.23	3.29	3.24		58	100	96		(201)	(220)	(002)	
Plagioklas	NaAlSi ₃ O ₈ – CaAlSi ₃ O ₈	Albit	9-0466	3.78	3.68	3.20		25	20	100		(111)	(130)	(002)	
		Oligoklas	20-0548	4.04	3.21	3.18		52	100	64		(201)	(202)	(002)	
		Anorthit	10-0360	4.03	3.75	3.63	3.20	80	80	70	100	(201)	(130)	(131)	(202)
Muscovit/Illit	K ₂ Al ₄ (Si ₆ Al ₂)O ₂₀ (OH) ₄ / K _{2-x} Al ₄ (Si _{6+x} Al _{2-x})O ₂₀ (OH) ₄	Muscovit 1M	7-0025	10.10	5.04	4.49		100	35	90		(001)	(002)	(020)	²⁾
		Illit 1M	29-1496	10.70	5.03	4.52		80	80	60		(001)	(002)	(110)	
μ-Cordierit	Mg ₂ Al ₄ Si ₅ O ₁₈	14-0249	4.51	3.45			20	100			(100)	(101)		³⁾	
Hämatit	Fe ₂ O ₃	33-0664	2.70				100	70			(104)				
Spinell-Gruppe		Magnetit FeFe ₂ O ₄	19-0629	2.53				100				(311)			
		Hercynit FeAl ₂ O ₄	32-0192	2.46				100				(311)			⁴⁾
		Spinell MgAl ₂ O ₄	21-1152	2.44				100				(311)			
Mullit	Al ₆ Si ₂ O ₁₃	15-0776	3.43	3.39	2.69	2.54	95	100	40	50	(120)	(210)	(220)	(111)	
Cristobalit	SiO ₂	11-0695	4.05	2.49			100	20			(100)	(200)			
Calcit	CaCO ₃	24-0027	3.03				100				(104)				
Röntgenamorphe Phasen	Zumeist erkennbar an der Erhöhung des Untergrundes zwischen etwa 15 - 30° 2 Theta														

¹⁾ Die Alkalifeldspat-Modifikationen sind im Einzelfall schwer zu bestimmen. Von den Plagioklasen vor allem durch den Reflex bei 4.22 bzw. 4.23 Å zu unterscheiden
²⁾ In den Granitgruswaren gelegentlich auftretender Muscovit ist im Diffraktogramm an den im Vergleich zu Illit symmetrischer und schärfer ausgebildeten Reflexen erkennbar (Thorez 1975).
³⁾ Überlagerung des (100)-Reflexes bei 4.51 Å mit dem (020)-Reflex von Illit 1M.
⁴⁾ Geringe, zumeist unter der Nachweisgrenze liegenden Mengen. Zusätzlich erkennbar an der Erhöhung der Intensität des (110) - Reflexes des Quarzes bei 2.46 Å (Kaenel et al. 1982).

7.1 Phasenbestand

Für eine Differenzierung der Irdenwaren über den Phasenbestand wurden alle 272 Scherbenproben röntgenographisch untersucht und die Phasen über charakteristische Linien und Intensitäten identifiziert (Tabelle 7.1; Tabelle XIII)⁹⁸. Während bei Irdenwaren bzw. Schwachbränden für die keramiktechnologische Entwicklung zur Differenzierung der Waren die Abschätzung der minimalen bzw. maximalen Brenntemperatur erforderlich ist (z.B. Okrusch et al. 1985, 1986; Nungässer et al. 1985), erscheint im nachhinein eine Unterscheidung zwischen Faststeinzeug und Steinzeug über den Phasenbestand nicht weiterführend, da in beiden Warenarten zumeist beide Hochtemperaturphasen Mullit und Cristobalit auftreten. Aus diesem Grund erfolgte bei Faststeinzeug- und Steinzeugscherben keine weitere Differenzierung über das Auftreten von Cristobalit.

Braunschweiger Keramik und die Keramik der regionalen Töpfereien

Wie bei schwach gebrannter CaO-armen Keramik zu erwarten, treten in den Diffraktogrammen vor allem die Reflexe von Quarz, Feldspäten und – abhängig von der jeweils erreichten Brenntempera-

⁹⁸ Der Phasenbestand wurde qualitativ mit einem Philips-Pulverdiffraktometer PW 1729 (CuKα-Strahlung, Winkelbereich 5 - 40° 2θ) untersucht. Die Mengenverhältnisse der einzelnen Phasen wurden aus den Peakhöhen abgeschätzt.

tur – Glimmer bzw. Illit auf, wobei der Kaolinit-Anteil wegen Umbildung zu Metakaolinit in allen untersuchten Irdenwaren röntgenographisch nicht mehr nachweisbar ist. Während die Scherben der untersuchten Waren braunschweigerischer Herstellung mit Ausnahme von Hämatit (z.T. nachweisbar in der Reoxidationszone der gemantelten Waren sowie in der Fayence-Imitation 230M4) und Spinell nahezu ausschließlich primäre Phasen aufweisen, ist in den aus Gebhardshagener Produktion stammenden Funden (Abwurfgrube, Baukeramik) dagegen Mullit häufiger vorhanden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass es sich bei diesen wie auch bei den Wittinger und Eitzumer Funden um Produktionsabfall bzw. Fehlbrände handelt, welche hinsichtlich der

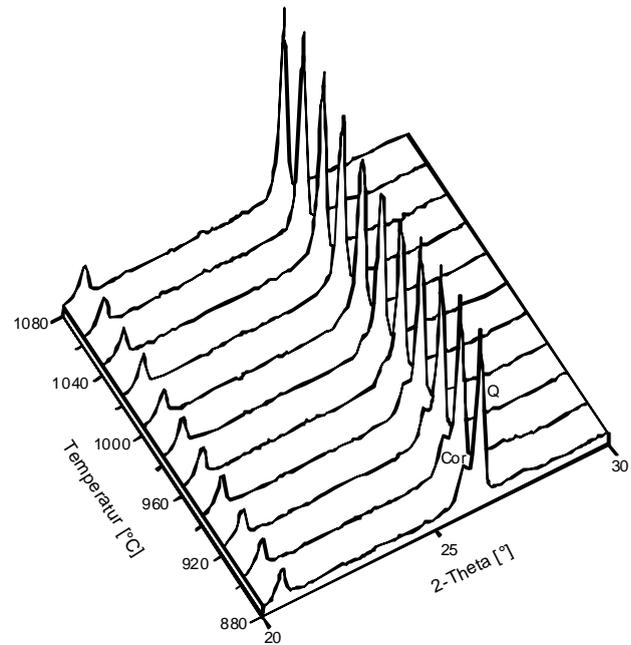


Abb. 7.2: Blockdiagramm der Diffraktogramme von Scherbe 158L (Wittingen) im Nachbrand unter reduzierenden Bedingungen (5%iges Formiergas) als Funktion der Temperatur. Cor - μ -Cordierit, Q – Quarz.

Brenntemperaturen nicht repräsentativ für die dort hergestellte Keramik sind. Der in den untersuchten Scherben auftretende Illit gehört dem Polytyp 1M an und zeichnet sich durch i.d.R. kleine, unscharfe und leicht asymmetrische Reflexe aus (Thorez 1975). Bei höheren Anteilen von Muscovit, wie mikroskopisch vor allem in der schluffig-sandigen Matrix nachweisbar, wird der (001) Basisreflex z.T. von einem scharfen Muscovit-Reflex überlagert. In einigen Scherben der Braunschweiger, Gebhardshagener und Wittinger Keramik ist hexagonaler μ -Cordierit ($(\text{Fe,Mg})_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$) mit einem Reflex bei $d = 3.44\text{\AA}$ nachweisbar (Schreyer & Schairer 1961). μ -Cordierit wurde bei Brennversuchen zur Kröninger Irdenware von CaO-armen illitischen Tonen unter stark reduzierenden Bedingungen zwischen 800 und 900°C erstmals durch Schwarz (1988) beschrieben. Ein eigener Nachbrand an der chemisch zur Kröninger Irdenware weitgehend identischen Scherbe 158L aus Wittingen zeigt übereinstimmend dazu, dass μ -Cordierit oberhalb etwa 950°C nicht mehr nachweisbar ist, so dass hierüber eine zusätzliche Temperaturmarke für CaO-arme Keramik existiert (Abb. 7.2). Aus der chemischen Analyse der Probe 158L lassen sich etwa 5-7 Gew.-% μ -Cordierit berechnen, welches zur Intensität des (101)-Reflexes kompatibel ist. Unterschiede im Phasenbestand zwischen den gesteinsgrus- und sandgemagerten Braunschweiger Irdenwaren (einschließlich der Funde aus Fallersleben, Königslutter und Bad Harzburg) zeigen sich im wesentlichen im Vorhandensein bzw. Fehlen von Illit sowie in den geringeren Intensitäten für Alkalifeldspat und Plagioklas bei Sandmagerung mit wechselnden, i.d.R. höheren Intensitäten für Alkalifeldspat. Gelegentlich zeigen sich schwache Reflexe von Magnetit. Röntgenographisch nachweisbar ist Illit in allen Scherben der Älteren und Jüngeren Gesteinsgrusware (ausgenommen 32G1 und 34G2, sekundär überfeuert), der Älteren grauen Irdenware sowie in einem Teil der Jüngeren grauen Irdenware. Illit konnte zudem in der bleiglasierter Fayence-Imitation 230M4 nachgewiesen werden, in welcher aufgrund des oxidierenden Brandes Hämatit statt Magnetit vorkommt.

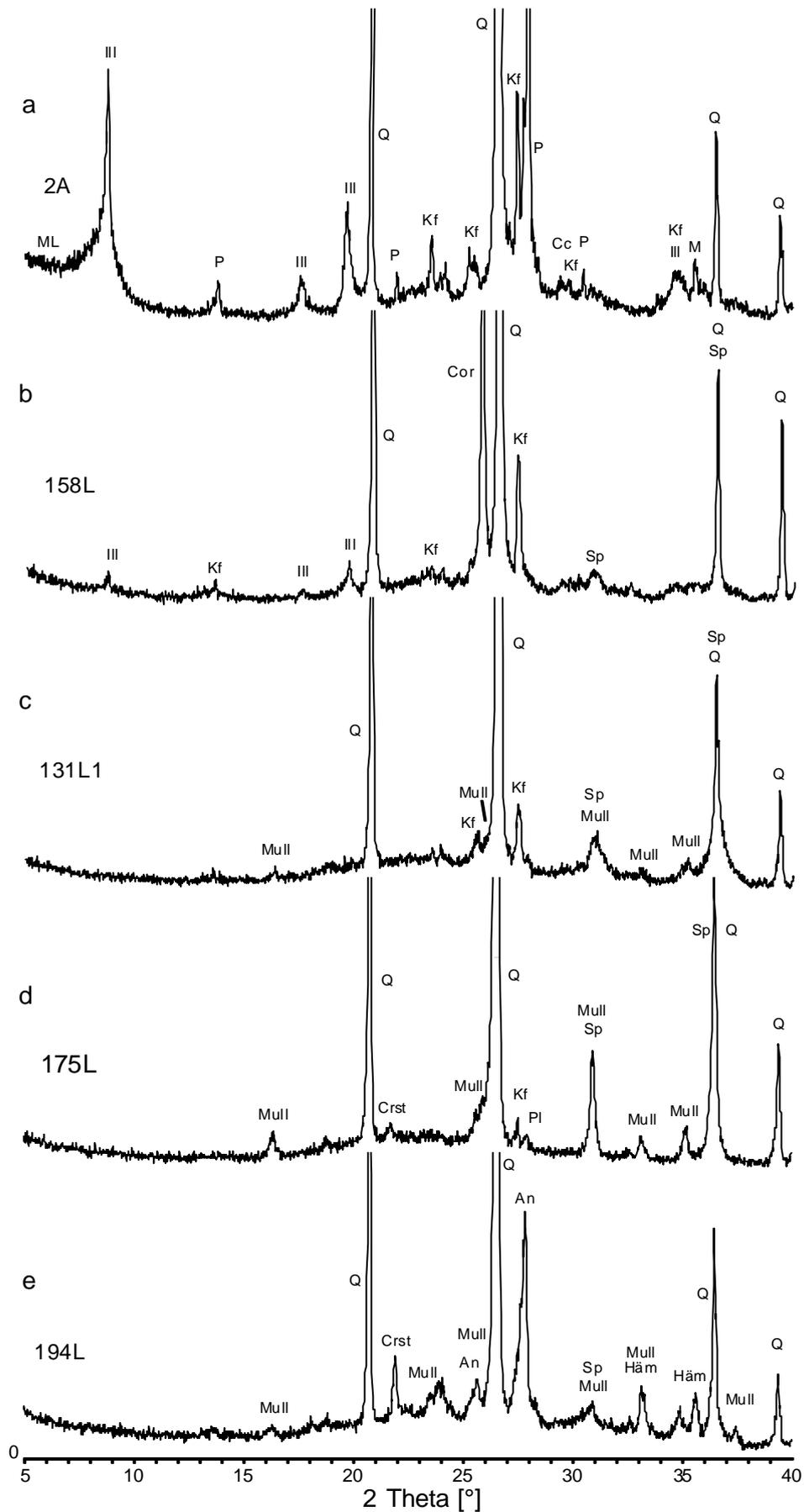


Abb. 7.3: Ausgewählte Röntgendiffraktogramme Braunschweiger Irdenware und der Keramik der Töpfereien. Q - Quarz, Kf - Alkalifeldspat, An - Anorthit, P - Plagioklas, I - Illit, ML - Mixed-Layer, Cor - μ -Cordierit, Häm - Hämatit, Sp - Spinell, Mull - Mullit, Crst - Cristobalit, Cc - Calcit.

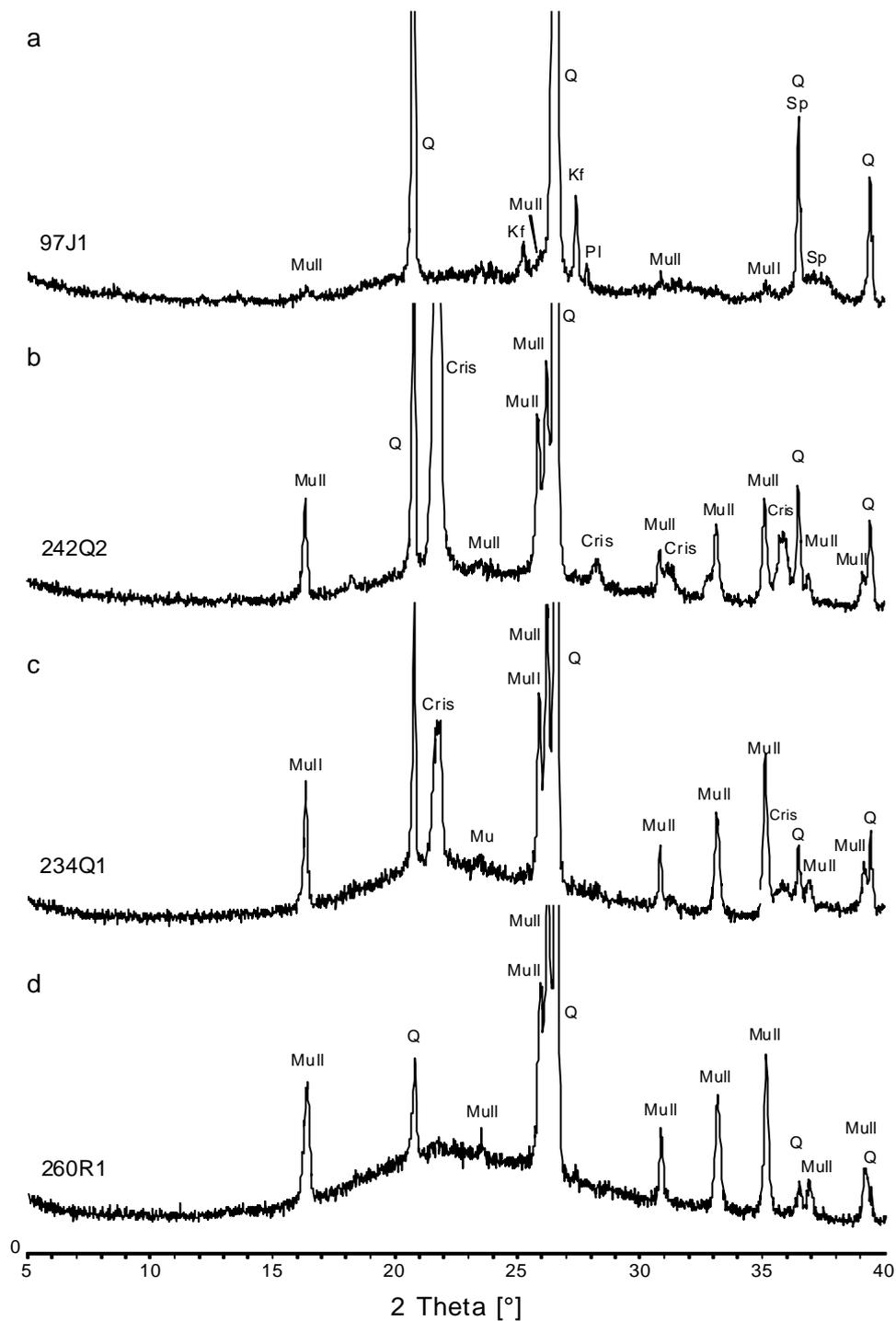


Abb. 7.4: Ausgewählte Röntgendiffraktogramme von Importen aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland (Siegburg). Q - Quarz, Kf - Alkalifeldspat, Mull - Mullit, Crst - Cristobalit.

In den Diffraktogrammen der Granitgruswaren tritt gelegentlich ein ausgeprägter Reflex zwischen 5 und 10° 2 Theta auf (Abb. 7.3a), bei dem es sich um eine schlecht kristallisierte montmorillonitische Mixed-Layer Phase handelt, wobei in der aus Königslutter-Rieseberg stammenden granitgrusgemagerten Scherbe 18E zusätzlich ein Chlorit-Reflex auftritt. Der Zerfall beider Phasen im Nachbrand bereits bei Temperaturen <500°C zeigt die sekundäre Bildung der Phasen, wie sie infolge von Rehydratation beim Brand unvollständig zersetzter Mixed-Layer-Tomminerale in Schwach-

Tab. 7.2: Einteilung der Braunschweiger Irdenware und der Keramik der Töpfereien nach dem röntgenographisch bestimmten Phasenbestand.

geschätzte Brenntemperatur	≤850°C				850°C - 950°C		>950/1000°C		
Illit	[Horizontal bar]								
Alkalifeldspat	[Horizontal bar]								
Plagioklas	[Horizontal bar]								
Anorthit	[Horizontal bar]								
+Q Magnetit	[Horizontal bar]								
Hämatit	[Horizontal bar]								
Spinell	[Horizontal bar]								
μ-Cordierit	[Horizontal bar]								
Mullit	[Horizontal bar]								
Cristobalit	[Horizontal bar]								
Braunschweig	A - E: 1 - 18, 54 F: 19-21, 23, 24 G: 25 - 27, 29, 31, 34, 35, 37, 38, 41, 44, 46, 48 - 52 X: 55, 57, 60 - 64, 66, 67, 68 K: 70-73, 75 - 81 Y: 83, 84, (85), 86, 88, 90, 91; J2: 109 ¹⁾ L: 116, 118, 125, 134 ¹⁾ 146, 183, 202	F: 22 X: 69 K: 74 L1: 128 L: 179, 184	G: 28, 30 32, 33, 36, 39, 40, 42, 43, 45, 47 M4: 230	G: 37, 44 X: 56, 58, 59 Y: 82, 87	G: 32 ¹⁾ , 34 ¹⁾ X: (65) K: 75 Y: 89 L1: 120, 124, 126, 129, 133, 135 L3: 148, 150 P1: 152, 153 L: 183, 185, 186 M2: 220, 221	L: 193, 194	M2: 223 M3: 225, 227, 228, 229	L1: 131 L2: 141, 143 L3: 149 L: 165, 167, 170, 174, 175, 177, 178, 180, 181, 187, 192, 200, 201	L: 190
Gebhardshagen	L: 196, 197, 198				L1: 122; L2: 140, 142, 144 P2: 154 L: 166, 168, 169, 171, 176, 182, 188, 189, 191, 199, 203				
Eitzum					L: 172, 173 Z: 249, 250				
Wittingen	L: 159, 161, 164	L: 158, 160			L: 162, 163				

¹⁾ Von Rötting aufgrund der hellgelb-hellgrauen Scherbenfarbe der Gelben Irdenware zugeordnet (vgl. 3.2.3); sekundär überfeuert. Proben in Klammern: keine gesicherte örtlich-braunschweigische Zuordnung.

bränden während der Bodenlagerung auftreten können (Curtois 1973; Maggetti & Schwab 1982; Nungässer & Maggetti 1978, 1981, Nungässer et al. 1985). Im Verlauf der Bodenlagerung hat sich in diesen Schwachbränden nicht selten geringfügig sekundärer Calcit – mikroskopisch sichtbar – abgelagert. In denjenigen Scherben der Jüngerer grauen Irdenware, der Mündelkeramik und der oxidierend gebrannten bleiglasierten Irdenware, in welchen Illit röntgenographisch nicht mehr nachweisbar ist, treten als prograde Phasen Mg-Fe-Spinell bzw. Fe-Spinell (Hercynit) auf, die gelegentlich mit unvollständig umgewandeltem Magnetit koexistieren. Mullit ist bei den bisher untersuchten Scherben aus braunschweigischer Herstellung nur in der in die 2. Hälfte des 13. Jahrhunderts datierten Scherbe 131L1 nachweisbar (Abb. 7.3c) und tritt etwa zeitgleich in der in Gebhardshagen hergestellten Keramik – vermutlich probenauswahlbedingt – in etwa der Hälfte der untersuchten Funde auf (Abb. 7.3d; Tab. 7.2). Bei den Siedlungsfunden ist das aber erst bei den ins 14./15. Jahrhundert datierten Scherben der Fall (L2: 141, 143; L3: 149), wogegen die Gebhardshagener Funde aus dem Ofen bzw. der Abfallgrube ins 13. Jahrhundert datieren. Dass es sich auch bei den zur Fußbodenisolierung verwendeten Gefäßen aus Gebhardshagener Produktion um Fehlbrände handelt, lässt der röntgenographische Nachweis von Cristobalit in Scherbe 190L vermuten, ebenso wie

Tab. 7.3: Einteilung der Keramikimporte aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland (Siegburg) nach dem röntgenographisch bestimmten Phasenbestand.

Illit					
Alkalifeldspat	-----	-----	-----	-----	-----
Plagioklas	-----	-----	-----	-----	-----
Spinell			-----	-----	-----
+Q Hämatit					
Mullit					
Cristobalit					
südliches bzw. mittleres Niedersachsen	J1: 94; J2: 105 V: 209 M1: 218, 219; M3: 224	M4: 226	J1: 93, 95, 96 J2: 1041), 105, 106; J3: 113 L1: 119, 121, 123, 127, 130, 136 V: 206, 207 M2: 222	J1: 92, 97; J2: 98, 100, 101, 102, 103, 108 J3: 110, 111, 112, 114 L1: 117, 132, 138 L2: 139, 145, 147 P1: 151 V: 204 Z: 247, 248 R1: 259, 260, 261 R3: 275	N: 53 ¹⁾ Q2: 241, 242, 243, 244, 245, 246 R2: 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272 Q1: 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240 R1: 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 262, 263, 264 R3: 275, 277
Rheinland (Siegburg)					
geschätzte Brenntemperatur	<850/950°C		>850/950°C		>950/1050°C

¹⁾ Aus Brandschutt, vermutlich sekundär überfeuert.

die ab etwa 900°C einsetzende Neubildung von Anorthit (Heimann et al. 1980; Schmidt 1981) in den beiden durch höhere CaO-Gehalte (ca. 4 Gew.-%) gekennzeichneten Scherben 194L und 195L (Abb. 7.3e). Das Fehlen von Illit in den vier Eitzumer Scherben (Tab. 7.2) deutet auf ähnlich hohe Brenntemperaturen wie bei der Gebhardshagener Keramik hin. Dagegen sind die untersuchten Wittinger Funde durchweg als Schwachbrände einzustufen, wobei sich eine Eingrenzung der Brenntemperatur durch das Fehlen von Illit (162L, 163L) bzw. das Auftreten von μ -Cordierit (158L, 160L) ergibt.

Keramikimporte aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland (Siegburg)

Im Gegensatz zu den in Braunschweig bzw. dem Umland und den regionalen Töpfereien hergestellten Irdenwaren umfasst die im südlichen bzw. mittleren Niedersachsen aus den qualitativ höheren Wealden-Tonen hergestellte Keramik neben Irdenware auch Faststeinzeug und Steinzeug. In den Scherben der gelben als auch der grauen Irdenware ist mit wenigen Ausnahmen kein Illit mehr nachweisbar, wobei in einem Teil auch Mullit auftritt (Abb. 7.4a; Tab. 7.3). In allen untersuchten Faststeinzeug- und Steinzeugscherben treten neben Quarz und z.T. auch Alkalifeldspat sowohl Mullit als auch Cristobalit auf (Abb.7.5b), so dass der Phasenbestand keine Differenzierung zwischen Faststeinzeug und Steinzeug erlaubt.

In den Siegburger Faststeinzeug- bzw. Steinzeugscherben ergab die qualitative Röntgenuntersuchung im Phasenbestand Quarz und Mullit sowie in der Mehrzahl auch Cristobalit (Tab. 7.3; vgl. Kilb & Hennicke 1980). Die Diffraktogramme der von Rötting aufgrund sichtbarer Quarzmagerung dem Faststeinzeug zugeordneten Scherben lassen z.T. geringe Intensitäten des (220)-Reflexes von Alkalifeldspat erkennen, der in den untersuchten Scherben (231-236, 238-240) in verglaster Form vorliegt und als Mineral in der Siegburger Irdenware des 12. Jahrhunderts auftritt (Heide 1971).

Im vereinfachten System $K_2O - Al_2O_3 - SiO_2$ sollte Kalifeldspat oberhalb etwa $1000^\circ C$ bereits vollständig aufgeschmolzen sein (vgl. Maggetti & Rossmann 1981). Es ist nicht zu entscheiden, ob aufgrund der Reaktionskinetik grobe Magerungskörner von Kalifeldspat noch metastabil erhalten bleiben können und/oder die Struktur der Kalifeldspat-Schmelze aufgrund der Isolation der Körner nur unwesentlich von der Struktur des Kalifeldspats abweicht. Hierdurch ließe sich – wie in den Siegburger als auch den südniedersächsischen Faststeinzeug- und Steinzeugscherben – bis etwa $1200^\circ C$ noch nachweisbarer Alkalifeldspat als metastabil interpretieren. Der bei $27,3^\circ 2\theta$ nachweisbare Reflex könnte auch der (400)-Reflex von Leucit sein. Dies würde bedeuten, dass Kalifeldspat inkongruent zu Leucit und Schmelze zerfallen ist. Dünnschliffmikroskopisch lässt sich die Anwesenheit von Leucit in den von Nadel-Mullit durchsetzten verglasten ehemaligen Kalifeldspäten nicht nachweisen, so dass Leucit aus der Matrix stammen müsste, welches wegen des Quarz-Anteils unwahrscheinlich ist. Zur Lösung dieses Problems sind weitere Untersuchungen notwendig.

Exkurs zur Abgrenzung Faststeinzeug/Steinzeug

Nach gängiger archäologischer Praxis ist das wesentliche formale Kriterium zur Abtrennung des Faststeinzeugs vom Steinzeug das makroskopisch erkennbare Auftreten von Quarzkörnern der Magerung, welches als Beleg dafür gewertet wird, dass der Scherben noch nicht völlig versintert ist. Für die Dichte des Steinzeugs maßgeblich ist der Versinterungsgrad der Matrix, nicht aber der Magerung, wie es sich an der geringen Wasseraufnahme des „Faststeinzeugs“ zeigt und mineralogisch-phasenpetrologisch nachweisen lässt.

Der Phasenbestand während der Aufschmelzung im Gleichgewicht lässt sich in den Modellsystemen $NaAlSi_3O_8-KAlSi_3O_8-SiO_2$ und $K_2O-Al_2O_3-SiO_2$ darstellen (Abb. 7.5a,b). Die erste Schmelze entsteht für kaolinitreiche Zusammensetzungen bei etwa $990^\circ C$ (eutektische Schmelze E; Abb. 7.5a, b). Nachdem sämtlicher Alkalifeldspat aufgeschmolzen ist (Abb. 7.5a), koexistiert die Schmelze bei weiterer Aufheizung oberhalb etwa $990^\circ C$ mit Tridymit und Mullit, bis Tridymit vollständig aufgeschmolzen ist. Bei weiterer Temperaturzunahme liegt neben Schmelze bis zur vollständigen Aufschmelzung nur Mullit vor. Im Modellsystem $NaAlSi_3O_8-KAlSi_3O_8-SiO_2$ (Abb. 7.5b) bewegt sich der darstellende Punkt der Schmelzen-Zusammensetzung zunächst auf der Feldergrenze zwischen Alkalifeldspat und Tridymit, bis sämtlicher Alkalifeldspat aufgeschmolzen ist, bei höheren Temperaturen dann auf einer geraden Linie im Stabilitätsfeld des Tridymit in Richtung auf die SiO_2 -Ecke. Bei Temperaturen zwischen 1200 und $1400^\circ C$ koexistiert die Schmelze immer mit Tridymit und Mullit. Ist in der Keramik SiO_2 in Siltkorngröße vorhanden, nimmt dieses wegen der größeren Oberfläche bevorzugt an der Aufschmelzungsreaktion teil. Liegen jedoch in der Magerung gröbere Quarzkörner vor, reagieren diese im Rahmen der Aufschmelzung randlich mit der Schmelze, werden aber nicht vollständig aufgeschmolzen. Bei einer gegebenen Temperatur koexistiert im Gleichgewicht mit der Schmelze immer derselbe Anteil an SiO_2 , unabhängig von der Korngröße, d.h. das Auftreten von makroskopisch sichtbaren Quarzkörnern ist kein phasenpetrologisches Merkmal für den Aufschmelzungs- bzw. Versinterungsgrad der Matrix. Aus phasenpetrologischer Sicht ist daher eine makroskopische Unterscheidung zwischen Faststeinzeug und Steinzeug nicht gerechtfertigt, so dass eine definitive Zuordnung allein auf den Ergebnissen naturwissenschaftlicher Untersuchungen basieren kann.

Bei der Anwendung dieser Gleichgewichts-Diagramme auf die tatsächlichen Verhältnisse ist zu berücksichtigen, dass andere Komponenten, vor allem die Fe- und Alkali-Oxide, die Aufschmelzungstemperaturen (Eutektikum) erniedrigen. Als Folge des generell in Keramik herrschenden Ungleichgewichtes bildet sich bei Temperaturen ab etwa $1000^\circ C$ statt des stabilen Tridymit metastabiler Cristobalit, welches im Gleichgewichtsfall erst oberhalb von $1470^\circ C$ möglich sein würde (Correns 1968: 170; Kracek 1953: cit. in Levin et al. 1964: 84-85).

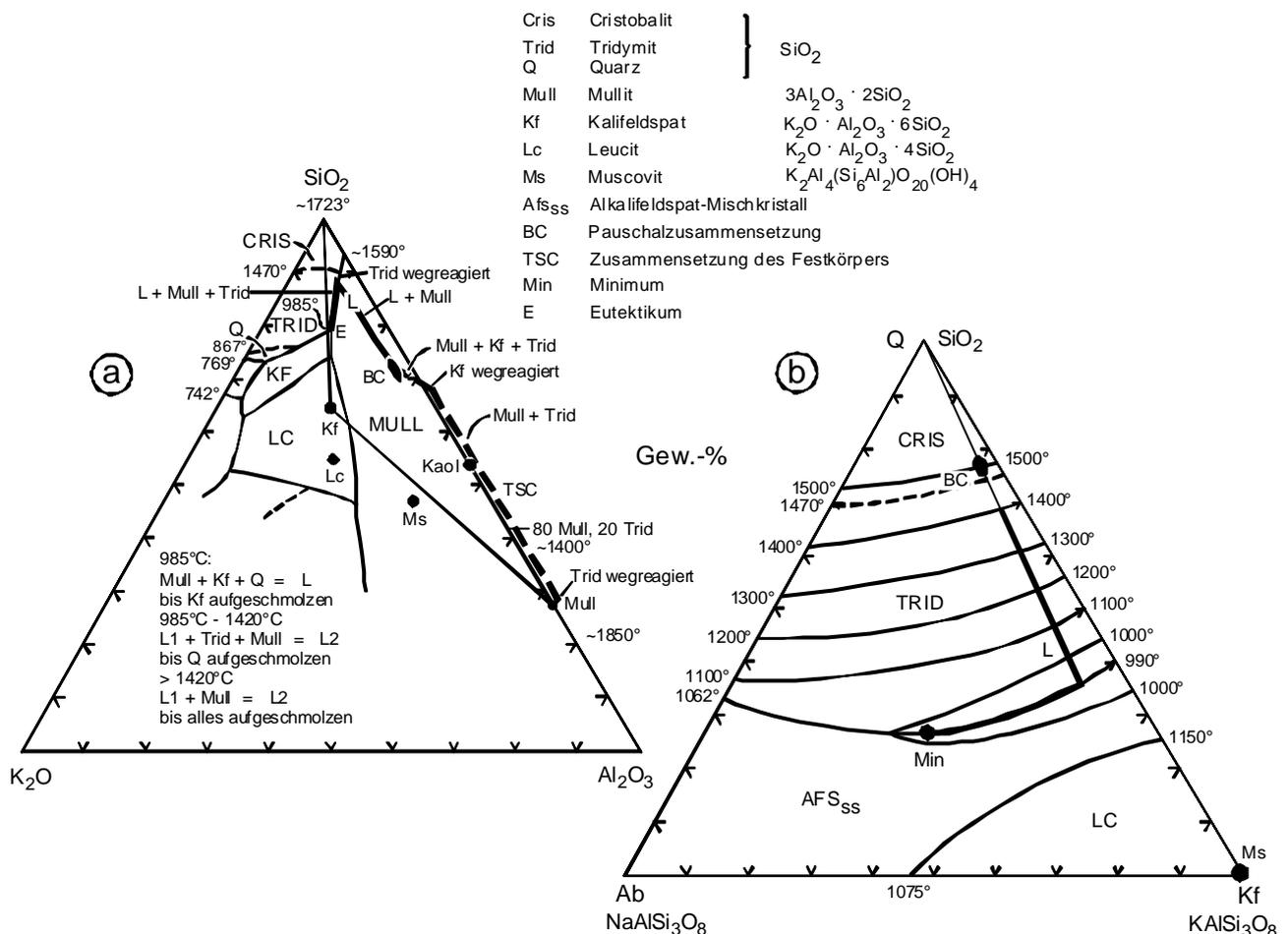


Abb. 7.5: Gleichgewichts-Phasendiagramme der Systeme (a) $K_2O-Al_2O_3-SiO_2$ und (b) $NaAlSi_3O_8-KAlSi_3O_8-SiO_2$. Die Pauschalzusammensetzung (BC) repräsentiert das Siegburger Steinzeug, die Zusammensetzung der Schmelze (L) ist durch eine durchgezogene Linie angegeben (a), die Zusammensetzung des mit der Schmelze koexistierenden Festkörpers (TSC) durch eine gestrichelte Linie.

7.2 Abschätzung der Brenntemperatur

Da bei CaO-armen Tonen unterhalb etwa 1000°C charakteristische Phasenumwandlungen fehlen, sind Rückschlüsse auf die ungefähr erreichten Brenntemperaturen bei Schwachbränden über den Phasenbestand kaum möglich – insbesondere dann, wenn für die Thermometrie keine Kenntnis über den vorherrschenden Tonmineraltyp vorliegt (Noll 1984, 1991). Genauere Aussagen über den Zerfall der Tonminerale und die Bildung von Mullit sind nur zu erreichen, wenn an hinsichtlich der mineralischen Zusammensetzung identischen oder ähnlichen tonigen Rohstoffen unter gleichartigen physiko-chemischen Bedingungen Brennversuche durchgeführt werden, wobei über CaO-arme und unter reduzierenden Bedingungen gebrannte Tone nur wenige Arbeiten vorliegen (Letsch 1982, Schwarz 1988). Nachbrände an Scherbenfunden dagegen können nur Teilinformationen liefern, da die Zerfallstemperatur von Kaolinit und primärem Chlorit zumeist bereits überschritten ist.

Für die in Braunschweig bzw. im Umland bis ins 12./13. Jahrhundert entweder im offenen Feldbrand (Meilerbrand) oder in Töpferöfen hergestellte Granitgrusware sowie die Ältere graue Irdeware stellen das Fehlen von Kaolinit und Chlorit sowie der Nachweis von Illit im Phasenbestand die wesentlichen Temperaturmarken dar, so dass der Brand dieser Waren generell bei Temperaturen

zwischen etwa 700°C und maximal 850/900°C geschah, wie auch dilatometrische Messungen an ausgewählten Scherben zeigen⁹⁹ (Abb. 7.6; vgl. Scholz & Rötting 1995). Hierbei ist zu beachten, dass nach Schneider (1989a) aufgrund des Temperaturgradienten von > 100°C innerhalb des Ofens die Übertragung der an *einzelnen* Scherben einer Ware bestimmten Brenntemperatur auf die gesamte Ware unter statistischen Gesichtspunkten ($n \geq 10$) sinnlos ist.

Gemessen wurden Dehnung und Schwindung in Abhängigkeit von der Temperatur, ausgehend von der Überlegung, dass die beim Brennen ablaufenden Prozesse reversibel sind. Beim erneuten Aufheizen eines Scherbens über die ursprüngliche, maximal erreichte Brenntemperatur hinaus setzten die im Originalbrand unterbrochenen Volumensänderungen rasch wieder ein und ermöglichen im Übergangsbereich Aufheizkurve – ursprüngliche Brennkurve des Dilatogramms eine ungefähre Bestimmung der originären Brenntemperatur. Bei Schwachbränden unterhalb der Versinterungstemperatur geschieht dies durch Anlegen einer Tangente im Übergangsbereich der beiden Kurven, bei Keramik, in der beim Brand die Versinterungstemperatur erreicht bzw. überschritten wurde, durch Ermittlung der Äquivalenztemperatur $T_{eq} = (T_E - T_s) + T_s$. 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 (Heimann 1979). Die Abweichung zwischen der durch Anlegen einer Tangente und Bestimmung der Äquivalenztemperatur ermittelten Brenntemperaturen ist bei den untersuchten Schwachbränden relativ gering und liegt innerhalb der Ablese- bzw. Messgenauigkeit von etwa $\pm 20^\circ\text{C}$ (vgl. Heimann 1976, 1979).

Innerhalb des Temperaturbereiches zwischen etwa 700 und 850°C sind im Phasenbestand teilweise Unterschiede erkennbar (Tab. 7.2), eine Abgrenzung der Gesteinsgruswaren von der Älteren grauen Irdenware über die Brenntemperatur ist jedoch kaum bzw. nicht möglich und herstellungsbedingt auch wenig sinnvoll. Höhere Glühverluste mit bis zu 5.7 Gew.-% und eine z.T. sehr geringe Brandhärte weisen auf relativ niedrige Brenntemperaturen zwischen etwa 700° und 800°C hin. Knapp unterhalb 800°C liegt auch die Brenntemperatur der mit Kalkgrus gemagerten grauen, schwach hellrot gemantelten Scherbe 54C (Abb. 7.6) und damit im Bereich der kritischen Temperatur des von der Brenndauer und vom CO₂-Partialdruck abhängigen Carbonatzerfalls, welcher unter Atmosphärendruck bei etwa 900°C einsetzt, in reduzierender Atmosphäre dagegen bereits bei 750 - 800°C (Okrusch et al. 1973; Scharff 1988). Bei röntgenographischem Nachweis von Spinell (Hercynit) und/oder μ -Cordierit dagegen wurden – im Einzelfall verbunden mit Glühverlustwerten von < 1 Gew.-% (Tab. 7. 2; Tab. VIII) – Temperaturen deutlich über 800 bzw. 850°C erreicht. Hier weist der (110)-Reflex des Illites bei $d = 4.48\text{Å}$ zudem eine geringe Intensität auf, der nach Noll (1992) bis etwa 900-950°C nicht wesentlich geschwächt wird.

Brenntemperaturen über den Stabilitätsbereich des Illites hinaus (>850/950°C) wurden, wie sich aus dem vorliegenden Scherbenmaterial abzeichnet, in Braunschweig erst ab dem 12./13. Jahrhundert erreicht und lagen teilweise schon über 950/1000°C (131L1). Bis um etwa 1000°C gebrannt wurde dilatometrischer Untersuchungen zufolge (Hennicke & Huismann 1985, Schraven 1980, Schraven et al. 1985) zu dieser Zeit auch in SZ-Gebhardshagen, während nach Ausweis der bisher untersuchten Funde die Eitzumer und Wittingener Töpfer diesen Temperaturbereich beim Brand nicht erreichten (Tab. 7.2; Abb. 7.6; Tab. XIII). Dies trifft auch für die beiden von Rötting der Ware Z

⁹⁹ Durchgeführt am Institut für Werkstoffwissenschaften III (Glas und Keramik) in Erlangen unter Verwendung eines Horizontal-Dilatometers (Eigenkonstruktion). Die mittels Diamantsäge aus den Scherben herausgeschnittenen Stäbchen (etwa 5 x 5 x 40-50mm) wurden nach Trocknung bei 105°C in Luftatmosphäre mit 5°C/min. erhitzt.

