

**Petrographische und geochemische Untersuchungen an
archäologischer Keramik aus Nordost-Syrien, Südost-
Anatolien, Ost-Anatolien und Ost-Georgien**

D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Naturwissenschaften
der Geowissenschaftlichen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität Tübingen

vorgelegt von

Mustafa Kibaroğlu

aus Ardeşen/Türkei

2008

Tag der mündlichen Prüfung: 04.02.2008

Dekan: Prof. Dr. Peter Grathwohl

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. h. c. Muharrem Satır

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Ernst Pernicka

EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit mit dem Titel „**Petrographische und geochemische Untersuchungen an archäologischer Keramik aus Nordost-Syrien, Südost-Anatolien, Ost-Anatolien und Ost-Georgien**“ selbstständig und ohne Benutzung anderer als der von mir angegebenen Hilfsmittel verfasst habe. Alle Stellen, die wortgetreu oder sinngemäß aus anderen Veröffentlichungen entnommen sind, wurden als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit hat noch keine anderen Stellen zum Zwecke der Erlangung eines Doktor-Grades vorgelegt.

Tübingen, 2008



(Mustafa KİBAROĞLU)

Nana şkimi şeni
Für meine Mutter

INHALTSVERZEICHNIS

Danksagung	1
Zusammenfassung	3
Summary	7
Özet	10

KAPITEL 1

ALLGEMEINE EINFÜHRUNG	14
1.1. Ziel der Arbeit.....	16
1.2. Entstehung von Tonmaterial	19
1.3. Mineralogie und Geochemie der Sedimente	22
1.4. Archäometrische Untersuchungen an den Keramik.....	27
1.5. Methoden zur Herkunftsbestimmung der Keramik.....	28
1.5.1. Petrographische Methode (Dünnschliffanalyse).....	29
1.5.2. Geochemische Methode	33
1.5.2.1. Wellenlängendispersive Röntgenfluoreszenzanalyse (WDRFA).....	37
1.6. Probenauswahl	40
1.7. Datenauswertung.....	41

KAPITEL 2

ARCHÄOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DEN KERAMIKWAREN AUS NORDOST-SYRIEN UND SÜDOST-ANATOLIEN.....	43
2.1. Einführung	43
2.2. Überblick über die Geologie Nordost-Syriens und Südost-Anatoliens	44
2.2.1. Nord-Syrien und Südost-Anatolien	46
2.2.1.1. Die Arabische Plattform.....	47
2.2.1.2. Imbrikationszone.....	47
2.2.1.3. Deckenfaltungszone	48
2.3. Geochemische Eigenschaften natürlicher Tone aus NO-Syrien und SO-Anatolien	52
2.3.1. Auswahl der Tonproben	52
2.3.2. Haupt- und Spurenelementzusammensetzung.....	56
2.4. Dark Rimmed Orange Bowl-Ware (DROB-Ware).....	60
2.4.1. Einführung	60
2.4.2. Probenauswahl.....	63
2.4.3. Ergebnisse	64
2.4.3. 1 Petrographische Analyse.....	64
2.4.4. Chemische Untersuchungen	71
2.4.4.1. Charakterisierung und Klassifizierung der Ware	71
2.4.5. Herkunft der Dark Rimmed Orange Bowl-Ware.....	75
2.4.6. Diskussion und Zusammenfassung	83

2.5. Graue Ware	86
2.5.1. Einführung.....	86
2.5.2. Probenauswahl.....	90
2.5.3. Ergebnisse	90
2.5.3.1. Petrographische Analysen.....	90
2.5.3.1.1. Petrographische Gruppe 1 (PG-1).....	91
2.5.3.1.2. Petrographische Gruppe 2 (PG-2).....	93
2.5.3.1.3. Petrographische Gruppe 3 (PG-3).....	94
2.5.3.1.4. Petrographische Gruppe 4 (PG-4).....	96
2.5.3.2. Chemische Analysen.....	101
2.5.3.2.1. Chemische Charakterisierung und Klassifizierung der Grauen Ware.....	101
2.5.4. Zur Herkunft der Grauen Waren	108
2.5.5. Zusammenfassung.....	114
2.6. Nordmesopotamische Metallische Ware	116
2.6.1. Einführung.....	116
2.6.2. Ziel der Analysen	119
2.6.3. Probennahme und Vorgehensweise.....	120
2.6.4. Ergebnisse der chemischen Analyse.....	121
2.6.4.1. Chemische Eigenschaften und Gruppierung der nordmesopotamischen Metallischen Ware	121
2.6.5. Zur Herkunft der nordmesopotamischen Metallischen Ware.....	123
2.6.5.1. Zur Herkunft der <i>kalkreichen</i> nordmesopotamischen Metallischen Ware.....	124
2.6.5.2. Zur Herkunft der <i>kalkarmen</i> nordmesopotamischen Metallischen Ware.....	125
2.6.5.2.1. Untersuchungen zum Ausgangsgestein des Tonmaterials <i>kalkarmer</i> nordmesopotamischer Metallischer Ware.....	127

KAPITEL 3

KURA-ARAKS WARE AUS SOS HÖYÜK, OST-ANATOLIEN.....	134
3.1. Einführung	134
3.2. Probenauswahl und makroskopischen Merkmalen der Keramik.....	140
3.2.1. Die Keramik aus Sos Höyük	140
3.4. Überblick über die Geologie Ost-Anatoliens und die Erzurum-Region	143
3.5. Ergebnisse.....	146
3.5.1. Petrographische Analysen	146
3.5.1.1. Petrographische Gruppe 1 (PG-1)	147
3.5.1.2. Petrographische Gruppe 2 (PG-2).....	149
3.5.1.3. Petrographische Gruppe 3 (PG-3).....	151
3.5.1.4. Petrographische Gruppe 4 (PG-4).....	152
3.6. Chemische Analysen.....	156
3.7. Herkunftsbestimmung.....	161
3.8. Diskussion und Zusammenfassung.....	165

KAPITEL 4

MITTELBRONZE- BIS EISENZEITLICHE KERAMIK AUS DIDI GORA UND UDABNO I, OST-GEORGIEN	168
4.1. Einführung	168
4.2. Die archäologische Gliederung und Beschreibung der Waren aus Didi Gora	172
4.3. Probenauswahl	173
4.4. Überblick über die Geologie Ost-Georgiens.....	174
4.5. Ergebnisse	178
4.5.1. Petrographische Analysen an den Keramik aus Didi Gora	178
4.5.2. Petrographische Analysen an Feine Ziegel Ware aus Udabno I.....	182
4.6. Chemische Untersuchungen.....	183
4.6.1. Haupt- und Spurenelementzusammensetzung der Keramik aus Didi Gora	183
4.6.2. Feine Ziegel Ware aus Udabno I	189
4.7. Herkunft der Ware von Didi Gora und Udabno I	189
4.7.1. Didi Gora.....	189
4.7.2 Udabno I (Feine Ziegel Ware).....	195
4.8. Zusammenfassung.....	196

KAPITEL 5

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK.....	198
LITERATURVERZEICHNIS	206
Anhang 1.....	230
Anhang 2.....	231
Anhang 3.....	232
Anhang 4.....	233
Anhang 5.....	234
Anhang 6.....	235
Anhang 7.....	236
Anhang 8.....	237
Anhang 9.....	238
Anhang 10.....	240
Anhang 11.....	242
Anhang 12.....	244
Anhang 13.....	245
Anhang 14.....	247
Anhang 15.....	248
Anhang 16.....	250

Danksagung

Die vorliegende Dissertation wurde als Teilprojekt im Rahmen des Graduiertenkollegs „*Anatolien und seine Nachbarn*“ im Institut für Geowissenschaften der Eberhard-Karls-Universität Tübingen durchgeführt.

Auf dem Weg zum Abschluss dieser Arbeit haben mich einzelne Personen unterstützend und beratend begleitet. Allen voran danke ich dem Doktorvater meiner Arbeit, Herr Prof. Dr. Muharrem Satır für die Übernahme der Betreuung sowie für sein stetiges Interesse am Fortgang der Arbeit. Den viel zu früh verstorbenen Herr Prof. Dr. Osman Manfred Korfmann. Herr Prof. Dr. Peter Pfälzner danke ich für Vergabe der Themen, für die Anregung der Fragestellung, für die Übergabe des Probenmaterials sowie für ihr stetiges Interesse an der Durchführung der Arbeit.

Besonders danken möchte ich Alice Bianchi für ihre hilfreiche Unterstützung bei der Beschaffung des Probenmaterials, für ihre Diskussionsbereitschaft und ihre konstruktiven Gespräche, die wesentliche archäologische Aspekte der Arbeit erst ermöglichte. Auch möchte ich Gabriele Kastl für ihre Diskussionsbereitschaft und Unterstützung bezüglich der archäologischen Fragen danken.

Ohne die entsprechenden Keramikproben aus den zahlreichen Fundorten und Museen, welche mir von verschiedenen Personen und Institutionen großzügig zur Verfügung gestellt wurde, wäre die vorliegende Arbeit nicht zustande gekommen. Dafür und für die Erlaubnis zur Probennahme vor Ort und in den Museen möchte ich mich sehr herzlich bedanken bei: Prof. Dr. Marilyn Kelly-Buccellati (Research Associate, Cotsen Institute of Archaeology, UCLA, Department of Art, CSULA), Dr. Joan Oates (McDonald Institute for Archaeological Research), Prof. Dr. Piotr Bielinski und Dr. Anna Smogorzewska (Polish Center of Mediterranean Archaeology, Polen), Dr. Tom Broekmans (Department of Chemistry, University of Antwerp, Belgium). Kulturministerium der Republik Türkei (Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü), Prof. Dr. Tuba Ökse (Fakultät für Kunst und Wissenschaften, Universität Koçaeli, Türkei), Prof. Dr. Gülriz Kozbe (Abteilung für Archäologie, Universität Ege, Türkei), Prof. Dr. Antonio Sagona (Zentrum für Klassik und Archäologie, Universität Melbourne), Mustafa Erkmen (Direktor des archäologischen Museums in Erzurum, Türkei), Prof. Dr. Konstantin Pizchelaury (Georgische Akademie der Wissenschaften, Georgien), Dr. Jan-Krzysztof Bertram (Institut für Archäologie, Middle East Technical University, Türkei), Dr. Katleen Deckers (Ältere Urgeschichte und Quartärökologie, Eberhard-Karls-Universität Tübingen).

Dr. Christian Falb (Archäologisches Institut, Archäologie und Kulturgeschichte des Vorderen Orients, Johann Wolfgang Goethe-Universität) möchte ich für seine Aufmerksamkeit beim Lesen sowie bei der Korrektur der Arbeit und für seine anregenden Diskussionen herzlich danken. Bei Dr. Alexander Oberauer, Fatma Gülcan Genç, David Meier, Isabella Koth, Dr. Thomas Tütken möchte ich mich ebenso für das Korrekturlesen bedanken.

Ganz herzlich möchte ich mich auch bei allen technischen Angestellten am Lehrstuhl für Geochemie an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen bedanken, die mir im Laufe der Arbeit immer mit Rat und Tat zur Seite standen und eine sehr angenehme Atmosphäre entwickelten, die mir das Arbeiten hier im Institut immer zur Freude machte. Besonders möchte ich mich bei Dr. Heinrich Taubald für die Durchführung der Röntgenfluoreszenzanalyse und für die Diskussionsbereitschaft bei meinen Fragestellungen danken sowie bei Gisela Bartholomä und Bernd Steinhilber, für die Anfertigung der RFA-Schmelztabletten und für die Durchführung der RFA-Messungen. Frau Ute Wahl danke ich für ihre sehr freundliche Unterstützung bei den organisatorischen Angelegenheiten. Indra Gill-Kopp, Mitarbeiter vom Institut für Geowissenschaften, danke ich für die Herstellung der Dünnschliffe, die aufgrund des problematischen Scherbenmaterials viel Können und Erfahrung erforderten, aber dabei immer höchsten Qualitätsansprüchen genügten. Dr. Anne-Marie Wittke möchte ich mich für ihre große Hilfe bei allen Formalitäten im Laufe des Graduiertenkollegs bedanken. Ein herzlicher Dank geht an Dipl.-Geol. Gürsel Sunal für seine Freundschaft und konstruktiven Diskussionen.

Nicht zuletzt gilt mein Dank folgenden Kollegen, Kolleginnen und Freunden, die mich im Verlauf dieser Arbeit durch ihr Interesse, ihre Diskussionsbereitschaft oder sonstige Hilfestellung unterstützt haben: Azize Leygara, Dr. Mehmet Işıklı (Universität Erzurum, Türkei), Dr. Arsen Bobokhjan, Odilia Nzegge, Dr. Cosmas Shang, Mischa Hagmair. Dr. Farkas Pinter möchte ich für die fachliche Diskussionen über die Methoden der Keramikuntersuchungen danken.

Mein besonderer Dank gilt meiner Familie, die immer an meiner Seite standen. Ebenso danken möchte ich meinem Onkel Ş. Ali Önkibar, meinen Cousins Kasım Akcanca, Enis Önkibar, die mich zu jeder Zeit vom ganzen Herzen unterstützt haben.

Last but not least möchte ich mich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) bedanken, die im Rahmen des Projekts „*Anatolien und seine Nachbarn*“ der Universität Tübingen meine umfangreichen Forschungsarbeiten 3 Jahre lang finanziert hat.

Zusammenfassung

Die in den letzten Jahrzehnten zunehmende Anwendung naturwissenschaftlicher analytischer Methoden in der Erforschung antiker Kulturen hat einen beachtlichen Beitrag zur Lösung diverser archäologischer bzw. historischer Fragen geleistet. In dieser Dissertation wurden zwei geowissenschaftliche analytische Methoden, Petrographie (Dünnschliffanalyse) und Röntgenfluoreszenz (RFA) zur Beantwortung archäologischer Fragen an antiken Keramikwaren angewandt. Das Hauptziel der Untersuchungen war die Bestimmung der Herkunft (Produktionsort) und der Herstellungstechnik von Keramik, die aus unterschiedlichen Zeiten vorchristlicher Kulturen bzw. Regionen stammen. Dabei handelte es sich um drei verschiedene frühbronzezeitliche (ca. 2800-2000 v. Chr.) Keramikgattungen aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien; die so genannte Dark Rimmed Orange Bowl Ware (DROB-ware), die Graue Ware und die nordmesopotamische Metallische Ware. Als vierter Warentyp ist die spätkalkolithische bis mittelbronze-/spätbronzezeitliche (ca. 3500-1500 v. Chr.) Kura-Araks Ware aus Sos Höyük in Ost-Anatolien zu nennen, welche die kennzeichnende Keramik der Kura-Araks Kultur darstellt und ebenfalls untersucht wurde. Zudem wurden fünf zusätzliche mittelbronze-, spätbronze-/früheisenzeitliche Waren (ca. 2000-800 v. Chr.) aus Didi Gora und Udabno I, Graue Ware, Braune Ware, Schwarz Polierte Ware und Braun Polierte Ware aus der Siedlung Didi Gora sowie früheisenzeitliche feine Ziegel Ware aus Udabno I (Ost-Georgien) untersucht.

Die genannten Untersuchungen wurden zielgerecht an ausgesuchten 174 Keramikproben durchgeführt. Die Scherben wurden mit RFA analysiert, insgesamt 92 Dünnschliffe der Scherben wurden petrographisch-mineralogisch untersucht. Zusätzlich wurden insgesamt 63 geologische Proben, d.h. lokale Tonproben aus dem Untersuchungsbereich für chemische und petrographische Vergleiche mit aufgenommen, zudem wurden 15 Proben sicher lokal hergestellter Keramik, einer rezenten Keramik sowie drei Fehlbrände hinzugezogen.

Dark Rimmed Orange Bowl-Ware: Die Untersuchungen an Dark Rimmed Orange Bowl-Ware (DROB, datiert ca. 2250-2000 v. Chr.) zeigen, dass diese Ware in Südost-Anatolien aus den Tonvorkommen zwischen Diyarbakır und Giricano hergestellt wurde und von dort aus bis Tell Bdēri, südlich von Al-Hasakah in Nordost-Syrien gehandelt wurde. Für die Keramikproduktion hat man mindestens zwei Tonvorkommen in der genannten Region ausgebeutet. Vor der Produktion hat man das Rohmaterial erst geschlämmt, und dann die auf der Drehscheibe gefertigten Gefäße bei einer Temperatur von max. 850°C in oxidierender Atmosphäre gebrannt, was auch die rote Farbe der Keramik zeigt. Die Analysendaten deuten auf

eine „Standardisierung der Produktion“ hin, jedoch sollten hierzu weitere Untersuchungen folgen.

Graue Ware: Die durch eine geglättete Oberfläche charakterisierte Graue Ware aus Nordost-Syrien, datiert in die Phase Früh-Ĝazīra III-V (ca. 2600/2550-2000 v. Chr), wurde unter Nutzung lokaler Tonvorkommen in Nordost-Syrien produziert. Mindestens vier Tonquellen im Bereich der Fundorte der Scherben wurde für die Produktion verwendet. Es gibt eine feine Variante und eine grobe Variante der Keramik, die durch unterschiedliches Produktionsverfahren entstanden sind. Die feine Variante wurde scheinbar immer aus derselben Tonquelle hergestellt, während man für die grobe Variante verschiedene Tonvorkommen benutzt hat. Das Rohmaterial wurde sowohl gemagert, als auch ohne Aufbereitung zur Keramikproduktion benutzt und in der Regel wurden in reduzierender Atmosphäre bei einer Temperatur von max. 800-850 °C gebrannt.

Die Daten zeigen, die Problematik zur archäologische Klassifikation dieser Ware die Feinheit der Waren lässt sich als Grundlage dafür anzuwenden und auch die im Grunde gut geglätteten Oberflächen der feinen Variante können ebenfalls als ein Kriterium für die Warengruppierung dienen. Die Farbe der Keramik ist hingegen kein verlässliches Kriterium für eine Warenklassifizierung.

Nordmesopotamische Metallische Ware: Chemische Analysen an der frühbronzezeitlichen, (ca. 2800-2200 v. Chr.) nordmesopotamischen Metallischen Ware zeigen, dass sie aus zwei sehr unterschiedlichen Rohstoffen hergestellt wurde. Aufgrund ihres Kalkgehalts kann eine kalkarme und eine kalkreiche Gruppe unterschieden werden, die Analytik zeigt, dass die kalkreiche Gruppe aus lokalem Tonmaterial in Nordost-Syrien hergestellt wurde. In der vorliegenden Arbeit konnte eine Vermutung über die bisher nicht lokalisierte Tonquelle der kalkarmen Variante der nordmesopotamischen Ware gegeben werden. Die chemischen Eigenschaften dieser kalkarmen Variante weisen darauf hin, dass das Ausgangsgestein dieses speziellen Tons ein Sedimentgestein (tonschieferartig) mit saurer Gesteinschemie sein muss. Die Rahmen der Arbeit analysierte Tonprobe aus Uslu Köy, lokalisiert im so genannten Pütürge Massiv, 35 km südwestlich von Elazığ, gibt erste Hinweise, dass das Rohmaterial kalkarmer nordmesopotamischer Ware vermutlich in dieser Region liegt, jedenfalls es wurde eine passendes Tonvorkommen innerhalb dieser Region gefunden.

Kura-Araks Ware: Petrographische und geochemische Untersuchungen an Kura-Araks Ware, datiert ca. 3500-1500 v. Chr., aus Sos Höyük in Ost-Anatolien, legen dar, dass sie aus verschiedenen lokalen Tonvorkommen in Sos Höyük oder in der unmittelbare Nähe hergestellt

wurden. Zur Herstellung wurden weder bestimmte Tonressourcen für bestimmte Warentypen (d.h. Proto-Kura-Araks Ware, Black Burnished Ware, Kura-Araks Ware, Dark Gritty Ware, Drab Ware) verwendet, noch wurde für eine bestimmte Periode hier eine Unterscheidung getroffen. Die Keramik wurden in der Regel in sauerstoffarmer Atmosphäre bei einer Temperatur unterhalb von 800-850°C gebrannt. Archäometrisch lässt sich zwischen der Zeitspanne vom Spätchalkolithikum bis in die Mittelbronze-/Spätbronzezeit keine besondere Veränderung in der Herstellungstechnik erkennen. Dieses Produktionsverhalten (d.h. die Nutzung diverser Tonressourcen) ist als ein Indiz zu sehen, dass die Keramik für Haushaltszwecke hergestellt wurde. Die Daten zeigen, dass die Keramik der so genannten Markopie-Bedeni Kultur, die Bedeni Keramik, die ebenfalls hier untersucht wurde, ebenso lokal hergestellt wurde. Sie zeigt auch in ihrer Herstellungstechnik keinen ersichtlichen Unterschied zur Kura-Araks Ware. Obwohl auf der einen Seite diskutabel ist, dass es eine Übernahme der Markopie-Bedeni Keramiktradition durch die Kura-Araks Gesellschaft gegeben hat, scheint es jedoch plausibler zu sein, dass diese archäometrischen Daten auf Koexistenz der Kura-Araks und der Markopie-Bedeni Gesellschaft in Sos Hüyük (oder generell in der Pasinler-Ebene) hinweist.

Keramik aus Didi Gora und Udabno I: Bei der Keramik aus Ost-Georgien, handelt es sich um Ware aus den Siedlungen Didi Gora und Udabno I (Mittelbronze-, Spätbronze-/Früheisenzeit Graue Ware, Braune Ware, Schwarz Polierte und Braun Polierte Ware aus Didi Gora sowie früheisenzeitliche Feine Ziegelware aus Udabno I). Die Untersuchungen zeigen, dass diese Keramik aus lokalem Ton hergestellt wurde. Zur Produktion benutzte man diverse unterschiedliche Tonquellen. Aufgrund der analytischen Daten kann man in Didi Gora mindestens zwei Tonquellen unterscheiden, die zwischen den Ortschaften Pona und Bodbizchevi vorkommen und zur Herstellung verwendet wurden. Man hat auch hier keine bestimmte definierte Tonquelle für einen definierten Warentyp bzw. eine bestimmte Periode verwendet. Bei der Herstellung wurde das Rohmaterial zum Teil mit Flusssand (vermutlich aus dem Alazani-Fluss) gemagert und in der Regel in reduzierender Atmosphäre bei einer Temperatur zwischen 700-850°C gebrannt. Das Rohmaterial für die feine Ziegelware aus Udabno I dagegen wurde aus einer anderen Tonquelle mit deutlich abweichenden Toneigenschaften hergestellt, wie sie z.B. in Patardzeuli, Ikalto und Bodbiszchevi vorkommen. Das Tonvorkommen in Bodbiszchevi dürfte dabei die wahrscheinlichste Ressource für diese Keramik sein (dafür spricht die Ähnlichkeit der Cr- und Sr-Konzentrationen der Rohmaterialien mit denen der feinen Ziegelware). Die Herstellungstechnik dieser Keramikgattung ist signifikant anders als diejenige in Didi Gora. Das Rohmaterial wurde zunächst geschlämmt und sorgfältig auf-

bereitet und anschließend bei einer Temperatur von max. 800-850°C in oxidierender Atmosphäre gebrannt.

Summary

Analytical methods of the Geosciences that have been steadily applied in the last decades in archaeological and historical investigations of ancient societies have yielded substantial contribution to answer various archaeological and historical questions. For this Ph.D. thesis research, two geological methods; petrographic (thin section analysis) and geochemical (X-ray fluorescence analyses) methods were applied to throw light on some archaeological questions related to a variety of selected ancient ceramics.

The main goal of the study was to determine the provenance and production technology of three Early Bronze Age (ca. 2800-2000 BC.) ceramics (the so called Dark Rimmed Orange Bowl Ware (DROB-ware), Gray Ware, and North Mesopotamian metallic ware), from northeast Syria and southeast Anatolia and the Late Chalcolithic to the Middle Bronze Age (ca. 3500-1500 BC.) Kura-Araxes ware from Sos Höyük in eastern Anatolia. In addition, five different Middle Bronze, Late Bronze/Early Iron Age (ca. 2000 to 800 BC.) ceramics (Gray Ware, Brown Ware, Black Burnished Ware, Brown Burnished Ware from Site Didi Gora and Early Iron Age Fine Brick ware from Udabno I in eastern Georgia), were investigated.

A total of 174 ceramic samples were analyzed by X-ray fluorescence technique for determination of major and trace element composition. A total of 92 thin-sections of selected samples were prepared and their petrography and mineralogy examined. In addition, 63 geological samples (i.e. local clay samples from the study area) and 15 ceramic sherds of known origin, one recent pot fragment and tree ceramic waste products were also examined for geochemical and petrographic comparison.

Dark Rimmend Orange Bowl-ware (DROB-ware): Petrographic and geochemical investigations of the Dark Rimmend Orange Bowl-ware (dated ca. 2250-2000 B.C.) from northeast Syria and southeast Anatolia, suggest that they were manufactured from local clays exposed between Diyarbakır and Bismil in South East Anatolia and then traded to northeast Syria, and as far as south of Al-Hasakah. For their production, at least two different clay sources that occur in the mentioned area were used. At first the raw materials were lavigated. The vessels were made on a turntable, and then burned at a maximum temperature of 850°C under oxidizing atmospheric conditions. This aspect is marked by their typical orange color. The analytical data point to a standardization of the production of the Dark Rimmend Orange Bowl-ware. However, this conclusion needs to be verified by further archaeometric investigations.

The Grey Ware: The archaeometric analysis suggest that the Gray Ware from northeast Syria (dated ca. 2600/2550-2000 BC.), that is characterized by burnished surface treatment was produced from local clay sources in northeast Syria. At least four different clay sources exposed in the vicinity of settlement areas were used. There are different procurement patterns of clay for production of Gray Ware. The fine variant of the Gray Ware was produced from a single clay source, whereas the coarse one was a product of different clay sources. The clay paste of the coarse variants of Gray Ware was sometimes tampered. The finished vessels were as a rule burned in reducing atmospheric conditions and at a maximum temperature of between 800-850°C.

The analytical data show that the fineness of the ware, (grain size of inclusions) can be a criterion for the archaeological classification of the Gray Ware. The well burnished surface feature can also serve as a criterion of the archaeological classification. In contrary, the color of the ceramics that is a result of different burning conditions seems not to be a reliable criterion for their archaeological classification.

North Mesopotamian metallic ware: The chemical analyses of the Early Bronze Age (ca. 2800-2200 B.C.) North Mesopotamian metallic ware show that this very interesting ceramic was produced from two very different clay materials, classified according to their CaO content as calcareous metallic ware and non-calcareous metallic ware. The analyses proved that the calcareous variant of the North Mesopotamian metallic ware was produced from local clays in northeast Syria.

Geochemical analyses of the present work give first hand clues about the hitherto unknown location of the clay source of the non-calcareous variant of the North Mesopotamian metallic ware. The chemical properties of this group point out that the source rock of this special clay seems to be sedimentary rocks (like slate) that have acidic chemical affinity. Within the frame of this work, one clay sample collected from Uslu Köy situated in the area of so the called Pütürge-Massive, some 35 km south west of the Elazığ province in south east Anatolia, shows great similarity in its chemical composition to the non-calcareous Group of the North Mesopotamian metallic ware. Thus, for the first time giving clues that the clay source of this ceramic might be located in this region. This is at the least an evidence of the existence of clay deposits similar to the North Mesopotamian metallic ware in this region. But this result needs to be confirmed by extensive archaeometric investigations in the region.

Kura-Araxes ware: Petrographic and geochemical investigations of the Kura-Araxes Ware (i.e. Proto Kura-Araxes ware, Black Burnished ware, Kura-Araxes ware, Dark Gritty ware

and Drab ware) from Sos Höyük in eastern Anatolia (dated ca. 3500 to 1500 B.C), revealed that they were produced from at least four different local clay sources in Sos Höyük and/or its vicinity. No specific clay source was preferentially used for a specific ceramic type or at a certain period. As a rule, the finished vessels were burned in reducing atmosphere at a temperature below 850°C.

Archaeometric data further show that there was no particular change in the production technology during the Late Chalcolithic to the Middle Bronze/Late Bronze Age in Sos Höyük. The production pattern (i.e. use of various clay sources, production technology) suggests that the wares were most probably produced for household use. The analytical data of the ceramic samples of the so called Martkopi-Bedeni Culture, the Bedeni ware, suggest that they were also locally produced. They show no different production technology from the Kura-Araxes ware. Although these results might indicate an adoption of the Martkopi-Bedeni ceramic tradition by the Kura-Araxes society, but it is more plausible that the Kura-Araxes and Martkopi-Bedeni population might have coexisted in Sos Höyük (and in the Pasinler region in eastern Anatolia in general).

Ceramics from Didi Gora and Udabno I: Ceramics from eastern Georgia, from the Didi Gora and Udabno I settlements consist of Middle Bronze and Late Bronze/Iron Age (2000-800 BC.) Gray ware, Brown ware, Black Burnished ware, Brown Burnished ware and Early Iron Age Fine Brick ware. Analyses show that all selected ceramics were produced from different local clay materials in eastern Georgia. It comes out that, at least two different clay sources located between Pona and Bodbizchevi localities were used for ceramic production in Didi Gora.. Here also no specific clay source was preferentially used for a specific ceramic type or during specific periods. The clay material was partly tampered with, most probably by the addition of sands from Alazani River during production. The finished vessels were usually burned in reducing atmospheric conditions and at temperatures between 700-850°C.

The Fine Brick ware that clearly has different clay properties from Didi Gora ceramics were produced from other clay sources. Elemental composition of the clays exposed in Patardzeuli, Ikalto and Bodbiszchevi are close to the Fine Brick ware composition. But the clay samples from Bodbiszchevi show more similarity, especially in their Cr and Sr content, thus suggesting the clay from Bodbizchevi as the most probable source of Fine Brick ware raw material. Production technology of this ceramic type is very different than the Didi Gora. The raw material was levigated and clay paste was carefully prepared. The finished vessels were burned under oxidizing atmospheric conditions and at temperatures of below 850°C.

Özet

Yer bilimlerine ait metotların eski kültürlerin araştırılmasında son on yıllarda artarak kullanılması, gerek arkeolojik gerekse tarihsel soruların aydınlatılmasında çok önemli katkılarda bulunmuştur.

Bu çalışmada yerbilimi yöntemlerinden olan petrografi ve X-ışını floresans spektrometri ile aşağıda bahsedilen antik seramikler incelenerek, bunlarla ilgili kimi arkeolojik sorular cevaplandırılmıştır. Çalışmanın ana amacı milattan önceki dönemlere ait farklı kültür ve bölgelerden gelen seramiklerin üretildikleri yerleri belirlemek (köken tayini) ve bu seramiklerin yapımında uygulanan üretimin tekniği hakkında bilgi edinmek olmuştur. İncelenen seramikler Erken Bronz Çağına (M.Ö. 2800–2000) ait olup, Kuzey Suriye ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde bulunan üç farklı seramik tipini içerir: Dark Rimmed Orange Bowl malları, Grau Ware (Gri mallar) ile Kuzey Mezopotamya metallic ware (Metallik mallar) ele alınmıştır. Dördüncü bir mal grubu olarak, Erzurum'un doğusunda bulunan Pasinler havzasındaki Sos Höyük'ten alınan Geç Kalkolitik-Orta Bronz Çağlarına ait (M.Ö. 3500–1500) Kura-Araks malları da incelenmiştir. Bu seramik tipi Kura-Araks Kültürünün en tipik maddi kalıntısıdır. Bunlara ek olarak Gürcistan'ın doğusunda bulunan Didi Gora ve Udabno I arkeolojik yerleşim yerlerinden alınan Orta Bronz, Geç Bronz/Erken Demir çağlarına ait (M.Ö. 2000–800) beş farklı seramik tipinin analizi gerçekleştirilmiş olup, bunlar Gray Ware (Gri seramik), Brown Ware (Kahve renkli seramik), Black Burnished Ware (Siyah açkılı seramik), Brown Burnished Ware (Kahve renkli açkılı seramik) ve Udabno I den alınan Fine Brick-Ware (İnce tuğla renkli seramik) örneklerinden oluşmuştur.

Çalışmada amaca uygun olarak seçilen toplam 174 seramik örneği analiz edilmiştir. Seçilen bütün örneklerde X-ışını floresans spektrometri yöntemi ile ana ve iz element bileşimi saptanmıştır. Söz konusu örnekler arasından toplam 92 adet ince kesit hazırlanarak, petrografik-minerolojik analiz yöntemi ile incelenmiştir. Seramiklerin buluntu yerleri ve yakın çevrelerinden toplam 63 adet kil örneği, 15 adet üretim yeri arkeolojik olarak kesin olan seramik parçası, bir adet güncel seramik örneği ve üç adet pişirme esnasında deforme olmuş seramik parçası da, örneklerin kimyasal ve petrografik-minerolojik bileşimleri ile karşılaştırılmak amacıyla, aynı analizlere tabi tutulmuştur.

Dark Rimmed Orange Bowl Ware: Yapılan analizler (arkeometrik incelemeler) Dark Rimmed Orange Bowl malların (M.Ö. 2250–2000 tarihleniyor) Güneydoğu Anadolu bölgesinde, Diyarbakır ile Bismil arasında mevcut killerden üretildiğini ve buradan Kuzey Suriye'de Al-Hasakah şehrinin güneyinde yer Tell Bdâri yi de kapsayan geniş bir alana kadar

ihraç edildiğini göstermektedir. Bu seramiklerin üretiminde bahsedilen bölgede mevcut olan en az iki farklı kil yatağı kullanılmıştır. Üretimde kullanılan killerin kaba katkılardan arındırılmasından sonra, elde edilen hamurdan döner çark üzerinde şekillendirilmiş, ardından 850°C’ın altında oksidasyon karakterli atmosferde pişirilmiştir. Analiz verileri Dark Rimmed Orange Bowl seramiklerinin belli bir standardizasyona ulaşmış üretim modeli ile üretildiğine işaret etmektedir. Fakat bu sonucun ek analizler ile test edilmesi gerekmektedir.

Gray Ware: Arkeometrik analizler Kuzeydoğu Suriye’de bulunan, dış yüzeyi açkılı tipik özelliği ile karakterize olan Gray Ware’in (Gri Mallar) (M.Ö. 2600/2550-2000 tarihleniyor) Kuzeydoğu Suriye’de mevcut killerden üretildiğini göstermektedir. Seramikler buluntu yerlerinde en az dört farklı kil kaynağından üretilmişlerdir. Gray Ware ince ve kaba mallar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Analizlere göre ince seramikler tek bir kil yatağında üretilirken, kaba mallar için farklı kil kaynakları kullanılmıştır. Kaba mallar hem katkı maddesi katılan kilden, hem de herhangi bir katkı eklenmeden kilin doğal halinden üretilmekteydiler. Seramikler kural olarak indirgeme karakterli (oksijence fakir) atmosferde, maksimum 800–850°C de pişirilmekteydi. Özellikle petrografik analizler, arkeolojik olarak sınıflandırması sorunlu olan bu mallar için, ince kil özelliğinin (ince mallar) kriter olabileceğini göstermektedir. İnce malların yüzeyinin iyi açkılanmış olması da, bu açıdan kriter teşkil edebilir niteliktedir. Buna karşın seramiği rengi sınıflamada kriter olabilecek nitelikte değildir.

North Mesopotamian metallic ware: Kimyasal analizler Erken Bronz Çağına ait (M.Ö. 2800–2000) Kuzey Mezopotamya metallic ware’lerin kimyasal olarak çok farklı iki kilden üretildiğini göstermektedir. İçerdikleri kireç oranlarına göre bu mallar, biri kireçli diğeri ise kireçsiz olmak üzere iki ana kimyasal gruba ayrılmaktadır. Analizler kireçli grubun (calcareous North Mesopotamian metallic ware) Kuzey Suriye’deki killerden üretildiğini göstermektedir. Bugüne kadar yapılan birçok arkeometrik çalışmada yeri belirlenemeyen kireçsiz Kuzey Mezopotamya metalik ware’e (non-calcareous North Mesopotamian metallic ware) ait kil kaynağı hakkında, bu çalışmada ilk kez ciddi ipuçlarına ulaşılmıştır. Bu gruba ait seramiklerin kimyasal özelliği (kireçsiz kilin), asidik kimyasal bileşime sahip sediment kayaların (slate gibi) altere olması sonucu oluşan killerden üretildiği göstermektedir. Çalışma kapsamında Pütürge-Masifi içinde, Elazığ’ın yaklaşık 35 km güney batısında yer alan Uslu Köy’den alınan kil örneğinin kimyasal olarak kireçsiz Kuzey Mezopotamya metallic ware ile benzeşmesi, bu malların ham maddesinin bu bölgede bulunduğunu, en azından bu bölgede kimyasal bileşimi bakımından benzer özelliğe sahip killerin mevcut olduğunu göstermektedir.

Kura-Araks Ware: Doğu Anadolu'da Erzurum yakınında bulunan Sos Höyük'ten alınan Kura-Araks Malları üzerinde yapılan petrografik ve jeokimyasal analizler, bunların Sos Höyükte ve/veya çok yakın çevresinde mevcut olan çeşitli kil kaynaklarından üretildiğini göstermektedir. Bu çalışmada Proto Kura-Araks, Black Burnished-Ware, Kura-Araks-, Dark Gritty-, Drab Ware mal grupları ele alınmıştır. Analizler M.Ö. 3500-1500'e uzanan bir zaman aralığına tarihlenen bu seramiklerin üretiminde, belli bir kil kaynağının belirli bir seramik tipi için kullanılmadığını; belli bir dönemde de sadece belli bir kil kaynağında tercih edilmediğini ve farklı killerin her dönemde kullanıldığını göstermektedir.

Üretilen kaplar kural olarak oksijensiz atmosferde 800–850°C'nin altında pişirilmekteydi. Arkeometrik analizler Sos Höyük'te Geç Kalkolitik ile Orta Bronz Çağları arasında üretim geleneğinde dikkate değer herhangi bir teknolojik değişimin olmadığına işaret etmektedir. Sos Höyükteki seramik üretim modeli (örneğin farklı killerin kullanılması gibi), bu malların ev ihtiyaçlarını karşılamak için üretildiğini düşündürüyor. Çalışmada analiz edilen Bedeni seramiklerinin de Sos Höyük'te yerli killere üretilmediğini göstermektedir. Analiz edilen örnekler üretim tekniği açısından Kura-Araks seramik geleneği ile benzer özellikler göstermektedir. Bu durum, her ne kadar bu bölgede Kura-Araks topluluğunun belki de Martkopi-Bedeni seramik geleneğini benimsediğini düşündürse de, bu durum daha çok Kura-Araks ve Martkopi-Bedeni topluluklarının bu bölgede yan yana yaşadığını düşünmek daha doğru olacaktır.

Didi Gora und Udabno I seramikleri: Doğu Gürcistan'da yer alan Didi Gora ve Udabno I yerleşim yerlerinden alınan Orta Bronz, Geç Bronz/Erken Demir Çağlarına ait (M.Ö. 2000–800) seramikler Gray Ware (Gri mallar), Brown Ware (Kahve renkli mallar), Black Burnished Ware (siyah açkılı mallar) Brown Burnished Ware (Kahve renkli açkılı mallar) ve Udabno I yerleşim yerinden Erken Demir Çağına ait Fine-Brick-Ware (İnce tuğla renkli seramik) den oluşmaktadır. Arkeometrik analizler incelenen seramiklerin hepsinin Doğu Gürcistan'da üretildiğini göstermektedir. Üretimde farklı kil kaynakları kullanılmıştır. Analiz verileri Didi Gora'dan alınan seramiklerin Pona ve Bodbizchevi kasabaları civarında mevcut olan, en az iki fakirli kil kaynağından üretildiğini göstermektedir. Analizler burada da seramiklerin üretiminde sadece belli bir kil kaynağının belli bir seramik tipi için kullanılmadığını ve belli dönemlerde de herhangi bir kil kaynağının tercih edilmediğini göstermektedir.

Seramikler hem içine katkı maddesi katılmış kil hamurdan (katkı maddesi olarak büyük ihtimalle Alazani nehrinden alınan kum kullanıldı) hem de herhangi bir katkı maddesi

kullanılmadan hazırlanan kilden üretilmişlerdir. Didi Gora seramikleri kural olarak indirgen (oksijensiz) atmosferde 700–850°C de pişirilmiştir.

Udabno I den alınan Fine Brick-Ware malları gerek kil ham maddesi açısından gerekse üretim tekniği açısından Didi Gora seramiklerinden tamamen farklıdır. Bu seramiklerin kimyasal bileşimleri Patardzeuli, Ikalto ve Bodbiszchevi kasabaları civarında mevcut olana killer ile benzerlikler göstermektedir. Bunların içinden Cr ve Sr konsantrasyonlarına dayanarak Bodbiszchevi civarında mevcut olan killerin muhtemelen Fine Brick-Ware malların üretiminde kullanıldığı söylenebilir. Analizlere dayanarak bu malların daha gelişkin üretim tekniği ile özenle hazırlanmış, kaba katkılardan temizlenmiş kilden üretildiğini söylenebilir. Fine Brick-Ware seramiği maksimum 800–850°C de oksijence zengin ortamda pişirilmiştir.

KAPITEL 1

ALLGEMEINE EINFÜHRUNG

Die Herstellung und der Gebrauch von Keramik hat eine sehr lange Tradition, die in vielen Teilen und Kulturen der Welt in unterschiedlichen Zeitabschnitten und in großer Vielfalt bezüglich Form, Farbe, Dekoration und Technik praktiziert wurde. Keramik stellt das erste synthetisch von Menschen hergestellte Produkt dar (Rice 1987). Aufgrund ihrer weit verbreiteten Herstellung in nahezu allen antiken Kulturen, ihres großen Widerstands gegen Zerfall und ihrer Beständigkeit, sowie ihrer vielfältigen Oberflächenverzierungen und Formen stellt sie eines der fundamentalen Artefakte zur Erforschung der Vergangenheit des Menschen dar (Arnold 1985; Rice 1987). Die Bezeichnung "Keramik" entstammt dem griechischen Begriff "*keramos*", den man als gebranntes Material oder Töpferware übersetzen kann und bezieht sich auf ein gebranntes Tonprodukt (Rice 1987). Soweit bekannt, findet sich die älteste Keramikware in Japan, die so genannte *cord-marked* Keramik der Jomon Kultur, die um 10.000 v. Chr. datiert (Rice 1999; Kirch 2001). In Anatolien tauchen ersten Keramikwaren um 8500-8000 v. Chr. in Beldibi (Bostancı 1959), um 6500-6000 v. Chr. in Çatal Höyük (Mellart 1964) auf. Die Keramikfunde aus Tell Seker al-Aheimar in der Habur-Region (Nordost-Syrien) datiert man zwischen dem präkeramischen Neolithikum (Pre-Pottery Neolithic-PPN) und der Proto-Hassuna-Zeit, nach Radiokarbondatierung um 7890 ± 200 bzw. 7750 ± 80 BP und entstammen der so genannten "Pre-Proto-Hassuna" Schicht (Nishiaki 2001; Nishiaki & Mière 2005). In Tell Sabi Abyad in der Balih-Region (Nord-Syrien) finden sich frühere Keramikfunde, die man um 6900-6800 v. Chr. datiert (Akkermans *et al.* 2006).

Im 19. Jahrhundert interpretierte man das Aufkommen von Keramikgefäßen in prähistorischen Gesellschaften im Kontext der „Evolutionstheorie“ als Phänomen der Wandlung der Gesellschaft von einer „Wildheit“ (*upper savagery*) zu einem „niedrigerem Barbarismus“ (*Lower Barbarismus*) (Morgan 1877). Heute wird oft die Entwicklung von Keramik durch den so genannten „*neolithic technocomplex*“, d. h. mit der Sesshaftigkeit bzw. mit

der aufkommenden Landwirtschaft erklärt (Rice 1987; Varndell & Freestone 1997). Dieses Erklärungsmodell ist jedoch umstritten. Nach Thissen (2007) sind die Beweggründe für die Einführung von Töpferwaren unklar. Praktische Erwägungen (z.B. häusliche Verwendung) wären eine mögliche Erklärung für die anfängliche Entscheidung Keramik zu produzieren. Eventuell könnte die Einführung der Keramik auch mit der Erschöpfung lokaler Ressourcen anderer Material gekoppelt gewesen sein (Thissen 2007).

In der archäologischen Forschung ist Keramik ein integraler Bestandteil der Interpretation der Ausgrabungsergebnisse (Anderson 1984). Im Verlauf der Forschungen wurde sie in zahlreichen Arbeiten unter verschiedensten Gesichtspunkten behandelt. Eigenschaften wie Stil, Form, Ornament und andere makroskopisch erkennbare Merkmale ermöglichen es Archäologen, wichtige Auskünfte über Handelsbeziehungen sowie über politische und soziale Organisation von antiken Gesellschaften, in der die Keramik hergestellt wurde, zu ziehen. Keramik spielt in der Archäologie zudem bei der relativen Datierung der Kulturschichten eine zentrale Rolle. Zu diesen klassischen Forschungsmethoden ist in den letzten Jahrzehnten die archäometrische Analysenmethode hinzugekommen. Die Bezeichnung Archäometrie setzt sich zusammen aus den griechischen Begriffen *archaios* (alt) und *metro* (Maß) und umfasst naturwissenschaftliche Methoden im kulturhistorischen Bereich, wobei es sich hauptsächlich um physikalische und chemische Methoden handelt, aber auch um Methoden aus anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen, wie der Biologie, der Medizin oder Geologie (Mommsen 1986). In der archäometrischen bzw. wissenschaftsbasierten archäologischen Untersuchung (*science-based archaeology*, Jones 2004) misst man physikalische und mechanische Eigenschaften von Artefakten in Bezug auf archäologische oder historische Fragestellungen.

Die Methoden, die man in archäometrischen Untersuchungen verwendet, wurde zuerst in Naturwissenschaften wie der Chemie, der Physik und der Geologie), sowie der Mineralogie, Geochemie entwickelt (Tite 1972; Peacock 1969a, 1969b, 1982). Die erste Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden auf archäologisches Material reicht bis in das 18. Jh. zurück, so z. B. durch Martin Heinrich Klaproth (1743-1817), Humphry Davy (1778-1829), Jöns Jakob Berzelius (1779-1848), Michael Faraday (1791-1867), Marcellin Berthelot (1827-1907) und Friedrich August von Kekulé (1829-1896) (siehe. Pollard & Heron 1996; Peacock 1970). Trotz dieser früheren Anwendungen erfolgte ihr intensiver Einsatz in der Archäologie jedoch erst in den letzten Jahrzehnten und war vor allem bedingt durch die technologische Entwicklung von modernen chemischen und mineralogischen Messgeräten (Pollard & Heron 1996; Tykot 2002). Archäometrie bildet mittler-

weile einen festen Bestandteil innerhalb der archäologischen bzw. historischen Forschung und Keramik stellt dabei eine der am häufigsten untersuchten Artefaktgruppen dar.

1.1. Ziel der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene keramische Warengattungen mithilfe von petrologischen-mineralogischen und geochemischen Methoden untersucht. Dafür wurden zielgerecht ausgesuchte Keramikproben der so genannten Dark Rimmed Orange Bowl-Ware, der Grauen Ware und der nordmesopotamischen Metallischen Ware aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien (Abb.1.1, I) sowie der Kura-Araks Ware aus Sos Höyük (Ost-Anatolien, Abb.1.1, II) herangezogen. Zusätzlich zu diesen vier Keramikgattungen wurden fünf verschiedene Keramiktypen aus mittel- und spätbronzezeitlichen/früheisenzeitlichen Schichten der Ausgrabungen von Didi Gora und Udabno I in Ost-Georgien untersucht (Abb.1.1, III). Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die archäologisch ausgewählte Keramik petrographisch-mineralogisch und geochemisch zu charakterisieren und, soweit möglich, ihre Herkunft und Herstellungstechnik zu bestimmen. Zudem sollten Fragen bezüglich Handelsbeziehungen zwischen den Regionen der Fundorte und, wenn möglich, über Technologietransfer untersucht werden. Die untersuchten Keramikgattungen und ihre Träger gehören chronologisch unterschiedlichen Perioden und Kulturen an. Da somit zwischen den Keramikgattungen wie der Dark Rimmed Orange Bowl-Ware, der Grauen Ware, der nordmesopotamischen Metallischen Ware und der Kura-Araks Ware sowie die Keramik aus Ost-Georgien kein direkter archäologischer Zusammenhang besteht, wurden sie in getrennten Kapiteln behandelt.

Die Dark Rimmed Orange Bowl-Ware, die sich in Nordost-Syrien und in der Tigris Ebene in Südost-Anatolien findet (Abb.1.1, I), wird in Nordost-Syrien in die Phasen Akkad und Post-Akkad Zeit datiert (Oates 2001), entsprechend in Tell Mozan/Urkesch in die Phase Früh-Ĝazira III-IV (ca. 2250-2000 v. Chr., Lebeau *et al.* 2000, siehe Anhang 1). Sie bestehen aus feinem Ton, charakterisieren sich durch Orangenfarbe und durch einen schwarzen Überzug am Gefäßrand (siehe Kapitel 2.4, Abb.2.12 und 2.13). Aufgrund der räumliche Verteilung und der Fundmenge in Nordost-Syrien wird angenommen, dass es sich bei dieser Ware um Importkeramik handelt. Ihre Herkunft ist jedoch nicht bekannt (Oates 2001). Das Ziel der Untersuchung war hier, zu ermitteln, ob Dark Rimmed Orange Bowl-Ware in Nordost-Syrien oder in Südost-Anatolien hergestellt wurde (Kapitel 2.4).



Abb. 1.1: Übersichtskarte der Regionen von Fundplätzen untersuchter Keramikwaren. I: Nordost-Syrien und Südost-Anatolien, II: Ost-Anatolien, III: Ost-Georgien. Eine detaillierte Übersichtskarte der einzelnen Fundorte der analysierten Waren findet sich in den jeweiligen Kapiteln.

Der zweite untersuchte Keramikgattung ist die frühbronzezeitliche Graue Ware aus Nordost-Syrien (Früh-Gazira III-IV: ca. 2500-2000 v. Chr.) (Abb.1.1, I). Besonderes Kennzeichen dieser Ware sind vor allem die graue Farbe und geglättete Oberflächen. Sie tritt sowohl in einer feinen als auch groben Variante auf. Dieser Ware wurde bislang archäologisch sehr spärlich untersucht, weshalb archäologische Klassifikation und Herkunftsfrage des Materials noch problematisch sind. Untersuchungen an diesem Material wurden mit dem Ziel durchgeführt, die Keramik nach ihren petrographischen und geochemischen Eigenschaften in Gruppen einzuordnen, zu überprüfen, ob Anhaltspunkte für archäologische Klassifizierung feststellbar sind und ihre Herkunft zu identifizieren bzw. lokalisieren (Kapitel 2.5).

Die dritte Keramikgattung aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien ist die so genannte nordmesopotamische Metallische Ware¹. Es handelt sich bei dieser Ware um einen interessanten Warentyp, dessen Herkunft trotz langjähriger Untersuchungen bisher nicht lokalisiert werden konnte (siehe z.B. Kühne & Schneider 1988; Schneider & Daszkiewicz 2001;

¹ Vgl. die verschiedenen Bezeichnungen für diese Ware in Kapitel 3.

Broekmans *et al.* 2002; Broekmans *et al.* 2006). Aufgrund der chemischen Zusammensetzung unterscheidet man zwei chemische Hauptgruppen, die sich sehr deutlich voneinander trennen: die kalkreiche nordmesopotamische Metallische Ware und die kalkarme nordmesopotamische Metallische Ware (Kühne & Schneider 1988; Schneider & Daszkiewicz 2001; Schneider & Daszkiewicz 2002; Broekmans *et al.* 2002; Broekmans *et al.* 2006). In der vorliegenden Arbeit wurde die Frage nach der Herkunft vor allem der kalkarmen nordmesopotamischen Metallischen Ware mit naturwissenschaftlichen Methoden nachgegangen. Es wurde hierbei versucht, das Ausgangsgestein bzw. Herkunft des Rohmaterials der kalkarmen nordmesopotamischen Metallischen Ware zu rekonstruieren (Kapitel 2.6).

Die untersuchte vierte Warengattung, die Kura-Araks Ware² aus Ost-Anatolien, aus der Siedlung Sos Höyük in Erzurum (Abb.1.1, II), gehört zu einer anderen Kultur und Region, die ihren Ursprung in der frühbronzezeitlichen Kura-Araks-Kultur im Transkaukasus hat und sich vom Nordost-Kaukasus bis zur Levante verbreitete. Das Phänomen ihrer Verbreitung wird in den letzten Jahren zunehmend archäologisch erforscht (siehe Kapitel 3). Das Ziel der Untersuchung der Kura-Araks Ware war es, eine Lösung zur Aufklärung des Kura-Araks-Phänomens zu finden. Dafür wurde Sos Höyük in Ost-Anatolien als Untersuchungsort ausgesucht, da es sich hierbei um eine der wenigen Ausgrabungen der Kura-Araks Kultur handelt, die Schichten vom Spätchalkolithikum bis zur Mittelbronzezeit (ca. 3500-1500 v. Chr.) umfasst und archäologisch gut erforscht. Die Untersuchungen haben hier das Ziel gehabt, ob die ausgesuchten Keramikfragmenten der Kura-Araks Ware (vom Spätchalkolithikum bis Mittelbronzezeit) lokal hergestellt oder importiert worden sind und ob man bei der Herstellung in den einzelnen Perioden bestimmte Tonquellen für bestimmte Waren bevorzugt hat. Fragen solcher Art sind in Zusammenhang mit der Überlegung der Verbreitung bzw. mit der Gesellschaftsstruktur der Kura-Araks Kultur vom großen Interesse. Die detaillierten Fragestellungen und die Ergebnisse werden in Kapitel 3 eingehend behandelt.

Die Waren aus den Ausgrabungen Didi Gora und Udabno I in Ost-Georgien (Abb.1.1. III) bestehen aus fünf typologisch verschiedenen Waren aus der mittelbronze-, der spätbronzen/früheisenzeitlichen Periode. Bei den Warengattungen aus Didi Gora handelt es sich um: 1- Braune Waren, 2- Graue Waren, 3- Schwarz Polierte Waren und 4- Braune Polierte Ware. Bei der Keramik aus Udabno I handelt es sich um früheisenzeitliche Feine Ziegelware. Als „Sonderproben“ bezeichnete Scherben bestehen aus verschiedener Keramik, die

² In der Fachliteratur findet man verschiedene Benennung für diese Ware wie Kara Araks Ware, Kura Arax, Kura Araxes, Khirbet Kerak, Early Transcaucasian Ware etc., siehe Kapitel 3. In der vorliegenden Arbeit wird die Bezeichnung „Kura-Araks Ware“ verwendet.

anhand von archäologischen Kriterien nicht in eine bestimmte Warentypologie eingeordnet werden können. Bei den Analysen der genannten Waren ging es in erster Linie um die Frage nach ihrer Herkunft. Zudem wurde auch auf die Frage eingegangen, ob für die Herstellung der Warentypen während der verschiedenen Perioden (Mittelbronze bis Spätbronze/Früheisenzeit) eine bevorzugte Rohmaterialquelle genutzt wurde (Kapitel 4).

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Analysen sowie die für die Analysen relevante Hintergrundinformationen bzw. Fragestellungen im jeweiligen Kapitel eingehend behandelt.

1.2. Entstehung von Tonmaterial

Der Hauptgrundstoff einer Keramik, der Ton, wird von zahlreichen Disziplinen, darunter vor allem von Geologen, Mineralogen, Bodenkundlern, Agronomen und Ingenieuren der Keramikindustrie untersucht. Alle diese Disziplinen definieren Ton bezüglich seiner mineralogischen und chemischen Zusammensetzung sowie der Partikelgröße oder der Funktion unterschiedlich. In der archäologischen und archäometrischen Forschung wird Ton als feines, Material, dessen Korngröße unter 0.0039 mm liegt (nach Udden-Wentworth-Skala, Wentworth 1922) und das sich durch Bildsamkeit im feuchten Zustand und die Beibehaltung der Form nach dem Trocknen und Brennen auszeichnet, verstanden. Ton ist eine sedimentäre Bildung. Tonminerale im engeren Sinne finden sich vorwiegend in jüngeren feinkörnigen Ablagerungen, die fast ausschließlich zu den jungen Ablagerungen des Tertiärs und Quartärs gehören, wo sie jedoch in sehr unterschiedlichen Anteilen auftreten können. Unter den feinen Partikeln herrschen blättchenförmige silikatische Tonminerale, deren Teilchendurchmesser meist kleiner als 0.0039 mm ist, mengenmäßig vor (Heim 1990). Tonminerale sind überwiegend wasserhaltige Aluminiumsilikate. Sie entstehen hauptsächlich durch Verwitterung und Zersetzung von Silikatgesteinen und werden deshalb auch als Verwitterungsneubildungen bezeichnet. Tonminerale bilden sich durch Verwitterung von gesteinsbildenden Minerale, wie Feldspat, Glimmer, Amphibol, Pyroxen, Olivin, die physiko-chemischen Kräften ausgesetzt werden (Abb.1.2). Als Hauptverwitterungsprozesse kann man folgende Mechanismen erwähnen: 1. Physikalische (mechanische) Verwitterung: a- Frostsprengung, b- Thermische Verwitterung (Insolationsverwitterung), c- Salzverwitterung, d- Physikalisch-biologische Verwitterung. 2.- Chemische Verwitterung: a- Lösungsverwitterung, b- Kohlensäureverwitterung, c- Oxidationsverwitterung, d- Hydrolytische Verwitterung, e- Chemisch-biologische Verwitterung.

Diese Prozesse erfolgen teilweise gleichzeitig und ineinander greifend, teilweise auch nacheinander (Heim 1990; Tan 1998). So ist z. B. in tropischen Bereichen die chemische Verwitterung intensiver als die physikalische, im trockenen Bereich herrschen hingegen physikalische Kräfte vor (Huisman *et al.* 2000). Jeweils den wirkenden physiko-chemischen und biologischen Kräften im Milieu sowie dem Ausgangsgestein, dem Klima, der Vegetation, der Topographie und schließlich der Zeit entsprechend bilden sich unterschiedliche Tone bzw. Böden mit unterschiedlicher Tonmineralart und deren Menge sowie anderen Bestandteilen (Jenny 1941; Pope *et al.* 1995). Wie auch andere terrigene Partikel werden Tone hauptsächlich durch hydraulische Transportsysteme, d. h. durch Flüsse, zu ihren Ablagerungsorten transportiert. Die Hauptablagerungsorte von Tonen bzw. anderen terrigenen Sedimenten sind: 1. Festländische Ablagerungsräume; a- Fluviale Bereiche, b- Seen. 2. Mariner Bereich; a-Küsten und Schelfe, b-Tiefsee.

Während der Bildung, des Transports und der Ablagerung wirken zahlreiche ineinander greifende physiko-chemische Faktoren, sowie spezifische Mineraleigenschaften der Tonminerale, die den Ton zu einem komplexen Material gestalten. Neben dem vorherrschenden Tonmineralanteil kommen in Tonen auch Verwitterungsreste, d. h. nichtplastische Einschlüsse vor. Unter Verwitterungsresten versteht man widerstandsfähige Gestein bildende Mineralien, wie z. B. Quarz oder Muskovit (Lagaly & Köster 1993).

Bei der Herstellung eines Keramikgefäßes bzw. generell Keramikerzeugnissen sind die physikalischen und mineralogischen Eigenschaften der Tone entscheidend. Die wichtigste Eigenschaft von Tonen für die Töpferei ist die Plastizität, die Tone im Gemisch mit Wasser aufweisen. Die Plastizität wird im Wesentlichen durch die Partikelgröße der Tonminerale, die Kristallform, die Oberflächenspannung des Wassers, adsorbierte Ionen und den Anteil der Einschlüsse bedingt. Von diesen Eigenschaften stellen die Größe und die Form der Tonminerale die wichtigsten Faktoren für die Plastizität des Tons dar. So weisen z. B. Tone mit feinen Partikeln, wie Smektit, im Vergleich zu Tonmineralen mit grober Partikelgröße, wie Kaolinit, eine höhere Plastizität auf (Rice 1987). Zur erfolgreichen Keramikherstellung müssen verschiedene Eigenschaften des Rohmaterials aufeinander abgestimmt sein, wie Art und Anteil der Tonminerale, die Einschlüsse, deren Korngröße und Kornform, die spezifische Dehnung der Minerale beim Erhitzen, die Wasseraufnahmefähigkeit. Ein Töpfer ist deshalb gezwungen, entweder aus dem zur Verfügung stehenden Ton mit bestimmten physiko-chemischen Eigenschaften eine entsprechende Keramik herzustellen, oder er muss mit Hilfe von Techniken, wie Magerung, bestimmte Trockenvorgänge oder Brennmethoden den Ton beeinflussen, um eine gewünschte Keramik herstellen zu können.

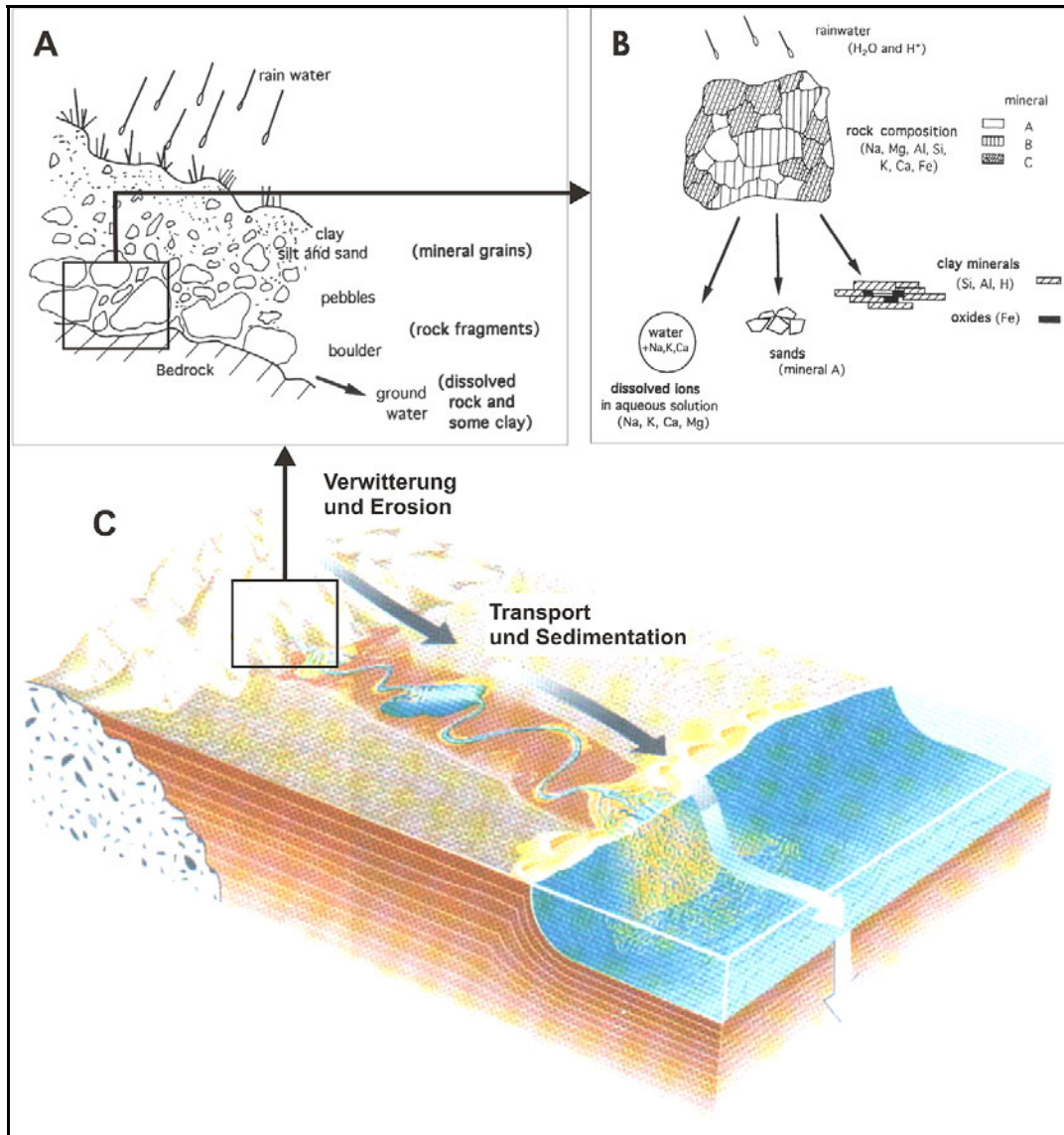


Abb. 1.2: Schematische Darstellung der Bildung von Tonen bzw. Sedimenten (Abbild A und B nach Velde & Druc 1999, Abbild C nach Press & Siever 1995)

Das geformte Endprodukt aus plastischen Tonen, das durch den Brand verfestigt wird, nämlich Keramik, ist für einen Archäologen ein alltägliches Produkt, das der Rekonstruktion der Vergangenheit in Bezug auf verschiedene Verhaltensweisen und Ideen, Siedlungszeiträume, Haushaltsgrößen, Ernährung, Veränderungen in der Gesellschaft, Mobilitätsmuster, Handelsbeziehungen und wechselseitige Verhältnisse innerhalb und außerhalb von Gesellschaften, sowie die Wanderungen von Völkern dient (Carr 1993). Ein Geologe, Petrograph, Mineraloge oder Geochemiker hingegen betrachtet Keramik in erster Linie als ein synthetisches Gestein (Maggetti 1986), bzw. ein pyrometamorphes Sedimentgestein.

1.3. Mineralogie und Geochemie der Sedimente

Seit dem ersten Einsatz naturwissenschaftlicher Methoden zur Klärung kulturhistorischer Fragestellungen wurden graduell neue Methoden, sowohl einzeln als auch in verschiedenen Kombinationen angewendet. Bei der Auswertung und Interpretation der Daten findet man unterschiedliche Annäherungsversuche, was einerseits in der Natur von interdisziplinären archäometrischen Untersuchungen begründet liegt. Andererseits gibt es bisher bei der Auswertung chemischer Analysen von Keramik keine fest definierten Herangehensweisen. Bei archäometrischen Untersuchungen wird die Sedimentgeochemie dagegen wenig berücksichtigt (Pollard & Heron 1996). Wenn man davon ausgeht, dass Keramik im Grunde als ein Sedimentgestein betrachtet werden kann, ist es sinnvoll sedimentgeochemische Betrachtungen bei der Herkunftsbestimmung stärker einzusetzen. Vor allem ist eine solche sedimentgeochemische Vorgehensweise zur Herkunftsbestimmung feiner Keramikwaren, deren Herkunft mit Hilfe der herkömmlichen archäometrischen Untersuchungsmethoden (gängige petrographisch-mineralogische und geochemische Methode) nicht bestimmt werden konnte, eine weitere Möglichkeit, um die Auswertung der Analysendaten aus sedimentgeologischer Sicht zu bearbeiten, wodurch man Erkenntnisse über die Herkunft des Rohmaterials archäologischer Keramik gewinnen kann.

In der vorliegenden Arbeit wurden, vor allem zur Lokalisierung der Tonquellen der kalkarmen nordmesopotamischen Metallischen Ware, die Analysedaten mit Hilfe von sedimentgeochemischen Methoden ausgewertet (siehe Kapitel 2.6), um die mögliche Herkunft des Rohmaterials zu lokalisieren. Im Folgenden wird in einem kurzen Überblick die sedimentgeochemische Anwendung (vorwiegend in Bezug auf feine Sedimente) zur Rekonstruktion von Ausgangsgesteinen der Sedimente vorgestellt, wodurch Aussagen über Herkunft (*provenance*) bzw. Geologie der Liefergebiete gewonnen werden können. Weitere Aspekte der Anwendungsgebiete der Sedimentgeochemie finden sich in dem Standardwerk von Taylor & McLennan 1985.

In sedimentgeochemischen Untersuchungen behandeln hauptsächlich die geochemische Charakterisierung von Sedimenten, die Verwitterungsgeschichte von Ausgangsgesteinen, die Entwicklungsgeschichte kontinentaler Krusten, die Ermittlung von geotektonischen Bereichen, in dem die Sedimentation erfolgte (*tectonic setting*), sowie die Rekonstruktion des Ausgangsmaterials der Sedimente. Dazu werden vor allem die Haupt- und Spurenelemente, sowie einige Isotopenverhältnisse wie z.B. der Elemente Rb, Sr, Sm, Nd und Pb zur Erklärung herangezogen (für Einzelheiten über Anwendungen siehe Nathan 1976; McCulloch & Wasserburg 1978; Bhatia & Taylor 1981; Nesbitt & Young 1982, dies. 1984;

Taylor & McLennan 1985; Bhatia & Crook 1986; Sawyer 1986; Cullers *et al.* 1987; Wronkiewicz & Condie 1987, dies. 1990; Nelson & DePaolo 1988; Condie & Wronkiewicz 1990; McLennan *et al.* 1993; McDaniel *et al.* 1994; Lahtinen 1996; Maslov *et al.* 2006).

Wichtige Faktoren, die bei der Bildung von Tonen (bzw. Sedimenten) beteiligt sind, wurden bereits oben vorgestellt. Im Bezug auf die chemische und mineralogische Zusammensetzung der Sedimente, ist die Ionenaustauschfähigkeit der Tonminerale ein besonders wichtiger Faktor, vor allem in feinen Sedimenten mit hohem Tonmineralanteil. Sie entscheidet, welche gelösten Elemente von dem Tonmineral aufgenommen werden. Als weitere wichtige Prozesse bei der Sedimentation können Thermodynamik, Kinetik und Ionenlöslichkeit des sedimentären Milieus, sowie die Bildung neuer Minerale erwähnt werden. Die dabei wichtigsten Faktoren, die bei der Steuerung der Elementverteilung in Mineralen eine bestimmende Rolle spielen, sind der Ionenradius und die Ionenladung der Elemente, die als Goldschmidtsche Regeln bezeichnet werden (Stosch 2002).

Die Haupt- und Spurenelementzusammensetzungen und bestimmte Elementverhältnisse klastischer Sedimente können über die Lithologie der Liefergebiete, sedimentäre Prozesse sowie klimatische Bedingungen Auskunft geben. In Abhängigkeit von physikalischen und chemischen Bedingungen verhalten sich die Elemente unterschiedlich. Die mobilen Elemente (z. B. Alkalien und Erdalkalien) geben Informationen über die Verwitterungsgeschichte des Ausgangsgesteins (Nesbitt & Young 1982; Wyborn & Chappel 1983; Sawyer 1986; McDaniel *et al.* 1994; McLennan 1993). Die Spurenelemente wie Th, Sc, Co, Cr, Ni, sowie Seltene Erden Elemente (SEE)³ werden aufgrund ihres chemischen Verhaltens, der geringen Verweilzeit in Wasser, sowie der geringen Mobilität während der Verwitterung, bzw. sedimentären Prozesse, häufig zur Rekonstruktion der Lithologie der Liefergebiete klastischer Sedimente benutzt (Nathan 1976; Taylor & McLennan 1985; Andre *et al.* 1986; McLennan *et al.* 1990; McDaniel *et al.* 1994). Neben den Haupt- und Spurenelementen werden auch einige Isotopensysteme wie Sm, Nd, Sr, Pb als Liefergebietsindikatoren der Sedimente genutzt (Taylor & McLennan 1985; Nelson & DePaolo 1988; McLennan *et al.* 1989; Leng & Evans 1994).

Bei der chemischen Verwitterung von Gesteinen in Liefergebieten werden die Hauptelemente und die Mineralzusammensetzungen von silikatischen Sedimenten stark beeinflusst (Nesbitt & Young 1982; McLennan 1993). Anhand vom Verwitterungsindex (so ge-

³ Seltene Erden Elemente (SEE) sind die Elemente der Gruppe IIIa des Periodensystems mit den Ordnungszahlen 57-71. Sie sind La (Ordnungszahl 57), Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu.

nannte Chemical Index of Alteration, CIA) kann man die Verwitterungsintensität des Ausgangsgesteins abschätzen. Während der Verwitterung werden Elemente mit großem Ionenradius wie Rb, Cs, Ba, K durch Ionenaustausch und Adsorption von Tonmineralen in Verwitterungsprofilen fixiert. Elemente mit kleinem Ionenradius wie Na, Ca, Sr gehen in die Verwitterungslösung ein (Nesbitt *et al.* 1980; Nesbitt & Young 1982, dies. 1984; Sawyer 1986; Wronkiewicz & Condie 1987).

In Abbildung 1.3 wird das in der Sedimentgeochemie häufig verwendete Verwitterungsindex-Diagramm (CIA) von Nesbitt & Young (1982; dies. 1984) gezeigt. In dem Diagramm laufen die Verwitterungstrends parallel zur A-CN Seite. A (Al_2O_3) zeigt die Zunahme des Verwitterungsgrades an. Je stärker das Ausgangsgestein verwittert wird, desto höher ist der Al_2O_3 -Gehalt in Sediment. Die Werte, die nahe zur Al_2O_3 -Ecke liegen, weisen einen hohen Anteil von Kaolin oder Gips auf. Die CIA-Werte können auch folgendermaßen berechnet werden: $\text{CIA} = [\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})] \cdot 100$. Das bedeutet z. B., dass zwischen 50-60 eine niedrige, zwischen 70-80 eine hohe Alteration des Ausgangsgesteins vorliegt. Die CIA-Werte nehmen zu, wenn mobile Elemente wie Ca-, Na- und K-Konzentrationen im Vergleich zu immobilen Elementen wie Al und Ti im Gestein abgereichert werden (Fedo *et al.* 1995; McLennan *et al.* 1990). Ebenso gibt das Rb/Sr-Verhältnis, das während der Verwitterung an Tonminerale fixiert wird (Rb), oder in die Lösung geht (Sr), auch Informationen über die Verwitterungsintensität des Ausgangsgesteins von Sedimenten (McLennan *et al.* 1993).

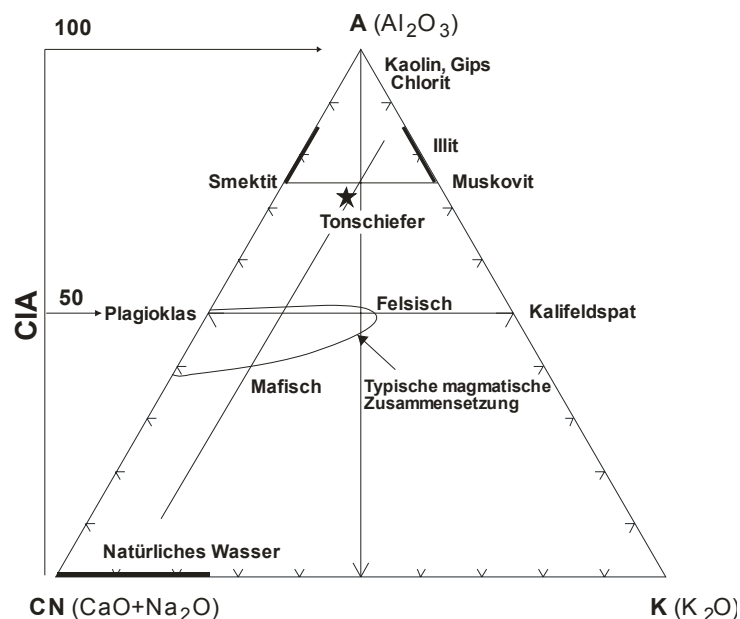


Abb. 1.3: CIA-Diagramm (Verwitterungsindex) für Sedimente (nach Nesbitt & Young 1982; ders. 1984).

Wenn man die vorherrschende Tonmineralart in einem feinen Sediment (bzw. den Rohton einer Keramik) bestimmt, ist es möglich Informationen über die Art des Muttergesteins bzw. die Geologie des Einzugsgebietes des Rohmaterials zu erhalten. Smektite (eine Tonmineralgruppe) entstehen z. B. durch Verwitterung von vulkanischen Gesteinen (Chamley 1989). Wenn sich zeigt, dass das Rohmaterial einer Keramikware ursprünglich einen hohen Smektit-Anteil aufweist, kann man davon ausgehen, dass in der Umgebung der Tonablagerung vulkanische Gesteine vorkommen. Tone, bzw. feine Sedimente mit hohem Kationengehalt, weisen auf das Vorhandensein von magmatischen Gesteinen mit felsischen Zusammensetzungen, oder auf eine starke Alteration dieser Gesteine mit vergleichbarer Elementzusammensetzung, hin (Englund & Jørgensen 1973, Falkum & Grundvig 2006). Eine solche Rekonstruktion ist vor allem bei der Lokalisierung des Herstellungsortes einer Keramik, die keine mikroskopisch erkennbaren Mineral- oder Gesteinsfragmente beinhaltet, wichtig. Amajor (1987) verwendete Al_2O_3 - TiO_2 -Gehalte als Indikator zur Bestimmung des Ausgangsgesteins klastischer Sedimente. (siehe Kapitel 2.6, Abb.2.36). Nach Amajor (1987) weisen Sedimente mit hohem TiO_2 - und niedrigem Al_2O_3 - Gehalt auf basaltischen Ursprung hin. Hohe Al_2O_3 - und niedrige TiO_2 -Konzentration sind dagegen Indizien für einen granitischen Ursprung der Sedimente.

Spurenelemente der Seltenen Erden Elemente (SEE) und Spurenelemente wie La, Th, Sc, Cr, Ni und Co sind in den sedimentgeochemischen Untersuchungen zur Bestimmung von Liefergebieten von großem Nutzen, da diese Elemente eine niedrige Löslichkeit besitzen und in wässrigem Milieu in geringen Konzentration vorkommen, sowie nicht oder wenig mobil sind. Sie werden mit terrigenen Partikeln der Sedimente transportiert und spiegeln daher die chemische Zusammensetzung des Liefergebietes wieder (McLennan *et al.* 1980; Fleet 1984; Taylor & McLennan 1985; Bhatia & Crook 1986; Roser & Korsch 1986; McLennan *et al.* 1990; McLennan *et al.* 1993; Maslov *et al.* 2006). Die Seltenen Erden Elemente (SEE) nehmen aufgrund des ähnlichen chemischen Verhaltens, sowie aufgrund der ähnlichen Ladung (3+) und der sogenannten Lanthanidenkontraktion (Garver & Scott 1995) und der geringen Löslichkeit und Mobilität in der Sedimentgeochemie eine besondere Stellung ein (Cullers *et al.* 1987; McLennan 1989; Bhatia & Taylor 1981; Nesbitt *et al.* 1990; McLennan *et al.* 1993). Bei den von Cullers *et al.* (1987) durchgeführten Untersuchungen konnte man feststellen, dass die Effekte der Sortierung von feinen Partikeln während der Sedimentation die SEE-Elementmuster, vor allem aber von feinen, tonige Sedimenten die Beschaffenheit ihrer Ausgangsgesteine am besten wiedergeben. Sogar im Falle einer starken Verwitterung des Ausgangsgesteins ist es möglich, anhand von SEE-

Elementen der Sedimente, die Verwitterungsgrade des Ausgangsgesteins zu rekonstruieren (Nesbitt *et al.* 1990).

Die oben genannten Spurenelemente können Auskunft über Lithologie des Ausgangsgesteins geben. Dazu werden auch häufig bestimmte Elementverhältnisse wie La/Sc, La/Co, La/Yb, La/Lu, Th/Sc, Cr/Th, Co/Th, Cr/V, Cr/Ni, Ni/Co, V/Ni, Y/Ni benutzt. La und Th sind in felsischen Gesteinen angereichert (Taylor and McLennan 1985; Wronkiewicz & Condie, 1987). Th hat sich als ein verlässlicher Indikator bei sedimentgeochemischen Untersuchungen erwiesen (Chaudhuri & Cullers, 1979; McLennan *et al.* 1983; McLennan *et al.* 1990). Bei der Verwitterung wird das Th von Tonmineralen aufgenommen. Hohe Th-, ebenfalls Rb-Gehalte weisen auf Gesteine mit felsischer chemischen Affinität in den Liefergebieten hin (Lahtinen 1996). Rb und Ba konzentrieren sich in Tonen in gewissem Grade höher als K und werden während der Verwitterung an Tonminerale fixiert (McLennan *et al.* 1990). Klastische Sedimente felsischen Ursprungs zeigen eine hohe Spurenelementkonzentration an Leichten Seltenen Erden Elemente (LSEE: La, Ce, Pr, Nd) (Taylor & McLennan 1985; Wronkiewicz & Condie 1987, ders. 1990; McLennan *et al.* 1993 Maslov *et al.* 2006). Condie & Wronkiewicz (1990) verwendeten die Elementverhältnisse Cr/Th und Co/Th als Indikatoren zur Herkunftsbestimmung feiner Sedimente. Niedrige Cr/Th- und Co/Th-Verhältnisse weisen demzufolge auf Vorkommen von granitischen Gesteinen oder deren Derivaten im Einzugsgebiet hin. Ein hohes Cr/Th-Verhältnis zeigt hingegen das Vorhandensein mafischer und ultramafischer Gesteine als Ausgangsgestein der Sedimente.

Im Gegensatz zu Sedimenten felsischen Ursprungs beinhalten Sedimente, die überwiegend durch Verwitterung von mafischen Gesteine (Basalte, Ultramafite) entstanden sind, einen höheren Sc, Co, Cr, Ni-Gehalt (Cullers *et al.*, 1988; Haughton 1988; Wrafter & Graham 1989; McLennan 2001). Niedrige Th/Sc, La/Sc, V/Ni und hohe Ni/Co und Cr/V-Werte weisen auf vorherrschende mafische und ultramafische Gesteine in den Liefergebieten der Sedimente hin (Floyd & Leveridge 1987; Cullers *et al.* 1988; Haughton 1988; Condie & Wronkiewicz 1989, ders. 1990; Wrafter & Graham 1989; Wronkiewicz & Condie 1990; Garver *et al.* 1996; McLennan and Taylor 1991; McLennan 2001). Scandium (Sc), das sich in mafischen Gesteinen anreichert (Cullers *et al.* 1988), ist ein verlässlicher Indikator für mafische Gesteine in den Liefergebieten, vor allem in Verbindung mit Th (Th/Sc) (Taylor & McLennan 1985; McLennan *et al.* 1990).

Neben den Haupt- und Spurenelementen können auch Isotopen einiger Elementen wie Sm, Nd und Sr und Pb als Liefergebietsindikatoren der klastischen Sedimente (hier für die Her-

kunftsbestimmung des Rohmaterials von archäologischer Keramik) genutzt werden. Die ursprünglichen Gehalte von Nd- und Pb-Isotopen werden während der sedimentären Prozesse (Verwitterung, Erosion, Transport, Ablagerung und Diagenese) geringfügig verändert und bewahren die Isotopensignatur des Ausgangsgesteins. Dadurch geben sie Auskunft über die Lithologie der Liefergebiet (Bhatia & Crook 1986; Nelson & DePaolo 1988; McLennan *et al.* 1989; Korgstad & Hanson 1991; McLennan *et al.* 1993; McDaniel *et al.* 1994; McDaniel *et al.* 1994).

Obwohl der Einsatz sedimentgeochemischer Aspekte zur Herkunftsbestimmung archäologischer Keramik im Kapitel 2.6 erfolgreich angewendet wurde, ist es jedoch erforderlich dies durch experimentelle Untersuchungen zu überprüfen, soweit diese Analogie in den archäometrischen Untersuchungen an archäologischer Keramik zu erfüllen ist.

1.4. Archäometrische Untersuchungen an den Keramik

Archäometrische Untersuchungen an Keramik, die in letzten Jahrzehnten zahlreich durchgeführt wurden, haben einen bedeutenden Beitrag zur Rekonstruktion der Vergangenheit von antiken Gesellschaften geleistet. Archäometrie ermöglicht wertvolle Information über intra- und interregionale Handelsbeziehungen, Herstellungstechnik von Keramik, wie Brenntemperatur der Ware, Aufbereitung der Tonpaste, Klassifikation von Keramik zu gewinnen. Die Bedeutung archäometrischer bzw. naturwissenschaftlicher Methoden in der Archäologie wurde von vielen Wissenschaftlern eingehend diskutiert (siehe Shepard 1956, Peacock 1970; Maggetti 1974, 1994; Matson 1981; Bishop *et al.* 1982; Trigger 1984; Rice 1987; Stoltman 1989, 1991; Neff 1992; Orton *et al.* 1993; Tite 1999; Für die aktuelle Diskussion siehe Jones 2004; Boivin 2005; Bray & Pollard 2005; Gosden 2005; Killick 2005; Mithen 2005; Needham 2005; Taylor 2005; Thomas 2005).

Es lassen sich vier Haupteinsatzbereiche naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethode an antiken Keramik unterscheiden: Die Herkunftsbestimmung (*provenance study*) von Keramik, Charakterisierung und Klassifizierung von Waren, herstellungstechnische Untersuchungen und Datierung von Keramik. Dabei werden zahlreiche analytische Methoden angewandt. Die wichtigsten sind petrographische-mineralogische und geochemische Methoden. Häufig angewandte analytische Techniken sind mineralogische Phasenanalyse, Röntgendiffraktometer (XRD), Mößbauerspektroskopie, Haupt- und Spurenelementanalysen (Röntgenfluoreszenzanalyse-RFA, Neutronaktivierungsanalyse-NAA, Atomabsorptionsspektroskopie-AAS), Thermolumineszenzanalyse (TL) (siehe Rice 1987; Mommsen 1986; Stanjek & Häusler 2004; Glascock 2004; Wagner & Kyek 2004; Liritzis *et al.* 1994).

Im Folgenden wird ein Überblick über Methoden zur Herkunftsbestimmung sowie über petrographische und geochemische Methoden gegeben, die in der vorliegenden Arbeit angewandt wurden.

1.5. Methoden zur Herkunftsbestimmung der Keramik

Herkunftsbestimmungen bzw. andere Untersuchungen zu kulturhistorischen Fragestellungen beruhen auf Untersuchungsmethoden wie der Bestimmung des elementaren Bestandes (Haupt- und Spurenelemente) und der Isotopenzusammensetzung, sowie auf mineralogischen Analysen. Für verlässliche Aussagen ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Archäologie und Naturwissenschaftler erforderlich (siehe Neff 1993; Tite 1999; Jones 2004).

Die Geschichte einer Keramik kann man in fünf Etappen einteilen (Abb.1.4): Abbau des Tons (Tonquelle), Produktion, Nutzung, Bodenlagerung und schließlich Bergung und Analyse (Maggetti 1994). Durch archäometrische Analysen ist es möglich, Information über diese Etappen zu gewinnen, d. h. wo die Keramik hergestellt wurde, ob das Tonmaterial geschlämmt oder gemagert wurde, ob sie handgemacht ist oder auf der Drehscheibe hergestellt wurde und bei welcher Brenntemperatur und unter welchen Brennbedingungen sie hergestellt wurde (siehe Shepard 1956; Mommsen 1986; Rice 1987, Pollard & Heron 1996, Stollman 1989; ders. 1991; Maggetti 1982, ders. 1986, ders. 1994; Peacock 1970; Riederer 1981; Bronitsky 1989; Freestone 1995; Shepard 1964; Tite & Maniatis 1975; Mommsen 2001. Noll 1991; Schneider 1978, 1989; Tite 1999; Knacke-Loy 1991; Knacke-Loy *et al.* 1995).

Die Herkunftsbestimmung, Charakterisierung und Klassifizierung einer Keramikware sowohl auf petrographischer als auch auf geochemischer Basis beruht im Grunde auf den Unterschieden der Bestandteile, d. h. der mikroskopisch erkennbaren Einschlüsse, wie Mineral-, Gesteins- und/oder, Fossilfragmente, die mineralogische und chemische Zusammensetzung (Haupt- und Spurenelemente oder Isotopen), sowie auf den Eigenschaften der Mikrostruktur bzw. des Gefüges der analysierten Keramik (Tykot 2004). Im Prinzip ist es theoretisch möglich, ein Unterscheidungsmerkmal, das für einen bestimmten Keramiktyp charakteristisch und analytisch messbar ist, zur Herkunftsbestimmung und Klassifizierung anzuwenden.

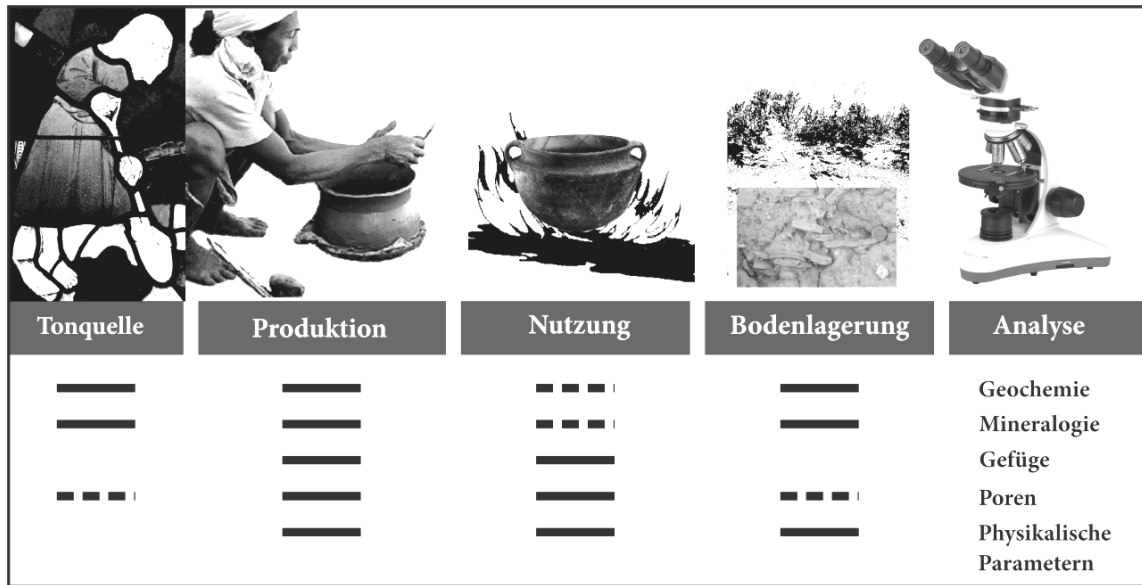


Abb. 1.4: Schematische Darstellung des Werdeganges einer Keramik vom Abbau des Rohmaterials bis zur Analysen. Die Linien zeigen, durch welche Methode über welchem Abschnitt der Keramik Information gewonnen werden können (Nachzeichnung nach Maggetti 1994).

1.5.1. Petrographische Methode (Dünnschliffanalyse)

Soweit bekannt, wurde die erste petrographische Analyse an Keramik im Jahre 1895 von Richards an einer athenischen Ware durchgeführt (Richards 1895). In den 1930er Jahren verwendeten Buttler und Obenauer ein Mikroskop zur Klärung archäologischer Fragen (siehe Peacock 1970). In Nordamerika wurde die petrographische Methode im Jahr 1936 und 1942 von Shepard angewendet (Shepard 1936, ders. 1942). Mit der Pionierarbeit von Shepard (1936, 1942, 1956, 1965), Danson & Wallace (1956), Warren (1967, 1969), Porter (1963a, 1963b, 1963c, 1964, 1966) und Peacock (1968, 1969a, 1970), Maggetti (1974, 1982, 1994), Matson (1981) etablierte sich die Methode in den folgenden Jahren als eine Routineuntersuchung in der Archäologie und stellt heute eine der meist verwendeten Analysemethoden in der antiken Keramikforschung dar.

Das Rohmaterial einer Keramik, der aus feinen Sedimenten bestehende Ton, beinhaltet oft in seinem natürlichen Zustand Reste von Mineralien und/oder Gesteinsfragmenten, aus denen sich der Ton durch Verwitterung gebildet hat, sowie opake Substanzen, wie Fe-OH-haltige Minerale. Zudem mischt der Töpfer während der Aufbereitung der Tonpaste zuweilen in das Rohmaterial verschiedene Materialien, wie Schamotte, Asche, Dung, pflanzliches Material, Asbest, Salz und sogar Haare und Federn (Matson 1981), um eine geeignete Tonpaste für die gewünschte Keramik zu erhalten. Man bezeichnet solche sekundären Zu-

sätze gewöhnlich als Magerungsbestandteile (oder kurz Magerung, Engl. *temper*)⁴. Die petrographische Analyse beruht auf der Identifizierung dieser Einschlüsse (Abb.1.5) in der Keramik (sowohl Minerale, Gesteinfragmente, Fossilshalen und andere nicht-plastische Bestandteile als auch natürlich vorkommende Einschlüsse). Die Analyse erfolgt mit Hilfe eines Dünnschliffs (Abb.1.5) auf einem dünnen Glasträger unter dem Polarisationsmikroskop. Ein Dünnschliff ist eine Scheibe einer Keramik (oder Gestein), die auf einem Glasträger mit einem seiner optischen Eigenschaften nach bekannten Epoxidkleber befestigt und bis auf eine Stärke von 0.03 mm abgeschliffen wird. Bei einer Stärke von 0.03 mm kann das Licht, das in zwei bestimmte Richtungen im Polarisator gespalten wird, durch viele Minerale scheitern. Bei dem Durchscheitern des Lichtes durch Minerale lassen sich diese aufgrund ihrer bereits bekannten optischen Eigenschaften, wie Farbe, Pleochroismus, Brechungsindex, Relief, Spaltbarkeit, Auslöschungswinkel, Zonierung, Zwillingsbildung, Morphologie usw., identifizieren. Anhand der Identifikation von Einschlüssen und deren petrographischer und petrologischer Auswertung ist es möglich, Rückschlüsse auf die geologischen Gegebenheiten (Gesteinart) der Region, aus der der Ton zur Herstellung entnommen wurde, zu ziehen und dadurch mögliche Herstellungsorte der untersuchten Keramik zu lokalisieren (siehe Peacock 1970; Bishop *et al.* 1982; Freestone 1982; Maggetti 1982, ders. 1994; Stoltman 1991; Rice 1987; Freestone 1995; Vaughan 1995; Tykot 2004; Riederer 2004). Hierzu muss die Geologie des Fundortes bzw. dessen weitere Umgebung bekannt sein. In bestimmten geologischen Gegebenheiten, z. B. wenn die Ware sehr selten vorkommende Gesteins- oder Mineralfragmente beinhaltet, ist es möglich, die Herkunft der Keramik genau zu lokalisieren. Eine einheitliche Geologie in einem größeren geographischen Raum erschwert hingegen die Herkunftsbestimmung der Waren deutlich oder macht sie sogar unmöglich. Referenzproben können als Vergleichsmaterial für petrographische und petrologische Analysendaten dienen. Hierzu eignen sich geologische Proben wie lokale Sand- und Tonvorkommen aus der Nähe des Fundplatzes oder sicher als lokale Produktion nachgewiesene Keramik bzw. Fehlbrände der Keramik (Widemann *et al.* 1975; Adan-Bayewitz & Perlman 1985; Hancock 1984).

⁴ Der Begriff „Magerung“ wird in der vorliegenden Arbeit für die nicht-plastischen Bestandteile, welche während der Keramikherstellung von Töpfer bewusst dem Ton zugesetzt wurde, verwendet. Für die nicht-plastischen Bestandteile, unabhängig ihrer Ursprung, -ob sie von Töpfer zugesetzt wurde oder in der natürlichen Zusatz der Ton vorhanden waren, wird den Begriff „*Einschlüsse*“ verwendet.

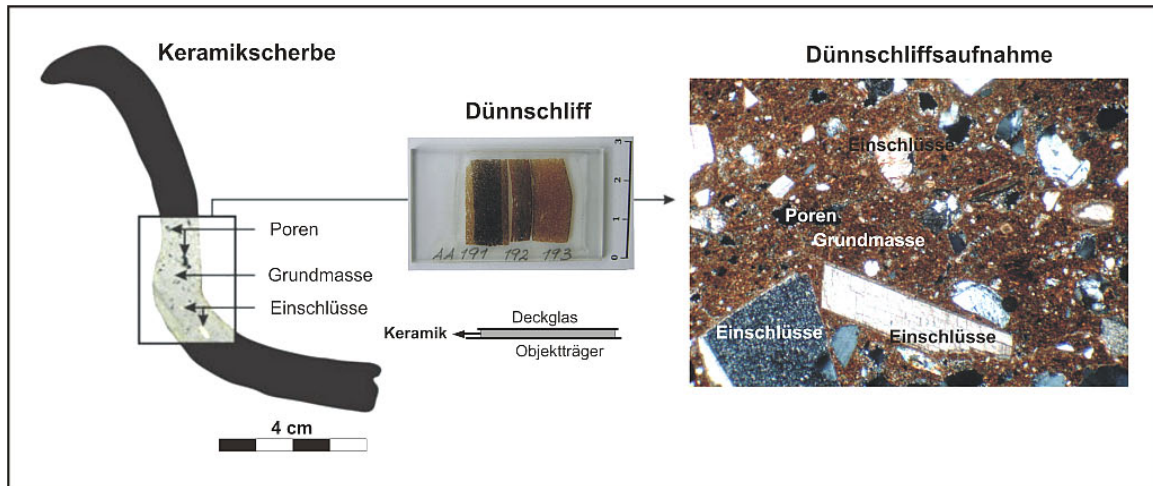


Abb. 1.5: Schematische Darstellung einer Keramikscherbe und mikroskopischen Dünnschliffaufnahme mit den wichtigen Bestandteilen einer Keramik, den Einschlüssen (Minerale, Gesteine usw.), Poren und der Grundmasse.

Petrographische Analysen können vor allem gute Ergebnisse bei Untersuchungen an groben Keramikwaren bringen (siehe, Prag *et al.* 1974; Bishop *et al.* 1982; Maggetti 1982). Silt und noch feinere Einschlüsse lassen sich petrographisch schwer bestimmen. Dennoch ist es bei feinen Waren manchmal möglich, mit einem geschulten Auge Fragmente der Größe von Silt zu identifizieren und damit hilfreiche Informationen gewinnen. Außer zur Herkunftsbestimmung, haben sich petrographische Analysen als hilfreiche Methode zur Charakterisierung und Klassifizierung einer Ware erwiesen (Stoltman 1989, siehe auch Kapitel 2.5). Formeigenschaften von Einschlüssen wie Rundung, Kugeligkeit (siehe Abb. 1.6), ihre Verteilungsmuster, der prozentuelle Anteil, die Orientierung der Körner, der Porenanteil und deren Form sowie die Eigenschaften des Gefüges helfen bei der Abschätzung der Herstellungstechnik einer Ware (siehe Shepard 1956; Rice 1987; Rye 1981; Maggetti 1974, ders. 1982; ders. 1994; Orton *et al.* 1993; Shepard 1995; Miksa & Heidke 2001). Aufgrund des Verteilungsmusters von Korngrößen, d. h., ob sie hiatal oder serial verteilt sind (Abb. 1.7), ist es möglich, abzuschätzen, ob die Tonpaste gemagert wurde oder nicht (Maggetti 1994). Allgemein wird angenommen, dass eine hiatale Korngrößenverteilung (Rye 1981; Maggetti 1982, ders. 1994), mit eckiger Körnform (Maritan *et al.* 2005) auf eine Magerung hinweist und eine seriale Verteilung eher auf einen primären Ursprung der Einschlüsse. Eine seriale Verteilung von Einschlüssen kann auch ein Resultat vom Schlämmen des Tones sein. Bei der Interpretation der Analysen muss man berücksichtigen, dass eine Tonablagerung infolge der Sedimentationsprozesse auch inhomogene Korngrößenverteilung aufweisen kann; auch, wenn der Ton nicht gut genug verknetet ist, kann eine unterschiedliche Kornverteilung auftreten (Carr 1993). Die Unterscheidung zwi-

schen natürlich vorkommenden Einschlüssen und einer Magerung ist daher nicht selten eine schwierige Aufgabe (siehe auch Tite 1999), wobei manchmal eine Beurteilung nicht möglich ist. Bei Interpretation chemischer Zusammensetzung, z. B. in Bezug auf die Ursache der Verteilungsmuster oder der Anreicherung bestimmter Elemente in einer Keramik, können petrographische Analysen hilfreiche Aufschlüsse geben.

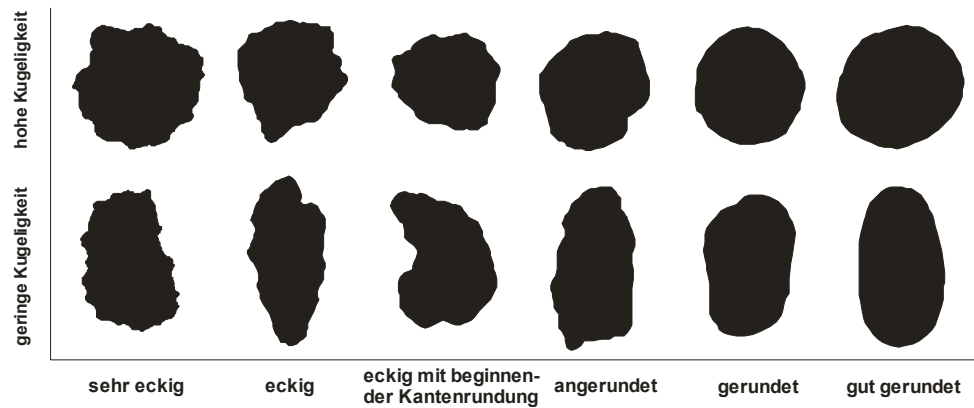


Abb. 1.6: Rundungsgrade von Sedimentkörnern. Für jede Klasse ist ein Korn mit geringer und hoher Kugeligkeit dargestellt (nach Pettijohn *et al.* 1973)

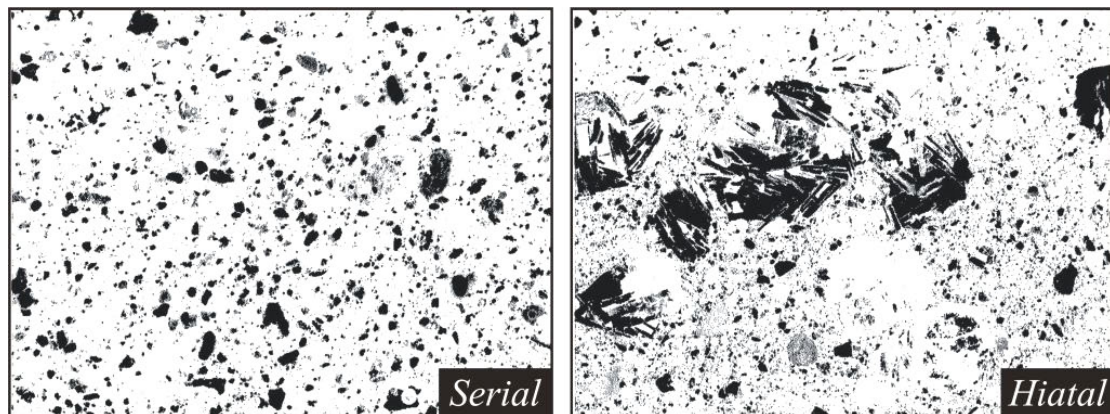


Abb. 1.7: Seriale und hiatale Verteilung von Einschlüssen in Keramik

In der vorliegenden Arbeit die Beschreibung der Körner und deren Rundungsgrade erfolgte nach Pettijohn *et al.* (1973) (Abb.1.6). Für die Nomenklatur der Korngrößen wurde die Udden-Wentworth-Skala verwendet (Wentworth 1922). Der Volumenanteil der Einschlüsse bzw. der Poren wurde nach der Abschätzungskarte von Rice (Rice, 1987, siehe Abbildung 1.8) berechnet.

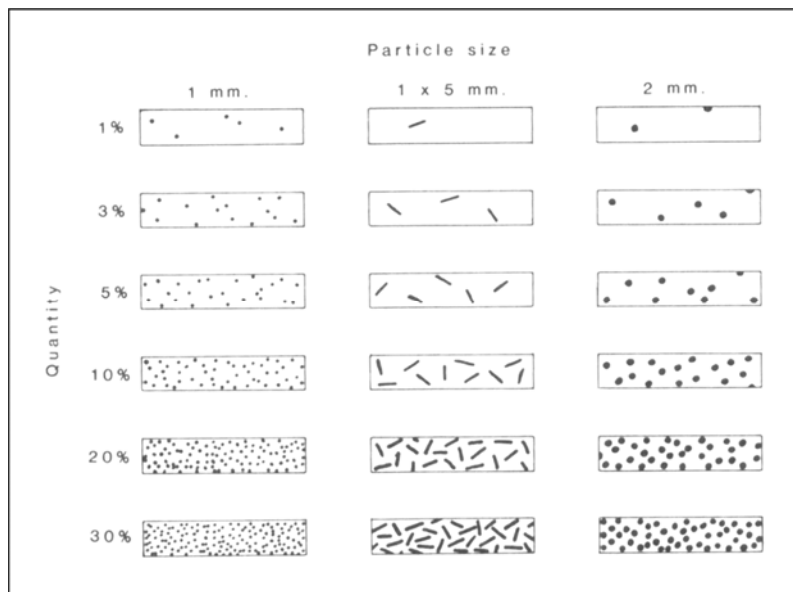


Abb. 1.8: Abschätzungskarte für den Volumenanteil der Einschlüsse und Poren (nach Rice 1987).

Die petrographische Untersuchung wurde in der vorliegenden Arbeit als eine der hauptanalytischen Methode eingesetzt. Die Untersuchungen erfolgte mit herkömmlichen Mikroskop (Leitz Laborlux 12 POL S) am Institut für Geowissenschaftlichen der Universität Tübingen. Für die Analysen wurden Dünnschliffen von ausgesuchten Keramikproben präpariert und anschließend analysiert. Sandproben von Referenzmaterial und niedrig gebrannten Keramikproben, die häufig bei Präparation auseinander gehen, wurden zuerst in Epoxidharze eingebettet. Die gehärteten Proben und die Keramikfragmente wurden anschließend als Dünnschliffe präpariert und untersucht. Die Dünnschliffe wurden am Institut für Geowissenschaftlichen der Universität Tübingen gefertigt.

1.5.2. Geochemische Methode

Geochemische Analysen an historischen Artefakten vor allem in den letzten Jahrzehnten zeigen, dass diese bei der Klärung archäologischer Fragestellungen wichtige Beiträge leisten können. Ihre ersten Einsätze an antiker Keramik reichen bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts zurück. Layard (1853) führte eine chemische Analyse an Keramik aus Nineve durch (Harbottle 1982). Diese analytische Methode etablierte sich jedoch erst im letzten Jahrzehnt als Routineverfahren (siehe auch die Literaturangaben im Kapitel 1.4).

Herkunftsbestimmungen archäologischer Keramik bzw. anderer Artefakte aus Ton wie z. B. Rollsiegel (Duistermaat & Schneider 1998; Blackman 2003) beruhen auf der Annahme,

dass jede Tonablagerung eine charakteristische Elementzusammensetzung besitzt und dass das Elementmuster einer Keramik dem zur Herstellung verwendeten Ton gleicht. Demnach bestehen alle Keramikwaren mit dem gleichen Elementmuster aus derselben Tonquelle und wurden nach der gleichen Aufbereitungstechnik hergestellt (Perlman 1971; Buxeda i Garrigós *et al.* 2003; Mommsen 2001). Somit sind charakteristische Mineral- und Elementzusammensetzungen einer Tonablagerung als „*Fingerabdruck*“ eine Grundlage für die Charakterisierung und Klassifizierung einer Keramikware. Auch kann z. B. festgestellt werden, ob ein bestimmter Warentyp aus demselben Tonmaterial hergestellt wurde oder mehrere Tonquellen benutzt wurde. Diese, auf einfacher Grundlage beruhende geochemische Untersuchungsmethode stellt jedoch oft aufgrund diverser Faktoren ein kompliziertes Verfahren dar. Faktoren, die zu Schwierigkeiten führen, sind hauptsächlich a) natürliche Element-Variabilitäten einer Tonablagerung, b) Magerung, c) Schlämmen und d) Mischung verschiedener Tone, die aus unterschiedlichen Lagerstätten stammen bzw. eine unterschiedliche chemische Zusammensetzung besitzen.

Obwohl feine Partikel während des Transportprozesses gut durchmischt werden und daher Tonablagerungen generell verhältnismäßig einheitliche Elementkonzentrationen besitzen, zeigen dennoch viele Ablagerungen Streuungen in den initialen Mineral- und Elementzusammensetzungen (siehe auch De Bruin *et al.* 1976; Niclin 1979; Arnold 1971, ders. 1972, ders. 2000; Bishop 1980; Bishop *et al.* 1982; Buxeda i Garrigós *et al.* 2003; Hein *et al.* 2004). Hein *et al.* (2004) berichtet von einer solchen natürlichen chemischen Variabilität der neogenen Tonablagerungen auf Kreta. Inhomogene Elementverteilung in einer Ablagerung kann sowohl in der Mikroskala als auch in der Makroskala auftreten, d. h. unterschiedliche Elementkonzentrationen können innerhalb eines kleinen und/oder großen Bereichs derselben Tonlagerstätte auftreten (De Bruin *et al.* 1976; Buxeda i Garrigós *et al.* 2003). Solche Variationen kann man etwa durch Erhöhung der analysierten Probenzahl beschränken (De Bruin *et al.* 1976) und dadurch ein Elementcharakteristikum der Ablagerung feststellen. Neben derartigen natürlich gesteuerten Elementvariationen in einer Tonablagerung und infolgedessen auch in der Keramik gibt es eine Reihe anthropogener Einflüsse, die ebenfalls zur Elementvariation bzw. Veränderung der ursprünglichen Elementzusammensetzung der Tone führen können und die Lokalisierung der Tonherkunft erschweren bzw. in manchen Fällen unmöglich machen.

Wie bereits erwähnt, wird Rohton vom Abbau bis zur Fertigung der Keramik verschiedenen Aufbereitungstechniken wie Schlämmen, Magern und Mischen verschiedener Tone aus unterschiedlichen Quellen unterworfen, um die gewünschte Tonqualität zu erhalten.

Eine solche Aufbereitungstechnik des Tones kann zu einer Veränderung der ursprünglichen Elementzusammensetzungen des Rohmaterials führen (siehe Shepard 1956; Rye 1981; Ricci 1987; Kilikoglou *et al.* 1988; Arnold *et al.* 1991).

Beim Schlämmen werden aus dem Ton Verwitterungsreste wie Gesteinsfragmente entfernt. Dies kann zur Veränderung von initialen Mineral- und Elementzusammensetzungen führen. Die Veränderungsgrade (oder die Verschiebung) von Elementkonzentrationen, bzw. welche Elemente dabei am stärksten betroffen werden, hängt vor allem davon ab, welche groben Minerale und/oder Gesteinsfragmente (Einschlüsse) beim Schlämmen ausgeschieden werden. Minerale oder Gesteinsfragmente, die aus vielen Hauptelementen wie z. B. MgO, Fe₂O₃, SiO₂, Al₂O₃, K₂O bestehen oder verschiedene Spurenelemente beinhalten, wie z. B. in Pyroxen oder Feldspäten der Fall ist, führen beim Ausscheiden aus dem Rohton zur stärkeren Veränderung initialer Elementkonzentrationen. Obwohl einige Autoren der Ansicht sind (siehe Arnold 1991), dass die Ausscheidung von mono-mineralisch zusammengesetzten Einschlüssen ebenfalls zur Veränderung von Elementkonzentrationen führen kann, kann man davon ausgehen, dass davon betroffene Elemente anders als Minerale mit hohem Elementinhalt beschränkt vorkommen, da Monominerale, wie z. B. Quarz oder Calcit aus wenigen Elementen bestehen und auch wenige Spurenelemente beinhalten. Dennoch kann durch starke Magerung mit Quarz- oder Calcitsand oder durch Schlämmen eine Verschiebung des prozentualen Anteils (eine Verdünnung) vor allem der Hauptelemente eintreten. Dabei werden die Spurenelemente wenig betroffen. Eine ähnliche Veränderung der Elementzusammensetzung ist – in umgekehrter Weise – auch bei der Magerung zu erwarten. In einigen Fällen besteht die Möglichkeit, dass sich die Magerungseffekte durch Auswahl der Elemente, die in der vorherrschenden Magerung nicht vorkommen, verringern. Ein Beispiel hierfür ist, dass, wenn in einer Keramik Calcit und Feldspäte dominant sind oder durch Magerung eingebracht wurden, der Anteil von Sr (vor allem durch Calcit) und kompatibler Elemente wie Rb und Ba erhöht wird, wodurch die ursprünglichen Werte manipuliert werden. Deshalb ist es sinnvoller, zur Klassifizierung oder Herkunftsbestimmung immobile Elemente zu verwenden, die davon nicht oder geringfügiger betroffen sind, wie Cr, Ni und Co. Diese Elemente sind mit mafischen Mineralen vergesellschaftet und werden daher durch eine Magerung mit Feldspat oder Calcit nicht oder nur wenig modifiziert.

In einer vor hundert- oder sogar tausend Jahren hergestellten und lange Zeit im Boden gelagerten Keramik könnte theoretisch eine Veränderung der initialen chemischen Zusammensetzung stattfinden. Experimentelle Untersuchungen zeigen jedoch, dass sich nur eini-

ge Elemente bei der Bodenlagerung verändern (Schwedt *et al.* 2004). Schwedt *et al.* (2004) stellte fest, dass während der Bodenlagerung nur im äußeren Bereich der Keramik zu einer Modifikation der ursprünglichen Zusammensetzung stattfand. Dabei werden Ca, Alkalimetalle wie Cs, Rb, K und Na am stärksten beeinträchtigt und in ihrer Konzentration reduziert. Franklin und Vitali (1985) bemerkte in seiner experimentellen Untersuchung, dass Wasser mit einem breiten pH-Wert in die frisch gebrochene Fläche der Keramik eindringt und eine dünne Schicht bildet, die eine weitere Verwitterung Keramik verhindert. Nach Franklin und Vitali erfolgt die Verwitterung am oberflächennahen Bereich der Keramik, wobei das Innere chemisch unverändert bleibt und der initialen Zusammensetzung der Keramik entspricht. Beim Bodenlagerungseffekt spielt der Grundwasserspiegel scheinbar eine entscheidende Rolle. Freeth (1967) stellte in seiner Untersuchung an der bronzezeitlichen Keramik von Lincolnshire fest, dass zwischen gleichen Keramiktypen, die jeweils oberhalb und unterhalb des Grundwasserspiegels gelagert waren, deutliche Unterschiede bei CaO (auch MnO) bestanden. Der CaO-Gehalt der Keramik, die unterhalb des Grundwasserspiegels lag, zeigte eine dreifach höhere Konzentration als die Keramik oberhalb des Grundwasserspiegels. Das weist daraufhin, dass die Umgebung der Bodenlagerung ein entscheidender Faktor für die Veränderung der chemischen Zusammensetzung einer Keramik ist.

Bei der archäometrischen Analyse an Keramik ist es theoretisch möglich zahlreiche Elemente, Haupt-, Spurenelemente, sowie Isotopen einiger Elementen wie Sr, Nd (dazu siehe Knacke-Loy 1991; Knacke-Loy *et al.*, 1994; Pintér 2005; Pintér *et al.* im Druck), anzuwenden. Analysen haben jedoch gezeigt, dass nur verhältnismäßige wenige Elemente zur Herkunftsbestimmung bzw. Charakterisierung und Klassifizierung geeignet sind. Bisherige archäometrische Analysen zeigen, dass es keine bestimmte Elementgruppe gibt, die allgemein für eine Herkunftsbestimmung herangezogen werden kann (Pollard & Heron 1996). Bei der Elementauswahl wird darauf geachtet, dass der Konzentrationsunterschied eines Elements von analysierten Scherben gleicher Keramiktypen minimal ist und zwischen verschiedenen Keramiktypen maximale Unterschiede existieren (De Bruin *et al.* 1976; Harbottle 1982; Mommsen 2001).

Aus unterschiedlichen Tonlagerstätten mit unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen können gleiche Warentypen hergestellt werden, wobei hier die nordmesopotamische Metallische Ware als Beispiel angeführt werden kann (siehe Kapitel 2.6). Wie bereits erwähnt, für einen Töpfer sind vor allem die Plastizität des Tones, das Verhalten beim Trocknen, Brennen, bei der Formgebung, sowie der Anteil der Einschlüsse, die Farbe, der Salzgehalt usw. von Bedeutung (Arnold 1971, ders. 1978). Neben den oben ge-

nannten physiko-chemischen bzw. sedimentgeologischen Faktoren gibt es eine Reihe anderer, so genannter soziokultureller Faktoren (Arnold 1991; ders. 2000), die zwar keine Veränderung der ursprünglichen Elementzusammensetzung des Rohmaterials bzw. der Keramik herbeiführen, aber ein Grund dafür sein können, dass innerhalb eines bestimmten Warentyps Elementvariationen oder hinsichtlich der Mineralogie und Geochemie unterschiedliche Gruppenbildungen auftreten. Nach Arnold sind einige dieser Faktoren:

- a) Verbreitung der Töpfereien mit Zugang zur chemisch unterschiedlichen Tonquelle, in denen gleicher Keramikware hergestellt wird.
- b) der für die Tonbeschaffung nötige Aufwand,
- c) die Zugangsmöglichkeit der Tonquelle,
- d) religiöse Gründe,
- e) Form und Größe der herzustellenden Keramik,
- f) Veränderungen in der Tonquelle, z. B. durch Landwirtschaft,
- g) Versiegen der Tonquelle.

Diese soziokulturellen Faktoren lassen sich empirisch nicht überprüfen, sind aber bei der Auswertung zu berücksichtigen.

1.5.2.1. Wellenlängendispersive Röntgenfluoreszenzanalyse (WDRFA)

Die Haupt- und Spurenelementzusammensetzung der ausgesuchten Keramikproben und des Referenzmaterials zur Aufklärung der im Kapitel 1.1 vorgestellten Fragestellungen wurde mittels wellenlängendispersiver Röntgenfluoreszenzanalyse (WDRFA) vom Type Bruker AXS S4 Pioneer des Institut für Geowissenschaften der Eberhard-Karls Universität Tübingen ermittelt. Es wurden insgesamt 10 Hauptelemente (Silicium, Titan, Aluminium, Eisen, Mangan, Magnesium, Calcium, Natrium, Kalium und Phosphor) und 20 Spurenelemente (Barium, Cobalt, Chrom, Nickel, Rubidium, Strontium, Vanadium, Yttrium, Zink, Zirkon, Cer, Europium, Lanthan, Niob, Neodym, Blei, Samarium, Thorium, Uran und Ytterbium) in den Proben bestimmt. Die Ergebnisse der Elementzusammensetzung der Keramik- und Referenzproben (Ton und Keramik) sind im Anhang 9 bis 15 aufgelistet.