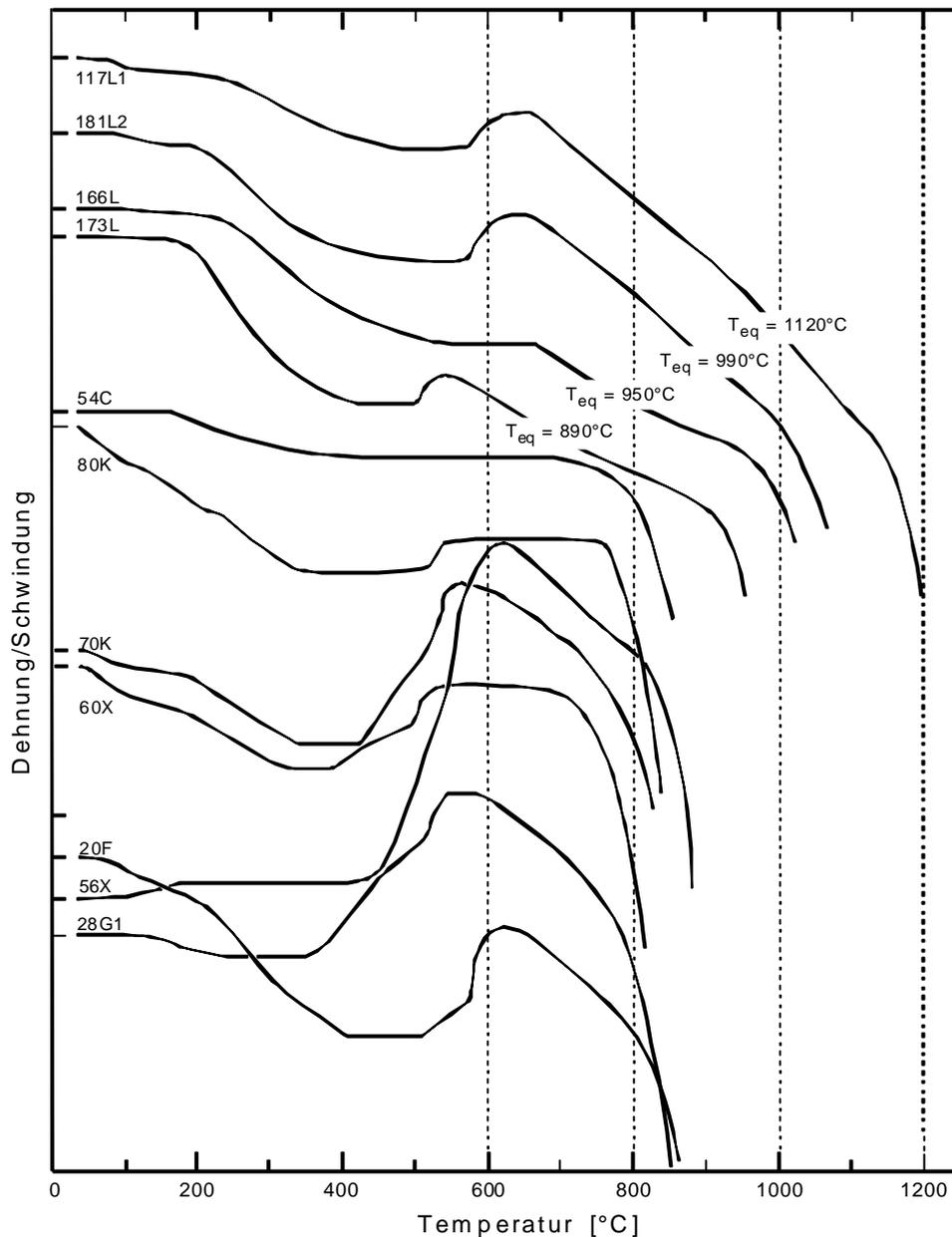


Abb. 7.6: Dehnungs-Schwindungs-Kurven von Keramik der Granitgrusware (F, G), der Kalkgrusware (C) sowie der Älteren und Jüngeren grauen Irdenware (K, L) aus Braunschweig, SZ-Gebhardshagen (166L, 181L2), Eitzum (173L) und dem südlichen/mittleren Niedersachsen (117L1).

(Übergang Irdenware/Faststeinzeug) zugeordneten Scherben 249Z und 250Z¹⁰⁰ zu, die sich durch eine geringe Wasseraufnahme von 4,1 bzw. 6,4 Gew.-% auszeichnen, trotz des Fehlens von Mullit. Dies ist verständlich, da die hohen Fe₂O₃- und K₂O-Gehalte von etwa 8 bzw. 3 Gew.-% die Sinterungstemperatur in (stark) reduzierender Atmosphäre deutlich herabsetzen.

Für die Braunschweiger Keramik stellt der parallel zum Wandel in der Magerungsart vollzogene Übergang von der Älteren grauen zur Jüngeren bzw. Jüngsten grauen Irdenware durch Überschreiten des Illit-Stabilitätsbereiches damit auch beim keramischen Brand einen sichtbaren technologischen Fortschritt dar. Diese Temperaturmarke jedoch ist, wie aus Tabelle 7.2 erkennbar, infolge von

¹⁰⁰ Scherbe 250Z vermutlich sekundär überfeuert (vgl. Abschn. 3.1.2).

herstellungsbedingten Übergängen generell für eine Differenzierung zwischen „Älteren“ und „Jüngeren“ Waren kaum geeignet. Dass das Auftreten von Mullit in klingend hart gebrannter Braunschweiger grauer Irdenware Folge einer intentionellen Brandführung ist, kann trotz der (auswahlbedingt) geringen Anzahl verhandelter Keramikfunde mit Mullitnachweis angenommen werden.

Die Scherben der aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen importierten grauen und gelben Irdenwaren zeigen bei Brenntemperaturen von etwa 800 - 950°C (Stephan 1981) ähnliche Phasenbestände wie die Irdenwaren des Norddeutschen Tieflandes. Es zeichnet sich allerdings eine klare Tendenz zu höheren Brenntemperaturen ab¹⁰¹ (Tab. 7.2; Abb. 7.6), die einerseits mit den sinterfähigen Wealden-Tonen im Zusammenhang steht, andererseits mit dem Bestreben der betreffenden Töpfer, Faststeinzeug bzw. Steinzeug zu produzieren – wobei es entwicklungsgeschichtlich bei den ins 14./15. Jahrhundert datierten Scherben keine Rolle spielt, ob es sich um Faststeinzeug oder Steinzeug handelt, da dies zeittypische Waren sind. Die Brenntemperaturen für Faststeinzeug und Steinzeug sind hinlänglich bekannt (Bardet 1995; Kilb & Henicke 1980; Hähnel 1987, 1992; Schlünz 1981) und liegen, ebenso wie bei den rheinischen Importen, etwa zwischen 1050 und 1400°C.

¹⁰¹ Vgl. hierzu Stephan (1988, 2000).

8. Porositäts-Untersuchungen

Keramische Erzeugnisse weisen ein mehr oder weniger großes Porenvolumen auf, dessen Größe abhängig ist von der mineralischen Zusammensetzung des verwendeten Tones, der Magerung sowie von Trocknung, Brennatmosphäre und Brenntemperatur¹⁰², wobei die Qualität gebrannter Keramik bis zu einem gewissen Grad durch die Fähigkeit und Erfahrung des Töpfers mitbestimmt wird (Maggetti & Kahr 1981; Maggetti 1989). Im komplexen Porensystem keramischer Erzeugnisse kann der Anteil an offenem (kommunizierendem) oder geschlossenem (nicht kommunizierendem) Porenraum stark variieren, wodurch sich eine Einteilung in poröse oder dichte Keramik ergibt, deren willkürlich zur Abgrenzung festgelegte Werte aufgrund von kontinuierlichen Übergängen jedoch nur grobe Anhaltspunkte liefern können (Hennicke 1967).

Die bisher durchgeführten, relativ wenigen Porositäts-Untersuchungen zu vor- und frühgeschichtlicher, römischer und mittelalterlicher Keramik (z.B. Brongers 1983; Burmester et al. 1984/85; Hähnel 2000; Hangst 1984; Heimann 1982; Kilb & Hennicke 1980; Okrusch et al. 1986; Schlünz 1981; Strunk-Lichtenberg 1971, 1975, †2000; Strunk-Lichtenberg et al. 1973) haben gezeigt, dass infolge der zugrunde liegenden einfachen Technologie und Materialaufbereitung eine erhebliche Schwankungsbreite der Porosität auftritt. Dadurch werden letztlich allzu feine Untergliederungen, wie sie von derartigen werkstoffkundlichen Untersuchungen erreicht werden können und von Kulturwissenschaftlern vorgenommen werden, ad absurdum geführt. Dies bedeutet nicht, dass Porositäts-Untersuchungen für Irdenware generell unterlassen werden sollten. Vielmehr zielt dieser Hinweis darauf ab, den Erwartungshorizont bei sinnvoller Probenauswahl auf ein realistisches Maß zu reduzieren. Ein wichtiges Beispiel für diese Problematik der fließenden, schwer fassbaren Übergänge in der Porosität keramischer Erzeugnisse stellt für das Mittelalter und die Frühe Neuzeit insbesondere das Übergangsfeld Faststeinzeug/Steinzeug dar¹⁰³.

Grundlage für die Bewertung der Qualität der untersuchten keramischen Erzeugnisse bilden die aus der Bestimmung der prozentualen Wasseraufnahme W , der Rohdichte R und der Dichte D gewonnenen Daten¹⁰⁴, aus denen sich die offene Porosität $P_o = W \cdot R$ (Vol.-%) und die Gesamtporosität $P_t = \frac{D-R}{D} \cdot 100$ (Vol.-%) errechnen lassen (vgl. Strunk-Lichtenberg 1976).

Braunschweiger Keramik und die Keramik der regionalen Töpfereien

Wie sich aus den Daten zeigt (Tab. XIV), liegt die Gesamtporosität der im Früh- bis Hochmittelalter in Braunschweig bzw. dem Umland hergestellten, hart gebrannten Gebrauchskeramik zwischen etwa 20 und 30 Vol.-%, ausgenommen die granitgrusgemagerte Scherbe 87Y (35,8 Vol.-%). Die Gesamtporosität ist bei knapp der Hälfte der Scherben um bis zu 3,5 Vol.-% größer als die offene Porosität und lässt dadurch einen gewissen Anteil an geschlossenen Poren erkennen, während sich

¹⁰² Im Verlauf der Brenntemperaturerhöhung nehmen Porengröße sowie Porenvolumen zu und die Gesamtporosität beim Einsetzen der Sinterung oberhalb etwa 700°C ab, wobei die maximale Porosität bei etwa 950 bis 1050°C liegt (Maggetti & Kahr 1981; May & Butterworth 1962; Lach & Morávek 1968).

¹⁰³ Zur Abgrenzung und Definition mittelalterlicher deutscher Steinzeuggruppen vgl. die ausführliche Darstellung in Stephan (1988).

¹⁰⁴ Die prozentuale Wasseraufnahme ist ein Maß dafür, wieviel Prozent des Scherbens aus Poren bestehen, die mit der Scherbenoberfläche in Verbindung stehen (offene Porosität); Bestimmung nach DIN 51056; zur Methodik vgl. auch Fritz 1984. Die Rohdichte („Raumgewicht“) (g/cm^3) bestimmt mit der hydrostatischen Waage, ist der Quotient aus Masse und Gesamtvolumen des Scherbens *einschließlich* des Porenraumes; zur Methodik vgl. DIN 51065 (1964), PRE-Empfehlungen (1976). Die Dichte (g/cm^3) ist der Quotient aus der Masse und dem Volumen des Scherbens *ohne* Berücksichtigung des Porenvolumens. Die Bestimmung der Dichte erfolgte an einem vollautomatischen He-Pyknometer (Micromeritics AccuPyc 1330) mit einer Genauigkeit der Meßwerte $< 0,03$ rel.-% des Anzeigewertes zuzüglich 0,03 Rel.-% des Volumens der Probenkammer (10 ml).

die bei einigen Scherben festzustellenden geringfügig höheren Werte der offenen Porosität gegenüber der Gesamtporosität durch die zufälligen Meßfehler der Methode erklären lassen. Die bei den Gesteinsgruswaren zwischen 9,5 und 16,5 Vol.-%, bei der Älteren grauen Irdenware zwischen 11,0 und 17,5 Vol.-% liegenden Werte der prozentualen Wasseraufnahme erhöhen sich durch Nachbrennen bei 700°C infolge herausgebrannter organischer Verunreinigungen zumeist nur geringfügig, maximal um 4,6 Vol.-% (56X). Mit einer generell $< 2,0 \text{ g/cm}^3$ liegenden Rohdichte, die Werte von 64 - 77% der Dichte aufweist (Abb. 8.1; vgl. Strunk-Lichtenberg 1971), entsprechen beide Waren somit den zu dieser Zeit gebräuchlichen Irdenwaren geringer Qualität (Hangst 1984). Hinsichtlich der Porosität lassen sich – unabhängig von der Magerungsart und Farbe des Scherbens – keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Waren erkennen, wobei die R/D-Werte beider Gruppen zumeist zwischen 0,7 und 0,8 liegen (Abb. 8.1)¹⁰⁵.

Die Porositätswerte der Jüngeren grauen Irdenware aus Braunschweiger, Gebhardshagener, Wittlinger und Eitzumer Produktion liegen für die Mehrzahl der Scherben im selben Bereich wie diejenigen der älteren grauen bzw. uneinheitlich gebrannten Waren. Aufgrund der zwischen den Warengruppen auftretenden Überlappungen ist das Risiko einer falschen Zuordnung allein über die Porosität hoch, so dass bei Irdenwaren innerhalb des Häufungsbereiches der Werte die Porosität keine Zuordnungshilfe darstellt (Burmester et al. 1984/85). Eine Differenzierung ist generell nur zwischen Extremwerten, d.h. sehr niedrig und sehr hoch gebrannten Waren möglich. So lassen sich die Scherben klingend hart gebrannter, teils mullithaltiger grauer Irdenwaren, die im Probenmaterial vor allem der aus Gebhardshagen stammenden Funde auftreten (bei denen es sich aber vermutlich überwiegend um Fehlbrände handelt), von dem Hauptfeld der gängig produzierten Irdenware unterscheiden. Nach den Porositätswerten (W etwa 6 - 10 Gew.-%, $P_o < 20$ Vol.-%) sowie unter den Gesichtspunkten von Form, Farbe und Oberflächenbeschaffenheit sind diese klingend hart gebrannten Scherben der Irdenware zuzuordnen, ebenso die beiden aus Eitzum stammenden Kugeltopfscherben 249Z und 250Z¹⁰⁶ mit einem deutlich höheren Verdichtungsgrad, ersichtlich aus dem Quotienten R/D von 0,86 bzw. 0,84 und einer Wasseraufnahme von 4,1 bzw. 6,4 Gew.-%. Die bessere Verdichtung beim Brand ist hierbei im wesentlichen Folge der vergleichsweise hohen Gehalte an Fe_2O_3 und K_2O .

Keramikimporte aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland (Siegburg)

Bedingt durch die tendenziell höheren Brenntemperaturen bei der aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen importierten gelben und grauen Irdenware häufen sich die Werte der Wasseraufnahme in beiden Waren zwischen etwa 6 und 12 Gew.-% (einschließlich der Proben 247Z und 248Z), wobei die Werte einiger gelber und grauer Scherben teils im Bereich der Irdenware des Norddeutschen Tieflandes (14,2 bzw. 13,6 Gew.-%), teils im Übergangsbereich hartgebrannter Irdenware zu Faststeinzeug liegen (5,1 bzw. 5,3 Gew.-%; Tab. XIV; vgl. Schlünz 1981, Abb. 36).

¹⁰⁵ Wenn sich, wie bei den Irdenwaren aus Braunschweig bzw. den regionalen Töpfereikomplexen, die Porositätswerte der archäologisch definierten Warengruppen infolge einer gewissen Streubreite überlappen, ist vor einer Mittelwertbildung jede Grenzziehung willkürlich, so dass die Angabe der Streubreite zur Charakterisierung besser geeignet ist als die alleinige Angabe des Mittelwertes.

¹⁰⁶ 250Z vermutlich sekundär überfeuert; vgl. Abschn. 3.1.2.

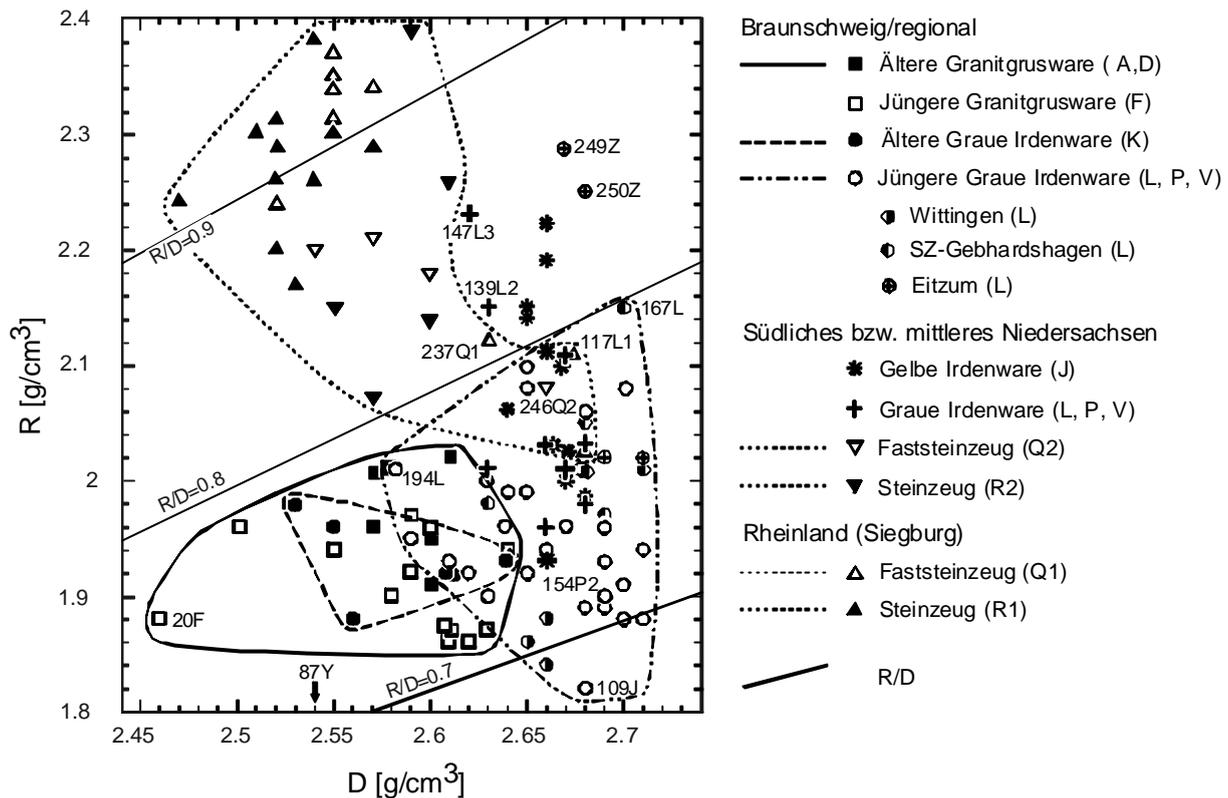


Abb. 8.1: Graphische Darstellung der Werte der Rohdichte R über der Dichte D (g/cm^3) mit zusätzlich eingezeichneten R/D -Isolinien.

Wie die Untersuchungen über die mittelalterliche Keramik aus Corvey und dem Weserbergland durch Strunk-Lichtenberg (2000) bereits gezeigt haben, wäre das südniedersächsische Faststeinzeug nach technologischer Festsetzung als klingend harte oder steinzeugartig harte Irdenware zu klassifizieren (Stephan 1981, 2000). Diese Tendenz zeichnet sich auch anhand der relativ geringen Anzahl einschlägiger Proben aus Braunschweig ab. Die von Rötting nach archäologischen Kriterien vorgenommene Zuordnung zeigt anhand der Ergebnisse exemplarisch die Problematik der gegenseitigen Abgrenzung zwischen hartgebrannter Irdenware, Faststeinzeug und Steinzeug auf (vgl. Tab. XIV), wobei es sich in der Mehrzahl der während des Spätmittelalters und der Frühneuzeit in den südniedersächsischen Herstellungsorten produzierten Waren um technisch unvollkommene Ausprägungen des Steinzeugs handelt (Stephan 1988), die mutmaßlich zwar im mittelalterlichen, nicht aber im heutigen technologischen Sinne als Steinzeug zu bezeichnen sind. So zeigt sich bei Anwendung der zur Abgrenzung poröser und versinterter Waren keramiktechnologisch (willkürlich) definierten Wasseraufnahmegrenze $< 2 \text{ Gew.}\%^{107}$, dass es sich von den insgesamt dem Faststeinzeug und Steinzeug zugeordneten, ins 14. - 16. Jahrhundert datierten Scherben nur bei Probe 269R2 (Wasseraufnahme 0,2 Gew.-%, Gesamtporosität 7,7 Vol.-%) um voll versintertes Steinzeug handelt, während als Faststeinzeug lediglich die beiden Scherben 244Q2 und 267R2 zu klassifizieren sind. Der Anteil der Glasphase und damit die Verdichtung fallen aufgrund des im Vergleich zur Steinzeugscherbe niedrigeren Sintergrades mit R/D von 0,87 gegenüber 0,92 hier etwas geringer

¹⁰⁷ Vgl. Endres (1982b).

aus, d.h. bei gleicher Streubreite von D nimmt der Wert R mit höherem Versinterungsgrad zu (Abb. 8.1).

Nach der Wasseraufnahme (0,1 - 0,8 Gew.-%) und der offenen Porosität (0,3 - 1,7 Vol.-%) handelt es sich bei der bearbeiteten Siegburger Keramik – in Übereinstimmung mit den durch Kilb & Henricke (1980) und Strunk-Lichtenberg (1971) für das Siegburger Steinzeug ermittelten Werten – generell um voll versintertes Steinzeug mit Werten von R/D zwischen 0,88 und 0,92. Diese Befunde sowie die Phasenpetrologie (Abschn. 7) widersprechen der Annahme, dass die Produktion von voll entwickeltem Steinzeug erst durch Verarbeitung eines scheibenfertigen Tones möglich war (Stephan 1988), so dass die makroskopisch erkennbare Magerung als Hilfsmittel zur Differenzierung zwischen Faststeinzeug und Steinzeug kritisch überdacht werden sollte (vgl. Abschn. 7.1).

Unter den von Rötting dem Faststeinzeug zugeordneten Scherben ist die im Bruch dunkelgraue Scherbe 237Q1 eines Kruges mit Dornrand, die als Einzelscherbe nach dünnstliffmikroskopischem sowie geochemischem Befund nur allgemein dem Rheinland zugewiesen werden kann, bei einer Wasseraufnahme von 7,0 Gew.-% und einem R/D-Wert von 0,81 keramiktechnologisch der hartgebrannten Irdeware zuzuordnen.

9. Zusammenfassung

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die technologische Charakterisierung sowie die Herkunftsbestimmung keramischer Siedlungsfunde des 9. bis 17. Jahrhunderts aus der Altstadtgrabung in Braunschweig. Bei den untersuchten Funden handelt es sich vorwiegend um graue Irdenware aus lokaler/regionaler Produktion, untergeordnet um Importe qualitätvoller Erzeugnisse (gelbe Irdenware, Faststeinzeug/Steinzeug) aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland. Da die technologische Charakterisierung sowie eine lokale/regionale Zuweisung zu den jeweiligen Herstellungsorten – insbesondere bei den grauen Irdenwaren – allein nach formalen Kriterien nicht immer bzw. kaum möglich ist, erfolgte die Überprüfung der archäologisch begründeten Gruppenbildung über die Anwendung mineralogischer, geochemischer und statistischer Methoden unter Heranziehung von keramischem Referenzmaterial aus Braunschweig (Kohlmarktkeramik) und regionalen Töpfereien (Salzgitter-Gebhardshagen, Wittingen, Eitzum).

Wie die Ergebnisse zeigen, lässt sich im Norddeutschen Tiefland mit weitverbreiteten quartären Sedimenten großer Uniformität die örtlich braunschweigisch bzw. im näheren Umland hergestellte Keramik mikroskopisch in gesteinsgrus- bzw. sandgemagerte Waren einteilen, letztere untergliedert nach der Korngröße bzw. dem Anteil grobsandiger Körner in gröber („unklassiert“) und feiner („klassiert“) gemagert. Bei beiden Magerungstypen handelt es sich um eine intentionelle Zugabe aus quartären Ablagerungen, so dass als Folge der geologischen Verhältnisse anhand der mineralischen Zusammensetzung sowie der strukturellen/texturellen Merkmale der Magerung eine Unterscheidung von Erzeugnissen anderer im Verbreitungsgebiet des Quartärs ansässigen Töpferstätten schwierig bzw. häufig nicht möglich ist. Dies trifft ebenso für die in urgeschichtlicher Tradition an der Oker (Braunschweig, Honrode, Leiferde), Schunter (Querum, Königslutter), Scheppau (Königslutter-Rieseberg) und Aller (Fallersleben) hergestellten Granitgruswaren wie für die mit quartären, mehr oder weniger mit den Terrassenablagerungen von Oker, Leine und Aller vermischten glazifluviatilen Sanden gemagerte Keramik aus Braunschweig, dem Großraum Hannover-Oberg/Peine-Duingen sowie den Töpfereien in SZ-Gebhardshagen und Wittingen zu. Hiervon unterscheiden sich deutlich die mit tertiären Quarzsanden gemagerten Töpferofenfunde aus Eitzum am Südrand des Elm-Sattels sowie die qualitätvollen Erzeugnisse aus dem Raum Duingen, ebenso auch die Importe des Faststeinzeugs/Steinzeugs aus Siegburg.

Unabhängig von der Magerungsart sowie formalen und zeitlichen Kriterien ergibt sich für die von Braunschweiger Töpfern hergestellten Waren nach dem mittels Röntgenfluoreszenzanalytik (RFA) ermittelten chemischen Elementmuster eine Einteilung in zwei Materialgruppen, die mikroskopisch unterschiedlichen Matrixtypen im Schluff- bzw. Feinsandgehalt entsprechen und deren Existenz bei Anwendung multivariater statistischer Methoden bestätigt wird. Möglich ist diese Untergliederung allerdings nur bei der Wahl enger statistischer Grenzen (1s), bei denen die in Salzgitter-Gebhardshagen und Wittingen hergestellte Keramik zusammengefasst eine eigenständige Gruppe bilden. Bei einem 95 %-Konfidenzintervall ($\pm 2s$) dagegen schließen sich die braunschweigisch-regionalen Muster mit Ausnahme der Töpferofenfunde aus Eitzum zu einer einzigen Gruppe zusammen, die sich in den Variationsdiagrammen als zusammenhängende, kaum auflösbare Punkt-

wolke darstellt. Dies lässt auf die Verarbeitung von Ton- bzw. Lehmtypen schließen, die unter ähnlichen Bedingungen entstanden sind und aufgrund der Übereinstimmung mit dem Elementmuster der Wittinger Scherben ebenfalls aus glazialen Sedimenten abzuleiten sind, welche mehr oder weniger die „Durchschnittszusammensetzung“ des Baltischen Schildes aufweisen. So ist in Anbetracht der die natürliche Variationsbreite abbildenden Streubreite bei den gewählten statistischen Grenzen zwar eine analytische Unterscheidbarkeit möglich, eine exakte lokale Zuweisung über die chemische Zusammensetzung jedoch eher die Ausnahme, so daß die lokalen Braunschweiger Muster nicht als ortsspezifisch bezeichnet werden können. Der generell geringe CaO-Gehalt (≤ 4 Gew.-%) weist auf die Verarbeitung oberflächennah anstehender Tone bzw. Lehme hin. Einige der Altstadtfundstücke – teils aus Braunschweiger, teils aus Gebhardshagener Produktion – weisen in ihrer chemischen Zusammensetzung dabei eine gewisse Affinität zu den inselartig im Harzvorland verbreiteten Tonen der Unterkreide auf, die auf eine mehr oder weniger starke Aufarbeitung kretazischen Materials zurückzuführen ist.

Eine im Elementmuster deutliche Trennung von den in Braunschweig und den regionalen Töpfereien hergestellten Waren zeigt sich für die aus kretazischen (Wealden) bzw. tertiären Tonen hergestellten Importe aus dem Großraum Hannover–Oberg/Peine–Duingen bzw. Siegburg, wobei eine Untergliederung der in beiden Fällen hinsichtlich der Schluff- und Feinsandgehalte faziell sehr wechselhaften Tone nach den mittels RFA ermittelten Elementkonzentrationen sich nur bei den Wealden-Tonen ergibt. Bei zusätzlicher Anwendung der Neutronenaktivierungsanalyse (NAA) an einem Satz von Importscherben beider Provenienzen, durch welche die Konzentrationen einer vergleichsweise großen Anzahl von Spurenelementen mit hoher Genauigkeit messbar sind, wurde für die Mehrzahl der Proben eine zu den Ergebnissen der RFA kompatible Gruppierung erhalten. Infolge der in beiden Tonen faziell bedingten recht unterschiedlichen Konzentrationen einzelner Elemente zeigt sich, dass die Streubreite der chemischen Zusammensetzung der im südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und in Siegburg hergestellten Keramik z.T. größer ist als die statistisch vorgegebenen Grenzen. Die vergleichsweise höhere Messgenauigkeit der NAA führt demzufolge zu einer feineren statistischen Untergliederung (Subgruppen), als es der tatsächlichen Gruppenzugehörigkeit entspricht, so dass eine lokale Differenzierung der im Raum Duingen/Coppengrave und Siegburg hergestellten Keramik wenig sinnvoll erscheint.

Aus dem Vergleich der Analyseergebnisse von RFA und NAA folgt, daß beide Methoden trotz unterschiedlicher Elementsätze zu demselben Ergebnis in der Gruppierung der Keramik führen und eine sinnvolle Gruppierung bei geochemisch unterschiedlichen Tonen bereits mit der (kostengünstigeren) RFA möglich ist.

Bei der in Braunschweig und den regionalen Töpfereien hergestellten Keramik handelt es sich durchweg um Irdenware, worüber auch einzelne überfeuerte Exemplare nicht hinwegtäuschen können. Gebrannt wurde unter uneinheitlich/einheitlich reduzierenden Bedingungen bei Temperaturen vorwiegend $\leq 850^{\circ}\text{C}$, wie durch Vergleich mit Literaturdaten aus dem Vorhandensein ausschließlich primärer silikatischer Phasen abzuleiten ist. Sekundär, d.h. während des Brandes gebildeter Spinell und/oder μ -Cordierit kommen in einem vergleichsweise nur geringen Teil der Funde vor und weisen auf Brenntemperaturen zwischen etwa $850\text{--}950^{\circ}\text{C}$ hin. Bei ungefähr 1000°C gebrannte

Keramik, charakterisiert durch das Vorhandensein von Mullit, findet sich (probenauswahlbedingt) nahezu ausschließlich unter den Gebhardshagener Erzeugnissen, welche als Fehlbrände hinsichtlich der Brenntemperatur jedoch nicht als repräsentativ für die dort hergestellte Keramik anzusehen sind. Hinsichtlich einer Gesamtporosität von zumeist 20 – 30 Vol.-% entsprechen die Granitgruswaren sowie die Ältere und Jüngere graue Irdenware in der Mehrzahl der Scherben den zu dieser Zeit gebräuchlichen Irdenwaren geringer Qualität, wobei eine Differenzierung nur zwischen extrem niedrig bzw. extrem hoch gebrannten Waren möglich ist.

Eine klare Tendenz zu höheren Brenntemperaturen in Verbindung mit z.T. entsprechend niedrigeren Werten der Gesamtporosität (15 – 26 Vol.-%) dagegen zeichnet sich für die aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen eingeführten grauen und gelben Irdenwaren ab, wobei es sich in der Mehrzahl der während des Spätmittelalters und der Frühneuzeit in den südniedersächsischen Herstellungsorten produzierten Waren um technologisch unvollkommene Ausprägungen des Steinzeugs handelt, deren Brenntemperaturen mit etwa 1050-1400°C im selben Bereich wie die der Importe aus Siegburg liegen. Nach der Wasseraufnahme (0,1 - 0,8 Gew.-%) handelt es sich bei den Siegburger Importen generell um voll versintertes Steinzeug. Im Hinblick auf die phasenpetrologischen Verhältnisse zeigt sich, dass die archäologische Klassifikation von Faststeinzeug über das makroskopisch erkennbare Auftreten von Quarzkörnern kritisch überdacht werden sollte.

Bei Anwendung der mineralogischen Ergebnisse auf die archäologischen Fragestellungen zeigt sich:

- Bezugsquellen für Gefäße grauer Irdenware in Braunschweig waren vorrangig die Töpfereien am Ort bzw. aus dem näheren Umkreis, untergeordnet aus dem Großraum Hannover – Oberg/Peine – Duingen.
- Als Merkmal zur Differenzierung der Älteren und Jüngeren Granitgrusware erweist sich die Korngrößenstruktur als nicht relevant, unabhängig von der Farbe des Scherbens.
- Die Ältere graue Irdenware, keramiktechnologisch übereinstimmend zu der von Rötting ausgewiesenen Warengruppe H (Jüngere Granitgrusware), sollte nicht als eigene Ware ausgegliedert werden, da eine rein chronologische Differenzierung zwischen den Waren K und L die Gefahr eines Zirkelschlusses birgt und deshalb nicht sinnvoll ist.
- Die archäologisch vorgegebene Feingliederung nach Warengruppen ist dem mineralogischen und geochemischen Befund zufolge nicht nachvollziehbar. Vor formaler Überinterpretation muss gewarnt werden, wie sich am Beispiel der Randformen zeigt.
- Zur Abgrenzung und Definition von Waren ist der Einsatz mineralogischer und geochemischer Methoden unbedingt erforderlich, wie auch die Problematik der Abgrenzung nach formalen Kriterien bei Faststeinzeug und Steinzeug erkennen lässt.

Generell hat sich im Verlaufe der vorliegenden Arbeit gezeigt, dass für eine sinnvolle Einordnung des Scherbenmaterials in einen allgemeinen Rahmen eine systematische Probenauswahl unter gezielt interdisziplinären Fragestellungen unbedingt erforderlich ist.

LITERATURVERZEICHNIS

- Aschkesch, I. (1975): Zusammensetzung und technologische Eigenschaften der Sande im mittleren Niedersachsen. – Diss. Techn. Univ. Hannover.
- Assareh, R. (1970): Beitrag zur Geochemie der Tongesteine. – Diss. Univ. Wien.
- Atzbach, R. (1994): Die mittelalterlichen Funde und Befunde der Ausgrabung Hannover-Bohlendamm.– Magisterarbeit Univ. Bamberg.
- Atzbach, R. (1996): Zur sozialen Aussagekraft mittelalterlicher Keramik aus Hannover. – Hannoversche Geschichtsbl. N.F. 50, 1-11.
- Banno, S. (1959): Aegirinaugites from crystalline schists in Sikoku. – J. Geol. Soc. Japan, 65, 652-657.
- Bardet, A. C. (1995): Pottery traded to Dorestad: some exploratory archaeometrical analysis of early medieval Rhenish wares. – Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 41, 187-251.
- Bauer, I., Endres, W., Kerkhoff-Hader, B., Koch, R., Stephan, H.-G. (1986): Leitfaden zur Keramikbeschreibung (Mittelalter-Neuzeit). Terminologie - Typologie - Technologie. – Kataloge der Prähistorischen Staatssammlung, Beiheft 2.
- Bauer, W. (1954-55): Zur Herstellung mittelalterlicher Kugeltöpfe. – Zeitschrift des Vereins für hessische Geschichte und Landeskunde, 65-66, 243-247.
- Beckmann, B., Strunk-Lichtenberg, G., Heide, H. (1971): Die frühe Siegburger Keramik und ihre Entwicklung zum Steinzeug. Naturwissenschaftliche Analysen zur Geschichte der mittelalterlichen Keramik. – Keramische Zeitschrift 23, 656-659.
- Beckmann, B. (1975): Der Scherbenhügel in der Siegburger Aulgasse 1. Die Formen der Keramik von ihren Anfängen bis zum Beginn der sogenannten Blütezeit (Per. 1-4). – Rheinische Ausgrabungen 16, Bonn.
- Behrend, F., Kühne, F. (1932): Geologische Karte von Preussen, Lieferung 304, Erläuterungen zu Blatt Barum, Nr. 2093. Berlin, Preussische Geologische Landesanstalt.
- Benek, R., Paech, H.-J., Schirmer, B. (1973): Zur Gliederung der permosilesischen Vulkanite der Flechtinger Scholle. – Z. geol. Wiss., Berlin 1, 867-878.
- Bevington, P. R., Robinson, D. K. (1992): Data reduction and error analysis for the physical sciences. – McGraw-Hill.
- Bradel, E., Hinze, C., Look, E. R. (1988): Geologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1:500000. – Niedersächsische Akademie der Geowissenschaften, Hannover.
- Braun, G. & Richter, A. (Hrsg.) (1981): Feldpetrographiekurs Insel Korppoo (Korpo), Südfinnland, vom 17.08.1981 - 30.08.1981. Unveröffentlicht, Min. Inst. Univ. Kiel.
- Brey, P., Köhler, T. (1990): Geothermobarometry in four-phase Lherzolites II. New Thermobarometers and practical assessment of existing Thermobarometers. – Journal of Petrology, Vol. 31, Part 6, 1353 - 1378.
- Brongers, J. A. (1983): Ceramological investigations into medieval pottery production at Schinveld. – Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, jaargang 33, 375-418.
- Brindley, G. W., Brown, G. (1980): Crystal structures of clay minerals and their x-ray identification. – Mineralogical Society Monograph No. 5, 495 S., London.
- Buchin, K., Erdmann W. (1986): Keramiktechnologie und Brennofen. Untersuchungen und Rekonstruktionen zur Töpferei des 13. Jahrhunderts am Koberg zu Lübeck. – Lübecker Schriften zur Archäologie und Kulturgeschichte (LSAK) 12, 41-66.
- Büchner, C., Jcacob, G., Knoth, W. & Kunert, R. (1995): Die pyroklastische Fazies der Halleschen Rhyolithoide. – Terra Nostra, Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung 7/95, 25-27.
- Büsch, W. (1976): Möglichkeiten und Grenzen der Untersuchung von antiker Gefäßkeramik (Terra Sigillata) mit dem Polarisationsmikroskop. – Informationsblätter zu Nachbarwissenschaften der Ur- und Frühgeschichte (INW), 7, 2.1 - 2.15.
- Büscher, A. (1992): Die mittelalterliche Keramik der Altstadt von Hannover. – Diss. Univ. Hamburg.
- BRGM (Bureau de Recherches géologiques et minières) (1988): X-ray Microanalysis-Emission Lines conversion table for LiF, Tap and ODPb Monochromators. – Orleans; Cameca, Courbevoie.
- Burmester, A., Strunk-Lichtenberg, G., Gabriel, B. (1984/85): Irdenware aus der Zentralsahara (Tibesti): Absicherung einer statistischen Chronologie durch Porositäts- und Dichtemessungen. – Acta praehistorica et archaeologica 16/17, 15-22.
- Correns, C. W. (1968): Einführung in die Mineralogie, 2. Auflage. – Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- Cox, K. G., Bell, J. D., Pankhurst, R. J. (1979): The interpretation of igneous rocks. – Allen & Unwin, London.
- Cultrone, G., Rodriguez-Navarro, C., Sebastian, E., Cazalla, O., De la Torre, M. J. (2001): Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing. – Eur. J. Mineral., 13, 621-634.
- Courtois, L. (1973): Phénomènes de régénération après cuisson de certaines céramiques anciennes. – C. R. Acad. Sc. Paris, 276, D, 2931-2933.

- Czysz, W., Maggetti, M., Galetti, G., Schwander, H. (1984): Die spätrömische Töpferei von Rohrbach im Landkreis Aichach - Friedberg. – Bayerische Vorgeschichtsblätter, 49, 215-258.
- Deer, W. A., Howie, R. A., Zussamm, J. (1966): An introduction to rock forming minerals. – Longman Group Limited, London.
- Dengler, H. (1956): Der Okergranit im Harz. – Geol. Jb., 72, 85 - 116, 12 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Hannover.
- Dieck, F., Müller, H. A., Pohl, H.-J., Weiss, L. (1980): Vorkommen und Verwendung einiger Tone und Quarze Westdeutschlands. – Keramische Zeitschrift, 32. Jahrgang, Nr. 5, 259-263.
- Dietz, C. (1959): Geol. Karte von Niedersachsen 1:25000, Erl. Blatt Nr. 3624 Hannover, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung. – 177 S., 13 Abb., 5 Tab., 3 Taf..
- Dreschhoff, G. E. (1974): Geologische Untersuchungen in den Holozänablagerungen des mittleren Okergebietes. – Diss. TU Braunschweig: 170 S, 96 Beil.
- Droop, G. T. R. (1987): A general equation for estimating Fe³⁺ concentrations in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analysis, using stoichiometric criteria. – Mineral. Mag. 51, 431-437.
- Duphorn, K. (1968): Ist der Oberharz im Pleistozän vergletschert gewesen? – Eiszeitalter und Gegenwart 9, 164-174.
- Eckhardt, F.-J., Hilker, E., Piltz, G., Rösch, H., Stein, V. (1976): Mineralogie, Chemie und Technologie von Unterkreide-tonen aus zwei niedersächsischen Vorkommen. – Ber. Dt. Keram. Ges. 53: 1-4, Bad Honnef.
- Ehlers, J. (1994): Allgemeine und historische Quartärgeologie. – Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Ellis, D.J., Green, D.H. (1979): An experimental study of the effect of Ca upon garnet-clinopyroxen Fe-Mg exchange equilibria. Contrib. Mineral. Petrol. 71, 13 - 22.
- Endres, W. (1982a): Zur Entstehung und Struktur „schwarz“ färbender Pigmente bei unglasierter Irdenware. – In: I. Bauer und L. Kriss-Rettenbeck (Hrsg.), Volkstümliche Keramik aus Europa 2. Beiträge zur Keramikforschung. Festschrift für A. Höck zum 60. Geburtstag. Beiträge zur Volkstumsforschung 2, 47-70.
- Endres, W. (1982b): Neuere Methoden archäometrischer Keramikuntersuchung - Eine kurze Übersicht. – Rheinisches Jahrbuch für Volkskunde 24, 283-297.
- Engelhardt, W. v., Füchtbauer, H., Müller, G. (1977, 1973): Sedimentpetrologie. Teil 2: Füchtbauer, H., Müller, G., Sedimente und Sedimentgesteine, 3. Aufl., 784 S.; Teil 3: Engelhardt, W. v., Die Bildung von Sedimenten und Sedimentgesteinen, 378 S.. Schweizerbart, Stuttgart.
- Erdmann, W., Kühn, H. J., Lütke, H., Ring, E., Wesel, W. (1984): Rahmenterminologie zur mittelalterlichen Keramik in Norddeutschland. – Archäologisches Korrespondenzblatt 14, 417-436.
- Erdmannsdörffer, O.-H., Koch, M., Schröder, H. (1927): Geologische Karte von Preußen mit benachbarten deutschen Ländern, 1:25000, Blatt Nr. 2304, Bad Harburg, Lieferung 100. – Preußisches Geologisches Landesamt, Berlin.
- Everitt, B. (1974): Cluster Analysis. Heinemann Educational Books Ltd., London.
- Fasshauer, P. (1954): Die mittelalterlichen Kugeltöpfe als Gebrauchsgeschirr, die Gründe der Formgestaltung und das Herstellungsverfahren. – Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte 38, 220-232.
- Feldhaus-Stephan, R. (1995): Untersuchungen zum Wandel von Gebrauchsgeschirr der Zeit um 1200 und zur frühen städtischen Entsorgungspraxis. – Ausgrabungen und Funde in Westfalen-Lippe (Münster), 9/B, S. 201-317.
- Feldmann, L. (1997): Drehntezeitliche Eisrandlagen zwischen Harz und Allertal. – Z. geol. Wiss. 25 (1/2), 181-190.
- Fitz, S. (1984): Steinzeug vom Tell Huera: Das früheste Beispiel für die Herstellung dichtgebrannter Keramik. – Zeitschrift für Assyriologie und Vorderasiatische Archäologie, Band 74, 123-132.
- Flügel, E. (1978): Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken. – Berlin, Springer.
- Franz, L. Schuster, A. K., Strauss, K. W. (1997): Basement Evolution in the Rhenohercynian Segment: Discontinuous Exhumation History of the Eckergneis Complex (Harz Mountains, Germany). – Chemie der Erde 57, 105-135.
- Frechen, J. (1959): briefliche Mitteilung in: Plath, 1959.
- Friedrich, P. (1909): Der geologische Aufbau der Stadt Lübeck und ihrer Umgebung. Katharineum zu Lübeck, Beilage zu Progr. 967. Gebrüder Borchers.
- Fitz, S. 1984: Steinzeug vom Tell Huera: Das früheste Beispiel für die Herstellung dichtgebrannter Keramik. – Zeitschrift für Assyriologie und vorderasiatische Archäologie, Sonderdruck aus Band 74, 123 - 132.
- Fuchs, W. (1969): Untersuchungen zur Geologie und Petrographie des Okerplutons im Harz. – In: Fuchs et al. 1969: Lineamenttektonik und Magmatismus im Westharz. Clausthaler Tektonische Hefte 9, S. 111-185.
- Götze, J. & Zimmerle, W. (2000): Quartz and silica as guide to provenance in sediments and sedimentary rocks. – Stuttgart, Schweizerbart.
- Grim, R. E. (1968): Clay mineralogy. – McGraw Hill Book Co., New York (2nd ed.).
- Grimm, P. (1978): Zur Anwendung des Formholzes bei der mittelalterlichen Keramik des Harzgebietes. – ZAM 6, 89-94.
- Gripp, K. (1964): Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. – Neumünster.
- Groetzner, J.-P. (1972): Geschiebeführung und Stratigraphie saalezeitlicher Ablagerungen (Pleistozän) im Südwestteil des Uelzener Beckens (Nordost-Niedersachsen. – Mitt. Geol. Inst. Techn. Univ. Hannover, Heft 11.