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA), die insbesondere in den Geowissenschaften ein häufig eingesetztes analytisches Verfahren ist, ist ebenso in den archäometrischen Untersuchungen an Keramik neben der Neutronenaktivierungsanalyse (NAA) ein häufig angewandtes analytisches Verfahren. Die Elementzusammensetzung (Elemente von Natrium bis Uran) einer Probe (hier Keramik und Tonprobe) können durch diese Methode sowohl qualitativ als auch quantitativ bestimmt werden. Die Grundlage der Methode beruht darauf, dass durch eine primäre Röntgenstrahlung die Elemente einer Probe zu ihrer charakteristischen Röntgenstrahlung (Röntgenfluoreszenz) angeregt werden. Zwischen der chemi-

sche Zusammensetzung und dem Spektrum der Fluoreszenzstrahlung besteht ein direkter Zusammenhang; dies wird für die chemische Röntgenfluoreszenzanalyse genutzt. Trifft Energie (Elektronen-, Ionen-, Röntgen-, Gammastrahlen) auf ein Atom, so werden aus inneren Schalen Elektronen herausgeschlagen, wenn eine ausreichende Energie zur Verfügung gestellt wird. Die dadurch entstandene Lücke wird in kurzer Zeit (10^{-8} s) stufenweise durch Elektronen aus Schalen mit einer größeren Hauptquantenzahl (äußeren Schalen) wieder aufgefüllt. Da die Bindungsenergie der äußeren Schalen höher ist als diejenige inneren Schalen, wird die Energiedifferenz in Form eines Röntgenquants abgegeben (Fluoreszenzstrahlung). Die Wellenlänge bzw. Energie der Fluoreszenzstrahlung ist sowohl charakteristisch für jedes chemische Element als auch für den jeweiligen Elektronenübergang innerhalb der Elektronenhülle eines Elements (Weber-Diefenbach 2000).

Ein wellenlängendispersives Röntgenfluoreszenzspektrometer besteht aus vier Hauptkomponenten (Abb.1.9): Anregung (Röntgengenerator und Röntgenröhre), Spektrometer (Goniometer, Kollimatoren, Analytorkristalle), Meßapparatur (Detektoren, Meßelektronik) sowie periphere Datenauswertung (EDV) (Weber-Diefenbach 2000).

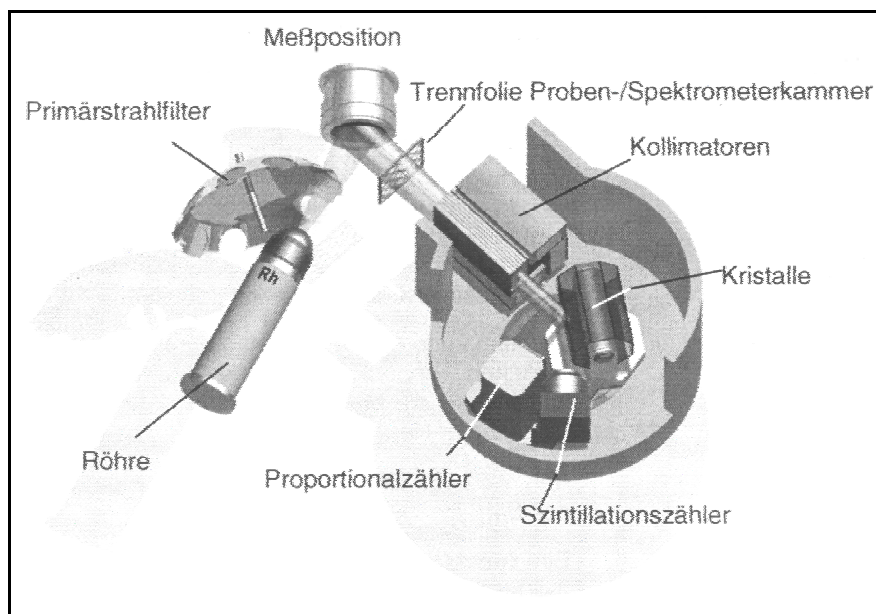


Abb. 1.9: Prinzipskizze eines wellenlängendispersiven RFA Gerätes (Bruker S4)

Die primäre Strahlung, die aus Röntgenröhre austritt, trifft auf die Probe und erzeugt eine für die chemische Zusammensetzung charakteristische Fluoreszenzstrahlung. Diese Fluoreszenzstrahlung passiert einen primären Kollimator und wird dabei in ihrer spektralen Auslösung verbessert, anschließend treffen sie den Analytorkristall mit dem Winkel θ und werden gemäß der Bragg-Gleichung in ihrer Wellenlänge ausgesondert.

$$\text{Bragg-Gleichung: } n \times \lambda = 2d \times \sin\theta$$

Dabei n ist eine natürliche Zahl und wird als Beugungsordnung bezeichnet, λ ist die Wellenlänge, d ist der Abstand der zur Schnittfläche des verwendeten Analysatorkristalls parallelen Netzebenen (a , b , c) θ ist der Winkel zwischen der einfallenden Strahlung und dieser Netzebenenschar.

Nach dem Analysatorkristall passt die Fluoreszenzstrahlung einen zweiten Kollimator, den so genannten Sekundärkollimator und wird schließlich zum Detektor geleitet. Im wellenlängendispersiven Röntgenfluoreszenzspektrometer werden zwei unterschiedliche Detektoren zur Messung der Elementzusammensetzung eingesetzt. Die leichten Elemente werden durch Durchflußproportionalzähler (FC) bestimmt, die schweren Elemente werden dagegen durch Szintillationszähler (SC) bestimmt (Weber-Diefenbach 2000; siehe auch Hahn-Weinheimer *et al.* 1995).

Tab. 1.1: Standartabweichungen und Nachweisgrenzen bei der WDRFA

Element	Standards ⁽¹⁾	Standardabweichung	Nachweisgrenze der Methode ⁽²⁾	abgedeckter Bereich: Standard-Konzentrationen ⁽³⁾
SiO ₂	30	± 0,13%	240 ppm	34,46 – 88,20%
TiO ₂	31	± 0,01%	12 ppm	0,01 – 3,78%
Al ₂ O ₃	31	± 0,23%	244 ppm	0,03 – 59,27%
Fe ₂ O ₃	31	± 0,05%	180 ppm	0,08 – 25,70%
MnO	22	± 22 ppm	5,0 ppm	0 – 0,35%
MgO	30	± 0,14%	88 ppm	0 – 43,51%
CaO	32	± 0,09%	48 ppm	0,04 – 21,36%
Na ₂ O	28	± 0,06%	75 ppm	0,04 – 10,59%
K ₂ O	31	± 0,04%	24 ppm	0,01 – 15,35%
P ₂ O ₅	28	± 0,008%	14 ppm	0,01 – 1,39%
Ba	28	± 16 ppm	11,1 ppm	0 – 4000 ppm
Ce	26	± 9 ppm	10,2 ppm	1 – 421 ppm
Co	27	± 3 ppm	1,6 ppm	1 – 210 ppm
Cr	29	± 7 ppm	3,5 ppm	3 – 2750 ppm
Eu	25	± 0 ppm	0,0 ppm	0 – 4 ppm
La	27	± 7 ppm	5,1 ppm	2 – 200 ppm
Nb	25	± 4 ppm	3,8 ppm	0 – 270 ppm
Nd	26	± 3 ppm	3,2 ppm	0 – 190 ppm
Ni	21	± 23 ppm	3,3 ppm	2 – 2040 ppm
Pb	28	± 3 ppm	10,3 ppm	2 – 54 ppm
Rb	31	± 8 ppm	2,9 ppm	0 – 3600 ppm
Sm	30	± 1 ppm	2,1 ppm	0 – 33 ppm
Sr	30	± 6 ppm	3,0 ppm	0 – 1375 ppm
Th	20	± 2 ppm	5,1 ppm	1 – 180 ppm
U	15	± 2 ppm	0,6 ppm	0 – 84 ppm
V	30	± 9 ppm	2,6 ppm	1 – 527 ppm
Y	27	± 5 ppm	1,8 ppm	0 – 184 ppm
Yb	28	± 0 ppm	0,2 ppm	0 – 17 ppm
Zn	28	± 9 ppm	3,0 ppm	10 – 1052 ppm
Zr	30	± 7 ppm	8,5 ppm	11 – 801 ppm

⁽¹⁾ Anzahl der für die Eichung verwendeten Standards.

⁽²⁾ kann individuell abhängig von der Matrix der Probe auch höher sein.

⁽³⁾ Proben, die außerhalb dieser Werte liegen, werden mit einer geräteinternen, konzentrationsunabhängigen Kalibration nachgemessen, Fehler und Nachweisgrenzen dann individuell abhängig von der Probe.

In der vorliegenden Arbeit erfolgte die Bestimmung der Zusammensetzung an Haupt- und Spurenelementen der Proben an Schmelztabletten. Für die Messungen mit dem in Tübingen angewendeten Verfahren wurden jeweils 1,5 gr. analysefein gemahlene und bei 105 °C getrocknetes Probenpulver benötigt. Die Probenpulver wurden zunächst mit 7,5 gr. Spectromelt-Flußmittel (Fa. Merck A12, di-Lithiumtetraborat/Lithiummetaborat (66:34)) vermischt. Mit einem OxiFlux-System der Firma CBR Analyse Service wurden über Flammen bis 1200°C homogene Schmelztabletten hergestellt. Die Messungen erfolgten mit einem Bruker AXS S4 Pioneer wellenlängendispersiven Röntgenspektrometer (Rh-Röhre mit 4 kW Anregung) mit 32 international standardisierten Proben⁵ anhand von einer Fehlerkalibration. Fehler und Nachweisgrenzen sind abhängig vom Element. Die durchschnittlichen Fehler der Eichgerade der Kalibration auf der die Messung beruht, sind abhängig für das Element in der Tabelle 1.1 zusammengestellt. In der RFA werden üblicherweise die Fehler und Nachweisgrenze der Standard-Eichkurve, auf der die Probenmessungen beruhen, angegeben. Die Messungen erfolgten mit dem Programm T (traces). Der Glühverlust (*loss on ignition*, LOI) wurde extern an 1 gr. Probenpulver bestimmt und in % angegeben. Er setzt sich zusammen aus H₂O, CO₂ und Fe^{2+/3+} Reaktionen.

1.6. Probenauswahl

Für die petrographischen und geochemischen Analysen wurden insgesamt 174 Keramikfragmente aus 13 Fundplätzen in Nordost-Syrien, Südost-Anatolien, Ost-Anatolien und Ost-Georgien ausgewählt. Die Auswahl der Keramikproben erfolgte nach der archäologischen Fragestellung und in Zusammenarbeit mit den Archäologen, die die hier analysierten Keramikwaren archäologisch bearbeitet haben. Da jede der in der Arbeit untersuchten Warengattungen mit eigenen archäologischen Fragestellungen verbunden ist, wurden die Auswahlkriterien der Keramikproben aus einzelnen Fundorten im jeweiligen Kapitel ausführlich beschrieben. Es wurden zudem insgesamt 60 Tonproben, drei Fehlbrände, eine rezente Keramikfragmente und 15 lokal hergestellte Keramikfragmente als Vergleichsmaterial aus den Untersuchungsregionen mit einbezogen. Die Auswahl der geologischen Proben (d. h. das Vergleichsmaterial) erfolgte ebenso unter dem Gesichtspunkt archäologischer Fragestellungen und stammt aus der Umgebung der Fundorte der Keramikproben (für Näheres siehe jeweiligen Kapiteln).

⁵ Die 32 internationalen Standards sind zusammengestellt in Govindarau 1989.

1.7. Datenauswertung

Um die Ergebnisse der petrographischen und chemischen Analysen veranschaulicht darzustellen und in leicht interpretierbare Form zu bringen, werden die Analysendaten in Form von verschiedenen Diagrammen dargestellt. Die Ergebnisse petrographischer Analysen werden gewöhnlich tabellarisch dargestellt. Es werden aber durchaus auch graphische Darstellungen verwendet (siehe z.B. Stoltman (1989)). Im Falle der vorliegenden Arbeit wurden die petrographischen Analysendaten jedoch tabellarisch dargestellt. Das ermöglichte vor allem, die archäologischen, petrographischen und geochemischen Gruppierungen anschaulich miteinander zu vergleichen.

Die mit Hilfe der RFA oder anderen Meßmethoden gemessenen Elementkonzentrationen bestehen aus Zahlenwerten und werden in Gewichtprozent oder in ppm (*parts per million*) dargestellt. Große Datenmengen kann man nur durch graphische Darstellungen, wie Variationsdiagramme bzw. durch Auswertung nach statistischen Methoden, bewältigen. Bei archäometrischen Untersuchungen (auch. archäologischen Untersuchungen) verwendet man diverse graphische Darstellungen und statistische Methoden wie Clusteranalyse, Diskriminanzanalyse oder Hauptkomponentenanalyse (zu Anwendungsmöglichkeiten von multivariaten statistischen Methoden in der Archäometrie und Archäologie siehe Baxter 1994).

In dieser Arbeit erfolgte die Auswertung der chemischen Analysen hauptsächlich mit Hilfe von binären Variationsdiagrammen (Streu-Diagramme). Solche Diagramme, worin zwei Elemente auf X- und Y-Achse dargestellt werden, erlauben die chemischen Gruppen innerhalb des analysierten Datensatzes zu unterscheiden. Mit Hilfe von Variationsdiagrammen ist es ebenfalls möglich, die chemischen Verhalten bzw. Elementverhältnisse zweier Elemente bestimmter Proben oder Gruppen zu erkennen und somit gruppenspezifische Elementmuster festzustellen. Ein Nachteil der binären Variationsdiagramme ist, dass auf diese Art nur wenige Elemente dargestellt werden können. Ternäre Diagramme (Dreieck-Diagramme), die in der Geochemie häufig angewandt werden, wurden hier nur zur chemischen Gruppierung der Keramik von Didi Gora und Udabno I (Kapitel 4) anhand ihrer Hauptelementzusammensetzungen verwendet.

Die Auswertung der chemischen Analysen mittels statistischer Methoden findet in der Archäometrie breite Anwendung (Baxter 1994). In der vorliegenden Arbeit erfolgte die Auswertung der chemischen Analysendaten der Dark Rimmed Orange Ware, Grauen Ware und von Referenzproben aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien mit Hilfe von Variationsdiagrammen. Zudem wurde ebenfalls die Clusteranalyse herangezogen (Kapitel 2.4 und

Kapitel 2.5). Das Ziel dieser Clusteranalyse war, die Ergebnisse der geochemischen Untersuchungen, die durch Variationsdiagramme ausgewertet wurden, zu vergleichen. Bei der Auswertung das agglomerative Verfahren der hierarchischen Clusteranalyse verwendet. Die Durchführung der Clusteranalysen erfolgte mit dem statistischen Programm SPSS für Windows.

Mit der Clusteranalyse wird eine Bündelung (Gruppe, Cluster) von Objekten, in diesem Falle von Keramik und Tonproben, angestrebt. Das Ziel dabei ist, die Objekte (Keramikproben und Tonproben nach ihrer chemischen Zusammensetzung) so in Gruppen zusammenzufassen, dass die Keramik und Tonproben (Objekte) in einer Gruppe möglichst ähnlich, und die Gruppen untereinander möglichst unähnlich sind. Bei den hierarchischen Verfahren gibt es zwei Algorithmen: agglomerative und divisive. Das in dieser Arbeit angewandte agglomerative Verfahren fängt Gruppenbildung mit der feinsten Partition, d.h. jedes Objekt stellt ein Cluster dar. Man berechnet für alle in die Untersuchung eingeschlossenen Objekte die Distanz. Die Gruppen mit der größten Ähnlichkeit fasst man zu einem neuen Cluster zusammen und nachfolgend werden die ähnlichen Cluster zu immer größer werdenden Clustern angeordnet (Bachhaus *et al.* 2003, Baxter 1994). In dieser Arbeit wurde als Cluster-Methode das Average-Linkage Verfahren, das in der Archäometrie häufig benutzt wird (Baxter 1994), herangezogen. Als Abstandsmaß zwischen den einzelnen Gruppen wurde die quadrierte euklidische Distanz verwendet. Das Ergebnis einer Clusteranalyse lässt sich in einem so genannten Dendrogramm darstellen. Dadurch wird die Interpretation der Analysendaten bezüglich der archäologischen Fragestellung erleichtert.

KAPITEL 2

ARCHÄOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DEN KERAMIKWAREN AUS NORDOST-SYRIEN UND SÜDOST-ANATOLIEN

2.1. Einführung

Der Nahe Osten stellt eine der wichtigsten Regionen dar, die bedeutende Entwicklungen der Menschheit, wie z. B. Landwirtschaft, erste Schriftgesellschaft und Bildung der ersten großen Königtümer hervorgebracht hat (Matthews 2003). Auch die Entwicklung der Keramikherstellung war ein innovativer, schöpferischer Prozess im Gebiet des so genannten „Fruchtbaren Halbmonds“. Nach mündlichen Überlieferungen in Südost-Anatolien soll Noah der erste Töpfer gewesen sein und seine Kenntnisse an seine Nachkommen weiter gegeben haben und so wird Töpferei als Propheten-Beruf angesehen (Ünal 1996). Archäologische Forschungen zeigen, dass die Keramikproduktion in Anatolien, im Zagros-Gebiet sowie in der Levante und im Mittelmeergebiet eine sehr alte Tradition darstellt, die bis in den Anfang des 7. Jt. v. Chr. zurückreicht (siehe dazu Kapitel 1). Die ersten Keramikgefäße sind oftmals bemalt oder besitzen Überzüge (Vandiver 1987). In Syrien entstand die erste Keramik ca. 6800 v. Chr. entlang des Euphrats und des Balih (Akkermans & Schwarz 2003; Akkermans *et al.* 2006).

Erste archäometrische Analysen an Keramikmaterial aus Nordmesopotamien wurden im 19. Jh. von Layard (1853) an Keramik aus Ninive durchgeführt (Harbottle 1982). In den letzten Jahren wurden in zahlreichen Untersuchungen verschiedene Keramikwaren der Frühbronzezeit Syriens analysiert (z. B. Davidson & McKerrell 1976; dies. 1980; Kühne & Schneider 1988; Schneider & Daszkiewicz 2002, dies. 2002; Blackman *et al.* 1993; Daszkiewicz & Schneider 1996; Daszkiewicz & Bobryk 1997; Daszkiewicz & Smogorzewska

1999; Daszkiewicz & Smogorzewska 2000; Mason & Cooper 1999a; Broekmans *et al.* 2002; Broekmans *et al.* 2004; Broekmans *et al.* 2006; Falb im Druck)

In der vorliegenden Arbeit wurden drei verschiedene Keramikwaren frühbronzezeitlicher Fundorte in NO-Syrien und SO-Anatolien petrographisch und geochemisch untersucht: die Dark Rimmed Orange Bowl-Ware (DROB-Ware), die Graue Ware und die nordmesopotamische Metallische Ware. Bevor die Analyseergebnisse in den einzelnen Kapiteln behandelt werden, soll im Folgenden die Geologie der Region und das Ergebnis geochemischer Analysen an Tonproben lokaler Tonablagerungen aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien besprochen werden.

2.2. Überblick über die Geologie Nordost-Syriens und Südost-Anatoliens

Bei archäometrischen Analysen und vor allem bei der Herkunftsbestimmung archäologischer Keramik spielt die Geologie der Fundorte eine wichtige Rolle, da das Rohmaterial für die Keramikproduktion, d. h. die Tone, durch Verwitterung von Gesteinen entstehen (siehe Kapitel 1.2). Anhand von petrographischen und geochemischen Analysen an Keramik es ist möglich, die Ausgangsgesteine eines Tones zu bestimmen und so Informationen zur Geologie der Ursprungsregion und möglicherweise des Herstellungs-ortes zu gewinnen.

Die Fundorte der in der vorliegenden Arbeit analysierten Keramikwaren befinden sich in vier verschiedenen, z. T. weit voneinander entfernten Regionen: Nordost-Syrien, Südost-Anatolien, Ost-Anatolien und Ost-Georgien (Abb.1.1 und Abb. 2.1). Geologisch liegen diese Regionen im Bereich des so genannten Alpen-Himalaja Orogengürtels (Gebirgskette) (Abb.2.1), der sich einst zwischen den Urkontinenten Gondwana im Süden und der euroasiatischen Platte (Laurasia) im Norden erstreckte. Man findet innerhalb dieses Orogengürtels verschiedene kontinentale und ozeanische Krustengesteine, die sich durch Öffnung und Schließung von Urozeanen vom Paläozoikum¹ bis zum Ende des Mesozoikums gebildet haben (Abb.2.2). Diese Urozeane werden als Tethys bezeichnet, die wiederum nach ihrer Entstehungszeit bzw. nach den tektonischen Vorgängen in Proto-Tethys, Paläo-Tethys und Neo-Tethys unterschieden werden. Über die geologische Entwicklung dieser Regionen (Anatolien, Nordteil der Arabischen Platte, Iran sowie Kaukasusgebiet) wurden zahlreiche Forschungen durchgeführt (siehe. z. B. Şengör & Yılmaz 1981; Robertson & Dixon 1984; Dercourt *et al.* 1986; Ricou 1995; Stampfli *et al.* 2001, Brew *et al.* 2001;

¹ Für Zeitangaben der geologischen Perioden siehe Anhang 2.

Gamkrelidze 1997 und dort angegebene Literatur). Die genannten Regionen sind geologisch sehr komplex aufgebaut. Diese drei Regionen werden in den jeweiligen Kapiteln, in dem die Keramikproben behandelt werden, besprochen. Hier soll im Folgenden ein Überblick über die Geologie Nordost-Syriens und Südost-Anatoliens gegeben werden.



Abb. 2.1: Übersichtskarte des Alpen-Himalaja Orogengürtels (Gebirgskette) und der Lage der Untersuchungsgebiete. I: Nordost-Syrien und Südost-Anatolien, II: Ost-Anatolien (Erzurum bzw. Sos Höyük), III: Ost-Georgien.

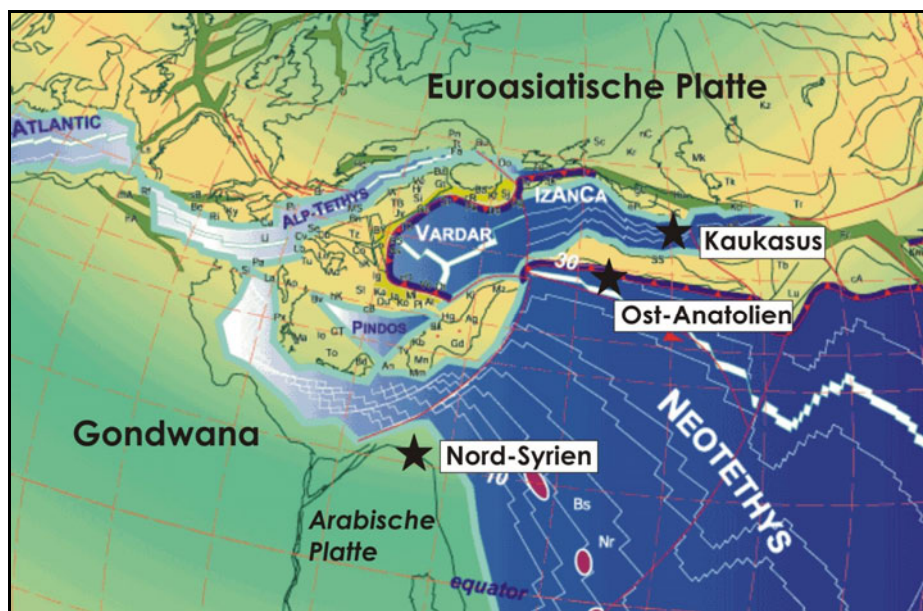


Abb. 2.2: Rekonstruktion der geologischen Entwicklung der Tethys-Ozeane in der Oxfordian-Periode (163-156 Mio.) (nach Stampfli & Borel 2002). Auf der Karte ist die ungefähre Lage der Untersuchungsgebiete markiert.

2.2.1. Nord-Syrien und Südost-Anatolien

Die geologische Entwicklung von Südost-Anatolien und Nord-Syrien, die einen Teil der Arabischen Plattform ausmachen, ist eng miteinander verknüpft. Die Öffnung und Schließung der Urozeane Paläo-Tethys, Neo-Tethys (Abb.2.2) waren einschneidende geologische Vorgänge, welche die Geologie der Region bestimmten. Heute findet man Reste dieser geologischen Entwicklungen in Form von Sedimenten und ozeanischen Krustengesteinen, sowie durch die tektonischen Prozesse entstandene magmatische bzw. vulkanische Gesteine und strukturgeologische Spuren wie Faltungen und Überschiebungen.

Geologisch gehört Südost-Anatolien von den südlichen Ausläufern des Ost-Taurus bis südwärts zur so genannten Arabischen Plattform bzw. Arabischen Platte (Abb.2.3). Die arabische Plattform bildete sich erst langsam im Proterozoikum durch das Zusammenschießen von Inselbogen und Mikroplatten am nördlichen Saum der afrikanischen Platte (Beydoun 1991). In der folgenden Zeit (Proterozoikum bis Miozän) erfolgten zwischen dem nördlichen Rand der Arabischen Platte und der Euroasiatischen Platte eine Reihe geologischer Vorgänge, wie die Öffnung und die Schließung von Urozeanen (Proto-Tethys, Paläo-Tethys und Neo-Tethys) und damit verbundene tektonische Ereignisse (Sengör & Yılmaz 1981; Dercourt *et al.* 1986; dies. 1993; Savostin *et al.* 1986; Yılmaz *et al.* 1993; Natapov & Kazmin (eds.) 1998; Sampfli *et al.* 2001; Brew 2001; Mouty 2000; Kazmin 2002). Der letzte wichtigste geologische Vorgang erfolgte vor 12-13 Mio. Jahren. Der Urozean Neo-Tethys verschwand und die Region nahm langsam ihre heutige hauptgeologische Struktur an (Kazmin 2002). Die Region ist heute noch tektonisch aktiv und die Arabische Platte bewegt sich infolge des Auseinanderdriftens des mittelozeanischen Rückens vom Roten Meere mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 2,8 cm pro Jahr nach Norden (Savostin *et al.* 1986; De Mets *et al.* 1990).

Im Verlauf der geologisch-tektonischen Vorgänge in Nord-Syrien und Südost-Anatolien bildeten sich verschiedene Gesteine. Diese mosaikartige Gesteinsvergesellschaftung, die aus diversen tektonostratigraphischen Einheiten bestehen, wird auf der Basis von Überschiebungen in drei Hauptzonen eingeteilt (Yılmaz 1990; Yılmaz *et al.* 1993). Diese sind von Süden nach Norden: die Arabische Platte, die Imbrikationszone und die Deckenfaltungszone (Abb.2.3).

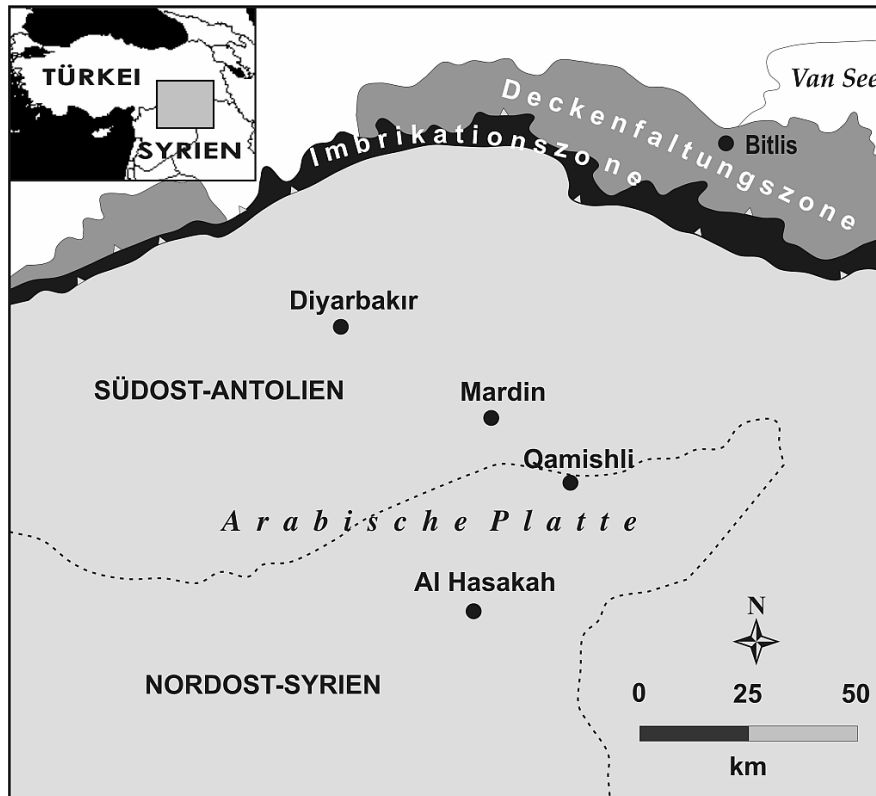


Abb. 2.3: Vereinfachte Darstellung der geologisch-tektonischen Hauptzone in Nordsyrien und Südost-Anatolien (modifiziert nach Yilmaz *et al.* 1993).

2.2.1.1. Die Arabische Plattform

Die Arabische Plattform umfasst geographisch die Arabische Halbinsel und den südlichen Teil Südostanatoliens, d. h. Mardin, Midyat, Lice bis West-Syrien einschließlich des südöstlichen Abschnitts des Amanos Gebirges (der westliche und der östliche Abschnitt ist in Abb.2.3 nicht dargestellt). Die Arabische Plattform besteht im Wesentlichen aus autochthon gebildeten Marinesedimenten, die vom Altpaläozoikum bis zum Obermiozän abgelagert worden sind (Sungurlu 1974; Yilmaz *et al.* 1993; Yiğitbaş 1996, siehe auch Brew *et al.* 2001 und die dort angegebene Literatur). Hauptgesteinarten der Plattform sind Kalksteine, Konglomerate, Sandsteine, Schiefertone, Tonschiefer, tonige Kalksteine und kalkiger Flysch. Kalkstein bildet die vorherrschende Gesteinsart in der Arabischen Plattform bzw. der Imbrikationszone (siehe detaillierte geologische Karte in Abb.2.4 und Abb.2.5).

2.2.1.2. Imbrikationszone

Die Gesteine der Imbrikationszone (Abb.2.3) treten nördlich der Arabischen Plattform in einer schmalen Zone auf, deren Breite im Westen etwas zunimmt. Die Gesteine der Imbrikationszone bestehen aus drei Formationen: Hampur-Formation, Cungus-Formation und

die Harami-Formation, welche hauptsächlich aus Kalksteinen bestehen und untergeordnet Vulkanite (Yılmaz 1993; Yiğitbaş *et al.* 1996).

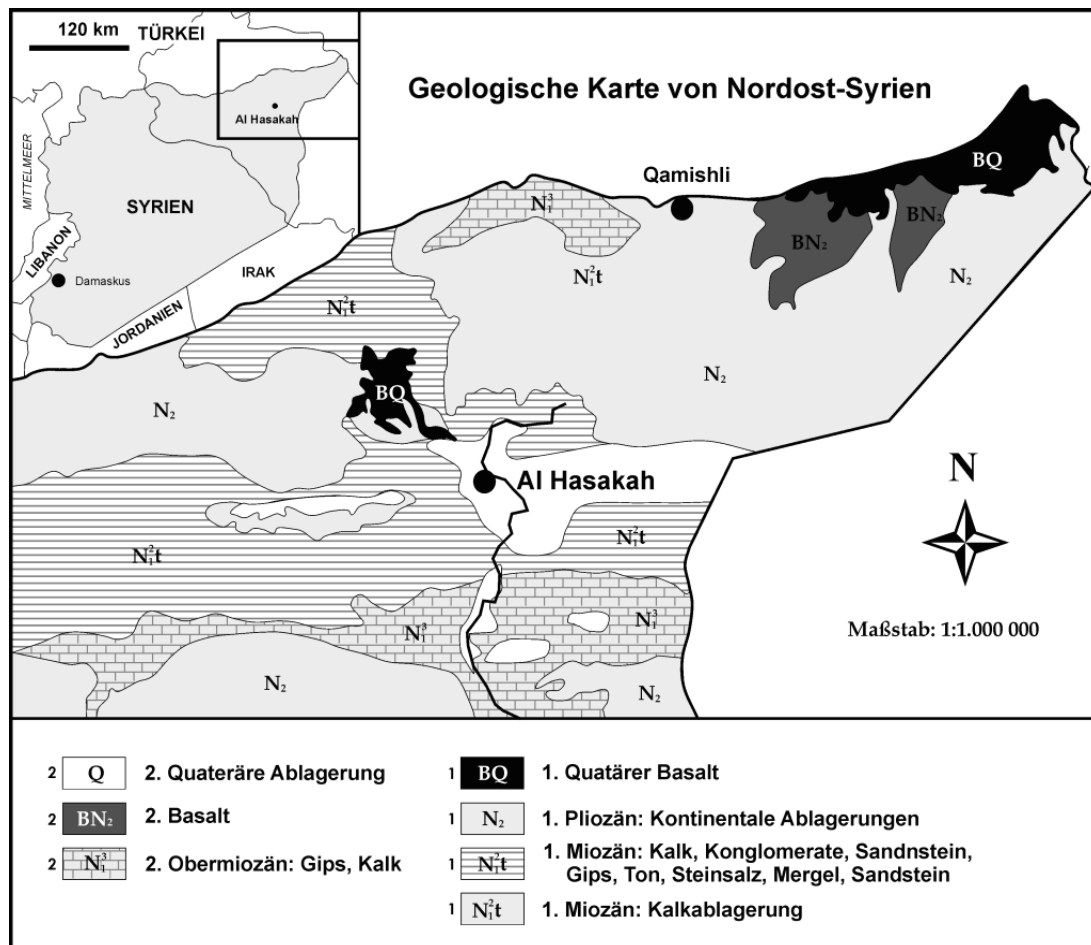


Abb. 2.4: Geologische Karte von Nordost-Syrien (nach: Samman, N., Soviet Geologists of V/O Technoexport. Erstellungsdaten sind nicht verfügbar).

2.2.1.3. Deckenfaltungszone

Der nördliche Bereich der Imbrikationszone besteht aus Gesteinen, die ansonsten im größten Teil dieser Zone und auf der Arabischen Plattform nicht vorkommen. Diese Gesteine bestehen aus Metamorphiten, werden in der Deckenfaltungszone zusammengefasst (Abb.2.3), die aufgrund von tektonostratigraphischen Eigenschaften in vier Subgruppen unterteilt wird (Yılmaz 1993; Yigitbaş *et al.* 1996):

- 1- Dem Bitlis-Pütürge-Massiv, bestehen aus der Hizan-Gruppe, der Mutki-Gruppe, der Guleman-Gruppe und der Kızılağac-Gruppe;
- 2- den Merit-Metamorphiten
- 3- der Yüksekova-Gruppe
- 4- der Maden-Einheit



Abb. 2.6: Topographische Karte von Nordost-Syrien und Südost-Anatolien. Auf der Karte wurden die Fundorte in beiden Regionen aufgetragen. Man erkennt zwei voneinander durch Mardinschwelle getrennte Regionen.

Die Hauptgesteine der Deckenfaltungszone sind Metamorphite, metamorphe und nicht metamorphe Ophiolithe (mafische und ultramafische Gesteine; Gabbro, Basalte), Sandsteine, alkalische Basalte, pyroklastische Gesteine, Radiolarit führende Kalksteine, spilitische Lavas, Tonschiefer, Phyllite und Tonsteine. Diese Gesteine werden von neogenen und quartären Vulkaniten und Sedimenten überdeckt.

Verschiedene Ablagerungsräume entstanden nach der Kollision der Arabischen Platte mit dem Euroasiatischen Kontinent im Untermiozän sowie infolge der durch anhaltenden Kompressionsregime veranlassten Überschiebungen und Bildung von Erhebungen entlang

der Kontinentränder. Die so genannte Mardin Schwelle (Mazıdağ: *Tur' Abdin*) trennt zwei Hauptablagerungsräume, die Tigris-Ebene in Südost-Anatolien und die Nordost-syrische Senke (siehe Abb.2.6). Diese unterschiedlichen Ablagerungsräume, in denen die Fundorte der hier analysierten Keramik liegen, sind für die Lokalisierung der Herstellungsorte der Keramik von Interesse.

Die nordostsyrische Senke wird im Süden von Jabal Abdl'al-Aziz und Jabal Sinjar begrenzt. Tektonische Bewegungen im Tertiär führten in den Niederungen zwischen der Mardin-Schwelle und dem Jabal Abdl'al-Aziz zur Bildung mächtiger Schuttmassen. Wie auf der geologischen Karte (Abb.2.4) zu erkennen ist, sind die vorherrschenden Gesteine miozäne und pliozäne Kalksteine, d. h. mergelige Sedimente, begleitet von Gips, Ton und Sandstein. Nördlich des Habur-Gebietes treten pliozäne bis quartäre Basalte auf.

Die Fundorte Tell Mozan, Tell Brak, Tell Arbid und Tell Brak liegen in der nordöstlichen Senke zwischen der Mardin Schwelle und dem Jabal Abdl'al-Aziz (Abb.2.4). Die jungen Tone bzw. tonigen Ablagerungen (Plioazäne-Quartäre) in der Umgebung der Fundorte werden durch zahlreiche Flüsse in die Habur-Region transportiert und dort abgelagert. Wie in der Geologische Karte (Abb.2.4 und Abb.2.6) leicht zu erkennen ist, besteht die Hauptlithologie des Liefergebiets von Tonablagerungen in Nordost-Syrien aus Kalksteinen und die untergeordneten Basalten. Dieselben Gesteine sind ebenfalls in der Tigris-Ebene (und generell in Südost-Anatolien) aufgeschlossen. Jedoch unterscheidet sich dieser Bereich aufgrund des viel breiteren und komplexen Dränagesystems des Tigris und seiner Zuflüsse von Nordost-Syrien. Anders als in Nordost-Syrien werden die jungen Tonablagerungen hier durch terrigene (Festlandsmaterial) Abtragungen vom nördlichen Bereich, wo ganz unterschiedliche Gesteine aufgeschlossen sind (Gesteine der Deckenfaltungszone, siehe oben) beeinflusst. Wie im Folgenden detailliert vorgestellt wurde, spiegeln diese geologischen Gegebenheiten bzw. unterschiedliche Dränagesysteme sich in ihren jungen Tonablagerungen beider Region wieder und lassen sich durch ihre Tonablagerungen geochemisch voneinander trennen. So zeigen z. B. die Tone aus Nordost-Syrien höhere Konzentrationen von CaO (ca. 21 Gew.- %), MgO (ca. 5 Gew.- %) und von Spurenelement wie Cr, Ni als Tone aus Südost-Anatolien. Diese unterschiedliche Tonzusammensetzung ermöglichte es z. B. in der vorliegenden Untersuchung, die Herkunft der DROB-Ware zu lokalisieren (siehe Kapitel 2.4).

2.3. Geochemische Eigenschaften natürlicher Tone aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, verwendet man bei der Herkunftsbestimmung archäologischer Keramik als Vergleichsmaterial häufig natürliche Tone aus den Fundorten der Keramik und aus deren Umgebung. In der vorliegenden Untersuchung wurden als Vergleichsmaterial zur Herkunftsbestimmung Tonproben aus lokalen Ablagerungen in den Untersuchungsgebieten Nordost-Syrien, Südost-Anatolien und Ost-Georgien entnommen. Als Vergleichsmaterial für die Analysen an der Keramik aus Ost-Anatolien (Sos Höyük) wurden Keramikfragmente aus demselben Fundort, die aus archäologischer Sicht als lokale Produktion gelten, verwendet. Das Vergleichsmaterial aus Ost-Anatolien und Ost-Georgien wurde im jeweiligen Kapitel zusammen mit den analytischen Daten der Keramik behandelt. Im Folgenden wurden nur die Tonproben aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien in separaten Kapiteln behandelt, da sie als Referenzmaterial für drei unterschiedliche Keramiktypen, die Dark Rimmed Orange Bowl-Ware (DROB-Ware), die Graue Ware und die nordmesopotamische Metallische Ware, verwendet wurden (und eine Wiederholung ihrer geochemischen Eigenschaften in jedem relevanten Kapitel zu vermeiden).

2.3.1. Auswahl der Tonproben

Für die geochemische Analyse wurden insgesamt zehn Tone in Nordost-Syrien im oberen Habur-Gebiet an verschiedenen Stellen in Wadis (Flussbetten) genommen (Wadi Avedji, Wadi Khanzir, Wadi Jaghjagh, Wadi Jarrah und Wadi Rümelian; Abb.2.7)². Die Tone wurden aus 1 bis 3 m Tiefe von der Oberfläche der Wadi-Abschnitte genommen. Eine rezente Keramik aus Qamishli wurde zum Vergleich von petrographischen und geochemischen Daten herangezogen. Da diese rezente Keramik aus lokalen Tonablagerungen gefertigt wurde (nach Angabe des Töpfers stammt das Rohmaterial von den umliegenden Feldern), lassen sich ihre Analyseergebnisse mit den Keramik vergleichen.

Als weiteres Vergleichsmaterial dienen 20 Tonproben, die aus sieben verschiedenen Tonablagerungen in der Tigris-Ebene, auch aus Nebenflüssen, zwischen Diyarbakır und Hasankeyf in Südost-Anatolien entnommen wurden (Abb.2.8).

² Die Tonproben wurden von Dr. Katleen Deckers entnommen und für die Analysen zur Verfügung gestellt. An dieser Stelle möchte ich Dr. Deckers für die Bereitstellung der Tonproben aus Nordost-Syrien danken.

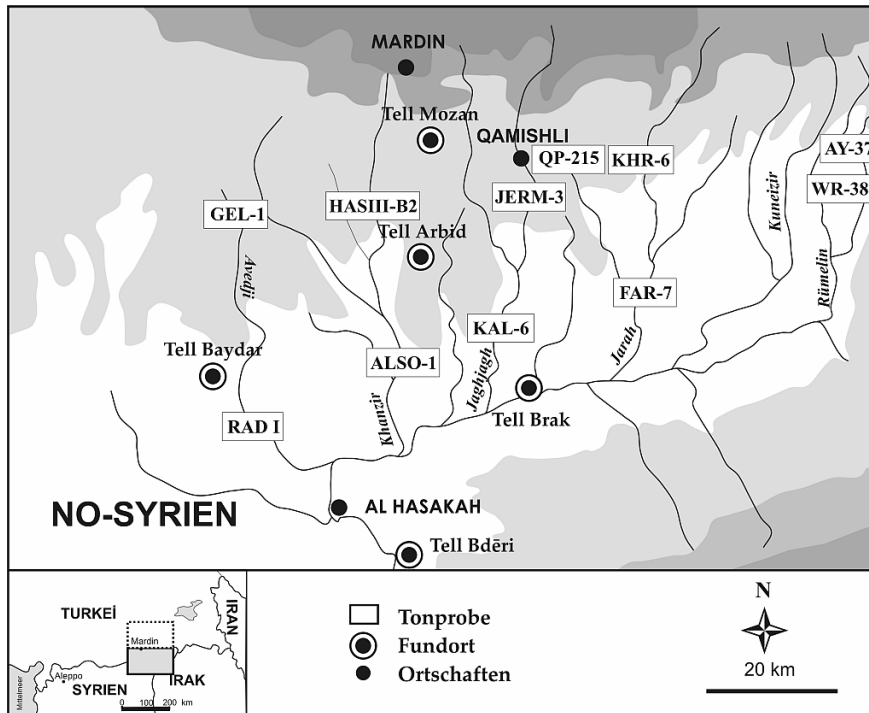


Abb. 2.7: Übersichtskarte der Fundstellen der Vergleichsproben (Ton und Rezente Keramik).

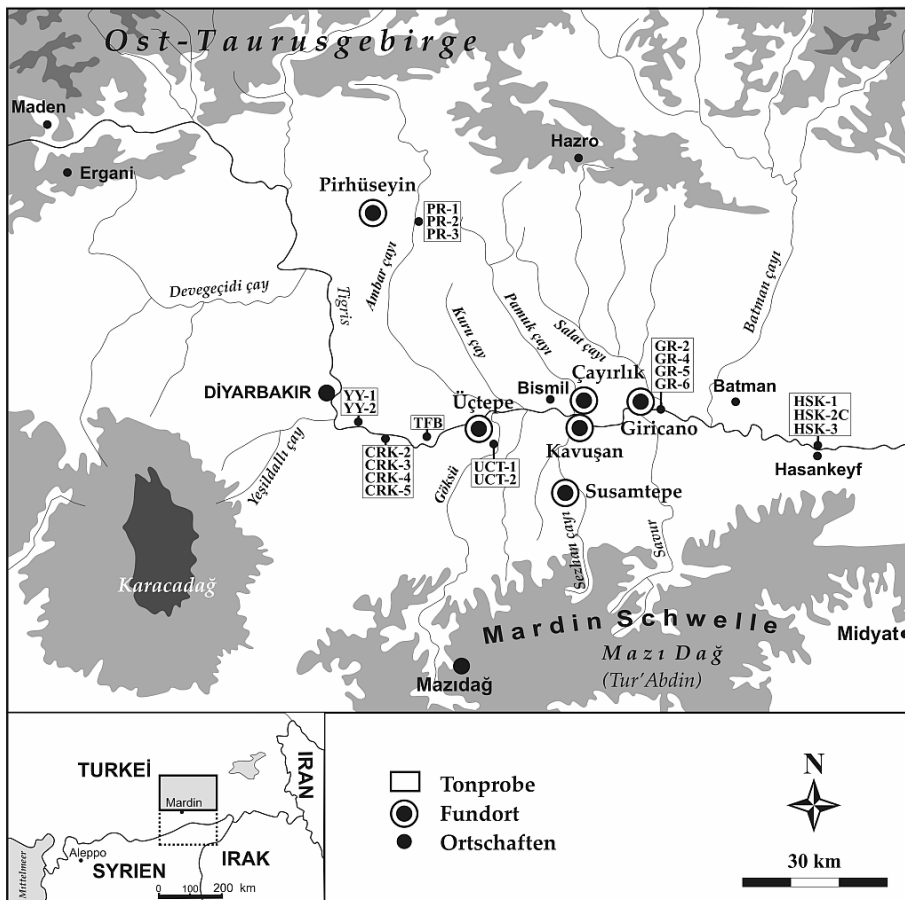


Abb. 2.8: Die Standorte der zur Entnahme von Tonproben ausgewählten Orte in Südost-Anatolien.

Die Tonproben aus Südost-Anatolien mit der Bezeichnung CRK- 2, CRK-3, CRK-4, und CRK-5 stammen von einer Töpferei in Mardin Kapı in Diyarbakır. Nach Angabe des Töpfers stammen die Proben aus einer Stelle in Çarıklı Mevki, 15 km südlich von Diyarbakır, nahe des Tigrisfluss. Die Tonproben CRK-2 und CRK-4 wurden von einer Tonmasse, die von Töpfer bereits aufbereitet (d. h. geschlammter Rohton) worden war, genommen. Die Proben CRK-3 und CRK-5 stammen aus nicht aufbereitetem Rohton.

Bei der Probe TFB handelt es sich um einen gebrannten Ziegelstein aus einer Ziegelfabrik in Bağlıvar in der Nähe von Diyarbakır. Der Rohstoff hierfür wurde ca. 30 km östlich von Diyarbakır in der Nähe des Tigris gewonnen. Die Proben YY-1 und YY-2 wurden in einem Straßenabschnitt in Geyiktepe, 10 km südlich von Diyarbakır, aus einem Paläobodenaufschluss direkt unter jungen Basaltgesteinen genommen. Neben der Gewinnung von Vergleichsmaterial war es das Ziel der Beprobung von Paläoböden zu überprüfen, ob zwischen Paläoböden und rezenten südostanatolischen Tonproben ein Unterschied in der chemischen Zusammensetzung feststellbar ist und ob eventuell Basaltvorkommen einen Einfluss auf die Elementzusammensetzung von rezenten Ablagerungen ausüben. Die Proben GR-2, GR-4, GR, 5 und GR-6 wurden in der Nähe der Ausgrabung Giricano, 30 km östlich von Bismil, genommen, wobei die Proben GR-2 und GR-6 aus ehemaligen Flussablagerungen und die Proben GR-4 und GR-5 aus rezenten Flussablagerungen stammen. Die Proben HSK-1, HSK-2C und HSK-3 wurden aus jungen unverfestigten Flussablagerungen in der Nähe von Hasankeyf gewonnen. Die Probe HSK-3 stammt aus der untersten, (geologisch ältesten Schicht) der aufgeschlossenen Flussablagerungen, die Probe HSK-2C aus einer Tiefe von ca. 1,5 m und die Probe HSK-1 aus ca. 1 m Tiefe vom obersten Sichtbereich.

Neben Tonproben vom Tigris zwischen Diyarbakır und Hasankeyf wurden insgesamt fünf Proben (PR-1, PR-2, PR-3, UCT-1 und UCT-2) an zwei Stellen von Zuflüssen des Tigris genommen (Abb.2.8). Die Proben PR-1, PR-2 und PR-3 stammen aus der ehemaligen Flussablagerung des Ambarlı çay in der Nähe von Pirhüseyin, ca. 50 km nordöstlich von Diyarbakır. Die Proben UCT-1 und UCT-2 wurden in Göksü çayı in Üçtepe, unweit des Tigrisflusses entnommen.

Um eine der Dark Rimmed Orange Bowl-Ware ähnliche Tonpaste zu erhalten wurden sämtliche untersuchte Tonproben aus beiden Regionen zunächst in dickflüssigem Zustand mithilfe eines Siebes mit 0,5 mm Maschenweite unter destilliertem Wasser von groben Einschlüssen bzw. organischen Resten befreit. Es ist bekannt, dass durch Magerung oder Extraktion nicht-plastischer Gesteine oder Mineralfragmente aus dem Rohmaterial, je nach

Magerungsart und Menge, die ursprüngliche mineralische und chemische Zusammensetzung modifiziert werden kann. Um dies zu testen und festzustellen, welche Elemente sich wie stark hierbei verändern, wurde jeweils eine Tonprobe aus Hasankeyf (Probe HSK-2C) und aus dem Wadi Rimelian in Nordost-Syrien (FAR-7) unter destilliertem Wasser gesiebt und in zwei Kornfraktionen getrennt (HSK-2B: > 0.175 mm, HSK-2A < 0.175 mm; FAR-7, FAR-7A). Alle Tonproben wurden nach dem Sieben fünf Stunden bei einer konstanten Temperatur von 600 °C gebrannt, um die organischen Bestandteile und das Porenwasser im Ton zu entfernen. Anschließend wurden die Proben und das Referenzmaterial für die Messung wie in Kapitel 1.5.2.1 beschrieben, aufbereitet und an ihren Haupt- und Spurenelementen gemessen. Die chemischen Analysenwerte, auch die der Tonfraktionen der Proben HSK-AA, HSK-2C und FAR-7A, sind im Anhang 9 aufgelistet.

Tab. 2.1: Tonproben von lokalen Ablagerungen aus der Tigris-Ebene sowie Umgebung

Probennummer	Entnahmeort	Beschreibung	Bemerkung
CRK-2	Çarıklı Mevki	Geschlämmter Ton	
CRK-3	Çarıklı Mevki	Unaufbereiteter Ton	
CRK-4	Çarıklı Mevki	Geschlämmter Ton	
CRK-5	Çarıklı Mevki	Unaufbereiteter Ton	
TFB	Bağıvar	Gebrauntes Ziegelstein	
YY-1	Diyarbakır	Rohton	
YY-2	Diyarbakır	Rohton	
GR-2	Gricano	Ehemalige Flussablagerung	
GR-4	Gricano	Rezente Flussablagerung	
GR-5	Gricano	Rezente Flussablagerung	
GR-6	Gricano	Ehemalige Flussablagerung	
HSK-1	Hasankeyf	Rohton	
HSK-2C	Hasankeyf	Rohton	
HSK-2A	Hasankeyf	Geschlämmter Ton	Fraktion $\leq 0,175$ mm
HSK-2B	Hasankeyf	Geschlämmter Ton	Fraktion $\geq 0,175$ mm
HSK-3	Hasankeyf	Rohton	
PR-1	Pirhüseyin	Rohton	
PR-2	Pirhüseyin	Rohton	
PR-3	Pirhüseyin	Rohton	
UCT-1	Üçtepe	Rohton	
UCT-2	Üçtepe	Rohton	

2.3.2. Haupt- und Spurenelementzusammensetzung

Sowohl die Tone aus Nordost-Syrien als auch die Tone aus Südost-Anatolien charakterisieren sich durch hohe CaO- (ca. 14 %), relativ hohe MgO- (ca. 4,5 %) und mittlere Al₂O₃ (ca. 13 %) Konzentrationen. Ebenfalls charakteristisch für Tone aus diesen beiden Regionen sind niedrige Co- (24 ppm) sowie hohe Cr- (360 ppm) und Ni- (164 ppm) Werte.

Die Hauptelementkonzentrationen von Tonproben aus beiden Regionen zeigen keine scharf voneinander getrennten Elementmuster, weshalb bei vielen Hauptelementen Überlappungen erkennbar sind. Allerdings lassen sich bei SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO und CaO tendenzielle Unterschiede feststellen (Abb. 2.9), durch die sich die Tone beider Regionen voneinander unterscheiden lassen. Den deutlichste Konzentrationsdifferenz beobachtet man bei Na₂O. Demnach unterscheiden sich die nordost-syrischen Tone von den südost-anatolischen durch ihre niedrige SiO₂-, Al₂O₃-, Fe₂O₃-, MnO-, CaO- und Na₂O-Konzentration. Der TiO₂-Gehalt (nicht dargestellt) ist bei nordost-syrischen Tonen insgesamt leicht niedriger. Die CaO-Konzentrationen zeigen bei nordost-syrischen Tonen höhere Werte bei den als südost-anatolischen Tonen. Bei den übrigen Hauptelementen K₂O, MgO und P₂O₅ erkennt man keine deutlichen Konzentrationsunterschiede zwischen beiden Regionen. Insgesamt betrachtet zeigen die Elemente sowohl von nordost-syrischen als auch südost-anatolischen Tonen ein leicht gestreutes Muster. Der genaue Grund dieser Streuung konnte in dieser Untersuchung nicht ermittelt werden, da keine systematische und umfangreiche Tonbeprobung und Tonanalyse in Bezug auf Tonmineralogie und Geochemie durchgeführt werden konnte³. Dennoch scheint es plausibel, ein solches Elementmuster auf unterschiedliche Ablagerungsbedingungen und/oder unterschiedliche Alterationsgrade der Ausgangsgesteine zurückzuführen. Zum Beispiel liegen die niedrigen Alterationsindex (Chemical Index of Alteration) CIA-Werte von nordost-syrischen Tonen zwischen 20-50 und weisen darauf hin, dass die Alterationsgrade bei den nordost-syrischen Tonen im Verhältnis niedriger sind als bei den südost-anatolischen Tonen. Hierzu stellt auch das Dränagesystem einen wichtigen Faktor dar.

³ Eine solche Untersuchung war aufgrund des für vorliegende Arbeit vorgesehenen Umfangs nicht durchführbar.

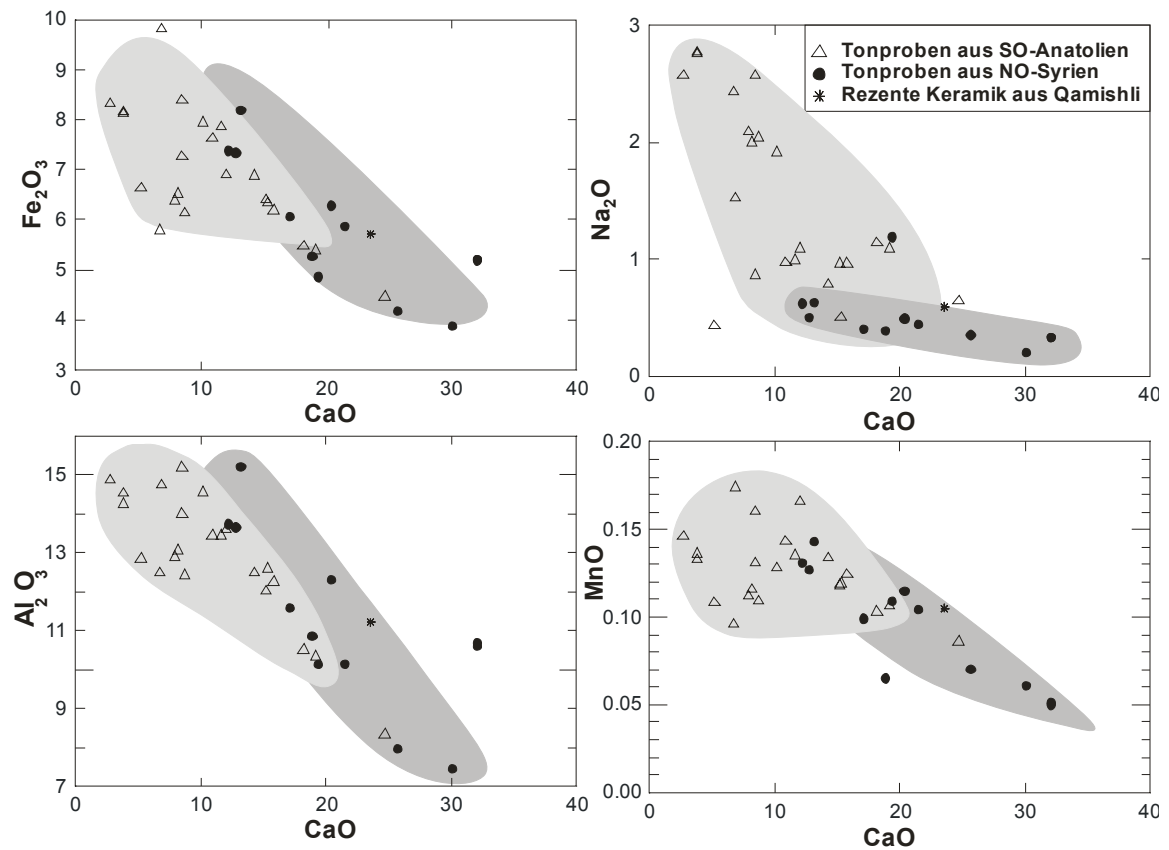


Abb. 2.9: Variationsdiagramme der Hauptelemente CaO vs. SiO_2 , CaO vs. Na_2O , CaO vs. Al_2O_3 und CaO vs. MnO in südost-anatolischen und nordost-syrischen Tönen sowie rezenten Keramikproben aus Qamishli in Nordost-Syrien. Die Werte sind in Gewichts-Prozent angegeben.

Die Spurenelementzusammensetzung von Tonproben beider Regionen zeigen ebenfalls keine scharfen Trennungen der Elementmuster. Nur bei den fünf Spurenelementen Co, Sr, V, La und Ce erkennt man Konzentrationsunterschiede, die eine Unterscheidung der beiden Tongruppen voneinander ermöglichen (Abb.2.10). Die nordost-syrischen Tone unterscheiden sich von südost-anatolischen im Mittelwert durch niedrige Co- (20 ppm) und V- (306 ppm) sowie durch hohe La- (44 ppm), Sr- (306 ppm) und leicht höhere Ce- (54 ppm) Konzentrationen. La zeigt hierbei eine deutliche Konzentrationsdifferenz zwischen nordost-syrischen und südost-anatolischen Tönen (Abb.2.10 und 2.11) und scheint auf ein Charakteristikum für nordostsyrische Tonablagerungen hinzuweisen.

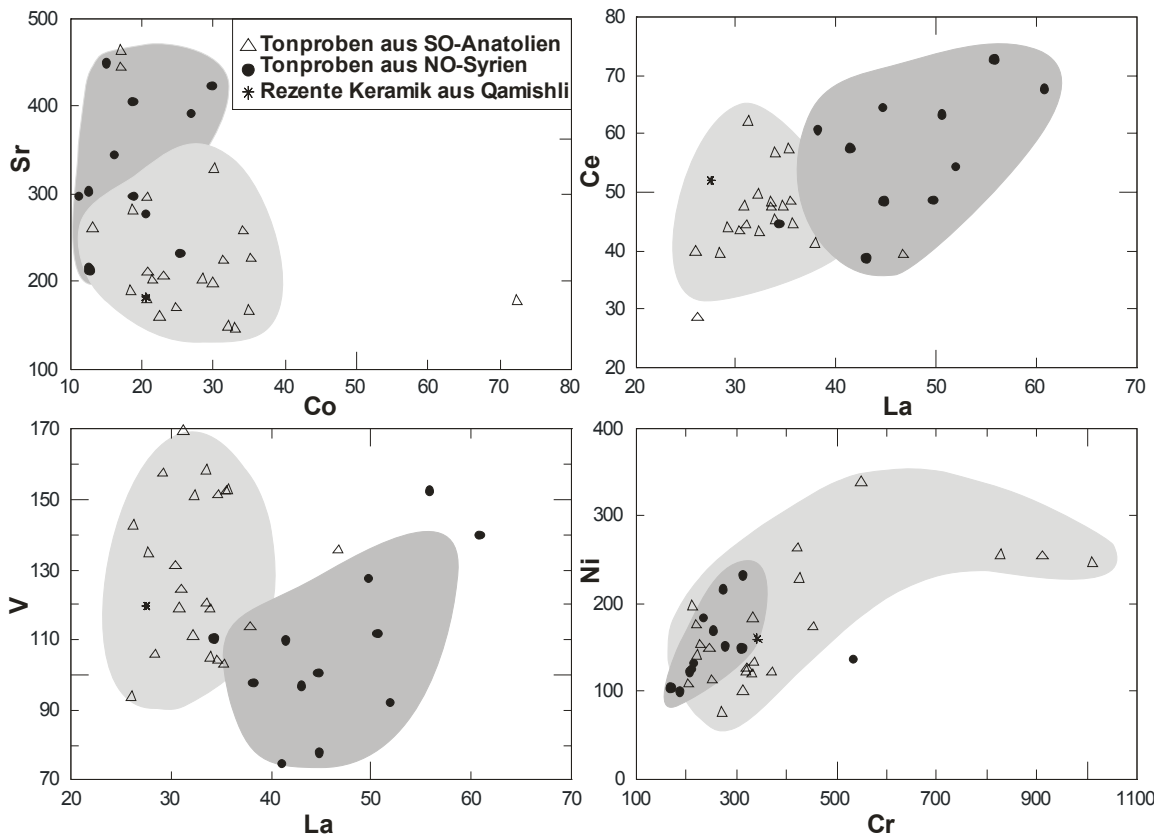


Abb. 2.10: Variationsdiagramme der Spurenelemente Co vs. Sr, La vs. Ce, La vs. V und Cr vs. Ni in südost-anatolischen und nordost-syrischen Tönen sowie rezenten Keramikproben aus Qamishli in Nordost-Syrien.

Unter den gemessenen Elementen stellten sich besonders Na_2O und La als Diskriminanten für eine Unterscheidung von Tönen der beiden Regionen heraus, da niedrige Na_2O und hohe La-Gehalte für nordost-syrische Töne im Gegensatz zu südost-syrischen Tönen charakteristisch zu sein scheinen (Abb.2.11).

Im Verteilungsmuster der Elementkonzentrationen der Tonproben beider Regionen erkennt man einige Unterschiede, die offensichtlich typisch für die jeweilige Region sind. So weist z. B. Na_2O insgesamt betrachtet, bei nordost-syrischen Tönen im Vergleich zu südost-anatolischen Tönen ein einheitliches Verteilungsmuster auf. La hingegen zeigt ein umgekehrtes Verhalten. Die La-Konzentration weist bei den nordost-syrischen Tönen eine breite Streuung auf (Abb.2.11). Ein ähnliches Bild erkennt man den Elementen bei Mn, Cr und Sr. Diese Verteilungsmuster der Elemente von Tönen kann mit Vorsicht auch als sekundäres chemisches Unterscheidungsmerkmal zur Differenzierung der Tonablagerungen zwischen den beiden Regionen herangezogen werden.

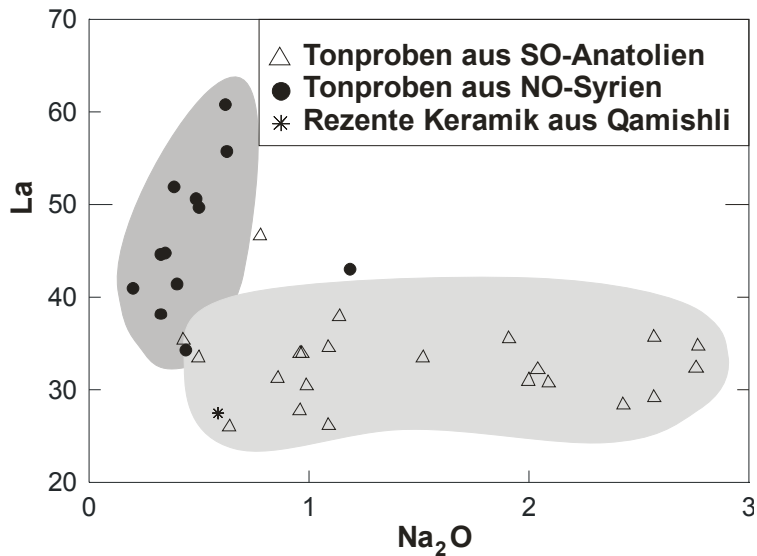


Abb. 2.11: Variationsdiagramme von Na_2O vs. La von Tonproben aus Nordost-Syrien und Südost Anatolien bzw. von rezenten Keramikprobe aus Qamishli (Die Werte sind angegeben in Gew. % und ppm).

Die oben vorgestellten chemischen Eigenschaften von Tonproben aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien zeigen, dass der Kalkstein, die in der Region vorherrscht, sich in den Tonablagerungen durch einen hohen CaO -Gehalt manifestiert. Die Sr -Konzentration zeigt mit CaO eine positive Korrelation. Trotz der ähnlichen Geologie beider Regionen ist es möglich, die Tonablagerungen beider Regionen zu unterscheiden. Offenbar haben die im Norden aufgeschlossenen Gesteine der Deckenfaltungszone, wie z. B. Gesteine des Bitlis-Pütürge-Massivs, eine Unterschied in der Elementzusammensetzung der Tonablagerungen durch Dränagesystem in Ablagerungsbecken geführt.

2.4. Dark Rimmed Orange Bowl-Ware (DROB-Ware)

2.4.1. Einführung

Von anderen frühbronzezeitlichen Keramikwaren Nordost-Syriens unterscheidet sich die so genannte Dark Rimmed Orange Bowl-Ware (DROB-Ware) durch ihre orange Farbe und charakteristischen schmalen schwarzen Überzug am Rand der Gefäße (siehe Abb.2.12 und 2.13). Die Ware wurde bislang archäologisch nicht umfassend untersucht, es finden sich lediglich einzelne Untersuchungen, wie z. B die Arbeit von Oates (2001), in der die DROB-Ware behandelt wird. DROB-Ware wurde auch in Südost-Anatolien in der Tigris-Ebene gelegenen Siedlungen aufgefunden (Abb.2.14, siehe auch Laneri *et al.* 2006; Kozbe *et al.* 2004), hier wurden sie auch nicht umfassend untersucht. Nur in unlängst publizierter Arbeit von Özfiat (2006) wurde sie etwas detaillierter hinsichtlich der Archäologie behandelt. In der laufenden Dissertation von Alice Bianchi an der Universität Tübingen wird die Ware archäologisch ausführlich aufgearbeitet (Bianchi im Druck). Da bisher keine detaillierte archäologische Untersuchung der DROB-Ware publiziert wurde, basieren die hier vorgestellten Erkenntnisse über makroskopische Merkmale, Formen und andere Eigenschaften sowie das Verbreitungsgebiet auf Oates (2001), Alice Bianchi und eigene Beobachtungen und sind als vorläufig zu betrachten. Die DROB-Ware wurde zudem bisher auch archäometrisch nicht untersucht. Es liegen nur einzelne Analysen von Schneider & Daszkiewicz (2001) vor, in der einzelne DROB-Scherben hinsichtlich der Fragestellung über die Herkunft der nordmesopotamischen Metallischen Ware einbezogen wurden, nicht aber deren Herkunft behandelt wurde.

Die DROB-Ware wird von Joan Oates (2001) aufgrund von Fundkontexten in Tell Brak in die Akkad und Post-Akkadzeit (ca. 2250-2000 v. Chr. siehe Anhang 1) datiert, wobei sie überwiegend in post-akkadischen Schichten auftritt. Man findet sie aber auch sowohl in der Akkad- als auch in der früheren Phase. Özfiat (2006) datiert die DROB-Ware in Üçtepe (in Südost-Anatolien, Abb.2.14) an das Ende der Frühbronzezeit und in die Mittelbronzezeit (Üçtepe 11-13). In Hirbemerdon in Südost-Anatolien (Abb.2.14) wird hingegen in die Frühbronzezeit datiert (Laneri *et al.* 2006). Ob die Ware nur in frühbronzezeitliche Schichten, oder wie Özfiat der Ansicht ist, auch in mittelbronzezeitlichen Schichten vorkommt, ist noch umstritten. Da die Problematik eingehend von

Bianchi (Bianchi im Druck) diskutiert wird, soll hier nicht näher darauf eingegangen werden.

Das Hauptcharakteristikum der frühbronzezeitlichen DROB-Ware hinsichtlich des mikroskopischen Erscheinungsbildes sind die namensgebende orange Farbe (*Munsell 5YR 6/6 bis 6/8*) und der schwarze Überzug auf dem äußeren Rand der Gefäße (Oates 2001) (Abb.2.12 und 2.13). Die Ware besteht aus feinem Ton und ist oft mit dünnem Wandschlag, wobei etwas grobe Exemplare auch vorkommen. Im Allgemeinen beobachtet man an der Keramik keine Farbdiversität, ausgenommen einige Beispiele, bei denen man einen leicht dunkelrötlichen Farbunterschied an der Oberfläche beobachten kann. Der schwarze Überzug, der gewöhnlich eine Breite von ca. 2,5 - 3 cm besitzt, stellt das markanteste Merkmal der Ware dar (Oates 2001). Nach bisherigem Kenntnisstand sind innerhalb der Ware nur wenige Schalenformen bekannt (siehe Abb.2.13).



Abb. 2.12: Fragmente der DROB-Ware aus Tell Brak, Tell Arbid, Tell Mozan, Susamtepe und Kavuşan.

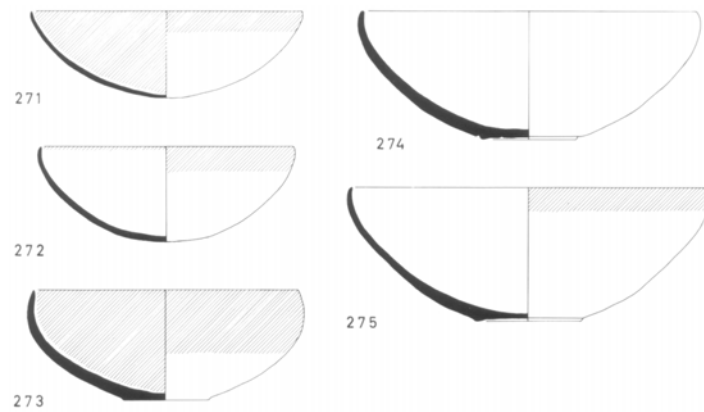


Abb. 2.13: Schalenformen der Dark-Rimmed Orange Bowl-Ware (nach Oates 2001).

In Abbildung 2.14 ist die Verbreitung der DROB-Ware dargestellt. Die Darstellung basiert auf den Orten, an denen Proben der Ware für die vorliegende Arbeit entnommen wurden, sowie auf den in der Arbeit erwähnten Fundorten und ist daher nicht vollständig (für Details siehe Bianchi im Druck). Nach heutigem Wissen verläuft die nördliche Verbreitungsgrenze der Ware bei Pirhüseyin, ca. 30 km nördlich von Diyarbakır. Diese Information beruht auf persönliche Beobachtungen des Verfassers sowie A. Bianchi und P. Pfälzner. Bei der Karte fällt auf, dass die Verbreitung der DROB-Ware sich auf einem Nord-Süd ausgerichteten schmales Gebiet zwischen Südostanatolien und Nordost-Syrien beschränkt. Die Anzahl der Funde von DROB-Ware ist allgemein, wie z. B. in Tell Brak (Oates (2001) und Tell Mozan (Bianchi im Druck), gering. Auch in Südost-Anatolien, z. B. in Kavuşan, Susantepe, Giricano und Hirbemerdon, treten nach den Angaben der Ausgräber (z. B. Kozbe *et al.* 2004; Ökse 2006 und A. Schachner; pers. Mitt; Laneri *et al.* 2006) Funde der DROB-Ware nur in geringen Mengen auf. Allerdings tritt die DROB-Ware in Südost-Anatolien etwas häufiger auf als in Nordost-Syrien. So kommt sie nach Angabe von Özfırat (2006) in Üçtepe in vergleichsweise großer Menge vor. Ähnliches scheint nach Beobachtungen von P. Pfälzner, A. Bianchi und des Verfassers der Arbeit für Pirhüseyin zu gelten. Die Herkunft von DROB-Ware ist problematisch und lässt sie sich archäologischen nicht genau lokalisieren. In der vorliegenden Arbeit wurde die DROB-Ware daher petrographisch und geochemisch analysiert, um zu klären, ob sie in Nordost-Syrien oder in Südost-Anatolien hergestellt wurde. Ferner war es auch ein Ziel, die Ware petrographisch und geochemisch zu charakterisieren und zu klassifizieren, um zu untersuchen, ob sie nur an einem bestimmten Ort oder an verschiedenen Herstellungsplätzen produziert wurde, bzw. ob man zur Herstellung nur eine bestimmte oder mehrere Tonquellen verwendet hat.

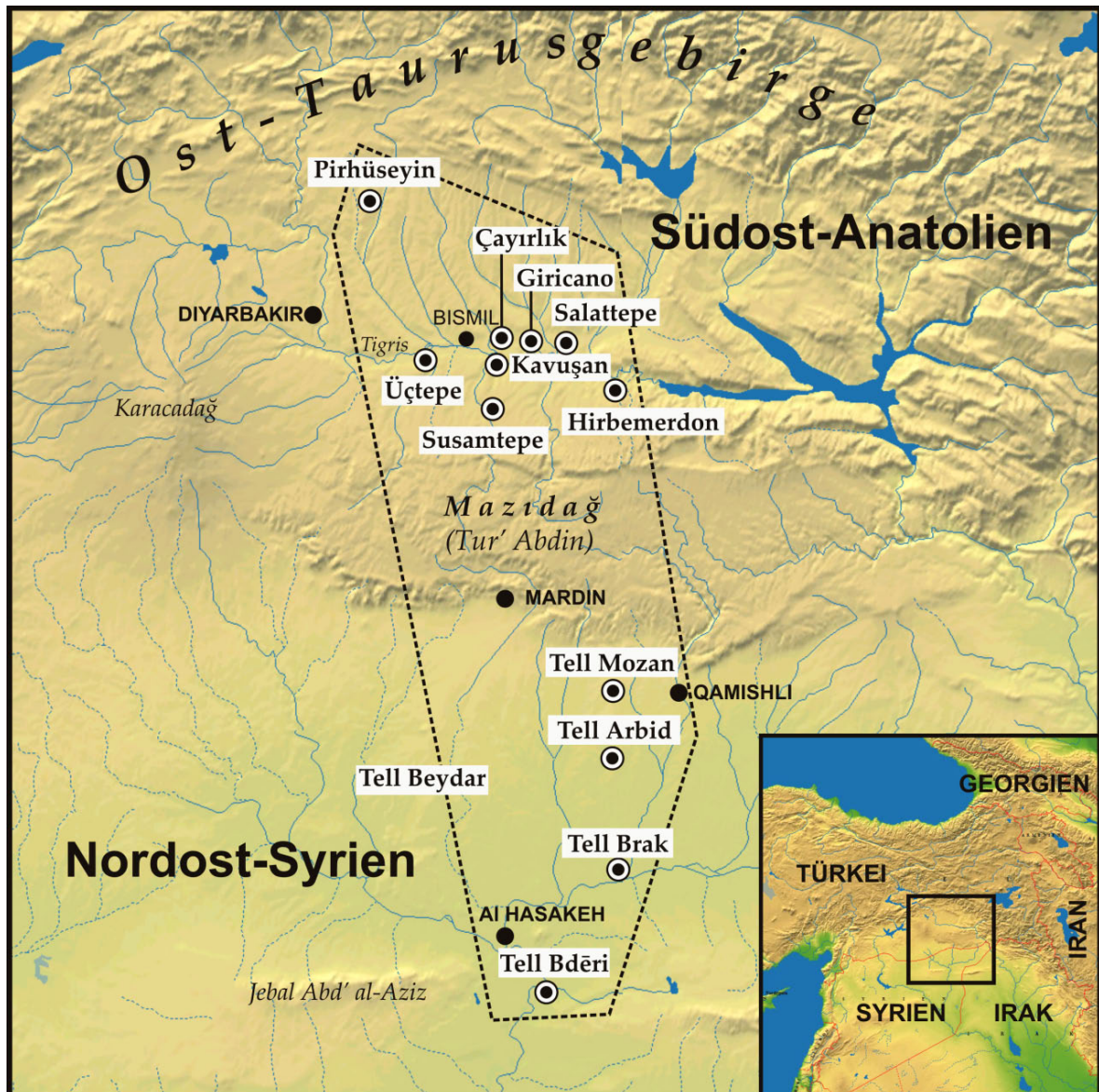


Abb. 2.14: Die Orte der Probenentnahme und die Verbreitung der DROB-Ware.

2.4.2. Probenauswahl

Für die petrographische und die geochemische Analyse wurden insgesamt 28 Fragmente der DROB-Ware aus verschiedenen Ausgrabungen in Nordost-Syrien; 15 Proben aus Tell Mozan, eine Probe aus Tell Arbid, drei Proben aus Tell Brak aus Nordost-Syrien sowie drei Proben aus Susamtepe, zwei Probe aus Çayırlık und vier Proben aus Kavuşan in Südost-Anatolien herangezogen (Abb.2.14, siehe auch Anhang 4). Die Probenauswahl erfolgte zielgerichtet so, dass ein möglichst großes Untersuchungsgebiet abgedeckt wurde. Eine geographisch möglichst umfassende Beprobung war wichtig, um festzustellen, ob intern innerhalb der Fundplätze, oder regional, d. h. zwischen

Nordost-Syrien und Südost-Anatolien, Unterschiede in der mineralogischen und chemischen Zusammensetzung vorhanden sind. Bei der Probenauswahl wurden zudem archäologische Kriterien, wie Form, Farbe, Wandungsstärke, Größe der Einschlüsse berücksichtigt, um eine möglichst repräsentative Probensammlung zu erhalten.

Neben Beispielen der typischen DROB-Ware wurden auch zwei Keramikfragmente (AA-174, *Fundnummer: A06q0394* und AA-158, *Fundnummer: MZ01C2-q0331-19*) aus Tell Mozan analysiert, die in ihren makroskopischen Eigenschaften der typischen DROB-Ware ähneln, aber eine unterschiedliche Form besitzen, (eher die Form eines kleinen Topfes), die bei DROB-Ware nicht vorkommt. Der Überzug befindet sich hier nicht wie bei typischer DROB-Ware am Rand, sondern am Bauch. Das Ziel der Analysen an diesen Fragmenten war es, zu ermitteln, ob sie mit der DROB-Ware in bezug auf die Herkunft bzw. die Tonquelle in Zusammenhang steht.

Die Probenaufbereitung für petrographische und geochemische Untersuchungen an Keramik und Referenzmaterial erfolgte wie bereits in den Kapiteln 1.5.1 und 1.5.2. dargelegt.

2.4.3. Ergebnisse

2.4.3. 1 Petrographische Analyse

Im Allgemeinen liefern petrographische Analysen an feiner Keramik aufgrund der Feinheit der Einschlüsse der Mineral- und Gesteinsfragmente begrenzte Information über deren Produktionsort. Eine Gruppierung nach Art der Einschlüsse wird ebenfalls dadurch beschränkt, da feine Einschlüsse unter dem Mikroskop schwer zu bestimmen sind. Dennoch ist es sinnvoll, eine feine Keramik auch mikroskopisch zu untersuchen, da verschiedene Minerale (vielleicht auch Gesteinsfragmente) von einem geschulten Auge bestimmt werden können, und damit ist es möglich, wertvolle Informationen für die Interpretation der chemischen Analysen zu erhalten oder sogar Hinweise auf die Herkunft zu erhalten. Es wurden daher 12 DROB-Scherben aus verschiedenen Fundorten (Tab.2.2) mit verschiedenen Feinheitsgraden und Formen petrographisch untersucht.

Bereits makroskopisch ist zu erkennen, dass die DROB-Ware in der Regel wenige grobe Einschlüsse enthält. Die petrographische Analyse zeigt auch, dass in der Regel die Einschlüsse in der Ware aus feinen (Silt bis feine Sand-Größe) Mineralen und Gesteinsfragmenten bestehen, wobei auch einzelne Fragmente bis 2 mm vorkommen. Die pro-

zentualen Anteile der Einschlüsse variieren zwischen 1 und 8 %. Die Hauptbestandteile der Einschlüsse, die in allen Scherben in unterschiedlichem Anteil (von 1 bis 7 %) vorkommen, sind Quarz, Muskovit und Calcit (Abb.2.15). In einigen Scherben beobachtet man geringfügig Hornblendminerale (≤ 1 %; Probe AA: 226, *Fundnummer: ARB-01-S-37/55-69-1*; AA- 231 *Fundnummer: ABE*), Olivin, Plagioklas, vulkanische Fragmente (Basalt) und einzelne Biotitminerale. Aufgrund des Anteils der Haupteinschlüsse lässt sich die Ware in zwei petrographische Gruppen einteilen (Tab. 2.2), deren eine durch eine niedrige bis sehr niedrige (petrographische Gruppe A, PG-A) und die andere durch eine hohe Einschlussmenge charakterisiert ist (petrographische Gruppe B, PG-A). Die petrographischen Eigenschaften der Haupteinschlüsse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen.

Tab. 2.2: Tabellarische Darstellung der petrographischen Gruppe von DROB-Waren.

Petrographische Gruppen	Lab.Nr.	Fundnummer	Fundort
Petrographische Gruppe A (PG-A) Scherben mit feinen sandgroßen Einschlüssen	AA-06	<i>DH 54</i>	Tell Brak
	AA-07	<i>FS 304</i>	Tell Brak
	AA-201	<i>MZ01C2-q20055-11</i>	Tell Mozan
	AA-205	<i>A10q0134-p03</i>	Tell Mozan
	AA-230	<i>AOJ1943</i>	Kavuşan
	AA-231	<i>ABE</i>	Kavuşan
	AA-240	<i>ST 85</i>	Susamtepe
Petrographische Gruppe A (PG-A) Scherben mit groben sandgroßen Einschlüssen	AA-174	<i>AO6q0394</i>	Tell Mozan
	AA-212	<i>AO6q0394-p01</i>	Tell Mozan
	AA-226	<i>ARB-01-S-37/55-69-1</i>	Tell Arbid
	AA-229	<i>AN01778</i>	Kavuşan
	AA-239	<i>GT 58</i>	Çayırılık

Quarz (Qz): Quarzeinschlüsse treten in allen Scherben in unterschiedlichen Mengen auf. Die Körner sind meist fein bis sehr feiner (Silt, sehr fein Sand), eckig oder halb gerundet und zeigen in den meisten Scherben einen guten Sortierungsgrad. Man beobachtet zwei Quarztypen, die sich vor allem durch ihre optischen Eigenschaften unterscheiden. Einige sind monokristallin ausgebildet und zeigen einheitliche Auslöschung, was auf eine magmatische Herkunft hinweist. Die anderen zeigen eine undulöse Auslöschung, was wiederum auf einen metamorphen Ursprung schließen lässt. Die groben Körner sind meist polykristallin und in einigen Körnern beobachtet man eine Vergesellschaftung mit Muskovit, was auf eine tektonische Beanspruchung hinweist. Diese stammen wohl aus Muskovit führenden metamorphen Gesteinen. In einigen groben Quarzkörnern beobachtet man auch sehr feine idiomorph ausgebildete, farbenreiche

längliche Einschlüsse, bei denen es sich nach den optischen Eigenschaften um Turmaline handelt. Der proportionale Anteil der Quarzeinschlüsse variiert im Durchschnitt zwischen 1 und 3 %, wobei er in einigen Scherben auch bis zu 6-7 % erreichen kann (die Proben AA 238, *Fundnummer: GT 58* und AA-226, *Fundnummer: ARB-01-S-37/55-69-1*).

Muskovit (Ms): Muskovit ist einer der Hauptbestandteile und stellt in einigen Scherben sogar die vorherrschende Einschlussart dar (Abb.2.15, Bild 1b, 3b). Es kommen zwei Muskovitypen vor, die sich durch ihre optischen Eigenschaften, wie Farbe und Relief, voneinander unterscheiden. Ein Typ zeigt eine deutlich erkennbare, typische Spaltbarkeit mit niedrigem Relief und gelb-rötlicher Farbe (wird hier als Typ-A bezeichnet). Der andere Typ besitzt hingegen eine tiefrote Farbe und ein hohes Relief (Typ-B), was vermutlich auf erhöhten Eisen-Gehalt zurückzuführen ist. Die letztere (Typ-B) ist stark alteriert. Beide Muskovitypen treten meist als kleine schuppenförmige Kristalle auf. Die Länge der Fragmente variiert von 0.04 bis 1 mm, wobei sie in einzelnen Fällen auch bis zu 2 mm erreichen. Bei den nicht alterierten Körnern erkennt man eine scharfe Grenze zur Grundmasse, wohingegen alterierte Körner nur eine sehr schwache Grenze erkennen lassen. Die Verteilung von Muskovit mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften (Typ-A und Typ-B) ist nicht konstant, d. h. in einigen Scherben überwiegt Muskovit von Typ-A, bei anderen Typ-B. In bezug auf die proportionale Verteilung lässt sich auch kein bestimmtes Muster erkennen.

Obwohl die Farbähnlichkeit von tiefroten Muskovitmineralen mit den Grundmassen und die damit verbundene undeutliche Kontaktgrenze eine genauere Abschätzung des gesamten proportionalen Anteils erheblich erschwert, kann ein durchschnittlicher Anteil beider Muskovitarten von 1-4 % ($\pm 2\%$) geschätzt werden. Die feine DROB-Ware beinhaltet deutlich mehr Muskovit als die grobe Variante. Vor allem bei der feinen Variante zeigen die Muskoviteinschlüsse wegen ihrer länglichen Ausbildung eine deutlich erkennbare Ausrichtung zur Oberfläche der Scherben, was ein Hinweis auf die Herstellung auf der Drehscheibe ist.

Calcit (Kz): Calcit kommt neben Quarz und Muskovit als dritt wichtigste Einschlussart nahezu in allen untersuchten Proben vor, wobei der Anteil vor allem in der groben Variante überwiegt. Es handelt sich um mikrokristalline Körner mit einem Durchmesser von 0,08 bis 0,1 mm. Als einzelne Körner treten frische eckige Fragmente mit typi-

schen optischen Eigenschaften auf (hohe Doppelbrechung, vollkommene Spaltbarkeit). Die Körner sind gut bis sehr gut gerundet. Der durchschnittliche Anteil der mikrokristallinen Calcitfragmente liegt bei 2-3 %; bei einigen Proben beträgt ihr Anteil ca. 1 %, und in wenigen groben Scherben kann ihr Anteil bis zu 8 % erreichen (z. B. AA-229; *Fundnummer: AN01778*).

Poren: Der durchschnittliche Porenanteil der DROB-Ware liegt bei 3-4 %. Die Porenräume sind geschlossen, meist länglich und zeigen eine leichte Ausrichtung zur Keramikoberfläche. In einigen Poren beobachtet man an den Rändern Mikrocalcitkristalle, die anscheinend sekundäre Bildungen während der Bodenlagerung durch Grundwasser sind, wobei es sich bei ihnen zum Teil auch um die Reste von ausgebranntem Calcit handeln kann. Dies kann mikroskopisch auch an rezenter Keramik aus Qamishli beobachtet werden, wo in den Hohlräumen der Scherben eine ähnliche Mikrocalcitbildung auftritt. Unter den untersuchten Scherben beinhalten einige dicht gebrannte, sehr feine Beispiele keinen mikroskopisch erkennbaren Calcit. Allerdings weisen diese Beispiele relativ große Poren in der feinen, dicht gepackten Grundmasse auf, die vermutlich ein Resultat des Ausbrennens des ursprünglich im Rohmaterial vorhandenen Calcits sind (siehe hierzu auch Kapitel 2.3.3.1).

Wie bereits erwähnt, ist aufgrund der Korngrößen der Einschlüsse und des prozentualen Anteils von Calcit ist eine Einteilung der DROB-Ware in zwei petrographische Gruppen möglich. Die erste Gruppe, die hier als petrographische Gruppe A (PG-A) bezeichnet wurde, charakterisiert sich durch sehr feine ($\geq 0,06$ mm) Einschlüsse. Die petrographische Gruppe B (PG-B) beinhaltet Einschlüsse von Feinsandgröße (0,06-0,2 mm). Zwischen den petrographischen Gruppen A und B beobachtet man vor allem Unterschiede im Calcitanteil. Die petrographische Gruppe A weist einen sehr niedrigen, zuweilen überhaupt keinen Calcitanteil auf. Die petrographische Gruppe B beinhaltet hingegen einen hohen Calcitgehalt, der bei einigen Proben bis zu 8 % erreicht. Der Porenanteil ist in beiden Gruppen ungefähr gleich und liegt bei ca. 3-4 % und auch die Porenform ist jeweils ähnlich.

Sowohl die petrographische Gruppe A als auch die petrographische Gruppe B bestehen aus Scherben, die in ihrer Form, Wandungsstärke sowie in den anderen archäologischen Merkmalen keinen erkennbaren Unterschied aufweisen. Auch lassen sich keine ortsgebundenen Unterscheidungsmerkmale erkennen, d. h. die Proben aus Nordost-

Syrien und Südost-Anatolien lassen sich beiden Gruppen zuordnen (siehe Tab.2.2). Der unterschiedliche Kalkanteil beider Gruppen weist nicht auf eine unterschiedliche Herkunft hin, da die Vergesellschaftungen der Haupteinschlüsse, d. h. Quarz, Muskovit und Calcit, gleich sind. Die nach den mikroskopischen Untersuchungen getroffene Gruppierung wird im Folgenden in der Diskussion der geochemischen Analysen noch einmal aufgenommen, um zu untersuchen, ob diese Gruppen herschellungstechnisch bedingt, oder auf unterschiedliche Rohmaterialquellen hinweisen.

Obwohl anhand von petrographischen Analysen eine sichere Aussage über die Aufbereitungsverfahren des Rohmaterials für die DROB-Ware schwer zu treffen ist – z. B. ob die Tonpaste geschlämmt wurde oder nicht – scheint es angesichts der einheitlichen (seriale) Korngrößenverteilung wahrscheinlich zu sein, dass das Rohmaterial für die DROB-Ware geschlämmt wurde. Die Art der Einschlüsse von Keramikproben erlaubt es nur begrenzt, die Gesteinsarten aus der Umgebung des Produktionsortes bzw. des Einzugsgebietes der Tonablagerungen zu rekonstruieren. Dennoch weist die undulöse Auslöschung von Quarzmineralen darauf hin, dass diese aus metamorphen Gesteinen stammen, bzw. aus klastischen Sedimenten, die in deren Liefergebiet solcher vorkamen. Der polykristalline Quarz mit Muskovit-Verwachsung spricht ebenfalls für diese Annahme. Sie stammen vermutlich aus Muskovitgneisen oder ähnlichen Gestein. Dies wird auch durch den relativ hohen Muskovitanteil in der DROB-Ware unterstützt. Quarzfragmente mit einheitlicher Auslöschung weisen dagegen auf ein Vorkommen von nicht metamorphen magmatischen Gesteinen im Einzugsgebiet hin. Das Vorhandensein von Calcit zeigt, dass in der Umgebung der Produktionsorte der DROB-Ware Kalksteine vorkommen. Wie auf der Karte Abb. 2.4 und 2.5 im Kapitel 2.2.1 zu erkennen ist, bilden Kalksteine die vorherrschende Lithologie sowohl in Nordost-Syrien als auch in Südost-Anatolien (für die Diskussion der Geologie von Nordost-Syrien und Südost-Anatolien siehe Kapitel 2.2.). Kalkfragmente dienen daher hier nicht als diagnostische Einschlüsse zur Bestimmung der Herkunft der DROB-Ware. Ähnliches gilt auch für Basaltfragmente, die in einigen Scherben in geringer Menge vorkommen und in Nordost-Syrien und Südost-Anatolien in einem breiten Gebiet aufgeschlossen sind (siehe Abb. 2.4 und 2.5). Biotit, der nur in einigen Beispielen mit $\leq 1\%$ beobachtet wurde (z. B. AA-231) und die mengenmäßig noch geringer vorkommende Hornblende sprechen für saure oder intermediäre Gesteinsvorkommen im Einzugsgebiet des Rohmaterials bzw. im ehemaligen Einzugsgebiet der Sedimente.

Anders als Calcit- und Basaltfragmente stellt Muskovit kein typisches Mineral in Nordost-Syrien dar. Muskovit kommt vor allem in felsischen Gesteinen oder deren sedimentären Äquivalenten vor, die in Nordost-Syrien nicht bekannt sind. Der Mangel an Muskovit in nordost-syrischen tonigen Sedimenten wird auch bei mikroskopischen Untersuchungen an rezenter Keramik aus Qamishli ersichtlich. In der unmittelbaren Nähe der Fundorte von DROB-Ware in Südost-Anatolien kommen ebenfalls keine solchen Gesteine vor, die aber in einem breiten Gebiet nördlich von Südost-Anatolien, in den südlichen Hängen des östlichen Taurusgebirges, dem so genannten Bitlis-Massiv aufgeschlossen sind (siehe Kapitel 2.2.1). Sie bestehen unter anderem aus Gesteinen, in denen auch Muskovite vorkommen (z. B. Andok Gneis). Möglicherweise stammen die Muskovite sowie die Quarzkörner mit undulöser Auslöschung und Muskovit-Verwachsung aus den im Bitlis-Massiv aufgeschlossenen Gesteinen, und wurden durch das Dränagesystem des Tigris bzw. seines Zuflusses transportiert und an günstigen Stellen abgelagert. Demzufolge scheint das Ursprungsgebiet der DROB-Ware eher in Südost-Anatolien zu liegen. Diese Aussage stützt sich aber vor allem auf Muskovit, was für eine sichere Aussage nicht hinreichend erscheint. Es war daher eine chemische Untersuchung erforderlich.

Die Keramik AA-158: Die Probe AA-158 (*Fundnummer: MZ01C2-q0331-19*) zeigt zwar einige archäologische Ähnlichkeiten mit der DROB-Ware, wie die Farbe und den schwarzen Überzug, unterscheidet sich jedoch in ihrem Formtyp. Die petrographische Analyse zeigt, dass sie gröbere Einschlüsse beinhaltet als die meiste DROB-Ware. Die vorherrschenden Einschlüsse sind hierbei mikrokristalliner Calcit, untergeordnet kommen auch Quarzkörner vor. In den Scherben wurden nur einzelne Muskovitfragmente beobachtet. Die groben Einschlüsse, der hohe Calcit-Gehalt und der prozentual hohe Einschlussanteil, sowie strukturelle Merkmale, wie die lockere Packung der Körner, der hohe Porenanteil, unterscheiden sich deutlich von der DROB-Ware. Der sehr niedrige Muskovitanteil (< als 1%) kann hier als ein Hinweis auf einen Herstellungsort in Nord-Syrien hindeuten. In einem Vergleich der mikroskopischen Eigenschaften mit der rezenten Keramikprobe aus Qamishli wird ersichtlich, dass die Probe AA-158 hinsichtlich der Art der Einschlüsse, ihrer petrographischen Eigenschaften, der rezenten Keramikprobe aus Qamishli ähnlich ist. Dies lässt stark vermuten, dass die Probe AA-158 lokal, d. h. in Nord-Syrien, hergestellt wurde. Um dieses Ergebnis zu überprüfen, wurde auch sie geochemisch analysiert.

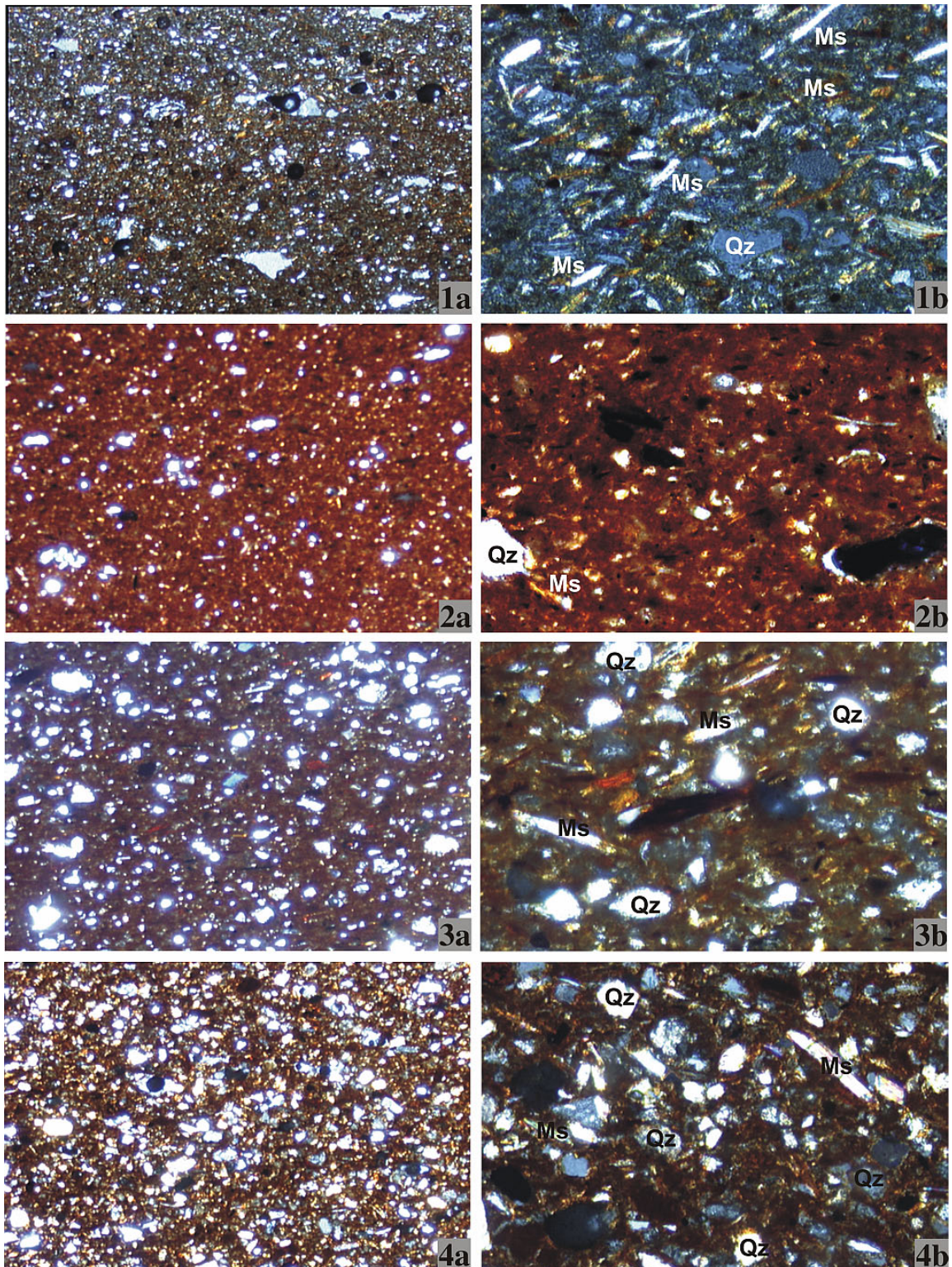


Abb. 2.15: Dünnschliffaufnahme von Beispielen der Dark Rimmed Orange Bowl-Ware. 1a und 1b: Probe AA 240; 2a und 2b: Probe AA 201; 3a und 3b: Probe 212; 4a und 4b: Probe AA238. Mit a betitelte Dünnschliffe sind Vergrößerungen 4-facher, mit b betitelte Dünnschliffe sind Aufnahmen desselben Präparats mit 10-facher Vergrößerung. Alle Fotos wurden bei gekreuztem Polarisator aufgenommen.

2.4.4. Chemische Untersuchungen

2.4.4.1. Charakterisierung und Klassifizierung der Ware

Bei 29 Keramikscherben wurden Haupt- und Spurenelemente mithilfe der Röntgenfluoreszenzanalyse gemessen¹. Eine Zusammenstellung ihrer Elementzusammensetzung findet sich in Anhang 10. Die Konzentrationen der Hauptelemente SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, MgO, CaO und P₂O₅ der DROB-Ware zeigen verhältnismäßig einheitliche Verteilungsmuster. Die übrigen Elemente, wie Fe₂O₃, Na₂O und K₂O, weisen hingegen eine Streuung auf. Die Streuung der Fe₂O₃-Konzentrationen ist möglicherweise auf eine inhomogene Verteilung der sich in Tonen leicht bildenden Eisenminerale (Eisenoxide) zurückzuführen. Wie die geochemische Analysen an Tonproben (Vergleichsproben) aus der Tigris-Ebene zeigen (siehe Kapitel 2.3), sind solche Streuungen auch in Sedimentablagerungen nicht selten (siehe z. B. Hein *et al.* 2004). Dies ist in Flussablagerungen aufgrund der Sedimentationsprozesse, die vor allem in der saisonalen hydraulischen Schwankung des Transportsystems eine wichtige Rolle spielen, ein oft beobachtetes Phänomen. Daher können die Elementstreuungen, die man in den Tonablagerungen beobachtet, auf natürliche Schwankungen bei der Ablagerung zurückzuführen sein.

Die DROB-Ware charakterisiert sich chemisch durch relativ hohe SiO₂-Werte, die zwischen 41,0 und 60,6 Gew.-% variieren. Der Al₂O₃-Gehalt liegt zwischen 13,58 -17,04 Gew.-%. Die Ware beinhaltet einen mittleren CaO Gehalt, der zwischen 6,41-13,35 Gew. % liegt. Aufgrund der Konzentrationen der Hauptelemente Al₂O₃, K₂O und CaO lässt sich die DROB-Ware in zwei chemische Gruppen einteilen (Abb.2.16, Tabl. 2.3). Die chemische Gruppe 1 zeichnet sich im Vergleich zur chemischen Gruppe 2 durch eine durchschnittlich niedrige CaO- (6,85 %), hohe Al₂O₃-(15,85 %) und K₂O-Konzentration (2,57 %) aus. Die chemische Gruppe 2 wiederum besitzt durchschnittlich hohe CaO- (11,07 %) und leicht niedrigere Al₂O₃- (14,30 %) Werte. Bei den Spurenelementen Ba, Rb, Ce, Pb, Sr, Nd, Yb, Cr, Ni, V, Y und Nd beobachtet man ebenfalls eine Gruppenbildung, die den Gruppen nach den Hauptelementen entspricht (Abb.2.16). Die chemische Gruppe 1 weist im Vergleich zur chemischen Gruppe 2 etwas höhere Ba-, Rb-, Ce-, Pb-, V-, Y-, Nd- und Yb-Werte und niedriger Cr-, Sr- und Ni- Werte auf. Zwischen den Hauptelementen Al₂O₃ und Rb, sowie CaO und Sr zeigen sich positive Korrelationen. Ähnliche Korrelationen beobachtet man auch bei Y, Ba, V,

¹ Aufgrund der Probengröße konnte an Probe AA-239 aus Cayırlık keine chemische Analyse durchgeführt werden.

Ce, Pb und Yb. CaO scheint sich hierbei stärker auf das Spurenelementverhalten auszuwirken, als Al_2O_3 (Tonmineral Gehalt). Die Konzentrationsdifferenz von Spurenelementen zwischen den chemischen Gruppen 1 und 2 ist nicht so stark ausgeprägt wie bei den Hauptelementen. Dies kann man als einen Hinweis darauf betrachten, dass die Geologie des Liefergebiets dieser Tone ähnlich war, worauf auch die petrographischen Analysen hindeuten. Die zwei Proben AA-230 und AA-238 zeigen Abweichungen in ihren Al_2O_3 -, CaO- und K_2O -Konzentrationen, besitzen jedoch ähnliche Spurenelementzusammensetzungen wie die chemische Gruppe 1.

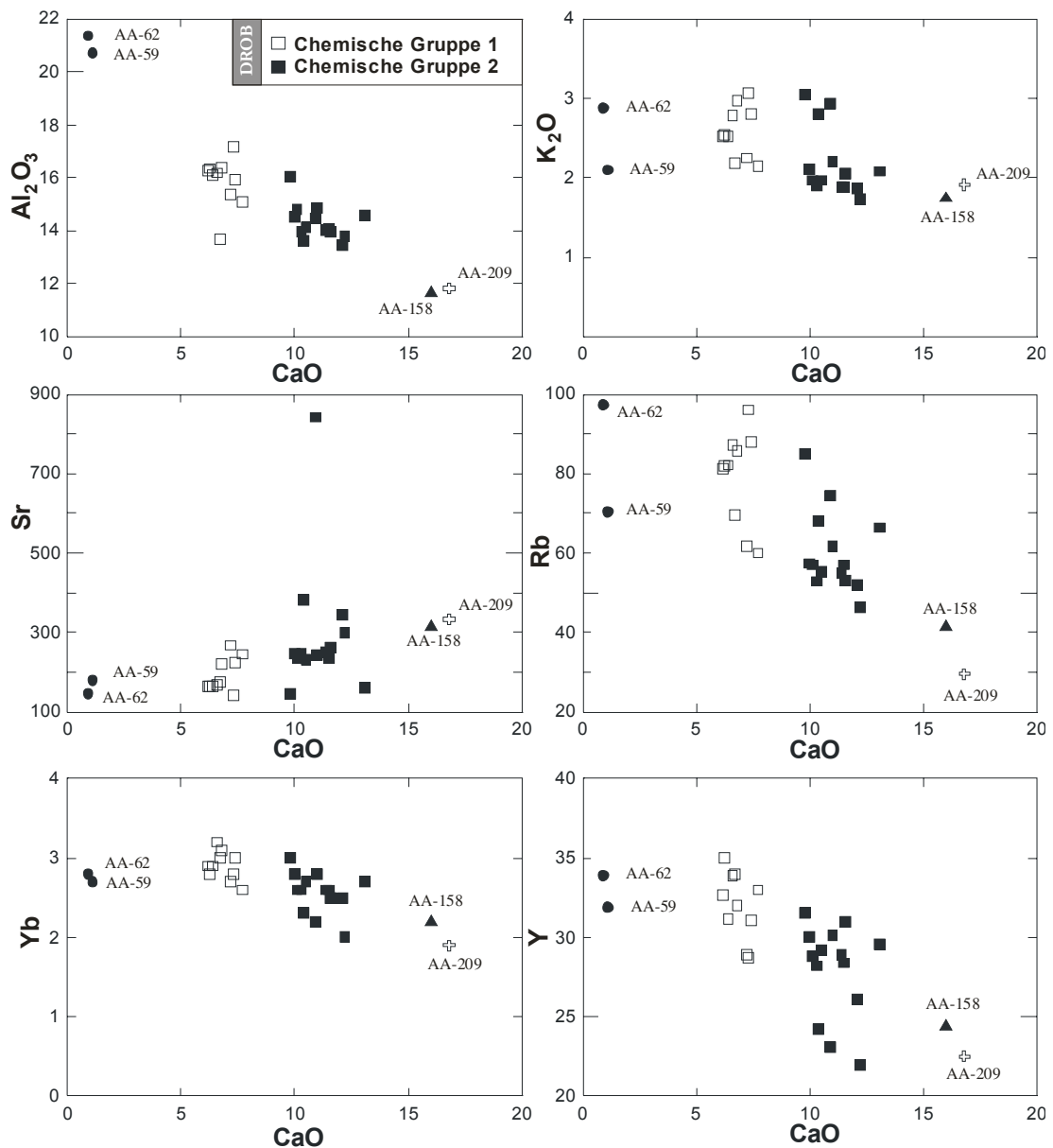


Abb. 2.16: Variationsdiagramme der Hauptelemente CaO vs. Al_2O_3 , CaO vs. K_2O , CaO vs. Sr, CaO vs. Rb, CaO vs. Yb und CaO vs. Y von DROB-Ware. Die Hauptelemente sind in Gew.-% und die Spurenelemente in ppm angegeben.

Die Probe AA 209 unterscheidet sich in Bezug auf die Hauptelemente SiO_2 , Al_2O_3 , CaO und Na_2O sowie auf die Spurenelemente Ba, Co, Cr, V und Rb deutlich von den anderen Proben (Abb.2.16). Archäologisch (Farbe, Form und typischer schwarzer Überzug) entspricht sie jedoch unverwechselbar der DROB-Ware. Aufgrund der Probengröße konnte kein Dünnschliff präpariert werden, deshalb liegt keine petrographische Analyse vor. Mikroskopisch erkennt man am frischen Bruch auffällig viele Kalk-einschlüsse. Die Probe zeigt im Gegensatz zu den anderen Beispielen eine raue Oberfläche und Rissbildung, die vermutlich beim Brand durch einen hohen Kalkgehalt verursacht wurde. Die verhältnismäßig hohen Co-, Cr- und V-Konzentrationen weisen auf einen hohen mafischen Mineralanteil hin. Da in der vorliegenden Arbeit nur ein Beispiel mit dieser unterschiedlichen Elementzusammensetzung erfasst worden ist, ist es schwer zu beurteilen, ob es hier nur um eine Ausnahme handelt, oder ob es eine dritte Gruppe der DROB-Ware gibt. Dies kann nur durch zukünftige weitere Analysen plausibel beantwortet werden.

Zwei Scherben, die archäologisch gesehen Ähnlichkeiten mit der DROB-Ware aufweisen, aber nicht eindeutig als DROB-Ware identifiziert werden konnten (AA-59, Fundnummer: *MZ01C2-q2691-621*; AA-62, Fundnummer: *MZ01C2-q2188-27*), unterscheiden sich in ihren Hauptelementen SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O und P_2O_5 , sowie in ihren Spurenelementen Co, V, Zn, Zr, Ce, La, Nb und Th von allen anderen hier untersuchten Beispielen der DROB-Ware sehr deutlich (Abb.2.16). Sie charakterisieren sich in den Hauptelementen durch hohe SiO_2 -, TiO_2 -, Al_2O_3 - und niedrige Fe_2O_3 -, MnO -, MgO - sowie sehr niedrige CaO - und Na_2O -Werte. Die K_2O -Werte liegen ungefähr gleich wie bei der DROB-Ware. In einem Vergleich der Hauptelemente SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MnO , MgO und Na und Spurenelemente Co, Sr, Y, Zn, Zr, Ce, sowie z. T. La, Nb, Nd, Sm und Th dieser Proben mit der nordsyrischen frühbronzezeitlichen, so genannten kalkarmen nordmesopotamischen Metallischen Ware ergibt sich eine sehr gute Übereinstimmung im Elementmuster. Die kalkarme nordmesopotamische Metallische Ware besitzt eine sehr markante, unverwechselbare Elementzusammensetzung (siehe Kapitel 2.6.4.1). Diese große Übereinstimmung zeigt eindeutig, dass die Proben AA-59 und AA-62 aus demselben Ton hergestellt wurden, aus dem auch die kalkarme nordmesopotamische Metallische Ware produziert wurde. Diese chemische Ähnlichkeiten lassen sich archäologisch noch weiter interpretieren; so spricht die markante chemische Zusammensetzung der nordmesopotamischen Metall-

schen Ware sehr dafür, dass es sich bei den Scherben AA-59 und AA-62 um eine Variante der Metallischen Ware handelt. Eine Ähnlichkeit mit DROB-Ware hinsichtlich der Typologie könnte durch Vergleiche mit der nordmesopotamischen Metallischen Ware geklärt werden.

Die Keramik AA-158: Die Keramikprobe AA-158 ähnelt wie oben dargestellt hinsichtlich einiger makroskopischen Eigenschaften der DROB-Ware, weswegen auch sie hier untersucht wurde. Die Haupt- und Spurenelemente dieser Probe wurden mit der DROB-Ware in verschiedenen Elementkombinationen verglichen, wobei sich zeigte, dass sie sich von der DROB-Ware deutlich im niedrigen Al_2O_3 -, und Fe_2O_3 - sowie hohen CaO-Gehalt unterscheidet. Man beobachtet zudem deutliche Unterschiede bei Co, V, Ni, Rb, Ce, Pb, Sm, Th (Abb. 2.16). Aus diesem Elementvergleich ergibt sich, dass das Beispiel AA-158 (*Fundnummer: MZ01C2-q0331-19*) aus einem anderen Ton hergestellt wurde. Dieses Ergebnis wird auch petrographisch unterstützt (siehe oben). Ihre Herkunft wird unten diskutiert.

In der Tabelle 2.3 wurden die chemischen und die petrographischen Gruppen eingetragen. Wie ersichtlich ist, entsprechen die chemischen Gruppen nicht genau den petrographischen Gruppen. Das bedeutet, dass die chemischen Gruppen (z. B. chemische Gruppe 1) Beispiele beinhalten, die zu unterschiedlichen petrographischen Gruppen gehören, und, dass die gleichen Tonquellen sowohl für sehr feine als auch für etwas gröbere DROB-Ware verwendet wurden. Ferner weist dieser Unterschied darauf hin, dass die chemischen Gruppen nicht durch Korngrößen in den Tonen bedingt sind, sondern dass tatsächlich zwei unterschiedliche Tonquellen zur Herstellung der Ware benutzt wurden.

Wie bereits angeführt, weisen die Zusammensetzung der Haupt- und der Spurenelemente der DROB-Ware darauf hin, dass man zur Herstellung der Ware Tone aus zwei Tonquellen benutzt hat. Die Probe AA-209 wurde vermutlich aus einem dritten, im Vergleich mit den anderen Tonvorkommen chemisch deutlich unterschiedlich zusammengesetzten Ton hergestellt. Die Spurenelementzusammensetzung der chemischen Gruppen 1 und 2 und die Ähnlichkeit der Art der Einschlüsse in der gesamten DROB-Ware (außer bei AA-209, AA-59 und AA-62) ist allerdings ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Tonlagestätten den gleichen geologischen Ursprung haben, d. h. die Einzugsgebiete der Tonablagerungen sind ähnlich. Vermutlich ist die Differenz vor allem

bei den Hauptelementen CaO und Al₂O₃ durch Sedimentationsprozesse bedingt, wie z. B. die Anreicherung des Tonmineralanteils bzw. des feinen kalkigen Anteils im Ablagerungsmilieu der Tone.

Tab. 2.3: Tabellarische Darstellung der chemischen Gruppen der DROB-Ware im Vergleich mit den petrographischen Gruppen.

Chemische Gruppe	Lab.Nr.	Fundort	Petrographische Gruppe
Chemische Gruppe 1	AA-06	Tell Brak	Petrographische Gruppe A
	AA-201	Tall Mozan	
	AA-231	Kavuşan	
	AA-240	Susantepe	
	AA-174	Tall Mozan	Petrographische Gruppe B
	AA-212	Tall Mozan	
	AA-238	Çayırılık	
	AA-213	Tall Mozan	Kein Dünnschliff
	AA-242	Susantepe	Kein Dünnschliff
	AA-228	Kavuşan	Kein Dünnschliff
Chemische Gruppe 2	AA-07	Tell Brak	Petrographische Gruppe A
	AA-205	Tall Mozan	
	AA-230	Kavuşan	
	AA-226	Tell Arbid	Petrographische Gruppe B
	AA-229	Kavuşan	
	AA-05	Tell Brak	Kein Dünnschliff
	AA-58	Tall Mozan	Kein Dünnschliff
	AA-61	Tall Mozan	Kein Dünnschliff
	AA-63	Tall Mozan	Kein Dünnschliff
	AA-64	Tall Mozan	Kein Dünnschliff
	AA-204	Tall Mozan	Kein Dünnschliff
	AA-206	Tall Mozan	Kein Dünnschliff
	AA-207	Tall Mozan	Kein Dünnschliff
	AA-241	Susantepe	Kein Dünnschliff
Chemische Gruppe 3 ?	AA-209	Tall Mozan	Petrographische Gruppe B

2.4.5. Herkunft der Dark Rimmed Orange Bowl-Ware

Bei der Herkunftsbestimmung antiker Keramik sind, wie in diversen archäometrischen Untersuchungen festgestellt wurde, nicht alle Elemente gleichermaßen geeignet, da zur Lokalisierung von Herstellungsorten und zur Charakterisierung bzw. Klassifizierung einer Keramik nicht immer die gleichen Elemente gute diskriminante Eigenschaften zeigen. Es gibt daher kein Rezept bei der Herkunftsbestimmung von antiker Keramik

(Pollard & Heron 1996). Wie im Rahmen der vorliegenden Arbeit ebenfalls festgestellt wurde, führen jeweils verschiedene Haupt- und Spurenelemente zum Ziel. So ergab sich hier z. B., dass Na und Lanthan (La) bei der Differenzierung zwischen Tonen aus Nordsyrien und Südost-Anatolien ein gutes Leitelement darstellt, jedoch bei der Unterscheidung zwischen den aus verschiedenen Stellen innerhalb Südost-Anatoliens stammenden Tonen nicht die gleiche Aussagekraft besitzt.

Die in Kapitel 2.3 vorgestellten chemischen Eigenschaften der nordsyrischen und südost-anatolischen Tone bzw. der Referenzgruppe dienen hier als Grundlage zur Ermittlung der Herkunft der DROB-Ware. Die erste zu beantwortende Frage ist, ob der Herstellungsort der DROB-Ware in Nordost-Syrien oder Südost-Anatolien lag. Um diese Frage zu beantworten, wurden alle mit RFA gemessenen Haupt- und Spurenelemente der DROB-Ware mit den Werten nordost-syrischer und südost-anatolischer Tone in verschiedenen Elementkombinationen in Variationsdiagrammen verglichen. Zudem wurden die chemischen Daten statistisch ausgewertet.