- Gross, U. (1994): Mittelalterliche Keramik zwischen Neckarmündung und Schwäbischer Alb. Bemerkungen zur räumlichen Gliederung und zeitlichen Entwicklung. – Forschungen und Berichte der Archäologie des Mittelalters in Baden-Württemberg 12, Stuttgart.
- GÜK 200 (1974): Geologische Übersichtskarte 1:200000, Blatt CC 3926 Braunschweig, Hannover.
- GÜK 200 (1977): Geologische Übersichtskarte 1:200000, Blatt CC 3126 Hamburg-Ost, Hannover.
- Hähnel, E. (1987, 1992): Siegburger Steinzeug. – Führer und Schriften des Rheinischen Freilichtmuseums für Volkskunde in Kommern, Bd. 1 und 2.
- Hahn-Weinheimer, P., Hirner, A., Weber-Diefenbach, K. (1984): Grundlagen und praktische Anwendung der Röntgenfluoreszenzanalyse. Vieweg & Sohn.
- Hancock, R. G. V. (1982): On the determination of silicon in pottery. – Journal of Radioanalytical Chemistry 69, 313-328.
- Hangst, K., Strunk-Lichtenberg, G., Köster, H. M., Meyer, D., Erdmann, W. (1984): Die Töpferei des 13. Jahrhunderts am Koberg zu Lübeck. Untersuchungen von Rohstoff, Scherben und Glasur. – Lübecker Schriften zur Archäologie und Kulturgeschichte (LSAK) 8, 169-183.
- Hansch, M., Schallreuter, R., Hinz-Schallreuter, I., Lierl, H.-J. (1994): Nordische Geschiebe. Zeugen der Eiszeit. – Städtische Museen Heilbronn, 7/1994.
- Hantke, R. (1993): Flußgeschichte Mitteleuropas. Skizzen zu einer Erd-, Vegetations- und Klimageschichte der letzten 40 Millionen Jahre. – Stuttgart: Enke. 460 S.
- Hartung, J., Elpelt, B. Klösener, K.-H. (1991): Statistik. – München, Oldenbourg.
- Heck, H.-L. (1928): Beiträge zur Talgeschichte der oberen Leine. – Jb. preuss. GLA 49/1.
- Heege, A., (1993): Einbecks ältester Gewerbebetrieb. Eine mittelalterliche Töpferei am Negenborner Weg. – In: Archäologie in Deutschland 2/1993, 49.
- Heege, A. (1994): Die Keramik des frühen und hohen Mittelalters aus dem Rheinland. Stand der Forschung - Typologie, Chronologie und Warenarten. – Archäologische Berichte 5.
- Heide, H. (1971): Die Technik des Materials, seine Entwicklung und Beschaffenheit. – In Beckmann, B.: Der Scherbenhügel in der Siegburger Aulgasse. Rheinische Ausgrabungen 16, Bd. 1, 340-345.
- Heimann, R. B. (1976): Methoden zur Ermittlung der Original-Brenntemperatur von antiker Keramik. – Informationsblätter zu Naturwissenschaften der Ur- und Frühgeschichte (INW) 7, Petrographie 5.1-7.
- Heimann, R. B. (1979): Mineralogische Vorgänge beim Brennen von Keramik und Archäothermometrie. – Acta Praehistorica et Archaeologica 9/10 (1978/1979), 79-102.
- Heimann, R.B; Maggetti, M.; Einfalt, H.C. (1980): Zum Verhalten des Eisens beim Brennen eines illitischen Tons unter reduzierenden Bedingungen. – Ber. Dt. Keram. Ges. 57, 145-151.
- Hennicke, H. W. (1967): Zum Begriff Keramik und zur Einteilung keramischer Werkstoffe. – Ber. Dt. Keram. Ges. 44, H. 5, 209-264.
- Hennicke, H. W., Huismann, I. (1985): Keramische Untersuchungen an grautoniger Irdenware des 13. - 16. Jahrhunderts. – In: Rötting, H., Stadtarchäologie in Braunschweig, Forschungen der Denkmalpflege in Niedersachsen 3, 257-263.
- Henningsen, D. (1980): Schwerminerale vulkanischer Herkunft in quartären Flußablagerungen der Weser und Leine. – Eiszeitalter und Gegenwart 30, 63-72; Hannover.
- Henningsen, D. (1983): Der Schwermineral-Gehalt der Drehnte-zeitlichen Schmelzwassersande in Niedersachsen. – Eiszeitalter u. Gegenwart 33, 133-140.
- Hesemann, J. (1975): Kristalline Geschiebe der nordischen Vereisungen. – Geol. Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.
- Hofmann, U., Untucht, M. (1973): Mineralbestand der Steinzeugtone vor und nach dem Brand. – Ber. Dt. Keram. Ges. 50, Nr. 10, 333-338.
- Hüser, M. (1982): Die Feldspatgehalte quartärzeitlicher Sande Niedersachsens. – Mitt. Geol. Inst. Univ. Hannover, 22: 81 S.; Hannover.
- Janssen, W. (1966): Zur Typologie und Chronologie mittelalterlicher Keramik aus Südniedersachsen. – Neumünster 1966.
- Jaritz, W. (1973): Zur Entstehung der Salzstrukturen Nordwestdeutschlands. – Geol. Jb. Reihe A, Heft 10, 77 S.
- Jordan, H. (1987): Erläuterungen zu Blatt Nr. 3924 Gronau. – Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.
- Jordan, H. (1989): Geologische Wanderkarte 1:100000 Leinebergland (1989). Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.
- Jornet, A. (1982): Analyse minéralogique et chimique de la céramique romaine suisse à enduit brillant. – These Univ. Fribourg, Suisse, 266 S.
- Jung, H., (1979): „Fündig“ mit rheinischem Steinzeug. – Keramische Zeitschrift, 31. Jahrgang, Nr. 9.
- Junge, F. W. (1998): Die Bändertone Mitteldeutschlands und angrenzender Gebiete. Ein regionaler Beitrag zur quartären

- Stausee-Entwicklung im Randbereich des elsterglazialen skandinavischen Inlandeises. – *Altenbg. nat. wiss. Forsch.* 9, S. 1-210.
- Jürgens, A., Mommsen, H., Beier, Th., Heimermann, D., Hein, A. (1993): Untersuchungen zum hochmittelalterlichen Töpferbezirk aus Langerwehe-Jüngersdorf. – In: *Nearchos 1: Beiträge vom 25. Internationalen Hafnerie-Symposium* (Hrsg. K. Spindler), Innsbruck, S. 79-98.
- Kablitz, K. (1988): Stadtkerngrabung Braunschweig-Eiermarkt 1985. Die Keramik aus dem Grundstück Petersilienstraße/Ecke Turnierstraße. – *Magister-Arbeit Univ. Bamberg.*
- Kablitz, K. (1993): Das Töpferhandwerk in Braunschweig während des 16. und 17. Jahrhunderts nach Ausweis der schriftlichen Überlieferung. – *Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte* 62, 307-319.
- Kaenel, G., Paunier, D., Maggetti, M., Galletti, G. (1982): Les ateliers de céramique galloromaine de Lousonna (Lausanne-Vidy, VD): analyses archéologique, minéralogique et chimique. – *Jahrb. d. Schweizerischen Gesellsch. f. Ur- und Frühgeschichte* 65, 93-132.
- Kaltwang, J. (1992): Die pleistozäne Vereisungsgrenze im südlichen Niedersachsen und östlichen Westfalen. – *Mitt. Geol. Inst. Univ. Hannover*, Heft 33.
- Karl, F. (1964): Anwendung der Gefügekunde in der Petrotektonik. Teil I Grundbegriffe. – *Clausthal-Zellerfeld, Pilger.*
- Kellner-Depne, C. (1997/98): Ergebnisse der Ausgrabungen in Salzgitter-Gebhardshagen an der Lattemannsgasse. – *Salzgitter Jahrbuch*, Band 15/16, Geschichtsverein Salzgitter e.V.
- Kellner-Depne, C. (1997/98): Der mittelalterliche Töpferofen von Salzgitter-Gebhardshagen. – *Salzgitter Jahrbuch*, Band 19/20, Geschichtsverein Salzgitter e.V.
- Kilb, L., Hennicke, H. W. (1980): Gefügeanalytische Untersuchungen historischer steinzeugartiger Werkstoffe zur Behandlung archäometrischer Fragestellungen. – *Keramische Zeitschrift*, 32. Jahrgang, Nr. 9, 509-513.
- Klenk, B. G. (1987): Geologisch-mineralogische Untersuchungen zur Technologie frühbronzezeitlicher Keramik von Lidar Höyük (Südost-Anatolien). – *Münchener Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe B*, München, Verlag F. Pfeil, 64 S.
- König, S. (1999): Die Keramik der Posteburg. Untersuchungen zur spätmittelalterlichen Keramik im Mittelweserraum mit einem Exkurs zur Mündelkeramik. – *Magisterarbeit der Philosophischen Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen.*
- Köster, H. M. (1984) Chemische Untersuchungen der Keramik und mutmaßlich genutzter Rohstoffe. – In: *Hangst et al. (1984)*, 173-177.
- Konopicki, K. & Köhler, E. K. (1982): Die Veränderungen der keramisch-technologischen Eigenschaften und des Mineralaufbaues verschiedener Tone beim Brennen. – *Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 1096*, 46 S., Köln-Opladen.
- Kracek, F. C. (1953): Polymorphism. – *Encyclopaedia Britannica.*
- Lach, V., Morávek, J. (1968): Die Bedeutung makroporosimetrischer Messungen für das Sintern von Tonen. – *Ber. Dt. Keram. Ges.* 45, H. 10, 514-519.
- Lambrecht, D. (1989): Multivariate Datenanalyse von Neutronen-Aktivierungsanalyse-Meßdaten zur Herkunftsbestimmung von Keramik. – *Diplomarbeit ISKP, Bonn.*
- Last, M. (1983): Braunschweig. – In: *Lexikon des Mittelalters*. Hrsg.: R. H. Bautier, Bd. 2, 584-586, München/Zürich.
- Leese, M. N. (1982): The statistical treatment of grain size data from pottery. – *Proceedings of the 22nd Symposium on Archaeometry*, 47-55, University of Bradford.
- Leinweber, U. (1982): Töpferei des Reinhardswaldes vom 12. bis zum 20. Jahrhundert. Eine Ausstellung des Hessischen Museumsverbandes und der Staatlichen Kunstsammlungen Kassel.
- Letsch, J. W. (1982): Neolithische und chalkolithische Keramik Thessaliens: Material, Rohstoffe und Herstellungstechnik. – *Dissertation Univ. Köln*, 179 S.
- Letsch, J. W., Noll, W. (1983): Phasenbildung in einigen keramischen Teilsystemen bei 600°C – 1000°C in Abhängigkeit von der Sauerstoff-Fugazität. – In: *cfi/Ber. DKG*, 7, 259-267.
- Levin, E. M., Robbins, R., McMurdie, H. F. (1964): Phase Diagrams for Ceramists. – *The American Ceramics Society, Columbus, Ohio.*
- Lobbedey, U. (1968): Untersuchungen mittelalterlicher Keramik vornehmlich aus Südwestdeutschland. - Berlin.
- Löbert, H. W. (1991): Duingen, ein nordwestdeutsches Töpferzentrum. – *Keramos* 92, 79-86, Köln.
- Look, E.-R. (1984): Geologie und Bergbau im Braunschweiger Land. Dokumentation zur Geologischen Wanderkarte 1:100000. – *Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.*
- Lüdtke, H. (1985): Die mittelalterliche Keramik von Schleswig. Ausgrabung Schild 1971-1975. Ausgrabungen in Schleswig, *Ber. u. Stud.* 4, Neumünster.
- Lüdtke, H. (1988): Rahmenterminologie zur mittelalterlichen Keramik in Nordwestdeutschland. – In: *Vossen, R. (Hrsg.): Töpferei- und Keramikforschung* 1, 216-229.
- Lüdtke, H. (1996): Töpfereiforschung zwischen Mittelmeer und Skandinavien. Beiträge des Internationalen Kolloquiums 1990 in Hamburg, Band 3, Bonn.

- Lung, W. (1959): Zur vor- und frühgeschichtlichen Keramik im Kölner Raum. - Kölner Jahrbuch 4, 45-65.
- MacKenzie, W. S., Guilford, C. (1981): Atlas gesteinsbildender Minerale in Dünnschliffen. – F. Enke Verlag, Stuttgart.
- Mämpel, U. (1985): Keramik. Von der Handform zum Industrieuß. Verlag Rowolth.
- Maggetti, M. (1981): Composition of roman pottery from Lousanna (Switzerland). – Brit. Mus. Occasional paper 19, 33-49.
- Maggetti, M., Schubiger, P. A., Wyttenbach, A. (1981): Homogenität archäologischer keramischer Objekte, Teil II. Ergebnisse der Neutronenaktivierungsanalyse. – Archäologie und Naturwissenschaften 2, 21-32.
- Maggetti, M., Galetti, G. (1981): Archäometrische Untersuchungen an spätlatène-zeitlicher Keramik von Basel-Gasfabrik und Sissach-Brühl. – In: Archäologisches Korrespondenzblatt, 11, 321-328.
- Maggetti, M., Kahr, G (1981): Homogenität archäologischer keramischer Objekte. – Archäologie und Naturwissenschaften 2, 1-20.
- Maggetti, M., Rossmanith, M. (1981): Archaeothermometry of kaolinitic clays. – Revue d'Archaeometrie, 3, 185-194.
- Maggetti, M., Schwab, H., (1982): Iron age fine pottery from Châtillon-s-Glâne and the Heuneburg. – Archaeometry, 24, 1, 21-36.
- Maggetti, M. (1986): Majolika aus Mexiko - ein archäometrisches Fallbeispiel. – Fortschr. Miner. 64, 1, 87-103.
- Maggetti, M. (1989): In: Naturwissenschaftliche Kriterien und Verfahren zur Beschreibung von Keramik. Diskussionsergebnisse der Projektgruppe Keramik im Arbeitskreis Archäometrie in der Fachgruppe Analytische Chemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker. – Acta Praehistorica et Archaeologica 21, 7-39.
- Mangelsdorf, G. (1994): Untersuchungen zur Formenkunde spätmittelalterlicher Keramik im westlichen Brandenburg. Frankfurt a. M.
- Matthes, S. (2000): Mineralogie. – Springer Verlag.
- May, J. O., Butterworth, B. (1962): Studies in pore size distribution III. The effect of firing temperature. – In Stewart: Science of Ceramics 1, 201-221.
- Mechelk, H. W. (1970): Stadtkernforschung in Dresden. – Berlin.
- Mehler, A., Köppen, N. (1965): Die Mikroskopie des Steinzeugs. – In: Freund, H. (Hrsg.) Handbuch der Mikroskopie in der Technik, Bd. IV, Teil 3, Frankfurt. a. M., Umschau-Verlag.
- Meibeyer, W. (1986): Siedlungsgeographische Beiträge zur vor- und frühstädtischen Entwicklung in Braunschweig. – Braunschweigisches Jahrbuch 67, 18.
- Meyers, C. E., Mason, T. O., Petuskey, W. T., Halloran, J. W., Bowen, H. K. (1980): Phase equilibria in the system Fe – Al – O. – J. Am. Ceram. Soc. 63, 659 - 663.
- Mohr, K. (1982): Harz Westlicher Teil. – Slg. Geol. Führer 70: 155 S., Berlin-Stuttgart (Borntraeger).
- Mildenberger, G. (1951): Zur Herstellung der mittelalterlichen Kugeltöpfe. – Germania 29, 63 - 66.
- Mirwald, P. (1986): Ist Cordierit ein Geothermometer? – Fortschr. Mineral. 64, Bh. 1: 119.
- Mommsen, H. (1981): Filters to sort out pottery samples of the same provenience from a data bank of Neutron Activation Analysis. – Archeometry 23, 209-215.
- Mommsen, H. (1986): Archäometrie. Neuere naturwissenschaftliche Methoden und Erfolge in der Archäologie. – Teubner, Stuttgart.
- Mommsen, H. (1987): Teilcheninduzierte Röntgenfluoreszenzanalyse und Neutronenaktivierungsanalyse in der Archäometrie. – ISKP Bonn.
- Mommsen, H., Kreuser, A., Weber, J., Büsch, H. (1987): Neutron activation analysis of ceramics in the X-ray energy region. – Nucl. Inst. & Meth. Phys. Res. A257, 451.
- Mommsen, H., Kreuser, A., Weber, J. (1988): A Method for Grouping Pottery by Chemical Composition. – Archaeometry 30, 47-57.
- Mommsen, H. (1990): Programm SEARCH, Description of usage. – ISKP Bonn.
- Mommsen, H., Beier, Th., Kesselring-Poth, L. (1991a): Neutronenaktivierungsanalyse von Scherben aus einem Töpferofen der Geburtsstunde Bonns. – Archäo-Physica 12, 367-382.
- Mommsen, H., Beier, Th., Weber, J. (1991b): Precision of neutron activation analysis in archaeometric studies of ceramics. – In: Applications of nuclear techniques. World Scientific.
- Mommsen, H., Beier, Th., Heimermann, D., Hein, A., Hähnel, E., und Ruppel, Th. (1995): Unterscheidung von Keramik aus Siegburg und vergleichbaren Töpferorten durch Neutronenaktivierungsanalyse. – Denkmalpflege und Forschung in Westfalen 32, 101-111, Bonn.
- Müller, G., Strauss, K. W. (1985): Polymetamorphe Entwicklung des Eckergneis-Komplexes/Harz. – Neues Jahrbuch Miner. Abh. 152, 271-291.
- Murad, E., Wagner, U. (1996): The thermal behavior of an Fe-rich Illite. – Caly Minerals, 31, 45-52.
- Nahrgang, K. (1957): Ein Töpferofen mit Pingsdorfer Keramik in Seligenstadt. – In: Stadt und Landkreis Offenbach am Main. Studien und Forschungen 3, 73-77.

- Nelson, S. T., Montana, A. (1992): Sievetextured plagioclase in volcanic rocks produced by rapid decompression. – *American Mineralogist*, 77, 1242-1249.
- Nickel, E. (1965): Bemerkungen zur Herstellung und Benutzung des Kugeltopfes. – *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte* 49, 139-144.
- NLFB (1982- 1984): Unveröffentlichte Laboruntersuchungen zu Vorkommen von Unterkreide-Ton im Bereich von Niedersachsen (Bohrungen Haimar, Hämelerwald, Hohenhameln). – Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung und Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- Noll, W. (1984): Antike Keramik und ihre Dekoration in naturwissenschaftlicher Sicht – *Proceedings of the International Vase Symposium Amsterdam 1984*, Allard Pearson Series 5, 42-53.
- Noll, W. (1991): *Alte Keramiken und ihre Pigmente. Studien zu Material und Technologie.* – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Nriagu, J. O., Moore, P. B. (Hrsg.)(1984): *Phosphate Minerals.* – Berlin, Springer.
- Nungässer, W., Maggetti, M. (1978): Mineralogisch-petrographische Untersuchung vom Burgäschisee. – *Bull. Soc. Frib. Sc. Nat.*, Vol. 67Fasc. 2, 152-173.
- Nungässer, W., Maggetti, W., Stöckli, W. E. (1985): Neolithische Keramik von Twann - Mineralogische und petrographische Untersuchungen. – *Jahrbuch der Schweiz. Ges. f. Ur- und Frühgeschichte*, 68, 7-39.
- Okrusch, M., Strunk-Lichtenberg, G., Gabriel, B. (1973): Vorgeschichtliche Keramik aus dem Tibesti (Sahara). – *Ber. Dt. Keram. Ges.* 50, Nr. 8, 261-267.
- Okrusch, M., Wilke-Schiegries, R. (1985): Mineralogische Untersuchungen an gelbtoniger Irdenware des 12. bis 13. Jahrhunderts in Braunschweig und Goslar. – In: Rötting H. (1985): *Stadtarchäologie in Braunschweig – Forschungen der Denkmalpflege in Niedersachsen* 3, 249-255
- Okrusch, M., Wilke-Schiegries, R., Rötting, H. (1986): Archäometrie früh- und hochmittelalterlicher Keramik des Gräberfeldes Schortens, Ldkr. Friesland. – *Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte*, 55, 145-189.
- Osborn, E. F. & Muan, A. (1960): System MgO – Al₂O₃ – SiO₂. Phase equilibrium diagrams of oxide systems. – *Amer. Ceram. Soc.*, Columbus, Ohio. Plate 3.
- Osborn, E. F. & Muan, A. (1964): Phase Equilibrium Diagrams of Oxide Systems. – In: Levin, E. M., Robbins, C. R., McMurdie, H. F. (eds), *Phase Diagrams for Ceramists.* – *Amer. Ceram. Soc.* 63, 630-631.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E., Siever, R. (1973): *Sand and Sandstones*, pp. 617. Springer Verlag.
- Peine, H. W. (1988): Untersuchungen zur mittelalterlichen Keramik Mindens. Auswertung der Stadtkerngrabungen Bäckerstraße und Hellingstraße. – *Ausgrabungen in Minden 1, Denkmalpflege und Forschungen in Westfalen* 17.
- Perlman, I. & Asaro, F. (1969): Pottery analysis by neutron activation. – *Archaeometry* 11, 21-52.
- Peters, T. J., Jenni, J-P. (1973): Mineralogische Untersuchungen über das Brennverhalten von Ziegeltonen. – *Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, Lieferung* 50, 59 S.
- Pilger, A. (1991): Die nordischen Gletscher am nordwestlichen Harzrand und ihre Stauseen. – *Clausthaler Geologische Abhandlungen* 48: 159 S.
- Plath, H. (1959): Mittelalterliche Keramik vom 12. bis 15. Jahrhundert in Hannover. – *Hannoversche Geschichtsbl.* NF. 12.
- PRE-Empfehlungen, 1966 (Überarbeitung 1976): Bestimmung der Rohdichte, der offenen Porosität und der Gesamtporosität an dichten geformten feuerfesten Erzeugnissen. – *PRE/R9* 78, S.1.
- Preul, F. (1965): In: *Der Landkreis Braunschweig.* – Veröff. Nds. Landesverwaltungsamt 22, 17-24, 2 Taf., 1 Tab., Bremen-Horn.
- Range, P. (1938): *Geologische Karte von Preussen, Lieferung 200, Erläuterungen zu Blatt Hamberge und Lübeck*, Nr. 746 und 747. – 2. Aufl., Preussische Geologische Landesanstalt, Berlin.
- Reimann, C. & Filzmoser, P. (2000): Normal and lognormal data distribution in geochemistry: death of a myth. Consequences for the statistical treatment of geochemical and environmental data. – *Environmental Geology* 39 (9), 1001 - 1014, Springer-Verlag.
- Reineking-von Bock, G. (1986): *Steinzeug.* – Kataloge des Kunstgewerbemuseums Köln 4.
- Ribbert, K.-H. & Zimmerle, W. (1998): Vulkanopsammit in der pelitischen Fazies des Unterkarbon II und III im Westharz. – *Z. geol. Wiss.* 26 (3/4), 445-468.
- Riederer, J., Rother, A. (1990): Materialanalysen an Steinzeug von Pingsdorf und Siegburg. – *Keramische Zeitschrift* 8, 565-566.
- Ring, E. (1990): *Die Königspfalz Werla. Die mittelalterliche Keramik.* – *Forschungen und Berichte des Braunschweigischen Landesmuseums* 1.
- Rittmann, A. (1929): Die Zonenmethode. Ein Beitrag zur Methodik der Plagioklasbestimmung mit Hilfe des Theodolithischen. – *Schweiz. mineral. petro. Mitt.*, 9, 1-46, Zürich.
- Röber, R. (1990): Hoch- und spätmittelalterliche Keramik aus der Klosteranlage tom Roden. – *Denkmalpflege und Forschung in Westfalen* 21.

- Rötting, H. (1977): Archäologische Denkmalpflege Braunschweig 1976/77, Katalog zur Ausstellung „Grabungsergebnisse 1976“, Braunschweig 1977.
- Rötting, H. (1985): Stadtarchäologie in Braunschweig – ein fachübergreifender Arbeitsbericht zu den Grabungen 1976-1984 (Forschungen zur Denkmalpflege in Niedersachsen, Bd. 3), hrsg. von H. H. Müller, Hameln.
- Rötting, H. (1986): Braunschweig-Archäologie. Altstadtüstung an der Turnierstraße wird ausgegraben. – Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 3/86, 17-19.
- Rötting, H. (1987): Die Grabungen an der Turnierstraße in Braunschweig-Altstadt - erster Vorbericht. – Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 56, 195-214.
- Rötting, H. (1988): Möglichkeiten und Grenzen archäologischer Denkmalpflege in Braunschweig. – Lübecker Schriften zur Archäologie und Kulturgeschichte (LSAK) 14, 89-99.
- Rötting, H. (1989): Zum Arbeitsstand auf der Parzelle Ass. 636 in Braunschweig-Altstadt. – Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 58, 209-237.
- Rötting, H. (1990): Zur hochmittelalterlichen Gebäude- und Parzellenstruktur des Markortes und der frühen Stadt von Braunschweig im Weichbild „Altstadt“. – Lübecker Schriften zur Archäologie und Kulturgeschichte (LSAK) 20, 139-148.
- Rötting, H. (1991a): Die Grabungen an der Turnierstraße und am Eiermarkt in Braunschweig-Altstadt und der stadarchäologische Forschungsstand. – Braunschweigisches Jahrbuch 72, 7-14.
- Rötting, H. (1991b): Archäologische Siedlungsbefunde zu den Vor- und Frühformen von Braunschweig. – Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 3/91.
- Rötting, H. (1992): Die Ausgrabungen am Papenstieg 8 im Braunschweiger Burgbereich – Stadtgrabung 99, 1990 bis 1991. – Informationen und Berichte 3-4, Braunschweiger Landesmuseum, 62-73.
- Rötting, H. (1993): Wege in die Romanik. Das Reisehandbuch, Bd. 1. – Verlag Th. Schäfer, Hannover.
- Rötting, H. (1995): Castrum Tanquaderoth - der archäologische Forschungsstand. – Burg Dankwarderode. Ein Denkmal Heinrichs des Löwen, hrsg. von Peter Königfeld u. Reinhard Roseneck, Bremen 1995, 22-26.
- Rötting, H. (1997): Stadtarchäologie in Braunschweig. Ein fachübergreifender Arbeitsbericht zu den Grabungen 1976-1992, erw. Neuaufl.. Mit einem Forschungsbericht 1997, hrsg. von Segers-Glocke, Hameln (= Forschungen der Denkmalpflege in Niedersachsen 3).
- Rötting, H. (1999): Archäologische Erkenntnisse zum Handel in Braunschweig vom 12. bis zum 17. Jahrhundert – In: Gläser, M. (Hrsg). Lübecker Kolloquium zur Stadtarchäologie im Hanseraum II: Der Handel. Lübeck, Schmidt-Römhild. 331-347.
- Rötting, H. (2000): Die Anfänge der Stadt Braunschweig in archäologischer Sicht. – In: Braunschweigische Landesgeschichte, Jahrtausendrückblick einer Region, hrsg. v. H.-R. Jarck u. G. Schild. Braunschweig, 301-316.
- Roiter, B. D. (1964): Phase equilibria in the spinel region of the system FeO - Fe₂O₃ - Al₂O₃. – J. Am. Ceram. Soc. 47, 509-511.
- Rollinson, H. (1993): Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. – Harlow, Longman.
- Rottländer, R. C. A. (1980): Zum Phosphatgehalt keramischer Scherben. – Naturwissenschaftliche Beiträge zur Archäologie, Archäo-Physica 7, 87-94.
- Rottländer, R. C. A. (1983): Über die Veränderungen von Elementkonzentrationen in keramischen Scherben während der Bodenlagerung, Teil I-III. – Sprechsaal 114, 10, 742-745; 115, 3, 210-218; 116, 7, 571 -577.
- Rottländer, R. C. A. (1985): Der Einfluß der Sedimenteinkbettung auf die elementare Zusammensetzung gebrannter Keramik. – Habilitationsschrift der Fakultät für Chemie und Pharmazie, Univ. Tübingen, 126 S.
- Salmang, H. & Scholze, H. (1983): Keramik, Teil 2: Keramische Werkstoffe. – Berlin-Heidelberg-New York.
- Schairer, J. F.; Bowen, N. L. (1955): The system K₂O – Al₂O₃ – SiO₂. – Amer. J. Sci. 253, 681- 746.
- Scharff, W. (1988): Untersuchungen zu vor- und frühgeschichtlicher Keramik aus dem unteren Altmühltal – Diss. Geol. Inst. Univ. Würzburg, 212 S.
- Schicht, R. (1967): Die Lagerstätten der keramischen Rohstoffe. – Handbuch der Keramik, Gruppe I A 2, 1-12.
- Schindler, R. (1951/1952): Die Hamburger Keramik des 8. bis 12. Jahrhunderts als Geschichtsquelle. – Hammaburg 3, H. 8, 115-131.
- Schlünz, M. (1981): Naturwissenschaftliche Untersuchungen an mittelalterlicher Keramik aus Coppingrave. – In: Stephan, H. G. (1981): Coppingrave. Studien zur Töpferei des 13. - 19. Jahrhunderts in Nordwestdeutschland. – Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens 17, Hildesheim.
- Schmidt, H. (1976): Über die Bedeutung des Mineralbestandes in grobkeramischen Rohstoffen. – Sonderdruck aus Sprechsaal 9/76 (109. Jahrgang).
- Schmidt, H. (1981): Chemische und physikalische Reaktionen in grobkeramischen Scherben beim Brennen, Teil II. – Ziegelindustrie 8, 431- 442.
- Schneider, G., Hoffmann, B. (1976): Bestimmung der Herkunft antiker Keramik (Terra Sigillata) mit Hilfe von Röntgenfluoreszenzanalysen. – Ber. Dt. Keram. Ges. 53, 417-422.

- Schneider, G. (1978): Anwendung quantitativer Materialanalysen auf Herkunftsbestimmungen antiker Keramik. – Berliner Beiträge zur Archäometrie 3, 63-122.
- Schneider, G., Hoffmann, B., Wirz, E. (1978): Significance and dependability of reference groups for chemical determinations of provenance of chemical artefacts. – *Archaeo-Physica* 10, 269 - 285.
- Schneider, G. (1989a): Naturwissenschaftliche Kriterien und Verfahren zur Beschreibung von Keramik. Diskussionsergebnisse der Projektgruppe Keramik im Arbeitskreis Archäometrie in der Fachgruppe Analytische Chemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker. – *Acta Praehistorica et Archaeologica* 21, 1989, 7-39.
- Schneider, G. (1989b): Chemische Zusammensetzung römischer Keramik im Rhein-Main-Gebiet. – *Schriften des Frankfurter Museums für Vor- und Frühgeschichte* 10, 303-327, Habelt, Bonn.
- Schneider, W. (1975): Erläuterungen zu mineralogisch-petrographischen Untersuchungen an Keramikscherben aus dem 3. und 4. Jahrhundert n. Chr. von Seinstedt, Gilde und Haverlah. – *Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen* 9, 195-200.
- Schneider, W. (1976): Geologisch-petrographische Untersuchungen im Bereich der frühbandkeramischen Siedlung bei Eitzum, Kr. Wolfenbüttel. – *Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte* (45), 331-339.
- Schneider, W. (1979): Geologischer Überblick über den Westharz und sein Nördliches Vorland im Hinblick auf Materialfragen aus archäologischer Sicht. – *Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte* 48, 1-15.
- Schneider, W. (1985): Zur Geologie und Hydrogeologie im Stadtgebiet. In: Rötting, H. (1985a) *Stadtarchäologie in Braunschweig. – ein fachübergreifender Arbeitsbericht zu den Grabungen 1976-1984*, 187-192.
- Scholz, P. (1994): Petrographische Untersuchung an Keramik aus Hannover. – In: Atzbach, R., *Die mittelalterlichen Funde und Befunde der Ausgrabung Hannover-Bohlendamm*. Magisterarbeit Univ. Bamberg.
- Scholz, P. & Rötting, H. (1995): *Stadtarchäologie Braunschweig. Archäometrische Untersuchungen zur Definition und Abgrenzung keramischer Warengruppen*. Ein Vorbericht. – *Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte* 64 (1), 17-31.
- Scholz, P. (1997a): Mineralogische und geochemische Untersuchungen an frühneuzeitlichen Bildkacheln und besonderen keramischen Gefäßformen aus Braunschweig, Halberstadt, Peine Schöningen und Helmstedt. *Untersuchungsbericht 1997. Akten zur Archäometrie. Projekt Stadtarchäologie Braunschweig, Wolfenbüttel*. Zitiert in: Rötting, H. (1999): *Archäologische Erkenntnisse zum Handel in Braunschweig vom 12. bis zum 17. Jh.* In: Gläser, M. (Hrsg.) (1999), *Lübecker Kolloquium zur Stadtarchäologie im Hanseraum II: Der Handel*. Lübeck, Schmidt-Römhild, 331-347.
- Scholz, P. (1997b): Petrographische Untersuchungen an mittelalterlicher Keramik aus Uelzen (Niedersachsen). – In: Hensch, M., *Archäologische Funde und Befunde zur Frühzeit der Stadt Uelzen. Die Ausgrabung der Hutmacher-/Schuhstraße. Materialhefte zur Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit* 2.
- Schraven, T. (1980): Bestimmung keramischer Scherbenmaterialien von Proben eines mittelalterlichen Töpferplatzes. – *Studienarbeit Lehrstuhl für Glas und Keramik, TU Clausthal*.
- Schraven, T., Hennicke, H. W., Rötting, H. (1985): Die mittelalterliche Töpferei von Salzgitter-Gebhards hagen. – *Keramische Zeitschrift* 9, 487-490.
- Schreyer, W., Schairer, J. P. (1961): Metastabile Solid Solutions with Quartz. Type Structures on the Join SiO_2 - MgAl_2O_4 . – *Zeitschrift für Kristallographie*, 116, 60-82.
- Schriel, W. & Udluft, H. (1978): Geologische Karte Nordrhein-Westfalen 1:25000, Blatt 5109 Lohmar. – Geologisches Landesamt Krefeld.
- Schroll, E. (1975): *Analytische Geochemie, Band I Methodik*, Stuttgart, Enke, 292 S.
- Schubert, P. (1986): Petrographic modal analysis - a necessary complement to chemical analysis of ceramic coarse ware. – *Archaeometry*, 28, 2, 163-178.
- Schuchard-Fischer, G., Backhaus, K., Humme, U., Lohrberg, W., Plinke, W., Schreiner, W. (1985): *Multivariate Analysemethoden*. – Berlin, Springer, 346 S.
- Schuster, P., Gugel, E., Hennicke, H. W. (1972): Untersuchungen zum Gefüge und zu den Eigenschaften von Steinzeug II: Erscheinungsformen und Entstehung von Mullit im Steinzeugscherben. – *Ber. Dt. Keram. Ges.* 49, Nr. 9, 291-294.
- Schwarz, H. J. (1988): Chemische und mineralogische Untersuchungen an Keramik und miozänen Tonen aus dem Kröning (Niederbayern). – *Diss. Univ. München*, 156 S.
- Seckendorff, V. von (1990): Geologische, petrographische und geochemische Untersuchungen an permischen Magmatiten im Saarland (Blatt 6507 Leebach). – *Berichte - Reports, Geol. Paläont. Inst. Univ. Kiel*, Nr. 39.
- Smed, P., Ehlers, J. (1994): *Steine aus dem Norden. Geschiebe als Zeugen der Eiszeit in Norddeutschland*, 191 S., Berlin, Stuttgart, Borntraeger.
- Stein, V., Eckhardt, F.-J., Hilker, E., Irrlitz, W., Kosmahl, W., Mattiat, B., Piltz, G., Raschka, H., Rösch, H. (1981): Die ziegeleitechnischen Eigenschaften niedersächsischer Tone und Tonsteine. – *Geol. Jb.*, D 45, 72 S.; Hannover.
- Stephan, H. G. (1973): *Archäologische Beiträge zur Frühgeschichte der Stadt Hörter*. – *Münstersche Beitr. zur Vor- u. Frühgesch.* 7, Hildesheim.
- Stephan, H. G. (1978/79): *Archäologische Studien zur Wüstungsforschung im südlichen Weserbergland*. – *Münstersche*

- Beitr. zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens 10/11, Hildesheim.
- Stephan, H. G. (1979): Seypessen. Ein hochmittelalterliches Töpferzentrum bei Duingen, Krs. Holzminden. – Magisterarbeit Univ. Göttingen.
- Stephan, H. G. (1981): Coppengrave. Studien zur Töpferei des 13. - 19. Jahrhunderts in Nordwestdeutschland. – Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens 17, Hildesheim.
- Stephan, H. G. (1982a): Die mittelalterliche Keramik in Norddeutschland (1200-1500). – In: Pohl-Weber, R. (Hrsg.), Aus dem Alltag der mittelalterlichen Stadt. Hefte des Focke Museums 62, 65-122.
- Stephan, H. G. (1982b): Die mittelalterlichen Töpfereien im Reinhardswald. – In: Leinweber, U. (Hrsg.). Töpferei des Reinhardswaldes vom 12. bis zum 20. Jahrhundert. Eine Ausstellung des Hessischen Museumsverbandes und der Staatlichen Kunstsammlungen Kassel, 57-127.
- Stephan, H. G. (1982c): Mittelalterliche Keramik in Niederhessen. – Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern 50, 209-229, Mainz.
- Stephan, H. G. (1984): Gedanken und Befunde zur Problematik der archäologischen Datierung von hochmittelalterlichen Stadtgründungen am Beispiel von Göttingen. – Göttinger Jahrb. 32, 41-55.
- Stephan, H.-G. (1985): Archäologische Stadtforschung in Niedersachsen. – In: C. Meckseper (Hrsg.), Stadt im Wandel, Bd. 3, 29-80.
- Stephan, H.-G. (1986): Beiträge zur Erforschung der materiellen Kultur des hohen und späten Mittelalters im Weserbergland. – Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen 17, 219-308.
- Stephan, H.-G. (1988): Steinzeug und Irdenware: Diskussionsbeiträge zur Abgrenzung und Definition mittelalterlicher deutscher Steinzeuggruppen. – In: D. R. M. Gaimster, M. Redknapp und H.-H. Wegner (Hrsg.), Zur Keramik des beginnenden Mittelalters und der Neuzeit im Rheinland. BAR Intern. Ser. 440, 81-115. Oxford.
- Stephan, H.-G. (1995): Großalmerode. Ein europäisches Zentrum der Herstellung von technischer Keramik, Teil II. Hrsg.: Glas- und Keramikmuseum Großalmerode.
- Stephan, H.-G. (2000): Studien zur Siedlungsentwicklung und -struktur von Stadtwüstung und Reichskloster Corvey (800-1670). Eine Zusammenschau auf der Grundlage archäologischer und historischer Quellen. – Göttinger Schriften zur Ur- und Frühgeschichte 26, 1-3.
- Stephan, H.-J. (1973): Erläuterungen zur Ingenieurgeologischen Planungskarte Maßstab 1:5000 Lübeck-Süd. Kiel, Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein.
- Stilke, H., Hein, A., Mommsen, H. (1996): Neutronenaktivierungsanalyse von Pingsdorfer und Paffrather Ware aus Emden. – Archäologisches Korrespondenzblatt 26, 523-532.
- Stoll, H.J. (1980): Zur Keramik mit Bleiglasur der Stadtkerngrabung Magdeburg. – ZfA 14, 249-270.
- Strunk-Lichtenberg, G. (1971): – In: Beckmann et al., 1971.
- Strunk-Lichtenberg, G., Gabriel, B., Okrusch, M. (1973): Vorgeschichtliche Keramik aus dem Tibesti (Sahara), II. Technologischer Entwicklungsstand. – Ber. Dt. Keram. Ges. 50, 294-299.
- Strunk-Lichtenberg, G. (1975): Die Beschaffenheit des Scherbens. – In: Beckmann, B.: Der Scherbenhügel in der Siegburger Aulgasse, Bd. 1 Rhein. Ausgrab. 16, 345-349, Bonn.
- Strunk-Lichtenberg, G. (1976): Eine klassische Methode der Porositätsbestimmung an Keramik. – Informationsblätter zu Nachbarwissenschaften der Ur- und Frühgeschichte (INW), 7, 3.1 - 3.8.
- Strunk-Lichtenberg, G. †(2000): – In Stephan, H.-G. (2000): Studien zur Siedlungsentwicklung und -struktur von Stadtwüstung und Reichskloster Corvey (800-1670). Eine Zusammenschau auf der Grundlage archäologischer und historischer Quellen. – Göttinger Schriften zur Ur- und Frühgeschichte 26, 1-3.
- Thorez, J. (1975): Phyllosilicates and clay minerals. A laboratory handbook for their x-ray diffraction analysis. – Editions G. Lelotte, Dison (Belgique), 584 S.
- Timpel, W. (1990): Mittelalterliche Keramik im westlichen Thüringen vom 8. - 12. Jahrhundert, 2. Katalog und Tafeln. – Weimarer Katalog zur Ur- und Frühgeschichte 24.
- Timpel, W. (1995): Die früh- und hochmittelalterliche Keramik im westlichen Thüringen (8. - 12. Jh.). – Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte 33.
- Trusheim, F. (1957): Über Halokinese und ihre Bedeutung für die strukturelle Entwicklung Norddeutschlands. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 109 (1), 111-151.
- Udluft, H. (1977a): Erläuterungen zu Blatt 5209 Siegburg. – Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 76 S.
- Udluft, H. (1977b): Erläuterungen zu Blatt 5109 Lohmar. – Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 78 S.
- Usdowski, H.-E. (1962): Die Entstehung der kalkoolithischen Fazies des norddeutschen Unteren Buntsandsteins. – Beitr. Mineral. Petrol., 8: 141-179.
- Uslu, G. (1982): Quartärgeologische Untersuchungen auf Blatt Süplingen (Nr. 3731). Diplomarbeit, TU Braunschweig, 112 S..
- Van der Leeuw, S. E. (1980): Keramikproduktion und Keramikhandel. Methodische Probleme ihrer Erforschung. – Lübecker Schriften zur Archäologie und Kulturgeschichte (LSAK) 4, 185-206.