Die nordsyrischen und südanatolischen Tone weisen, wie in Kapitel 2.3 detailliert vorgestellt, unterschiedliche Elementmuster auf, wodurch die Tone aus beiden Regionen voneinander unterschieden werden können. Die Tone aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien zeigen bei den Hauptelementen CaO und Na₂O charakteristische Eigenschaften. In einem Vergleich der Hauptelemente SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, Na₂O und der Spurenelemente Co, Sr, V, Y und La von DROB-Ware mit den Tonproben aus Südost-Anatolien und Nordost-Syrien erweist sich Südost-Anatolien als möglicher Herstellungsort der Ware. In Abbildung 2.17 sind Variationsdiagramme der Hauptelemente Al₂O₃, CaO, SiO₂, Fe₂O₃ und Na₂O dargestellt. Um einen guten Überblick zu schaffen, wurde die von den Tonproben gebildete Punktwolke mit Grau markiert. Dunkelgrau zeigt die Tonproben-Areale in Südost-Anatolien, Hellgrau die in Nordost-Syrien. Trotz der Überlappungen einiger Tonproben beider Regionen erkennt man eine deutliche Ähnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung der DROB-Ware (beide chemische Gruppe) mit den südost-anatolischen Tonproben. In Abbildung 2.17 beobachtet man bei der DROB-Ware bei CaO vs. Al₂O₃ eine leichte Anreicherung von Al₂O₃ (etwas deutlicher bei der chemischen Gruppe 1). Ähnliches ist bei der hier nicht abgebildeten Elementkonzentration von K₂O zu beobachten. Da die beiden Elemente in feinen Sedimenten vor allem durch Tonminerale kontrolliert werden, ist diese Anreicherung vermutlich ein Resultat von einer Tonmineralanreicherung durch hydraulische

Sortierung während der Sedimentation. Na_2O , das einen guten Indikator für die Trennung der nordost-syrischen von den südost-anatolischen Tonen darstellt, zeigt eine deutliche Ähnlichkeit mit südost-anatolischen Tonen. Auch das Elementverhalten (Streuungsmuster) ist ähnlich mit südost-anatolischen Tonen, wohingegen die nordost-syrischen Tone konstantere Konzentrationen aufweisen. Die Ursache dieses unterschiedlichen Streuungsmusters in Tonproben beider Regionen ist nicht klar.

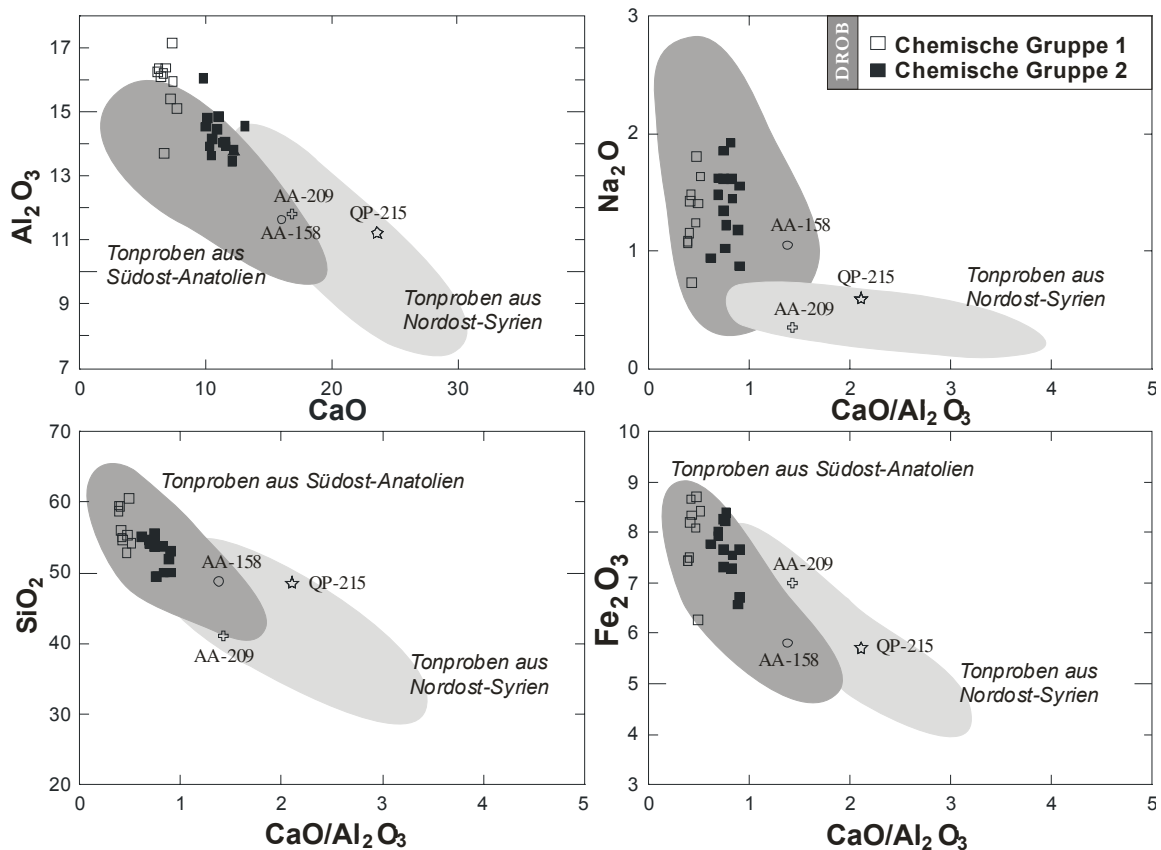


Abb. 2.17: Variationsdiagramme von CaO vs. Al_2O_3 , $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. Na_2O , $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. SiO_2 , und $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. Fe_2O_3 in DROB-Ware und in Tonproben aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien.

Ein ähnliches Resultat liefern auch die Spurenelemente Co, Sr, V, Y und La. Sie zeigen ebenfalls ähnliche Elementmuster der DROB-Ware mit südost-anatolischen Tonproben (Abb. 2.18). Von den in der Abbildung 2.18 dargestellten Spurenelementen scheinen vor allem La und Sr von den Hauptelementen CaO (Kalk-Gehalt) und Al_2O_3 (Tonmineralanteil) nicht oder zum Teil beeinflusst zu sein. Die La-Konzentration von südost-anatolischen Tonen zeigt z. B. weder eine positive noch eine negative Korrelation mit dem Kalkgehalt und dem Tonmineralgehalt (CaO - und Al_2O_3 -Konzentrationen). Bei

den nordost-syrischen Tonen beobachtet man hingegen eine positive Korrelation mit dem Kalkgehalt (CaO und negative Korrelation mit dem Tonmineralgehalt Al_2O_3). Sr zeigt eine erkennbare positive Korrelation mit dem Kalkgehalt (CaO) in den südost-anatolischen Tonen, aber keine Korrelation mit den nordost-syrischen Tonproben. Beide Elemente (La und Sr) der DROB-Ware besitzen ähnliche Verteilungsmuster mit südost-anatolischen Tonen, was als zusätzlicher Hinweis auf die Herkunft der Ware gesehen werden kann. Ein vergleichbar gutes Ergebnis liefern auch Co, V und Y, was die Annahme stützt, dass südost-anatolische Tone als Rohmaterial für Herstellung der DROB-Ware verwendet wurden.

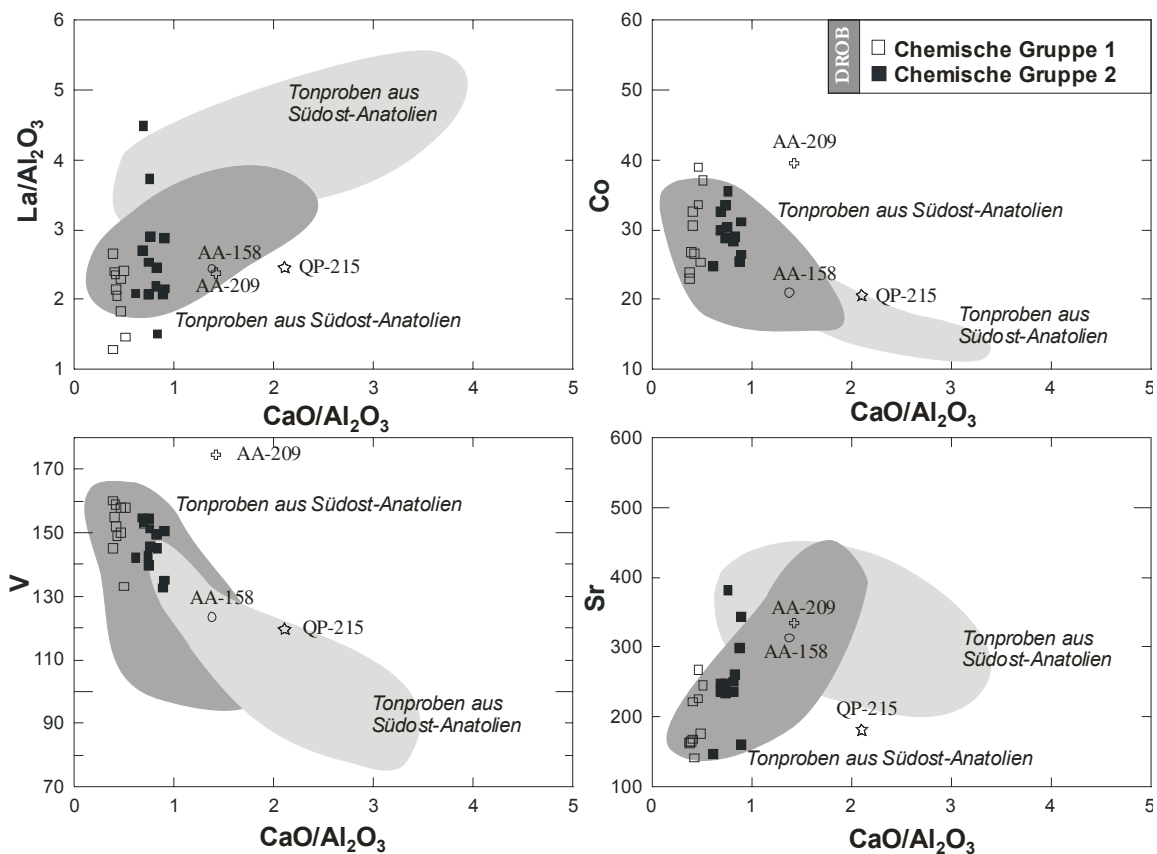


Abb. 2.18: Variationsdiagramme von $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. $\text{La}/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. Co, $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. V und $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. Sr in DROB-Ware und im Referenzmaterial aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien.

Nach der Bestimmung von Südost-Anatolien als Herkunftsregion der DROB-Ware, stellt sich die Frage, ob es möglich ist, die Herstellungsorte noch genauer zu lokalisieren. Wie bereits erwähnt, wurden die Tonproben aus Südost-Anatolien an verschiedenen Stellen in der Tigris-Ebene entlang des Flusses und einiger Nebenflüsse genommen (Abb.2.8, Kapitel 2.3.1). Wenn man die Elementkonzentrationen der von unterschiedli-

chen Stellen genommenen Tonproben näher betrachtet, erkennt man nach den Tonquellen einige Gruppenbildungen in den Elementzusammensetzungen, woraus sich vier Gruppen unterscheiden lassen (Abb.2.19). Obwohl bei einigen Elementen breite Streuungen zu beobachten sind, unterscheiden sich insgesamt die Tonproben aus Hasankeyf, Pırhüseyin und Çarıklımevki von den übrigen Tonquellen deutlich, vor allem in ihren Al_2O_3 - und Na_2O -, sowie Ba-, Co-, Ni- und Y-Konzentrationen. Die Tone aus dem Tigris-Flussbett in der Nähe von Geyiktepe, Giricano und Bağırvar zeigen ähnliche Elementmuster und bilden eine gemeinsame Gruppe. Die Elementzusammensetzung der DROB-Ware fällt auf die Punktwolken dieser Tonproben, so dass sich eine mögliche Tonquelle für die DROB-Ware ergibt, d. h. Tonablagerungen zwischen Diyarbakır und Giricano weisen auf mögliche Tonquellen der DROB-Ware hin. Die Frage, ob eine ähnliche Tonzusammensetzung westlich von Diyarbakır vorkommt, bleibt offen, da keine analysierten Tonproben aus diesem Bereich vorliegen. Wie die Analysen an Tonproben aus Nebenflüssen zeigen, ist es jedoch unwahrscheinlich, dass die Tonquelle für die DROB-Ware aus den Flussablagerungen der Nebenflüsse des Tigris stammt.

In den Abbildungen 2.17 und 2.18 fallen drei Proben mit unterschiedlicher Markierung auf (QP-215), AA-158 und AA-209). Bei der Probe QP-215 handelt es sich um rezente Keramik. Die Probe AA-209 (chemische Gruppe 3?) zeigt in Bezug auf die Konzentrationen von SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , CaO, Na_2O , Yb, und Sr mehr Ähnlichkeit mit syrischen als mit südost-anatolischen Tönen, wobei jedoch wiederum die MnO- und die La-Konzentrationen den südost-anatolischen Tönen ähnlich ist. Vor allem die Co-, Cr-, Ni-, und V-, sowie Ba- und Rb-Konzentrationen zeigen keine Überlappungen weder mit nordost-syrischen, noch mit südost-anatolischen Tönen. Stark dagegen sprechen die auffällig hohen Werte von Co, Cr, Ni und V, die sich in den magmatischen Prozessen überwiegend in mafischen Mineralen wie Olivin anreichern. Vermutlich handelt es sich bei dieser Probe um ein Produkt aus einer anderen Tonquelle, deren Ort hier nicht genau ermittelt werden konnte. Die Probe AA-158 zeigt bei den meisten Elementen mehr Ähnlichkeit mit nordost-syrischen als mit südost-anatolischen Tonproben und fällt in den Überlappungsbereich von Tonproben aus beiden Regionen (Abb.2.17 und 2.18). Offenbar handelt es sich hierbei, wie auch die petrographische Analyse gezeigt hat (siehe oben), um eine Keramik nordost-syrischer Produktion.

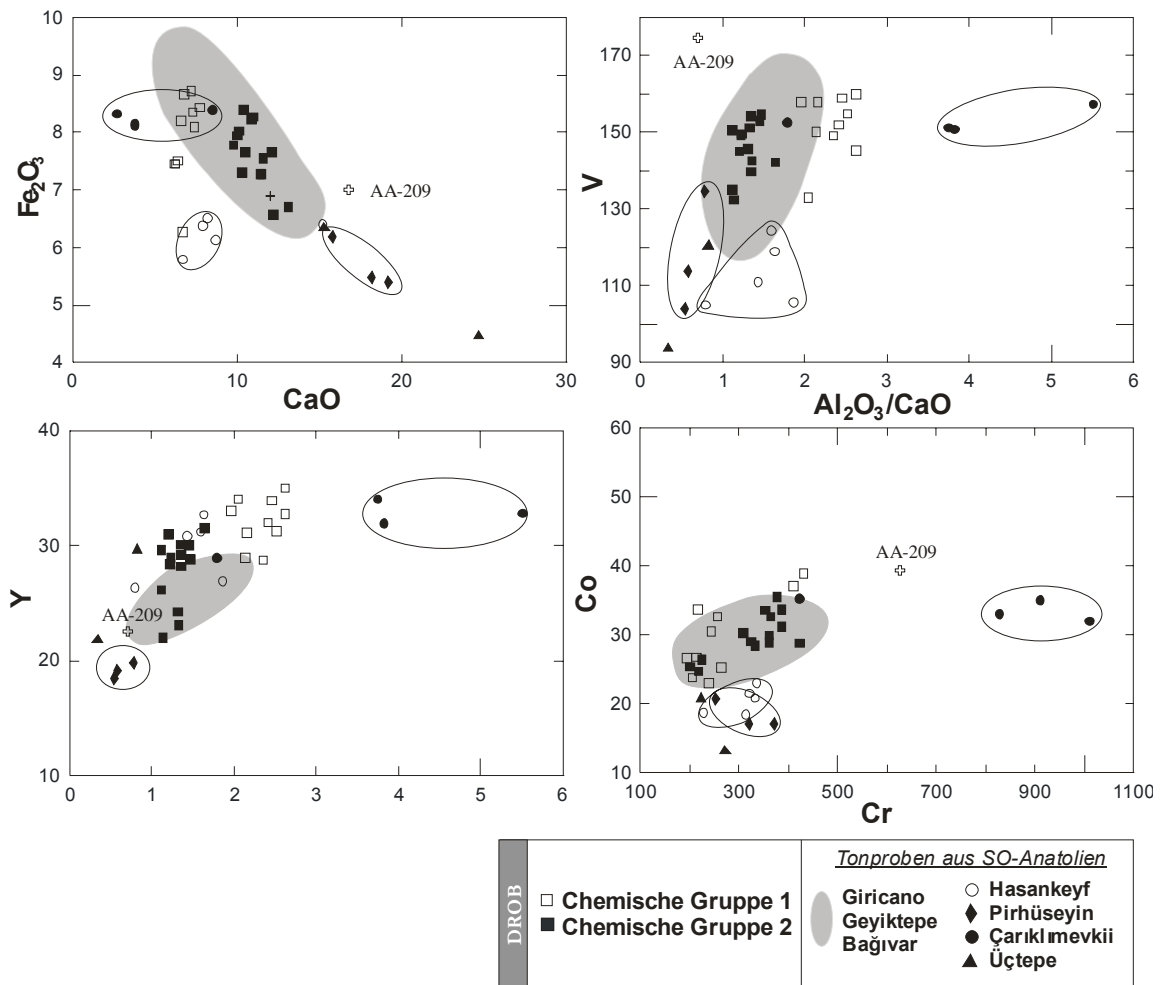


Abb. 2.19: Variationsdiagramme der Elemente CaO vs. Fe₂O₃, Al₂O₃/CaO vs. V, Al₂O₃/CaO vs. Y und Cr vs. Co in DROB-Ware und im Referenzmaterial aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien.

Im Folgenden werden die chemischen Analysedaten unter Anwendung der agglomerativen hierarchischen Clusteranalyse nach Average-Linkage-Methode ausgewertet, um die oben dargelegten Ergebnisse zu prüfen. Für dieses Ziel die Elementzusammensetzung von DROB-Ware und Vergleichsproben aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien. Insgesamt 8 Elemente (SiO₂, Al₂O₃, CaO, Na₂O, La, Sr, Co und V) zur Clusteranalyse herangezogen, um bestmögliche Gruppierung zu gewährleisten, werden Elemente gewählt, die eine verhältnismäßig geringe Streuung innerhalb der DROB-Ware und auch Tonproben aus dem jeweils selben Ort aufweisen. Dies erfolgte durch den Vergleich zweier Elemente (Si₂O vs. Al₂O₃, CaO vs. MgO, usw.) in Variationsdiagrammen. Bei der Elementauswahl für die Clusteranalyse es wurde berücksichtigt möglichst viele Elemente einzubeziehen.

Die hierarchische Clusteranalyse ergab zwei große Gruppen (Hauptgruppe 1 und 2) von Keramik und Referenzproben, die sich deutlich voneinander abgrenzen lassen (Abb. 2.20). Die erste Hauptgruppe (Hauptgruppe 1) besteht, abgesehen von zwei Tonproben aus Nordost-Syrien (WR-38, FAR-7 bzw. ihre Kornfraktion FAR-7A) aus DROB-Ware und die Tonproben aus Südost-Anatolien. Mit Ausnahme der Tonproben WR-38 und FAR-7 sind alle anderen Referenzproben aus Nordost-Syrien unter der Hauptgruppe 2 eingeordnet. Sechs Tonproben UCT-1, UCT-2, PR-1, PR-2, PR-3 (alle stammen von Zuflüssen des Tigris) und HSK-1 aus Hasankeyf sind auch unter diese Hauptgruppe eingeordnet.

Nach einem erfahrungsgemäß angelegten Abschnitt (vertikale Linie auf dem Dendrogramm an Distanzmaß ca. 8), bei dem auch die Cluster von Tonproben aus dem demselben Ort wie Hasankeyf (HSK-2C und ihre Kornfraktionen HKS-2A und HSK-2B, und HSK-3: Cluster 1A) und Çarıklı Mevki (CRK-2, CRK-3, CRK-4 und CRK-5, Cluster 1B) berücksichtigt wurden, lassen sich innerhalb der beiden Hauptgruppen Untergruppen (Cluster) feststellen. So lassen sich die Keramikproben und die Referenzproben aus Südost-Anatolien insgesamt in sechs Untergruppen einteilen (Abb.2.20). Dabei bestehen die Gruppe 1A und Gruppe 1B ausschließlich aus Tonproben aus Hasankeyf und Çarıklı Mevkii. Die Gruppe 1C und 1E bilden innerhalb der Hauptgruppe 1 die größte Gruppe, die überwiegend aus den Keramikproben besteht, welche als chemische Gruppe 1 eingeordnet wurden (siehe Tab.2.3). Ferner können drei Keramikproben, die zur chemischen Gruppe 2 gehören (AA-206, AA-241 und AA-230) auch in diese Gruppe eingeordnet werden. Die Gruppe 1E besteht überwiegend aus Keramikproben, die zur chemischen Gruppe 2 gehören (Tabl.2.3). Zur diesen Gruppe gehören auch drei Keramikbeispiele der chemischen Gruppe 1 (AA-06, AA-242 und AA-238). Zwei DROB-Ware; AA-07 und AA-205 von der chemischen Gruppe 2, bilden eine eigene Untergruppe (Gruppe 1D), zusammen mit der Tonprobe aus Giricano (GR-5). Die Keramikprobe AA-63 zeigt eine Ähnlichkeit mit der Tonprobe aus Vadi Jarah (FAR-7 bzw. ihre Kornfraktion FAR-B) aus Nordost-Syrien (Gruppe 1F).

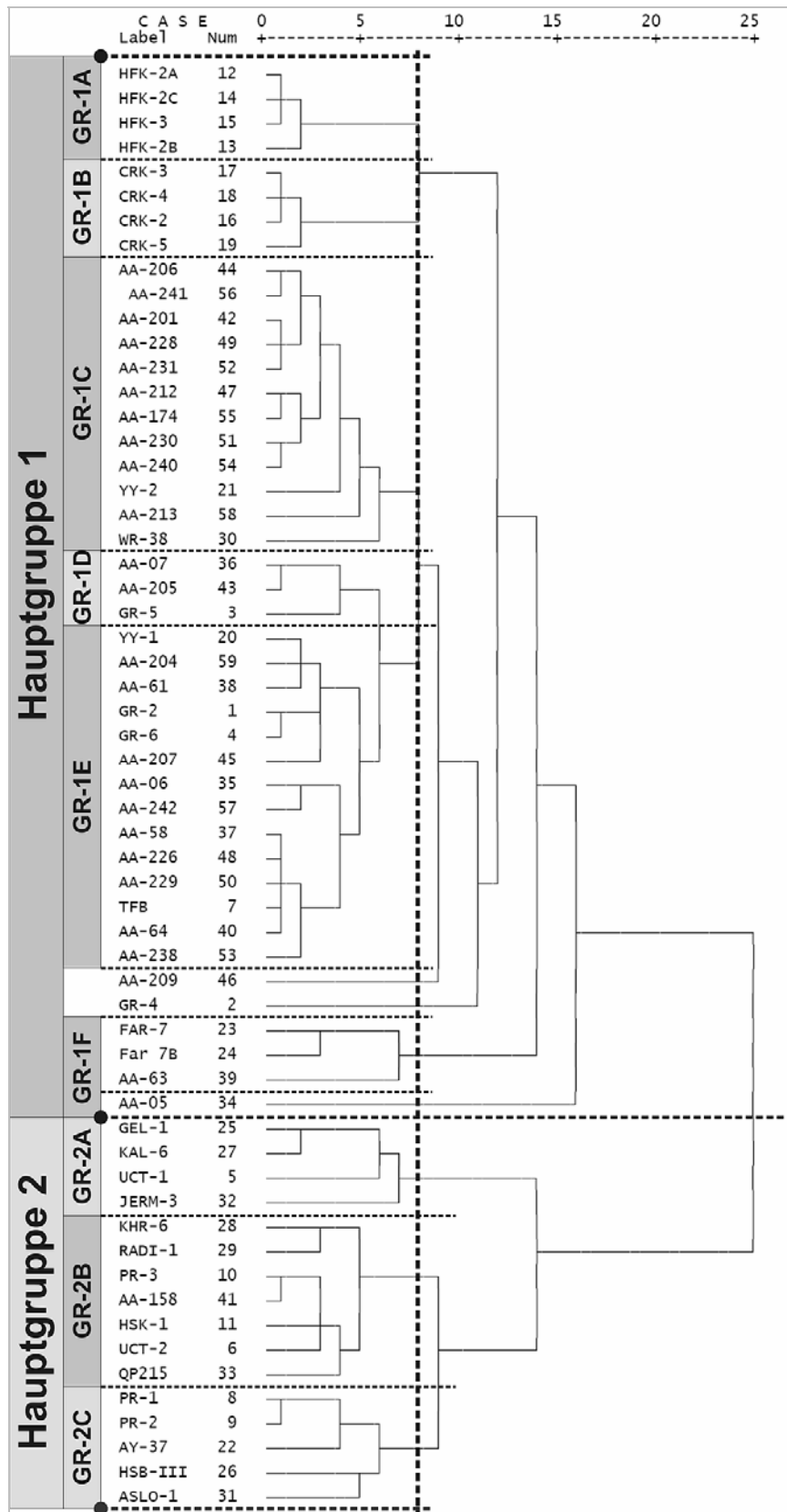


Abb. 2.20: Dendrogramm der agglomerativen hierarchischen Clusteranalyse nach Average-Linkage-Methode von DROB-Ware und Tonproben aus Südost-Anatolien und Nordost-Syrien sowie rezente Keramik aus Qamishli (Abstandsmaß: quadrierte euklidische Distanz). (SiO₂, Al₂O₃, CaO, Na₂O, La, Sr, Co und V).

Auch Clusteranalyse ergibt, dass sich die Keramikprobe AA-209 zwar in die Hauptgruppe 1 einordnen lässt, sich aber von übrigen Keramikbeispielen stark unterscheidet und keiner bestimmten Gruppe zuordnen lässt. Dies entspricht dem Ergebnis der petrographischen und chemischen Untersuchungen (s.o.) und weist wieder darauf hin, dass sie aus einer anderen Tonquelle hergestellt wurde. Eine ähnliche Differenz beobachtet man bei der Keramikprobe AA-05. Obwohl dieses Beispiel wegen seines chemischen Charakteristikums in die chemische Gruppe 2 eingeordnet wurde (es zeigt archäologisch keine Unterschiede zu den anderen Beispielen), weist es im Dendrogramm eine große Distanz zu den anderen Gruppen auf und lässt sich in keine der Gruppen einordnen.

Betrachtet man das Dendrogramm insgesamt, so ist deutlich zu erkennen, dass die Tonproben aus Geyiktepe, Bağıvar und Giricano (YY-2, YY-2, TBF, GR-5, GR-2, GR-2, siehe Abb 2.8) eine große Ähnlichkeit mit der DROB-Ware aufweist (in der Gruppe 1C, Gruppe 1E sowie in der Gruppe 1D), einen Unterschied hingegen zu Tonproben aus Hasankeyf und Çarıklımevkii. Eine noch deutlichere Gruppendistanz erkennt man zwischen den Tonproben aus Nordost-Syrien (Hauptgruppe 2). Dieses Resultat entspricht weitgehend dem in der Abbildung 2.19 dargestellten Variationsdiagramm und bestätigt das Ergebnis, dass die DROB-Ware aus in Südost-Anatolien zwischen Diyarbakır und Giricano vorkommenden Tonen hergestellt wurde. Ferner zeigt es auch, dass für die Keramikproduktion verschiedene Tonquellen innerhalb dieser Region verwendet wurden.

Innerhalb der Hauptgruppe 2 finden sich insgesamt drei Untergruppen; Gruppe 2A, Gruppe 2B und Gruppe 2C (Abb.2.20). Die Keramikprobe AA-158 wurde, wie oben dargelegt wurde, aufgrund der petrographischen und geochemischen Untersuchungen als nordost-syrische Produktion nachgewiesen. Diese Probe ordnet sich hier unter die GR-2B der Hauptgruppe 2 und bestätigt somit das schon vorgestellte Ergebnis.

2.4.6. Diskussion und Zusammenfassung

Die petrographischen und geochemischen Analysen sowie die Clusteranalyse an Dark Rimmed Orange Bowl-Ware, die in Nordost-Syrien und Südost-Anatolien in frühbronzezeitlichen Kulturschichten vorkommen, weisen darauf hin, dass die Ware in Südost-Anatolien hergestellt wurde, und zwar aus Tonvorkommen aus dem Gebiet zwischen Diyarbakır und Giricano. Die Analysen zeigen auch, dass man zur Herstellung der Wa-

re nicht nur eine bestimmte Tonquelle benutzte, sondern mindestens zwei Tonquellen aus der umliegenden Region zwischen Diyarbakır und Giricano verwendete. Wie weit die Tonquellen voneinander entfernt liegen, ist jedoch nicht festzustellen. Dennoch kann nach den Analysen angenommen werden, dass sie innerhalb der genannten Bereiche liegen. Die Tonablagerungen der Nebenflüsse des Tigris scheinen nicht als Rohmaterialquelle für die DROB-Ware in Frage zu kommen, zumindest nicht die hier untersuchten Flussablagerungen von Ambarlı çay. Tonablagerungen aus den Nebenflüssen Kuruçay, Pamukçay Salatçay und anderen (Abb.2.8) konnten hier nicht untersucht werden. Da sie allerdings ein anderes Dränagesystem mit unterschiedlicher Geologie des Einzugsgebietes besitzen, ist eine Differenz in der chemischen Zusammensetzung dieser Tonablagerungen, wie sie im Nebenfluss Ambarlıçay nachgewiesen wurde, zu erwarten.

Die petrographische bzw. chemische Analyse ermöglicht einige herstellungstechnische Aussagen über DROB-Ware. Die sehr feine Tonpaste und die Einschlüsse sowie die serielle Verteilung der sehr feinsandigen und siltgroßen Einschlüsse in der DROB-Ware legen nahe, dass das Rohmaterial geschlämmt wurde. Verhältnismäßig gute Verteilungsmuster in den Elementkonzentrationen können ebenfalls als ein Hinweis der durch Schlämmen erreichten Homogenisierung bewertet werden. Die unter dem Mikroskop erkennbare Ausrichtung von Einschlüssen (z.B. Muskovit) zur Keramikoberfläche zeigt, dass die DROB-Ware auf der Drehscheibe hergestellt wurde. Dies stimmt mit der mikroskopischen Beobachtung an der Keramikoberfläche überein, in der man durch die Drehscheibe entstandene horizontale Risspuren feststellt.

Das Vorhandensein von Kalkeinschlüssen weist darauf hin, dass die Ware bei einer Temperatur unterhalb der Stabilitätsgrenze von Calcit, nämlich 800-850°C (Maggetti 1982; Cultrone *et al.* 2001, Bauluz *et al.* 2004) gebrannt wurde. Hierfür spricht auch die fehlende Sinterung in der Ware. Die Vorkommen von Muskovit, die erst nach 900 °C dekomponiert werden und anfangen, zu zerfallen (Pavía 2006), zeigt ebenfalls, dass die Brenntemperatur unterhalb von 900°C lag. Wenn man diese Ergebnisse und die in einigen Proben beobachteten Reste von ausgebrannten Kalkeinschlüssen bedenkt, kann angenommen werden, dass die DROB-Ware bei einer Temperatur zwischen 750-850°C gebrannt wurde.

Die Probe AA-158 stammt anscheinend von einer Keramik, die aus einer anderen Tonquelle als die DROB-Ware hergestellt wurde. Ihrer Produktionsstelle liegt nach den petrographischen und chemischen Analysen in Nordost-Syrien. Die chemischen Analysen haben auch gezeigt, dass die Proben AA-59 und AA-62, die archäologisch als DROB-Ware bezeichnet wurden, Produkte einer kalkarmen Tonablagerung sind, die identisch mit der kalkarmen nordmesopotamischen Metallischen Ware ist und mit dieser gleichzusetzen sind.

2.5. Graue Ware

2.5.1. Einführung

Die so genannte Graue Ware Nordost-Syriens (Abb.2.21), die in frühbronzezeitlichen Kulturschichten Nordost-Syriens, z. B. in Tell Mozan, Tell Arbid, Tell Brak und Tell Bdēri vorkommt (Abb.2.22), unterscheidet sich makroskopisch von anderen frühbronzezeitlichen Warentypen der Region vor allem durch ihre graue Farbe und eine Oberflächenbehandlung in Form einer zumeist horizontal ausgeführten Glättung. Die Ware beinhaltet sowohl eine feine als auch eine grobe Variante, wobei die gröbere Variante überwiegt (siehe Tab.2.4; für nach petrographischen Gruppen geordnete Beispiele siehe Abb.2.21).

Die Ware wurde bisher archäologisch nicht umfassend untersucht, auch besteht über ihre Definition kein übereinstimmender Konsens. In der vorliegenden Arbeit wurde die in Tell Mozan übliche Bezeichnung „Graue Ware“ übernommen¹. Dort tritt neben der Grauen Ware, eine Keramik auf, die sich durch eine schwarze Farbe auszeichnet (siehe z. B. Abb.2.21, Fragmente GW-227; GW-244, GW-177). Diese lassen sich nicht eindeutig als Graue Ware einordnen und es stellt sich die Frage, ob es sich hierbei um Graue Ware oder eher um Kura-Araks Ware² bzw. eine dritte bislang nicht definierte Keramikgattung handelt. Die Bezeichnung „Graue Ware“ stellt, zumindest in der vorliegenden Arbeit, eine Sammelbezeichnung dar, d. h. es wurden hier sämtliche Varianten, die archäologisch mit der Grauen Ware in Verbindung gebracht werden können, unter dieser behandelt. Die Bezeichnung dient hier nur als Basis für die Interpretation der petrographischen und geochemischen Analysen. Als allgemeine archäologische Merkmale der Grauen Ware können gelten:

a- Waren mit grauer Farbe und deutlich erkennbar geglätteter Oberfläche, wobei sowohl in der äußeren Erscheinung grobe als auch feine Varianten vorkommen (z. B. GW-220, GW-08, GW-200, GW-149, GW-30, GW-225, siehe Abb.2.21). b- Sehr feine Waren mit dunkelbrauner oder schwarzer und sehr gut geglätteter Oberfläche mit sich im frischen Bruch zeigender brauner Scherbenfarbe; die Klassifizierung dieser Beispiele ist zumeist problematisch (als Beispiel siehe Abb.2.21, Fragment GW-227). c- Waren, in ihren archäo-

¹ Die Benennung wurde von M. Kelly-Buccellati eingeführt (Kelly-Buccellati 2002). In der als „Comparative Studies on the Pottery of the Sector AK of the Royal Building in Tall Mozan/Urkesh (Syria)“ betitelten Dissertation von A. Bianchi an der Universität Tübingen wird u. a. die Graue Ware eingehend archäologisch untersucht. Die hier vorgestellten Informationen und archäologischen Erkenntnisse über diese Ware, soweit nicht anders vermerkt, beruhen auf dieser Arbeit.

² Zur Kura-Araks Ware siehe Kapitel 3

logischen Eigenschaften der Kura-Araks Ware³ (Early Transcaucasian Ware, ETC) ähneln und daher als Kura-Arax Ware angesehen werden, wie die Fragmente GW-244 und GW177 (siehe Abb.2.21).

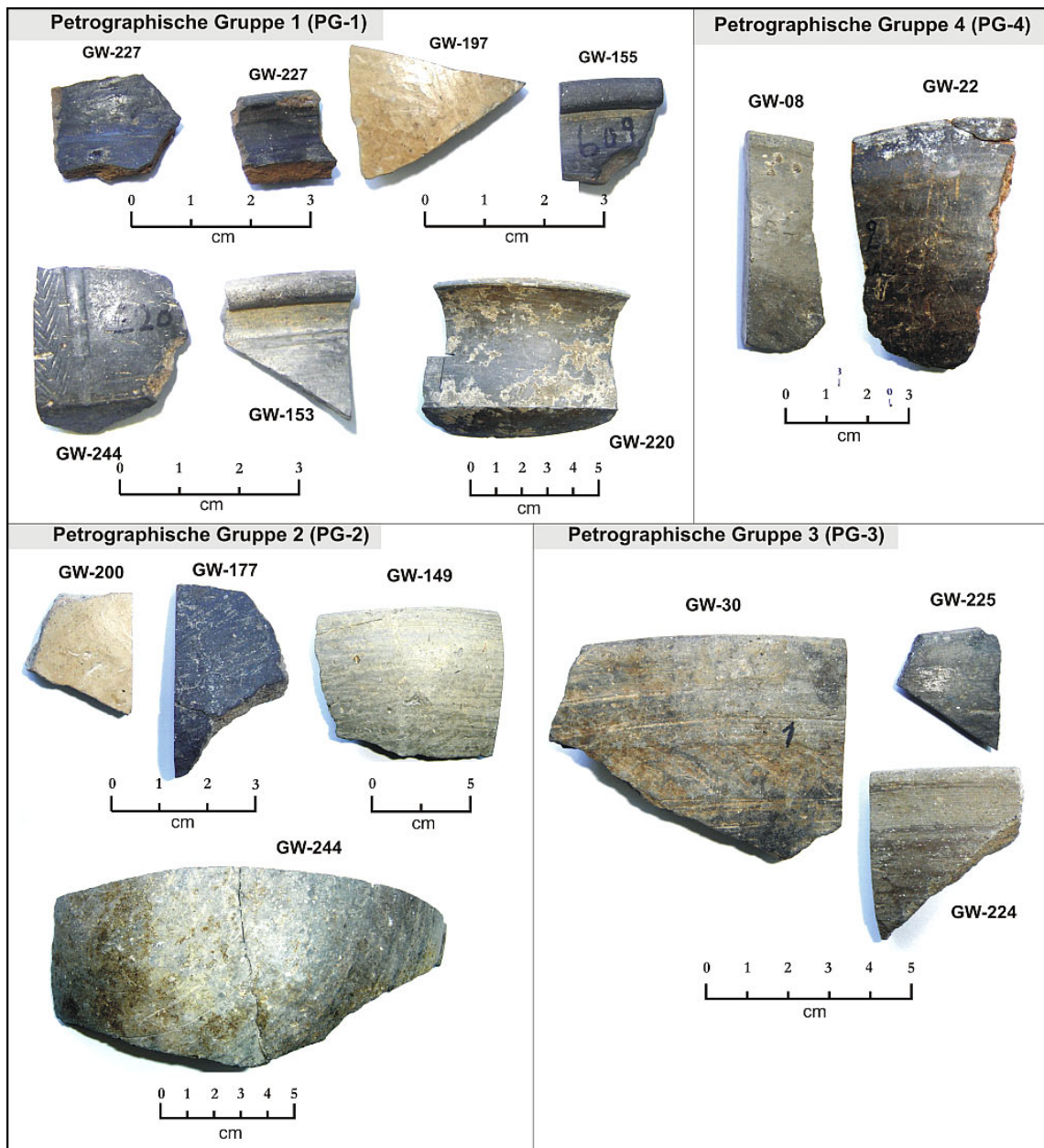


Abb. 2.21: Abbildungen einiger hier analysierter Fragmente der Grauen Ware. Die Fotografien wurden nach der petrographischen Gruppierung dargestellt (s. u.). Bei Fragment GW-22 handelt es sich um Cooking Pot Ware, die sich petrographisch in die PG-4 gruppiert (siehe Kapitel 2.5.3.1.4).

³ In der vorliegenden Untersuchung wird anstatt der in der europäischen und amerikanischen Literatur geläufigen Bezeichnung „Early Transcaucasian Ware“ die von Kufin (1941) eingeführte Bezeichnung „Kura-Araks Ware“ verwendet (für Näheres siehe Kapitel 3).

Das Formenrepertoire der Grauen Ware beinhaltet die Töpfe, Flaschen und Schalen. Die für die Analysen ausgewählten Fragmente datieren in die Phase Früh-Gazira III-V (ca. 2600/2500-2000 v. Chr., siehe Anhang 1; zur Datierung einzelner Beispiele siehe Anhang 5). Das Verbreitungsgebiet der Grauen Ware ist nicht genau bekannt. Nach den Fundorten der hier untersuchten Scherben ist ein (vorläufiges) Verbreitungsgebiet in Nordost-Syrien zwischen Tell Mozan, Tell Arbid Tell Brak und Tell Bdēri wahrscheinlich⁴ (Abb.2.22).

In der vorliegenden Arbeit wurde die Graue Ware petrographisch-mineralogisch und geochemisch analysiert. Das Ziel der Analysen war es, zuerst die Graue Ware petrographisch und geochemisch zu charakterisieren und zu klassifizieren, um daraufhin zu untersuchen, ob sich zwischen verschiedenen Varianten (auch bei nicht eindeutig als Graue Ware zu bezeichnenden Funden) Anhaltspunkte auf Unterschiede in Bezug auf die Petrographie und die Geochemie ergeben, und ob man diese auf archäologisch relevante Fragestellung (s. o.) übertragen kann. Da die Graue Ware im weiteren Sinn sowohl aus feinen als auch aus groben Tonen hergestellt wurde, war es ebenfalls ein Ziel, zu erforschen, ob zwischen den feinen und den groben Varianten ein Unterschied in der Petrographie (Textur, Art der Einschlüsse etc.) und der Geochemie besteht. Ferner war es ebenso von Bedeutung, Informationen über die Herstellungstechnik der Ware zu gewinnen. Da sich die Lokalisierung von Herstellungsorten der Grauen Ware aufgrund archäologischer Kriterien als problematisch darstellt (A. Bianchi, pers. Mitt.), war auch dies ein Ziel der Analysen.

Wie bereits erwähnt, wurde die Ware bisher nicht umfassend archäologisch untersucht, so dass bislang keine archäologische Definition (bzw. Klassifizierung) erarbeitet wurde, die hier als Ausgangspunkt der makroskopischen Untersuchungen dienen könnte. Um eine Basis für die petrographischen und geochemischen Analysen zu schaffen, wurde die Ware nach makroskopischen Eigenschaften, wie Feinheit und Einschlüsse (im archäologischen Sinne), Wandungstärke, Oberflächenbehandlung und Gefäßformen vorläufig in vier archäologische Gruppen (Gruppen A-D) unterteilt. Die archäologischen Eigenschaften der einzelnen Gruppen sind in Tab.2.4 aufgelistet.

⁴ In der kürzlich publizierten Arbeit von Laneri *et al.* (2006) über die Ausgrabungen in Hirbemerdon in der Tigris-Ebene wird von einem der Grauen Ware ähnlichen Waretyp berichtet (für Details siehe Bianchi im Druck).

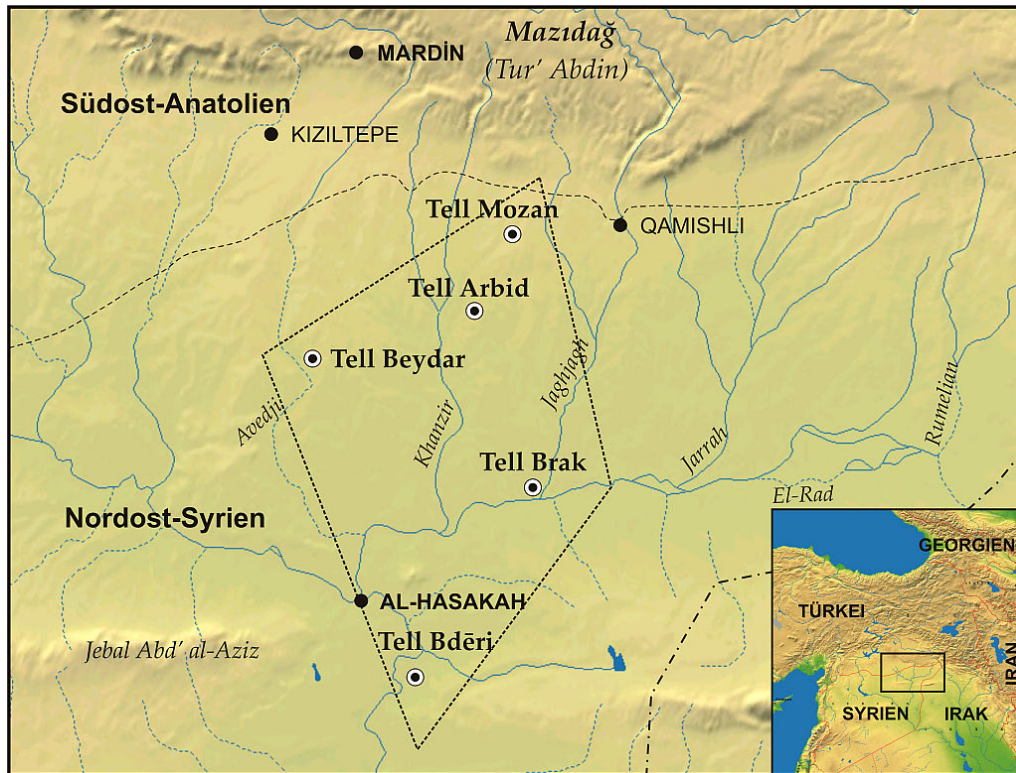


Abb. 2.22: Verbreitungskarte der Fundorte der Grauen Ware.

Tab. 2.4: Archäologische Gruppierung und Merkmale der Grauen Ware.

Gruppe	Archäologische Beschreibung	Keramikproben
Graue Ware, archäologische Gruppe A	Die Gruppe besteht aus feinen und dünnen Gefäßen mit geglätteten Oberflächen und meist dunkelgrauer bis grauer Farbe. Der Scherben enthält selten mit bloßem Auge erkennbare Einschlüsse. Hauptgefäßformen dieser Gruppe sind kleine Flaschen, selten kommen große Flaschen vor. Aufgrund der bei einigen Beispielen zu beobachtenden Formenähnlichkeit mit der nordmesopotamischen Metallischen Ware stellt sich die Frage, ob es sich hierbei um eine Imitation dieser Ware handeln könnte.	GW-30, GW-31, GW-32, GW33, GW-153, GW-154, GW-181, GW-182, GW-222, GW-227, GW-237.
Graue Ware, archäologische Gruppe B	Diese Gruppe zeigt sorgfältige behandelte, horizontal geglättete Oberflächen. Die Farbe variiert von Dunkelgrau bis Hellgrau. Bei der gröberen Variante erkennt man mit bloßem Auge sichtbare Einschlüsse. Zwischen den gröberen und den feineren Beispielen bestehen Unterschiede in den Gefäßformen. Bei der gröberen Variante handelt es sich um große tiefe Schalen mit einem stumpfen Rand, die feineren Gefäße zeigen ein breiteres Formenspektrum, so kleine runde Schalen und Schüsseln mit einem so genannten „beaded-rim“, sowie Knickwandschalen unterschiedlicher Art und feine Flaschen mit abgerundetem Rand.	GW-08, GW-22, GW-23, GW-24, GW-149.
Graue Ware, archäologische Gruppe C	Diese Gruppe besteht aus feinen Schalen, meist mit hellgrauer Farbe und vertikaler oder vom Gefäßboden ausgehender radialer Glättung. Es finden sich zudem z. T. gröbere Knickwandschalen mit dicker Wandung, die teilweise unterschiedliche graue Farbtöne bis zu Dunkelgrau aufweisen.	GW-152, GW-248
Graue Ware, archäologische Gruppe D	In dieser Gruppe wurden Beispiele zusammengefasst, deren Klassifizierung mithilfe archäologischer Kriterien problematisch ist. Obwohl sie in Tell Arbid der Phase FG IV zugewiesen werden, sind sie vermutlich älter zu datieren (A. Bianchi, pers. Mitt.)	GW-176, GW-217, GW-218, GW219, GW-220, GW-221, GW-223.

2.5.2. Probenauswahl

Für die petrographischen und geochemischen Analysen zur Klärung der oben angesprochenen Fragen wurden insgesamt 57 Keramikfragmente der Grauen Ware aus Tell Mozan (31), Tell Arbid (7), Tell Brak (5) und Tell Bdēri (14) ausgewählt (Anhang 5). Die ausgewählten Beispiele sind in Anhang 5 mit Labornummer, Fundort, Fundnummer sowie der Datierung aufgelistet. Drei Fragmente der Kochtopf-Ware (cooking pot ware) aus Tell Bdēri wurden ebenfalls in die Analysen einbezogen. Es handelt sich hierbei um eine grobe, dickwandige frühbronzezeitliche Ware mit brauner geglätteter äußerer Oberfläche und hellbrauner Innenseite (Abb. 2.21, GW-22).

Bei der Probenauswahl wurden möglichst viele makroskopische Merkmale, wie Farbe, Gefäßform, Oberflächenbehandlung und Feinheit berücksichtigt, um in Hinblick auf die oben genannten Fragestellungen einen repräsentativen Probensatz zu bilden. Von den Proben der Grauen Ware und der Kochtopf-Ware, wurden 29 Dünnschliffe angefertigt und unter dem Polarisationsmikroskop petrographisch analysiert. Bei 50 Proben wurden Haupt- und Spurenelemente mithilfe der Röntgenfluoreszenzanalyse bestimmt. Eine Zusammenstellung der Elementzusammensetzung dieser Proben findet sich in Anhang 11. Die Darstellung der Probenaufbereitung und der analytischen Methode findet sich den Kapiteln 1.5.1 und 1.5.2).

2.5.3. Ergebnisse

Die petrographischen und geochemischen Ergebnisse werden im Folgenden in zwei Abschnitten behandelt. Im ersten Abschnitt (Kapitel 2.5.3.1) werden die Analysen in Bezug auf die Frage nach der Klassifizierung der Ware sowie der Herstellungstechnik interpretiert. Im zweiten Abschnitt (Kapitel 2.5.4) werden die Ergebnisse in Bezug auf die mögliche Herkunft der Waren diskutiert.

2.5.3.1. Petrographische Analysen

Die untersuchten Keramikproben lassen sich aufgrund der Einschlüsse von Mineral- und Gesteinsfragmenten, der Korngröße und des Einschlussanteils in vier Hauptgruppen einteilen (Tab.2.5). Die erste Gruppe, die in dieser Arbeit als petrographische Gruppe 1 (PG-1; PG wird im Folgenden als Abkürzung für petrographische Gruppe verwendet) bezeichnet wird, charakterisiert sich durch feine Einschlüsse mit Größen zwischen 0.05-0.1 mm sowie durch vorherrschende mikrokristalline Kalkfragmente und einen geringen Quarzanteil (Abb.2.23, Bild a und b). Die zweite Gruppe, die als petrographische Gruppe 2 (PG-2) be-

zeichnet wird, beinhaltet mehr oder weniger gleiche Einschlüsse, unterscheidet sich von PG-1 jedoch z. B. durch größere Einschlüsse mit einer Größe von bis zu 2 mm und einen hohen Anteil von Calcit und Quarz (Abb.2.23, Bild c und d). Die Dritte Gruppe, die petrographische Gruppe 3 (PG-3), unterscheidet sich durch Vorhandensein von Calcit-Quarzsandsteinfragmenten, die in den anderen Gruppen nicht vorkommen (Abb.2.23, Bild e und f). Die vierte Gruppe, die petrographische Gruppe 4 (PG-4) zeichnet sich durch im Vergleich zu den anderen Gruppen deutliche Unterschiede in Bezug auf Korngrößen und Korngrößenverteilung aus. Kennzeichnend für diese Gruppe ist zudem das Vorhandensein von Doleritfragmenten, die bei anderen Gruppen nicht beobachtet wurden (Abb. 2.23, Bild g und h). Im Folgenden werden die Proben der Ware nach ihren charakteristischen petrographischen Eigenschaften in Gruppen zusammengefasst.

2.5.3.1.1. Petrographische Gruppe 1 (PG-1)

Von den untersuchten Proben der Grauen Ware lassen sich aufgrund ihrer petrographischen Eigenschaften die Beispiele GW-12, GW-13, GW-16, GW-17, GW-32, GW-154, GW-155, GW-92, GW-197, GW-217, GW-220, GW-227 und GW-244 in die petrographische Gruppe 1 einordnen. Die Proben stammen aus Tell Mozan, Tell Arbid, Tell Brak und Bdëri. Sie charakterisieren sich durch einen feinen Scherben bzw. in der Regel feine Einschlüsse (Abb.2.23, Bild a), es können aber auch einzelne Körner (≤ 2 %) mit bis 0.6 mm Durchmesser auftreten (Abb.2.23, Bild b). Die Haupteinschlüsse sind Fragmenten von mikritischer Kalk, Calcit und Quarz, wobei mikritische Kalkfragmente vorherrschen (Tab. 2.5). Olivin, Plagioklas und Chert (Hornstein) kommen in geringen Mengen mit einem Anteil zwischen $1\% \leq$ bis 2% vor. In allen untersuchten Proben sind zudem zu einem geringen Prozentanteil opake Minerale (1 bis 3 %) zu beobachten.

Kalkeinschlüsse (Km, Kz): Der Kalkanteil kommt sowohl als mikritische Fragmente (Km) als auch als Calcitfragmente (Kz), die an ihren typischen optischen Eigenschaften leicht zu erkennen sind, vor. Die mikritischen Kalkfragmente treten meist als gut bis sehr gut gerundete Körner (Abb. 2.23, Bild a und b) mit einem Anteil von zwischen 5 bis 15 % auf. Die Calcitfragmente kommen hingegen als eckige Körner in geringen Mengen mit einem maximalen Anteil von ca. 3 % vor. Der niedrige Anteil der Calciteinschlüsse in dieser Gruppe ist typisch und stellt ein Unterscheidungsmerkmal zu den anderen petrographischen Gruppen dar. Mikritische Kalkfragmente und Calcitfragmente beobachtet man auch in der Grundmasse als sehr feine (\leq Silt) Körner, wobei die mikritischen Kalkfragmente überwiegen.

Quarzfragmente (Qz): Die Quarzfragmente kommen in den Proben der PG-1 als zweithäufigste Einschlüsse vor. Die Körner haben oft eine eckige Form mit hoher Kugeligkeit (Abb.2.23, Bild a). Bei den meisten Körnern beobachtet man eine undulöse Auslöschung und oft trübe Oberflächen. Die gröberen Körner sind zumeist polykristallin. Der Anteil von Quarz im Scherben ist gering und beträgt durchschnittlich 2-3 %, bei einigen Beispielen sogar nur 1 %.

Neben den genannten Haupteinschlüssen treten in den Proben der PG-1 in geringen Mengen mafische Minerale wie Olivin (Abb.2.23, Bild b) und Pyroxen sowie Plagioklasminerale als kleine, meist gerundete Körner auf. Chert-Fragmente, die sich durch eine mosaikähnliche Struktur erkennen lassen, kommen in allen Proben ebenfalls geringen Mengen vor; der Anteil überschreitet jedoch nicht 2 %. Auch hier sind die Körner meist gut gerundet. Für tonige Sedimente typische Opakminerale treten ebenfalls mit 1-3 % auf.

Poren (Pr): Der Porenanteil schwankt zwischen 5 bis 10 %. Man kann zwei Formen unterscheiden, längliche Poren sowie runde bzw. elliptisch geformte Poren, die beide geschlossen sind (Abb.2.23, Bild a und h). Die länglichen Porenformen können in manchen Beispielen bis 2 mm Länge erreichen. An einigen Probenrändern beobachtet man dunkelbraunschwarze Säume (Abb.2.23, Bild a). Vermutlich handelt es sich hierbei um Hohlräume von ausgebrannten mikritischen Kalkfragmenten. Dies wird durch die Beobachtung unterstützt, dass sich einige mikritische Fragmente als halb ausgebrannte Körner mit dunklem Saum darstellen⁵. Aufgrund der bekannten Temperaturgrenze der Mineralstabilität für Kalkfragmente bzw. Calcit (Maggetti 1982; Cultrone et al. 2001; Pavía 2006) kann für diese Beispiele eine Brenntemperatur um 800-850 °C angenommen werden. Da aber die meisten Proben frische Kalkfragmente beinhalten, sollte die allgemeine Brenntemperatur für die anderen Beispiele unterhalb von 800-850 °C gelegen haben.

Gefüge: Allgemein besitzen die Gefüge der Keramikkörper unter polarisiertem Licht eine braune, z. T. dunkelbraune bis schwarze Farbe. Die feinen Partikel in der Grundmasse überwiegen die siltgroßen mikritischen Kalk- und Quarzeinschlüsse.

Vergleicht man die Scherben der Gruppe PG-1 untereinander, so lassen sich einige Gemeinsamkeiten hinsichtlich der makroskopischen Merkmale erkennen. Die Beispiele bestehen alle aus einer feinen Keramik und besitzen eine einheitlich gut geglättete Oberfläche. Die Beispiele gehören zu unterschiedlichen Formtypen und variieren in der Farbe von Grau bis Schwarz. Vor allem die Proben GW.227 und GW-244 erinnern aufgrund der gut

⁵ Dieser dunkle Saum ist vermutlich durch unzureichende (limitierte) Portlandit- Karbonatisierung bedingt (siehe auch Moorehead 1986).

geglätteten Oberflächen und der schwarzen Farbe an die transkaukasische frühbronzezeitliche Kura-Araks Ware, die sich ebenfalls vor allem durch ihre schwarze Farbe sowohl an der Oberfläche als auch im Scherben und geglättete Oberflächen charakterisiert. Diese Beispiele wurden dennoch der Variante PG-1 zugewiesen.

2.5.3.1.2. Petrographische Gruppe 2 (PG-2)

Die analysierten Keramikfragmenten GW-128, GW-150, GW-177, GW-184, GW-191, GW-193 und GW-200 unterscheiden sich von den anderen Gruppen durch ihren prozentual höheren Anteil von Kalkfragmenten (mikritische Kalk- und Calcitfragmente) und Quarz sowie vor allem durch ihre großen Korngrößen und werden daher hier als petrographische Gruppe 2 (PG-2) bezeichnet (Abb.2.23, Bild c und d, Tab.2.5). Der Fundort dieser Beispiele ist Tell Mozan. Die Scherben beinhalten im Vergleich zur PG-1 einen höheren Calcit- und Quarzanteil, in geringer Menge kommen auch mikritische Kalkfragmente (Km) vor (siehe auch Tab. 2.5). Im Allgemeinen sind die Einschlüsse in der PG-2 grob, einzelne Körner erreichen bis zu 2 mm Durchmesser, wobei die Durchschnittsgröße bei 1-1.5 mm liegt. Neben Calcit, Quarz und mikritischem Kalk beobachtet man auch geringe Mengen Olivin, Plagioklas und Chert-Fragmente. Opake Minerale sind ebenfalls vertreten. Der gesamte prozentuelle Anteil der Einschlüsse kann bis zu 35-40 % erreichen.

Calcit (Kz): Neben mikritischen Kalkfragmenten, die in geringen Mengen vorkommen (2-4 %) stellen als Unterscheidungsmerkmal Calcitfragmente die Haupteinschlüsse dar. Diese Fragmente, die durch typische optische Eigenschaften, wie vollkommene Spaltbarkeit und Gleitwillingsbildung leicht zu erkennen sind, besitzen meist eckige, tafelförmige, z. T. idiomorphe oder subidiomorphe Kristallform (Abb. 2.23, Bild c und d). Der Anteil beträgt hier durchschnittlich 7-10 %, bei einzelnen Beispielen, z. B. GW- 177, kann er allerdings bis zu 20 % betragen. In der Grundmasse ist ihr Anteil im Vergleich zu den mikritischen Kalkfragmenten jedoch gering. Dies, und vor allem die hiatale und subhiatale Korngrößenverteilung, sowie eckige Calcitfragmente sprechen für eine Magerung der Tonpaste, obwohl in der Grundmasse auch feine Kalzitfragmente vorkommen, die wohl als natürliche Einschlüsse zu werten sind. Ähnliches gilt für Quarzeinschlüsse. Die eckige Form von Einschlüssen weist darauf hin, dass man für die Magerung nicht Flusssand verwendete (keine Rundung der Körner), sondern die in der Umgebung liegenden, nicht durch hydraulischen transportierte Sandvorkommen. Denkbar ist hier auch bewusst zerkleinerten Kalksteinsfragmente zur Nutzung als Magerungsmaterial.

Quarz (Qz): Quarzfragmente treten in den PG-2 Scherben als zweithäufigste Einschlüsse auf. Die Körner sind oft eckig und besitzen eine hohe Kugeligkeit. Oft beobachtet man eine

undulöse Auslöschung. Auf der Oberfläche beobachtet man trübe Erscheinungen. Die groben Körner sind meist polykristallin ausgebildet. Der Anteil von Quarz ist im Vergleich zu PG-1 Scherben deutlich höher; er beträgt durchschnittlich 6-7 % und nur bei einigen Beispielen über 10 %. Wie bereits erwähnt, hängt dieser hohe Anteil vermutlich mit der Magerung der Tonpaste zusammen.

Poren (Pr): Anteil und Form der Poren verhalten sich ähnlich wie bei PG-1 und sind wie dort meist geschlossen. Es kommen nur vereinzelt offene, länglich gebildete Poren vor. Die meisten Poren sind rund bzw. elliptisch ausgebildet. Alle Porenformen sind in denselben Fragmenten vertreten. An den Porenrändern beobachtet man selten sekundäre Calcitablagerungen. Der Anteil der Poren schwankt zwischen 7-15 %.

Gefüge: Abgesehen von den groben Einschlüssen besitzt die Grundmasse dieser Gruppe ein ähnliches Gefüge wie PG-1. Die meisten Scherben zeigen unter linear polarisiertem Licht eine braune Farbe und unter gekreuztem Polarisator eine tief braune Farbe. Bei einigen Proben, wie z. B. GW-191 und GW-192 beobachtet man eine tiefbraun-schwarze Farbe in der Mitte des Keramikkörpers, die so genannte Sandwich-Struktur. Solche Strukturen entstehen bei oxidierenden Bedingungen durch einen sehr schnellen Brennvorgang, bei dem der innere Bereich des Keramikkörpers nicht durchgebrannt wird (Maggetti 1994).

Bei den Beispielen der Gruppe PG-2 erkennt man zudem einige Gemeinsamkeiten hinsichtlich ihrer makroskopischen Merkmale. Sie bestehen aus groben Scherben mit einer Wandstärke von bis zu 1,3 cm. Die Tonpaste wurde zunächst mit Calcit und Quarzsand gemagert. Die relativ unregelmäßig geglätteten Oberflächen scheinen auch eine gemeinsame Eigenschaft zu sein. Man erkennt hier auch keine einheitlichen Farbmuster, d. h. die Gruppe besteht zwar überwiegend aus Keramik mit verschiedenen grauen Farbtönen, jedoch werden auch die oben beschriebenen schwarzen Beispiele (z. B. GW-177), die der Kura-Araks Ware ähneln, ebenfalls dieser petrographische Gruppe zugewiesen. Die unterschiedlichen Farben der Scherben zeigen hier auch, dass die Farbe zur archäologischen Klassifizierung von Waren nicht unbedingt behilflich ist, wohl aber die Korngröße und Oberflächenbehandlung als Anhaltspunkte herangezogen werden können.

2.5.3.1.3. Petrographische Gruppe 3 (PG-3)

Insgesamt vier Beispiele der Grauen Ware, GW-30, GW-149, GW-224 und GW-225, bilden aufgrund der Art ihrer Einschlüsse eine dritte Gruppe, die petrographische Gruppe 3 (PG-3, Abb. 2.23, Tab. 2.5). Die Scherben beinhalten neben Kalkfragmenten (Calcit und mikritischer Kalk) und Quarz, die auch in den oben vorgestellten Gruppen vorkommen,

zusätzlich Calcit-Quarzsandstein (Abb.2.23, Bild e und f). Ferner unterscheiden sich die Proben dieser Gruppe durch ihre Gefüge und Farbe der Grundmasse. Die Beispiele der PG-3 sind grob und dickwandig (0,6-1,3 cm). Neben den Hauptbestandteilen Calcit-Sandstein, mikritischer Kalk, Calcit und Quarz kommen in geringen Mengen auch Einschlüsse von Plagioklas, Olivin, Chert und opaken Mineralen vor. Der gesamte Anteil der Einschlüsse beträgt 25-30 %.

Calcit-Quarzsandstein (Kz-Qst): In den Scherben erkennt man grobe Körner, die überwiegend aus feinem eckigen Calcit und Quarz bestehen (Abb.2.23, Bild e und f). In einigen Körner beobachtet man auch einzelne runde Olivinkörner (Abb.2.23, Bild e). Die Körner besitzen eine eckige Form. Der prozentuale Anteil der Fragmente, die eindeutig als Calcit-Quarzsandstein bestimmt werden können, beträgt ca. 4-5 %. Die Durchschnittsgröße der Körner beträgt ca. 0,7-1 mm. Die Einschlüsse von Calcit-Quarzsandsteinfragmenten sind hier ein gruppenspezifisches Merkmal, da sie in anderen Gruppen nicht vorkommen. In der Grundmasse der Keramik kommen feine Calcitfragmente vor, die anscheinend aus Calcit-Quarzsandstein stammen. Dies kann man als einen Hinweis darauf sehen, dass die groben Calcit-Quarzsandsteinkörner natürlich im Ton vorhanden waren und die Tonpaste nicht gemagert wurde. Dennoch ist aufgrund der großen Einschlüsse (hiatale Kornverteilung) eine Magerung der Tonpaste nicht auszuschließen.

Mikritische Kalkfragmente (Km): Die mikritischen Kalkeinschlüsse im Scherben haben im Wesentlichen die gleichen petrographischen Eigenschaften wie bei den Varianten PG-1 und PG-2. Der Anteil beträgt hier ca. 3-6 %. Die Körner sind meist fein, wobei einzelne gröbere Körner mit bis zu ca. 1,5 mm Durchmesser vorkommen (Abb.2.23, Bild f).

Calcit (Kz): Die Calcitfragmente zeigen mit der eckigen Kornform und trüben Oberfläche Ähnlichkeiten mit den Calcitkörnern der Calcit-Quarzsandsteinfragmente (Abb.2.23, Bild e und f). Wie bereit erwähnt, ist dies ein Hinweis darauf, dass sie (zumindest zum Teil) aus Calcit-Quarzsandsteinen stammen. Der Anteil der Calciteinschlüsse variiert zwischen 5-10 %. In der Grundmasse kommen auch Calcitkörner als sehr feiner Sand und in geringer Menge als siltgroße Körner vor.

Quarz (Qz): Der Gesamtanteil von Quarz in den Scherben beträgt 5-8 %. Die Korngrößen variieren von silt (0,06-0,02 mm) bis zu größerem Sand (2 mm). Einige der Quarzkörner stammt scheinbar wie z. T. der Calcit aus Calcit-Quarzsandstein. Quarzkörner kommen in der Grundmasse ebenfalls als feine Fragmente vor.

Akzessorische Einschlüsse: Meist gut gerundete Chert-Fragmente finden sich in der Keramik in geringer Menge (ca. 1-2 %) vor. Ihr Erscheinungsbild ähnelt den Chert-Fragmenten, die in Beispielen der Varianten PG-1 und PG-2 beobachtet wurden. Wie bei allen anderen Proben kommen Olivinfragmente in geringen Mengen ($\leq 1\%$) auch in den Beispielen der PG-3 vor. Die Körner sind meist gut gerundet. Bei GW-30 und GW-224 beobachtet man einzelne kleine vulkanische Fragmente. Aufgrund der starken Alteration das Ursprungsgestein lassen sich diese nicht eindeutig bestimmen, jedoch kommen in den Körnern Olivinkörner mit Reaktionssäumen vor. Da solche Reaktionssäume typisch für Basalte sind, lässt sich vermuten, dass es sich hierbei um Basaltfragmente handelt.

Poren (Pr): Die Beispiele beinhalten Poren mit einem Anteil von 5-13 %. Meist zeigen sie längliche Formen, die oft zur Keramikoberfläche ausgerichtet sind. An einigen Porenrändern beobachtet man sekundäre Calcitablagerungen.

Gefüge: Die Keramik der Gruppe PG-3 ist durch eine dunkelbraune oder schwarze Farbe unter linear polarisiertem Licht charakterisiert. Die Grundmassen bestehen aus siltigem Ton, der dem Keramikkörper ein schmutziges Aussehen verleiht. Die Körner zeigen eine hiatale Verteilung, treten aber auch serial auf. Obwohl es im Allgemein eine sichere Feststellung schwer ist, ob es bei diesen groben Einschlüssen um Magerungsbestandteile handelt oder ob sie natürliche Einschlüsse sind, wenn man jedoch die unreine Tonpaste (wie Siltanteil) berücksichtigt, liegt es eher die Vermutung nah, dass die Tonpaste nicht gemagert wurde, sondern grobe Einschlüsse in der natürlichen Zustand des Rohstoffs vorhanden waren.

Bei den petrographischen Analysen stellte sich heraus, dass das Rohmaterial der Proben der Gruppe PG-3 aus einer anderen Tonquelle stammt als das der Keramik der Gruppen 1 und 2 (zur Herkunft s. u.). Archäologisch gesehen weist diese Gruppe bezüglich Form, Farbe und Oberflächenbehandlung aber Ähnlichkeiten mit der Gruppe PG-2 auf und lässt sich makroskopisch von dieser nicht leicht unterscheiden (siehe auch Abb.2.21). Auch hier scheinen Korngröße und Art der Einschlüsse ebenfalls Anhaltspunkte für eine archäologische Klassifikation zu sein.

2.5.3.1.4. Petrographische Gruppe 4 (PG-4)

Die Proben GW-08, GW-22, GW-23 und GW-24 bilden aufgrund der Größen und Formen sowie vor allem aber der Art der Einschlüsse eine eigene petrographische Gruppe; die Gruppe PG-4 (Tab.2.5, Abb.2.23, Bild g und h). Die Fragmente GW-22, GW-23 und GW-24 werden als Kochtopf-Ware (cooking pots) bezeichnet. Auch GW-08 wird nicht eindeutig als Graue Ware bezeichnet und es stellt sich die Frage, ob es bei dieser Keramik um Kura-

Araks Ware handelt. Alle vier Proben charakterisieren sich petrographisch durch grobe Dolerit- und Calcitfragmente (Abb.2.23, Bild g und h). Zudem treten Plagioklas, Quarz und opake Minerale auf. Anscheinend stammen das Plagioklas und die opaken Minerale zumindest z. T. aus Doleritgesteinen. Die Korngrößen der Einschlüsse variieren von 0,25 bis 2 mm.

Dolerit (Dt): Doleritfragmente stellen die markantesten Hauptbestandteile der Einschlüsse dar und machen ca. 25 % der Körpermassen der Keramik dieser Gruppe aus. Die Körner zeigen scharfe Kanten und sind in den Grundmassen hiatal verteilt (Abb.2.23). Die kantige Form der Doleritfragmente, bzw. des Plagioklas und der Quarzkörner weisen darauf hin, dass das Rohmaterial entweder aus Ablagerungen von wie z.B. feine Aufschüttungen stammt, oder mit dem aus kantigen Körnern bestehenden Sand (nicht hydraulisch transportiert) in direkter Nähe der Doleritaufschlüsse abgelagert wurde. Eine weitere Möglichkeit ist, dass der Dolerit zunächst von Töpfer zerkleinert und später der Tonpaste zugesetzt wurde. Broekmans *et al.* (2004) berichten von cooking pots aus der in Nordost-Syrien gelegene Siedlung Tell Beydar (Abb.2.22), die ebenfalls Doleritfragmente beinhalten. Diese Einschlüsse werden von den Autoren als Basaltfragmente bezeichnet. Bei Dünnschliffanalysen an drei Fragmenten (Dünnschliffnummern CW-209, CW-216 und CW-218) von der cooking pot Ware aus Tell Beydar, die T. Broekmans freundlicherweise zur Verfügung gestellt hat, zeigte es sich allerdings, dass die hier als Dolerit bezeichneten Fragmente mit Broekmans Basaltfragmenten identisch sind. Die Nomenklatur Dolerit oder Basalt ist in diesem Fall nur für Herkunft der cooking pot Ware bzw. die Beispiele der PG-4 relevant. Daher findet sich die diesbezügliche Diskussion in Kapitel 2.5.3.2. Wie oben erwähnt, ist Broekmans der Ansicht, dass die Basaltfragmente (hier: Doleritfragmente) zerkleinert dem Ton zugesetzt wurden (Broekmans *et al.* 2004). Da aber manche Doleritkörner Rundungen zeigen und in der Grundmasse zudem aus Dolerit stammende, feine Olivin- bzw. Plagioklasfragmente sowie eckige Calcitfragmente und sowohl sehr feiner Sand als auch siltgroße Fragmente vorkommen, ist es plausibler, anzunehmen, dass es sich bei den Doleritkörnern nicht ausschließlich um vom Töpfer zerkleinertes Material handelt, sondern dass sie zumindest z. T. natürlich im Ton vorhanden waren. Wie bereit erwähnt, lässt sich die hiatale Kornverteilung und die eckige Kornform vielleicht dadurch erklären, dass der Roh-ton aus sehr kurz oder kaum hydraulisch transportierten Ablagerungen stammt, die in der Nähe von Doleritgesteinen vorkommen. Dies kann auch erklären, warum grobe und sehr feine Fragmente des gleichen Gesteins bzw. Minerals in einer hiatalen Kornverteilung auftreten. Dennoch ist eine teilweise Magerung des Rohtons aufgrund der hiatalen Kornverteilung nicht ganz auszuschließen.

Calcit (Kz): Calcitfragmente stellen die zweithäufigsten Einschlüsse dar. Die Körner sind meist eckig und treten sowohl als feine, als auch als grobe sandgroße Einschlüsse auf. Der Anteil beträgt ca. 3-4 %. Im Vergleich zu den Calcitkörnern der anderen Gruppen zeigen sie optische Unterschiede. So beobachtet man z. B. keine typische Spaltbarkeit (Abb.2.23, Bild g) und auch Ihre Farbe ist unterschiedlich und charakterisiert sich durch eine regenbogenähnliche Farbverteilung, was auf einen anderen Ursprung als bei den Gruppen PG-1, PG-2 und PG-3 hinweist. In den Doleritkörnern selbst sind deutliche Verwachsungen von Calcit mit Plagioklas und Pyroxenen erkennbar. Bei den hier beschriebenen Calciteinschlüssen handelt es sich wahrscheinlich um Produkte, die bei der Umwandlung von mafischen Mineralen entstanden sind⁶.

Poren (Pr): Der Porenanteil variiert innerhalb der Gruppe zwischen 3-6 %. Die Poren besitzen meist runde geschlossene Formen. Bei der Probe GW-08 treten zusätzlich längliche Porenformen auf, die aber nicht zur Keramikoberfläche ausgerichtet sind. Vermutlich handelt es sich hierbei um Abdrücke von ausgebrannten organischen Substanzen. An den Porenrändern erkennt man keine sekundären Calcit Bildungen.

Gefüge: Das markanteste Merkmal der Proben der vierten petrographischen Gruppe sind sehr grobe Doleriteinschlüsse sowie einzelne grobe Calcitfragmente. Die Grundmasse besteht aus sehr feinem Sand und siltgroßen Mineralfragmenten, die scheinbar feine Fraktionen der gröberen Einschlüsse sind. Der Ton scheint ursprünglich siltig bzw. mergelig gewesen zu sein. Die Scherben der Proben GW-22, 23 und 24 sind etwas sauberer (niedrigerer Siltgehalt) als bei der Probe GW-08 und zeigen zudem identische Gefüge. Die Probe GW-08 weist hingegen einen hohen siltigen Anteil auf und beinhaltet mikritische Kalkfragmente, die in den anderen Proben nur in sehr geringem Anteil vorkommen. Die Korngröße der Einschlüsse in dieser Scherbe ist insgesamt kleine, was vor allem bei den Doleritfragmenten in der Probe in GW-08 auffällt.

Das Vorkommen von Doleritfragmenten spricht eindeutig dafür, dass die Rohmaterialquelle für die Gruppe PG-4 nicht mit den Beispielen sowohl von PG-1 und PG-2 als auch von PG-3 in Verbindungen steht und es sich also um eine andere Tonquelle handelt. Die Cooking Pot-Proben GW-22, GW-23 und GW-24 besitzen die gleichen archäologischen Eigenschaften. Die Keramikprobe GW-08 kann zwar archäologisch gesehen nicht der Cooking

⁶ Calcitbildung durch Umwandlung von mafischen Mineralen.

$5\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6 + 4\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}_5\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8] + \text{NaAlSi}_3\text{O}_8 + \text{CaCO}_3$
Pyroxen + Plagioklas = Chlorit + Albit + Kalzit.

Pot Ware zugewiesen werden, besitzt aber die gleichen petrographischen Eigenschaften wie diese Ware und wurde wohl aus demselben Ton hergestellt.

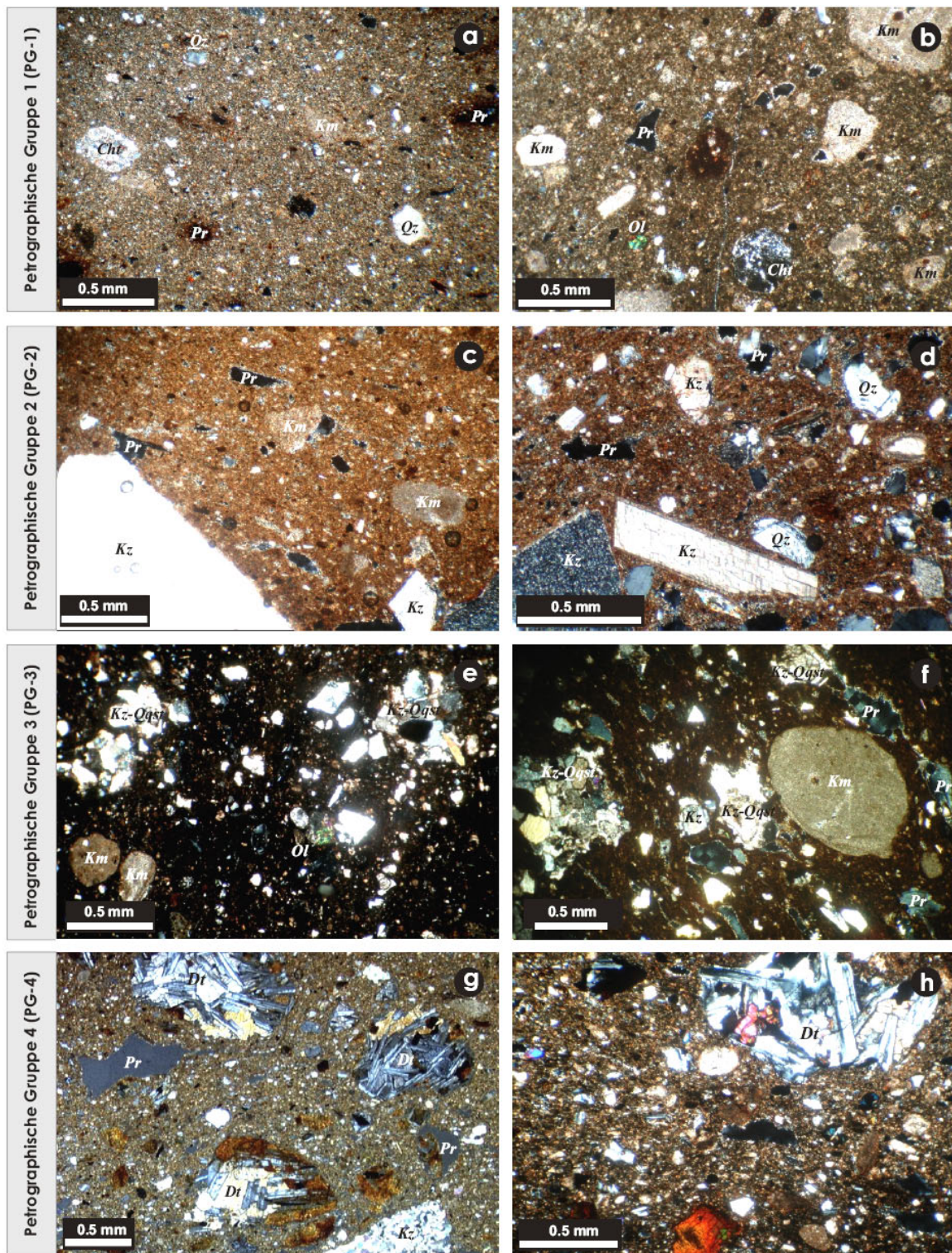


Abb. 2.23: Dünnschliffbilder einiger Beispiele der Grauen Ware der petrographischen Gruppen 1, 2, 3 und 4. Abkürzungen: Kz.: Calcit; Km: mikritischer Kalk; Qz.: Quarz; Ol.: Olivin; Cht: Chert; Kz-Qst. Calcit-Quarzsandstein; Dt: Dolerit; Por: Poren.

Tab. 2.5: Tabellarische Darstellung der vier petrographischen Gruppierungen der Grauen Ware. Abkürzungen: PG: petrographische Gruppe; Kz.: Calcit; Km: mikritischer Kalk; Qz: Quarz; Pl: Plagioklas; Ol.: Olivin; Cht: Chert (Hornstein); Blt: Basaltfragmente; Kz-Qst. Calcit-Quarzsandstein; Dt: Dolerit; Por: Poren.

Petrographische Gruppe	Keramikproben	Mineral und Gesteinseinschlüsse								
		Kz.	Km.	Qz.	Pl.	Ol	Cht.	Blt.	Kz-Qst.	Dt.
PG-1	GW-12	○	●○	○	○	○	○	--	--	--
	GW-13	○○	●	○○	○	○	○	○	--	--
	GW-16	○○	●	○○	○	○	○○	○	--	--
	GW-17	○	●●	○○	○	○	○○	○	--	--
	GW-32	○○	●●●	○○	○	○	○	--	--	--
	GW-154	○	●○	○	○	○	○	--	--	--
	GW-155	○	●	○○	○	○	○	--	--	--
	GW-192	○○	●●	○○	○	○	○	--	--	--
	GW-197	○	●○	○	○	○	○	--	--	--
	GW-217	○	●●●	○○	○	○	○	--	--	--
	GW-220	○	●●●	○	○	○	○	--	--	--
	GW-227	○	●●	○	○	○	○	--	--	--
GW-244	○○	●	○○	○	○	○	--	--	--	
PG-2	GW-128	●○	●	○○	○	○	○	--	--	--
	GW-150	●○○	○○	○○	○	○	○	--	--	--
	GW-177	●●●●	○	●●	○	○	○	○	--	--
	GW-184	●○	●○○	●○	○	○	○	--	--	--
	GW-191	●●	○○	●●	○	○○	○	--	--	--
	GW-193	●●	○○	●●○	○	○	○	○	--	--
	GW-200	●○	○	●●	○	○	○○	--	--	--
PG-3	GW-30	●	●○	●○○	○	○	○	○	●	--
	GW-149	●●	○○	●	○	○	○	--	○	--
	GW-224	●○○	○○	●	○	○	○	○	●	--
	GW-225	●○	●	●	○	○	○	--	●	--
PG-4	GW-08	○○	○	○	○○	○○	--	--	--	●●●●
	GW-22	●	○	○	○○	○○	--	--	--	●●●●●
	GW-23	●	○	○	○○	○○	--	--	--	●●●●●
	GW-24	●	○	○	○○	○○	--	--	--	●●●●●

● : entspricht 5 % ○ : entspricht 1-2 %

Im Folgenden werden die chemischen Analysen an ausgesuchten Fragmenten der Grauen Ware diskutiert, um sie chemisch zu charakterisieren und zu prüfen, inwieweit die oben dargelegten petrographischen Gruppen den chemischen Gruppen entsprechen. Die analytischen Ergebnisse werden hierbei hinsichtlich der archäologischen Fragestellungen, wie die archäologische Klassifizierung der Grauen Ware und die Herstellungstechnik, besprochen. Die Herkunft der Ware wird im anschließenden Kapitel untersucht.

2.5.3.2. Chemische Analysen

2.5.3.2.1. Chemische Charakterisierung und Klassifizierung der Grauen Ware

50 von insgesamt 56 ausgesuchten Proben der Grauen Ware wurden zur chemischen Analyse herangezogen. Sechs Proben konnten wegen ihrer geringen Größe chemisch nicht untersucht werden und wurden nur petrographisch untersucht.

In Abbildung 2.24. wurden Haupt- und Spurenelemente CaO vs. Al₂O₃, CaO vs. MgO, SiO₂ vs. TiO₂, Sr vs. Ni, Y vs. Zr und Th vs. Nb der Grauen Ware auf Variationsdiagrammen dargestellt. Man erkennt bei 6 Proben (GW-20, GW-21, GW-34, GW-137, GW-142 und GW-144) sehr deutliche Unterschiede bei den Hauptelementen Al₂O₃, CaO, MgO und TiO₂ sowie bei den Spurenelementen Ni, Sr, Zr, Y, Nb und Th (in der Abbildung mit einem Kreis hervorgehoben). Ähnliche Unterschiede zeigen auch die hier nicht dargestellten Elemente. Diese sechs Keramikfragmente unterscheiden sich von den anderen Scherben durch ihre hohe Konzentrationen von SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Rb, Y, Zr, Ce, Nb, Nd, Sm, Th, Yb und niedrige Konzentrationen von MnO, MgO, CaO, Na₂O, Co, Cr, Ni, Sr und Zn. Ihre Elementmuster entsprechen genau der frühbronzezeitlichen kalkarmen nordmesopotamischen Metallischen Ware⁷ (hier nicht dargestellt), die sich durch sehr niedrige CaO-, Cr-, Ni- und Sr-Werte von allen anderen bisher untersuchten Tonen und Keramikwaren Nordost-Syriens unterscheidet (siehe auch Kapitel 2.6.4.1). Die weist darauf hin, dass es sich bei diesen sechs Scherben um eine Keramik handelt, die aus demselben Ton hergestellt wurde wie die kalkarme nordmesopotamische Metallische Ware. Es ist daher anzunehmen, dass es sich bei diesen Beispielen um eine typologische Variante der nordmesopotamischen Metallischen Ware handelt. Die petrographische Analyse der Probe GW-20 (von den anderen Beispielen liegt keine Dünnschliffanalyse vor) zeigt, dass sie auch exakt die gleichen petrographischen Eigenschaften hat, wie die nordmesopotamische Metallische Ware. Diese Sechs Keramikfragmente wurden zusammen mit Proben der nordmesopotamischen Metallischen Ware in Kapitel 2.6 behandelt.

Sämtliche analysierten Keramikproben außer den oben vorgestellten sechs Scherben (GW-20, GW-21, GW-34, GW-137, GW-142 und GW-144) charakterisieren sich durch einen hohen CaO- (10-21 %) und MgO- (3,6-7,12 %), niedrigen TiO₂- (0,4-0,9 %) und Al₂O₃- (8,62-13,9 %) sowie mittleren Fe₂O₃- (4,31-8,24 %) Gehalt.

⁷ Die kalkarme Metallische Ware stellt eine chemische Untergruppe der so genannten nordmesopotamischen Metallischen Ware dar (siehe Kapitel 2.6).

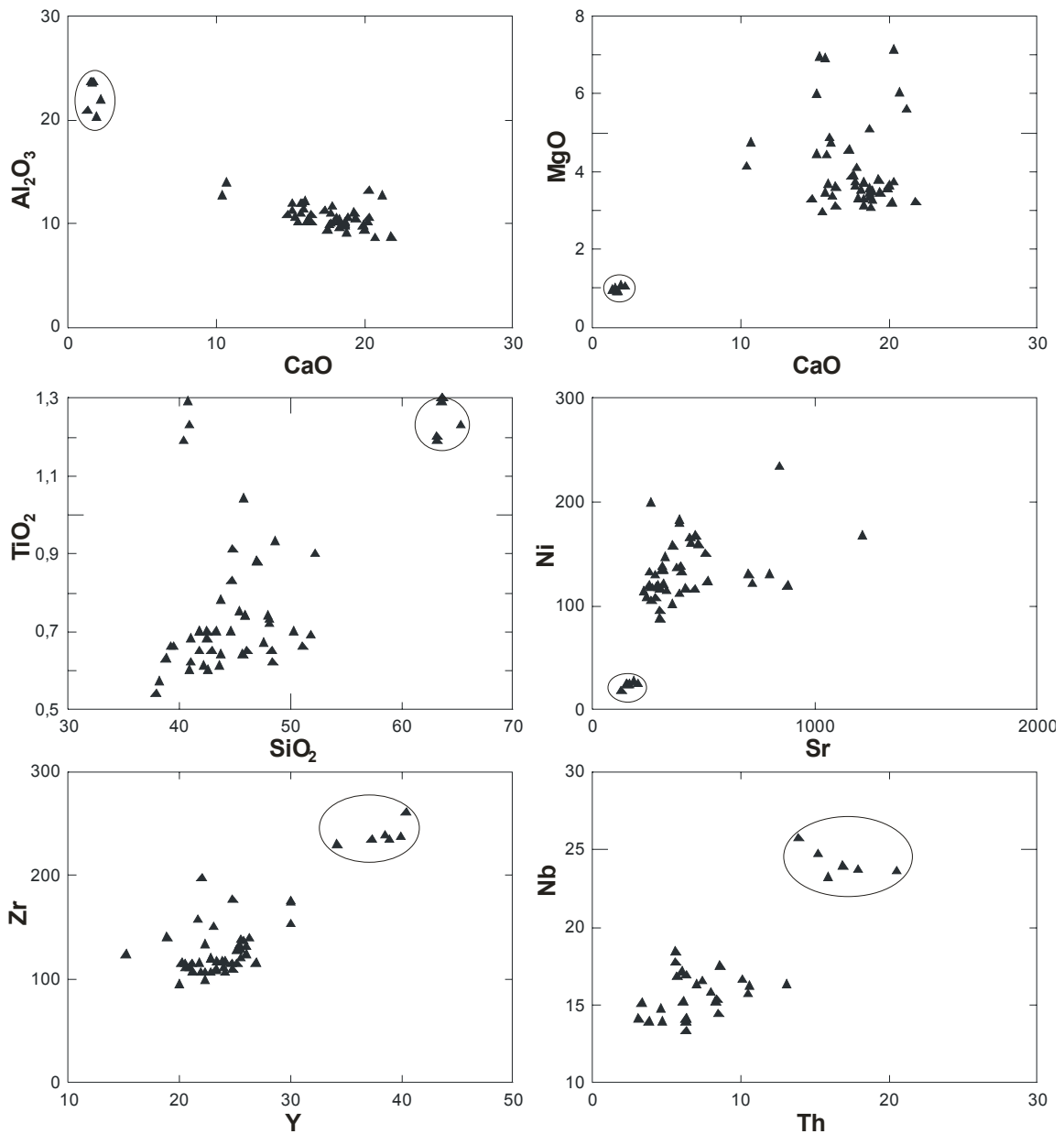


Abb. 2.24: Variationsdiagramme CaO vs. Al_2O_3 , CaO vs. MgO , SiO_2 TiO_2 , Sr vs. Ni , Y vs. Zr und Th vs. Nb von Proben der Grauen Ware Die Hauptelemente sind in Gew. -% und die Spurenelemente in ppm angegeben.

In der Abbildung 2.25 wurden die Elementkonzentrationen von SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 und der Spurenelemente Co , Zn und Ni von sämtlichen Proben der petrographischen Gruppen PG-1, PG-2, PG-3, PG-4 sowie die Elementkonzentrationen der petrographisch nicht analysierten Proben dargestellt, um festzustellen, ob die petrographischen Gruppen auch in ihren chemischen Zusammensetzungen Unterschiede aufweisen (Jede petrographische Gruppe wurde mit einem bestimmten Symbol gekennzeichnet; PG-1: ■, PG-2: □, PG-3: ○, PG: ●. Alle petrographisch nicht analysierten Proben wurden in bestimmte petrographische Gruppen eingeordnet und mit ▲ gekennzeichnet). In der Abbildung 2.25 erkennt man, abgesehen von den Proben GW-09, GW-221, GW-178 und GW-36 zwischen den

petrographischen Gruppen PG-1, PG-2 und PG-3 sowie den petrographisch nicht gruppierten Beispielen keine signifikanten Unterschiede, die es erlauben, die Ware auf der Basis der chemischen Zusammensetzung in bestimmte Gruppen einzuteilen. Die Ähnlichkeit der Elementmuster der Gruppen PG-1, PG-2 und PG-3 ist trotz der verschiedenen Korngröße und unterschiedlichen Anteil der Einschlüsse dadurch zu erklären, dass sie mehr oder weniger aus ähnlichen Gesteineinschlüssen wie Calcit und mikritischen Kalkfragmenten sowie Quarz bestehen. Dies ist auch ein Hinweis darauf, dass diese Gruppen aus Tonen hergestellt wurden, ihre Einzugsgebiete aus ähnlicher Geologie bestehen. Unterschiedliche Korngröße bzw. Calciteinschlüsse führen scheinbar zu keiner Differenzierung der Elementzusammensetzung. Dies liegt darin begründet, dass es sich bei den Körnern feiner oder gröberer Einschlüsse um die gleiche Lithologie mit vor allem kalkigen Einschlüssen handelt, die durch Magerungs- oder Schlämmprozesse gleichermaßen betroffen ist und zu keiner signifikanten Veränderung der ursprünglichen Elementzusammensetzung des Rohmaterials führt. Da die Grundmasse der beiden Gruppen mergelig, d. h. kalkhaltig ist, hat auch eine Verdünnung der Tonmasse durch Magerung keinen bedeutenden Einfluss auf die Elementzusammensetzung.

Die zwei Proben GW-09 und GW-221 unterscheiden sich von der gesamten Gruppe durch niedrigen CaO- und hohen Al₂O₃-Gehalt sowie etwas höhere Fe₂O₃-, Co-, Ni- und V-Konzentrationen. Einen Konzentrationsunterschied an Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, Rb, Sr, V, Zr, Ce beobachtet man auch bei den Proben GW-178 und GW-36 (Abb.2.25). Dies weist auf Verwendung anderer Tonquellen für ihre Produktion hin als für die Mehrzahl der Beispiele von Grauer Ware.

In Abbildung 2.25 erkennt man bei vier Proben der Gruppe PG-4, deutliche Unterschiede in den TiO₂-, Fe₂O₃-, MgO-, Na₂O-, Co-, Ni-, V- und Zn-Konzentrationen. Die übrigen Elemente zeigen hingegen keine deutlichen Differenzen, lediglich die La- und Ce-Konzentrationen liegen im Vergleich etwas niedriger. Anders als bei den petrographischen Gruppen PG-1, PG-2 und PG-3 ist es möglich, die Beispiele der Gruppe PG-4 chemisch auch zu gruppieren und von den anderen Gruppen zu unterscheiden, was auf einen anderen Ursprung des Rohmaterials hinweist. Sowohl petrographisch als auch chemisch gesehen wurde die Probe GW-08 (Graue Ware?) aus demselben Ton und mit derselben Herstellungstechnik hergestellt wie die anderen Beispiele der Gruppe PG-4 Gruppe, bei denen es sich um cooking pot Ware handelt.

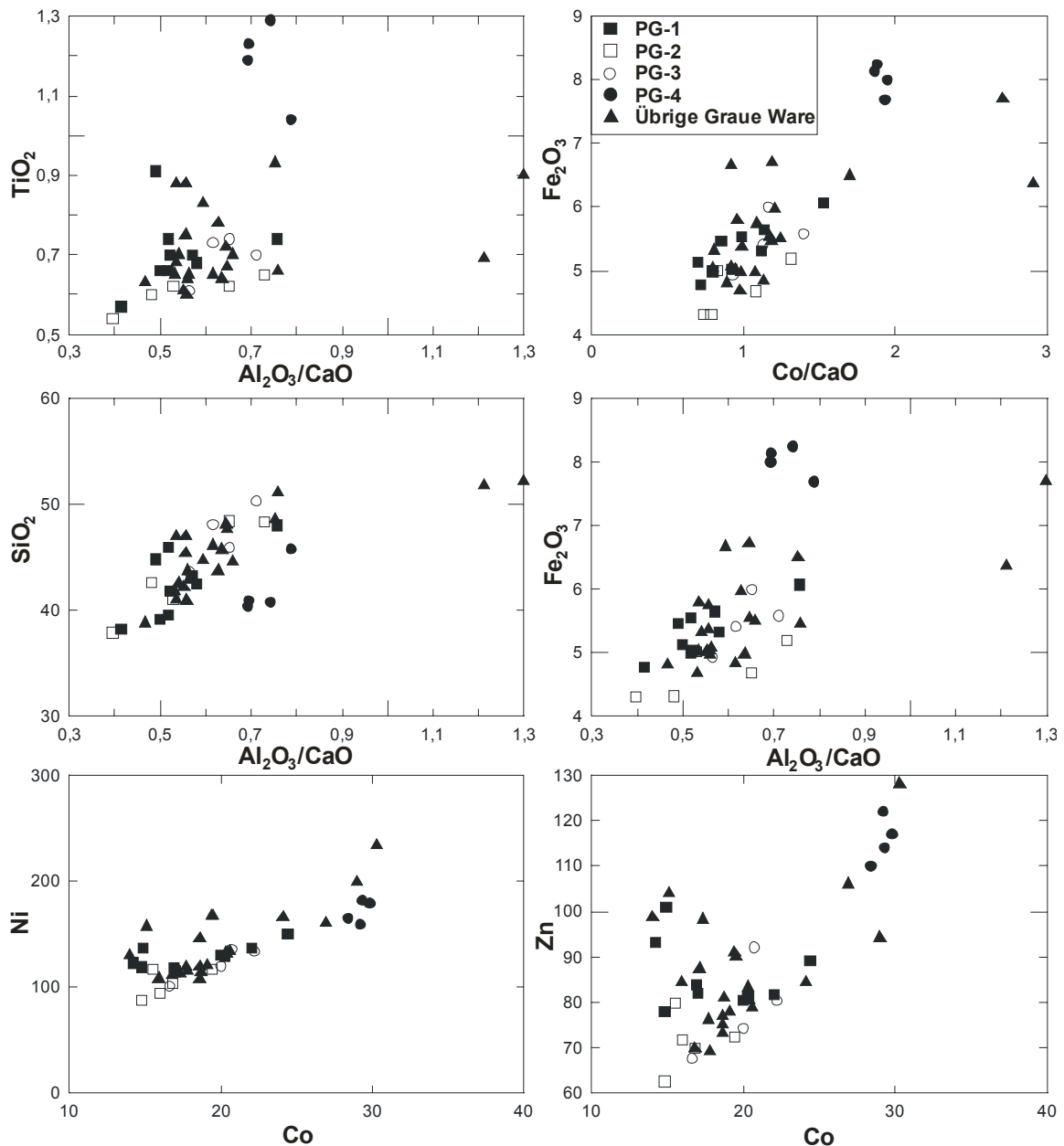


Abb.2.25: Variationsdiagramme für die Elemente SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , Co , Ni und Zn in verschiedenen Gruppen der Grauen Ware. Die Hauptelemente sind in Gew.-%, die Spurenelemente in ppm angegeben (Abkürzungen der Legende im Diagramm oben rechts, PG-1: petrographische Gruppe 1; PG-2: petrographische Gruppe 2, PG-3: petrographische Gruppe 3, PG-4: petrographische Gruppe 4. Übrige Graue Ware: petrographisch nicht analysierte Keramikproben von Grauen Ware).

Die chemischen Analysendaten der Grauen Ware wurden mithilfe der Clusteranalyse unter Anwendung der agglomerativen hierarchischen Methode nach Average-Linkage-Methode ausgewertet. Insgesamt acht Elemente (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O , La , Sr , Co und V), die verhältnismäßig geringe Streuungen innerhalb dieser Keramikbeispiele zeigen, wurden zur Analyse herangezogen. Nach einer erfahrungsgemäß angelegten Linie (vertikale Linie an Distanzmaß 6 auf dem Dendrogramm), wobei auch die Cluster der Keramikfragmente der

Gruppe PG-4 und die der nordmesopotamischen Metallischen Ware zugewiesenen Beispiele berücksichtigt wurden, lassen sich innerhalb der Grauen Ware vier Gruppen (Cluster) unterscheiden, die sich deutlich voneinander abgrenzen. Die Ergebnisse entsprechen weitgehend dem oben dargelegten Resultat. Die erste Gruppe (Gruppe 1) besteht ausschließlich aus den Beispielen, die bereits aufgrund ihrer chemischen Ähnlichkeit der nordmesopotamischen Metallischen Ware zugewiesen werden. Die Gruppe 2 besteht überwiegend aus Beispielen der Gruppe PG-4 (GW-08, GW-22, GW-23 und GW-24). Die Probe GW-221 ordnet sich ebenfalls dieser Gruppe zu, jedoch zeigt sich innerhalb derselben Cluster eine größere Distanz zu den Proben GW-22, GW-23 und GW-24 sowie eine etwas geringere Distanz zu der Probe GW-08. Diese Proben weisen in ihren MgO-, TiO₂-, Co- und Ni-Gehalten Ähnlichkeiten mit GW-8 auf (siehe auch oben). Dies kann man als Hinweis auf eine gemeinsame Tonquelle mit GW-8 sehen. Da jedoch kein Dünnschliff von dieser Probe vorliegt und daher nicht ermittelt werden konnte, ob sie auch für PG-4 charakteristische Doleritfragmente beinhaltet, konnte dies nicht verifiziert werden.

Die dritte Gruppe (Gruppe 3) besteht aus Keramikfragmenten der petrographischen Gruppe-1 (z. B. GW-13, GW-16, GW-17 und GW-227), der petrographischen Gruppe-2 (z. B. GW-150, GW-177, GW-184 und GW-193) und der petrographischen Gruppe-3 (z. B. GW-225). Dies gilt auch für Gruppe 4, die aus den Keramikfragmenten derselben Gruppen besteht (z. B. petrographische Gruppe-1: GW-154, GW-192, GW-217, GW-220; petrographische Gruppe-2: GW-191 und petrographische Gruppe-3: GW-30 GW-149). Da zu den übrigen Proben der Grauen Ware, die zu den Gruppen 3 und 4 (Cluster 3 und 4) gehören, keine petrographischen Untersuchungen vorliegen, konnte hier kein Vergleich angestellt werden. Die Keramikfragmente, die sich in die Gruppen 3 und 4 einordnen, weisen somit nicht auf eine andere Tonquelle hin, sondern, wie bereits oben angesprochen, auf ein mineralogisch (lithologisch) ähnlich zusammengesetztes Tonmaterial (siehe petrographische Analysen). Bei einer näheren Betrachtung mithilfe von kleineren Clustern lässt sich zudem keine Sub-Gruppe feststellen, die den petrographischen Gruppierungen entspricht. Dies bedeutet, dass die Clusteranalyse auch hier keine differenzierte Gruppierung innerhalb der Grauen Ware nach den petrographischen Eigenschaften erlaubt.

Die Proben GW-09, die sich aufgrund ihre niedrigen CaO- und hohen Al₂O₃-Gehalt sowie etwas höhere Fe₂O₃-, Co-, Ni- und V-Konzentrationen von den übrigen Beispielen deutlich unterscheidet, wird hier auch in keine Gruppe eingeordnet. Die Beispiele GW-221, GW-36 und GW-178, die sich ebenfalls von der Mehrheit der Grauen Waren unterscheiden, ordnen sich zwar in dieselben Gruppen wie die übrige Graue Waren ein, sie zeigen jedoch eine

deutliche Distanz zu den anderen Proben innerhalb derselben Gruppe. Dies ist bei der GW-36 und GW-178 deutlicher, die eine eigene Subgruppe innerhalb der Gruppe 4 bildet (Abb.2.26).

Betrachtet man die oben diskutierten petrographischen und geochemischen Ergebnisse, so wird deutlich, dass die petrographische Analyse im Vergleich zur chemischen Methode bessere Anhaltspunkte zur Gruppierung bzw. Klassifikation der Grauen Ware sowie zur Feststellung unterschiedlicher Tonquellen, die für die Produktion verwendet wurden, darstellt.

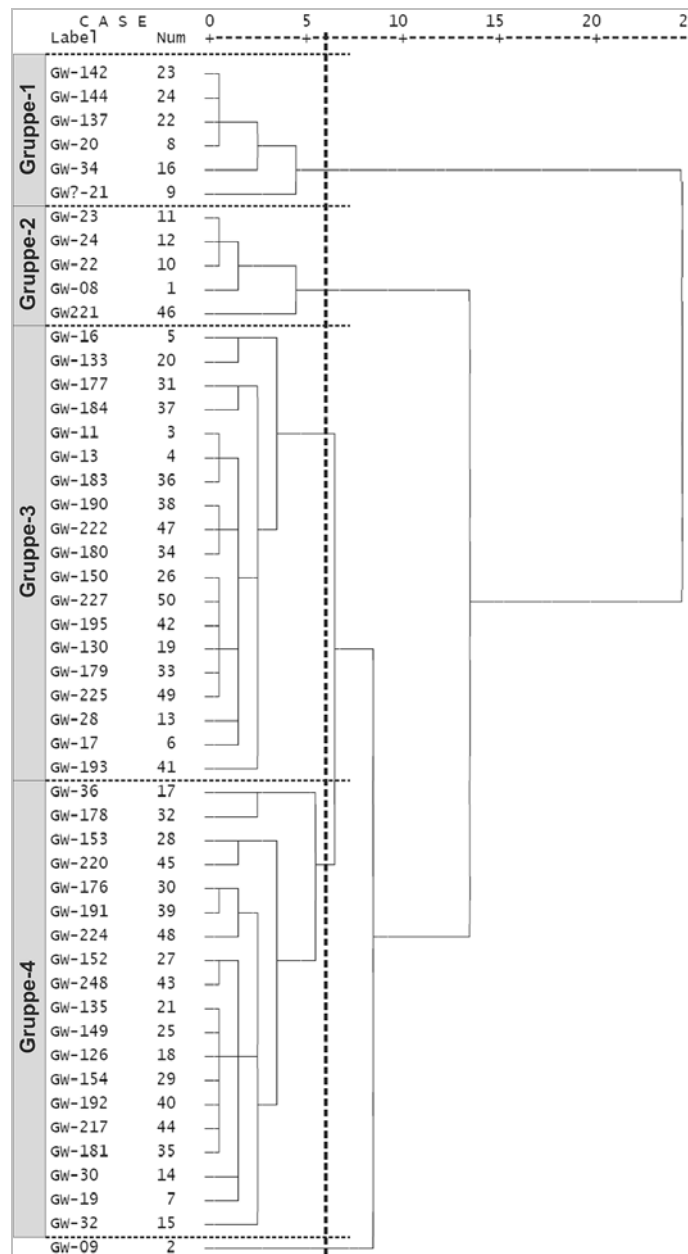


Abb. 2.26: Dendrogramm der agglomerativen hierarchischen Clusteranalyse der Grauen Ware mithilfe der der Averege-Linkage-Methode nach den Elementen SiO₂, Al₂O₃, CaO, Na₂O, La, Sr, Co und V. Abstandsmaß: quadrierte euklidische Distanz.

Da bislang keine fest definierte archäologische Klassifizierung dieser Warengattung vorliegt und diese zudem problematisch ist (pers. Mitteilung A. Bianchi), können die analytischen Ergebnisse nicht mit bereits früher untersuchten und publizierten Material verglichen werden. Wenn man allerdings die oben vorgestellte vorläufige archäologische Klassifikation als Basis nimmt, so erkennt man zwischen den petrographischen Gruppen 1, 2 und 3 und der Tabelle 2.4 vorgestellten archäologischen Gruppen keine deutlichen Gemeinsamkeiten. Die Analysen ergaben, dass zur archäologischen Klassifikation der Grauen Ware die Feinheit der Ware, die in der Regel eine gut geglättete Oberfläche haben, als Grundlage dienen kann. Ein entsprechendes unterscheidendes Kriterium ist bei den groben Varianten (PG-2 und PG-3) jedoch nicht zu erkennen. Diese wurden mit Rohstoffen aus verschiedenen Tonquellen und mit unterschiedlichen Herstellungstechniken produziert. Die Farbe scheint weder für die feinen noch für die groben Variante als Kriterium für die archäologische Klassifizierung geeignet zu sein, da sich sowohl in PG-1 (feine Variante) als auch in PG-2 und 3 (grobe Variante) Beispiele mit unterschiedlichen Farbtönen finden. Auf die Frage, ob zwischen den petrographischen (bzw. chemischen) Gruppen und bestimmten Gefäßformen der Graue Ware ein Zusammenhang besteht, konnte in der vorliegenden Arbeit aufgrund der fehlenden archäologischen Ergebnisse nicht beantwortet werden.

Im Gegenteil zu den Gruppen PG-1, PG-2 und PG-3 sind die Beispiele der Cooking Pot Ware (außer Probe GW-08) sowohl petrographisch als auch chemisch und archäologisch miteinander korrelierbar, sodass sich die Cooking Pot Ware sowohl petrographisch als auch geochemisch von den Grauen Ware deutlich unterscheiden und mit der archäologischen Klassifizierung korrelieren lässt. Die Probe GW-08, die nicht eindeutig als Cooking Pot Ware angesehen wird, ist offensichtlich ein Produkt aus demselben Ton bzw. Ort wie die restliche Cooking Pot Ware (s. u.).

Bei dem schwarz gefärbten Beispiel der Grauen Ware, das aufgrund der Farbe und der geglätteten Oberfläche der Kura-Araks Ware ähnelt, handelt es sich scheinbar nicht um Kura-Araks Ware sondern um eine Variante der Grauen Ware. Dennoch scheint die Frage nach einer Verbindung zwischen der Keramiktradition der Grauen Waren mit der Kura-Araks Ware hinsichtlich der Archäologie von Bedeutung, da ein kultureller Kontakt zwischen der Kura-Araks Kultur im Norden mit dem nordost-syrischen Raum bestand (Kelly-Buccellati 2005).

Die petrographischen Analysen liefern zudem einige Auskünfte über die Brenntemperatur der Gruppen der Grauen Ware. Das Vorhandensein von Kalkfragmenten bzw. Calcit weist darauf hin, dass die Temperaturen unterhalb der Mineralstabilitätsgrenze von Calcit lagen,

d. h. unter 800-850 °C. Das Fehlen einer Sinterung in den Scherben unterstützt diese Annahme. Ein Brennxperiment an vier Proben der Grauen Ware, in dem diese bei oxidierendem Brand bei 650 °C eine Stunde lang nachgebrannt wurden, zeigte nur leichte Farbänderungen. Die graue Farbe zeigte danach eine leichte Aufhellung. Demzufolge ist anzunehmen, dass die untere Brenntemperatur oberhalb von 650 °C lag. Es ist daher eine Brenntemperatur für die Graue Ware zwischen 650-850 °C ist anzunehmen (zu dem Verhältnis zwischen Farbveränderung und Brenntemperatur siehe Schneider & Daszkiewicz (2002). Broekmans *et al.* (2004) berichten von einem ähnlichen Brenntemperaturintervall für Cooking Pot Ware aus Tell Beydar, die den in der vorliegenden Arbeit untersuchten Beispielen GW-08, GW-22, GW-23 und GW-24 sehr ähnlich sind. Eine ähnliche Brenntemperatur ist daher auch für die Gruppe PG-4, und ebenfalls ist diese Temperaturintervall auch für andere Keramikfragmente von Graue Ware (PG-1, PG-2 und PG-3) wahrscheinlich.

2.5.4. Zur Herkunft der Grauen Waren

Das zweite Ziel der Analysen war die Lokalisierung der Herstellungsorte der Grauen Ware. Die oben vorgestellten petrographischen und chemischen Analysen wurden hinsichtlich dieser Fragenstellung behandelt. Dabei dienen die im Kapitel 2.3 vorgestellten Tonproben aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien sowie rezente Keramikfragmente aus Qamishli als Vergleichsmaterial bezüglich der chemischen Zusammensetzung.

In Abbildung 2.27 wurden die Hauptelemente SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO und Na₂O sowie die Spurenelementkonzentrationen von Co und La der Keramikproben und der Referenzproben verglichen. Um Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Analysendaten besser zu veranschaulichen, wurde die Punktwolke von Referenzmaterial beider Region in grau markierten Bereichen dargestellt. Obwohl sich die Elementzusammensetzungen der Tone aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien in manchen Bereichen überlappen, erkennt man in den Diagrammen, dass die Elementzusammensetzung der Grauen Ware mit nordsyrischen Tonen deutlich erkennbare Ähnlichkeit aufweist. Aus diesem chemisch übereinstimmenden Elementmuster der Grauen Ware und der Referenzproben aus Nordost-Syrien lässt sich schließen, dass sie lokal hergestellt wurden. Diese Schlussfolgerung wird auch durch eine Rekonstruktion der Geologie der Umgebung bzw. des Einzugsgebietes des Rohmaterials für die Ware, das auf petrographischen Analysen basiert, bestätigt. Die mikritischen Einschlüsse, die Calcitfragmente und die mergelige Grundmasse mit hohem CaO-Gehalt, zeigen, dass in der Umgebung der Herstellungsorte Kalkstein die vorherrschende Gesteinart ist. Olivin und Plagioklas sowie vulkanische Fragmente, die als Basalt identifiziert wurden, weisen auch darauf hin, dass in der Umge-

bung auch basaltische Vulkanite vorkommen. Diese Gesteine (Kalk und Basalte) sind in Nordost-Syrien typische Gesteine (siehe Kapitel 2.2. siehe auch die detaillierte geologische Karte Abb.2.28). Außerdem bestätigen die petrographischen Untersuchungen der in Qamishli hergestellten rezenten Keramik (QP-215), die sehr ähnliche Einschlüsse beinhaltet wie die Grauen Waren (vor allem bei den Proben PG-1 und PG-2) ebenfalls die Annahme, dass die Graue Ware in Nordost-Syrien hergestellt wurde. Dies gilt z. T. auch für die Proben der Gruppe PG-3, allerdings sind die Einschlüsse von Calcit-Quarzsandstein ein Hinweis darauf, dass sie an einem anderen Ort als die Gruppen PG-1 und PG-2 hergestellt wurden. Leider erlauben es die hier vorgestellten Analysendaten nicht, den Herstellungsort der Ware (außer bei Gruppe PG-4, s. u.) bestimmten Stellen oder Fundorten innerhalb Nordost-Syriens genauer zuzuweisen.

Die oben diskutierten Proben GW-09 und GW-221 zeigen hingegen mehr Ähnlichkeit mit südostanatolischen als mit nordostsyrischen Tonen (Abb.2.27). Es sind zwar Funde der Grauen Ware (bzw. ähnliche Warentypen) aus Südost-Anatolien bekannt (Laneri *et al.* 2006), jedoch es ist hier nicht möglich, diese zwei Proben mit aus Südost-Anatolien bekannten Beispielen in Verbindung zu setzen. Hierfür ist es eine umfangreiche, sowohl archäologische als archäometrische Untersuchung in dieser Region erforderlich. Daher bleibt die Frage nach dem Ursprung dieser beiden Beispiele hier offen. Die Beispiele GW-36 und GW-178 zeigen dagegen mehr oder weniger ähnliche chemische Zusammensetzung zu den Tonproben aus Nordost-Syrien (Abb.2.27), folglich es ist anzunehmen, dass es bei ihnen, wie bei der Mehrheit der Grauen Waren, um lokale Produkte handelt.

Die vier Proben der Gruppe PG-4 (Cooking Pot Ware und GW-08) zeigen zwar in ihren Hauptelementen wie CaO und Al₂O₃ einige Ähnlichkeit mit nordostsyrischen Tonen, unterscheiden sich jedoch, wie oben vorgestellt, deutlich vor allem in ihren TiO₂-, Fe₂O₃-, MgO-, Na₂O-, Co-, Ni-, V- und Zn-Konzentrationen, die auf mafische Minerale bzw. Doleritfragmente zurückzuführen sind. Aufgrund des Vergleichs der Einschlüsse in den Scherben der Gruppe PG-4 mit den von T. Broekmans (Broekmans *et al.* 2004) untersuchten Proben der Cooking Pot Ware aus Tell Beydar, die lithologisch identische Doleriteinschlüssen wie die Scherben der Gruppe PG-4 aufweisen (er identifiziert jedoch die Dolerite als Basalt⁸), wird hier Broekmans Lokalisierung von Tell Beydar als Herkunft der Cooking Pot Ware als Referenz angenommen. Demzufolge könnten die Beispiele der Gruppe PG-4, d. h. die Cooking Pot-Proben GW-22, GW-23 und GW-24 aus Tell Bdēri

⁸ Der Unterschied zwischen Dolerit und Basalt ist nicht groß. Dolerit bildet ein Zwischenglied zwischen Basalt und Gabbro und besteht wie auch Basalt im Wesentlichen aus Plagioklas, Pyroxen (auch Olivinen).

sowie die Probe GW-08 aus Tell Brak in Tell Beydar hergestellt und nach Tell Bdëri bzw. Tell Brak importiert worden sein.