- Wageningen, R. van (1988): Ceramiekimporten in Amsterdam: een mineralogisch herkomstonderzoek, Amsterdam.
- Wedepohl, K. H. (Hrsg) (1969): Handbook of Geochemistry, Springer Verlag, Berlin.
- Wendrich, B., (1981): Kochtöpfe aus heimischer Produktion. Festschrift zur Eröffnung der Jubiläumsfeiern (1200 Jahre Wittingen) des Jahres 1981.
- Whitebread, I. K. (1986): The characterisation of argillaceous inclusions in ceramic thin sections. – *Archaeometry* 28, 79-88.
- Winter, A. (1959): Die Technik des griechischen Töpfers in ihren Grundlagen. – *Techn. Beitr. zur Archäologie* 1, 1-45, Mainz (Röm. Germ. Zentralmuseum).
- Winter, G. (1988): Kalibrierung des Bonner Keramik-Standards für archäometrische Neutronenaktivierungsanalysen. – Diplomarbeit ISKP, Univ. Bonn.
- Wolberg, J. R., (1967): Prediction Analysis. – Princeton, Van Nostrand.
- Woldstedt, P. (1931): Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000, Blatt Braunschweig. – 58 S., 1 Abb., Berlin.
- Woldstedt, P., Duphorn, K. (1974): Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter, 3. Aufl., 500 S., Koehler, Stuttgart.
- Yardley, B.W.D., MacKenzie, W.S., Guilford, C. (1992): Atlas metamorpher Gesteine und ihrer Gefüge in Dünnschliffen. – Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Zaun, P. E. (1979): Die Verteilung der Elemente Ba, Rb, Sr, Zr in prähistorischer Keramik aus Nordniedersachsen. – *N. Jb. Miner. Mh.*, H. 8, 381-388.
- Zaun, P. E. (1982): Einflüsse der Bodenlagerung auf antike Keramik. - *N. Jb. Mineral., Mh.* 3, 106-118.

ANHANG

Tab. I: Verzeichnis der jährlichen Grabungskennziffern und des Grabungsortes mit Nummerierung der Stadtgrabungen in Braunschweig. In Klammern jeweils die Probenanzahl.

76:11/.....	Salzgitter-Gebhardshagen, Lattemannsgasse		(7)
77:13/.....	BS - Jacobskapelle	Stgr. 5	(4)
77:18/.....	BS - Petersilienstraße	Stgr. 7	(2)
77:19/.....	BS - Brüdernkirche	Stgr. 8	(1)
77:20/.....	BS - An der Martinikirche	Stgr. 9	(1)
78:2/.....	BS - Nickelnkulk 12-19	Stgr. 12	(3)
78:3/.....	BS - Packhof	Stgr. 10	(11)
78:7/.....	Königsutter, Ldkr. Helmstedt, Stiftskirche		(1)
79:5/.....	BS - Hagenmarkt	Stgr. 18	(36)
79:8/.....	BS - Weberstraße 39-44	Stgr. 19	(5)
79:10/.....	BS - Veltenhof, Wüstung Honrode		(1)
79:11/.....	BS - Kohlmarkt	Stgr. 21	(14)
79:13/.....	BS - Güldenstraße 9	Stgr. 23	(2)
80:10/.....	BS - Aegidienmarkt 15	Stgr. 25	(3)
81:9/.....	Königsutter-Rieseberg, Ldkr. Helmstedt, Luersburg		(1)
81:17/.....	BS - Vieweg-Haus, Burgplatz 1	Stgr. 31	(5)
82:8/.....	BS - Langedamm 14-16/Ölschlägern 5-8	Stgr. 55	(5)
83:1/.....	BS - Gördelingerstraße 41,42 / Schützenstr. 6,7-9	Stgr. 32	(6)
83:7/.....	BS - Wendenstraße 54-57	Stgr. 59	(1)
83:14/.....	BS - Güldenstraße, vor Michaeliskirche	Stgr. 62	(2)
84:1/.....	BS - Höhe 28, Marstall 1-3	Stgr. 66	(2)
84:6/.....	BS - Poststraße/Altstadtmarkt	Stgr. 69	(1)
84:10/.....	Bad Harzburg, Ldkr. Goslar, Harzburg		(2)
84:11/.....	BS - Klint 2-3	Stgr. 71	(3)
84:16/.....	Wittingen, Ecke Neue Straße/Stadtgraben, Ldkr. Gifhorn		(7)
85:1/.....	BS - Eiermarkt, Turniersstraße	Stgr. 33	(140)
86:4/.....	BS - Echterstraße 45, 47	Stgr. 85	(1)
86:16/.....	Eitzum, Hauptstraße 52, Ldkr. Wolfenbüttel		(4)
87:30/.....	Querum, Scharenkamp		(1)
87:31/.....	Leiferde, Acker an der Oker		(1)
87:32/.....	Fallersleben, Stadt Wolfsburg, Bahnhofstraße 15		(1)

Tab. II: Probenverzeichnis nach archäologischer, chronologisch-funktioneller Gruppierung (vgl. Tab. I). Beschreibung in folgender Reihenfolge: Warengruppe, Scherbenart, Fundnummer, Randform, ggf. Gefäßtyp, Stadtgrabungsnummer, Schichtbefund, ggf. Abbildungshinweis (R: Rötting 1985, ders. 1976/77, 1989), Farbe des Scherbens im Bruch, ggf. Glasurfarbe/Glasur, Datierung. Die Datierung und die Angaben zum Befund sowie zur Typologie basieren auf den Angaben von H. Rötting. Nähere Einzelheiten in Klammern.

I. WARENGRUPPEN IRDENWARE

I.1: Gesteinsgrusware

Warengruppe: **Ältere Granitgrusware**, Gruppen **A - E**, "Kohlmarktkeramik" (Basiskeramik), 9. - 10. Jh. (Rötting 1985, 28 ff., Farbtafeln 7-9; ders. 1991, 101f.).

- | | | |
|-----|----------|--|
| 1.1 | A | Rauhe, graubräunliche Standbodenware, Steilrand. |
| 1A | | 79:11/1102, WS, Stgr. 21, grubenartige Vertiefung in sandiger Oberflächenschicht 86, grau, außen rotbraun gemantelt (unterer Teil überfeuert), 9. Jh. |
| 2A | | 79:11/685, RS, Stgr. 21, Brandschicht 7 der Sickergrube 4, R: Farbtaf. 7:3, grau/partiell rotbraun gemantelt, 9. Jh. |
| 1.2 | B | Glatte, grau-hellrotbraune Ware mit Sichelrand. |
| 3B | | 79:11/2264, RS, Lippenrand (kurz und dick), Stgr. 21, Bodenschicht 305 (schluffig brauner Sand, Webgrubenhaus), R: Farbtaf. 7:9, grau/rotbraun gemantelt, 9. Jh. |
| 4B | | 82:8/44, RS, Lippenrand (kurz und dick), Stgr. 55, Baugrube zu Brunnen 19, graubraun, rotbraun gemantelt, 9. Jh. |
| 1.3 | D | Graue Ware mit Sichelrand, Standbodengefäße sowie Kugeltöpfe mit Linsenboden. |
| 5D | | 79:11/658, RS, Sichelrand, Stgr. 21, Sedimentschicht 4 der Sickergrube 4, R: Farbtaf. 8:4, graudunkelgrau, 9./10. Jh. |
| 6D | | 79:11/647, RS, Sichelrand, Stgr. 21, Brandschicht 7 der Sickergrube 4, R: Farbtaf. 8:2, dunkelgrauschwarz, 9./10. Jh. |
| 7D | | 81:17/430, RS, Sichelrand, Stgr. 31, Schicht 31, sandige Aufschüttung, R: Farbtaf. 8:5, dunkelgrauschwarz, 9./10. Jh. |
| 8D | | 81:17/478, RS, Sichelrand, Stgr. 31, Grubensediment 34, R: Farbtaf. 8:7, grau-schwarz, 9./10. Jh. |
| 9D | | 82:8/117, RS, Sichelrand, Stgr. 55, Brunnen 19 (Sediment B), R: Farbtaf. 8:10, grau bis schwarz, 9./10. Jh. |
| 10D | | 79:10/42, RS, Sichelrand, Streuscherbe, Honrode bei Walle (BS-Veltenhof), R: Abb. 15b:1, grau-schwarz, außen rotbraun gemantelt, 9./10. Jh. |
| 11D | | 78:7/168.1, RS, Sichelrand, Stiftskirche, Königslutter/Ldkr. Helmstedt, schwarz-humose Planierschicht A2, grau-schwarz, 9./10. Jh. |
| 12D | | 87:30/1, WS, BS-Querum, Lesescherbe, grau/außen hellrotbraun gemantelt, 9./10. Jh. |
| 13D | | 87:31/1, RS, Sichelrand, BS-Leiferde, Lesescherbe, grau-schwarz, 9./10. Jh. |
| 14D | | 87:32/14, RS, Knickrand, WOB-Fallersleben, Siedlungsgrube, grau-schwarz, außen rotbraun gemantelt, 9./10. Jh. |
| 1.4 | E | Grau-hellrotbraune Ware, wie D. |
| 15E | | 79:11/689, WS, Stgr. 21, Brandschicht 7 der Grube 4, grau/außen rotbraun gemantelt, 9./10. Jh. |
| 16E | | 79:11/890, RS, Sichelrand, Stgr. 21, Grubensediment 4 (sandig-schluffig, Sickergrube), R: Farbtaf. 9:1, graudunkelgrau/außen hellrot gemantelt, 9./10. Jh. |
| 17E | | 81:17/481, RS, Ösenhenkel (Sichelrand), Stgr. 31, Grubensediment 34, R: Farbtaf. 9:8, grau-graubraun, außen hellrot gemantelt, 9./10. Jh. |
| 18E | | 81:9/1-9, RS, Sichelrand, Kugeltopf mit Linsenboden, Königslutter-Rieseberg/Ldkr. Helmstedt (Luersburg), aus Burggraben, R: Abb. 15a:1, dunkelgrau/außen hellrotbraun gemantelt, 10. Jh. |
| 2. | | Warengruppe: Jüngere Granitgrusware , 11./12. Jh.. Gruppen F, G und Sondergruppe Baukeramik. |
| 2.1 | F | Graue Ware, Kugeltöpfe mit Knickrändern (Lippenrandformen mit Variationen), Umbruch teilweise tiefliegend |
| 19F | | 85:1/10098.1, RS, Knickrand, Stgr. 33, grausandig-schluffige Füllschicht 3023, grau, Ende 11. Jh./um 1100 |
| 20F | | 85:1/10120.1+4, RS, Lippenrand (rel. steil), Stgr. 33, braunsandig-humose Schicht 3042 (ehem. Oberfläche), dunkelgrau-schwarz, um 1100/Anfang 12. Jh. |
| 21F | | 85:1/10130.4, RS, Lippenrand (rel. steil), Stgr. 33, grausandig-schluffige Füllschicht 3023, vgl. 19F, dunkelgrau-schwarz, um 1100/Anfang 12. Jh. |
| 22F | | 85:1/4596.13, WS, dunkelbraune bis schwarze (Brand-) Sandschicht 2281, viel Holzkohle, dunkelgrauschwarz, 2. Hälfte 12. Jh. |

Fortsetzung Tab. II: Probenverzeichnis

- 23F 85:1/4711.4, RS, Lippenrand (verdickt), horizontal abgestrichen (Drehriefen), Stgr. 33, Brandschuttschicht 2034, grau, 2. Hälfte 12. Jh.
- 24F 85:1/5763.7, RS, Lippenrand, Stgr. 33, schluffiges Sediment (Sickergrube) 2429, grau, 12. Jh.
- 2.2 **G1** Grau-hellrotbraune Ware, wie F (Rötting 1985, 152).
G2 Graue, sowie hellrotbraune und ockerfarbene, partielle Drehscheibenware mit aufgedrehten Lippenrandformen (Knickränder), (Rötting 1985, 69).
- 25G2 85:1/5094.20, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424 (feiner grauer Sand), grau/rotbraun gemantelt, 12. Jh.
- 26G2 85:1/5381.18, WS, Stgr. 33, schluffiges Sediment 2429 (Sickergrube, vgl. 24 F), grau, 12. Jh.
- 27G1 77:13/30, RS, Knickrand, Stgr. 5, Schicht A2 in Steinpackung, Bauperiode. II, grau-dunkelgrau, um 1100
- 28G1 78:3/667, RS, Knickrand, Vorratsgefäß, Stgr. 10, Bachsediment 42, R: Abb. 82.4, grau/hellrotbraun gemantelt, 11. Jh./um 1100)
- 29G1 85:1/308.2, RS, Knickrand, eiförmiger Kugeltopf, Stgr. 33, eingegrabenes Vorratsgefäß 289, R: NNU 56, Abb. 7:1, S. 206, grau/rotbraun gemantelt, 11. Jh.
- 30G2 85:1/5487.2, RS, Lippenrand, Stgr. 33, Pfostringrube 2448, grau/außen rotbraun gemantelt, um 1100
- 31G1 85:1/10130.2, RS, Fragment (Funktion noch zu bestimmen), Stgr. 33, Siedlungsschicht 3023, R: NNU 56, Abb. 8:3025, S. 208; grau/hellrotbraun gemantelt, um 1100
- 32G1 77:13/330, RS, stark verdickter Lippenrand (Keulenrand, krustig), Stgr. 5, Brandschicht 91 (sekundär überfeuert), grau/hellrotbraun gemantelt, um 1100
- 33G1 85:1/4635.2, WS, Stgr. 33, Planierschicht 2163, grau/hellrotbraun gemantelt, um 1100
- 34G2 77:13/385, RS, Knickrand (krustig), Stgr. 5, Grubenfüllung 174, R: Abb. 35:2, grau/hellrotbraun gemantelt, (sekundär überfeuert), um 1100
- 35G2 81:17/483, WS, Stgr. 31, Planierschicht 158, grau/innen ockerfarben, außen hellrotbraun gemantelt, um 1100
- 36G2 77:19/54, WS, Stgr. 8, sandig-humose Schicht A4, hellgrau/außen hellrotbraun gemantelt, um 1100
- 37G2 79:11/34, WS, Stgr. 21, Bauschuttschicht, grau/außen hellrotbraun gemantelt, um 1100
- 38G1 85:1/1089.4, WS, Stgr. 33, sandig-schluffig Schicht 316, grau/innen ockerfarben, außen hellrotbraun gemantelt, um 1100
- 39G1 85:1/5418.1, BS, Stgr. 33, Schicht 2212 (Lehmestrich), grau/außen hellrotbraun gemantelt, 1. Hälfte 12. Jh.
- 40G2 85:1/4711.1, RS, Stempelrand (gedrückt ausgezogene Randlippe), Stgr. 33, Brandschuttschicht 2034, grau/hellrotbraun gemantelt, 2. Hälfte 12. Jh.
- 41G1 85:1/924.18, WS, Stgr. 33, Siedlungsschicht 153, grau/außen hellrotbraun gemantelt, um 1200
- 42G2 85:1/5614.9, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, grau/hellrotbraun gemantelt, 12. Jh.
- 43G1 85:1/5368.28, WS, Stgr. 33, Grabensediment 2370, grau/hellrotbraun gemantelt, um 1200
- 44G1 85:1/5668.1, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, grau/hellrotbraun gemantelt, 12. Jh.
- 45G1 85:1/5366.9, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, grau/hellrotbraun gemantelt, 12. Jh.
- 46G1 85:1/5617.59, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, grau/ockerfarben gemantelt, 12. Jh.
- 47G1 85:1/5614.12, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, grau/ockerfarben gemantelt, 12. Jh.
- 48G2 81:17/442, WS, Stgr. 31, Füllschicht 158, R: Abb. 35.3, grau/innen ockerfarben, außen hellrotbraun gemantelt, um 1100
- 49G2 77:13/5, RS, „Knickwandschale“, Stgr. 5, Schicht 5, R: Abb. 35.1, grau-bräunlich, um 1100 (im Fundhorizont)
- 2.3 **G3** Sondergruppe: Baukeramik (Wasserröhren).
- 50G3 84:10/100, RS, Wasserröhre, Bad Harzburg, grau/hellrotbraun gemantelt, 4. Viertel 11. Jh.
- 51G3 84:10/101, WS, Wasserröhre, Bad Harzburg, grau/hellrotbraun gemantelt, 4. Viertel 11. Jh.
- 52G3 86:4/32.2, WS, Wasserröhre, Stgr. 85, Aufschüttung 30, grau/hellrotbraun gemantelt, 1. Hälfte 12. Jh.
3. **N** Warengruppe: **Jüngste Granitgrusware**, 13. Jh. (Rötting 1985, 110). Grau-hellrotbraune Ware, große Kugeltöpfe (Vorratsgefäße mit Kehlrund, Drehriefen).
- 53N 79:8/90, RS, Kehlrund, Vorratsgefäß, Stgr. 19, Brandschutt 80, R: Abb. 62a:5, hellgrau-gelb, Mitte 13. Jh.
4. **C** **Kalkgrusware**, 9. Jh., (Rötting 1985, 29, Farbtaf. 7:12). Rotbraune Ware, Kugeltopf mit Lippenrand (kurz, dick, abknickend).
- 54C 79:11/665, BS, Stgr. 21, Brandschicht 7 der Sickergrube 4, dunkelgrau/rotbraun gemantelt, 9. Jh.

Fortsetzung Tab. II: Probenverzeichnis

5.	X	„Übergangsware“. ?Mischmagerung mit Grus und Sand. Um 1100/12. Jh., Zugehörigkeit ggf. zu F, G oder K.
55X		85:1/10120.5, RS, Stempelrand mit Innenkehle, Stgr. 33, sandige Planierschicht 3042, grau-ockerfarben, 1.Hälfte 12. Jh.
56X		83:14/4, RS, Stempelrand, Stgr. 62, sandige Planierschicht 3042, R: Abb. 83:1, grau-schwarz, Mitte 12. Jh.
57X		85:1/5630.33, RS, Knickrand, Stgr. 33, Brandschuttschicht 2034, grau/hellrotbraun gemantelt, 1. Hälfte 12. Jh.
58X		85:1/5763, WS, Stgr. 33, Grabensediment/Grabenfüllung 2429, grau, 12. Jh. (vgl. 59X, ggf. gleiches Gefäß)
59X		85:1/5436.22, WS, Stgr. 33, Grabensediment/Grabenfüllung 2429, grau, 12. Jh. (s. 58X)
60X		85:1/4993, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, hellgrau/hellrotbraun gemantelt, 12. Jh.
61X		85:1/5189.10, BS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, grau/innen rotbraun gemantelt, 12. Jh.
62X		85:1/5368.15, WS, Stgr. 33, Grabensediment/Grabenfüllung 2429, grau, 12. Jh.
63X		85:1/5334.40, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, dunkelgrau-schwarz, 12. Jh.
64X		85:1/5368.16, BS, Stgr. 33, Grabensediment/Verfüllung 2370, hellgrau/rotbraun gemantelt, 12. Jh.
65X		85:1/5388.16, WS, Stgr. 33, Grubensediment 2399, dunkelgrau/rotbraun gemantelt, 12. Jh.
66X		85:1/263.9, WS, Stgr. 33, Aufschüttung 128, dunkelgrau bis schwarz, um 1200
67X		85:1/1070.2, WS, Stgr. 33, feinsandiges Grubensediment 263, (grau-schwarz, sekundär überfeuert), um 1200
68X		85:1/5032.7, WS, Stgr. 33, Grabensediment 2463, grau/innen hellrotbraun gemantelt, um 1200

I.2: Sandgemagerte graue, gelbe und bleiglasierte Irdenwaren.

Gruppen K, L, J, V, M mit Sondergruppen Y, P, Töpferofenkeramik und Baukeramik. 12.-17. Jh. (Rötting 1985, 33-47; 86 ff. u.a.).

6.1	K	Ältere graue Irdenware, 12. Jh. (Rötting 1985, 35, 108, 110, u.a.).
69K		85:1/4531.3, RS, hoher Kehlrand, Stgr. 33, sandige Aufschüttung (Bauschutt) 2012, hellgrau, 2. Hälfte 12. Jh.
70K		79:5/904, RS, Lippenrand (relativ steil), Innenkehlung, Stgr. 18, Abfallgrube 14, grau-dunkelgrau, 12. Jh.
71K		85:1/4727.2, BS, Stgr. 33, mittel- bis feinsandige Grubenfüllung 2308, grau-dunkelgrau, 2. Hälfte 12. Jh.
72K		79:8/67.1, RS, Lippenrand (ausbiegend), Stgr. 19, Brandschutt 80 der Stelle 5, R: Abb. 61:7, grau-dunkelgrau, Mitte 13. Jh.
73K		85:1/835.25, WS, Stgr. 33, Sickergrubensediment 323, grau-hellrotbraun gemantelt, um 1100
74K		85:1/990.5, WS, Stgr. 33, Grubensediment 30, grau, um 1200
75K		85:1/1182.2, WS, Stgr. 33, Grubensediment 355, grau-dunkelgrau, um 1100
76K		85:1/986.21, WS, Stgr. 33, Planierschicht 198, dunkelgraubräunlich-schwarz, 12. Jh.
77K		85:1/833.1, WS, Stgr. 33, schwarzgraues mittel- bis feinsandiges Sediment 262, grau, um 1200
78K		85:1/220.38, WS, Stgr. 33, schwarzgraubraunes feinsandiges Sediment 128, grau, innen hellrotbraun gemantelt, um 1200
79K		85:1/5426.57, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, grau, 12. Jh.
80K		85:1/5368.17, WS, Stgr. 33, Verfüllung 2370 (Grabensediment), grau, 12. Jh.
81K		85:1/5334.18, WS, Stgr. 33, feinsandige Füllschicht (Graben) 2424, grau, 12. Jh.
6.2	Y	"Übergangsware" K oder L? (vgl. 8.), bereits klassierte Sand- bzw. reine Quarzsandmagerung?, 12. Jh.
82Y		85:1/1094.9, WS, Stgr. 33, mittel- bis feinsandige Pfostengrubenfüllung 55, graubraun-schwach rotbraun gemantelt, um 1100
83Y		85:1/5484.9, WS, Stgr. 33, feinsandige Grabenfüllung 2446, grau, 12. Jh.
84Y		85:1/5334.18, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, hellgrau, 12. Jh.
85Y		79:11/1568, WS, Stgr. 21, Grabverfüllung 68, dunkelgrau-schwarz, 2. Hälfte 12. Jh.
86Y		85:1/5311.3, BS, Stgr. 33, Bauschuttgrube 2367, hellgrau, 12. Jh.
87Y		85:1/5345.71, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, grau, 12. Jh.
88Y		79:5/823, RS, Knickrand (horizontal gestaucht), Stgr. 18, Grubenfüllung Stelle 6, grau, 2. Hälfte 12. Jh.
89Y		85:1/835.24, WS, Stgr. 33, Sediment 323, (Sickergrube), hellrot/grau gemantelt, um 1100
90Y		85:1/220.22, WS, Stgr. 33, schwarzgraubraunes mittel- bis feinsandiges Sediment 128 (Sickergrube), grau, um 1200
91Y		85:1/5009.1, WS, Stgr. 33, auf Feuerstelle 2473, grau, 1. Hälfte 13. Jh.

7. J **Gelbe Irdenware**, 11.-13. Jh. (Rötting 1985, 33 f., 110 f., 149 f. u.a.).

7.1 J1 Braunrot bemalte Ware (rheinisch, südniedersächsisch?)

Fortsetzung Tab. II: Probenverzeichnis

- 92J1 81:17/549, RS, Knickrand, Stgr. 31, Grabenauffüllung 121, hellgraubeige, 11. Jh.
93J1 85:1/10130.9, RS, vermutlich Knickrand, Stgr. 33, sandiges Sediment 3023, hellgelb-rötlich, um 1100
94J1 85:1/4635.7, WS, Stgr. 33, lehmige Oberflächenschicht 2163, hellgelb, um 1100
95J1 85:1/3470, RS, Kehlrand/horizontal gestauch, Grubenfüllung, sandiger Bauschutt 2012, hellgelb, partiell hellgrau, 2. Hälfte 12. Jh.
96J1 81:17/511, WS, Stgr. 31, sandige Baugrubenfüllung 170, hellgelb, um 1200
97J1 85:1/5349.19, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, hellgelb-beige, 12. Jh.
7.2 **J2** Weiche, „kreibige“ Ware, im Bruch überwiegend schiefrig geschichtet, teilweise gemantelt
98J2 84:11/14.1, RS, Lippenrand (leichte Kehlung), Stgr. 71, sandig-humose Oberflächenschicht 4, hellgrau-hellgelb gemantelt, 12. Jh.
99J2 83:14/19, WS, Stgr. 62, sandige Grubenfüllung 5, R: Abb. 83:2, hellgelb/außen partiell grau gemantelt, Mitte 12. Jh.
100J2 85:1/4794.35, RS, Lippenrand (abgestrichen), Stgr. 33, sandige, schwarzgraue Planierschicht 2034, hellgelb, 2. Hälfte 12. Jh.
101J2 85:1/5474.1, RS, Lippenrand, Stgr. 33, sandige Aufschüttung 2012, hellgelb-beige, 2. Hälfte 12. Jh.
102J2 85:1/3100.2, RS, Lippenrand (stark ausbiegend, auf Innenkehle), Stgr. 33, sandige Aufschüttung 2012, weißgrau/hellgelb gemantelt, 2. Hälfte 12. Jh.
103J2 85:1/5426.87, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, grau/schwach hellgrau gemantelt, 12. Jh.
104J2 85:1/5388.7, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2399, hellgelb, 12. Jh.
105J2 85:1/4993, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2399, hellgelb, 12. Jh.
106J2 85:1/5049.17, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, hellgelb/außen beige gemantelt, 12. Jh.
107J2 85:1/5349.22, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, hellgelb-beige, 12. Jh.
108J2 85:1/5612.50, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, hellgelb-beige/grau-ockerfarben gemantelt, 12. Jh.
109J2 79:8/141, WS, Stgr. 19, Brandschutt 80, Stelle 5, R: Abb. 61:8-10, hellgelb-hellgrau, sekundär überfeuert, Mitte 13. Jh.
7.3 **J3** Harte Ware
110J3 84:1/35, RS, Lippenrand, Stgr. 66, Brandschutt 2, weißgrau/hellgelb gemantelt, Mitte 13. Jh.
111J3 79:5/505, RS, Lippenrand mit doppelter Einkehlung, Stgr. 18, sandige Grubenfüllung Stelle 7, hellgrau-hellgelb gemantelt, 2. Hälfte 12. Jh.
112J3 84:11/8.1, RS, Lippenrand, Stgr. 71, grausandige Basisschicht 4, hellgelb, 12. Jh.
113J3 84:11/8.2, RS, Lippenrand, Stgr. 71, grausandige Basisschicht 4, weißgrau/hellgelb gemantelt, 12. Jh.
114J3 85:1/5349.18, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, hellgelb/außen beige gemantelt, 12. Jh.
115J3 79:5/930, RS, Lippenrand (abgestrichen), Stgr. 18, Streufund (wohl aus Schicht 11), Stelle 6, weißgrau-hellgelb, 12. Jh.
8. **L** **Jüngere graue Irdenware**, Ende 12.-15. Jh. (Rötting 1985, 29, 36 ff., 108 ff. u.a.).
8.1 **L1** Graublau, überwiegend metallisch glänzende Ware, Ascheanflugglanz, Ende 12./13. Jh. (Rötting 1985, 109 f., bes. 121 f., 149 f.).
116L1 85:1/4688.1, RS, Lippenrand (horizontal abgestrichen, leichte Kehlung), Stgr. 33, auf Estrich 2038, grau-/hellgrau gemantelt, um 1200
117L1 85:1/5272.1, RS, Kehlrand (Randlippe nach außen schräg abgestrichen), Stgr. 33, unter Mauer 2312, weißgrau, Ascheanflugglanz, um 1200
118L1 85:1/4711.6, WS, Stgr. 33, schwarzgraue sandige Planierschicht 2034, grau, 2. Hälfte 12. Jh.
119L1 85:1/3403.1, RS, Lippenrand/horizontal abgestrichen, Stgr. 33, humos-sandige Oberflächenschicht 2010, weißgrau, Ascheanflugglanz, Anfang 13. Jh.
120L1 85:1/5345.24, WS, Stgr. 33, sandige Füllschicht 2424, dunkelgrau, 12. Jh.
121L1 85:1/5484.2, WS, Stgr. 33, graue feinsandige Grabenfüllung 2446, hellgrau, Ascheanflugglanz, 12. Jh.
122L1 85:1/1294.5, WS, Stgr. 33, dunkelgrau/schwarzes, mittel- bis feinsandiges Kloakensediment 262, grau, Anfang 13. Jh.
123L1 85:1/1294.3, BS (Bodenscherbe), Stgr. 33, dunkelgrau-schwarzes, mittel- bis feinsandiges Kloakensediment 262, weißgrau, Anfang 13. Jh.
124L1 85:1/1294.2, WS, Stgr. 33, dunkelgrau-schwarzes, mittel- bis feinsandiges Kloakensediment 262, dunkelgrau, Anfang 13. Jh.
125L1 85:1/4884, WS, Stgr. 33, auf Estrich 2356, grau, 1. Hälfte 13. Jh.
126L1 85:1/5280.20, WS, Stgr. 33, Verfüllung 2335 (Bauschuttgrube), grau, 1. Hälfte 13. Jh.
127L1 85:1/5081.26, WS, Stgr. 33, vermutlich aus Abfallgrube 2488, hellgrau, 1. Hälfte 13. Jh.
128L1 85:1/909.4, WS, Stgr. 33, Pfostengrube 55, grau, 2. Hälfte 13. Jh.

Fortsetzung Tab. II: Probenverzeichnis

- 129L1 79:8/85, RS, Kehlrund, Stgr. 19, Brandschutt Stelle 5, R: Abb. 62a:7, Ascheanflugglanz, dunkelgrau, Mitte 13. Jh.
- 130L1 79:13/30, RS, Steilrandkrug mit Standleisten, Stgr. 23, Brandschutt Stelle 1, R: Abb. 67:9, weißgrau, Mitte 13. Jh.
- 131L1 77:18/45, RS, Schälchenrand, Stgr. 7, Brandschutt aus Brunnenverfüllung, hellgrau, 2. H. 13. Jh.
- 132L1 77:18/76, RS, Schälchenrand, Stgr. 7, Brandschutt aus Brunnenverfüllung, hellgrau, Ascheanflugglanz, 2. Hälfte 13. Jh.
- 133L1 79:8/46.2, RS, Winkelhenkelgrafen mit Strichbündeldecor, Stgr. 19, Kloake 3, grau, 2. Hälfte 13. Jh.
- 134L1 80:10/15.1, RS, Winkelhenkelgrafen, Stgr. 25, Brandschutt Stelle 5, dunkelgrau/rot gemantelt (sekundär überfeuert), 2. Hälfte 13. Jh.
- 135L1 82:8/81.2, WS, Dornrandkrug, Stgr. 55, Brunnenfund 20, R: Abb. 81:5, grau, 2. Hälfte 13. Jh.
- 136L1 85:1/5323.9, WS, Stgr. 33, Bauschutt 2341, weißgrau, Ascheanflugglanz, 13. Jh.
- 137L1 85:1/5342.13, WS, Stgr. 33, Brandschicht 2132, dunkelgrau, 13. Jh.
- 138L1 85:1/4978.1, WS, Stgr. 33, Füllschicht 2337, hell- bis weißgrau, 13. Jh.
- 8.2 **L2** Graue Massenware, 14./15. Jh. (Rötting 1985, 100 ff.).
- 139L2 83:1/27.1, RS, Kehlrund, Kugelpf, Stgr. 32, Basisschicht Kloake 1, R: Tab. 5, grau bis schwach hellgelb, Anfang 14. Jh.
- 140L2 83:1/28, RS, Kehlrund, Kugelpf, Stgr. 32, Basisschicht Kloake 1, R: Tab. 5, grau, Anfang 14. Jh.
- 141L2 83:1/10, RS, Grapen, Stgr. 32, Basisschicht Kloake 1, R: Tab. 5, grau, Anfang 14. Jh.
- 142L2 83:1/46, RS, Kanne mit Standleisten, Stgr. 32, Basisschicht Kloake 1, grau, Anfang 14. Jh.
- 143L2 85:1/4832, WS, Stgr. 33, Bauschutt 2341, beigegrau/ ocker gemantelt, 14. Jh.
- 144L2 85:1/4894, WS, Stgr. 33, grobsandige Planierschicht 2364, hellgrau/grau gemantelt, 14. Jh.
- 145L2 85:1/5311.2, WS, Stgr. 33, grobsandige Füllschicht 2367, dunkelgrau, 14. Jh.
- 146L2 85:1/5311.5, WS, Schüssel, Stgr. 33, grobsand. Füllschicht 2367, hellgrau/braungrau gemantelt, 14. Jh.
- 8.3 **L3** Sonderformen, 14./15. Jh.
- 147L3 85:1/1630, RS, Rollrand, Stgr. 33, Steinkloake 3114, weißgrau-hellgelb (fleckig), 15. Jh.
- 148L3 85:1/11518, RS, Rollrand, Stgr. 33, Steinkloake 3302, hellgrau, 15. Jh.
- 149L3 85:1/4829, WS (Schüssel), Stgr. 33, Bauschutt 2341, dunkelgrau, 14./15. Jh.
- 150L3 85:1/4891, WS (Schälchen), Stgr. 33, grobsandige Bauschuttschicht 2362, hellgrau, 14./15. Jh.
9. **P** **Mündelkeramik** (Jüngere graue Irdenware). Mitte 13.-14. Jh. (Rötting 1985, 29, 38, 40, 45, 86 f., u.a.).
- 9.1 **P1** Ältere Ware, Vierpaßgefäße
- 151P1 82:8/81.1, WS, Stgr. 55, Brunnenfund 20, R: Abb. 81:7, weißgrau, Ascheanflugglanz, 2. Hälfte 13. Jh.
- 152P1 80:10/57, RS, Stgr. 25, Brandschutt Stelle 5, hellgrau, 2. Hälfte 13. Jh.
- 153P1 84:1/10, WS, Stgr. 66, Brandschutt Stelle 2, R: Tab. 5, dunkelgrau, 2. Hälfte 13. Jh.
- 9.2 **P2** Jüngere Ware, Fünfpaßgefäße (P2)
- 154P2 80:10/49, RS, Stgr. 25, Planierschicht über Brandschutt Stelle 5, hellgrau, um 1300
- 155P2 79:5/845, WS, Stgr. 18, Gefäß in Tonisolierschicht für Tonfliesen-Fußboden, R: Abb. 19, 1. Hälfte 14. Jh.
- 156P2 79:5/803, WS, Stgr. 18, Gefäß in Tonisolierschicht für Tonfliesen-Fußboden, 1. Hälfte 14. Jh.
- 157P2 79:5/851, WS, Stgr. 18, Gefäß in Tonisolierschicht für Tonfliesen-Fußboden, 1. Hälfte 14. Jh.
10. **L** **Töpferofenkeramik**
- 10.1 Wittingen, Ldkr. Gifhorn
- 158L 84:16/9.1, RS, Kugelpf, Kehlrund (horizontal abgestrichen), Töpferofenverfüllung, hellgrau, um 1200.
- 159L 84:16/1, RS, Kehlrund (relativ steil abgestrichen), Abwurfschicht D, grau, Anfang 13. Jh.
- 160L 84:16/9.2, RS, Kehlrund (gestaucht, schräg abgestrichen), Töpferofenverfüllung (Eingangsbereich), graubraun, um 1200.
- 161L 84:16/16, RS, Lippenrand, Abwurfschicht N, grau, Anfang 13. Jh.
- 162L 84:16/31, RS, Kehlrund/gestaucht, Abwurfschicht D, grau, Anfang 13. Jh.
- 163L 84:16/32, RS, Kehlrund/gestaucht, Abwurfschicht D, graubraun, Anfang 13. Jh.
- 164L 84:16/34, RS, Kehlrund/gestaucht, Abwurfschicht A, graubraun, Anfang 13. Jh.
- 10.2 Salzgitter-Gebhardshagen, Lattemannsgasse (Rötting 1976/77)
- 165L 76:11/101, RS, Lippenrand, Kugelpf, Töpferofen, 2. Isolierschicht 13, hellgrau, 13. Jh.
- 166L 76:11/156, WS, Töpferofen, 2. Isolierschicht, hellgrau, graubraun gemantelt, 13. Jh.
- 167L 76:11/157, RS, Lippenrand, Abwurfgrube, grau, 13. Jh.
- 168L 76:11/116.2, WS, Töpferofen, 1. Isolierschicht, grau, 13. Jh.
- 169L 76:11/127, WS, Töpferofen, 2. Isolierschicht, grau, hellgrau gemantelt, 13. Jh.

Fortsetzung Tab. II: Probenverzeichnis

- 170L 76:11/19, RS, Kehlrand (gestaucht, schräg abgestrichen), Kugeltopf, Abwurfgrube 30, grau, dunkelrot gemantelt, 13. Jh. (um 1300)
171L 76:11/116.1, RS, Lippenrand (gestaucht), Töpferofenverfüllung, grau, 13. Jh./um 1300
10.3 Eitzum, Ldkr. Wolfenbüttel
172L 86:16/2, RS, Fünfpfaßbecher, Töpferofenverfüllung, grau, 1. Hälfte 14. Jh.
173L 86:16/1, WS, Töpferofenverfüllung, grau, 1. Hälfte 14. Jh.

11. L2 Sondergruppe Baukeramik: Fußbodenisolierung (Rötting 1985, 42-47, 100-108).

Kugeltopf, auf Tonisolierschicht über Tonfließen-Fußboden, R: Abb. 59b, Tab. 6., 1. Hälfte 14. Jh.

- 174L2 79:5/560, RS, RF 1, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
175L2 79:5/893, RS, RF 2, Kugeltopf, Stgr. 18, dunkelgrau
176L2 79:5/108, RS, RF 2, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
177L2 79:5/718, RS, RF 2, Kugeltopf, Stgr. 18, dunkelgrau
178L2 79:5/309, RS, RF 2, Kugeltopf, Stgr. 18, dunkelgrau
179L2 79:5/705, RS, RF 2, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
180L2 79:5/479.1, RS, RF 2, Kugeltopf, Stgr. 18, grau.
181L2 79:5/479.2, RS, RF 2, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
182L2 79:5/365, RS, RF 3, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
183L2 79:5/367, RS, RF 3, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
184L2 79:5/888, RS, RF 3, Kugeltopf, Szgr. 18, hellgrau
185L2 79:5/894.1, RS, RF 3, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
186L2 79:5/894.2, WS, RF 3, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
187L2 79:5/675.1, RS, RF 4, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
188L2 79:5/675.2, RS, RF 4, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
189L2 79:5/106.1, WS, RF 5, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau, R: S. 104;5
190L2 79:5/106.2, WS, RF 5, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau R: S. 104;5
191L2 79:5/479.3, WS, RF 6, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
192L2 79:5/843, RS, RF 6, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
193L2 79:5/136, WS, RF 7, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
194L2 79:5/131.1, WS, RF 7, Kugeltopf, Stgr. 18, dunkelgrau/rot gemantelt
195L2 79:5/131.2, WS, RF 7, Kugeltopf, Stgr. 18, dunkelgrau/rot gemantelt
196L2 79:5/686, WS, RF 8, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau,
197L2 79:5/104.1, RS, RF 8, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
198L2 79:5/104.2, RS, RF 8, Kugeltopf, Stgr. 18, hellgrau
199L2 79:5/306, WS, RF 9, Kugeltopf, Stgr. 18, dunkelgrau/rot gemantelt
200L2 79:5/248, WS, RF 9, Tüllenkanne, Stgr. 18, R: Abb. 18:5, dunkelgrau
201L2 79:5/264, WS, RF 9, Tüllenkanne, Stgr. 18, R: Abb. 18.4; S. 105;5, dunkelgrau
202L2 79:5/611, WS, RF 9, Kugeltopf gehenkelt, Stgr. 18, R: Abb. 18.1; S. 14;1, grau

12. V Jüngste graue Irdenware. Überwiegend Rollränder, Standbodengefäße, 2. Hälfte 15. - 17. Jh.

- 203V 85:1/4938.2, WS, Gefäß mit Rollrand (unterschnitten), Stgr. 33, Bauschuttgrube 2386, hellgrau, 2. Hälfte 15. Jh.
204V 78:2/37, RS, Rollrand (unterschnitten), Stgr. 12, Holzkloake 11, weißgrau, Ascheanflugglanz, 2. Hälfte 15. Jh.
205V 85:1/5649, RS, Lippenrand (kurz), Standbodentopf mit Wellenliniendekor, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, weißgrau, Ascheanflugglanz, 16. Jh.
206V 85:1/4962, RS, Rollrand, Stgr. 33, Bauschuttschicht 2351, weißgrau, Ascheanflugglanz, 16. Jh.
207V 85:1/3200.1, RS, Schildrand mit Innen- und Außenkehle, Stgr. 33, Bauschicht/Laufhorizont 2008/2009, weißgrau, Ascheanflugglanz, 16. Jh.
208V 78:3/773, RS, Rollrand (spitz auslaufend), Standbodengefäß, Stgr. 10, Steinkloake 32, weißgrau, 17. Jh.
209V 85:1/11488, RS, Leistenrand (profiliert), Stgr. 33, Abfalldeponie 3301, Schicht 3299, weißgrau, Ascheanflugglanz, 17. Jh.

13. M Warengruppe: Bleigliasierte Irdenware, 12.-16. Jh. (Rötting 1985, 37f., 71f., 86ff., 110f. u.a.).

- 13.1 M1 Hochmittelalterliche Ware (Importware), 2. Hälfte 12. - 13. Jh.
218M 78:3/443, WS, Fußbecher, Stgr. 10, Kloakenfund Stelle 22/25, R: Abb. 47:4, weißgrau, grüne Glasur, 2. Hälfte 13. Jh.