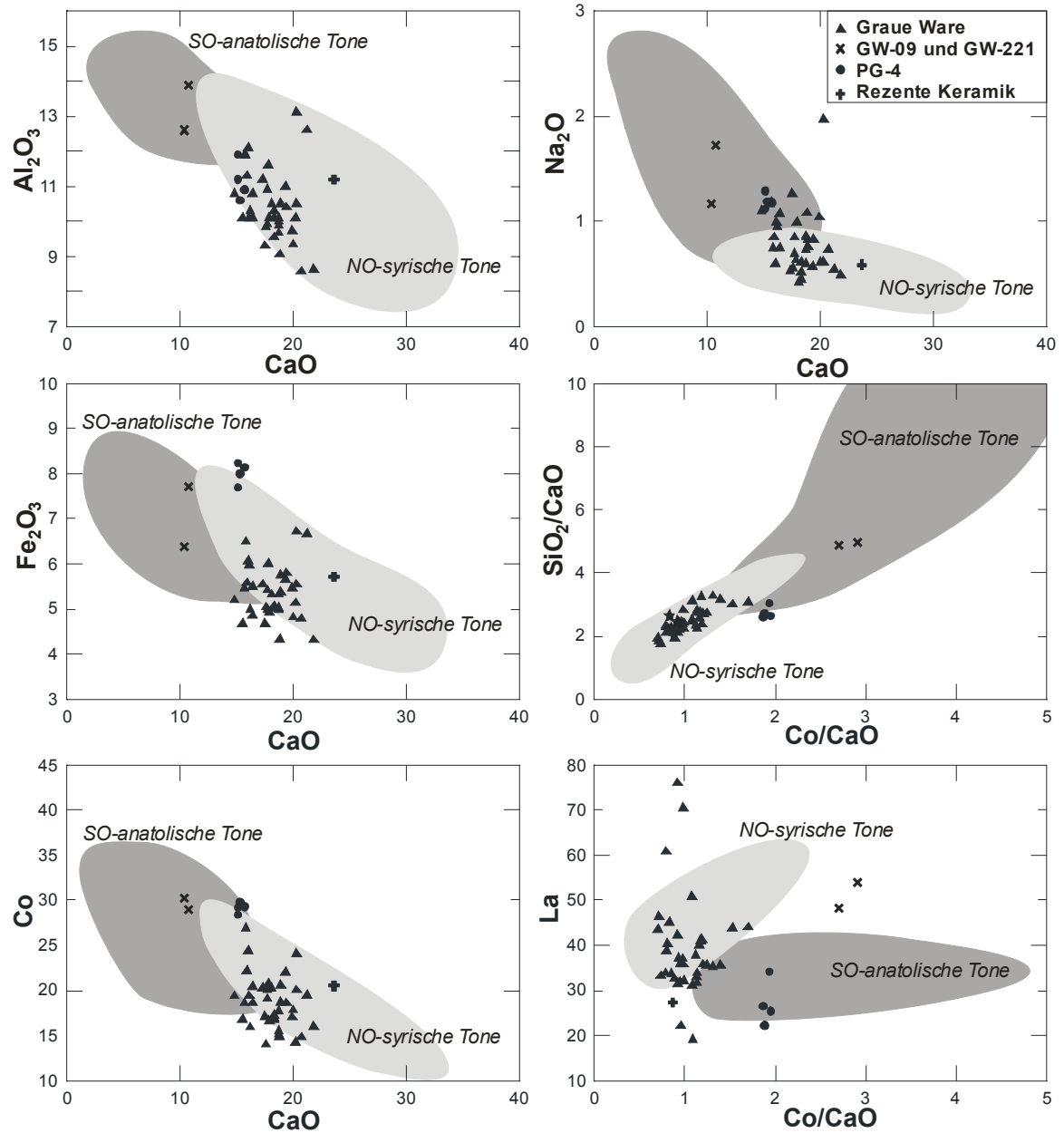


Abb. 2.27: Variationsdiagramme der Haupt- und Spurenelemente CaO vs. Al_2O_3 , CaO vs. Na_2O , CaO vs. Fe_2O_3 , Co/CaO vs. SiO_2 , CaO vs. Co und Co/CaO vs. La in Gruppen der Grauen Ware, in Tonproben aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien sowie in rezenter Keramik aus Qamishli.

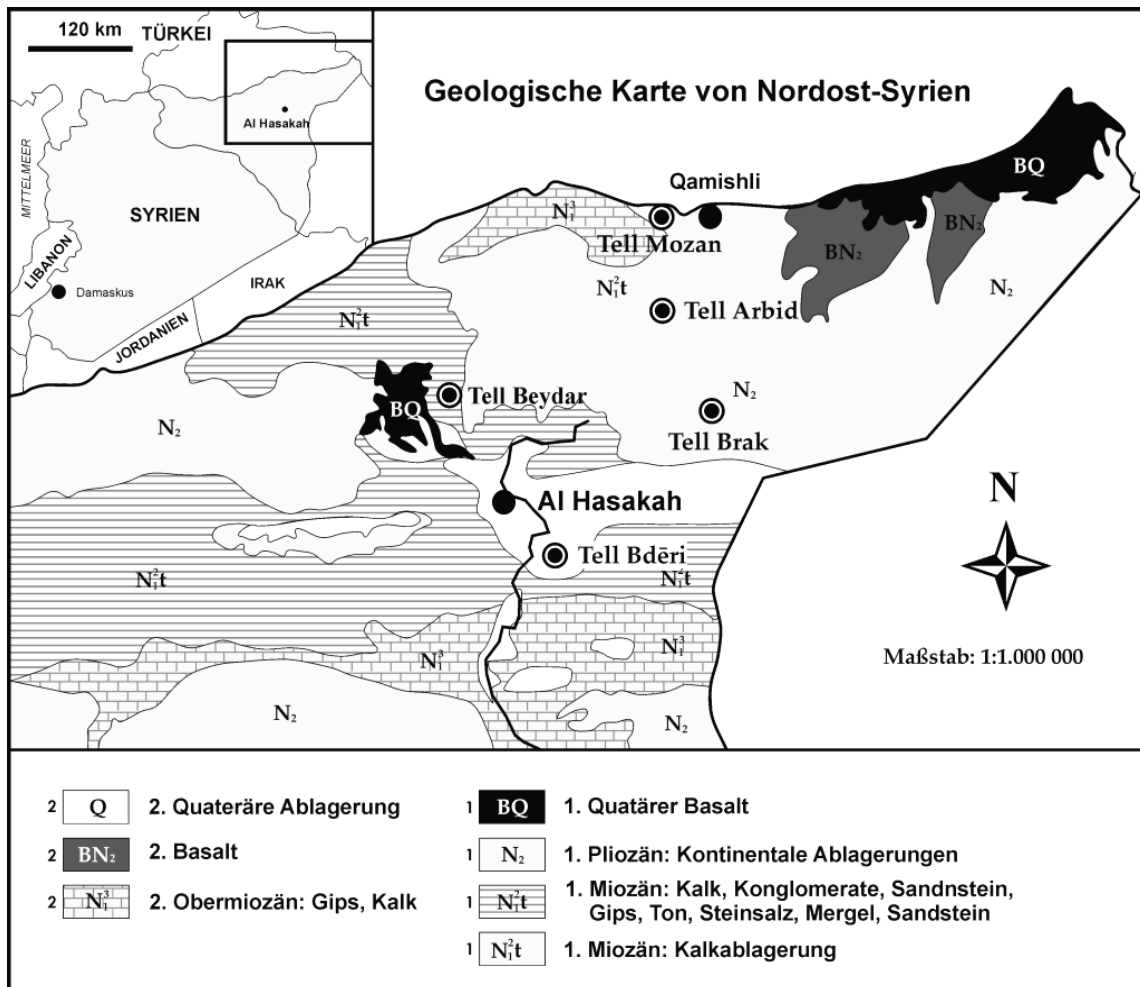


Abb.2.28: Geologische Karte von Nordost-Syrien (nach: Samman, N., Soviet Geologists of V/O Technoexport. Erstellungsdaten sind nicht verfügbar).

Für den Elementvergleich in den Variationsdiagrammen wurden die ausgesuchten Elemente innerhalb der Grauen Ware und der Referenzproben mithilfe der Clusteranalysen-Methode ausgewertet. Die Clusteranalyse der Grauen Waren und der Referenzproben aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien unter Anwendung der agglomerativen hierarchischen Average-Linkage-Methode zeigte Ergebnisse, die mit den oben besprochenen Resultaten weitgehend übereinstimmen. Zur Analyse wurden die im Kapitel 2.4 ausgewählte Elemente SiO₂, Al₂O₃, CaO, Na₂O, La, Sr, Co und V herangezogen (hierzu siehe Kapitel 2.4.5).

Die hierarchische Clusteranalyse ergab zwei Hauptgruppen der Keramik und der Referenzproben (Hauptgruppen 1 und 2), die sich deutlich voneinander abgrenzen (Abb. 2.29). Hauptgruppe 1 wird in vier weitere Untergruppen unterteilt. Drei der Untergruppen (Gruppen 1B, Gruppe 1C und Gruppe 1D) bestehen ausschließlich aus Tonproben aus Südost-Anatolien. Die Keramikproben der Gruppe PG-4, die, wie oben bereits erwähnt, in Tell Beydar hergestellt wurden sowie die Keramikprobe GW-36 bilden eine eigene Untergruppe

und werden zu Hauptgruppe 1 zusammengefasst. Diese Gruppierung unter der Hauptgruppe 1 zusammen mit Tonproben aus Südost-Anatolien ist eher als Zufall zu bewerten. Die Probe GW-36 zeigt hingegen im Dendrogramm (Abb. 2.26) Gemeinsamkeiten mit der Probe GW-178. Obwohl beide in Gruppe 4 eingeordnet sind, lässt sich eine leichte Distanz zu den übrigen Keramikfragmenten der Gruppe 4 (siehe Abb. 2.26) erkennen. Probe GW-178 wird hingegen in dem Dendrogramm Abb. 2.29 in keine vorhandene Gruppe eingeordnet. Betrachtet man die Ergebnisse der Clusteranalysen Abb. 2.26 und Abb. 2.29, so ist es plausibel, anzunehmen, dass beide Keramiken aus anderem Ton hergestellt wurden als die Mehrzahl der Grauen Ware. Ihre genaue Herkunft lässt sich anhand der hier gewonnenen Analysedaten nicht bestimmen, allerdings ist ein Produktionsort innerhalb Nordost-Syriens denkbar.

Die Hauptgruppe 2 besteht vor allem aus Grauer Ware und Tonproben (auch rezente Keramik QP-215) Insgesamt lassen sich hier fünf Untergruppen unterscheiden. Sechs Tonproben aus Südost-Anatolien (Tonproben aus Pirhüseyin, PR-1, PR-2, PR-3), Tonproben aus Üçtepe (UCT-1, UCT-2) und eine Tonprobe aus Hasankeyf (HSK-1) gruppieren sich auch in die Hauptgruppe 2, die sich in unterschiedliche Untergruppen gliedert. Die Mehrzahl der Grauen Ware ordnet sich in zwei große Untergruppen ein, Gruppe 2D und Gruppe 2E. Insgesamt acht Tonproben aus Nordost-Syrien fallen ebenfalls in diese Gruppe. Zur Gruppe 2D gehören Tone aus Wadi Averdji (RADI-1), Wadi Khanzir (HSB-III), Wadi Jaghjagh (JERM-3) und zur Gruppe 2E Tone aus Wadi Khanzir (ASLO-1), Wadi Jarah (KHR-6) und aus dem Wadi Rümelin (WR-38 und AY-37) (siehe Abb.2.7 Kapitel 2.3.1). Die rezente Keramik aus Qamishli ordnet sich in die Untergruppe 2E ein. Diese weitgehende Gemeinsamkeit der Grauen Ware und des Referenzmaterials aus Nordost-Syrien ist eine Bestätigung für die bereits oben dargelegten Ergebnisse, nämlich dass die Graue Ware aus lokalen Tonvorkommen hergestellt wurde. Leider erlauben auch die in der vorliegenden Arbeit gewonnenen statistischen Analysen keine Zuweisung zu konkreten Herstellungsorten.

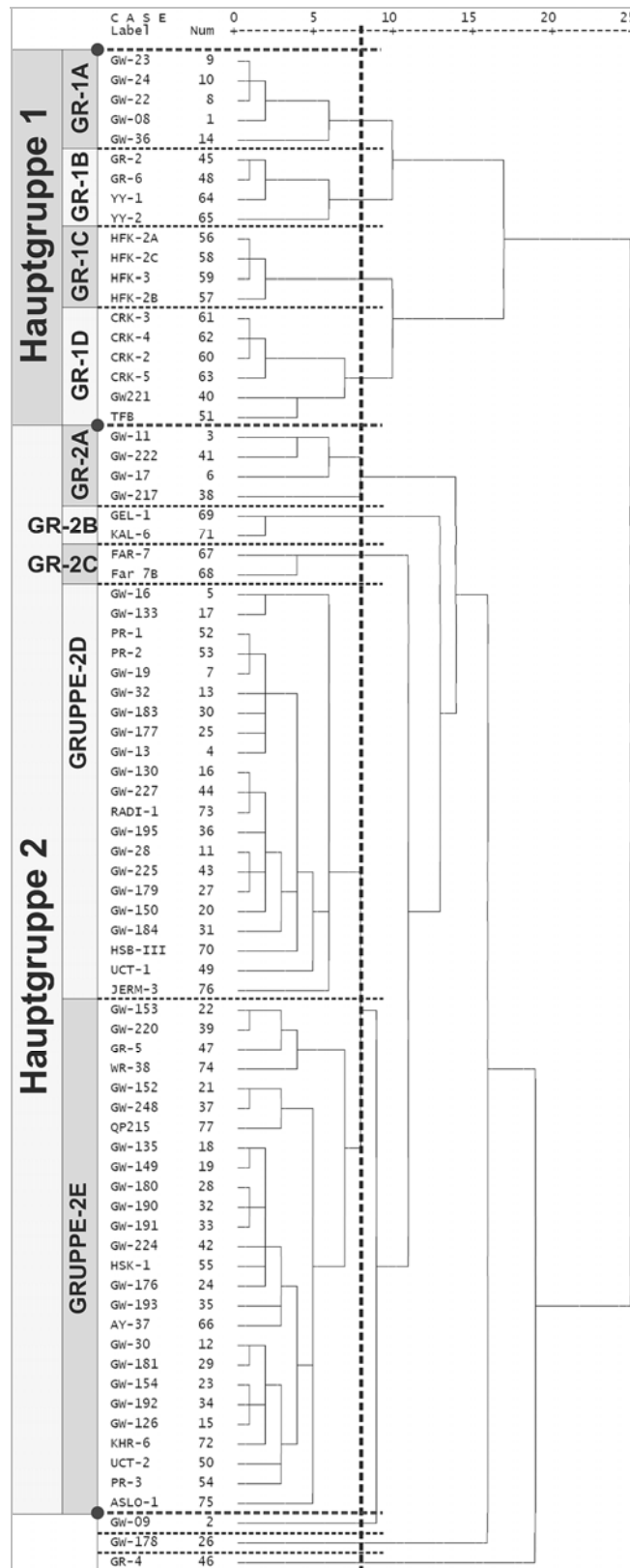


Abb. 2.29: Dendrogramm der agglomerativen hierarchischen Clusteranalyse der Grauen Ware und von Tonproben aus Südost-Anatolien und Nordost-Syrien sowie von rezenter Keramik aus Qamishli bezüglich der Elemente SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O , La , Sr , Co und V nach der Average-Linkage-Methode. Abstandsmaß: quadrierte euklidische Distanz.

2.5.5. Zusammenfassung

Die petrographischen und geochemischen Analysen an der Grauen Ware aus nordost-syrischen Kulturschichten der Phase Früh-Ġazīra III-V liefern einige wichtige Informationen zur frühbronzezeitlichen Keramiktradition Nordost-Syriens und zu den Handelbeziehungen innerhalb dieser Region.

In der Phase Früh-Ġazira III-V (ca.2600/2500-2000 v. Chr.), in Nordost-Syrien produzierte man mit Material aus an verschiedenen Stellen aufgeschlossenen lokalen Tonquellen sowohl feine als auch grobe Waren, die man in Tell Mozan als Graue Ware bezeichnet. Petrographische Untersuchungen weisen darauf hin, dass zur Produktion dieser Warengattung mindestens vier Tonvorkommen genutzt wurden. Die chemische Analyse der Keramikfragmente GW-09, GW-221, GW-36 und GW-178 weisen zudem darauf hin, dass es weitere Tonvorkommen zur Herstellung gab. Zur Herstellung der feinen Variante der Ware verwendete man nur eine bestimmte Tonquelle. Die in der vorliegenden Arbeit analysierte Probenanzahl und der Umfang des Referenzmaterials lassen den konkreten Ort der Tonquelle, die für feine Variante verwendet wurde, nicht genauer ermitteln.

Für die Herstellung der groben Variante der Grauen Ware (hier Gruppen PG-2, PG-3 und PG-4) verwendete man hingegen mehrere Tonquellen. Ob diese grobe Variante in jedem Fundort hergestellt wurde, oder ob sie auf bestimmte Orte beschränkt war, konnte hier nicht festgestellt werden. Die Tatsache, dass in bestimmten Orten, wie z. B. Tell Mozan, Beispiele der Gruppen PG-1 und PG-2 auftreten, weist darauf hin, dass innerhalb Nordost-Syriens ein Warenaustausch existierte. Dies ist offensichtlich zwischen Tell Beydar, Tell Bdēri und Tell Brak der Fall gewesen, wo importierte Waren aus Tell Beydar (Cooking Pot Ware und Graue Ware (?) GW-08) petrographisch und geochemisch nachgewiesen wurden. Für die drei Cooking Pot-Fragmente (GW-22, GW-23 und GW-24) aus Tell Bdēri und das archäologisch nicht eindeutig als Graue Ware angesehene Beispiel GW-08 aus Tell Brak konnte in dieser Arbeit Tell Beydar als Herstellungsort zugewiesen werden.

Aus den Ergebnissen der petrographischen Analysen ergeben sich einige Informationen bezüglich der Aufbereitung der Tonpaste und der Brenntemperatur der Ware. Man produzierte mit ähnlichen Aufbereitungsverfahren verschiedene Formen mit unterschiedlicher Farbe. Vor allem das Rohmaterial der groben Grauen Ware wurde zuweilen mit Calcit-Quarzsand gemagert (z. B. die Beispiele der Gruppe PG-2), zuweilen aber auch ohne Magerung (PG-3) für die Keramikherstellung benutzt. Eine sichere Aussage über die Art der Aufbereitung des Rohtons für die feine Graue Ware lässt sich hier zwar nicht treffen, aber

aufgrund der Feinheit ist es denkbar, dass das Rohmaterial für die feine Graue Ware geschlämmt wurde.

Das Vorhandensein von Kalkfragmente in allen untersuchten Proben weist darauf hin, dass die Brenntemperatur der Waren nicht die Temperaturgrenze der Mineralstabilität für Kalkfragmente bzw. Calcit (siehe dazu: Maggetti 1982; Cultrone *et al.* 2001; Pavía 2006) überschritten hat. Demzufolge muss die maximale Brenntemperatur der Grauen Waren unterhalb von 800-850 °C gelegen haben. Ein Brennxperiment an vier Proben der Grauen Ware lieferte eine untere Brenntemperatur oberhalb von 650 °C. Demzufolge lässt sich ein Temperaturintervall für die Ware zwischen 650-850 °C annehmen. Wie makroskopisch sichtbar ist, wurde die Graue Ware allgemein in saustoffarmer Atmosphäre gebrannt. Die Farbenvielfalt zeigt zudem, dass die Saustoffzufuhr bzw. -abfuhr im Brennofen nicht sehr einheitlich geregelt war.

Die Analysen ergaben, dass für die archäologische Klassifikation der Grauen Ware die petrographische Analysemethode im Vergleich zu chemischen Untersuchungen bessere Anhaltspunkte gewährt. Die Feinheit der Waren lässt sich als Grundlage für die Beantwortung archäologischer Fragestellungen anwenden und auch die im Grunde gut geglättete Oberfläche der feinen Variante kann ein Kriterium für die archäologische Klassifizierung der Ware dienen. Die Farbe des Scherbens sowohl der feinen als auch der groben Variante resultiert aus den Brennkonditionen und ist kein verlässliches Kriterium für eine Warenklassifikation. Die Beispiele mit schwarzer und gut geglätteter Oberfläche, die der Kura-Araks Ware aus dem Transkaukasus ähneln und deshalb in Nordost-Syrien mit der Kura-Araks Ware verglichen werden, sind lokale Produkte und als eine Variante der Grauen Ware anzusehen. Wie bereit angedeutet, ist aufgrund des Vorkommens von „echter“ Kura-Araks Ware in einigen Fundorten in Nordost-Syrien, z. B. in Tell Brak (Oates 2001), Tell Mozan (Kelly-Bucellati 2005 und persönliche Beobachtung) eine begrenzte Kura-Araks-Tradition in diesem Gebiet vorstellbar.

2.6. Nordmesopotamische Metallische Ware

2.6.1. Einführung

Die nordmesopotamische Metallische Ware zeichnet sich durch eine hohe Feinheit und Härte des Scherbens, aus dem zuweilen sogar Klingen hergestellt wurden (Schneider 1989), ein breites Farbspektrum an der Oberfläche, eine häufig anzutreffende dünne Wandung und Formenvielfalt aus (Abb.2.30). Unter den verschiedenen Keramikwaren des alten Vorderen Orients nimmt diese Ware eine Sonderstellung ein (Kühne & Schneider 1988). Eine weiteres auffälliges Merkmal ist die mitunter auftretende Mehrfarbigkeit, die von Schwarz über Blau-, Violett- und Hellgrau zu Graurot, Braun, Orangenrot und Ziegelrot reichen kann, wobei mehrere Farben auf demselben Gefäß vertreten sein können (Kühne 1976). Die Hauptgefäßformen sind nach Kühne (1976) Schalen, Näpfe, Töpfe, Flaschen, Pokale und Ständer. Typisch sind steilwandigen Näpfe oder Becher sowie Töpfe mit weit ausgezogener Randlippe (Falb *et al.* 2005).

In der Fachliteratur findet man unterschiedliche Benennungen für diese Ware. Erst Kühne (1976) bezeichnete sie aufgrund der formalen Ähnlichkeit mit Metallgefäßen aus Tell Chuera als Metallische Ware. Die drei Elemente Formvergleich, Erscheinungsbild und Herstellungstechnik führten zur Annahme, dass die Keramik die damals noch wertvollen und seltenen Bronzegefäße nachahmen sollte, ohne selbst ein billiger Ersatz zu sein (Kühne 1976). Moortgat (1959) gab der Ware angesichts der grauschwarzen Farbe die Bezeichnung „schwarzgraue Keramikware“, Mallowan (1947) sprach ebenfalls wegen der Farbe, aber auch aufgrund der Oberflächenmerkmale von einer „burnished black and gray ware“. Erich (1939) führte den Namen „Stone Ware“ ein, den später von Mallowan (1966), Reade (1968), Prag (1970), Fielden (1977), Oates (1982; 2001) wieder aufgegriffen wurde. Fitz (1984) und Strommenger & Kohlmeyer (1998) bezeichneten die Ware nach modernen Kriterien als „Steinzeug“. Um sie ebenso genannten Waren anderer Regionen und Epochen (siehe unten) zu unterscheiden, bezeichnete Schneider (1989) die Ware als „nordmesopotamische Metallische Ware“. Er benutzte diese Bezeichnung als Synonym für die nordmesopotamische Stone Ware (Schneider & Daszkiewicz 2001). Alle Formen dieser Warentyp wurden aus reinem Ton hergestellt, wobei in der Grundmasse zuweilen sandige Partikeln zu sehen sind (Falb im Druck).

Auch in anderen Regionen Vorderasiens kennt man Keramikwaren mit der Bezeichnung „metallic ware“. Im Taurus-Gebirge, in Kilikien und in der Konya-Ebene bezeichnete man



Abb. 2.30: Zwei typische Gefäße der nordmesopotamischen Metallischen Ware aus Abu Hamed, Syrien (Abb. nach Falb *et al.* 2005, Fototafel Vh (Schüssel)-i(Topf).

eine frühbronzezeitliche Ware als „Anatolische Metallische Ware“ (Garstang & Goldman 1947, Garstang 1953; Mellaart 1954, ders. 1963; Seton-Williams 1954; Özguç 1986; Özten 1989; Mellink 1993; Yener & Vandiver 1993; Friedman 1998). Diese ebenfalls hoch gebrannte Ware weist zwar einige Gemeinsamkeiten mit der nordmesopotamischen Metallischen Ware auf, unterscheidet sich jedoch in ihrer Form, Herstellungstechnik und Oberflächenbehandlung sowie in der chemischen Zusammensetzung deutlich von dieser und ist älter zu datieren (Friedman 1998). In der Frühbronzezeit II Palästinas gibt es ebenfalls einen Warentyp mit der Benennung „metallic ware“ (Greenberg & Porat 1996). In Norşun Tepe in Anatolien bezeichnete Hauptmann (1982) eine Ware als „Metallische Graue Ware“. Die genannten Waren mit der Bezeichnung „Metallische Ware“ stehen jedoch weder archäologisch noch archäometrisch mit der nordmesopotamischen Metallischen Ware in Verbindung. In der vorliegenden Arbeit wurde die Bezeichnung „nordmesopotamische Metallische Ware“ von Schneider (1989), Schneider & Daszkiewicz (2001; ders. 2002) verwendet. Oates (2001) benutzt die Bezeichnung „northmesopotamian Stone Ware“ als Synonym für diese Ware.

Nach dem gegenwärtigen archäologischen Forschungsstand scheint Nordost-Syrien das Kerngebiet dieser Ware zu sein (siehe Kühne 1976, Kühne & Schneider 1988; Pruß 2000), allerdings tritt sie auch in verschiedenen Regionen Anatoliens auf; so im Amuq-Gebiet (Braidwood & Braidwood 1960), in Şanlıurfa, Malatya und Elazığ (Kühne 1976) sowie in Diyarbakır (Kavuşan und Salatpe, siehe Kozbe *et al.* 2004; Ökse 2006) (Abb.2.31).

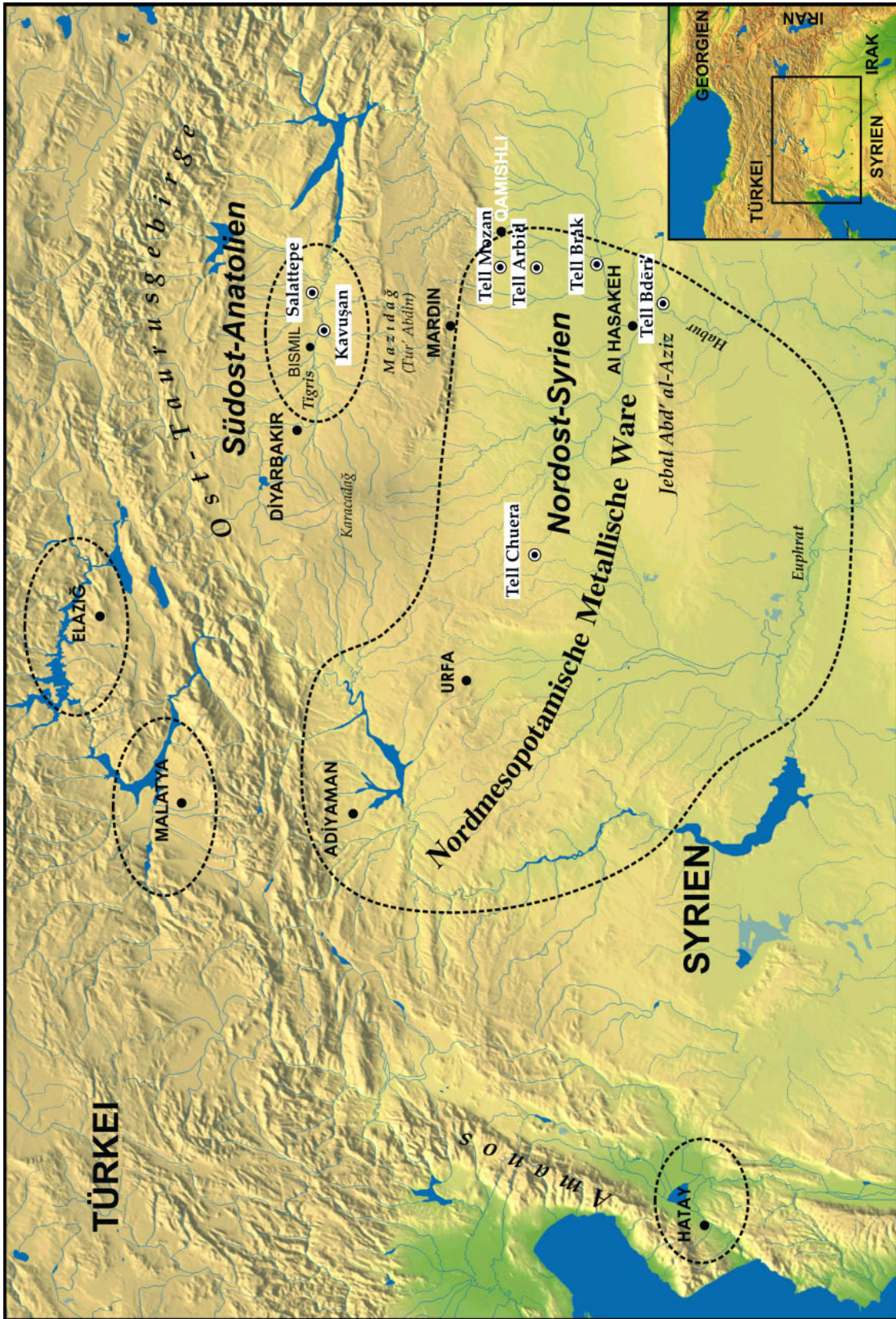


Abb. 2.31: Übersichtskarte der Verbreitung der nordmesopotamischen Metallischen Ware sowie die Fundorte der zu den Analysen herangezogenen Keramikproben (zur Verbreitung der nordmesopotamischen Metallischen Ware siehe Kühne 1976; Pruß, 2000; Falb im Druck).

Kühne & Schneider (1988) datieren diese Ware nach Funden in Tell Chuera im Wesentlichen in die Frühdynastisch II-III-Zeit-Zeit Babyloniens¹ In Tell Brak wird sie von Oates frühdynastisch und Akkad-zeitlich datiert (Oates 2001, siehe auch Pruß 2000). In Tell Mozan und Tell Bdēri wird sie dementsprechend chronologisch in die Phasen FG II-IIIa bis FG IV gesetzt (Lebeau 2000, siehe auch Pfälzner 1998). Nach neuesten Untersuchungen ist die Ware von der frühen Frühbronzezeit II bis zum Ende der Frühbronzezeit IV A zu setzen (ca. 2800-2200 v. Chr., Falb im Druck).

Die nordmesopotamischen Metallische Ware stellt einen der wenigen Warentypen im nord-syrischen Raum dar, die intensiv sowohl archäologisch als auch archäometrisch untersucht sind. Ihre Bedeutung liegt vor allem darin, dass sie in Bezug auf ihre chemische Zusammensetzung, die man von archäometrischen Untersuchungen von Fritz (1984), Kühne & Schneider (1988), Schneider (1989), Schneider & Daszkiewicz (2001) Broekmans *et al.* 2002 und Falb (im Druck) gut kennt, und die mikroskopischen und technischen Eigenschaften eine hervorgehobene Stellung innerhalb der nordmesopotamischen Keramik einnimmt.

2.6.2. Ziel der Analysen

Bereits bei ersten chemischen Analysen in den 1980er Jahren wurde festgestellt, dass die nordmesopotamische Metallische Ware chemisch in zwei Hauptgruppen unterschieden werden kann, was auf zwei zu ihrer Herstellung genutzte Tonquellen hinweist (Kühne & Schneider, 1988, siehe auch Fitz 1984). Kühne und Schneider (1988) bezeichneten diese unterschiedlichen chemischen Varianten aufgrund ihres CaO-Gehalt als *kalkarme* Metallische Ware und *kalkreiche* Metallische Ware. Aufgrund der für Nordost-Syrien ungewöhnlichen chemischen Zusammensetzung der kalkarmen Variante der nordmesopotamischen Metallische Ware (siehe unten) stellt sich die Frage nach ihrer Herkunft, die auch nach den bisher zahlreich durchgeführten archäometrischen Analysen nicht beantwortet werden konnte (Fitz 1984; Klenk 1987; Kühne & Schneider 1988; Schneider 1989; Blackman *et al.* 1993; Daszkiewicz & Smogorzewska 2000; Schneider & Daszkiewicz 2001; Schneider & Daszkiewicz 2002; Broekmans *et al.* 2002; Broekmans *et al.*, 2006).

In der vorliegenden Arbeit ist das Hauptziel der Analysen, die Tonquelle der kalkarmen Variante der nordmesopotamischen Metallischen Ware zu lokalisieren bzw. einzugrenzen. Dabei wurde neben dem Vergleich von Haupt- und Spurenelementen der Metallischen Ware mit dem Referenzmaterial aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien auch in der Archä-

¹ Für die Chronologie des Nord-Syrien siehe Anhang 1)

ometrie bisher spärlich angewendete sedimentgeochemische Betrachtungen mit einbezogen (dazu siehe Kapitel 1.3). Ferner wurden auch die Herkunft der kalkreichen Gruppe behandelt und die Ergebnisse mit den vorherigen Untersuchungen verglichen.

2.6.3. Probennahme und Vorgehensweise

Zur Zeit existieren mehr als 500 in den letzten 15-20 Jahren mit der RFA durchgeführte Haupt- und Spurenelementanalysen an nordmesopotamischer Metallischen Ware (vor allem Kühne und Schneider 1988; Schneider & Daszkiewicz 2001; Broekmans *et al.* 2002; Broekmans *et al.* 2006; Falb im Druck), so dass die charakteristischen chemischen Eigenschaften der Ware bekannt sind. In der vorliegenden Arbeit wurde die Anzahl der Keramikproben daher bewusst auf 20 Beispiele beschränkt. Die in der vorliegenden Arbeit analysierten Keramikfragmente stammen aus Tell Mozan (7), Tell Brak (3) und Tell Bdëri (7) in Nordost-Syrien und aus Kavuşan (3) in Südost-Anatolien (Abb.2.31, Anhang 6) genommen. Zudem wurden zwei Fragmente, die ursprünglich als Dark Rimmed Orange Bowl-Ware und sechs Beispiele, die archäologisch für Graue Ware gehalten wurden, nach der chemischen Analyse jedoch die gleiche chemische Zusammensetzung zeigten, wie die kalkarme Metallische Ware, (siehe Kapitel 2.4.4 und 2.5.3.2), untersucht.

Die Probenaufbereitung und Analysen wurden wie in Kapitel 1.5.2.1 beschrieben durchgeführt (Eine Zusammenstellung der Haupt- und Spurenelemente der Ware findet sich in Anhang 12). Wegen der Feinheit der Grundmasse, die zumeist keine Einschlüsse aufweist, so dass keine hilfreichen Informationen durch petrographische Analyse zu erwarten waren, wurde die Probenzahl für diese Untersuchungen gering gehalten. Als zur Herkunftsbestimmung herangezogenes Vergleichsmaterial dienten auch hier die lokalen Tonproben aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien, die bereits in Kapitel 2.3 vorgestellt wurden. Im Folgenden werden die chemischen Daten der Metallischen Waren in zwei Abschnitten behandelt. Im ersten Teil werden die chemischen Eigenschaften und die Gruppierungen der Ware besprochen und im zweiten Teil wird auf die Frage nach der Herkunft sowohl der kalkreichen als auch der kalkarmen Variante eingegangen.

Da bei der petrographischen Analyse an drei Beispielen aufgrund der Feinheit der Grundmasse keine Mineral- oder Gesteinseinschlüsse erkennbar waren und wie erwartet keine Informationen über die Geologie des Herstellungsgebietes der Ware zu erhalten waren, wird die petrographische Analyse hier nicht behandelt. An den entsprechenden Stellen wurden jedoch die in vorherigen Arbeiten publizierten petrographischen und mineralogi-

schen Daten aus XRD-Analysen in Bezug auf die Herkunft der kalkarmen nordmesopotamischen Metallischen Ware berücksichtigt.

2.6.4. Ergebnisse der chemischen Analyse

2.6.4.1. Chemische Eigenschaften und Gruppierung der nordmesopotamischen Metallischen Ware

An der quantitativen Verteilung der Haupt- und Spurenelemente der Metallischen Ware (siehe Anhang 12) erkennt man bei den analysierten Fragmenten klare Konzentrationsunterschiede, die zur Bildung von zwei voneinander sehr deutlich zu unterscheidenden Gruppen führen (Abb.2.32). Eine dieser Gruppen (Abb. 2.32: gefüllte Kreise) entspricht aufgrund ihres sehr niedrigen CaO-, MgO- und Sr-Gehaltes sowie hohem Al₂O₃-Gehaltes der *kalkarmen* Metallischen Gruppe von Kühne & Schneider (1988), die andere (Abb. 2.32: offener Kreis) aufgrund ihres hohen CaO-, MgO- und Sr- sowie niedrigen Al₂O₃-Gehaltes der *kalkreichen* Variante (Tab.2.6). Weitere Unterschiede zwischen den Gruppen erkennt man ebenso an den Hauptelementen SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, MnO, MgO und P₂O₅ und an den Spurenelementen Co, Cr, Ni, Rb, Sr, Y, Zn, Zr, Th und Yb.

Tabl. 2.6: Fundorte der analysierten Keramikfragmente und chemischen Gruppen der nordmesopotamischer Metallischer Ware.

Chemische Hauptgruppe	Lab.Nr.	Fundnummer	Fundort
Kalkarme Metallische Ware	MW01	FS 1477	Tall Brak
	MW02	sf	Tall Brak
	MW03	SS 545	Tall Brak
	GW20	BD88/2745/1/96	Tall Bdēri
	GW21	BD88/2745/1/0	Tall Bdēri
	MW26	BD88/2945/454/0	Tall Bdēri
	MW29	BD88/2945/261/13	Tall Bdēri
	MW33	BD88/2945/392/43	Tall Bdēri
	GW34	BD88/2745/1/50	Tall Bdēri
	MW35	BD89/2745/126/28	Tall Bdēri
	MW60	MZ01C2-q2691-327	Tall Mozan
	GW137	MZ01C2-q1422	Tall Mozan
	GW142	MZ01C2-q1422	Tall Mozan
	GW144	MZ01C2-q2022	Tall Mozan
	MW232	APG2085	Kavuşan
	MW234	AAC228	Kavuşan
Kalkreiche Metallische Ware	AA-59	MZ01C2-q2691-621	Tall Mozan
	AA-62	MZ01C2-q2188-27	Tall Mozan
	SW-38	MZ01C2-q2135-26	Tall Mozan
	SW-39	MZ01C2-q2191-107	Tall Mozan
	SW-44	MZ01C2-q1228	Tall Mozan
	SW-45	MZ01C2-q2691	Tall Mozan
	SW-141	MZ01C2-q1693	Tall Mozan
	SW-187	MZ01C2-q0726	Tall Mozan
SW-188	MZ01C2-q0726	Tall Mozan	

Im Vergleich zur kalkreichen Gruppe, zeichnet sich die kalkarme Variante durch charakteristische im Mittel sehr niedrige CaO-Werte (1,51 Gew.-%) sowie durch hohe Al_2O_3 - (22,1 Gew.-%), SiO_2 - (64,5 Gew.-%), TiO_2 - (1,25 Gew.-%) und niedrige MnO- (0,04 Gew.-%) und MgO-Werte (1,04 Gew.-%). Die Na_2O - (0,24 Gew.-%) und K_2O -Konzentrationen (3,22 Gew.-%) zeigen zwar keine klare Trennung wie die oben genannten Elemente, lassen aber leichte Unterschiede erkennen. Lediglich Fe_2O_3 zeigt keine Unterschiede zwischen den chemischen Varianten. Charakteristisch für die kalkarme Variante sind zudem im Vergleich zu den kalkreichen Varianten niedrige Co-, Cr-, Ni-, Zn- und Sr-Werte. Die Yb-, Th-, Ce-, Zr- und Y- Konzentrationen sind im Vergleich zur kalkreichen Variante höher. In Abbildung 2.32 sieht man deutlich die unterschiedlichen Elementkonzentrationen zwischen der kalkarmen und der kalkreichen nm Metallische Ware.

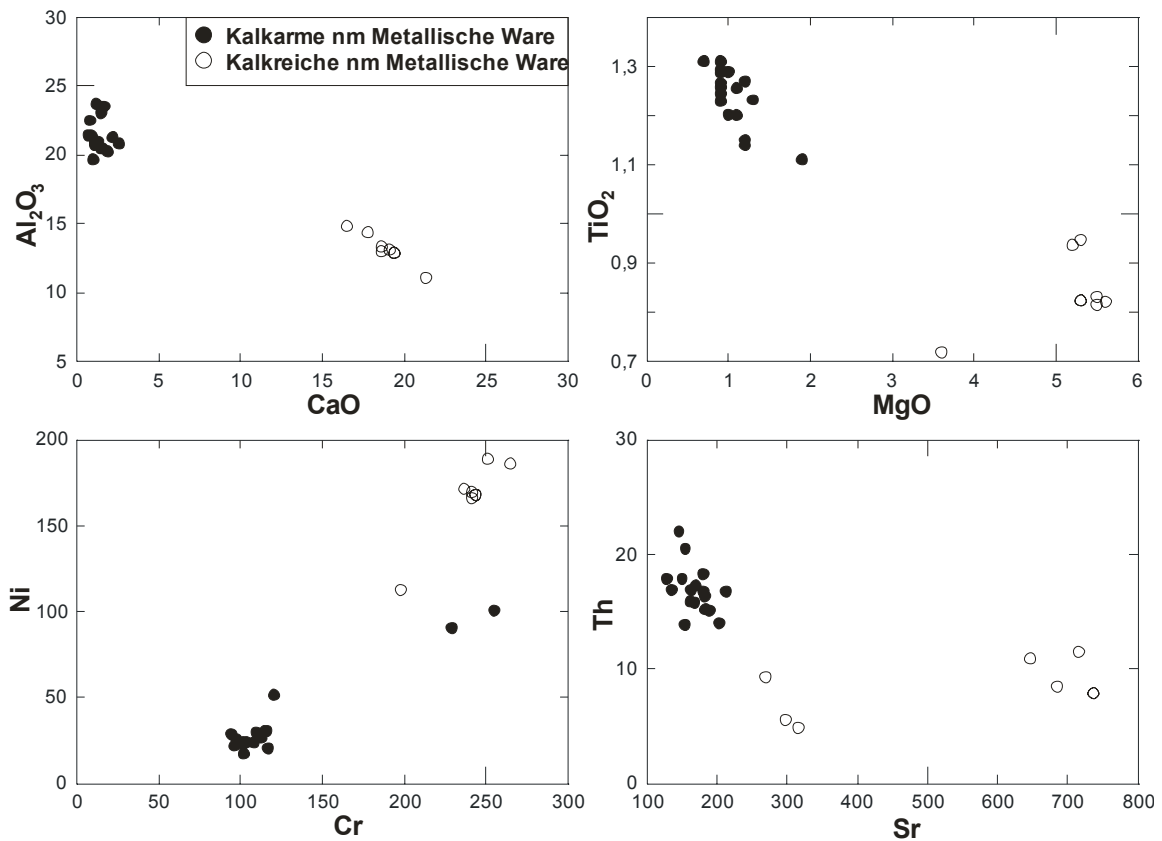


Abb. 2.32: Variationsdiagramme für den Gehalt von CaO, Al_2O_3 , MgO, TiO_2 , Ni, Si und Th in kalkarmer- und kalkreicher nordmesopotamischer Metallischer Ware.

Neben den genannten Unterschieden in den Elementkonzentrationen fallen auch unterschiedliche chemische Verhaltensmuster einiger Elemente der kalkarmen und der kalkreichen Gruppe auf. Im Vergleich zur kalkreichen Gruppe zeigt die kalkarme Variante insgesamt einheitliche, z. T. sehr einheitliche Elementmuster. Dies ist vor allem bei TiO_2 , Al_2O_3 , MnO, MgO, CaO, Ni, Cr, Sr und Th zu erkennen. Ba, Rb, Ce und Yb hingegen sind bei der

kalkreichen Gruppe einheitlicher als bei der kalkarmen, was vor allem bei Ba sehr deutlich wird. Hierbei ist auch zu bemerken, dass die breite Streuung der kalkarmen Gruppe vorwiegend mobile Elemente betrifft. Dies hängt vermutlich mit dem Ausgangsgestein bzw. den Verwitterungsprozessen des Ausgangsgesteins der kalkarmen Tonablagerung zusammen.

Die sechs Keramikfragmente (GW-20, GW-21, GW-34, GW-137, GW-142 und GW-144), die archäologisch als Graue Ware angesehen werden (siehe Kapitel 2.5) weisen sowohl hinsichtlich der Hauptelemente als auch der Spurenelemente große Ähnlichkeiten mit der kalkarmen nm Metallische Ware auf, d. h. sie wurden aus demselben Ton hergestellt wie diese. Ob es sich hier um Graue Ware oder eine Variante der kalkarmen nordmesopotamischen Metallische Ware handelt, lässt sich nur archäologisch beurteilen. Auch die Proben DRBO-59 und DROB-62 zeigen, abgesehen von Cr und Ni, die gleiche quantitative Haupt- und Spurenelementzusammensetzung wie die kalkarme nm Metallische Ware. Hier kann ebenfalls nur durch archäologische Kriterien beurteilt werden, ob es sich hierbei um eine Variante handelt, oder nicht. Der Grund für die hohen Cr- und Ni-Gehalte dieser zwei Proben lässt sich hier nicht erklären, da die Cr- und Ni-Konzentrationen in diesen Scherben weder eine Korrelation mit MgO, noch mit Al₂O₃ oder sonst andere Hauptelementen aufweist, welche hier für die Cr und Ni Anomalie eine Erklärung sein könnte. Der Grund für die erhöhten Cr- und Ni-Konzentrationen bleibt somit offen.

2.6.5. Zur Herkunft der nordmesopotamischen Metallischen Ware

Wenn man von der „Herkunft archäologischer Keramik“ spricht (d. h. von Artefakten aus Ton), spricht man im Grunde von den Ablagerungsorten des Rohmaterials. Eine Herkunftsbestimmung einer Keramik ist also die Bestimmung des Ortes der Tonquelle. Wie bereits erwähnt, dienen hier als Vergleichsmaterial zur Herkunftsbestimmung der Metallischen Ware die Tonproben aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien, bzw. rezente Keramikproben aus Qamishli und drei Fehlbrände aus Tell Mozan. Hinzu kommen eine Tonprobe aus Uslu Köy bei Elazığ (siehe Abb.2.36) und eine frühbronzezeitliche Keramikprobe aus Tell Brak, die man eindeutig als Kura-Arkas Ware ansehen kann. Die Letzteren wurden lediglich zur Überprüfung der chemischen Ergebnisse der kalkarmen nordmesopotamischen Metallischen Ware herangezogen.

2.6.5.1. Zur Herkunft der kalkreichen nordmesopotamischen Metallische Ware

Im Haupt- und Spurenelementvergleich der kalkreichen Gruppe mit den Tonproben aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien sowie mit rezenter Keramik und den Fehlbränden weist die kalkreiche chemische Gruppe in den Konzentrationen von SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , Na_2O und der Spurenelemente Cr, Ni, Sr, La, Ce, Nd und Nb insgesamt eine höhere chemische Ähnlichkeit mit Tonproben aus Nordost-Syrien auf. In der Abbildung 2.33 wurden Na_2O vs. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$, CaO vs. Al_2O_3 , La vs. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$ und Ce vs. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$ in vier Variationsdiagrammen dargestellt. Wie man erkennen kann, bilden sich die Proben der kalkreichen Gruppe in dem Bereich der Tonproben aus Nordost-Syrien ab (in der Abbildung wurde die Punktwolke der Tonprobe grau markiert). Neben diesen Ähnlichkeiten der genannten Elemente kann man ähnliche chemische Verhaltensmuster auch bei einigen anderen Elementen beobachten. Die nordsyrischen Tone zeigen z. B. wie auch die kalkreichen Proben bei Lanthan (La) eine Streuung. Die südanatolischen Tone zeigen bei Lanthan dagegen ein relativ einheitliches Muster. Ähnliches beobachtet man auch bei Sr.

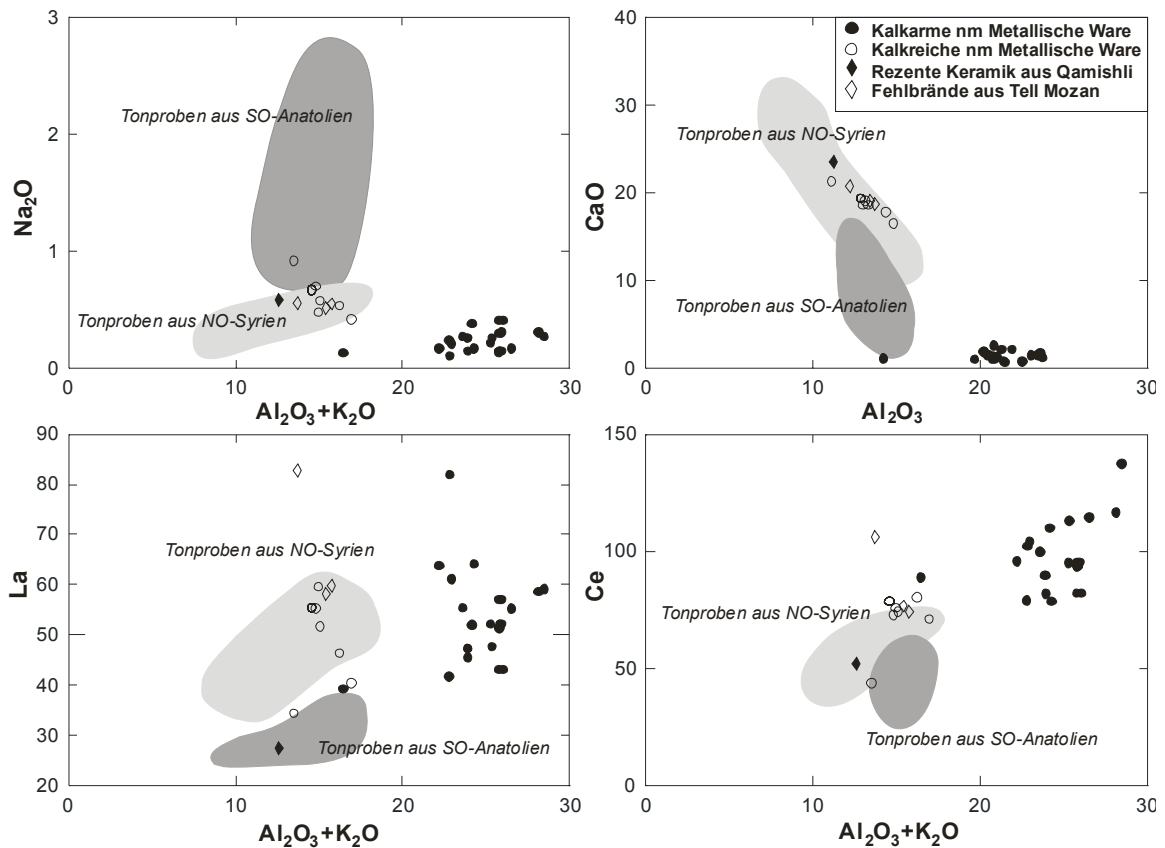


Abb. 2.33: Variationsdiagramme der Konzentrationen von $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$ vs. Na_2O , Al_2O_3 vs. CaO , $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$ vs. La und Ce von nordmesopotamischer Metallischer Ware und den Vergleichproben (Tonproben aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien, Fehlbrände aus Tell Mozan und rezente Keramik aus Qamishli).

Die Ähnlichkeit der chemischen Zusammensetzung bei kalkreicher nordmesopotamischen Metallische Ware und nordost-syrischen Tonen bzw. anderem Vergleichsmaterial (Abb.2.33) weist darauf hin, dass sie lokal in Nordost-Syrien hergestellt wurde. Diese Ergebnisse stimmen mit den Ergebnissen von Kühne & Schneider (1988), Schneider & Daszkiewicz (2001), Broekmans *et al.* 2002; Broekmans *et al.* (2006) in überein. Da die Geologie im gesamten Nordost-Syrien eine einheitliche Lithologie besitzt und deshalb keine erkennbaren Konzentrationsunterschiede der Haupt- und Spurenelemente von Tonproben aus verschiedenen Orten in Nordost-Syrien festgestellt wurden, ist eine genauere Lokalisierung der Rohmaterialquelle innerhalb Nordost-Syriens anhand der hier vorgestellten Daten nicht möglich.

Die drei Fehlbrände aus Tell Mozan wurden in die Abbildung 2.33 mit einbezogen. Insgesamt zeigen diese drei Fehlbrände eine deutlich größere chemische Ähnlichkeit mit den kalkreichen Keramikproben als die Tonproben aus Nordost-Syrien, so dass man diese Fehlbrände und die kalkreiche Variante als Produkte desselben Rohmaterials bewerten kann. Dies könnte bedeuten, dass die hier analysierte kalkreiche Probe in Tell Mozan hergestellt wurde. Es ist jedoch archäologisch nicht ganz gesichert, ob es sich bei diesen Fehlbränden tatsächlich um Produktionsreste einer Töpferei handelt, oder um bei einem sekundären Brand verformte Gefäße der kalkreichen Metallischen Ware. Wenn man aber bedenkt, dass die Fehlbrände aus drei ineinander gestapelten Fragmenten bestehen, liegt es nahe, dass es sich hier um einen misslungenen Brennvorgang handelt. Ähnliche, auf diese Art interpretierte Funde sind aus Tell Leilan berichtet worden (Blackman *et al.* 1993). Wenn es sich auch hier tatsächlich um Fehlbrände aus einer Töpferei handelt, dann können die analysierten Proben der kalkreichen Gruppe aufgrund ihrer großen chemischen Ähnlichkeit mit der kalkreichen nm Metallische Ware als lokal, d. h. in Tell Mozan hergestellt angesehen werden.

2.6.5.2. Zur Herkunft der *kalkarmen* nordmesopotamischen Metallischen Ware

Wie bereits erwähnt, konnten die Tonquellen der kalkarmen nordmesopotamischen Metallischen Ware trotz intensiver chemischer Untersuchungen bislang nicht lokalisiert werden. Die Haupt- und Spurenelementzusammensetzung der kalkarmen Variante der Metallischen Ware ist, wie man im Elementvergleich mit den Tonproben aus Nordostsyrien und Südostanatolien in Abbildung 2.33 erkennt, eindeutig unterschiedlich. Bisher wurden auch keine anderen Waren festgestellt, die eine chemische Ähnlichkeit mit der kalkarmen nordmesopotamischen Metallischen Ware aufweisen (Kühne & Schneider 1988; Schneider &

Daszkiewicz 2001; Broekmans et al. 2006). Kühne & Schneider (1988) berichten allerdings von drei Proben römischer Keramik mit ähnlicher Zusammensetzung wie die kalkarme Metallische Ware. Die Herkunft dieser römischen Keramik sind ebenfalls unbekannt und gibt damit keinen weiteren Aufschluss. Bisher wurden auch im Verbreitungsgebiet dieser Ware keine Töpfereireste gefunden, deren chemische Zusammensetzung der kalkarmen Variante entspricht.

Wie bereits in Kapitel 2.3 vorgestellt, liegen die charakteristischen Eigenschaften der Tonablagerungen Nordost-Syriens und Südost-Anatoliens in hohen CaO-, Sr-, Ni-, Cr-, Zn-, MgO- und niedrigen TiO₂-, SiO₂-, Al₂O₃-, Zr-, Th-, Nd-, Nb-, Yb-, Ce- Konzentrationen. Diese chemische Zusammensetzung spiegelt die Geologie dieser Region, die ausschließlich aus Kalksteinen und jungen basaltischen Gesteinen besteht, wider. Da die Tone Verwitterungsprodukte von Gesteinen bzw. Mineralen sind, werden die hohe CaO- und Sr-Werte von Tonablagerungen wohl überwiegend von Kalksteinen bestimmt. Die Durchschnittswerte von CaO und Sr der Tonproben von Nordost-Syrien liegen bei 19 Gew.-% (CaO) und 306 ppm (Sr), in Südost-Anatolien bei 12 Gew.-%, 241 ppm. Die vergleichsweise hohen MgO-, Cr- und Ni-Gehalte in den lokalen Tonablagerungen Nordost-Syriens (MgO: 5 Gew.-%, Cr: 263 ppm, Ni: 150 ppm) sind offenbar auf basaltische Gesteine zurückzuführen, da solche Spurenelemente wie Ni und Cr (die so genannten kompatiblen Elemente) in basaltischen Gesteinen bzw. anderen mafischen Gesteinen angereichert sind. Interessant ist hierbei, dass gerade diese Elemente, also CaO, Sr, MgO, Cr und Ni, in der kalkarmen Variante der nordmesopotamischen Metallischen Ware in sehr geringen Konzentrationen vorkommen. Ein Tonvorkommen mit einer der kalkarmen Varianten ähnliche Zusammensetzung ist daher, wie in der vorliegenden Arbeit und in früheren Untersuchungen gezeigt wurde, in Nordostsyrien sehr unwahrscheinlich. In benachbarten Regionen, wie im oberen Euphrat-Gebiet, wurde bislang kein derartig kalkarmer Ton oder eine andere ähnliche Warengattung festgestellt (siehe auch Kühne & Schneider 1988, Klenk 1987; Broekmans *et al.* 2006). In der Tigris-Ebene, aus der ebenfalls Funde der kalkarmen Metallischen Ware bekannt sind (z. B. Kavuşan, wovon drei in der vorliegenden Arbeit analysierte Proben stammen, Abb.2.31) ist ebenfalls keine Tonvorkommen bekannt, die mit dem Rohmaterial der kalkarmen Metallische Ware vergleichbar wären. Wie oben bereits vorgestellt, wurde die kalkreiche Variante aus nordsyrischen Tonen hergestellt (dazu siehe auch: Kühne & Schneider 1988, Broekmans *et al.* 2002; Broeckmsan *et al.* 2006). Die Feinheit und die herstellungstechnischen Eigenschaften der kalkarmen und der kalkreichen Variante weisen auf gleiche Aufbereitungsverfahren hin (siehe auch Schneider & Daszkiewicz 2001; Broekmans *et al.* 2006). Das bedeutet, dass man durch Schlämmen nordost-syrischer Tone

keinen Ton mit der gleichen chemischen Zusammensetzung wie bei kalkarmer Variante herstellen kann. Oates (Oates 2001) vertritt nach archäologischen Erkenntnissen die Ansicht, dass man in denselben Töpfereien sowohl kalkarme als auch kalkreiche Tone verwendet hat. Es ist in diesem Zusammenhang von Bedeutung, dass man die kalkreiche und kalkarme Variante der Metallischen Ware archäologisch, d. h. makroskopisch nicht voneinander unterscheiden kann (siehe Kühne & Schneider 1988). Die archäometrischen und die archäologischen Erkenntnisse führen daher zu der Frage, ob kalkarmer Ton nach Nordost-Syrien importiert wurde.

In der Archäologie wird zwar allgemein angenommen, dass Ton nicht importiert wurde, sondern, dass die Keramik innerhalb einer bestimmten Entfernung von der Stelle, an der der Ton abgebaut wurde, hergestellt wurde (nach Arnold 2000 in einem max. Umkreis von 7 km). Trotz dieser Annahme, die auch von Oates (2001) geäußert wurde, ist im Fall der kalkarmen Metallischen Ware ein Import von Rohmaterial von außerhalb Nordsyriens nicht ganz auszuschließen. Bei dieser Annahme stellt sich auch die Frage nach der Region, in der ein solcher Ton vorkommt.