Fortsetzung Tab. II: Probenverzeichnis

- 219M1 78:3/373, RS, Fußbecher, Stgr. 10, Abfallschicht 11 (Verfüllung), R: Abb. 47:3, weißgrau, grüne Glasur, 2. Hälfte 13. Jh.
- 13.2 **M2** Spätmittelalterliche Ware, 14./15. Jh.
- 220M2 78:3/312, RS, Grapen, Stgr. 10, Steinkloake 14, R: Abb. 48:6-7, rötlich, grüne Glasur, 15. Jh.
- 221M2 85:1/11517.3, RS, Grapen, Stgr. 33, Steinkloake 3302, graublau, hellbraun gemantelt, olivgrüne Glasur, 15. Jh.
- 222M2 85:1/11517.1, RS, Grapen, Stgr. 33, Steinkloake 3302, hellgrau, hellgrüne Glasur, 15. Jh.
- 223M2 85:1/11517.2, RS, Grapen, Stgr. 33, Steinkloake 3302, rötlich, rotgrau-braune Glasur, 15. Jh.
- 13.3 **M3** Frühneuzeitliche Ware, 16. Jh.
- 224M3 78:3/233, RS, Schüssel, Stgr. 10, Steinkloake 14, R: Abb. 48:5, beige, grüne Glasur, 16. Jh.
- 225M3 78:3/364+233, RS, Grapen, Stgr. 10, Steinkloake 14, R: Abb. 48:6-7, hellrötlich, dunkelgrüne Glasur, 16. Jh.
- 226M3 77:20/3, WS, Eulenkug (Malhorndekor), Stgr. 9, Steinkloake Stelle 2, R: Abb. 36, hellrot/pink, hellrot/braune Glasur, 16. Jh., (Süd-niedersachsen, «Weserware»)
- 13.4 **M3** Sondergruppe: Baukeramik (Ofenkacheln), 15./16. Jh. (Braunschweig?), Rötting 1989, 222, Abb. 10-12.
- 227M3 85:1/11517.4, RS, Blattnapfkachel, Stgr. 33, Steinkloake 3302, hellrot, grüne Glasur, 15. Jh.
- 228M3 85:1/11407, WS, Reformations-Ofenkachel, Stgr. 33, Kelleraufschüttung 3299, hellrot, grüne Glasur, 2. Hälfte 16. Jh.
- 229M3 85:1/10618, RS, Medaillon-Ofenkachel, Stgr. 33, Kelleraufschüttung 3200, hellrot, grüne Glasur, 1. Hälfte 16. Jh.
- 13.5 **M4** Sondergruppe: Blautöpferei, datierte Ware Braunschweiger Herkunft?
- 230M4 85:1/11459, RS, Teller mit umgelagertem Leistenrand, Stgr. 33, Kelleraufschüttung 3299, hellrotbraun, über weißer Engobe Blaumalerei/Bleiglasur, Fayence-Imitation, (Rötting 1989, 231, Abb. 14), Ende 17. Jh.

II. WARENGRUPPEN FASTSTEINZEUG/STEINZEUG

II.1 Faststeinzeug

14. **Q** Voll gesinterte, überwiegend graubraune Ware. Magerung mit schwarzen Partikeln teilweise noch erkennbar, teilweise fleckige Salz- bzw. Ascheanflugglasur, 2. Hälfte 13. Jh. - um 1300.
- 14.1 **Q1** Siegburger Faststeinzeug
- 231Q1 78:3/508, RS, Lippenrand (steil), Becher, Stgr. 10, Holzkloake 20, graubeige, 2. H. 13. Jh.
- 232Q1 85:1/5541.2, WS, Lippenrand (steil), Krug, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, graubraun, 2. Hälfte 13. Jh.
- 233Q1 85:1/1783.2, RS, Lippenrand (steil), Krug, Stgr. 33, Steinkloake 3121, helloliv, grau gemantelt, 2. Hälfte 13. Jh.
- 234Q1 85:1/1705.1, WS, Lippenrand (steil) Krug, Stgr. 33, Holzkloake 3118, hellgraugelb, 2. Hälfte 13. Jh.
- 235Q1 85:1/1705.2, WS, Lippenrand (steil), Krug, Stgr. 33, Holzkloake 3118, graubraun, 2. Hälfte 13. Jh.
- 236Q1 85:1/1777, WS, Lippenrand (steil), Krug, Stgr. 33, Holzkloake VII/VIII, hellgraugelb, 2. Hälfte 13. Jh.
- 237Q1 85:1/1740, WS, Krug mit Dornrand, Stgr. 33, Holzkloake 3127, dunkelgrau, graubraun gemantelt, 2. Hälfte 13. Jh.
- 238Q1 85:1/5541.3, WS, Krug mit Dornrand, Stgr. 33, Kloake Ass. 631, grau, 2. Hälfte 13. Jh.
- 239Q1 85:1/5541.1, RS, Becher, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, graubraun, 2. Hälfte 13. Jh.
- 240Q1 85:1/5777.35, RS, Becher, Stgr. 33, Kloakenschicht 2466, Steinkloake Ass. 631, hellgrau-gelblich, 2. Hälfte 13. Jh.
- 14.2 **Q2** Süd-niedersächsisches Faststeinzeug
- 241Q2 83:1/27, WS, Krug, Stgr. 32, Steinkloake 1, grau, Anfang 14. Jh.
- 242Q2 85:1/1783.4, BS, Krug, Stgr. 33, Steinkloake 3121, hellgraugelb, 14. Jh.
- 243Q2 85:1/179, WS, Fünfpaßkrug, Stgr. 33, Steinkloake 3121, ockergelb, 14. Jh.
- 244Q2 85:1/3117, BS, Krug, Stgr. 33, auf Estrich 2031, hellgraugelb, 14. Jh.
- 245Q2 85:1/5541.4, WS, Krug mit Dornrand, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, grau, schwach rotbraun gemantelt, um 1300
- 246Q2 85:1/1783.1, WS, Krug, Stgr. 33, Steinkloake 3121, grau, um 1300
- 14.3 **Z** Übergangsware: sehr harte Irdenware im Vergleich zu Faststeinzeug, 13. Jh./1. Hälfte 14. Jh.
- 247Z 82:8/45, WS, Kugelkanne, Stgr. 95, Brunnenfund Stelle 19, hellgrau, dendrochronologisch vor 1210 (Jüngere graue Irdenware)
- 248Z 78:3/504, RS, Krug, Stgr. 10, Holzkloake 19, grauweiß/hellgelb gemantelt, 1. Hälfte 13. Jh. (Gelbe Irdenware)
- 249Z 86:16/6.2, RS, Lippenrand (unterschnitten), Kugeltopf, Töpferofen-Verfüllung (Eitzum), dunkelgrau, 1. Hälfte 14. Jh., (Jüngere graue Irdenware)

Fortsetzung Tab. II: Probenverzeichnis

250Z 86:16/6.1, WS, Lippenrand (unterschnitten), Kugeltopf, Töpferofen-Verfüllung (Eitzum), dunkelrot-hellgrau gemantelt, 1. Hälfte 14. Jh., (Jüngere graue Irdenware)

II.2 Steinzeug

15. R Voll gesinterte Ware. Magerung nicht mehr erkennbar, ab um 1300 (hier bis 16. Jh.)

15.1 R1 Siegburger Steinzeug

251R1 83:1/25, RS, Krug, Stgr. 32, Steinkloake 1, R: Tab. 5, beige, Anfang 14. Jh.

252R1 83:1/45, RS, Krug, Stgr. 32, Steinkloake 1, R: Tab. 5, beige, Anfang 14. Jh.

253R1 85:1/5777.18, WS, Krug, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, hellgrau/beige gemantelt, Anf. 14. Jh.

254R1 85:1/5777.4, WS, Krug, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, Schicht 2466, hellgraubeige, 1. Hälfte 14. Jh.

255R1 85:1/5709.1, WS, hoher Becher, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, beige, 1. Hälfte 14. Jh.

256R1 85:1/1673, WS, Trichterbecher, Stgr. 33, Holzkloake 3118, graubeige/innen beige gemantelt, 1. Hälfte 14. Jh.

257R1 85:1/5777.6, WS, Trichterbecher, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, Schicht 2466, graubeige, 1. Hälfte 14. Jh.

258R1 85:1/5721, WS, Krug (zylinderförmig), Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, Schicht 2470, graubeige, 14. Jh.

259R1 85:1/1593, WS, Trichtershalsbecher, Stgr. 33, Steinkloake 3100, graubeige, 14. Jh.

260R1 85:1/5777.20, WS, Krug, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, Schicht 2466, beige, 14. Jh.

261R1 85:1/1693, WS, Krug, Stgr. 33, Steinkloake 3121, hellgraubeige, 14. Jh.

262R1 85:1/11516.2, WS, Jacobakanne, Stgr. 33, Steinkloake 3302, Schicht 3318, graubeige, 15. Jh.

263R1 85:1/11516.1, WS, Jacobakanne, Stgr. 33, Steinkloake 3302, Schicht 3318, beige, um 1500

264R1 85:1/11516/563, WS, Jacobakanne, Stgr. 33, Steinkloake 3302, Schicht 3318, beige, um 1500

15.2 R2 Südniedersächsisches Steinzeug

265R2 85:1/1718.2, RS, Krug, Stgr. 33, Holzkloake 3117, grau, 14. Jh. (Coppengrave)

266R2 85:1/5671.1, WS, Krug, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, graublau, Anfang 14. Jh.

267R2 85:1/5671.2, BS, Krug, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, hellgrau, 14. Jh.

268R2 85:1/11528.2, WS, Kruke, Stgr. 33, Stgr. 33, Planierschicht 3305, hellgrau, 15. Jh. (Duingen?)

269R2 78:3/959, WS, Bartmannskrug, Stgr. 10, Holzkloake Stelle 49, oliv, 16. Jh. (Duingen?)

270R2 83:7/16, RS, Bartmannskrug, Stgr. 59, Streuscherbe, helloliv, 16. Jh. (Duingen?)

271R2 85:1/1783.4, WS, Krug, Stgr. 33, Steinkloake 3121, hellgrau, 16. Jh.

15.3 R3 Unbekannte Gruppe

272R3 85:1/5541.5, WS, Krug, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, graubeige, 1. Hälfte 14. Jh.

273R3 78:2/79, WS, Jacobakanne, Stgr. 12, Holzkloake 10, beige, dendrochronologisch nach 1426 (Abwurf)

274R3 85:1/1783.5, BS (Sonderform Wellenfuß), Stgr. 33, Steinkloake 3121, altweiß, 15. Jh.

275R3 85:1/5777.19, WS, Vorratsgefäß, Stgr. 33, Steinkloake Ass. 631, Schicht 2466, beige, 14. Jh.

276R3 78:2/62.1, WS, Krug, Stgr. 12, Holzkloake 10, beige, dendrochronologisch nach 1426 (Abwurf)

277R3 78:3/950, WS, Jacobakanne, Stgr. 10, Holzkloake 49, beige, 15. Jh.

16. U Eisenzeitliche Keramik

278U 79:11/1102.1, WS, Stgr. 21, graubraun/außen hellrot gemantelt, 6./5. Jh.

279U 79:11/1102.2, RS, Stgr. 21, grau, 6./5. Jh.

280U 79:11/1187, WS, Stgr. 21, dunkelgrau/außen hellrot gemantelt, 6./5. Jh.

Fortsetzung Tab. III: Ergebnisse der Dünnschliffuntersuchungen.

EFFEKTIVE MAGERUNG [Vol.-%]										MINERALISCHE MAGERUNG																	
Typ	KG	MX	a	Grus	Sand					Minerale							Gesteine/detr. Partikel										
[mm]					FK	GS	MS	FS	GSL	Q	Kf	Pl	Mu	Bt	Hbl	Ep	Ga	Crd	G	QF	QQ	S	SL	F	K	Sm	Mf
31G1	I	2.0	f	25	15	+	3	5	1	●	●	○	+	+	+		+	+	○	●	○						H,E
32G1	I	2.8	f	33	20		2	5	5	1	●	●	○		○				+	●	○	+					H
33G1	I	3.4	f	38	30			2	5	1	●	●	○						+	●	+						
34G2	II	2.0	f	26		+ 15	7	2	+	●	+	+							+	+	○	+	+	+		E,Z	
35G2	II	1.1	f	23			7	12	3	+	●	+											+	+			Z
36G2	I	2.4	f	24	12	+	1	10	+	●	○	+		+					○		+	+					Z
37G2	I	1.8	s	33	15		1	5	5	7	●	●	○		+				+	●	○	+					H
38G1	II	1.2	s	23			3	10	5	5	●	+	+						+	+	+		+	+			
39G1	II	2.0	f	29		+ 5	15	7	1	●	●	○		+	+	+	+	+	¹⁾ ○	○	○	+					E,Sil,T
40G2	II	2.6	s	32		+ 5	15	7	5	●	○	●	+	+	+				+	●	○	○		+	+		H,Sil
41G1	II	2.7	f	28		1	5	15	7	+	●	●	●	+	+				+	○	●	+		+			E,H
42G2	II	2.2	s	33		+ 7	15	5	5	●	○	+			+				²⁾ +	○	+	+					H Fm
43G1	I	3.0	f	25	15		1	3	5	+	●	●	○	+	○					●	○						Z
44G1	I	3.2	f	20	15	+	3	3	+	●	●	●		+					²⁾ +	●	○						H
45G1	I	2.7	f	28	20	+	3	3	+	●	●	○		+						●	○				+		+ E,H
46G1	I	1.4	f	21	15		2	3	+	●	●	○		○			+		+	●	○	○					
47G1	I	3.0	f	29	20		3	5	+	●	●	○							²⁾ +	○	●						H
48G2	II	1.5	f	26		10	12	3	+	●	○	+		+											+		
49G2	I	1.5	f	36	20		3	5	7	+	●	●	○		○				+	○		○		+			T
50G3	I	2.4	s	25	15	+	1	3	5	●	●	○		○					⁵⁾ ○	○	○						
51G3	I	2.3	s	22	15		1	3	3	●	●	○		○					⁵⁾ ○	○	○	+		+			E
52G3	I	2.8	f	33	25	+	3	3	1	●	●	○	+	+					○	○	○	+					
4. Kalkgrusware																											
54C	I	3.0	s	30	20	+	3	+	5	○	+								+		+				●		
5. Testgruppe F, G bzw. K																											
55X	II	1.3	s	24			7	10	2	5	●	+								+	○	○		○			Fm
56X	II	2.4	s	39		5	20	7	2	5	●	+	+						²⁾ +	+	○		+		+		H Fm
57X	II	2.8	s	33		+ 7	15	5	5	●	○	+							²⁾ +	○	○	+		○	+		H,T Fm
58X	I	1.4	f	24	15		2	3	3	+	●								+	○	○	+					H,T
59X	I	3.1	f	24	15	+	+	3	3	+	●				○	+											H,Z
60X	I	2.2	f	24	20		1	1	2	+	●	●	●		○					+	●	○					E
61X	I	2.8	f	30	20		1	3	5	1	●	●	+		○	+	+			+	○	○					H,E
62X	I	3.5	f	26	15		2	3	5	1	●	●	○		+					+	○	○	+				
63X	I	3.0	f	25	20	+	2	1	+	●	●	○		○					○	●	●	+					E,Ga,Z
64X	I	3.3	f	32	25	+	2	3	+	●	○	○		+					²⁾ +	●	●						
65X	II	1.2	s	23	3		3	7	7	5	●	○	+									+	○				N,Fm
66X	I	3.5	f	32	25	+	2	3	+	●	●	○	+	○					+	●	○						
67X	I	3.8	f	32	25	+	2	3	+	●	●	○		+			+			○	○	○	+				
68X	I	2.0	f	22	20		1	1	3	+	○	●	+		○					+	●	+	+				
6. Ältere graue Irdenware																											
69K	II	2.2	f	22		1	3	12	5	1	●	○	+						²⁾ +	+	○		+				T,Z
70K	II	2.5	s	31		+ 10	12	3	5	●	○								²⁾ +	+	○						E Fm
71K	II	3.1	f	31		3	5	15	7	+	●	○	+		+		+			○	○	○			+		
72K	II	0.7	s	25		+	12	7	5	●	v									○		+	+				E,H Fm
73K	I	3.8	s	28	12		1	5	5	5	●	○	○		○				³⁾ +	○	●						H Fm
74K	II	1.6	f	28		10	12	5	+	●	v	+		+					²⁾ ○	+	○						H
75K	II	1.1	f	26		10	12	3	+	●	+			+					²⁾ +	+	+		+	○			H
76K	II	2.6	f	24		1	5	12	7	1	●	●	○		+				²⁾ +	○	○						H
77K	II	1.8	s	25		10	7	3	5	●	+	+								○	+	+	+	+			H Fm

Fortsetzung Tab. III: Ergebnisse der Dünnschliffuntersuchungen.

	EFFEKTIVE MAGERUNG [Vol.-%]										MINERALISCHE MAGERUNG													Mf									
	Typ	KG	MX	a	Grus	Kies/Sand					Minerale							Gesteine/detrit. Partikel															
						FK	GS	MS	FS	GSL	Q	Kf	Pl	Mu	Bt	Hbl	Ep	Ga	G	QF	QQ	S	SL		F	K	Sm						
78K	II	2.2	s	30		+	10	12	2	5	●	+														4)+	+	○	+	+	H	Fm	
79K	II	2.1	s	25		+	7	7	5	5	●	○		+			+									2)○	○	○		+	H	Fm	
80K	I	4.3	f	28	20	+	+	2	3	1	●	●	○	+	+											+	○	○	+		E,Z		
81K	II	2.1	s	33		1	5	15	7	5	●	○	+		+											2)○	+	○	+		Z		
82K	II	1.2	s	40			3	25	7	5	●	○	+														+	○		+	H		
83Y	II	1.4	s	27			2	15	5	5	●	○	+														+	○		+	T	Fm	
84Y	I	3.0	f	15	12			3	1	+	●	●	○		+	+										+	●	○					
85Y	II	2.6	m	22		2	5	+	2	20	●	○															○		○				
86Y	II	3.0	s	34		2	5	15	7	5	●	+	+													2)+	+	○		+		Fm	
87Y	I	2.6	f	17	15				1	+	●	●	○	+	+												○	+			H,Z		
88Y	II	2.9	s	28		1	5	12	5	5	●	●	○		+	+										+	○	○	+		Z	Fm	
89Y	II	1.2	f	11			5	3	2	1	●	+	+																+				
90Y	I	2.1	m	43	20		+	3	7	12	●	●	○	+	○											○	○	○					
91Y	II	1.4	s	23		3	3	7	5	5	●	●	+		+											+	○	+	○			Fm	
7. Gelbe Irdenware																																	
109J2	II	1.1	s	27			2	15	7	5	●	○	+														+	○		○	E		
8. Jüngere graue Irdenware																																	
116L1	II	1.3	s	30			2	20	3	5	●	○	+															○	+	+	H		
118L1	II	1.4	m	35			1	15	7	12	●	v			+												○	+			+	Fm	
120L1	II	1.4	f	31			3	20	7	+	●	○	+																	+	H,Sil		
122L1	II	2.2	s	29		+	10	12	3	3	●	○	+														+	+		+	H		
124L1	II	1.3	f	31			3	20	7	1	●	○	○													2)+	○		+	○	E,Z		
125L1	II	1.7	s	27			3	12	7	5	●	○	+	+	+												○	+	+		H,E	Fm	
126L1	II	0.8	s	28			2	12	7	7	●	+	+														+	+		+	H		
128L1	II	1.2	s	20			2	12	7	2	●	+	+															+	○		+	H	Fm
129L1	II	1.1	s	26			1	12	7	7	●	+	+															+	○		+	R	
131L1	II	1.1	m	39			2	15	7	12	●	○	+															+	○	+		E	
133L1	II	1.0	m	33			1	10	7	10	●	○	+																○	+	Z	Fm	
134L1	II	1.2	s	33			1	15	7	7	●	○	○														+	○	○	○	E,H		
135L1	II	1.0	m	36			1	15	7	10	●	○	+															○	+	+	Z		
137L1	II	1.0	s	36			2	20	7	7	●	○	+														+	○	+	+	+		
140L2	II	1.3	s	23			2	12	7	2	●	○	+	+													+	+	+	○	E		
141L2	II	0.7	s	31			2	15	12	2	●	○	+	+														+	+		E		
142L2	II	1.1	s	24			2	15	5	2	●	○	+															+	○		+	E,H	Fm
143L2	II	1.0	s	25			3	12	7	3	●	+	+															+	○	+	+	R,Z	Fm
144L2	II	1.1	s	25			2	12	7	2	●	○	+															+	○		+	Sil	
146L2	II	1.0	s	24			3	12	7	2	●	+	○															+	○		○	T,Z	
148L3	II	1.1	s	30			1	15	7	7	●	○	+															+	○		+	Z	Fm
149L3	II	1.0	s	16			1	5	7	3	●	+	+															+	+	+	○	Z	
150L3	II	0.9	s	31			3	15	10	3	●	○	+															+	○		E		
9. Mündelkeramik																																	
152P1	II	1.0	m	36			2	12	10	12	●	○	+	○														+		E,H,T			
153P1	II	1.1	s	30			3	20	7	5	●	+																+	○	+	E,R		
154P2	II	0.8	s	25			+	12	7	2	●	+																○	+	+			
155P2	II	1.4	s	20			1	7	10	2	●	+	+															+		+			
156P2	II	1.0	f	20			1	7	10	2	●	+	+															+		+	H,E,Z		
157P2	II	0.7	f	20			+	7	10	2	●	+	+															+	○	+	+	Z	
10.1 Töpferofenkeramik: Wittingen																																	
158L	II	1.2	s	33			2	15	15	3	●	○	+															+	+	+	+	E,H,Z	
159L	II	0.8	s	30			2	15	10	3	●	○	+																+	+	+	E,Ga,Z	
160L	II	0.8	s	34			1	15	15	3	●	○	+																+	+	+	E,H,S,Z	
161L	II	1.9	s	10			3	7	5	3	●	○	○	+												○	○	○			H		
162L	II	1.4	s	35			2	15	15	3	●	○	+															+	+	+	+	E,H,O,R	
163L	II	1.7	s	35			2	15	15	3	●	○	+															+	+	+	+	H	
164L	II	1.4	s	33			3	15	15	3	●	○	+															+		+	+	E,H,T	

Fortsetzung Tab. III: Ergebnisse der Dünnschliffuntersuchungen.

Typ	KG	MX	Σ	EFFEKTIVE MAGERUNG [Vol.-%]					MINERALISCHE MAGERUNG										Mf
				Kies/Sand					Minerale				Gesteine/detrit. Partikel						
				FK	GS	MS	FS	GSL	Q	Kf	Pl	Bt	G	QF	QQ	S	SL	F	
10.2 Salzgitter-Gebhardshagen																			
165L	II	0.4	s	17		3	12	2	●	+	+			+	+	+	H		
166L	II	0.5	s	17		3	12	2	●	+	+		+	+	+	+	H		
167L	II	1.3	s	27		2	15	10	2	●	○	+	○		+	+	H,Z		
168L	II	0.9	s	21		5	10	3	3	●	+	+		+	+	○	Ga,Z		
169L	II	0.5	s	15			3	10	2	●	+	+		+	+				
170L	II	0.9	s	14		2	7	3	2	●	+			+			Fm		
171L	II	0.9	s	13		+	7	2	3	●	○	+	+	+	+		H,Ga		
10.3 Eitzum																			
172L	II	0.8	s	24		1	15	3	5	●				+		+	H		
173L	II	0.7	s	26		1	15	5	5	●	+			○		+			
249Z	II	0.5	s	25			15	5	5	●				+		+	O,Z		
250Z	II	0.7	s	25		+	15	5	5	●		+		+		+	E		
11. Baukeramik																			
174L	II	2.8	s	28	+	3	12	10	2	●	+	+	○	+	+	+	+		
175L	II	1.1	s	28		3	12	10	3	●	+		○		○	+	+		
176L	II	1.3	s	25		3	10	10	2	●	○	+		+	○	○	H		
177L	II	1.1	s	30		3	15	10	2	●	○				+	+	E		
178L	II	0.9	s	37		5	20	10	2	●	○	+		+	○	+			
179L	II	0.8	s	26		2	15	7	2	●	+			+		+	E,Z		
180L	II	1.1	s	27		3	15	7	2	●	+	+		+	+	○	H,E		
181L	II	1.0	s	28		3	12	10	3	●	+			+		○			
182L	II	1.7	s	33		3	20	5	5	●	○	○		○	○		R		
183L	II	1.3	s	33		1	20	5	7	●	○	+		○		+	E		
184L	II	1.0	s	27		2	12	10	3	●	○		○	+		+	Z		
185L	II	1.8	s	23		3	12	3	5	●	○	+		+	○	+	H,E		
186L	II	1.7	s	25		3	12	5	5	●	○	○		+	○				
187L	II	1.0	s	25		1	12	10	2	●	+			+	+	+	H,E,Z		
188L	II	1.2	s	25		1	12	10	2	●	+	+		+	+	○			
189L	II	0.7	s	31		1	15	10	5	●	+			+	+	+	H,E		
190L	II	1.4	s	31		1	15	10	5	●	+	+		○	+	+	H		
191L	II	2.2	s	27	+	5	12	7	2	●	+			+		○	+		
192L	II	1.5	2	29		2	15	10	2	●	○	+		+		+	H		
193L	II	0.8	s	23		1	10	10	2	●	+			+	+	+	H,Ga		
194L	II	1.2	s	20		1	10	7	2	●	+	+		+		+	H		
195L	II	1.5	s	23		1	10	10	2	●	+			+		+			
196L	II	1.0	s	17		1	7	7	2	●	+			+		+	E,Z		
197L	II	0.8	s	25		1	12	10	2	●	+	+		+	+		H,E		
198L	II	1.0	s	23		1	10	10	2	●	○	+		+	+		E		
199L	II	0.9	s	26		2	12	10	2	●	+	+	+		+		E,R,Z		
200L	II	1.1	s	27		2	15	7	3	●	+			+		+			
201L	II	2.6	s	31	+	3	15	10	2	●	+			+	○	+	Z		
202L	II	1.2	s	32		3	15	7	7	●	○	+		○	+	+	H		
12. Jüngste graue Irdenware																			
203V	II	1.4	s	23		1	10	10	2	●	+	+		+	+	+	E,H,T		
13. Bleigliasierte Irdenware																			
220M2	II	0.8	s	30		2	20	5	3	●	+			+		+			
221M2	II	0.9	s	17		2	5	7	3	●	+	+		○	+	+	Fm		
223M2	II	0.8	s	26		+	10	10	5	●	+	+		○		+			
225M3	II	0.9	s	24		2	12	7	3	●	+	+		+		+			
227M4	II	1.5	m	25		1	7	7	10	●	+			+	+	+	Fm		
228M4	II	1.2	s	17		3	7	5	3	●	+	+	+	+	+		H		
229M4	II	1.7	s	22		2	10	7	3	●	○	+	+	+			Z		
230M4	II	0.5	s	8			3	2	3	○							E		

Fortsetzung Tab. III: Ergebnisse der Dünnschliffuntersuchungen.

Typ KG MX [mm]	EFFEKTIVE MAGERUNG [Vol.-%]								MINERALISCHE MAGERUNG									
	Σ	Kies/Sand						Minerale				Gesteine/detrit. Partikel						
		FK	GS	MS	FS	GSL	Q	Kf	Pl	Bt	G	QF	QQ	S	SL	F	Sm	
Südliches bzw. mittleres Niedersachsen																		
3. Jüngste Granitgrusware (nach mikroskopischem Befund der Gelben Irdenware zuzordnen)																		
53N	II	1.3	s	20	5	10	3	2	●	○	○			+	○	+	+	
7. Gelbe Irdenware																		
92J1	II	0.9	s	23	5	10	5	5	●	○					+	+		
93J1	II	1.0	s	27	5	10	5	7	●	○	+		+	+	+	+	H	
94J1	II	0.4	f	25		5	20	1	●						+			
95J1	II	1.0	s	23	5	10	5	5	●	+	+		+	○	+	+		
96J1	II	1.9	s	22	5	7	5	7	●	○	+	+	+	○	+	+	E	
97J1	II	1.7	f	25	5	15	2	3	●	○	+			+	+	+		
98J2	II	0.4	m	50		20	15	15	●					+			E,O,Z	
99J2	II	1.0	s	25	7	12	3	3	●	○		+	+	+	○	+	+	
100J2	II	0.4	f	21		5	15	1	●					+	+			
101J2	II	1.4	s	25	7	10	3	5	●	○	+			+	v	+	+	
102J2	II	1.4	s	25	5	10	5	5	●	○				+		+	+	
103J2	II	1.8	s	25	10	7	3	5	●	○	+			+	○		+	
104J2	II	0.4	f	26		5	20	1	●					+				
105J2	II	1.5	s	35	20	7	3	5	●	○	+	+	²)+	+	+	+	○ H	
106J2	II	1.2	s	32	10	15	2	5	●	○	+		²)+	○	+	+	+	
107J2	II	1.8	s	25	5	12	3	5	●	○	+	+	+	+	○	+	+	
108J2	II	1.1	s	25	7	10	3	5	●	○			+	○			+	
110J2	II	0.6	s	29		15	10	3	●								+	
111J3	II	1.0	s	20	5	10	3	2	●	○	+			+	+	+	○	
112J3	II	1.0	s	33	10	15	3	5	●	○	+			+	○	+	+	
113J3	II	1.3	s	22	10	7	2	3	●	○				+	○			
114J3	II	1.4	s	25	5	10	5	5	●	+	+			+			H	
115J3	II	2.0	s	26	+ 10	7	3	5	●	+	+			+	+	+	+	
8. Jüngere graue Irdenware																		
117L1	II	1.6	s	22	5	7	3	7	●	○	+			+	○	+		
119L1	II	1.5	s	23	7	10	3	3	●	+	+			+	○	+	+	
121L1	II	0.9	s	28	5	15	5	3	●	○	+		²)+	○	+	+	+	
123L1	II	0.9	s	23	5	12	5	3	●	○	+			+	+	+	+	
127L1	II	1.7	s	30	15	7	3	5	●	○	+	+		+	○	+	+	
130L1	II	1.5	s	28	5	15	3	5	●	○	+			○	○	+	+	
132L1	II	0.9	m	24	2	7	5	10	●	○	+			+	+	+	+	
136L1	II	1.3	s	16	5	7	2	3	●	+	+	+	²)+				+	
138L1	II	2.2	s	28	+ 12	5	5	5	●	+			²)+	+	+	+		
139L2	II	1.1	f	21	7	12	1	1	●	○				+	+		+	
145L2	II	1.3	s	24	5	12	5	2	●				²)+	○	+	+	○	
147L3	II	0.9	s	20	1	10	7	2	●	○	+			+	○	+	+	
9. Mündelkeramik																		
151P1	II	1.3	s	28	10	10	3	5	●	○	+			+			+	
12. Jüngste graue Irdenware																		
204V	II	0.9	s	18		7	5	5	●	○	+			+	+	+	Z	
205V	II	0.7	s	21		10	5	5	●	+	+					+	Z	
206V	II	0.9	s	18		7	5	5	●	+				+	○	+	O,Z	
207V	II	1.1	s	20	1	7	7	5	●	○				+			Ga,R,Z	
208V	II	0.7	s	16		7	5	3	●	○				+			H	
209V	II	1.0	s	25	2	15	5	3	●	○	+			+	○	+	Ga,H,Z	
13. Bleiglierte Irdenware																		
218M2	II	0.8	s	13	3	5	2	3	●	+				+			+	
219M2	II	0.5	s	17		10	5	2	●					+				
222M2	II	0.6	s	23		7	10	5	●	+	+			○	+	+	E,Z	
224M3	II	0.7	f	17		12	3	1	●					+			O	
226M3	II	0.4	m	10			2	7	●									

Fortsetzung Tab. III: Ergebnisse der Dünnschliffuntersuchungen.

Typ KG MX [mm]	EFFEKTIVE MAGERUNG [Vol.-%]					MINERALISCHE MAGERUNG									
	Σ	Kies/Sand					Minerale			Gesteine/detrit. Partikel					
		FK	GS	MS	FS	GSL	Q	Kf	Pl	G	QF	QQ	S	C	AKZ
14. Faststeinzeug															
241Q2	II	0.8	s	29	+	5	20	3	●				○		
242Q2	II	0.25	m	18		1	5	12	●				+	+	+
243Q2	II	0.4	m	35		5	15	15	●				+	+	+
244Q2	II	0.4	s	11		3	5	2	●				+		
245Q2	II	0.6	m	25	+	7	7	10	●				+	+	Z
246Q2	II	0.4	m	40		5	20	15	●				+		
247Z	II	1.9	s	29	7	12	5	5	●	○	+		+	○	+
248Z	II	0.5	f	17		10	5	2	●				○		+
15. Steinzeug															
265R2	II	0.5	m	25		3	7	15	●				+		
266R2	II	0.3	m	20		3	7	10	●				+		
267R2	II	0.35	m	36		1	10	20	●						
268R2	II	0.3	m	22		2	5	15	●					+	+
269R2	II	0.1	s	3			2	1	●				+		
270R2	II	0.3	s	13		1	5	7	●						
271R2	II	0.3	m	23		1	7	15	●				+		
272R2	II	0.3	m	20		1	7	20	●						
RHEINLAND (Siegburg)															
14. Faststeinzeug															
231Q1	II	0.6	s	15	+	7	2	5	●	○			●		Z
232Q1	II	0.7	s	11	+	5	2	3	●	○			●		E
233Q1	II	1.2	s	14	1	7	3	3	●	○			○		
234Q1	II	0.6	s	14	+	7	3	3	●	○	○				E
235Q1	II	0.8	s	12	1	5	3	3	●	○			●		
236Q1	II	0.8	s	10	+	3	3	3	●	○			○		
237Q1	II	1.0	s	31	5	10	5	7	●	○	+		●	+	Z
238Q1	II	0.8	s	13	+	7	2	3	●	○			○		
239Q1	II	0.9	s	14	1	5	3	5	●	○			○	○	Z
240Q1	II	0.9	s	16	2	5	2	7	●	○			○		Z
15. Steinzeug															
251R1	II	0.4	f	7		+	5	1	○	○					
252R1	II	0.4	s	15		3	5	7	○	+			+		
253R1	II	0.4	s	10		2	5	3	○	+			+	+	
254R1	II	0.6	f	8	+	3	3	1	○	+			+		
255R1	II	0.4	s	7		1	3	3	○				+		Z
256R1	II	0.7	s	5	+	+	2	1	○				+	+	
257R1	II	0.3	m	26		1	10	15	●				+	+	
258R1	II	0.3	s	13		1	5	7	○	+			+		
259R1	II	0.3	f	4		+	2	1	○				+		E
260R1	II	0.3	f	6		2	3	1	●				+		
261R1	II	0.8	s	11	+	2	5	3	●	+			+		E,Z
262R1	II	0.8	m	30	+	2	12	15	●	+			+		
263R1	II	0.3	m	21		+	5	15	●				+		
264R1	II	0.5	m	18		1	7	10	●				+		E,Z
273R2	II	0.2	f	4			1	3	○						
274R2	II	0.3	s	6		2	3	1	○				+	+	
275R2	II	0.5	s	15		1	7	7	●				+	+	Z
276R2	II	0.4	f	4		+	1	2	○						
277R2	II	0.4	s	14		2	5	7	●				○	+	

Tab. IV: Ausgewählte Mikrosondenanalysen von Plagioklasen an Mineral- und Gesteinsfragmenten. Gemessen wurden Zusammensetzungen von Kern (K) und Rand (R) des jeweiligen Fragmentes. Hierbei müssen beide nicht notwendigerweise mit Kern und Rand des Plagioklases vor der Fragmentierung übereinstimmen.

	6D	6D	7D	7D	7D	7D	8D	8D	8D	8D	11D	11D	11D	11D	12D	12D	20F	
	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	
SiO ₂	62.83	61.48	63.37	64.05	69.28	69.26	62.49	63.63	60.25	60.01	58.90	60.51	61.00	61.02	66.91	66.87	65.82	SiO ₂
Al ₂ O ₃	23.53	23.72	22.73	22.84	19.52	19.40	23.78	23.19	25.49	25.31	25.53	25.29	24.55	24.68	19.84	20.77	22.57	Al ₂ O ₃
MgO	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.43	0.01	0.01	MgO
CaO	4.75	5.39	4.30	4.17	0.04	0.06	5.36	4.90	7.43	7.31	7.35	6.46	5.68	5.71	0.59	1.52	2.92	CaO
MnO	0.00	0.05	0.02	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00	0.06	0.01	0.02	MnO
FeO	0.02	0.11	0.04	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.07	0.06	0.02	0.02	0.47	0.16	FeO
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.00	0.02	0.00	0.06	0.00	0.00	BaO
Na ₂ O	9.30	9.04	9.43	9.21	11.68	11.58	8.61	9.15	7.42	7.57	7.82	8.37	8.93	8.62	11.57	10.61	10.35	Na ₂ O
K ₂ O	0.15	0.20	0.14	0.13	0.08	0.09	0.13	0.12	0.11	0.14	0.20	0.12	0.24	0.21	0.07	0.83	0.09	K ₂ O
Total	100.59	100.01	100.03	100.45	100.60	100.42	100.36	100.99	100.72	100.35	99.85	100.88	100.49	100.28	101.53	99.74	100.45	Total
Kationen O=8																		
Si	2.770	2.737	2.804	2.815	3.004	3.008	2.759	2.790	2.666	2.667	2.639	2.675	2.706	2.707	2.987	2.950	2.906	Si
Al	1.222	1.245	1.185	1.183	0.997	0.993	1.237	1.198	1.329	1.326	1.348	1.318	1.283	1.291	1.012	1.031	1.088	Al
Mg	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.029	0.000	Mg
Ca	0.225	0.257	0.204	0.196	0.002	0.003	0.253	0.230	0.352	0.348	0.353	0.306	0.270	0.271	0.020	0.028	0.109	Ca
Mn	0.000	0.002	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	Mn
Fe	0.001	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.017	0.006	Fe
Ba	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	Ba
Na	0.795	0.780	0.809	0.785	0.982	0.975	0.737	0.778	0.637	0.652	0.680	0.717	0.768	0.741	0.966	0.907	0.878	Na
K	0.009	0.011	0.008	0.007	0.005	0.005	0.007	0.007	0.006	0.008	0.012	0.007	0.014	0.012	0.004	0.047	0.005	K
Total	5.021	5.037	5.012	4.989	4.990	4.985	4.994	5.003	4.991	5.000	5.033	5.028	5.043	5.024	4.991	5.011	4.991	Total
AN	21.85	24.51	19.96	19.87	0.21	0.27	25.39	22.67	35.40	34.52	33.78	29.70	25.68	26.49	28.20	7.84	11.00	AN
AB	77.32	74.41	79.24	79.41	99.33	99.24	73.90	76.65	63.97	64.67	65.06	69.64	73.00	72.37	97.47	92.41	88.51	AB
OR	0.83	1.08	0.80	0.72	0.46	0.49	0.71	0.68	0.62	0.76	1.11	0.65	1.29	1.14	0.39	4.75	0.49	OR

Fortsetzung Tab. IV: Mikrosondenanalysen von Plagioklasen.

	23F R	24F K	24F R	39G1 K	39G1 R	43G1 K	43G1 R	62X K	62X R	62X K	62X R	84Y K	84Y R
SiO ₂	64.51	59.79	60.51	62.39	62.19	66.01	66.64	68.08	69.19	68.96	67.13	61.12	61.26
Al ₂ O ₃	22.35	25.07	25.04	23.54	23.63	20.97	21.06	19.73	20.03	20.36	20.50	24.84	24.84
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
CaO	2.76	6.25	6.65	5.89	5.45	1.78	1.70	0.35	0.41	0.91	1.37	6.21	6.07
MnO	0.04	0.03	0.00	0.05	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
FeO	0.09	0.05	0.06	0.00	0.08	0.05	0.00	0.04	0.02	0.00	0.03	0.05	0.06
BaO	0.00	0.07	0.03	0.03	0.04	0.00	0.00	0.04	0.02	0.01	0.09	0.00	0.07
Na ₂ O	10.28	10.36	8.33	8.19	7.90	10.52	10.73	11.42	11.6	211.19	11.07	8.08	8.46
K ₂ O	0.12	0.08	0.20	0.20	10.58	0.26	0.25	0.09	0.09	0.08	0.05	0.22	0.20
Total	101.82	100.22	99.75	100.62	100.49	99.59	100.41	99.76	101.39	101.52	100.27	100.51	100.96
Kationen O=8													
Si	2.849	2.840	2.674	2.682	2.760	2.911	2.914	2.983	2.983	2.969	2.937	2.704	2.703
Al	1.152	1.160	1.321	1.308	11.227	1.090	1.086	1.019	1.017	1.033	1.057	1.295	1.291
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000
Ca	0.135	0.130	0.299	0.316	0.279	0.084	0.080	0.016	0.019	0.042	0.064	0.294	0.287
Mn	0.001	0.002	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
Fe	0.003	0.002	0.002	0.000	0.003	0.002	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.002	0.002
Ba	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
Na	0.862	0.884	0.722	0.704	0.678	0.899	0.910	0.970	0.972	0.934	0.939	0.693	0.724
K	0.007	0.004	0.012	0.012	0.033	0.015	0.014	0.005	0.005	0.005	0.003	0.012	0.011
Total	5.010	5.024	5.032	5.022	4.982	5.001	5.005	4.995	4.997	4.984	5.005	5.001	5.019
AN	13.47	12.77	28.97	30.60	26.39	8.44	7.94	1.65	1.89	4.26	6.37	29.43	28.04
AB	85.85	86.68	69.86	68.23	68.41	90.10	0.67	97.76	97.60	95.26	93.23	69.34	70.74
OR	0.68	0.43	1.12	1.12	3.33	1.47	1.39	0.52	0.48	0.47	0.25	1.23	1.10

Tab. V; Mikrosondenanalyse von Cordierit

	8D-1	8D-2	8D-3	8D-4
SiO ₂	48.64	47.00	48.12	48.51
TiO ₂	0.00	0.04	0.02	0.03
Al ₂ O ₃	32.50	32.54	32.85	33.02
MgO	8.85	8.86	8.69	8.79
CaO	0.01	0.01	0.04	0.01
MnO	0.08	0.08	0.05	0.04
FeO	8.06	7.97	7.86	8.21
Na ₂ O	0.11	0.15	0.11	0.08
K ₂ O	0.00	0.01	0.01	0.05
Summe:	98.25	96.66	97.75	98.74
Kationen (O=18)				
Si	5.007	4.928	4.976	4.974
Ti	0.000	0.003	0.002	0.002
Al	3.943	4.021	4.003	3.990
Mg	1.358	1.385	1.340	1.343
Ca	0.001	0.001	0.004	0.001
Mn	0.007	0.007	0.004	0.003
Fe	0.694	0.699	0.680	0.704
Na	0.022	0.030	0.022	0.016
K	0.000	0.001	0.001	0.007
Summe:	11.032	11.075	11.032	11.040

Tab. VI: Mikrosondenanalyse von Hercynit (Fe³⁺-Berechnung nach Droop (1987)).

				Komponenten [mol.-%]		
SiO ₂	0.57	0.73	0.62			
TiO ₂	3.25	3.32	2.58			
Al ₂ O ₃	24.44	21.82	12.46			
MgO	8.85	8.86	8.69			
FeO	66.96	68.17	78.66	Galaxit	MnAl ₂ O ₄	6.70 5.93 5.13
MnO	0.13	0.09	0.19	Spinell	MgAl ₂ O ₄	0.38 0.26 0.56
MgO	1.34	1.15	0.96	Hercynit	FeAl ₂ O ₄	41.27 38.14 20.52
Summe	96.70	95.29	95.49	Ulvit	Fe ₂ TiO ₄	8.20 8.61 6.92
Fe ₂ O ₃	33.38	35.01	48.61	Magnetit	FeFe ₂ O ₄	43.43 47.06 66.87
FeO	36.92	36.67	34.93	Summe		100.00 100.00 100.00

Tab. VII : Mikrosondenanalysen von (a) Ortho- und Klinopyroxen in Granulit (Scherbe 39G1).

(a)	P39G1 OPX-1	P39G1 OPX-2	P39G1 CPX1-1	P39G1 CPX1-2	P39G1 CPX2-1	P39G1 CPX2-2	P39G1 CPX3-1	P39G1 CPX3-2
SiO ₂	52.04	52.32	51.15	51.03	52.09	51.09	51.67	51.79
TiO ₂	0.08	0.07	0.39	0.35	0.33	0.39	0.26	0.34
Al ₂ O ₃	1.19	1.10	3.25	3.26	2.22	3.63	3.14	3.23
Cr ₂ O ₃	0.04	0.04	0.03	0.08	0.06	0.03	0.03	0.12
Fe ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	19.31	19.11	12.02	12.13	12.39	11.99	11.96	12.05
CaO	0.44	0.48	22.56	20.51	22.69	21.91	22.04	22.18
MnO	0.23	0.25	0.10	0.11	0.08	0.15	0.09	0.08
FeO	26.75	27.21	9.71	11.50	9.51	10.05	9.81	9.87
Na ₂ O	0.01	0.01	0.76	0.61	0.67	0.72	0.78	0.77
K ₂ O	0.02	0.03	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00
Summe:	100.11	100.61	99.97	99.60	100.06	99.99	99.78	100.43
Formelbesetzung								
Z								
Si	1.974	1.978	1.922	1.928	1.952	1.918	1.940	1.933
Al	0.026	0.022	0.078	0.072	0.048	0.082	0.060	0.067
Fe ³⁺	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Summe:	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Y								
Al	0.027	0.027	0.066	0.073	0.050	0.079	0.079	0.075
Fe ³⁺	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti	0.002	0.002	0.011	0.010	0.009	0.011	0.007	0.010
Mg	0.969	0.970	0.673	0.683	0.692	0.671	0.669	0.671
Fe ²⁺	0.000	0.000	0.249	0.231	0.247	0.238	0.244	0.241
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Summe:	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
X								
Mg	0.123	0.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	0.848	0.860	0.056	0.132	0.051	0.077	0.064	0.067
Mn	0.007	0.008	0.003	0.004	0.003	0.005	0.003	0.002
Ca	0.018	0.020	0.908	0.830	0.911	0.881	0.887	0.887
Na	0.001	0.000	0.056	0.044	0.049	0.053	0.057	0.056
K	0.001	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
Summe:	0.997	0.996	1.023	1.011	1.013	1.017	1.011	1.012
Endglieder								
			Endglieder nach Banno (1959)					
Fe ₂ Si ₂ O ₆	42.47	43.09	Jadeit 5.77	5.21	5.10	5.78	6.03	5.89
Mg ₂ Si ₂ O ₆	54.67	53.94	Akmit 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn ₂ Si ₂ O ₆	0.37	0.40	Augit 94.23	94.79	94.90	94.22	93.97	94.11
Ca ₂ Si ₂ O ₆	0.89	0.98						
Rest	1.60	1.58						

(b) Granat in Gneis (8D) und Granulit (39G1).

(b)	8D GA1 K	8D R	P39G1 GA1 K	P39G1 R	P39G1 GA2 K	P39G1 R
SiO ₂	37.23	35.75	38.20	37.70	38.15	38.05
TiO ₂	0.00	0.06	0.03	0.01	0.01	0.02
Al ₂ O ₃	21.29	21.17	21.64	21.37	21.30	21.26
Cr ₂ O ₃	0.04	0.00	0.03	0.06	0.00	0.05
Fe ₂ O ₃	0.72	1.59	0.81	1.13	1.04	1.54
MgO	4.89	2.62	5.66	5.47	5.49	5.56
CaO	1.09	0.56	7.08	6.85	6.60	6.73
MnO	0.74	1.82	0.72	0.85	0.72	0.74
FeO	34.34	36.33	26.35	26.47	27.02	26.97
Summe	100.34	99.90	100.51	99.91	100.32	100.91
Strukturformel bezogen auf						
Si	5.927	5.826	5.941	5.918	5.962	5.923
Al	0.073	0.174	0.059	0.082	0.038	0.077
Tetr. Z:	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Ti	0.000	0.008	0.003	0.001	0.001	0.003
Al	3.921	3.894	3.908	3.871	3.884	3.823
Cr	0.005	0.000	0.003	0.007	0.000	0.006
Fe ³⁺	0.086	0.196	0.095	0.134	0.122	0.181
Oct. Y:	4.012	4.097	4.009	4.013	4.006	4.012
Mg	1.161	0.637	1.312	1.281	1.278	1.289
Ca	0.186	0.097	1.179	1.152	1.105	1.122
Mn	0.099	0.251	0.095	0.113	0.095	0.098
Fe ²⁺	4.572	4.952	3.427	3.475	3.532	3.510
X-Pos :	6.018	5.937	6.014	6.020	6.009	6.019
Total:	16.031	16.034	16.023	16.034	16.016	16.031
Endglieder						
Uv:	0.13	0.00	0.08	0.18	0.00	0.14
Ad:	2.14	1.64	2.45	3.36	3.06	4.58
Gr:	0.83	0.00	17.08	15.58	15.32	13.93
Al:	75.97	83.41	56.98	57.73	58.77	58.32
Sp:	1.65	4.22	1.58	1.87	1.59	1.62
Py:	19.29	10.73	21.82	21.27	21.26	21.42

Tab. VIII: RFA-Elementkonzentrationswerte (unnormiert) gruppiert nach SEARCH, mit Angabe des Verdünnungsfaktors VF, Elementkonzentrationen nicht korrigiert auf Verdünnung. Mit * gekennzeichnete Proben sind der jeweils darüber stehenden Gruppe in ihrem chemischen Elementmuster ähnlich, jedoch statistisch nicht gruppiert. Werte bezogen auf geglähte Substanz. SiO₂ - P₂O₅ in Gew.-%, V - Ce in ppm. lokales Referenzmaterial

Probe	VF	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	V	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	Ce	GV	Summe
Gruppe BS-1 (Braunschweig, einschließlich WOB-Fallersleben)																							
6D	0.99	66.3	0.76	19.9	5.19	0.04	1.39	1.59	1.30	3.39	0.35	143	94	85	93	159	150	27	172	640	87	4.14	100.30
8D	0.97	67.9	0.69	18.7	4.77	0.03	1.31	1.34	1.28	3.79	0.54	135	83	72	120	160	157	24	154	652	85	4.00	100.36
14D	1.00	64.7	0.75	20.4	5.11	0.18	1.52	1.58	1.99	4.02	0.30	141	93	54	85	148	146	37	158	485	106	1.97	100.55
15E	0.97	64.8	0.76	19.4	5.45	0.04	1.49	1.82	1.31	3.65	0.98	146	97	78	114	170	202	28	176	672	97	2.61	99.69
21F	1.07	65.7	0.71	21.1	5.08	0.04	1.25	1.23	1.11	3.42	0.60	115	100	48	97	153	149	27	147	516	80	2.58	100.22
23F	0.96	62.5	0.80	23.0	5.62	0.06	1.47	1.41	1.08	3.88	0.53	128	105	53	109	169	191	32	157	467	94	0.70	100.33
24F	0.96	59.9	0.82	22.9	5.32	0.12	1.34	2.24	1.42	3.65	1.75	126	104	55	211	159	252	30	175	698	97	3.16	99.45
25G2	0.99	63.7	0.78	22.3	4.83	0.05	1.23	1.35	1.29	3.68	0.87	124	103	48	112	159	160	32	193	540	100	2.81	100.04
27G2	1.06	64.0	0.69	19.7	5.35	0.12	1.50	3.34	1.76	3.84	0.51	114	76	47	111	156	193	25	162	478	83	3.29	100.74
29G1	0.91	62.1	0.85	24.1	5.55	0.04	1.50	0.88	0.88	3.59	0.78	144	117	49	119	163	147	36	174	473	103	1.90	100.29
31G1	0.97	61.4	0.80	22.9	5.64	0.05	1.28	1.54	0.88	3.65	1.33	128	112	53	148	156	194	31	168	467	106	5.01	99.45
32G1	0.95	63.4	0.79	22.2	5.59	0.04	1.61	0.95	1.55	3.47	0.30	123	108	54	80	155	173	36	176	475	104	0.32	99.93
33G1	0.95	62.1	0.80	22.4	5.32	0.07	1.28	1.55	1.13	3.81	1.09	120	96	54	128	182	216	39	196	640	94	1.64	99.54
36G2	1.03	65.2	0.76	20.7	5.03	0.04	1.31	1.38	0.90	3.49	1.00	118	97	48	120	154	188	31	174	513	91	1.66	99.80
39G1	1.01	64.7	0.75	20.8	5.08	0.05	1.51	1.55	1.04	4.22	0.40	119	101	55	100	180	125	33	148	436	84	2.78	100.08
44G1	1.00	61.1	0.75	22.6	5.38	0.06	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	1.07	68.1	0.75	20.1	4.95	0.03	1.22	0.97	0.28	2.73	1.44	127	111	44	99	124	142	24	135	603	80	2.64	100.54
58X	0.99	65.1	0.80	21.8	5.31	0.05	1.48	1.36	1.11	3.25	0.44	122	109	59	118	152	150	27	162	506	81	0.60	100.74
59X	1.00	63.8	0.77	22.1	5.32	0.05	1.43	1.63	1.09	3.21	0.50	121	114	51	103	149	144	29	168	535	78	1.47	99.84
60X	0.95	62.5	0.81	23.3	4.93	0.05	1.27	1.65	1.31	3.64	0.90	126	105	55	131	157	234	33	179	757	122	2.29	100.32
62X	1.01	60.6	0.75	21.9	6.75	0.06	1.21	1.93	1.12	3.68	1.69	129	106	54	122	154	231	28	161	685	82	3.51	99.75
63X	1.02	65.2	0.77	22.1	4.61	0.03	1.22	1.18	0.82	3.50	0.54	129	107	52	114	151	138	29	170	638	92	1.96	99.98
67X	1.04	58.9	0.75	22.5	4.78	0.04	1.16	2.00	1.04	4.17	3.71	123	100	60	137	139	269	25	143	464	91	4.82	98.98
71K	1.07	66.1	0.69	20.6	4.77	0.05	1.24	1.25	1.02	3.34	0.58	120	100	44	108	160	161	29	150	461	75	2.44	99.67
80K	0.96	61.2	0.80	22.7	5.79	0.06	1.31	1.74	1.12	3.53	1.46	128	105	50	107	155	219	33	171	647	87	2.60	99.66
84K	0.99	62.8	0.78	23.1	4.74	0.04	1.27	1.55	1.25	3.62	0.70	125	108	58	124	164	168	34	168	591	89	4.18	99.84
87K	0.93	62.1	0.84	23.6	4.84	0.04	1.58	1.35	1.12	4.14	0.46	131	107	48	126	193	166	30	172	572	91	0.95	100.14
Gruppe BS-2 (Braunschweig)																							
2A	0.90	66.3	0.82	19.1	5.06	0.04	1.30	1.80	1.34	2.97	1.53	145	92	73	108	143	244	28	222	928	83	3.47	100.21
3A	0.96	69.4	0.81	17.8	3.65	0.03	1.18	1.02	1.11	3.49	0.93	140	90	55	98	143	121	28	243	671	80	3.48	99.49
5D	0.92	67.2	0.81	19.0	4.41	0.04	1.21	1.77	1.20	3.69	1.01	142	80	54	98	170	176	28	208	786	96	3.80	100.36
7D	0.96	68.1	0.75	18.9	4.56	0.03	1.28	1.31	1.22	3.59	0.75	144	93	66	80	190	150	27	192	582	86	5.36	100.57
9D	0.95	69.0	0.78	18.7	4.45	0.04	1.13	0.95	1.17	3.65	0.39	137	86	64	105	172	142	30	199	499	68	2.23	100.24

Fortsetzung Tab. VIII: RFA-Elementkonzentrationswerte

Probe	VF	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	V	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	Ce	GV	Summe
10D	0.94	68.4	0.82	19.5	4.53	0.04	1.01	0.59	1.60	3.63	0.38	142	82	56	201	162	111	28	220	673	91	5.47	100.49
12D	0.92	65.2	0.77	19.9	5.33	0.03	1.18	1.15	1.58	3.47	1.26	139	84	57	158	162	143	32	211	606	81	4.58	99.86
13D	0.96	67.6	0.81	19.0	4.34	0.03	1.13	1.21	1.08	3.58	1.02	132	83	61	172	151	162	27	219	766	88	5.55	99.83
16E	0.96	66.2	0.78	18.6	4.63	0.02	1.07	1.87	1.03	3.46	2.12	150	90	63	89	148	277	26	213	656	98	3.27	99.78
28G1a	1.01	69.1	0.73	18.7	4.37	0.07	0.94	1.01	1.12	3.58	0.51	139	83	65	84	144	133	23	200	660	83	1.90	100.08
28G1b	0.99	69.1	0.75	18.8	4.37	0.07	0.94	1.03	1.07	3.63	0.62	138	82	67	88	146	128	25	200	681	92	2.13	100.32
28G1c	1.01	69.1	0.73	18.7	4.30	0.08	0.92	1.10	1.12	3.64	0.50	139	85	71	85	143	135	24	203	726	88	2.29	100.17
28G1d	1.01	68.5	0.73	18.6	4.37	0.07	0.96	1.03	1.16	3.62	0.77	137	81	67	83	144	135	25	202	681	78	1.72	99.56
56X	1.26	76.8	0.64	13.5	3.34	0.01	0.94	1.56	0.40	2.38	0.25	118	72	45	58	110	108	19	166	298	47	5.66	99.87
57X	1.16	75.2	0.63	14.2	3.86	0.04	1.14	1.39	0.56	2.55	0.23	124	73	55	73	121	190	19	165	348	65	0.65	99.81
70K	1.19	76.3	0.63	14.2	3.72	0.03	1.14	0.83	0.49	2.57	0.11	125	73	60	67	120	87	22	173	407	62	3.13	100.02
72K	0.97	71.1	0.81	18.0	5.01	0.02	0.96	0.45	0.37	2.77	0.69	157	95	44	80	126	79	22	224	437	79	4.45	100.12
73K	0.95	67.9	0.78	18.2	4.32	0.03	1.09	1.17	0.97	3.59	1.29	137	82	82	136	162	157	28	206	495	104	2.87	99.32
77K	1.16	73.8	0.62	14.3	4.17	0.02	1.15	1.39	0.43	2.50	1.51	119	75	58	103	115	148	20	139	373	49	4.36	99.96
79K	0.96	70.8	0.77	17.6	4.51	0.02	1.18	0.93	0.84	3.11	0.30	153	89	63	87	146	137	26	213	416	87	2.68	100.09
82Y	1.22	76.4	0.65	14.5	4.41	0.04	0.82	0.40	0.25	2.19	0.18	123	79	36	61	113	89	19	182	320	55	0.57	99.78
83Y	1.06	73.2	0.74	16.0	4.02	0.02	0.96	1.01	0.33	2.60	0.70	140	90	60	100	132	105	24	188	377	86	2.86	99.54
86Y	1.16	74.3	0.65	14.6	3.86	0.02	0.81	1.07	0.49	2.50	1.44	113	77	46	89	118	189	22	190	420	62	2.39	99.73
88Y	0.90	69.3	0.83	19.0	4.94	0.03	1.12	0.84	0.98	3.22	0.18	155	112	71	119	150	127	30	228	463	101	1.11	100.36
109J	0.99	71.4	0.80	17.7	5.17	0.02	1.24	0.42	0.30	2.71	0.33	143	99	43	81	119	83	23	190	390	66	1.36	100.15
118L1	1.01	72.9	0.72	16.2	4.26	0.03	0.97	1.81	0.69	2.67	0.24	132	100	61	74	127	115	27	230	381	88	1.65	100.50
125L1	1.01	71.6	0.76	16.8	4.33	0.03	1.10	1.07	0.59	2.87	0.53	139	86	60	93	141	145	28	191	351	75	1.10	99.73
131L1	0.87	71.0	0.89	18.8	5.49	0.04	1.30	0.48	0.32	2.74	0.11	187	114	59	85	129	94	29	239	366	104	0.25	101.18
133L1	0.85	68.7	0.91	19.3	5.02	0.05	1.29	0.78	0.30	2.98	0.99	188	123	69	291	137	140	27	235	405	107	1.21	100.30
134L1	0.96	72.0	0.82	17.5	5.04	0.02	1.13	0.44	0.78	2.54	0.12	181	101	40	74	124	87	24	214	352	85	0.66	100.36
148L3	0.98	73.0	0.81	16.5	4.48	0.03	1.16	1.30	0.45	2.66	0.21	142	106	98	80	130	107	27	221	338	72	0.74	100.61
150L3	1.00	74.7	0.75	15.5	4.84	0.02	1.20	0.32	0.28	2.72	0.08	161	100	34	91	141	91	25	196	358	75	0.40	100.35
152P1	0.87	69.1	0.90	19.6	4.98	0.05	1.40	0.82	0.28	2.92	0.12	190	119	71	102	143	106	28	218	312	90	0.58	100.17
153P1	0.98	73.9	0.78	15.9	4.91	0.02	1.26	0.37	0.32	2.76	0.23	158	105	29	90	145	99	23	206	395	66	0.42	100.46
182L2	1.12	75.6	0.71	15.0	3.74	0.03	1.02	1.51	0.35	2.45	0.07	137	81	53	74	120	102	23	182	322	63	0.33	100.48
183L2	1.07	74.0	0.71	15.6	3.93	0.02	1.05	1.28	0.37	2.55	0.09	140	90	51	76	124	103	23	202	324	65	0.74	99.63
185L2	1.02	72.4	0.79	16.4	4.09	0.02	1.15	2.01	0.43	2.63	0.09	152	91	56	80	129	118	25	196	331	77	0.53	100.00
186L2	1.01	72.4	0.80	16.5	4.21	0.02	1.13	1.75	0.35	2.65	0.09	151	92	57	80	129	116	25	205	347	62	0.41	99.86
202L2	1.00	72.3	0.80	16.7	4.46	0.02	1.11	1.12	0.46	2.74	0.16	145	91	58	315	127	100	27	202	357	83	2.23	99.88
227M4	0.95	73.5	0.83	15.7	4.74	0.02	1.40	0.84	0.31	2.68	0.09	146	96	58	78	134	101	29	267	349	69	0.43	100.19

Fortsetzung Tabelle VIII: RFA-Elementkonzentrationswerte

Probe	VF	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	V	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	Ce	GV	Summe
Gruppe SZG-1/WT (SZ-Gebhardshagen, Wittingen, Bad Harzburg)																							
51G	0.90	66.3	0.92	22.6	6.79	0.03	1.18	0.38	0.63	2.57	0.08	128	117	33	124	130	52	31	257	438	88	5.59	101.46
122L1	1.10	75.4	0.83	15.2	5.16	0.02	0.94	0.33	0.16	2.29	0.23	118	102	26	50	105	74	25	230	314	67	0.33	100.55
137L1	0.94	72.2	0.90	17.9	5.59	0.02	1.24	0.28	0.14	2.67	0.10	143	116	40	62	118	81	33	219	378	90	0.22	101.03
141L2	1.10	73.3	0.75	17.9	4.93	0.01	1.07	0.23	0.19	2.19	0.09	106	95	29	28	114	68	22	223	331	56	0.19	100.59
144L2	0.95	69.8	0.85	19.7	6.08	0.02	1.35	0.38	0.18	2.44	0.07	121	112	41	39	137	70	25	191	326	59	7.20	100.90
149L2	0.85	64.0	0.96	20.4	7.06	0.03	1.28	0.41	0.18	2.71	0.18	161	119	49	82	132	88	36	231	366	91	0.05	97.14
154P2	1.04	71.1	0.77	19.5	5.18	0.01	1.20	0.21	0.07	2.17	0.16	117	102	35	38	125	58	23	186	273	55	0.45	100.42
158L	1.03	75.2	0.84	14.7	5.28	0.05	1.17	0.66	0.29	2.35	0.06	122	93	35	62	113	81	29	264	399	94	0.11	100.67
159L	1.05	73.4	0.81	15.2	5.58	0.08	1.14	0.70	0.25	2.45	0.09	129	95	35	62	117	67	22	207	390	75	1.61	99.67
160L	1.13	75.8	0.79	13.8	5.35	0.06	1.05	0.61	0.25	2.30	0.09	110	92	27	60	108	71	22	228	360	64	0.85	100.11
161L	0.96	69.7	0.87	16.6	5.96	0.04	1.20	1.21	0.77	3.22	0.47	133	98	43	66	134	128	31	203	559	77	3.02	100.06
162L	1.11	76.2	0.74	14.3	5.02	0.06	1.06	0.62	0.28	2.22	0.08	108	85	31	59	115	76	24	206	358	69	0.32	100.57
163L	1.15	77.0	0.75	13.5	4.99	0.03	1.03	0.49	0.29	2.17	0.06	110	85	32	53	104	71	25	236	341	51	0.54	100.40
164L	1.13	75.5	0.79	13.9	5.42	0.06	1.03	0.62	0.28	2.28	0.08	113	85	27	64	109	75	21	229	363	57	0.66	99.97
165L	0.92	66.4	0.96	22.4	6.45	0.02	1.20	1.15	0.20	2.33	0.12	149	121	29	44	121	83	29	228	320	87	0.63	101.18
166L	0.88	65.3	0.98	22.6	6.79	0.02	1.31	1.26	0.18	2.74	0.12	148	118	38	47	131	87	31	206	341	93	1.02	101.26
167L	0.91	67.5	0.90	21.0	7.00	0.03	1.38	0.55	0.28	2.33	0.09	133	111	41	44	130	74	30	193	308	89	0.23	101.06
168L	1.00	69.6	0.86	18.8	6.06	0.03	1.15	1.27	0.23	2.45	0.19	116	99	32	42	120	85	29	208	317	69	0.91	100.62
169L	0.90	65.1	1.01	23.5	6.60	0.01	1.19	1.01	0.14	2.51	0.11	147	125	28	40	123	83	31	217	330	89	0.78	101.19
171L	0.89	66.2	0.96	22.1	7.07	0.02	1.37	0.58	0.23	2.42	0.13	143	114	42	50	131	74	31	207	354	93	0.71	100.99
174L2	0.99	69.9	0.85	20.1	6.03	0.01	1.30	0.25	0.18	2.31	0.08	130	108	36	32	123	72	25	183	315	81	0.27	101.00
175L2	1.01	72.4	0.85	18.2	5.87	0.01	1.16	0.16	0.18	2.28	0.08	120	98	32	29	117	66	29	207	293	73	1.00	101.21
177L2	1.06	73.6	0.76	17.4	5.40	0.02	1.18	0.21	0.22	2.27	0.07	110	94	35	28	117	65	26	184	282	86	0.05	101.16
178L2	1.21	76.0	0.70	16.1	4.68	0.01	1.00	0.19	0.19	2.05	0.07	94	83	25	24	102	62	22	188	294	50	0.08	101.00
180L2	1.03	72.1	0.83	18.0	5.65	0.01	1.16	0.17	0.17	2.23	0.08	114	99	31	31	115	67	27	208	268	70	0.28	100.45
181L2	1.05	72.6	0.82	17.8	5.54	0.01	1.11	0.16	0.19	2.21	0.08	116	95	29	29	115	66	27	207	294	63	0.25	100.50
187L2	0.99	69.6	0.85	20.0	5.91	0.01	1.27	0.24	0.19	2.31	0.08	127	107	34	29	124	68	25	199	287	68	0.28	100.46
189L2	0.97	71.3	0.83	18.1	5.86	0.03	1.30	0.40	0.19	2.43	0.10	113	105	37	40	129	67	23	245	285	64	0.43	100.53
190L2	1.00	71.6	0.80	17.5	5.52	0.03	1.25	0.38	0.15	2.38	0.09	110	103	36	34	125	67	25	236	279	73	0.62	99.67
191L2	1.03	72.1	0.83	18.1	5.75	0.01	1.16	0.17	0.14	2.25	0.08	114	95	34	29	119	67	26	206	275	64	0.19	100.60
203V	0.98	67.8	0.91	22.3	5.67	0.01	1.10	0.32	0.14	2.20	0.07	134	117	33	33	121	59	26	212	288	58	0.61	100.50
Gruppe SZG-2																							
155P2	1.03	68.1	0.75	17.8	6.57	0.03	1.12	2.93	0.34	2.84	0.09	188	111	54	93	161	137	26	176	413	78	0.24	100.58
156P2	1.03	69.2	0.76	18.2	5.75	0.03	1.13	2.27	0.28	2.94	0.09	180	111	55	100	161	130	32	173	421	91	0.55	100.65
193L2	0.99	67.9	0.77	18.6	6.12	0.03	1.16	2.41	0.30	2.94	0.09	188	121	60	102	168	136	31	177	425	88	0.36	100.26
194L2	0.97	66.1	0.83	19.8	5.32	0.03	1.16	4.14	0.26	2.97	0.09	185	114	60	83	167	161	33	179	396	109	0.41	100.62
195L2	0.97	65.7	0.83	19.7	5.27	0.03	1.18	4.22	0.31	3.03	0.09	191	112	61	79	166	159	34	179	388	116	0.30	100.39

Fortsetzung Tab. VIII: RFA-Elementkonzentrationswerte

Probe	VF	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	V	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	Ce	GV	Summe
196L2	0.99	67.5	0.80	19.1	6.24	0.03	1.16	2.10	0.34	3.06	0.12	182	115	59	105	168	138	31	169	448	94	0.99	100.51
197L2	1.01	67.7	0.77	18.4	5.97	0.03	1.17	2.58	0.31	3.00	0.18	173	114	56	108	165	139	30	175	441	87	1.86	100.08
198L2	1.00	67.7	0.76	18.3	5.96	0.04	1.18	2.67	0.30	3.00	0.19	181	111	62	105	162	141	31	177	467	93	2.38	100.06
199L2	1.00	68.1	0.77	18.6	6.21	0.03	1.14	2.24	0.31	2.94	0.07	197	111	58	103	167	133	30	184	390	110	0.09	100.38
Gruppe E (Eitzum)																							
172L	0.95	69.5	0.89	19.7	5.85	0.02	1.40	0.54	0.30	2.72	0.05	170	154	93	47	86	63	29	183	398	62	0.42	100.01
173L	1.04	70.3	0.74	16.6	7.44	0.03	1.55	0.79	0.30	2.92	0.09	142	139	75	47	92	62	24	166	352	58	0.34	100.73
249Z	1.02	69.3	0.78	17.4	7.72	0.03	1.61	0.69	0.34	3.03	0.07	145	136	78	50	96	62	21	166	350	61	0.15	100.93
250Z	0.98	68.0	0.80	18.0	8.02	0.03	1.72	0.67	0.44	3.24	0.08	146	136	84	54	102	72	24	168	362	46	0.19	100.97
Eisenzeitliche Ware (U)																							
279U		66.5	0.69	19.5	5.40	0.15	1.05	1.00	1.45	3.69	1.03	130	82	76	95	176	142	32	175	547	116	2.08	100.50
280U		66.6	0.73	17.2	7.60	0.07	0.89	0.75	1.11	2.70	2.21	125	112	44	240	146	127	61	367	677	121	6.16	99.93
Nicht gruppiert, im Elementmuster ähnlich zu Gruppe																							
BS-1:																							
34G2*		68.5	0.73	19.9	5.29	0.04	1.45	0.77	0.37	2.75	0.34	129	105	61	106	128	141	28	127	436	76	0.45	100.10
49G2*		65.2	0.76	21.6	4.61	0.03	1.13	1.32	1.14	3.76	1.09	117	99	32	82	163	215	17	169	547	65	3.49	100.63
52G3*		62.0	0.88	24.6	6.11	0.05	1.20	1.21	0.72	3.32	0.91	140	123	54	157	130	107	44	167	558	138	6.46	100.92
68X*		63.7	0.80	23.2	5.08	0.03	1.39	0.91	1.17	3.95	0.69	123	108	59	103	199	132	44	211	480	136	2.10	100.84
75K*		71.6	0.70	18.5	4.56	0.03	1.11	0.44	0.29	2.35	0.62	118	102	31	70	119	106	15	138	302	68	2.17	100.25
120L1*		72.6	0.69	17.6	5.29	0.03	1.20	0.76	0.20	2.26	0.26	112	93	46	92	111	96	22	138	351	74	0.44	100.82
BS-2:																							
4B *		68.1	0.70	18.1	3.92	0.10	1.00	1.45	1.32	3.96	1.48	128	75	58	125	183	228	26	186	628	77	3.19	100.07
17E *		67.9	0.74	17.9	4.22	0.04	1.06	1.29	0.16	3.77	1.60	140	86	58	118	179	169	29	217	631	118	3.91	99.68
26G2 *		64.5	0.81	20.5	5.12	0.05	1.12	1.58	1.20	3.72	1.37	147	105	37	147	147	234	23	217	861	131	3.09	99.94
116L1 *		72.1	0.86	17.7	4.21	0.02	1.05	0.80	0.34	2.76	0.41	236	112	44	119	158	125	30	204	393	69	1.69	100.21
124L1 *		71.5	0.77	17.7	5.35	0.03	1.40	0.53	0.29	2.74	0.49	134	96	46	96	124	104	28	175	393	77	0.90	100.89
128L1*		68.8	0.88	19.7	6.06	0.05	1.44	0.54	0.30	2.69	0.38	178	118	61	106	118	90	22	157	377	84	1.55	100.79
135L1*		75.1	0.83	17.2	3.50	0.02	0.94	0.42	0.23	2.20	0.08	151	110	43	196	114	89	30	240	317	114	1.17	100.45
140L2 *		71.1	0.80	16.4	5.33	0.02	1.52	0.42	0.25	2.92	0.92	160	109	31	98	162	105	23	195	357	71	1.60	99.71
146L2 *		71.0	0.88	18.2	5.45	0.02	1.40	0.47	0.29	3.12	0.10	197	119	38	111	164	105	27	187	405	97	1.05	100.78
170L *		70.2	0.92	18.2	5.74	0.02	1.67	0.51	0.24	3.09	0.08	198	116	48	123	164	112	29	206	393	97	0.39	100.68
223M2 *		73.8	0.81	14.4	3.64	0.02	1.04	3.19	0.35	2.49	0.22	121	82	47	69	126	112	26	234	316	79	2.94	100.06
225M3*		73.1	0.88	15.2	3.13	0.02	1.02	3.78	0.31	2.51	0.12	114	79	47	68	126	122	27	244	316	75	1.69	100.09
230M4*		63.1	0.99	21.2	6.91	0.03	1.16	2.61	0.27	3.35	0.19	241	141	70	112	182	134	32	206	441	100	2.34	99.83

Fortsetzung Tabelle VIII: RFA-Elementkonzentrationswerte

Probe	VF	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	V	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	Ce	GV	Summe
SZG-1/WT:																							
50G3*		65.1	0.95	23.4	7.22	0.03	1.05	0.36	0.57	2.53	0.08	145	117	33	129	130	55	30	239	384	91	4.73	101.34
89Y*		63.7	0.95	23.4	6.75	0.05	1.56	0.75	0.38	2.64	0.30	145	127	67	145	145	99	33	178	349	112	1.12	100.50
Gruppe SNS-1 (Großraum Duingen/Coppengrave - Hannover - Oberg/Peine)																							
53N	1.01	68.8	1.11	23.5	3.71	0.03	0.74	0.46	0.26	1.90	0.01	173	122	36	47	107	134	24	207	251	90	0.11	100.58
92J1	1.01	72.0	1.22	21.7	2.10	0.02	0.69	0.44	0.23	1.51	0.08	162	131	48	56	85	120	25	286	275	75	0.77	99.96
93J1	1.00	72.8	1.33	20.0	2.39	0.01	0.65	0.52	0.24	1.77	0.18	138	117	36	28	96	136	38	284	271	118	0.70	99.80
95J1	0.99	71.3	1.28	22.2	2.11	0.04	0.69	0.62	0.26	1.61	0.18	153	123	51	37	84	123	30	268	280	74	1.64	100.30
97J1	1.00	71.5	1.11	21.5	2.08	0.01	0.78	0.52	0.25	2.24	0.16	176	125	43	29	121	131	31	219	300	93	1.09	100.23
99J2	1.07	71.3	1.20	20.6	1.78	0.01	0.66	1.48	0.20	1.86	0.80	123	113	42	52	97	141	30	242	292	85	2.03	100.00
101J2	1.02	69.8	1.18	23.6	2.31	0.02	0.76	0.51	0.27	1.80	0.09	177	126	40	30	100	128	25	237	289	75	1.10	100.32
102J2	0.96	71.6	1.38	22.1	2.01	0.02	0.68	0.43	0.25	1.56	0.11	173	121	45	34	85	121	33	280	273	102	0.79	100.16
104J2	1.07	69.2	1.00	22.1	2.20	0.01	0.87	0.17	0.16	1.44	0.12	147	116	37	85	113	100	19	174	237	81	0.82	97.28
105J2	1.08	72.1	1.25	21.1	2.20	0.02	0.62	0.55	0.24	1.61	0.13	139	117	30	34	90	119	25	323	260	85	2.88	99.89
106J2	1.10	74.8	1.21	19.2	1.59	0.02	0.57	0.49	0.26	1.63	0.19	130	107	40	36	83	117	27	255	307	81	1.78	100.02
108J2	0.96	70.5	1.30	22.8	2.36	0.03	0.75	0.44	0.19	1.71	0.07	183	131	46	32	101	121	30	274	279	81	0.44	100.06
110J3	0.99	71.2	1.37	22.8	2.06	0.01	0.97	0.30	0.22	1.66	0.08	163	125	41	87	111	103	27	283	273	77	0.58	100.65
111J3	0.98	70.7	1.19	22.3	2.22	0.01	0.80	0.37	0.28	2.42	0.08	178	131	36	29	136	154	31	237	312	119	0.89	100.41
112J3	1.02	73.5	1.30	20.5	1.77	0.02	0.63	0.51	0.27	1.57	0.25	145	119	41	46	83	123	31	265	271	89	0.96	100.36
113J3	0.95	68.5	1.33	23.9	2.79	0.02	0.75	0.44	0.21	1.85	0.18	171	129	45	46	106	138	28	252	272	89	0.78	99.98
114J3	1.00	72.8	1.35	21.1	1.72	0.02	0.66	0.47	0.28	1.68	0.12	136	123	45	31	83	124	30	276	292	80	1.76	100.22
115J3	1.09	75.2	1.20	18.6	1.80	0.02	0.59	0.41	0.29	1.66	0.13	131	110	33	36	84	117	30	272	385	85	0.85	99.87
117L1	1.03	72.0	1.17	21.8	2.41	0.02	0.71	0.52	0.22	1.67	0.08	174	117	44	37	94	114	26	277	259	73	0.43	100.65
119L1	0.98	67.8	1.14	25.1	2.49	0.02	0.83	0.51	0.19	1.86	0.12	209	135	46	35	106	133	21	225	260	83	0.69	100.08
123L1	1.03	70.3	1.14	22.6	2.85	0.03	0.72	0.40	0.18	1.80	0.08	177	121	39	36	100	123	23	239	254	86	0.50	100.11
132L1	1.04	73.1	1.00	18.8	3.76	0.02	0.83	0.22	0.23	2.54	0.08	165	116	40	58	138	104	32	271	257	104	0.39	100.57
147L2	0.99	66.3	1.11	25.2	2.98	0.02	1.03	0.78	0.25	2.41	0.18	196	132	36	38	142	124	25	207	306	82	0.79	100.27
151P1	1.03	71.0	1.16	21.9	2.50	0.03	0.71	0.50	0.20	1.80	0.21	172	121	45	37	104	127	27	216	313	84	0.73	100.04
204V	0.96	67.9	1.14	23.0	4.06	0.03	0.86	0.90	0.14	2.18	0.09	193	141	51	24	135	130	24	250	324	77	0.60	100.29
205Va	0.99	71.7	1.21	21.0	2.24	0.01	0.78	0.79	0.20	1.99	0.16	202	129	37	25	118	110	32	274	372	121	1.19	100.09
205Vb	0.99	71.8	1.22	20.9	2.31	0.02	0.77	0.64	0.19	1.97	0.16	195	136	37	27	116	107	34	276	352	126	1.01	99.97
206V	1.01	70.6	1.15	21.4	3.19	0.04	0.82	0.54	0.15	2.15	0.08	194	135	35	29	131	101	28	260	311	74	0.82	100.06
207V	0.96	67.4	1.13	22.8	4.38	0.04	0.83	0.78	0.11	2.18	0.08	194	134	48	26	138	129	24	253	333	68	0.54	99.72
208V	0.99	68.4	1.22	24.4	2.23	0.01	0.75	0.46	0.17	1.99	0.08	208	139	34	25	123	102	26	235	275	95	0.96	99.76
209V	1.02	70.2	1.05	22.7	1.99	0.01	0.76	0.54	0.18	2.05	0.25	172	127	47	45	121	125	26	217	356	116	1.44	99.64
226M3	0.90	64.2	1.16	23.7	5.56	0.01	0.95	0.25	0.27	2.69	0.18	161	138	50	109	151	146	30	264	276	98	1.04	98.99
247Z	1.06	75.1	1.13	18.4	2.26	0.03	0.69	0.41	0.23	1.96	0.08	166	104	36	291	108	119	32	276	279	88	0.42	100.30

Fortsetzung Tabelle VIII: RFA-Elementkonzentrationswerte

Probe	VF	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	V	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	Ce	GV	Summe
248Z	0.98	69.5	1.44	23.6	2.31	0.01	0.89	0.23	0.16	1.80	0.17	168	131	38	96	128	98	25	235	354	92	1.21	100.17
269R2	0.81	63.4	1.47	28.3	3.05	0.01	1.29	0.40	0.47	2.07	0.07	229	165	53	82	143	130	29	246	264	102	0.21	100.56
270R2	0.89	67.1	1.42	25.3	3.30	0.01	1.13	0.40	0.44	1.86	0.06	212	155	37	36	130	108	25	279	242	76	0.29	100.96
Gruppe SNS-2																							
242Q2	0.98	74.1	1.62	19.1	2.21	0.04	0.79	0.56	0.21	1.74	0.09	143	119	36	61	101	98	41	399	301	78	0.39	100.42
268R2	1.02	75.7	1.63	18.3	1.85	0.01	0.74	0.30	0.20	1.45	0.06	144	117	34	40	91	88	37	420	243	78	0.17	100.26
271R2	1.00	75.2	1.71	18.9	1.74	0.01	0.73	0.57	0.24	1.27	0.14	158	119	37	46	78	98	36	403	234	70	2.29	100.52
Nicht gruppiert:																							
94J1*		69.6	0.86	23.4	2.17	0.01	0.76	0.52	0.12	1.78	0.32	139	122	24	52	130	118	16	145	274	66	1.67	99.58
98J2*		77.0	0.88	18.1	2.23	0.01	0.64	0.11	0.08	1.33	0.11	139	112	20	17	85	58	21	251	167	60	0.63	100.54
100J2*		70.8	1.06	22.4	2.84	0.01	0.98	0.32	0.10	2.13	0.06	179	134	41	149	132	78	22	179	275	63	0.95	100.68
121L1*		70.8	0.94	21.4	3.02	0.02	0.98	0.31	0.15	2.82	0.09	184	123	51	46	160	119	46	196	289	147	0.63	100.45
127L1*		72.5	0.89	18.8	3.34	0.02	0.88	0.38	0.30	2.66	0.15	162	112	51	34	145	115	34	226	319	118	0.50	99.89
130L1*		71.8	0.92	20.1	3.28	0.02	0.92	0.40	0.15	2.66	0.19	175	116	51	46	154	122	36	217	286	133	0.89	100.49
136L1*		65.7	1.02	24.6	3.27	0.02	1.11	0.53	0.19	3.03	0.19	216	145	63	63	184	149	56	207	309	214	1.16	99.62
139L2*		70.4	0.97	21.4	2.98	0.02	0.90	0.48	0.20	2.62	0.09	189	122	49	28	150	133	35	184	289	104	0.06	100.14
145L2*		69.5	0.92	21.7	3.50	0.02	1.02	0.47	0.16	2.75	0.08	183	122	55	47	162	132	34	189	279	121	0.01	100.12
243Q2*		76.8	1.35	17.2	2.09	0.01	0.65	0.31	0.12	1.42	0.26	139	113	20	55	89	93	27	341	290	52	0.96	100.26
245Q2*		73.3	1.60	18.7	4.12	0.01	0.84	0.37	0.13	1.72	0.14	128	114	32	53	110	155	36	390	224	108	0.65	101.00
Gruppe SU Rheinland (Siegburg)																							
231Q1	1.11	71.1	1.41	23.0	1.35	0.01	0.48	0.22	0.21	2.54	0.07	128	161	30	15	154	108	30	290	422	125	0.09	100.29
232Q1	0.96	68.3	1.70	24.6	1.91	0.01	0.58	0.26	0.20	2.47	0.09	180	173	53	55	180	146	32	275	467	128	0.04	100.18
233Q1	0.93	67.2	1.72	25.7	1.94	0.01	0.60	0.29	0.26	2.46	0.10	178	188	60	72	179	150	30	279	476	140	0.08	100.27
234Q1	1.10	70.3	1.43	22.6	1.42	0.01	0.50	0.22	0.19	2.47	0.07	146	152	39	32	159	114	28	275	416	119	0.09	99.26
236Q1	1.00	69.2	1.68	24.7	1.26	0.01	0.53	0.14	0.22	2.63	0.08	154	169	31	15	181	136	35	283	472	140	0.11	100.45
240Q1	1.12	71.7	1.40	22.6	1.25	0.01	0.48	0.20	0.16	2.47	0.07	133	149	32	30	157	105	34	316	416	118	0.13	100.33
251R1	0.93	65.1	1.69	27.0	1.34	0.01	0.61	0.29	0.22	2.84	0.10	180	186	58	59	197	149	33	267	458	156	0.18	99.19
253R1	0.99	71.2	1.92	22.2	0.99	0.01	0.55	0.22	0.20	2.51	0.09	148	154	20	13	174	160	39	288	459	171	0.20	99.92
254R1	0.92	65.8	1.82	27.2	1.16	0.01	0.65	0.25	0.25	3.06	0.10	179	184	26	21	208	166	34	241	524	163	0.14	100.27
255R1	0.99	69.4	1.87	24.0	1.03	0.01	0.54	0.26	0.21	2.67	0.09	157	165	26	14	174	145	37	266	469	153	0.19	100.06
256R1	0.97	69.1	1.92	24.3	1.10	0.01	0.58	0.23	0.21	2.78	0.09	151	166	27	11	184	156	38	268	459	162	0.11	100.35
257R1	1.01	70.0	1.49	24.0	1.26	0.01	0.56	0.30	0.15	2.36	0.08	155	176	51	56	170	129	31	321	430	123	0.29	100.21
259R1	0.95	64.7	1.79	25.5	1.10	0.01	0.64	0.28	0.21	2.86	0.09	161	172	34	21	192	167	34	252	493	150	0.24	97.16
260R1	0.92	66.0	1.82	27.3	1.17	0.01	0.65	0.25	0.26	3.09	0.10	178	191	31	21	206	166	35	238	522	160	0.15	100.72
261R1	0.99	70.7	1.93	23.1	1.02	0.01	0.53	0.23	0.17	2.55	0.10	155	159	26	14	175	159	38	281	451	164	0.22	100.35

Fortsetzung Tabelle VIII: RFA-Elementkonzentrationswerte

Probe	VF	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	V	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	Ce	GV	Summe
262R1	1.04	73.4	1.64	20.7	1.84	0.01	0.48	0.26	0.15	2.01	0.09	149	179	42	39	140	127	35	345	404	124	0.39	100.57
263R1	1.00	73.5	1.85	20.7	0.99	0.01	0.49	0.25	0.13	2.09	0.09	150	167	27	24	148	145	39	331	404	149	0.17	100.07
275R2	0.99	70.6	1.62	23.4	1.16	0.01	0.58	0.27	0.15	2.48	0.09	166	167	45	62	168	130	36	305	399	152	0.25	100.31
277R2	1.07	74.2	1.73	20.1	1.01	0.01	0.48	0.21	0.30	2.15	0.08	139	158	26	24	140	127	39	333	411	141	0.43	100.30
Nicht gruppiert																							
276R2*		59.4	2.23	33.9	1.57	0.01	0.50	0.40	0.30	2.39	0.09	166	119	48	76	143	138	31	244	629	105	0.21	100.85
EINZELSCHERBEN UND ROHSTOFFPROBEN																							
(a) Scherben																							
1A		71.1	0.59	14.9	4.71	0.14	1.05	1.96	1.00	2.67	0.92	140	85	33	129	110	234	17	217	638	37	4.68	99.06
11D		62.2	0.70	18.8	7.46	0.05	2.96	1.44	0.93	5.51	0.30	118	127	94	74	210	116	21	180	478	71	5.06	100.37
18E		65.2	0.63	18.8	6.99	0.04	2.53	0.59	1.03	4.37	0.20	110	130	83	218	165	69	14	171	569	52	5.03	100.34
54C		49.8	0.74	18.0	6.06	0.04	1.36	18.98	0.36	2.07	0.13	157	101	44	75	97	298	19	150	662	81	16.00	99.57
65X		68.9	0.85	18.1	8.52	0.03	1.06	0.47	0.28	2.53	0.13	246	125	63	125	149	106	34	209	414	104	0.56	100.81
85Y		68.8	0.72	15.5	6.70	0.14	1.17	2.27	1.07	2.88	0.76	92	81	39	159	154	183	86	421	521	139	3.21	100.02
90Y		70.5	0.76	14.9	4.54	0.08	1.02	1.32	1.33	3.59	0.91	130	75	27	92	161	153	36	272	489	76	1.71	98.89
218M2		71.7	2.16	21.2	1.58	0.02	0.53	0.43	0.25	1.35	0.19	162	111	33	105	74	92	29	360	258	1	3.28	99.39
219M2		68.6	2.84	21.7	1.84	0.01	0.44	0.64	0.20	1.10	0.61	183	101	22	286	65	71	21	386	272	1	3.07	98.01
220M2		78.1	0.89	14.5	2.85	0.01	0.86	0.44	0.28	2.19	0.06	110	73	39	42	112	90	23	221	298	49	0.95	100.27
224M3		70.3	1.29	19.4	2.93	0.01	0.94	0.12	0.17	2.30	0.22	99	90	23	17	127	94	25	222	325	72	2.20	97.72
228M4		69.4	0.92	19.2	6.10	0.01	0.85	0.30	0.30	2.85	0.23	311	144	25	56	171	117	27	208	445	77	1.30	100.12
229M4		72.7	0.85	17.8	5.04	0.01	0.85	0.17	0.29	2.72	0.07	244	136	28	66	153	97	25	215	382	63	0.70	100.52
237Q1		72.9	1.55	18.1	5.12	0.03	0.50	0.40	0.22	1.78	0.19	146	170	49	58	124	153	34	297	419	129	0.38	100.82
(b) Ton- bzw. Lehm- und Ziegelproben																							
Ton/Unterkreide (kru), Ziegeleitongrube Moorhütte, Braunschweig																							
285kru		60.4	1.02	21.2	4.48	0.02	1.89	5.78	0.33	3.37	0.08	302	138	46	110	188	212	32	204	395	79	10.24	98.57
286kru		60.6	1.02	21.3	4.56	0.02	1.92	5.85	0.30	3.38	0.09	314	138	52	116	192	218	32	204	409	94	10.36	99.04
Mauerziegel/Oberkreide (kro), Ziegeleitongrube Grimme, Braunschweig																							
291kro		68.4	0.51	8.2	3.72	0.03	1.41	14.02	0.40	1.62	0.09	122	53	21	41	77	444	18	252	163	52	4.86	98.40
292kro		67.2	0.49	8.0	3.67	0.03	1.30	15.81	0.32	1.60	0.07	123	48	22	41	72	445	15	242	165	32	7.40	98.49
293kro		70.4	0.48	7.6	3.81	0.02	1.07	13.52	0.29	1.51	0.08	104	60	19	36	72	385	17	257	171	48	6.09	98.78

Fortsetzung Tabelle VIII: RFA-Elementkonzentrationswerte

Probe	VF	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	V	Cr	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	Ce	GV	Summe
Geschiebelehm/Quartär (qD, Lg), Braunschweig-Lamme																							
294 qD,,Lg		87.9	0.45	6.2	1.75	0.04	0.38	0.42	0.67	1.79	0.06	34	36	11	26	66	82	19	418	362	41	1.51	99.73
295 qD,,Lg		87.0	0.48	6.6	1.90	0.06	0.39	0.49	0.69	1.84	0.10	35	39	12	28	72	83	16	435	378	40	1.23	99.53
296 qD,,Lg		86.3	0.45	7.4	2.61	0.02	0.44	0.51	0.62	1.67	0.05	49	37	13	14	65	72	18	363	360	43	1.93	100.07
Trockenmauerlehm (TmL), Eiermarkt																							
297 TmL		85.0	0.61	8.1	2.23	0.04	0.49	0.62	0.87	2.13	0.09	49	58	7	29	78	86	22	533	366	42	1.74	100.22
298 TmL		85.5	0.61	8.1	2.22	0.04	0.48	0.62	0.88	2.14	0.09	52	52	8	27	77	87	22	530	362	42	1.75	100.70
Ton, Schicht D, Salzgitter-Gebhardshagen (Lattemannsgasse)																							
299 (92:12/109)		79.4	0.47	8.0	3.43	0.03	0.74	0.67	0.60	1.98	0.15	66	52	22	43	77	72	24	256	279	n.b.	2.56	100.53
300 (92:12/110)		69.1	0.40	6.3	2.44	0.03	0.62	6.74	0.60	1.75	0.11	50	50	13	35	65	120	15	206	242	n.b.	6.52	100.29
Ausgewählte Vergleichsanalysen																							
Lübeck: Rote Irdenware, Grabung am Koberg (HL 17/40), Kleine Burgstraße (HL 36/4)																							
HL 17/40		67.7	0.81	13.7	6.34	0.08	1.63	2.40	1.08	4.00	0.62	98	93	49	80	150	147	36	224	638	n.b.	1.75	100.11
HL 17/40		70.4	0.75	14.5	5.63	0.06	1.39	1.11	1.38	3.83	0.35	93	90	37	93	149	125	36	264	624	n.b.	0.72	100.12
HL 36/4		70.8	0.80	14.0	6.00	0.07	1.68	1.61	0.63	3.45	0.20	101	88	43	108	137	141	29	225	481	n.b.	0.74	99.98
HL 36/4		70.1	0.76	13.3	5.72	0.06	1.44	1.63	0.65	3.29	0.77	90	83	38	273	132	131	33	231	602	n.b.	2.32	100.04
Magdeburg																							
MD		70.4	0.74	13.5	4.46	0.04	1.07	1.76	0.55	2.21	1.76	96	95	35	109	116	176	35	214	627	n.b.	2.63	96.46
Oberg																							
9:1 Fundortverz.	71.6	1.03	19.3	3.31	0.04	0.65	0.49	0.31	1.70	0.11		139	116	149	29	100	91	27	237	329	n.b.	1.10	98.48
10:2 Fundortverz.	71.2	1.13	20.3	2.51	0.02	0.79	0.49	0.30	2.31	0.07		159	129	54	72	127	100	30	239	322	n.b.	0.72	99.15
11:3 Fundortverz.	71.4	0.81	16.8	4.31	0.02	1.07	1.38	0.45	2.82	0.08		180	116	42	93	152	115	27	188	387	n.b.	0.58	99.09
Peine																							
PE 1 Pulverturm	67.0	1.21	24.5	2.24	0.01	0.75	0.56	0.13	1.97	0.10		153	145	49	39	109	109	28	235	312	n.b.	1.24	98.46
PE 2 Pulverturm	60.7	0.93	22.8	1.91	<0.01	0.68	2.02	0.05	2.02	3.59		154	111	20	99	112	490	30	190	339	n.b.	4.31	94.76
Gußkerne: Braunschweig (BS), Blexen/Friesland (BLX)																							
1 BS, Leuchter	79.4	0.64	8.6	3.06	0.05	0.62	0.50	1.09	2.28	0.15		48	69	18	3788	84	64	17	526	403	n.b.	1.42	96.92
2 BS, Leuchter	77.2	0.58	7.6	2.72	0.05	0.57	0.56	0.92	2.13	0.18		44	64	28	1077	74	64	18	503	372	n.b.	4.79	92.52
3 BS, Löwe	79.0	0.59	7.1	2.00	0.04	0.39	0.47	1.12	2.16	0.07		32	57	33	4061	80	69	11	467	380	n.b.	5.70	93.07
4 BS, Löwe	56.6	0.43	4.6	28.33	0.01	0.26	0.36	0.68	1.37	0.09		39	58	20	804	53	27	<8	320	255	n.b.	6.71	92.82
5 BLX, Leuchter	84.8	0.46	6.3	5.20	0.03	0.54	1.08	0.70	1.78	0.18		42	50	9	21	60	77	9	332	283	n.b.	1.16	98.24

Tab. IX: Elementkonzentrationen braunschweigerischer und regionaler Keramik, klassifiziert nach Programm SEARCH. Mittelwerte *M* und zugehörige Streuung *s* berechnet aus den in Tabelle VIII angegebenen Elementkonzentrationen (nicht korrigiert auf Verdünnung). Zum besseren Vergleich mit gleichartig gemagerter Keramik und zur Demonstration des Einflusses von Grus- bzw. Sandmagerung auf die Zusammensetzung wurde die Gruppe BS-2 zusätzlich aufgegliedert.

* Elemente, die für einen Ähnlichkeitsvergleich der Elementmuster herangezogen wurden.

	Gruppe BS-1 n = 27			Gruppe BS-2 n = 40 (37)#			Gruppe BS-2 (Grus) n = 11			Gruppe BS-2 (Sand) n = 26		
	M	s	%	M	s	%	M	1s	%	M	s	%
SiO ₂	63.6 ± 2.2		3.7	71.7 ± 3.1		4.3	67.7 ± 1.4		2.0	72.9 ± 2.3		3.1
TiO ₂ *	0.77 ± 0.04		5.5	0.77 ± 0.07		9.4	0.79 ± 0.03		3.9	0.76 ± 0.09		12.0
Al ₂ O ₃ *	21.7 ± 1.4		6.5	17.2 ± 1.8		10.6	18.8 ± 0.58		3.1	16.3 ± 1.8		10.9
Fe ₂ O ₃ t*	5.23 ± 0.44		8.5	4.46 ± 0.49		10.9	4.50 ± 0.45		10.0	4.41 ± 0.58		13.1
MnO	0.06 ± 0.03		58.3	0.03 ± 0.02		49.9	0.027 ± 0.019		41.3	0.032 ± 0.002		38.4
MgO*	1.35 ± 0.13		9.8	1.11 ± 0.14		12.8	1.13 ± 0.12		10.2	1.11 ± 0.17		15.0
CaO	1.56 ± 0.48		30.5	1.08 ± 0.45		42.0	1.20 ± 0.48		40.1	0.88 ± 0.64		72.5
Na ₂ O	1.17 ± 0.31		27.0	0.71 ± 0.41		57.0	1.21 ± 0.21		17.6	0.42 ± 0.18		8.5
K ₂ O	3.63 ± 0.32		9.0	2.98 ± 0.46		15.7	3.51 ± 0.21		6.1	2.67 ± 0.23		8.5
P ₂ O ₅	0.96 ± 0.74		77.2	0.56 ± 0.51		92.3	0.89 ± 0.67		74.9	0.23 ± 0.34		146.3
V*	127 ± 9		6.9	145 ± 18		12.4	141 ± 5		3.4	145 ± 23		15.6
Cr*	102 ± 9		8.7	91 ± 12		13.7	86 ± 5		5.4	92 ± 15		16.6
Ni*	55 ± 6		17.4	58 ± 13		22.10	63 ± 9		13.6	54 ± 16		29.5
Zn	117 ± 24		20.7	105 ± 55		51.8	115 ± 42		36.4	91 ± 43		47.5
Rb*	159 ± 13		8.3	138 ± 18		12.8	158 ± 15		9.6	128 ± 11		8.7
Sr*	183 ± 41		22.4	130 ± 42		32.1	159 ± 51		31.9	111 ± 29		26.0
Y*	30 ± 4		13.2	25 ± 3		12.6	28 ± 2		8.6	24 ± 4		14.5
Zr*	165 ± 14		8.7	211 ± 36		6.5	212 ± 14		6.7	201 ± 30		14.8
Ba	564 ± 91		16.1	474 ± 164		34.7	655 ± 135		20.7	365 ± 42		11.6
Ce*	92 ± 11		11.6	79 ± 15		19.0	87 ± 11		12.3	73 ± 18		23.9
	Gruppe SZG-1/WT n = 31			Gruppe SZG-2 n = 9			Gruppe E n = 4					
	M	s	%	M	s	%	M	1s	%			
SiO ₂	71.0 ± 3.7		5.2	67.6 ± 1.1		1.6	69.3 ± 1.0		1.4			
TiO ₂ *	0.85 ± 0.08		9.3	0.78 ± 0.03		3.9	0.80 ± 0.06		7.9			
Al ₂ O ₃ *	18.4 ± 2.91		15.8	18.7 ± 0.73		3.6	17.9 ± 1.31		7.3			
Fe ₂ O ₃ t*	5.81 ± 0.66		11.3	5.93 ± 0.43		7.2	7.26 ± 0.97		13.3			
MnO	0.03 ± 0.02		71.0	0.03 ± 0.002		10.7	0.03 ± 0.007		18.2			
MgO*	1.18 ± 0.11		9.5	1.16 ± 0.02		1.8	1.57 ± 0.13		8.5			
CaO	0.50 ± 0.34		68.5	2.84 ± 0.80		26.2	0.67 ± 0.10		15.3			
Na ₂ O	0.23 ± 0.14		59.2	0.31 ± 0.03		8.4	0.35 ± 0.07		19.2			
K ₂ O	2.38 ± 0.23		9.5	2.97 ± 0.06		2.2	2.98 ± 0.22		7.3			
P ₂ O ₅	0.11 ± 0.08		69.0	0.11 ± 0.04		38.5	0.07 ± 0.02		23.6			
V*	124 ± 12		11.5	185 ± 7		3.8	151 ± 13		8.6			
Cr*	102 ± 12		11.5	113 ± 3		2.9	141 ± 9		6.1			
Ni*	34 ± 6		16.3	58 ± 3		4.8	82 ± 8		9.6			
Zn	47 ± 20		43.6	98 ± 10		10.6	50 ± 3		6.7			
Rb*	120 ± 9		7.6	165 ± 3		1.8	94 ± 7		7.2			
Sr*	74 ± 13		18.2	142 ± 11		7.7	65 ± 5		7.5			
Y*	27 ± 4		14.0	31 ± 2		7.3	25 ± 3		13.5			
Zr*	214 ± 21		9.6	176 ± 4		2.4	170 ± 8		4.8			
Ba	333 ± 59		17.8	421 ± 27		6.5	366 ± 22		6.1			
Ce*	73 ± 14		19.0	96 ± 13		13.1	57 ± 7		13.0			

Fe₂O₃ t: Gesamtisen als Fe₂O₃
Scherbe 28G mehrfach beprobt

Tab. X: Vergleichszahl t (Differenzen zwischen den Gruppenmittelwerten (Abstand) der Elementkonzentrationen braunschweigisch/regionaler und importierter Keramik (bezogen auf die mittlere Streuung) für eine Signifikanzzahl von $\alpha = 0.001$.

	BS – BS-2			SZG-1/WT – BS-1			SZG-1/WT – BS-2			SZG-1/WT – SZG-2			BS-1 – SZG-2			BS-2 – SZG-2		
	t	v	$t_{v; 1-\alpha/2}$	t	v	$t_{v; 1-\alpha/2}$	t	v	$t_{v; 1-\alpha/2}$	t	v	$t_{v; 1-\alpha/2}$	t	v	$t_{v; 1-\alpha/2}$	t	v	$t_{v; 1-\alpha/2}$
Si	-3.88	62	3.45	4.54	42	3.54	2.03	43	3.53	2.31	37	3.57	-3.83	25	3.08	0.35	28	3.67
Ti*	0.51	64	3.45	11.39	49	3.50	11.84	60	3.46	7.12	26	3.71	-1.49	15	4.07	-1.84	20	3.85
Al*	18.76	53	3.48	-8.64	46	3.52	3.22	41	3.54	-0.99	35	3.59	11.02	33	3.61	-6.56	35	3.59
Fe*	9.16	60	3.46	8.99	52	3.49	19.60	68	3.44	-0.69	9	4.78	-4.37	9	4.78	-8.37	9	4.78
Mn	3.81	55	3.48	-4.44	55	3.48	-1.27	57	3.47	-1.39	32	3.62	4.84	28	3.67	0.20	44	3.53
Mg*	8.17	55	3.48	-6.53	39	3.56	3.27	63	3.45	1.58	37	3.57	7.61	29	3.66	-2.11	45	3.52
Ca	4.00	64	3.45	-11.58	55	3.48	-6.19	67	3.44	-9.11	8	5.04	-5.24	8	5.04	-6.67	9	4.78
Na	5.41	61	3.46	-14.90	29	3.66	-7.92	44	3.53	-4.73	37	3.57	13.81	27	3.69	6.62	40	3.55
K	7.51	61	3.46	-18.66	33	3.61	-9.32	50	3.50	-15.76	31	3.63	9.43	30	3.65	0.04	44	3.53
V*	-7.34	64	3.45	-1.18	53	3.48	-8.97	68	3.44	-23.11	14	4.14	-21.11	17	3.97	-14.34	19	3.88
Cr*	5.87	56	3.47	0.46	44	3.53	7.84	67	3.44	-6.99	21	3.82	-5.86	31	3.63	-13.39	31	3.63
Ni*	-2.19	64	3.45	-12.85	42	3.54	-12.93	52	3.49	-25.09	27	3.69	-3.92	33	3.61	-0.59	46	3.52
Zn	3.78	64	3.45	-17.41	54	3.48	-10.27	64	3.45	-11.75	16	4.02	3.20	18	3.92	-0.69	28	3.67
Rb*	7.59	55	3.48	-15.76	36	3.58	-7.83	58	3.47	-23.18	32	3.62	-2.45	31	3.63	-11.52	46	3.52
Sr*	5.79	51	3.49	-13.88	28	3.67	-9.12	44	3.53	-21.17	13	4.22	4.90	31	3.63	-2.39	46	3.52
Y*	7.11	37	3.57	-4.43	46	3.52	3.13	55	3.48	-5.43	15	4.07	-0.87	24	3.75	-8.19	11	4.44
Zr*	-12.92	61	3.46	9.65	40	3.55	2.47	40	3.55	7.58	34	3.60	-4.39	32	3.62	9.66	38	3.57
Ba	3.17	64	3.45	-12.09	38	3.57	-5.64	49	3.50	-6.76	20	3.85	7.01	33	3.61	1.90	46	3.52
Ce*	5.63	62	3.45	-7.47	55	3.48	-2.17	65	3.45	-5.67	12	4.32	-1.21	11	4.44	-4.46	11	4.44

	E – BS-1			E – BS-2			E – SZG-1/WT			E – SZG-2			SNS-1 – SNS-2			SU – SNS-1		
	t	v	$t_{v; 1-\alpha/2}$	t	v	$t_{v; 1-\alpha/2}$	t	v	$t_{v; 1-\alpha/2}$	t	v	$t_{v; 1-\alpha/2}$	t	v	$t_{v; 1-\alpha/2}$	t	v	$t_{v; 1-\alpha/2}$
Si	3.17	4	8.61	0.62	4	8.61	-1.16	11	4.44	0.86	4	8.61	-2.45	4	8.61	-2.99	31	3.63
Ti*	1.68	3	12.92	1.83	3	12.92	-2.64	3	12.92	0.94	3	12.92	-11.71	3	12.92	1.37	29	3.66
Al*	-10.10	5	6.87	1.94	4	8.61	-1.04	11	4.44	-2.50	3	12.92	14.16	36	3.58	12.35	36	3.58
Fe*	3.74	3	12.92	5.00	3	12.92	2.56	3	12.92	2.25	3	12.92	3.41	5	6.87	-5.16	52	3.49
Mn	-4.97	9	4.78	-1.68	7	5.41	-0.31	11	4.44	-1.90	3	12.92	-0.06	2	31.60	-8.49	43	3.54
Mg*	2.66	3	12.92	5.67	3	12.92	4.85	3	12.92	5.22	3	12.92	1.09	14	4.14	-10.19	45	3.52
Ca	-9.16	10	4.59	-4.19	15	4.07	2.05	9	4.78	-8.37	8	5.04	0.08	2	31.60	-8.42	37	3.57
Na	-11.91	26	3.71	-5.36	31	3.63	3.67	4	8.61	1.18	3	12.92	0.87	5	6.87	-0.95	48	3.51
K	-4.54	4	8.61	0.02	4	8.61	4.63	3	12.92	0.04	3	12.92	3.02	2	31.60	15.01	42	3.54
V*	5.31	3	12.92	1.38	4	8.61	5.97	3	12.92	-7.30	4	8.61	3.77	4	8.61	2.10	51	3.49
Cr*	10.91	4	8.81	14.66	4	8.61	11.35	3	12.92	8.11	3	12.92	6.06	15	4.07	23.74	30	3.65
Ni*	11.25	4	8.61	8.78	6	5.96	19.87	3	12.92	9.89	3	12.92	5.27	11	4.44	0.07	21	3.82
Zn	-18.79	23	3.77	-10.14	38	3.57	2.01	22	3.79	-11.62	10	4.59	-0.82	3	12.92	-3.29	41	3.54
Rb*	-14.06	4	8.61	-9.72	4	8.61	-6.45	3	12.92	-17.34	3	12.92	2.90	2	31.60	19.90	47	3.51
Sr*	-14.59	28	3.67	-10.20	40	3.55	-2.83	6	5.96	-21.52	10	4.59	8.11	6	5.96	12.40	38	3.57
Y*	-3.93	44	3.53	-0.63	3	12.92	-1.76	3	12.92	-4.45	4	8.61	-7.05	3	12.92	-3.16	40	3.55
Zr*	1.85	9	4.78	-10.42	8	5.04	-8.40	29	3.66	-2.24	5	6.87	-12.60	3	12.92	-10.42	28	3.67
Ba	-10.90	28	3.67	-4.37	41	3.54	3.42	20	3.85	-4.74	10	4.59	1.49	2	31.60	23.14	50	3.50
Ce*	-7.99	4	8.61	-4.96	4	8.61	-3.66	4	8.61	-7.26	8	5.04	3.70	5	6.87	17.76	42	3.54

$$\text{Vergleichszahl: } t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)}} ; \text{ Anzahl der Freiheitsgrade: } v = \frac{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^2}{\frac{(s_1^2/n_1)^2}{(n_1-1)} + \frac{(s_2^2/n_2)^2}{(n_2-1)}}$$

Tab. XI : NAA-Elementkonzentrationen von *Keramik aus dem südlichen bzw. mittleren Niedersachsen und dem Rheinland (Siegburg) in ppm bzw. % (wenn angegeben).*

	92J1	93J1	95J1	96J1	97J1	99J2	101J2	102J2	108J2	110J2	111J3	231Q1
Ba	246.00	231.00	216.00	257.00	218.00	237.00	274.00	195.00	213.00	180.00	259.00	392.00
Ca%	0.27	0.78	0.00	0.26	0.00	1.03	0.00	0.53	0.86	0.00	0.00	0.03
Ce	83.00	133.90	92.20	103.60	97.90	87.00	81.50	100.90	91.70	76.00	116.10	118.30
Co	18.52	10.88	8.06	8.78	12.90	10.70	23.20	7.29	9.84	10.62	7.71	3.88
Cr	118.80	116.50	114.90	112.60	113.00	104.70	127.60	118.10	132.30	113.60	120.90	152.80
Cs	9.74	9.84	9.39	9.39	10.46	8.96	12.14	9.34	12.28	10.02	11.48	22.96
Eu	1.04	2.06	1.19	1.43	1.28	1.03	1.05	1.04	2.06	1.19	1.43	1.53
Fe%	1.41	1.59	1.40	1.23	1.40	1.21	1.52	1.39	1.61	1.31	1.53	0.89
Ga	28.9	28.8	31.8	25.2	26.9	25.5	34.3	32.8	32.2	29.0	28.7	28.3
Hf	5.11	4.95	4.52	5.67	3.83	4.17	4.11	5.09	5.12	4.86	4.13	6.83
K%	1.24	1.53	1.26	1.33	1.87	1.48	1.50	1.34	1.49	1.32	2.01	2.04
La	39.00	51.70	41.70	44.80	43.30	39.90	39.70	46.10	42.10	38.10	47.80	62.10
Lu	0.44	0.53	0.44	0.51	0.43	0.40	0.44	0.51	0.51	0.40	0.47	0.41
Na%	0.21	0.19	0.19	0.23	0.20	0.25	0.17	0.21	0.16	0.15	0.22	0.18
Nd	23.50	47.30	26.60	36.00	28.40	26.10	25.00	28.60	29.00	20.80	33.50	44.40
Ni	52.30	65.20	48.90	53.80	58.20	63.90	47.70	63.90	47.70	43.50	48.09	31.50
Rb	74.00	85.00	118.00	89.00	100.00	82.00	99.00	82.00	99.00	104.00	130.00	146.00
Sb	0.55	0.66	0.62	0.56	0.46	0.50	0.57	0.53	0.51	0.53	0.57	1.07
Sc	18.70	19.00	18.90	18.20	18.40	16.90	20.60	19.10	21.90	16.80	20.00	14.10
Sm	4.88	9.73	5.38	6.61	5.90	4.88	4.83	6.07	5.65	4.43	6.71	7.13
Ta	1.74	1.94	1.73	1.84	1.55	1.62	1.57	1.89	1.85	1.65	1.64	2.08
Tb	0.72	1.19	0.81	0.92	0.79	0.73	0.72	0.87	0.81	0.66	0.93	0.84
Th	14.00	15.40	13.80	14.50	14.30	13.10	14.50	14.50	15.60	11.80	15.70	16.60
Ti%	0.64	0.81	0.62	0.68	0.57	0.59	0.61	0.80	0.61	0.74	0.60	0.65
U	2.97	3.03	2.90	3.16	2.75	2.76	3.01	3.25	3.58	2.63	2.99	2.83
W	2.31	2.42	2.47	2.69	2.34	2.11	2.72	2.83	3.04	2.54	2.35	3.58
Yb	2.96	3.84	2.98	3.40	2.99	2.90	2.90	3.42	3.44	2.60	3.15	3.07
Zn	72.60	46.00	51.30	76.70	49.60	63.90	52.90	55.10	52.20	85.90	51.70	33.50
Zr	305.00	351.00	307.00	442.00	294.00	293.00	264.00	318.00	276.00	269.00	242.00	338.00
	232Q1	233Q1	234Q1	235Q1	236Q1	237Q1	238Q1	239Q1	240Q1	241Q2	244Q2	245Q2
Ba	400.00	413.00	375.00	364.00	394.00	370.00	343.00	387.00	363.00	249.00	262.00	208.00
Ca%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.70	0.46	0.29	0.00	0.00	0.00
Ce	134.90	136.40	126.30	136.40	126.00	129.80	128.90	124.90	114.60	80.20	92.80	113.90
Co	10.57	13.01	7.07	11.02	3.52	12.59	10.14	10.14	4.32	9.59	11.53	8.91
Cr	176.40	183.70	167.20	155.30	156.10	360.10	151.50	204.20	143.50	127.00	131.80	122.10
Cs	11.00	11.63	20.06	11.19	43.35	8.30	10.57	14.90	22.86	9.14	9.62	9.53
Eu	2.03	2.03	1.69	1.83	1.71	2.22	1.77	1.75	1.48	1.06	1.16	1.18
Fe%	1.30	1.25	0.99	1.09	0.81	3.73	1.14	1.29	0.83	1.77	1.54	2.64
Ga	28.3	33.8	35.2	33.4	39.5	27.3	32.3	33.1	27.6	32.2	29.5	27.0
Hf	6.08	6.35	6.71	4.00	4.08	7.31	3.88	6.33	8.50	6.32	7.69	10.09
K%	1.97	2.00	2.01	1.93	2.00	1.48	2.03	2.02	1.92	1.25	1.39	1.43
La	67.00	66.40	62.80	65.00	62.70	60.00	63.50	61.40	56.00	39.70	43.20	53.90
Lu	0.44	0.41	0.43	0.37	0.47	0.43	0.40	0.40	0.40	0.43	0.44	0.56
Na%	0.18	0.19	0.19	0.18	0.17	0.20	0.19	0.18	0.15	0.18	0.13	0.09
Nd	54.40	54.90	48.80	52.50	47.50	51.90	46.50	48.10	43.20	29.50	34.50	40.10
Ni	70.00	84.30	63.40	75.10	43.30	60.30	51.50	78.90	45.90	43.40	51.10	29.10
Rb	173.00	175.00	155.00	163.00	161.00	127.00	158.00	163.00	146.00	93.00	106.00	109.00
Sb	1.40	1.49	1.20	1.28	1.16	0.88	1.31	1.44	0.97	0.61	0.52	0.95
Sc	18.00	18.40	15.90	17.40	16.00	17.40	17.20	16.50	13.70	18.50	18.20	17.80
Sm	9.07	9.18	8.03	8.68	8.14	8.90	8.37	8.09	7.07	5.17	5.79	6.15
Ta	2.45	2.49	2.64	2.57	2.34	2.74	2.48	2.23	2.13	1.69	1.85	2.01
Tb	1.00	1.00	0.92	1.00	0.91	1.08	0.94	0.95	0.88	0.75	0.77	0.87
Th	17.00	18.00	17.10	17.20	16.50	14.20	17.00	16.50	15.00	13.50	13.40	17.50
Ti%	0.78	0.80	0.72	0.85	0.68	0.81	0.76	0.73	0.71	0.68	0.76	0.82
W	2.77	3.51	11.51	3.39	3.50	7.75	2.82	2.58	2.86	3.29	2.99	4.42
U	3.73	4.93	3.21	4.04	3.05	2.68	3.81	3.36	3.43	3.26	3.28	5.42
Yb	3.07	2.82	2.98	2.97	3.17	3.23	2.85	2.99	3.14	2.81	3.15	4.07
Zn	59.60	78.40	36.50	64.20	35.60	71.20	100.50	61.70	30.80	76.60	76.40	58.90
Zr	371.00	309.00	278.00	294.00	315.00	374.00	264.00	297.00	335.00	259.00	348.00	426.00

Fortsetzung Tab. XI: NAA-Elementkonzentrationen

	246Q2	247Z	251R1	252R1	253R1	254R1	255R1	256R1	257R1	258R1	260R1	261R1
Ba	234.00	235.00	428.00	429.00	469.00	415.00	378.00	412.00	387.00	385.00	457.00	404.00
Ca%	0.00	0.35	0.00	0.29	0.26	0.20	0.00	0.15	0.15	0.00	0.00	0.00
Ce	69.20	88.40	141.70	127.80	153.10	161.50	146.50	158.90	153.70	123.30	144.90	147.70
Co	6.06	10.78	13.10	6.32	3.43	3.20	3.77	3.56	9.85	5.85	3.12	3.05
Cr	119.80	107.70	182.60	150.70	183.90	161.70	144.70	168.70	176.80	165.90	174.20	150.50
Cs	7.44	9.18	21.58	18.39	36.95	28.28	27.73	27.43	15.85	23.61	35.72	27.97
Eu	0.83	1.22	2.06	1.80	2.24	2.38	1.93	2.25	2.02	1.80	2.15	2.10
Fe%	1.71	1.44	0.89	0.90	0.81	0.77	0.67	0.77	0.91	0.71	0.75	0.67
Ga	22.6	24.0	37.5	33.1	41.4	36.0	35.3	38.8	38.7	32.3	41.1	35.4
Hf	9.00	4.66	6.22	4.32	5.76	7.36	4.23	6.65	7.82	6.78	5.25	6.08
K%	1.23	1.59	2.22	1.95	2.38	2.15	2.17	2.21	2.06	2.04	2.31	1.97
La	35.90	39.90	67.80	60.80	73.00	78.70	68.70	75.90	63.90	60.10	70.50	72.10
Lu	0.42	0.47	0.42	0.42	0.47	0.53	0.49	0.51	0.44	0.47	0.47	0.48
Na%	0.10	0.21	0.17	0.17	0.19	0.16	0.18	0.18	0.17	0.18	0.18	0.16
Nd	25.30	27.20	58.20	47.20	61.90	66.90	53.30	65.90	56.10	52.50	62.30	63.20
Ni	22.30	61.80	64.90	60.00	36.70	29.10	42.50	30.20	64.90	39.40	30.10	29.30
Rb	94.00	100.00	188.00	160.00	192.00	166.00	159.00	173.00	169.00	154.00	188.00	157.00
Sb	0.54	0.53	1.31	1.15	1.45	1.26	1.31	1.18	1.41	1.24	1.22	1.16
Sc	14.50	16.40	18.70	17.50	21.00	18.00	17.60	18.90	17.90	16.70	19.90	16.60
Sm	4.04	5.69	9.74	8.46	10.32	10.92	9.29	10.59	9.16	8.71	10.44	10.10
Ta	1.66	1.53	2.34	2.08	2.17	2.32	2.13	2.21	2.08	1.94	2.17	2.18
Tb	0.57	0.77	1.03	0.97	1.03	1.18	1.05	1.15	1.03	1.06	1.03	1.06
Th	11.80	13.80	17.80	15.70	17.30	17.50	16.40	17.20	16.80	15.60	16.70	16.00
Ti%	0.65	0.57	0.84	0.69	0.86	0.95	0.86	0.92	0.74	0.82	0.89	0.93
U	2.80	2.51	3.18	3.30	3.23	3.35	3.15	3.17	3.77	3.74	3.28	3.27
W	2.58	2.75	3.11	2.56	3.23	3.40	3.06	3.02	2.66	3.09	2.76	3.23
Yb	2.98	3.19	3.16	2.96	3.46	3.98	3.50	3.80	3.35	3.33	3.29	3.50
Zn	61.30	44.10	65.90	50.40	38.90	26.60	36.80	28.40	126.60	40.50	34.60	23.60
Zr	388.00	306.00	285.00	292.00	253.00	315.00	271.00	300.00	395.00	337.00	248.00	356.00
262R1	263R1	264R1	265R2	266R2	267R2	268R2	269R2	271R2	274R2	275R2	277R2	
Ba	314.00	356.00	346.00	280.00	232.00	427.00	241.00	265.00	238.00	346.00	299.00	298.00
Ca%	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.30	0.27	0.21	0.00	0.35	0.33
Ce	126.80	145.00	131.80	94.50	74.50	99.80	80.60	104.20	78.90	134.40	134.20	136.30
Co	8.08	5.19	5.44	22.33	21.81	2.31	10.87	13.16	11.13	2.73	12.44	5.43
Cr	162.60	159.30	146.30	111.00	117.10	104.00	128.70	154.20	118.80	149.40	153.10	153.70
Cs	15.89	25.71	19.08	9.02	7.23	15.32	7.39	12.18	7.98	23.80	17.30	21.15
Eu	1.81	1.96	1.86	1.23	1.01	1.44	1.08	1.38	1.05	1.88	1.98	1.87
Fe%	1.21	0.70	0.77	1.38	1.20	0.73	1.15	1.93	1.23	0.50	0.81	0.67
Ga	28.5	29.9	28.1	26.3	23.7	53.6	24.5	37.5	26.9	31.9	30.9	31.8
Hf	5.72	5.80	4.86	5.93	10.79	18.05	16.04	7.91	12.34	5.22	4.91	6.01
K%	1.65	1.65	1.80	1.29	1.07	1.23	1.19	1.68	1.06	2.08	1.93	1.84
La	61.90	70.00	64.00	42.60	36.40	67.60	51.00	51.40	48.50	63.80	63.40	63.30
Lu	0.48	0.52	0.46	0.51	0.55	0.80	0.54	0.49	0.55	0.52	0.51	0.49
Na%	0.15	0.14	0.15	0.19	0.15	0.23	0.16	0.34	0.21	0.18	0.16	0.19
Nd	43.00	54.10	47.50	29.80	29.80	44.40	31.80	39.50	30.10	49.10	48.40	47.70
Ni	39.80	56.00	60.30	34.90	39.80	33.00	31.70	61.70	38.20	18.30	54.60	49.70
Rb	133.00	135.00	151.00	97.00	78.00	77.00	83.00	128.00	80.00	139.00	159.00	135.00
Sb	1.29	1.25	1.20	0.61	0.61	11.19	0.54	0.61	0.58	1.26	1.13	1.14
Sc	16.30	16.20	16.20	16.20	14.60	16.60	15.00	22.40	16.10	16.10	17.20	15.80
Sm	8.18	9.35	8.67	5.68	4.77	7.20	5.24	6.53	4.93	8.68	8.70	8.49
Ta	2.33	2.34	2.24	1.96	2.09	4.74	2.17	1.83	2.22	2.06	2.16	2.19
Tb	0.95	1.05	0.97	0.80	0.80	1.24	0.88	0.83	0.84	1.12	0.96	1.02
Th	16.00	16.70	16.00	12.40	12.20	17.80	12.50	15.50	13.20	15.60	16.00	15.60
Ti%	0.84	0.89	0.90	0.75	0.86	1.38	0.80	0.68	0.88	0.89	0.81	0.91
U	3.48	3.37	3.44	3.15	3.59	6.26	3.62	3.71	3.64	3.28	3.33	3.68
W	2.98	2.61	3.07	2.91	3.10	17.45	3.52	3.55	3.85	2.70	3.59	3.02
Yb	3.41	3.75	3.25	3.39	3.76	5.91	4.17	3.13	3.75	3.80	3.35	3.76
Zn	57.00	37.60	43.60	69.80	44.90	24.00	47.90	78.60	57.60	26.90	76.70	44.40
Zr	387.00	339.00	333.00	351.00	423.00	761.00	508.00	253.00	444.00	353.00	381.00	405.00

Tab. XII: NAA- und RFA-Elementkonzentrationswerte im Vergleich. Mittleres bzw. südliches Niedersachsen (Warenarten J, Z, Q2, R2) und Siegburg (Warenarten Q1, R1). Angaben in Gew.-% und ppm.

	92J1		93J1		95J1		97J1		99J2		101J2		102J2		108J2		110J2		
	NAA	RFA																	
Ba	246.0	275	231.0	271	216.0	280	218.0	300	237.0	292	274.0	289	195.0	273	213.0	279	180.0	273	Ba
CaO %	0.37	0.44	1.09	0.52	0.00	0.62	0.00	0.52	1.44	1.48	0.00	0.51	0.53	0.43	0.86	0.44	0.00	0.30	CaO %
Ce	83.0	75	133.9	118	92.2	74	97.9	93	87.0	85	81.5	75	100.9	102	91.7	81	76.0	77	Ce
Cr	118.8	131	116.5	117	114.9	123	113.0	125	104.7	1131	127.6	126	118.1	121	132.3	131	113.6	125	Cr
Fe ₂ O ₃ %	2.02	2.10	2.27	2.39	2.00	2.11	2.00	2.08	1.73	1.78	2.17	2.31	1.99	2.01	2.30	2.36	1.87	2.06	Fe ₂ O ₃ %
K ₂ O %	1.50	1.51	1.84	1.77	1.51	1.61	2.26	2.24	1.79	1.86	1.80	1.80	1.62	1.56	1.80	1.71	1.59	1.66	K ₂ O %
La	39.0	47	51.7	72	41.7	47	43.3	52	39.9	52	39.7	47	46.1	55	42.1	54	38.1	54	La
Na ₂ O %	0.28	0.23	0.26	0.24	0.26	0.26	0.27	0.25	0.33	0.20	0.23	0.27	0.28	0.25	0.22	0.19	0.20	0.22	Na ₂ O %
Ni	52.3	48	65.2	36	48.9	51	58.2	43	63.9	42	47.7	40	63.9	45	47.7	46	43.5	41	Ni
Rb	74.0	85	85.0	96	118.0	84	100.0	121	82.0	97	99.0	100	82.0	85	99.0	101	104.0	111	Rb
Th	14.0	16	15.4	15	13.8	15	14.3	20	13.1	14	14.5	14	14.5	18	15.6	18	11.8	9	Th
TiO ₂ %	1.06	1.22	1.35	1.33	1.03	1.28	0.96	1.11	0.98	1.20	1.02	1.18	1.34	1.38	1.02	1.30	1.24	1.37	TiO ₂ %
Zn	72.6	56	46.0	28	51.3	37	49.6	29	63.9	52	52.9	30	55.1	34	52.2	32	85.9	87	Zn
Zr	305.0	286	307.0	284	307.0	268	294.0	219	293.0	242	264.0	237	318.0	280	276.0	274	269.0	283	Zr

	111J3		245Q2		247Z		268R2		269R2		271R2		231Q1		232Q1		233Q1		
	NAA	RFA																	
Ba	259.0	312	208.0	224	235.0	279	241.0	243	265.0	264	238.0	234	392.0	422	400.0	467	413.0	476	Ba
CaO %	0.00	0.37	0.00	0.37	0.50	0.41	0.42	0.30	0.38	0.40	0.29	0.57	0.04	0.22	0.00	0.26	0.00	0.29	CaO %
Ce	116.1	119	113.9	108	88.4	88	80.6	78	104.2	102	78.9	70	118.3	125	134.9	128	136.4	140	Ce
Cr	120.9	131	122.1	114	107.7	104	128.7	117	154.2	165	118.8	119	152.8	161	176.4	173	183.7	188	Cr
Fe ₂ O ₃ %	2.19	2.22	3.78	4.12	2.06	2.26	1.65	1.85	2.76	3.05	1.76	1.74	1.27	1.35	1.86	1.91	1.79	1.94	Fe ₂ O ₃ %
K ₂ O %	2.42	2.42	1.72	1.72	1.92	1.96	1.43	1.45	2.02	2.07	1.28	1.27	2.46	2.54	2.37	2.47	2.41	2.46	K ₂ O %
La	47.8	66	53.9	46	39.9	42	51.0	50	51.4	46	48.5	37	56.9	71	67.0	74	66.4	79	La
Na ₂ O %	0.30	0.28	0.12	0.13	0.28	0.23	0.22	0.20	0.46	0.47	0.28	0.24	0.24	0.21	0.24	0.20	0.26	0.26	Na ₂ O %
Ni	48.9	36	29.1	32	61.8	36	31.7	34	61.7	53	38.2	37	31.5	30	70.0	53	84.3	60	Ni
Rb	130.0	136	109.0	110	100.0	108	83.0	91	128.0	143	80.0	78	146.0	154	173.0	180	175.0	179	Rb
Th	15.7	18	17.5	21	13.8	15	12.5	14	15.5	22	13.2	11	16.6	16	17.0	15	18.01	18	Th
TiO ₂ %	0.99	1.19	1.18	1.60	0.95	1.13	1.33	1.63	1.13	1.47	1.47	1.71	1.08	1.41	1.30	1.70	1.33	1.72	TiO ₂ %
Zn	51.7	29	58.9	53	44.1	29	47.9	40	78.6	82	57.6	46	33.5	15	59.6	55	78.4	72	Zn
Zr	242.0	237	426.0	390	306.0	276	508.0	420	253.0	246	444.0	403	338.0	290	371.0	275	309.0	279	Zr

Fortsetzung Tab. XII: NAA- und RFA-Elementkonzentrationswerte im Vergleich

	234Q1		236Q1		237Q1		240Q1		251R1		253R1		254R1		255R1		256R1		
	NAA	RFA																	
Ba	375.0	416	394.0	472	370.0	419	363.0	416	428.0	458	469.0	459	415.0	524	378.0	469	412.0	459	Ba
CaO %	0.00	0.22	0.00	0.14	0.00	0.40	0.41	0.20	0.00	0.29	0.36	0.22	0.28	0.25	0.00	0.26	0.21	0.23	CaO %
Ce	126.3	119	126.0	140	129.8	129	114.6	118	141.7	156	153.1	171	161.5	163	146.5	153	158.9	162	Ce
Cr	167.2	152	156.1	169	360.1	170	143.5	149	182.6	186	183.9	154	161.7	184	144.7	165	168.7	166	Cr
Fe ₂ O ₃ %	1.42	1.42	1.16	1.26	5.33	5.12	1.19	1.25	1.27	1.34	1.16	0.99	1.10	1.16	0.96	1.03	1.10	1.10	Fe ₂ O ₃ %
K ₂ O %	2.42	2.47	2.41	2.63	1.78	1.78	2.31	2.47	2.67	2.84	2.87	2.51	2.59	3.06	2.61	2.67	2.66	2.78	K ₂ O %
La	62.8	79	62.7	77	60.0	60	56.0	52	67.8	83	73.0	88	78.7	96	68.7	84	75.9	81	La
Na ₂ O %	0.26	0.19	0.23	0.22	0.27	0.22	0.20	0.16	0.23	0.22	0.26	0.20	0.22	0.20	0.24	0.21	0.24	0.21	Na ₂ O %
Ni	63.4	39	43.3	31	60.3	49	45.9	32	64.9	58	36.7	20	29.1	26	42.5	26	30.2	27	Ni
Rb	155.0	159	161.0	181	127.0	124	146.0	157	188.0	197	192.0	174	166.0	208	159.0	174	173.0	184	Rb
Th	17.1	19	16.5	19	14.2	15	15.0	16	17.8	20	17.3	18	17.5	20	16.4	20	17.2	17	Th
TiO ₂ %	1.67	1.43	1.14	1.68	1.35	1.55	1.18	1.40	1.40	1.69	1.44	1.92	1.59	1.82	1.43	1.87	1.54	1.92	TiO ₂ %
Zn	36.5	32	35.6	15	71.2	58	30.8	30	65.9	59	38.9	13	66.6	21	36.8	14	28.4	11	Zn
Zr	278.0	275	315.0	283	374.0	297	335.0	316	285.0	267	253.0	288	315.0	241	271.0	266	300.0	268	Zr

	257R1		260R1		261R1		262R1		263R1		275R2		277R2		
	NAA	RFA													
Ba	387.0	430	457.0	522	404.0	451	314.0	404	356.0	404	299.0	399	298.0	411	Ba
CaO%	0.21	0.30	0.00	0.25	0.00	0.23	0.94	0.26	0.00	0.25	0.49	0.27	0.46	0.21	CaO %
Ce	153.7	123	144.9	160	147.7	164	126.8	124	145.0	149	134.2	152	136.3	141	Ce
Cr	176.8	176	174.2	191	150.5	159	162.6	179	159.3	167	153.1	167	153.7	158	Cr
Fe ₂ O ₃ %	1.30	1.26	1.07	1.27	0.96	1.02	1.73	1.84	1.00	0.99	1.16	1.16	0.96	1.01	Fe ₂ O ₃ %
K ₂ O %	2.48	2.36	2.78	3.09	2.37	2.55	1.99	2.01	1.99	2.09	2.32	2.48	2.21	2.15	K ₂ O %
La	63.9	81	70.5	117	72.1	79	61.9	86	70.0	111	63.4	79	63.3	111	La
Na ₂ O%	0.23	0.15	0.24	0.26	0.22	0.17	0.20	0.15	0.19	0.13	0.22	0.15	0.25	0.30	Na ₂ O %
Ni	64.9	51	30.1	31	29.3	26	39.8	42	56.0	27	54.6	45	49.7	26	Ni
Rb	169.0	170	188.0	206	157.0	175	133.0	140	135.0	148	159.0	168	135.0	140	Rb
Th	16.8	17	16.7	18	16.0	17	16.0	15	16.7	17	16.0	19	15.6	19	Th
TiO ₂ %	1.23	1.49	1.49	1.82	1.55	1.93	1.41	1.64	1.49	1.85	1.36	1.62	1.52	1.73	TiO ₂ %
Zn	126.6	56	34.6	21	23.6	14	57.0	39	37.6	24	76.7	63	44.4	24	Zn
Zr	395.0	321	248.0	238	356.0	281	387.0	345	339.0	331	381.0	305	405.0	333	Zr

Tab. XIII: Ergebnisse der Diffraktogramm-Auswertung, regional gegliedert.
Qz – Quarz, *Kf* – Kalifeldspat, *Pl* – Plagioklas, *Ill* – Glimmer/Illit, *ML* – Mixed Layer, *Cor* – *m*-Cordierit, *H* – Hämatit, *M* – Magnetit, *Sp* – Spinell, *Crst* – Cristobalit, *Mu* – Mullit, *C* – Calcit, *Do* – Dolomit
¹⁾ Hornblende, ²⁾ Granat;
 ●● – sehr viel, ● – viel, ○ – wenig.
 + – sehr wenig, ? – möglich.

Tab. XIV: Porositäts- und Dichtemessungen, regional gegliedert.
W = Wasseraufnahme, *R* = Rohdichte, *D* = Reindichte, *P_O* = offene Porosität, *P_t* = Gesamtporosität.
W₇₀₀ = bei 700° C in oxidierender Atmosphäre gegliedert.
 n.b. = nicht bestimmt

Probe	Qz	Kf	P	Ill	ML	Cor	M	Häm	Sp	C
-------	----	----	---	-----	----	-----	---	-----	----	---

Probe	W	W ₇₀₀	R	D	P _t	P _O	P _{O700}	R/D
	Gew.-%	Gew.-%	g/cm ³	g/cm ³	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	-

Irdenware: Braunschweig – SZ-Gebhardshagen – Wittingen – Eitzum

1A	●●	○	●	●						
2A	●●	○	●	●						
3A	●●	●	●	●					+	
4B	●●	●	○	●						
5D	●●	○	○	●				+		+
6D	●●	○	○	●					+	
7D	●●	○	○	●						
8D	●●	○	○	●					+	
9D	●●	○	○	●					+	
10D	●●	○	+	●					+	
11D	●●	○	○	●					+	
12D	●●	○	○	●						
13D	●●	○	○	●					?	
14D	●●	●	○	●					+	
15E	●●	○	○	●				?	?	¹⁾
16E	●●	●	○	●						
17E	●●	○	○	●						
18E	●●	●	○	●	○				+	
19F	●●	○	○	○					+	
20F	●●	○	○	●					+	
21F	●●	○	○	○					?	
22F	●●	○	○	○	○				+	
23F	●●	○	○	○				+		
24F	●●	○	●	●						
25G2	●●	●	●	●						
26G2	●●	●	○	●						^{1,2)}
27G1	●●	○	○	●						^{1,2)}
28G1	●●	○	○	●				?	+	
29G1	●●	○	○	●						
30G2	●●	○	○	●				?	+	
31G1	●●	○	○	●				?	+	
32G1	●●	○	○	+				?	+	○
33G1	●●	○	○	●				?		
34G2	●●	+	+						○	
35G2	●●	+	?	○						
36G2	●●	○	○	●				?		
37G2	●●	○	○	+					○	
38G1	●●	○	○	●						
39G1	●●	○	○	●				+	+	+
40G2	●●	○	○	●				+	+	+
41G1	●●	○	○	●						
42G2	●●	○	○	+				+	+	+
43G1	●●	●	●	●				?	?	+
44G1	●●	●	○	○					○	+

1A	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2A	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3B	14.0	16.1	1.91	2.60	26.6	26.8	30.1	0.73		
4B	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5D	11.3	13.2	1.99	2.61	22.5	22.7	26.2	0.77		
6D	10.0	13.6	2.00	2.57	21.7	20.0	27.2	0.78		
7D	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8D	12.1	14.3	1.96	2.57	23.6	23.7	27.7	0.76		
9D	10.6	13.0	1.99	2.58	22.0	21.1	25.9	0.78		
10D	12.7	16.0	1.97	-	-	25.0	31.5	-		
11D	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12D	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13D	13.1	16.1	1.95	2.60	25.0	25.6	31.4	0.75		
14D	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15E	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16E	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17E	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18E	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19F	9.5	10.0	1.96	2.50	21.3	18.5	19.6	0.79		
20F	11.7	18.6	1.88	2.46	23.5	22.1	33.2	0.77		
21F	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22F	13.4	15.1	1.89	-	-	25.4	28.1	-		
23F	14.6	14.9	1.91	-	-	27.9	28.1	-		
24F	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25G2	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26G2	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27G1	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28G1	15.3	15.92	1.87	2.61	28.5	28.6	29.5	0.72		
29G1	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30G2	15.0	14.88	1.88	-	-	28.2	28.0	-		
31G1	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32G1	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33G1	16.0	16.06	1.86	2.62	29.0	29.7	30.4	0.71		
34G2	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35G2	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36G2	14.7	15.58	1.87	2.63	28.9	26.1	29.1	0.71		
37G2	16.5	16.46	1.86	-	-	30.8	30.3	-		
38G1	17.4	17.83	1.81	-	-	31.3	32.1	-		
39G1	13.8	14.62	1.94	2.64	26.6	26.8	27.8	0.73		
40G2	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41G1	n.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42G2	12.3	12.13	1.93	-	-	23.7	23.3			
43G1	14.0	15.76	1.91	-	-	26.8	29.6	-		
44G1	10.4	10.24	1.97	2.59	24.0	20.6	20.2	0.76		

**Fortsetzung Tab. XIII: Ergebnisse der
Diffraktogramm-Auswertung**

Probe	Qz	Kf	P	Ill	Cor	M	H	Sp	C
45G1	●●	●	○	●		+	?		
46G1	●●	○	○	●					?
47G1	●●	○	○	●		+	+		+
48G2	●●	○	?	●					
49G2	●●	●	○	●		+			
50G3	●●	○	+	●		+			
51G3	●●	○	○	●		?			
52G3	●●	●	○	●		+			
54C	●			●					●
55X	●●	+	?	●					
56X	●●	+	+	○				+	
57X	●●	○	○	●		+			
58X	●●	○	+	○				○	
59X	●●	○	○	●		+		○	+ ¹⁾
60X	●●	○	○	●					
61X	●●	○	●	●					
62X	●●	○	○	●					
63X	●●	○	○	●					
64X	●●	○	●	●					+
65X	●●	+						○	
66X	●●	●	●	●					+
67X	●●	●	●	●					+
68X	●●	○	○	●					+
69K	●●	+	+	+	○				
70K	●●	+	+	●					
71K	●●	○	○	○					
72K	●●	+	+	●					
73K	●●	○	○	○		+			+
74K	●●	○	○	○	○				+
75K	●●	○	+					+	
76K	●●	○	○	○		+			+ ¹⁾
77K	●●	+	+	●		+			
78K	●●	+	+	○					
79K	●●	○	+	●		+			
80K	●●	●	○	●					+ ¹⁾
81K	●●	+	+	●					
82Y	●●	+	+	○		+		○	
83Y	●●	+	?	●					
84Y	●●	○	○	●					
85Y	●●	+	+	○					
86Y	●●	+	+	●		+			
87Y	●●	●	○			+		○	
88Y	●●	○	+	○					+
89Y	●●	+	+					○	
90Y	●●	●	○	●					?
91Y	●●	○	○	●					
109J2	●●	○	+	●		?			
116L1	●●	○	+	●					
118L1	●●	○	○	○					
120L1	●●	○	+					○	
122L1	●●	○	+			+		○	
124L1	●●	○	+					○	
125L1	●●	○	○	○					
126L1	●●	○	?					○	
128L1	●●	○	+	○	○				

**Fortsetzung Tab. XIV: Porositäts- und
Dichtemessungen**

Probe	W	W ₇₀₀	R	D	Pt	Po	Po ₇₀₀	R/D
	Gew.-%	Gew.-%	g/cm ³	g/cm ³	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	-
45G1	15.8	16.5	1.86	2.61	28.8	29.4	30.2	0.71
46G1	15.6	15.4	1.86	-	-	29.0	28.4	-
47G1	14.8	15.9	1.91	-	-	28.3	29.9	-
48G2	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
49G2	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
50G3	16.1	18.3	1.88	-	-	30.2	33.3	-
51G3	16.3	18.5	1.88	-	-	30.7	33.8	-
52G3	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
54C	14.9	14.9	1.92	-	-	27.4	28.3	-
55X	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
56X	10.1	14.7	1.98	2.53	21.7	20.0	27.9	0.78
57X	13.6	13.5	1.92	2.61	26.4	26.1	25.7	0.74
58X	14.3	14.9	1.89	-	-	27.1	27.9	-
59X	15.0	15.5	1.87	2.61	28.3	28.1	28.7	0.72
60X	15.1	16.3	1.87	-	-	28.2	30.1	-
61X	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
62X	14.8	16.4	1.89	-	-	28.0	30.3	-
63X	13.5	14.9	1.90	2.58	26.3	24.6	27.9	0.74
64X	13.1	16.4	1.90	-	-	24.8	30.5	-
65X	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
66X	12.8	15.8	1.96	-	-	25.1	29.7	-
67X	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
68X	15.8	17.1	1.83	-	-	28.9	30.7	-
69K	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
70K	11.0	14.3	1.96	2.55	23.2	21.5	27.4	0.77
71K	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
72K	10.4	-	1.90	-	-	19.7	-	-
73K	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
74K	14.3	14.7	1.90	-	-	27.2	27.9	-
75K	12.4	14.3	1.88	2.56	26.6	23.3	26.7	0.73
76K	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
77K	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
78K	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
79K	13.0	14.6	1.94	-	-	25.3	27.4	-
80K	13.7	15.2	1.92	2.59	25.9	26.3	28.5	0.74
81K	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
82Y	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
83Y	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
84Y	12.2	17.6	1.94	2.55	23.8	23.2	31.8	0.76
85Y	13.6	14.9	1.96	-	-	26.5	28.5	-
86Y	14.0	-	1.93	2.64	27.0	26.6	-	0.73
87Y	17.4	-	1.63	2.54	35.8	30.5	-	0.64
88Y	13.6	13.5	1.92	2.61	26.4	26.0	26.3	0.74
89Y	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
90Y	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
91Y	13.7	15.6	1.91	-	-	26.1	29.1	-
109J2	17.6	-	1.82	2.68	32.1	32.0	-	0.68
116L1	13.9	-	1.94	2.66	27.1	26.9	-	0.73
118L1	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
120L1	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
122L1	15.6	-	1.89	2.68	29.5	29.5	-	0.71
124L1	10.8	-	1.99	2.64	24.6	21.6	-	0.75
125L1	n.b.	-	-	-	-	-	-	-
126L1	15.0	-	1.91	2.70	29.3	-	28.6	0.71
128L1	n.b.	-	-	-	-	-	-	-

**Fortsetzung Tab. XIII: Ergebnisse der
Diffraktogramm-Auswertung**

Probe	Qz	Kf	P	Ill	Cor	M	Sp	Mu	Crst
129L1	●●	+	+				○		
131L1	●●	○					○	○	
133L1	●●	○	+				+		
134L1	●●	○	○	+		○	?		
135L1	●●	+					?		
137L1	●●	○					○	○	
140L2	●●	○					○		
141L2	●●	○					○	○	
142L2	●●	○					○		
143L2	●●	○	+				○	○	
144L2	●●	○	+				○		
146L2	●●	○	+	●					
148L3	●●	○	○			+	○		
149L3	●●	+					○	○	
150L3	●●	+					○		
152P1	●●	○	?				○		
153P1	●●	○	○				○		
154P2	●●	+					○		
155P2	●●	○	○				○		
156P2	●●	○	○				○		
157P2	●●	○	○			○	○		
158L	●●	○	○	○	○				
159L	●●	○	○	●					
160L	●●	○	○	○	○		+		
161L	●●	○	○	●		+			
162L	●●	○	?			+	○		
163L	●●	○	+				○		
164L	●●	○	+	○		+			
165L	●●	○					○	+	
166L	●●	○					○		
167L	●●	○					○	+	
168L	●●	○					○		
169L	●●	○				?	○		
170L	●●	+					○	○	
171L	●●	+					○		
172L	●●	+					○		
173L	●●	+					○		
249Z	●●					○	○		
250Z	●●	+					○		
174L	●●	○					○	+	
175L	●●	?					○	○	
176L	●●	+					○		
177L	●●	+					○	○	
178L	●●	○					○	○	
179L	●●	○	+	○	○				
180L	●●	○					○	○	
181L	●●	○	○				○	+	
182L	●●	○	○				○		
183L	●●	○	+	●		+			
184L	●●	○	○	+	○				
185L	●●	○	○				○		
186L	●●	○	○			+	○		
187L	●●	○					○	?	
188L	●●	○					○		
189L	●●	○					○		
190L	●●							○	○
191L	●●	?					○		
192L	●●	○						○	

**Fortsetzung Tab. XIV: Porositäts- und
Dichtemessungen**

Probe	W	R	D	P _t	P _o	R/D
	Gew.-%	g/cm ³	g/cm ³	Vol.-%	Vol.-%	-
129L1	n.b.	-	-	-	-	-
131L1	n.b.	-	-	-	-	-
133L1	12.9	1.92	2.65	27.6	24.4	0.73
134L1	14.3	1.90	2.63	27.8	27.1	0.72
135L1	n.b.	-	-	-	-	-
137L1	n.b.	-	-	-	-	-
140L2	12.1	2.00	2.63	24.0	24.1	0.76
141L2	11.6	2.01	2.68	25.0	23.2	0.75
142L2	8.2	2.11	-	-	17.2	-
143L2	n.b.	-	-	-	-	-
144L2	12.8	1.96	2.67	26.5	25.1	0.74
146L2	14.9	1.89	-	-	28.2	-
148L3	12.2	1.96	2.64	25.8	23.8	0.74
149L3	n.b.	-	-	-	-	-
150L3	13.3	1.93	2.69	28.3	25.7	0.72
152P1	n.b.	-	-	-	-	-
153P1	9.0	2.10	2.65	20.8	19.0	0.79
154P2	15.1	1.90	2.69	29.4	28.7	0.71
155P2	n.b.	-	-	-	-	-
156P2	7.1	2.07	-	-	14.7	-
157P2	n.b.	-	-	-	-	-
158L	n.b.	-	-	-	-	-
159L	16.5	1.84	2.66	30.8	30.3	0.69
160L	n.b.	-	-	-	-	-
161L	n.b.	-	-	-	-	-
162L	15.2	1.88	2.66	29.3	28.5	0.71
163L	n.b.	-	-	-	-	-
164L	15.4	1.86	2.65	29.8	29.5	0.70
165L	12.4	2.01	2.68	25.0	24.9	0.75
166L	13.1	1.97	2.69	26.8	25.8	0.73
167L	7.7	2.15	2.70	20.2	16.5	0.80
168L	11.3	2.05	2.68	23.4	23.1	0.77
169L	9.7	2.05	2.68	23.5	19.9	0.76
170L	8.4	1.98	2.63	24.7	16.7	0.75
171L	12.6	2.01	2.71	26.2	25.4	0.74
172L	11.4	2.02	2.69	24.9	23.1	0.75
173L	12.6	2.02	2.71	25.5	25.5	0.75
249Z	4.1	2.29	2.67	14.2	9.3	0.86
250Z	6.4	2.25	2.68	16.0	14.4	0.84
174L	10.5	2.08	2.70	23.1	21.8	0.77
175L	10.4	2.06	2.68	23.2	21.3	0.77
176L	14.5	1.94	2.71	28.4	28.2	0.72
177L	n.b.	-	-	-	-	-
178L	n.b.	-	-	-	-	-
179L	16.0	1.87	-	-	30.0	-
180L	n.b.	-	-	-	-	-
181L	15.6	1.89	2.69	29.7	29.5	0.71
182L	12.0	1.99	2.65	24.9	23.8	0.75
183L	n.b.	-	-	-	-	-
184L	12.0	1.93	-	-	23.2	-
185L	11.6	1.95	2.59	24.8	22.6	0.75
186L	12.5	1.93	2.61	26.1	24.1	0.74
187L	14.1	1.95	-	-	27.4	-
188L	14.2	1.95	-	-	27.6	-
189L	n.b.	-	-	-	-	-
190L	16.2	1.88	2.70	30.4	30.4	0.70
191L	16.0	1.88	2.71	30.6	30.1	0.70
192L	8.1	2.08	2.65	21.5	16.8	0.79

**Fortsetzung Tab. XIII: Ergebnisse der
Diffraktogramm-Auswertung**

Probe	Qz	Kf	P	Ill	Cor	H	M	Sp	Mu	Crst
193L	●●	○	○					○		
194L	●●	○	○			○		+		
195L	●●	○	○			○		+		
196L	●●	○	○	○						
197L	●●	○	○	●						
198L	●●	○	○	●						
199L	●●	+	○			○		+		
200L	●●	+						○	○	
201L	●●	○	○					○	○	
202L	●●	○	+	●						
203V	●●	○			○			○		
220M2	●●	+								
221M2	●●	+	+					○		
223M2	●●	+	+					○		
225M3	●●	+	+					○		
227M3	●●	○	?					○		
228M3	●●	○				○				
229M3	●●	○				○				
230M4	●●	○		●		○				

**Fortsetzung Tab. XIV: Porositäts- und
Dichtemessungen**

Probe	W Gew.-%	R g/cm ³	D g/cm ³	Pt Vol.-%	Po Vol.-%	R/D
193L	13.4	1.96	2.69	27.1	26.3	0.73
194L	6.5	2.01	2.58	22.1	13.1	0.78
195L	7.8	1.92	2.62	26.7	15.1	0.73
196L	n.b.	-	-	-	-	-
197L	n.b.	-	-	-	-	-
198L	16.2	1.86	-	-	30.1	-
199L	n.b.	-	-	-	-	-
200L	8.8	2.13	-	-	18.8	-
201L	12.8	1.84	-	-	23.6	-
202L	n.b.	-	-	-	-	-
203V	13.8	1.93	2.69	28.3	26.6	0.72
220M2	n.b.	-	-	-	-	-
221M2	n.b.	-	-	-	-	-
223M2	n.b.	-	-	-	-	-
225M2	n.b.	-	-	-	-	-
227M3	n.b.	-	-	-	-	-
228M3	n.b.	-	-	-	-	-
229M3	n.b.	-	-	-	-	-
230M3	n.b.	-	-	-	-	-

Irdenware. Faststeinzeug/Steinzeug: Großraum Duingen/Coppengrave – Hannover – Oberg/Peine

53N	●●	○						○	○	+	53N	7.5	2.16	2.65	18.5	16.1	0.82
92J1	●●	+							+		92J1	7.9	2.15	2.65	18.9	17.0	0.81
93J1	●●	○	+								93J1	n.b.	-	-	-	-	-
94J1	●●			○							94J1	n.b.	-	-	-	-	-
95J1	●●	+	?								95J1	5.1	2.19	2.66	17.7	11.1	0.82
96J1	●●	○	○								96J1	n.b.	-	-	-	-	-
97J1	●●	○	+					?	+		97J1	12.2	2.00	2.67	25.1	24.6	0.76
98J2	●●	+						?	○		98J2	13.2	1.96	-	-	26.0	-
99J2	●●	○	+								99J2	10.8	2.06	2.64	22.0	22.4	0.78
100J2	●●	+							○		100J2	n.b.	-	-	-	-	-
101J2	●●	+	+						○		101J2	8.4	2.14	2.65	19.2	18.0	0.81
102J2	●●	+							+		102J2	12.5	2.01	2.68	25.0	25.1	0.75
103J2	●●	○						+	○		103J2	n.b.	-	-	-	-	-
104J2	●●							+			104J2	14.2	1.93	2.66	27.5	27.4	0.73
105J2	●●	○	+	○				+			105J2	n.b.	-	-	-	-	-
106J2	●●	○	+					+			106J2	n.b.	-	-	-	-	-
107J2	●●	○						+			107J2	11.6	2.02	2.66	24.1	23.5	0.76
108J2	●●	○	○					+	○		108J2	6.4	2.22	2.66	16.6	14.3	0.83
110J2	●●	○						+	○		110J2	9.2	2.11	2.66	20.7	19.4	0.79
111J3	●●	○						+	+		111J3	12.0	2.05	-	-	24.5	-
112J3	●●	○	?					+	+		112J3	12.0	2.02	2.67	24.2	24.3	0.76
113J3	●●	○	○								113J3	13.0	1.98	2.68	26.2	25.7	0.74
114J3	●●	+						+	+		114J3	n.b.	-	-	-	-	-
115J3	●●	○	○								115J3	n.b.	-	-	-	-	-
117L1	●●	○	?					+	○		117L1	8.7	2.12	2.66	21.0	18.4	0.80
119L1	●●	○	○					+			119L1	11.0	2.03	2.68	24.2	22.3	0.76
121L1	●●	○						○			121L1	n.b.	-	-	-	-	-
123L1	●●	○	+					+			123L1	11.5	2.01	2.67	25.3	23.0	0.75
127L1	●●	○	+					+			127L1	13.5	1.96	2.66	26.3	26.5	0.74
130L1	●●	+	○								130L1	12.5	1.99	-	-	24.8	-
132L1	●●	○						○	○		132L1	n.b.	-	-	-	-	-
136L1	●●	+	+								136L1	n.b.	-	-	-	-	-
138L1	●●	+						○	○		138L1	n.b.	-	-	-	-	-
139L2	●●	+						○	○		139L2	6.6	2.15	2.63	18.3	14.3	0.82
145L2	●●	+						○	○		145L2	n.b.	-	-	-	-	-
147L3	●●	○						?	○		147L3	5.3	2.23	2.62	14.9	11.7	0.85
151P1	●●	○	+					+	+		151P1	13.1	1.98	2.68	26.1	26.0	0.74

**Fortsetzung Tab. XIII: Ergebnisse der
Diffraktogramm-Auswertung**

Probe	Qz	Kf	P	Ill	H	Sp	Mu	Crst
204V	●●	○				+	+	
205V	●●	○						
206V	●●	○	○			+		
207V	●●	○	?			○		
208V	●●	○	○					
209V	●●	○	○	+				
218M1	●●	○		○				
219M1	●●			○				
222M2	●●	+	+					
224M3	●●	?		+				
226M3	●●	+		○	○			
241Q2	●●						●	○
242Q2	●●						●	●
243Q2	●●						●	○
244Q2	●●						●	●
245Q2	●●	○					○	○
246Q2	●●						●	●
247Z	●●	○	○			+	○	
248Z	●●	○					+	
265R2	●●						●	●
266R2	●●	+					●	●
267R2	●●	○					●	●
268R2	●●	○					●	●
269R2	●●						●	○
270R2	●●						●	○
271R2	●●	○					●	○
272R3	●●	+					●	●

Faststeinzeug/Steinzeug: Rheinland (Siegburg)

231Q1	●●	○				+	●	○
232Q1	●●	?					●	○
233Q1	●●					+	●	○
234Q1	●●					+	●	○
235Q1	●●					+	●	○
236Q1	●●	+				+	●	○
237Q1	●●						●	●
238Q1	●●	○				+	●	○
239Q1	●●						●	○
240Q1	●●	+					●	+
251R1	●						●	○
252R1	●●						●	○
253R1	●●					+	●	●
254R1	●						●	○
255R1	●						●	○
256R1	●						●	○
257R1	●●						●	○
258R1	●	+					●	○
259R1	●					+	●	
260R1	●						●	
261R1	●	○				?	●	
262R1	●●						●	●
263R1	●●	?				+	●	●
264R1	●●	+					●	+
274R3	●						●	●
275R3	●●					+	●	●
276R3	●					?	●	
277R3	●●						●	●

**Fortsetzung Tab. XIV: Porositäts- und
Dichtemessungen**

Probe	W	R	D	P _t	P ₀	R/D
	Gew.-%	g/cm ³	g/cm ³	Vol.-%	Vol.-%	-
204V	n.b.	-	-	-	-	-
205V	11.4	2.03	2.66	23.6	23.1	0.76
206V	n.b.	-	-	-	-	-
207V	n.b.	-	-	-	-	-
208V	10.5	2.01	2.63	23.7	21.0	0.76
209V	13.6	1.96	-	-	26.6	-
218M1	n.b.	-	-	-	-	-
219M1	n.b.	-	-	-	-	-
222M2	n.b.	-	-	-	-	-
224M3	n.b.	-	-	-	-	-
226M3	n.b.	-	-	-	-	-
241Q2	5.8	2.18	2.60	16.2	12.3	0.84
242Q2	n.b.	-	-	-	-	-
243Q2	n.b.	-	-	-	-	-
244Q2	2.2	2.24	2.57	12.8	4.9	0.87
245Q2	5.9	2.20	2.64	16.7	13.1	0.84
246Q2	8.6	2.08	2.66	20.0	18.2	0.80
247Z	8.2	2.12	2.62	19.1	17.3	0.81
248Z	9.3	2.10	2.67	21.3	19.5	0.79
265R2	2.6	2.07	2.57	19.5	5.3	0.81
266R2	6.3	2.11	-	-	13.3	-
267R2	4.2	2.26	2.61	13.4	9.6	0.87
268R2	5.0	2.14	2.60	17.6	10.7	0.82
269R2	0.2	2.39	2.59	7.7	0.5	0.92
270R2	n.b.	-	-	-	-	-
271R2	6.5	2.15	2.55	15.7	14.0	0.84
272R3	n.b.	-	-	-	-	-
231Q1	0.5	2.34	2.57	8.8	1.1	0.91
232Q1	0.3	2.37	2.55	7.1	0.8	0.93
233Q1	0.4	2.31	-	-	0.9	-
234Q1	0.7	2.24	2.52	11.1	1.5	0.89
235Q1	0.5	2.34	-	-	1.1	-
236Q1	0.5	2.35	2.55	7.8	1.1	0.92
237Q1	7.0	2.12	2.63	19.5	14.8	0.81
238Q1	n.b.	-	-	-	-	-
239Q1	0.3	2.34	2.55	8.2	0.7	0.92
240Q1	0.4	2.31	2.55	9.4	0.9	0.91
251R1	0.8	2.23	2.53	11.9	1.7	0.88
252R1	0.4	2.31	2.52	8.3	0.8	0.92
253R1	0.2	2.24	2.47	9.2	0.5	0.91
254R1	0.3	2.31	2.52	8.3	0.6	0.92
255R1	-	-	-	-	-	-
256R1	-	-	-	-	-	-
257R1	0.5	2.26	2.52	10.3	1.1	0.90
258R1	0.2	2.30	-	-	0.4	-
259R1	0.4	2.30	2.51	8.4	0.9	0.92
260R1	0.3	2.29	-	-	0.6	-
261R1	0.2	2.38	2.54	6.3	0.4	0.94
262R1	0.6	2.29	2.57	10.9	1.4	0.89
263R1	0.4	2.29	2.52	9.1	0.9	0.91
264R1	0.4	2.30	2.55	9.8	0.8	0.90
274R3	-	-	-	-	-	-
275R2	0.8	2.21	2.52	12.7	1.7	0.88
276R2	0.1	2.47	-	-	0.3	-
277R2	0.6	2.26	2.54	11.0	1.3	0.89

Tab. XV: Mikrosondenanalysen von farbigen Bleiglasuren spätmittelalterlicher und frühneuzeitlicher Irdenwaren (vgl. Tab. II). Angaben in Gew.-%.

Probe	221M-1	-2	-3	-4	225-1	-2	-3	-4	226-1	-2	-3	-4	
SiO ₂	29.60	31.30	29.00	27.10	37.00	36.60	34.90	34.40	37.80	35.70	37.90	37.40	SiO ₂
TiO ₂	0.49	0.41	0.39	0.52	0.28	0.25	0.21	0.14	0.31	0.39	0.22	0.26	TiO ₂
Al ₂ O ₃	6.80	7.60	6.90	7.20	4.40	4.60	2.90	2.50	7.10	6.60	6.50	6.20	Al ₂ O ₃
Cr ₂ O ₃	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.05	0.06	<0.01	<0.01	0.05	0.04	<0.01	Cr ₂ O ₃
FeO	2.75	2.33	2.84	3.09	0.93	1.04	0.84	0.81	1.22	1.43	1.10	1.12	FeO
MgO	0.62	0.65	0.69	0.69	0.18	0.22	0.17	0.16	0.35	0.33	0.39	0.36	MgO
CaO	0.71	0.79	0.83	0.77	0.88	0.80	0.75	0.70	1.45	2.00	1.44	1.44	CaO
CuO	<0.01	0.09	0.31	0.16	2.47	2.35	3.02	3.30	0.32	0.12	0.17	0.16	CuO
PbO	57.50	55.70	57.90	59.40	53.10	53.50	55.80	57.30	50.40	52.50	51.50	51.90	PbO
K ₂ O	0.70	0.79	0.52	0.40	0.67	0.70	0.41	0.39	0.82	0.58	0.80	0.84	K ₂ O
Summe	99.21	99.65	99.41	99.34	99.90	100.07	99.05	99.63	99.71	99.59	100.07	99.71	
Probe	227-1	-2	-3	-4	230M-1	-2	-3	-4	219-1	-2	-3	-4	
SiO ₂	37.80	38.00	37.80	37.70	37.20	37.30	37.10	37.00	13.50	13.40	13.80	14.30	SiO ₂
TiO ₂	0.37	0.45	0.22	0.19	0.60	0.46	0.41	0.37	0.41	0.38	0.33	0.31	TiO ₂
Al ₂ O ₃	2.00	1.90	2.00	1.70	4.10	3.80	4.30	4.30	2.50	2.40	2.60	3.20	Al ₂ O ₃
Cr ₂ O ₃	<0.01	<0.01	0.02	0.02	0.35	0.37	0.22	0.40	0.56	0.55	0.58	0.45	Cr ₂ O ₃
FeO	0.54	0.60	0.39	0.53	0.12	0.09	0.07	0.11	0.12	0.00	0.04	0.05	FeO
MgO	0.10	0.11	0.11	0.08	0.29	0.30	0.30	0.31	0.12	0.11	0.05	0.08	MgO
CaO	0.39	0.42	0.43	0.35	0.02	0.08	0.02	0.03	–	–	–	–	CaO
CuO	1.84	1.85	1.79	1.81	0.50	0.71	0.66	0.67	1.53	1.44	1.44	1.07	CuO
PbO	55.80	55.50	55.70	58.10	57.60	58.00	57.80	57.80	80.30	81.50	80.50	79.50	PbO
Na ₂ O	–	–	–	–	0.17	0.22	0.19	0.24	0.06	0.00	0.08	0.03	Na ₂ O
K ₂ O	0.53	0.49	0.56	0.53	0.59	0.63	0.63	0.69	0.09	0.09	0.12	0.21	K ₂ O
Summe	99.37	99.23	98.95	100.92	101.54	101.69	101.70	101.92	99.11	99.89	99.47	99.26	

Tab. XVI: Mikrosondenanalysen von Ascheanflug- und Salzglasuren aus Südniedersachsen und Siegburg. Angaben in Gew.-%.

Probe	238Q1-1	-2	-3	-4	253Q1-1	-2	-3	-4	263R1-1	-2	-3	-4	
SiO ₂	73.22	70.00	62.96	66.54	65.58	63.66	57.52	59.74	61.60	56.95	64.05	59.67	SiO ₂
TiO ₂	1.12	1.74	2.04	1.87	1.99	1.98	1.52	1.94	1.56	1.79	1.74	1.86	TiO ₂
Al ₂ O ₃	15.25	19.29	20.40	20.19	19.34	19.87	20.14	20.68	20.91	15.58	16.11	18.58	Al ₂ O ₃
Cr ₂ O ₃	0.05	0.00	0.00	0.01	<0.05	0.00	0.00	0.04	0.08	0.00	0.03	0.00	Cr ₂ O ₃
FeO	2.93	2.18	2.39	2.08	2.39	2.27	1.72	1.65	1.92	1.78	1.81	2.00	Fe ₂ O ₃
MnO	0.19	0.22	0.21	0.05	0.09	0.01	0.00	0.03	0.00	0.25	0.26	0.27	PbO
MgO	1.63	0.91	2.19	1.32	1.10	1.26	1.61	1.12	1.37	5.06	5.24	5.49	MgO
CaO	2.53	2.46	2.72	1.69	1.80	2.28	3.34	2.59	3.71	7.84	7.21	7.99	CaO
Na ₂ O	0.86	1.01	1.06	1.47	1.41	1.52	1.56	1.61	1.09	2.42	2.18	2.33	Na ₂ O
K ₂ O	6.90	7.55	6.72	9.48	9.69	9.51	7.24	8.19	7.90	5.26	6.12	5.09	K ₂ O
Summe	104.67	105.35	100.71	104.71	103.45	102.37	94.63	97.59	100.16	96.94	104.75	103.29	

Danksagung

Auf dem Weg zum Abschluß dieser Arbeit haben mich einzelne Personen unterstützend und beratend begleitet. Herrn Prof. Dr. Martin Okrusch danke ich für die Vergabe des Themas sowie für sein stetiges Interesse am Fortgang der Arbeit. Für die Anregung der Fragestellung und die Überlassung des Probenmaterials bin ich Herrn Prof. Hartmut Rötting M.A. zu Dank verpflichtet.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Hans Georg Stephan für die Übernahme der Betreuung des archäologischen Teils dieser Arbeit und die stete, hilfreiche Diskussionsbereitschaft, welche die Herausarbeitung wesentlicher archäologischer Aspekte erst ermöglichte und aus der sich in dieser Zeit eine enge Freundschaft entwickelte.

Besonders danken möchte ich vor allem Herrn Dr. Volker von Seckendorff für seine stetige Diskussions- und Hilfsbereitschaft in zahlreichen, inspirativ-kritikvollen Gesprächen, die nicht nur die teils zur Wegfindung notwendigen Erkenntnisse auslösten, sondern auch das Fundament einer intensiven freundschaftlichen Verbundenheit bildeten.

Herrn Priv.-Doz. Dr. Ulrich Schübler danke ich für die Übernahme des Koreferates sowie für die Hilfe bei der Mikrosondenanalytik und der Datenauswertung.

Für die kritische Durchsicht des geochemischen Teils der Arbeit und hilfreiche Anmerkungen danke ich Herrn Prof. Dr. Reiner Klemm.

Dank gebührt ebenso Herrn Prof. Dr. Gerwulf Schneider vom Institut für Anorganische und Analytische Chemie der FU Berlin für die Möglichkeit zur Durchführung röntgenfluoreszenzanalytischer Messungen und für die Benutzung der Laboreinrichtungen. Für die statistische Auswertung des RFA-Datensatzes danke ich Herrn Prof. Dr. Hans Mommsen vom Institut für Strahlen- und Kernphysik (ISKP) der Universität Bonn, der mir zudem ermöglichte, an einem Teil des Probenmaterials zusätzlich neutronenaktivierungsanalytische Messungen durchzuführen, einschließlich der statistischen Auswertung.

Peter Späthe sei gedankt für die Herstellung der Dünnschliffe von höchster Qualität, die aufgrund des z.T. problematischen Scherbenmaterials nicht nur Können und Erfahrung, sondern eine Sensibilität für die sich stellende präparative Herausforderung abverlangt. Herrn Klaus-Peter Kelber danke ich für die Einweisung bei der Benutzung des Photomikroskops und hilfreiche Diskussionen bei photographischen und gestalterischen Fragestellungen.

Die Bestimmung der Dichte wäre ohne die freundliche Unterstützung der Firma Micromeritics (Düsseldorf) nicht möglich gewesen. Hierfür sei Herrn Dipl.-Phys. Waschek gedankt. Ebenso sei dem Institut für Glas und Keramik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen für die Möglichkeit der Durchführung dilatometrischer Messungen gedankt.

Im Verlaufe dieser Arbeit haben folgende Kolleginnen und Kollegen durch Diskussionen den Fortgang dieser Arbeit unterstützt: Rainer Atzbach, Thomas Beier, Karsten Kablitz, Dieter Lamprecht, Dr. Werner Scharff. Falls sich jemand vergessen fühlt, bitte ich um Nachsicht.

Ferner möchte ich allen Angehörigen des Mineralogischen Institutes für die freundliche Unterstützung und Diskussionsbereitschaft danken.

Die Untersuchung wurde mit Forschungsmitteln aus der Konzessionsabgabe des Niedersächsischen Zählolotto gefördert.

Nicht zuletzt habe ich meiner Frau Susanne und meinen Kindern Nina Fabienne und Maximilian zu danken, die mit bewundernswerter Geduld und endlosem Verständnis unser gemeinsames Privatleben zugunsten des wissenschaftlichen Zieles zurückstellten.

LEBENS LAUF

Persönliche Daten:

Name: Peter Scholz
Geburtsdatum: 28. März 1952
Geburtsort: Stuttgart
Staatszugehörigkeit: Deutsch
Familienstand: verheiratet, 2 Kinder

Schulische und berufliche Ausbildung:

1959 – 1960 Volksschule Friolzheim/Kreis Leonberg
1960 – 1964 Volksschule Stuttgart-Zuffenhausen
1964 – 1969 Park-Realschule Stuttgart-Zuffenhausen
1969 – 1972 Industriekaufmannslehre bei der Firma
Fahrzeugbau Haller GmbH, Stuttgart-Feuerbach
1973 – 1976 Kolleg am Stiftsgymnasium Sindelfingen
Mai 1976 Abitur am Stiftsgymnasium Sindelfingen

Universitätsausbildung:

Oktober 1976 – 1983 Studium der Geologie an der Bayerischen Julius-
Maximilians-Universität Würzburg
März 1983 Diplom in Geologie mit dem Thema:
„Erläuterungen zur geologischen Kartierung des SW-
Quadranten des Blattes 6126 Dettelbach 1:25000.“
seit Oktober 1986 Doktorand am Mineralogischen Institut der Bayerischen
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
Thema der Dissertation:
„Archäometrische Untersuchungen an Keramik des 9. -
17. Jahrhunderts der Stadtgrabung Braunschweig“

Berufspraxis und wissenschaftliche Tätigkeit

08/1979 – 09/1979 Auslandspraktikum National Oil Corporation of Libya
09/1984 – 03/1985 pmi-Verlag GmbH Frankfurt
Vertriebsassistent der Geschäftsleitung
04/1985 – 12/1985 Firma Allié GmbH Miltenberg
Vertriebsleitung
08/1987 – 10/1989 Wissenschaftliche Hilfskraft am Mineralogischen Institut
der Universität Würzburg