Das Kerngebiet der nordmesopotamischen Metallischen Ware liegt in Nordost-Syrien (siehe: Kühne 1976, Pruß 2000; Falb im Druck). Sie treten aber auch in Anatolien in der Tigris-Ebene und entlang des Euphrats bis in die Keban-Region auf (Abb.2.31). Die bisher bekannte nördlichste Grenze verläuft bei Elaziğ, die westlichste Verbreitungsgrenze liegt im Hatay (Kühne 1976, Pruß 2000; Falb im Druck). Theoretisch ist es daher denkbar, dass die Tonquelle kalkarmer nordmesopotamischer Metallischer Ware innerhalb ihrer Fundorte vorkommen kann. Eine Tonbeprobung, die dieses Fundgebiet umfasst, würde einen enormen logistischen und finanziellen bedeuten. Zur Reduzierung des Aufwands wäre es daher wichtig zu wissen, in welchen Gebieten überhaupt kalkarmer Ton entstehen kann, was das Ausgangsgestein eines solchen Tones ist bzw. wie die Geologie des Einzugsgebietes ist, in dem sich ein solcher kalkarmer Tone bilden kann. Um diesen Fragen nachzugehen und das Ausgangsgestein bzw. die Geologie des Liefergebiets der Tonablagerung zu rekonstruieren, wurden die chemischen Daten mit einem sedimentgeochemischen Aspekt ausgewertet, die im Folgenden vorgestellt wird (dazu siehe Kapitel 1.3).

2.6.5.2.1. Untersuchungen zum Ausgangsgestein des Tonmaterials *kalkarmer nordmesopotamischer Metallischer Ware*

Der charakteristisch sehr niedrige CaO-Gehalt der kalkarmen Variante der Metallischen Ware weist darauf hin, dass das Ausgangsgestein des Tones sehr arm an CaO führenden Minerale ist, sowie auf die Abwesenheit von kalkigem Gestein innerhalb des Dränagesys-

tems der Tonablagerung. Die niedrige CaO-Konzentration kann auch auf eine intensive Alteration des Ausgangsgesteins hinweisen. Der niedrige MgO-Wert und die damit verbundenen Konzentrationen von Cr und Ni, die hauptsächlich in mafischen Gesteinen angereichert sind, weisen zudem auf die Abwesenheit mafischer Gesteine (McLennan 2001, s.a. Kapitel 1.3), wie Basalt, Gabbro oder Peridotit in der Nähe der Tonablagerung bzw. im Einzugsgebiet des kalkarmen Tones hin. Die so genannten inkompatiblen Elemente wie Th, La, Rb und Ce sind hingegen aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften (großer Ionenradius und niedrige Wertigkeiten) durch magmatische Prozesse in felsischen Gesteinen wie z.B. in Granite angereichert. Demnach weisen die hohen Th-, Rb- und Ce-Konzentrationen der kalkarmen metallischen Ware auf das Vorhandensein von felsischen Gesteine oder Gesteinen mit ähnlicher chemischer Affinität (Metamorphite oder Sedimente) hin. Dabei ist Th von Bedeutung, da es bei Verwitterung das chemische Charakteristikum des Muttergesteins bewahrt (Taylor & McLennan 1985; Bhatia & Crook 1986; McLennan 1989; McLennan *et al.* 1993; Roser *et al.* 1986, Wronkiewicz & Condie, 1987; Lahtinen 1996). Demzufolge ist der hohe Gehalt an Th und auch Ce in der kalkarmen nordmesopotamischen metallischen Ware ein Hinweis darauf, dass das Ausgangsgestein bzw. die Geologie des Einzugsgebiets aus felsischen Gesteinen bzw. deren metamorphen oder sedimentären chemischen Äquivalenten bestehen.

Die so genannten Chemical Index of Alteration (CIA)-Werte (Abb.2.34) erlauben es, die Alterationsgrade des Ausgangsgesteins von Sedimente abzuschätzen (Nesbitt & Young 1982; 1984; Fedo *et al.* 1995). Je stärker ein Gestein alteriert wird, desto höher ist der Al_2O_3 -Gehalt einer Sedimentablagerung. Demgemäß der hohen Al_2O_3 -Gehalt bzw. die CIA-Werte kalkarmer metallischer Ware, die bei 75-87,5 liegt (siehe Abb.2.34), weist darauf hin, dass das Ausgangsgestein bzw. die Gesteine im Einzugsgebiet der Tone stark alteriert waren. In feinen Sedimenten wird der Al_2O_3 -Gehalt im Wesentlichen durch Tonminerale kontrolliert.

Durch Alteration der Sedimente mit hohem Tonanteil bilden sich Tonminerale leichter, wodurch andererseits der Al_2O_3 -Gehalt in Sedimente erhöht wird. Das niedrige Sr/Ba-Verhältnis (Feakes & Retallack 1988), (hier bei ~0,5) der kalkarmen metallischen Ware lässt ebenfalls auf hohe Alterationsgrade des Ausgangsgestein schließen. Daraus lässt sich ersehen, dass der hohe Al_2O_3 -Gehalt des kalkarmen Tones der metallischen Ware auch durch die Alteration von Sedimenten mit hohem Tonanteil, wie Tonschiefer oder ähnliche tonige Sedimente, bedingt wurde.

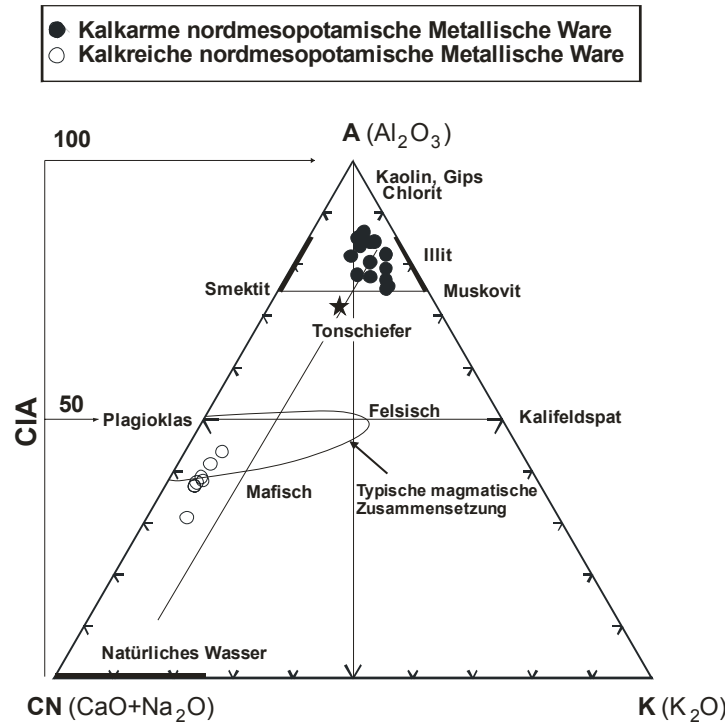


Abb. 2.34: Das $\text{Na}_2\text{O} + \text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O}$ Diagramm (Nesbit & Young, 1982; 1984) zeigt die Alterationsgrade des Rohmaterials (Ton) von kalkarmer und kalkreicher nordmesopotamischer Metallischer Ware. Die kalkarme nordmesopotamische Metallische Ware plotten im Bereich Nah zu Tonschiefer bzw. Illit. Ihr Altrationsgrad ist hoch und liegt zwischen 75 und 87,5.

Andererseits ist der hohe K_2O -Gehalt in feinen Sedimenten ein Hinweis auf einen hohen Illitanteil (McLennan *et al.* 1983). Daraus resultierend kann man die hohen K_2O - bzw. Rb-Gehalte (K_2O : 2.10-5.01 Gew.- %, Rb: 67-158 ppm) als einen Hinweis auf einen hohen Illitanteil des Rohmaterials kalkarmer Metallischer Ware werten. Dies ist ebenfalls in der Abbildung 2.34, in der die Keramikprobe kalkarmer Metallischer Ware in den Illit-Bereich fällt, zu sehen. Diese Rekonstruktion gibt Hinweise auf das Ausgangsgestein bzw. die Geologie des Einzugsgebiets des Rohmaterials kalkarmer Metallischer Ware. Demzufolge scheint die kalkarme Tonablagerung (das Rohmaterial der kalkarmen nordmesopotamischen Metallischen Ware) ein Verwitterungsprodukt sedimentärer Gesteine zu sein, bzw. bestand die Geologie des Einzugsgebiets aus feinen sedimentären Gesteinen mit einer felsichen chemischen Zusammensetzung. Der niedrige Gehalt an kompatiblen Elementen wie Co, Cr, Ni, sowie sehr niedrige MgO-Gehalt sprechen ebenfalls für den felsichen Ursprung des Rohmaterials der Keramik. Das von Kühne & Schneider (1988) Schneider (1989), und Broekmans *et al.* (2006) berichtete Vorhandensein von Kalifeldspat (Mikroklin) und Muskovit in der kalkarmen Variante der Metallische Ware, welche typische Minerale von felsichen Gesteinen sind, unterstützt die oben genannten Annahme. Die-

se Annahme wurde im Folgenden anhand von zwei Vergleichsmaterial, eine Tonprobe (UK-III) und ein frühbronzezeitliches Keramikfragment aus Tell Brak, überprüft.

Die Tonproben UK-III stammen aus Uslu Köy, 35 km südwestlich von Elazığ in Südost-Anatolien (Abb.2.36). Dieser Ton wird heute zur Herstellung für lokale Töpfereiprodukte verwendet (siehe auch Ertuğ 2004). Die Umgebung der Tonvorkommen besteht aus metamorphen Gesteinen von Pütürge-Massiv, die geologisch zur Deckenfaltungszone gehört (siehe Kapitel 2.2.1.3). Es wurde ein Dünnschliff von der Tonprobe präpariert und petrographisch analysiert. Die Analyse zeigt, dass es sich bei den Haupteinschlüssen des Tones um Tonschiefer-, Quarz- und Muskovitfragmenten handelt. Die Tonschieferfragmente sind die dabei vorherrschenden Bestandteile und weisen damit auf den metasedimentären Ursprung des Tones hin. Es wurden dabei keine mafische Mineral- und Calcitfragmente beobachtet. Für die chemische Analyse die Tonprobe UK-III wurde bei einer konstanten Temperatur von 650 °C gebrannt, um organische Material in dem Ton auszubrennen. Anschließend wurde sie mit RFA nach ihren Haupt- und Spurenelementen gemessen. Als weiteres Vergleichsmaterial diente ein Keramikfragment aus Tell Brak (Fundnummer: CH 7, Früh-Ġazira IIIb/IV, Lab-Nr.: KW-14, siehe Anhang 12), das einen der wenigen Funde typischer Kura-Araks Ware in Nordost-Syrien² darstellt (Näheres zu Kura-Araks Ware siehe Kapitel 3). Das Fragment wurde ebenfalls petrographisch analysiert, wobei sich als Haupteinschlüsse Tonschiefer und Quarz zeigten. Hier fehlen auch mafische Mineral- und Calcitfragmente.

Die Konzentrationen der Haupt- und Spurenelemente der kalkarmen Metallischen Ware wurden mit den Vergleichsproben UK-III und Kura-Araks Keramikfragment verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass die beiden Vergleichsproben eine chemische Ähnlichkeit mit der kalkarmen Metallischen Ware aufweisen. Ein übereinstimmendes Elementmuster beobachtet man vor allem an den für die kalkarme Variante als charakteristisch geltenden Werten von Al₂O₃, CaO, Sr, MgO, Ni und Cr (Abb.2.35). Die Übereinstimmung der Elementmuster mit der Kura Araks Probe ist insgesamt etwas größer als die bei der Tonprobe UK-III. Gleiche Muster liefern auch Elemente wie Ce, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Nd, Sm und Th, wobei Th nur an der Kura-Araks Keramikprobe gemessen wurde. Auch bei SiO₂ und TiO₂ beobachtet man trotz leichter Abweichungen Ähnlichkeiten. Vor allem sind die Ce und Th bedeutend, da sie, wie die kalkarme Metallische Ware, höhere Werte als die Tonproben aus Nordost-Syrien aufweisen und in den Bereich der kalkarmen Metallischen Ware fallen.

² Die Herkunft dieser Kura-Arak Ware wurde in der vorliegenden Arbeit nicht eingehend behandelt. Lediglich wurde in den Schlussfolgerungen, in der Kapitel 5 eine kurze Anmerkung über ihre Herkunft vorgestellt.

Diese so genannten inkompatiblen Elemente sind in felsichen Gesteinen bzw. in deren äquivalenten Sedimenten angereichert.

Der Umstand, dass die kalkarme nm Metallische Ware, die Tonprobe UK-III und die Kura-Araks-Probe aus Tell Brak ähnliche Elementmuster aufweisen, lässt sich folgenderweise interpretieren:

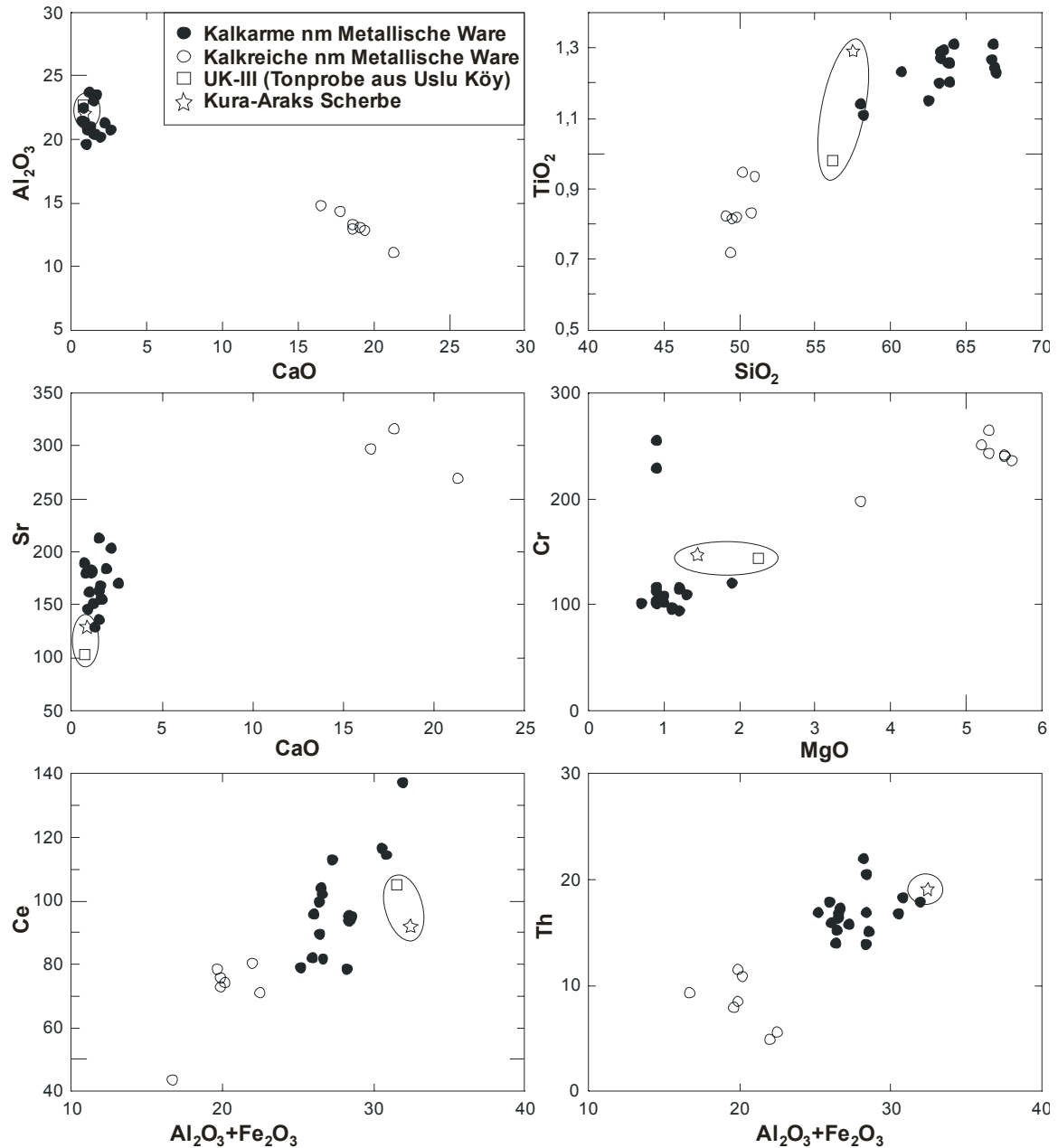


Abb. 2.35: Variationsdiagramme der nordmesopotamischen Metallischen Ware und Vergleichsmaterialien; Tonprobe aus Uslu Köy in Elaziğ (UK-III), Kura-Araks Scherbe von Tell Brak sowie die Tonproben von Nordost-Syrien und Südost-Anatolien bzw. rezente Keramik aus Qamishli und Fehlbrände aus Tell Mozan.

1). Die Ergebnisse zeigen, dass in Südost-Anatolien, im so genannten Pütürge-Massiv im östlichen Taurusgebirge (Abb.2.36), an Stellen, an denen Tonschiefer und/oder derartige Sedimente mit felsichen chemischer Zusammensetzung aufgeschlossen sind, Tone mit ähnlicher chemischer Zusammensetzung wie die kalkarme Variante der nordmesopotamischen Metallischen Ware vorkommen. Es ist daher zu erwarten, dass die Tonquelle für die kalkarme Variante in dieser Region, in der die Gesteine des Pütürge-Massivs aufgeschlossen sind, liegt (Abb.2.36). Wenn man das Verbreitungsgebiet der Metallischen Ware bedenkt, so wird diese Möglichkeit verstärkt. Da es bislang keinem direkten Nachweis für Existenz von importierten kalkarmen Ton in Nord-Syrien gibt, bleibt die Frage offen, ob Ton nach Nordost-Syrien gebracht wurde, oder ob die kalkarme Variante in der Region der Tonvorkommen mit gleicher Technik hergestellt und dann nach Nordost-Syrien importiert wurde.

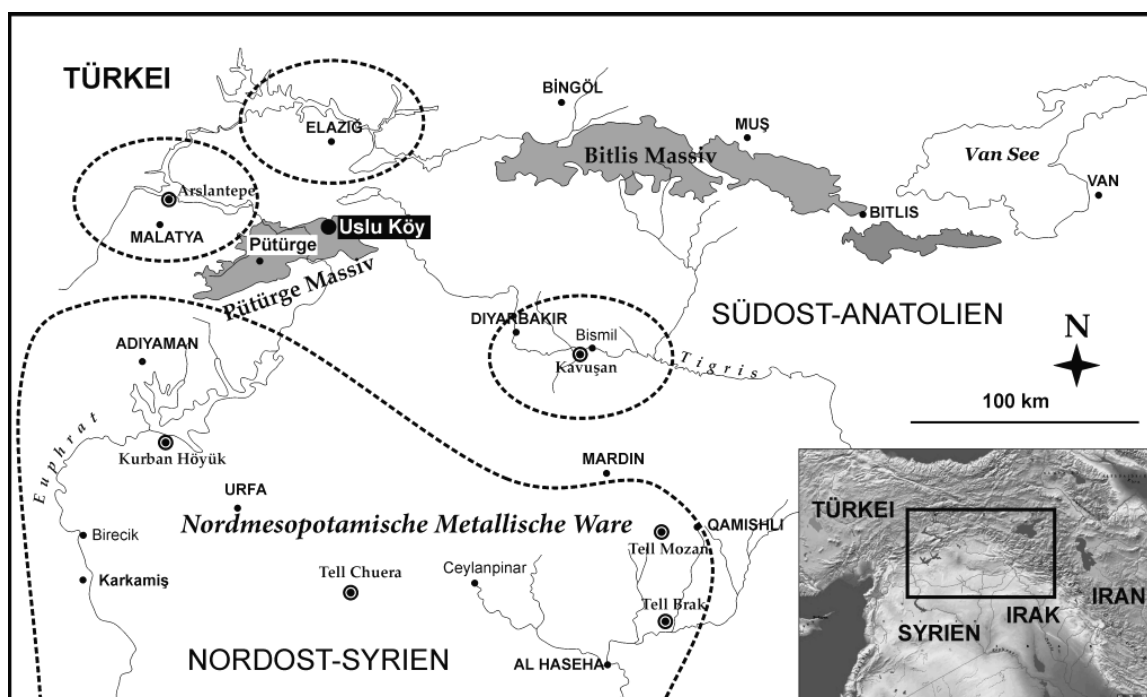


Abb. 2.36: Vereinfachte Übersichtskarte des Pütürge- und des Bitlis-Massivs.

Andere Gebiete, wie die Amuq-Ebene oder die Keban-Region, wo ebenfalls Funde der Metallischen Ware bekannt geworden sind (Kühne 1976), können aufgrund verschiedener Gründe als Ursprungsregionen ausgeschlossen werden. Die petrographischen Analysen von Batiuk (2005) an der Red-Black-Burnished Ware³ aus der Amuq-Ebene, in der die nordmesopotamische Metallische Ware ebenfalls bekannt ist (Kühne 1976), haben gezeigt, dass

³ Die Red-Black-Burnished Ware sind lokale Bezeichnung von Kura-Araks Ware, dazu siehe Kapitel.3.

diese Ware lokal produziert wurde. Die petrographischen Analysendaten von Batiuk (2005) sind hier deshalb relevant, weil diese lokal hergestellte Red-Black-Burnished Ware hohe Anteile von Calcit- und Serpentinfragmente beinhalten. Es liegen zwar keine chemischen Analysen von dieser Ware bzw. lokalen Tonproben vor, jedoch gerade diese Mineral- bzw. Gesteinsfragmente, die für hohe CaO- und MgO- bzw. Cr- und Ni-Werte verantwortlich sind, stellen in der Red-Black-Burnished Ware aus dem Amuq dominante Einschlüsse dar. Dies bedeutet, dass ein Vorkommen kalkarmer Tonlagerstätten, die als Rohmaterialquelle für die nordmesopotamische Metallische Ware in Frage kommen, in dieser Region unwahrscheinlich ist. Diese Aussage lässt sich auch geologisch unterstützen (siehe Batiuk 2005). Eine weitere Region, in der Metallische Ware ebenfalls bekannt ist, ist das Gebiet um Elaziğ (z.B in Tepecik, persönliche Beobachtung, siehe auch Kühne 1976, Pruß 2000). Insgesamt wurden 10 Fragmente der so genannten „plain simple ware“ aus Tepecik in Elaziğ, die von den Archäologen als lokal angesehen wird (Ufuk Esin, per. Mitt.), chemisch analysiert (Anhang 16). Diese Keramik zeigt bezüglich ihrer Feinheit, des muscheligen Bruches an der Keramikante – was man als Hinweis auf eine hohe Brenntemperatur bewerten kann – sowie ihrer Dünnwandigkeit, einige Ähnlichkeiten mit der Metallischen Ware auf. Deshalb wurden sie in die vorliegenden Untersuchungen mit einbezogen. Die chemischen Analysen lassen im Vergleich zur Metallischen Ware unterschiedliche Elementmuster erkennen. Diese Ware zeigt hohe CaO- (10-25 Gew.-%), MgO- (4-8 Gew.- %) und niedrige Al₂O₃-Konzentrationen (11-15 Gew.-%). Aufgrund der ebenfalls hohen Cr- (152-336 ppm), Ni- (152-370 ppm) und Sr-Werte (288-630 ppm) kann diese Region als Herstellungsgebiet der kalkarmen Metallischen Ware ausgeschlossen werden.

2). Die oben vorgestellten Ergebnisse zeigen ebenfalls, dass es mittels Interpretation der chemischen und petrographisch-mineralogischen Analysendaten in einer sedimentgeochemischen Annäherungsweise möglich ist, das Ausgangsgestein bzw. die Geologie im Einzugsgebiet der Tonablagerungen der untersuchten Keramik zu rekonstruieren und damit auf die Spuren der Herkunft der Keramik zu kommen.

KAPITEL 3

KURA-ARAKS WARE AUS SOS HÖYÜK, OST-ANATOLIEN

3.1. Einführung

Die Kura-Araks Ware stellt eines der markantesten Artefakte der frühbronzezeitlichen transkaukasischen Kura-Araks Kultur dar (Sagona 1984). In der Fachliteratur existiert eine Reihe von Bezeichnungen sowohl für diesen Keramiktyp als auch für deren Kulturträger. Die Bezeichnung Kura-Araks Kultur geht auf den georgischen Archäologe B. A. Kuftin zurück, der nach seinen Forschungen in der Flussebene zwischen Kura und Araks im Transkaukasus diese Bezeichnung eingeführt hat (Kuftin 1941). In der Türkei bezeichnete Koşay nach den Ausgrabungen in Karaz in der Nähe von Erzurum (Ost-Anatolien) diese Ware als Karaz-Ware bzw. ihren Kulturträger als Karaz-Kultur (Koşay 1948; Koşay & Turfan 1959). In Armenien wird sie als Shengavit-Kultur bezeichnet (Baiburtyan 1938). Die Ware ist in Malatya, am oberen Euphrat und in der Amuq-Ebene unter Red-Black Burnished ware (Braidwood & Braidwood 1960), im syrisch-palästinensischen Bereich unter dem Namen Khirbet Kherak Ware bekannt (Albright 1926.). Burney & Lang (1971) führten die Bezeichnung Early Transcaucasian Culture bzw. Early Transcaucasian Ware ein, die bei europäischen Archäologen breitere Akzeptanz fand. In der vorliegenden Arbeit wird Kuftins Bezeichnung Kura-Araks verwendet.¹

Die typische Kura-Araks Ware kennzeichnet sich durch eine schwarz polierte Oberfläche, oft auch eine schwarze Außenseite und eine rote Innenseite. Die Keramikoberfläche ist häufig mit verschiedenen Ornamenten verziert; so hat beispielsweise A. Sagona (1984) 324 verschiedene Motive dokumentiert. Alle bisher bekannten Beispiele der Kura-Araks Ware sind handgeformt und es sind zahlreiche Gefäßformen bezeugt. Typisch für diese Ware ist ebenfalls ein grober Scherben, der deutlich sichtbare Einschlüsse beinhaltet. Die Wandungsstärke

¹ In der deutschen Literatur gibt es verschiedene Schreibweisen, wie z. B. Kuro-Araks oder Kura-Araxes.

der Keramik variiert je nach Funktion der Gefäße und beträgt vorwiegend 0,8-1,2 cm. Auffällig ist der sehr große Verbreitungsraum dieser Ware, der sich vom Nordostkaukasus (Tschetscheno-Inguschetien, Nordossetien, Dagestan am Kaspischen Meer) über Aserbaidschan im Osten und dem Nordwest-Iran im Gebiet um den Urmia-See, bis in weite Teile Ost-, Südost- und Westanatoliens bis in das Gebiet südlich des Toten Meeres in der Levante erstreckt (Kushnareva & Chubinishvili 1970; Sagona 1984; Lordkipanidse 1991; Kushnareva 1997; Batiuk 2005, siehe Abb.3.1). Die Verbreitungskarte der Kura-Araks Ware in der Abbildung 3.1 basiert auf der Arbeit von Batiuk (2005). Die Siedlungsdichte wird hier mithilfe grauer Konturen dargestellt, wobei eine dunkle Farbtönung für eine hohe Siedlungsdichte steht². Die Kolchische-Ebene entlang des Schwarzen Meeres liegt außerhalb des Verbreitungsgebiets (Sagona 1984; Kushnareva 1997).

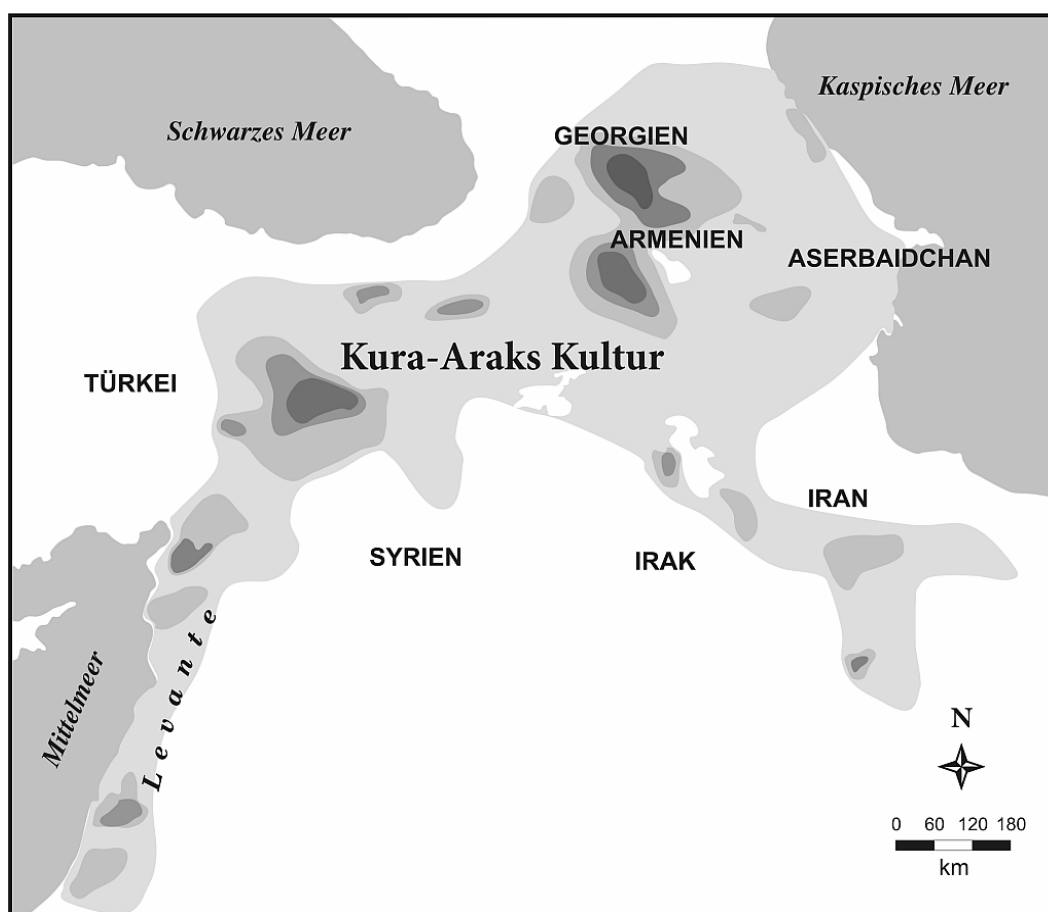


Abb. 3.1: Die Verbreitung der Kura-Araks Ware (nach Batiuk 2005). Die Konturen mit unterschiedlichen grauen Tönen zeigen die Siedlungsdichte. Die Konturen basieren nicht auf statistischen Werten.

² Während eines Survey mit einer Forschungsgruppe unter meiner Leitung im Sommer 2005 wurde auch die nordwestliche Grenze des Verbreitungsgebietes, die Kelkit-Ebene besucht, wo Siedlungsreste mit typischer Kura-Araks Keramik dokumentiert werden konnten. Anhand dieser neuen Kenntnisse wurde die Verbreitungskarte der Kura-Araks Kultur von Batiuk (2005) erweitert.

Obwohl die verschiedenen Typen der Kura-Araks Ware gemeinsame Eigenschaften aufweisen (Sagona 1984; Kiguradze & Sagona 2003; Palumbi 2003), die oben als typisch vorgestellt wurden, lassen sie sich aufgrund einiger makroskopischer Eigenschaften und deren Chronologie in drei Phasen unterteilen: Kura-Araks Phase I, Phase II und Phase III (Sagona 1984). Nach Sagona (1984) können in jeder Phase verschiedene Keramiktraditionen unterschieden werden (Abb.3.2):

- Kura-Araks Phase I: a- Schida Kartli Gruppe, b- Kvemo Kartli Gruppe.
- Kura-Araks Phase II: a- Schida Kartli Gruppe, b- Tsalka Gruppe, c- Armenien Gruppe, d- Obere Euphrat Gruppe, e- Khirbet Kerak Gruppe.
- Kura-Araks Phase III: a- Schida Kartli incised Gruppe, b- Kvemo Kartli Gruppe, c- Trialeti incised Gruppe, d- Armenien incised Gruppe, e- Dagistan incised Gruppe, f- Obere Euphrat Gruppe, g- Amuq (Khirbet Kherak) Gruppe.

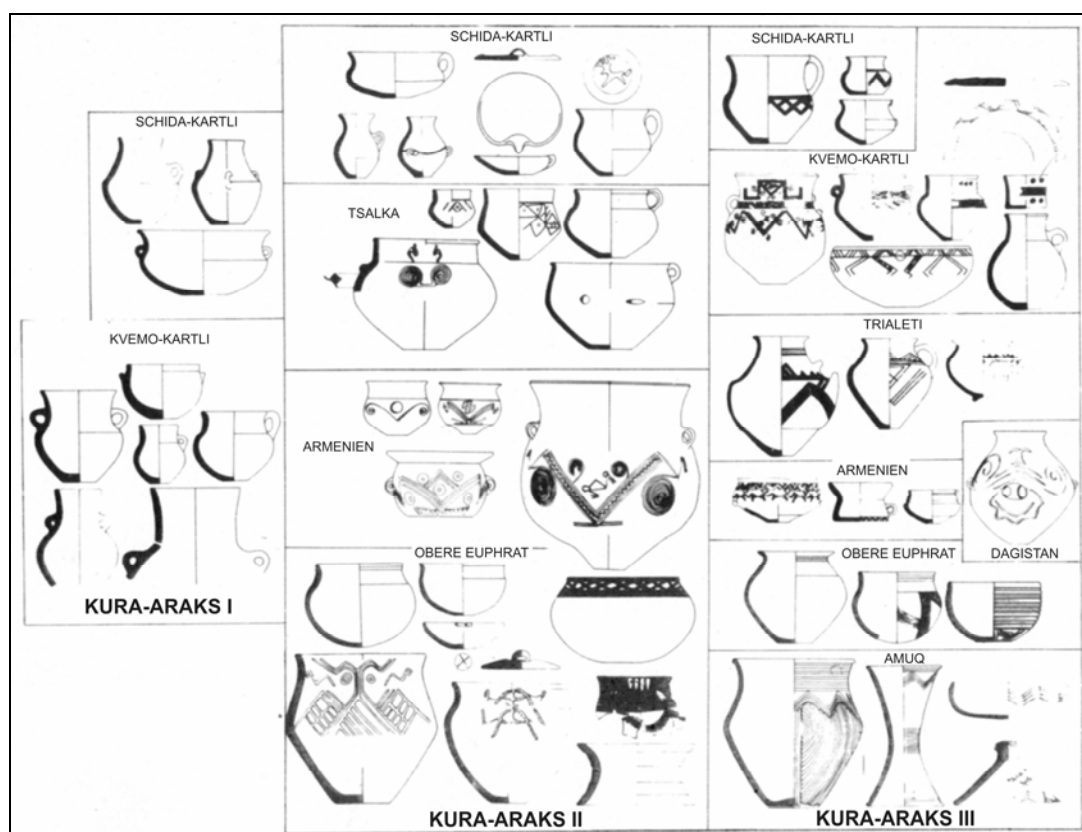


Abb. 3.2: Die verschiedenen Phasen der Kura-Araks Ware (nach Sagona 1984).

In der ersten Phase sind die Gefäße aus der Schida Kartli- und der Kvemo Kartli-Region in Ost-Georgien generell dickwandig, beinhalten grobe Einschlüsse, sind schlecht gebrannt und besitzen eine rosafarbige und braune Farbtonung der Matrix mit dunkelgrauem Kern. Die

Oberfläche ist nicht geglättet. Die Gefäße der zweiten Phase zeigen typische Charakteristika der Kura-Araks Ware. Sie sind überwiegend geglättet und je nach Tradition zeigen sie eine rot-braune oder schwarze Farbtönung und sind mit verschiedenen Ornamenten verziert. In Phase III besitzen die Gefäße ein weit verbreitetes Ritzdekor, das wiederum in vier Gruppen aufgeteilt werden kann.

Neben der Keramik zählen auch die charakteristischen Wohnbauten zu den typischen Kennzeichen der Kura-Araks Kultur, bei denen es sich in der Regel um einräumige, runde (eher in östlichen Regionen verbreitet) oder rechteckige Bauten (eher im Westen anzutreffen) handelt, häufig mit Lehmziegeln oder Lehmflechtwerkbauweise in Verbindung mit Steinfundamenten (Lordkipanidse 1991). Die hufeisenförmige Herdstelle, die meist inmitten der Häuser installiert und häufig mit anthromorphen Figuren dekoriert war, ist ebenfalls ein typisches Element dieser Kultur (Smogorzewska 2004). Von einigen Autoren werden diese Verzierungs-elemente mit dem Sonnenkult in Verbindung gebracht (Lordkipanidse 1991). Ein weiteres typisches, kulturspezifisches Merkmal dieser Kultur im Kaukasus stellen die Metallobjekte dar, deren Auftreten ab der 2. Phase stark zunimmt (Kavtaradze 1999) und sich auch in den südanatolischen und syro-palästinensischen Gebieten verbreitet (Kavtaradze 2004; Palmieri *et al.* 1993).

Über das Herkunftsgebiet der Kura-Araks Kultur existieren eine Reihe von Überlegungen (siehe z. B. Burton-Brown 1951; Burney 1958; Dzhaparidze 1962; Khanzadyan 1967; Kushnareva & Chubinishvili 1970; Burney & Lang 1973; Ismailov 1963; Sagona 1984; Lordkipanidse 1991; Kiguradze 2000; Kiguradze & Sagona 2003). Sämtliche Vorschläge gehen davon aus, dass das Ursprungsland der Kura-Araks Kultur innerhalb der ostanatolischen bzw. süd- und südostkaukasischen Regionen lag, wobei aber verschiedene Autoren, ausgehend von der Chronologie der Kura-Araks-Siedlungen, das Zentrum in unterschiedlichen Orten lokalisieren (Sagona 1984, Lordkipanidse 1991; Kiguradze 2000; Kiguradze & Sagona 2003). Aufgrund der einheitlichen Merkmale der Metallartefakte wird angenommen, dass die Kultur in einem geographisch eng begrenzten Gebiet entstanden ist. Demnach erfolgte ihre Ausbreitung in einer späteren Phase, mit besonderem Schwerpunkt im Euphrat- und syro-palästinensischen Gebiet. Dies wird auch von absoluten ¹⁴C-Daten unterstützt. Daher nimmt man an, dass Südgeorgien den Ursprungsort der Kura-Araks-Kultur darstellt, da dort die ältesten Kura-Araks-Siedlungen gefunden wurden (Sagona 1984; Lordkipanidse 1991; Kiguradze 2000; Kiguradze & Sagona 2003). Kiguradze ist der Ansicht, dass die Kura-Araks-Kultur aus dem spätkalkolithischen Schulaveri- oder Sioni-Kulturkomplex, der in das 5. und 4. Jt. v. Chr. datiert wird, entstanden ist (Kiguradze 2000, Kiguradze & Sagona 2003). Der

Beginn der Kura-Araks Kultur wird anhand von ¹⁴C-Daten neuerdings in die Mitte des 4. Jt. v. Chr. datiert (Kushnareva 1997; Kavtaradze 1999; ders. 2004).

Das Phänomen „Kura-Araks“, der Verbreitungsmechanismus der Ware bzw. der Kultur, die in eine so breite Region expandierte, und die Ursachen der Verbreitung, ist ein viel diskutiertes Thema, das von verschiedenen Gesichtspunkten her betrachtet wurde. Kushnareva (1997) sieht die Ursache der Expansion in der zunehmenden Produktivität und demzufolge in der Populationszunahme. Sagona (1984) vertritt die Meinung, dass die Veränderungen in der Umwelt und die daraus resultierenden wirtschaftlichen Konsequenzen Auslöser der Expansion waren.

In den letzten Jahren wurde dank neuer Erkenntnisse durch Ausgrabungen bzw. Surveys unter den Erklärungsmodellen der Expansionsmechanismen der Kura-Araks Kultur bzw. Ware die Migrationstheorie ins Zentrum gerückt (Philip 1999; Rothman 2004). Rothman (2004), der die Muş-Region in der Ost-Türkei mit dem West-Iran verglichen hatte, postuliert, dass die Bewegungen der Kura-Araks-Gruppe nicht als Massenmigration stattfanden, sondern in verschiedenen Wellen zu unterschiedlichen Zeiten erfolgten. Die Wanderungen setzten mit dem semipastoralen, transhumanten Nomadentum ein. Später entwickelten sich kleine Landwirtschaftsgruppen und wandelten sich in egalitäre Ackerbaugesellschaften (Rothman 2004). Möglicherweise war die Gesellschaft der Kura-Araks Kultur in kleinen, komplexen Häuptlingstümmern organisiert (Sagona 1984, Frangipane 2001; Batiuk 2005). Die Migrationsbewegungen fand vom Norden, vom transkaukasischen Ursprungsland in Richtung Süden, Westen, Südwesten, Südosten bis nach West-Iran, Zentral-Anatolien sowie bis in die Amuq-Ebene und die Levante statt (Sagona 2004). Die unlängst publizierte Dissertation von Batiuk (Batiuk 2005) befasst sich mit dem Verbreitungsmechanismus unter verschiedenen Aspekten wie das Geographische Informationssystem (GIS), um die Siedlungssysteme, Verhältnisse innerhalb der Siedlungsplätze, deren Lage in der geographischen Umgebung und alte Verkehrsverbindungen darzustellen. Er verglich auch Kura-Araks Keramik von Amuq-Ebene, Malatya und Nord-Jordan-Ebene typologisch, sowie Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen an den Keramik von Amuq-Ebene, Bayburt und Nord-Jordan und postuliert eine Erklärungsmodell für die Mechanismen der Kura-Araks-Expansion. Batiuk schlägt ein eklektisches Model vor, in dem alle bereits von anderen Autoren vorgeschlagenen Modelle wie Wirtschaft, Einfluss der Lebensart, Migration und Bildung der sozialen Identität mehr oder weniger als steuernden Faktoren für Expansion fungieren. Die Ausbreitung erfolgte in kleinen pastoralen Gruppen sowie durch Händler (Batiuk 2005; Rothman 2004). Bei letzten

spielte vermutlich die Entwicklung und Verbreitung der Metallurgie eine bedeutende Rolle (Sagona 1984).

Bei der Aufklärung des Kura-Araks-Phänomens wurde die archäometrische Methode bereits von Todd (Todd 1973) vorgeschlagen. Chazen & McGovern (1984) sowie Esse & Hopke (1986) führten archäometrischen Analysen an Khirbet Kherak Keramik (d.h. Kura-Araks Keramik) durch. Sowohl diese, als auch die Analysen von Mason & Cooper und Batiuk (Mason & Cooper 1999b; Batiuk 2005; ders. 2000) ergaben, dass die Kura-Araks Ware aus der Godin Tepe (Nordwest-Iran) Levante, der Amuq-Ebene und Bayburt lokal hergestellt und von der dort ansässigen Bevölkerung nicht verhandelt wurde. Dies bedeutet wiederum, dass die Bevölkerungsgruppen in diese Regionen eingewandert waren und ihre eigenen Keramiktraditionen weiterhin aufrechterhielten (Batiuk 2005).

In der vorliegenden Arbeit wurde die Kura-Araks-Keramik von Sos Höyük in Ost-Anatolien (siehe Abb.3.3) petrographisch und geochemisch untersucht. Sos Höyük stellt aufgrund seiner guten Stratigraphie und durch deren absolute Datierungen, sowie durch die ununterbrochene lange Siedlungsgeschichte vom Spätchalkolithikum bis in die Spätbronzezeit (ca. 3500-1500 v. Chr.), die der Kura-Araks-Keramiktradition entspricht (Sagona 2000), eine gute Grundlage für Interpretationen und weitere Aussagen dar und bietet eine gute Möglichkeit, die Keramiktradition in dieser Region archäometrisch zu erforschen. Die vorliegende Arbeit untersucht in erster Linie folgende Fragestellungen:

a- Wurden alle ausgewählten Keramik während des Spätchalkolithikums bis zur Spätbronzezeit aus lokalem Ton hergestellt oder gibt es verschiedene Perioden, in denen importierte Waren feststellbar sind? Wenn ja, zwischen welchen Regionen bestanden zu diesem Zeitpunkt Handelsbeziehungen?

b- Gibt es während der verschiedenen Perioden bevorzugte Tonquellen, die für die Herstellung von bestimmten Warentypen benutzt wurden?

c- Bestehen innerhalb der ausgesuchten Warentypen der Kura-Arak Kultur (Drab-, Proto-Kura-Araks-, Black Burnished- und Kura-Araks Ware, s. u.) und Perioden gemeinsame Merkmale in Bezug auf die Herstellungstechnik der verschiedenen Varianten?

Die Analysedaten wurden mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen (Batiuk 2005; Mason & Cooper 1999b) verglichen, um festzustellen, ob in Sos Höyük ähnliche Keramiktraditionen (z.B. Produktionsmuster, Herstellungstechnik) wie in der Amuq-Ebene und in Arslantepe/Malatya bestanden.

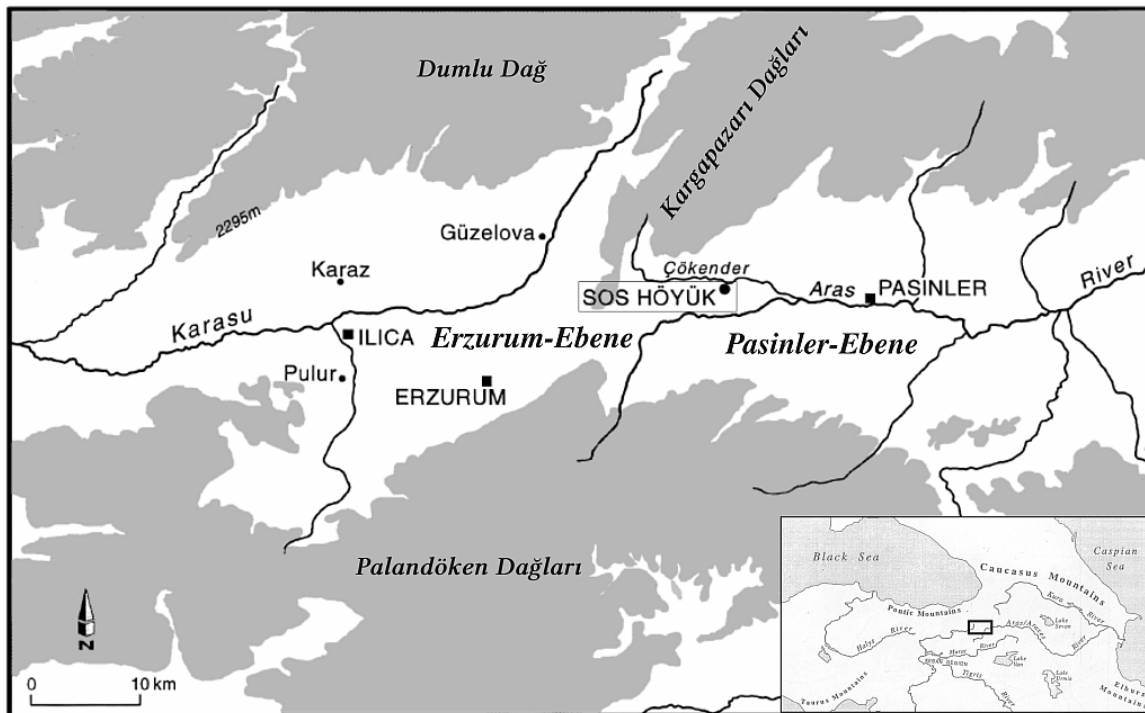


Abb. 3.3: Die Lage von Sos Höyük und einiger wichtiger Fundorte der Kura-Araks Kultur in der Erzurum-Ebene, der Pasinler-Ebene in Ost-Anatolien.

3.2. Probenauswahl und makroskopischen Merkmalen der Keramik

Für archäometrische Untersuchungen in Bezug auf die oben genannten Fragestellungen wurden insgesamt 39 Keramikfragmente aus Sos Höyük zusammen mit A. Sagona, dem Leiter des Ausgrabungsprojektes, ausgewählt. Die Proben sind mit Labornummer, Fundnummer und ihrer chronologischen Stellung in Anhang 7 aufgeführt. Von fünf der 39 Scherben aus Sos Höyük wird angenommen, dass es sich um lokale Produkte handelt (siehe Anhang 7, Tab.3.1). Sie dienen hier als Referenzmaterial sowohl bei den petrographischen, als auch bei den chemischen Vergleichen. Die Proben umfassen entsprechend der Fragestellung spätchalkolithische und frühbronzezeitliche bis spätbronzezeitliche Exemplare. Bei der Probenauswahl wurden auch diverse archäologische Merkmale der Kura-Araks Keramik wie Wandstärke, Form und Farbe berücksichtigt (zu den Eigenschaften der einzelnen Varianten s. u.).

3.2.1. Die Keramik aus Sos Höyük

Sos Höyük liegt ca. 40 km östlich der heutigen Provinzhauptstadt Erzurum in Ost-Anatolien (Abb.3.3). Die Ausgrabungen wurden in den Jahren 1998-2000 von einem Team der Universität Melbourne/Australien unter der Leitung von A. Sagona durchgeführt. Eine Zusammen-

fassung der archäologischen Eigenschaften der hier analysierten Keramikwarengruppe folgt unten (siehe auch Abb.3.4). Die Bestimmungsparameter stammen von Sagona (2000) und Sagona & Sagona (2004). Für die chronologische Gliederung von Sos Höyük siehe Anhang 3.

In der vorliegenden Arbeit wurden fünf verschiedene Typen der Kura-Araks Ware von der spätkalkolithischen bis zur mittelbronze-/spätbronzezeitlichen Periode ausgewählt, die sich archäologisch in Brenntechnik, Textur, Toneigenschaften, Oberflächenfarbe und Oberflächenbehandlung unterschieden. Hierbei handelt es sich um Drab-, Proto-Kura-Araks-, Black-Burnished-, Kura-Araks- und Dark Gritty Ware, sowie Bedeni Keramik (Abb.3.4). In Sos Höyük werden die dazugehörigen Schichten absolut in den Zeitraum von 3500/3300-3000 bis 1500 v. Chr. datiert (siehe auch Anhang 3). Bei der Bedeni Keramik handelt es sich typische Ware der so genannten „Früh-Kurgan Kultur“ oder Martkopi-Bedeni-Horizont, die als eigene kulturelle Einheit betrachtet wird und die Übergangphase zwischen der Kura-Arak Kultur und der mittelbronzezeitlichen Trialeti-Kultur darstellt (Gogadze 1972; Kushnareva 1997; Puturidse 2003). Ihre makroskopischen Eigenschaften lassen sich nach Sagona (2000) und Sagona & Sagona (2004) wie folgt zusammenfassen.

Drab Ware: In Sos Höyük erscheint in der Kulturschicht VA die Drab Ware (Abb.3.4) gemeinsam mit vier anderen spätkalkolithischen Waren, der Black Burnished Ware, Hard Orange (Sioni), Proto-Kura-Araks Ware (oder Proto-Early Transcaucasian Ware) und Thick Yellow-Slipped Ware. Insgesamt wurden drei Drab Keramikfragmente für Analysezwecke ausgewählt. Diese handgemachten Waren charakterisieren sich alle archäologisch durch eine graubraune Farbe und einen mit bloßem Auge erkennbaren hohen Anteil von nichtplastischen Einschlüssen (15-20 %). Die Oberfläche ist oft geglättet. Die Wandungsstärke variiert zwischen 0,9 und 1,2 cm und manchmal kann in der Matrix eine dreigeteilte Färbung (Sandwich-Struktur) beobachtet werden. Diese Ware ist bisher selten mit Ornamenten verziert gefunden worden.

Proto-Kura-Araks Ware: Die Scherben haben eine dunkle Grundtonfarbe, die aufgrund hoher Sandkonzentrationen in der Magerung oft bröckelig ist. Meist besitzen sie schwarze oder dunkelgraue, gut geglättete Oberflächen. Selten beobachtet man rotbraune, geglättete Außenseiten. Die Ware besitzt eine große Ähnlichkeit mit der typischen Kura-Araks Ware, weshalb sie auch als Proto-Kura-Araks Ware bezeichnet wird. Für die Analysen wurden insgesamt zwei Beispiele ausgewählt (Abb.3.4).



Abb. 3.4: Beispiele analysierter Fragmente der Kura-Araks Ware aus Sos Höyük (MBZ/SBZ: Mittel-/Spätbronzezeit).

Black Burnished Ware: Wie die anderen Waren ist die Black Burnished Ware (Abb.3.4) ebenfalls handgeformt. Sie zeigt ein hohes Maß an Herstellungsqualität. Die Keramik besitzt einen dichten Scherben mit relativ kleinen Einschlüssen (meist ca. 0,5 mm oder kleiner). Die Farbe ist relativ einheitlich, wobei dunkle braungraue Farbe dominiert. Die Oberflächen sind schwarz, oft gut poliert, und/oder geglättet. Die Ware ist selten mit Ornamenten verziert und wurde bei niedriger Temperatur gebrannt. Für die Analysen wurden insgesamt acht Proben ausgesucht.

Kura-Araks Ware (Early Trans-Caucasian) Prototype: Die typische Erscheinungsform dieser Variante ist die rote Innen- und die dünne schwarze Außerschicht. Eine weitere typische Eigenschaft ist die gut geglättete Oberfläche (Abb.3.4). Die Keramik beinhaltet Sandeinschlüsse, die ca. 15-20 % betragen. Die Wandungsstärke der Scherben beträgt 0,9-1,1cm. Man kann bei einigen dieser Exemplare diverse Verzierungen beobachten. Es wurde insgesamt fünf Scherben von Sos Höyük für die Untersuchungen ausgesucht.

Dark Gritty Ware: Grobe weiße Einschlüsse sind die typische Merkmale dieser Ware. Sie sind besser gebrannt und besitzen eine hellere Farbe als die andere Variante der Kura-Araks Ware. Typologisch sind jedoch der Standard Kura-Araks Waren ähnlich.

Bedeni Ware: Die Keramik der Bedeni-Phase zeichnet sich durch eine schwarze, sehr gut polierte Oberfläche aus, oft mit metallischem Glanz (Abb.3.4). Diese Keramik ist im Vergleich zur typischen Kura-Araks Keramik etwas feiner und verfügt über einen dichteren Scherben. In Sos Höyük kommen auch tiefbraun-graue Beispiele mit brauner Färbung an der Innenseite vor.

3.4. Überblick über die Geologie Ost-Anatoliens und die Erzurum-Region

Ost-Anatolien liegt zwischen der pontischen Gebirgszone im Norden und dem Ost-Taurus im Süden und bildet ein durchschnittlich ca. 2000 m hohes Plateau, das durch Becken unterschiedlicher Tiefe und verschiedene Täler stark gegliedert ist. Die Region besitzt einen vielfältigen geographischen Aufbau von schmalen und langen, sowie unterschiedlich orientierten Bergzügen, getrennt durch tiefe Täler und Hochflächen in verschiedenen Höhenlagen. Weite Gebiete sind von verschiedenen vulkanischen Gesteinen bedeckt (Innocenti *et al.* 1982; Yılmaz *et al.* 1987, ders. 1998), deren Alter vom Spätmiozän³ bis in das Quaternär datiert (Keskin *et al.* 1998; Keskin 2003).

Geologisch gesehen liegt Ost-Anatolien in der Kollisionszone der Arabischen Platte im Süden mit der Pontiden Zone im Norden. Es besteht aus mächtigen Sedimenten der Oberkreide bis Oberoligozäns, die sich in dem tiefen Meeresbecken des Neo-Tethys-Ozeans abgelagert haben (Abb.2.2) und zwischen abtauchenden ozeanischen und kontinentalen Krusten gezogen und zu einem so genannten Akkretionskeil (*East Anatolia Accretion Complex, EAAC*) verwalzt bzw. verknetet wurden (Şengör & Yılmaz 1981; Şengör *et al.* 2003). Über die

³ Für absolute Zeitangabe der geologischen Perioden siehe Anhang 3.

Mächtigkeit und den Entwicklungsmechanismus des EAAC gibt es unterschiedliche Ansichten, die in den letzten Jahren intensiv diskutiert wurden (für Details siehe z. B., Şengör & Kidd 1979; Şengör & Yılmaz 1981; Şengör *et al.* 2003; Dewey *et al.* 1986; Pearce *et al.* 1990; Keskin *et al.* 1998; Keskin 2003; Gök *et al.* 2000; Al-Lazki *et al.* 2003; Örgülü *et al.* 2003; Dhont & Chorowicz 2006).

Zeitgleich mit der Kollision der Arabischen mit der Euroasiatischen Platte im Mittelobermiozän setzten in Ost-Anatolien Neotektonik und Erhebungsregime ein, begleitet von Vulkanaktivitäten (Şengör & Yılmaz 1981; Şengör *et al.* 1985; Şaroğlu & Yılmaz 1986). Die Region wurde von Kompressionsregimen mit Erhebungen (Şengör & Kidd 1979; Şaroğlu & Yılmaz 1986), oder aber von strike-slip-Deformationsregimen dominiert (Barka & Kadinsky-Cade 1988; Jackson 1992; McClusky *et al.* 2000; Koçyiğit *et al.* 2001). Die Region ist heute noch tektonisch aktiv (Şengör & Kiddl 1979; Pearce *et al.* 1990).

Das Erzurum-Pasinler Becken, in denen Kura-Araks Siedlungen, wie Sos Höyük, Karaz, Plur und andere liegen (Abb.3.3), erstreckt sich in ost-westlicher Richtung. Vor dem Pliozän bildeten diese Senkungen (auch das östlich gelegene Horosan-Becken) ein gemeinsames Becken, die später durch Erhebungen, bedingt durch neotektonische Vorgänge im Pliozän, voneinander getrennt wurden (Şaroğlu & Yılmaz 1986). Diese Becken, die in der Literatur als „Erzurum-Pasinler-Horasan-Becken“ bekannt sind (das Horasan-Becken wird hier nicht berücksichtigt), werden von bis zu 3150 m hohen Bergen umgeben.

In Ost-Anatolien befinden sich in der Umgebung von Erzurum und dem Pasinler-Becken folgende aufgeschlossene Gesteine, die hier stratigraphisch von unten nach oben, vorgestellt werden: Gesteine von der ozeanischen Kruste des Neo-Tethys (Ophiolite, d. h. ultra mafische Gesteine), die im Süden des Beckens auf dem Palandöken Dağı aufgeschlossen sind, untermiozäne marine Kalkablagerungen (Hanesdüzü Formation); mittel-obermiozäne Mergel (Mescitli Formation). Auf diese Gesteine folgen obermiozäne kontinentale Sandsteine und Konglomerate, sowie pliozäne Sandsteine, Konglomerate, Ton und mergelige Ablagerungen. Sie überdecken die älteren Sedimente mit einer Diskordanz. Diese älteren Abfolgen werden schließlich von pliozänen-quartären Vulkaniten überdeckt (Şaroğlu & Yılmaz 1986). Vorherrschende Gesteine in der Umgebung von Erzurum und dem Pasinler-Becken sind junge Vulkanite, die mehr als die Hälfte der Oberfläche dieser Region überdecken (Abb.3.5). Diese Vulkanite nehmen in der vorliegenden Arbeit einen besonderen Stellenwert ein, da sie den Hauptlieferant des terrigenen Materials (Tonablagerungen) von Erzurum und des Pasinler-Becken darstellen. Keskin *et al.* (1998) und Keskin (2003) haben diese vulkanischen Gestei-

ne eingehend untersucht und verschiedene Areale der Vulkanite unterschieden, die hier nur für die in der Arbeit relevanten Areale im Folgenden kurz vorgestellt werden.

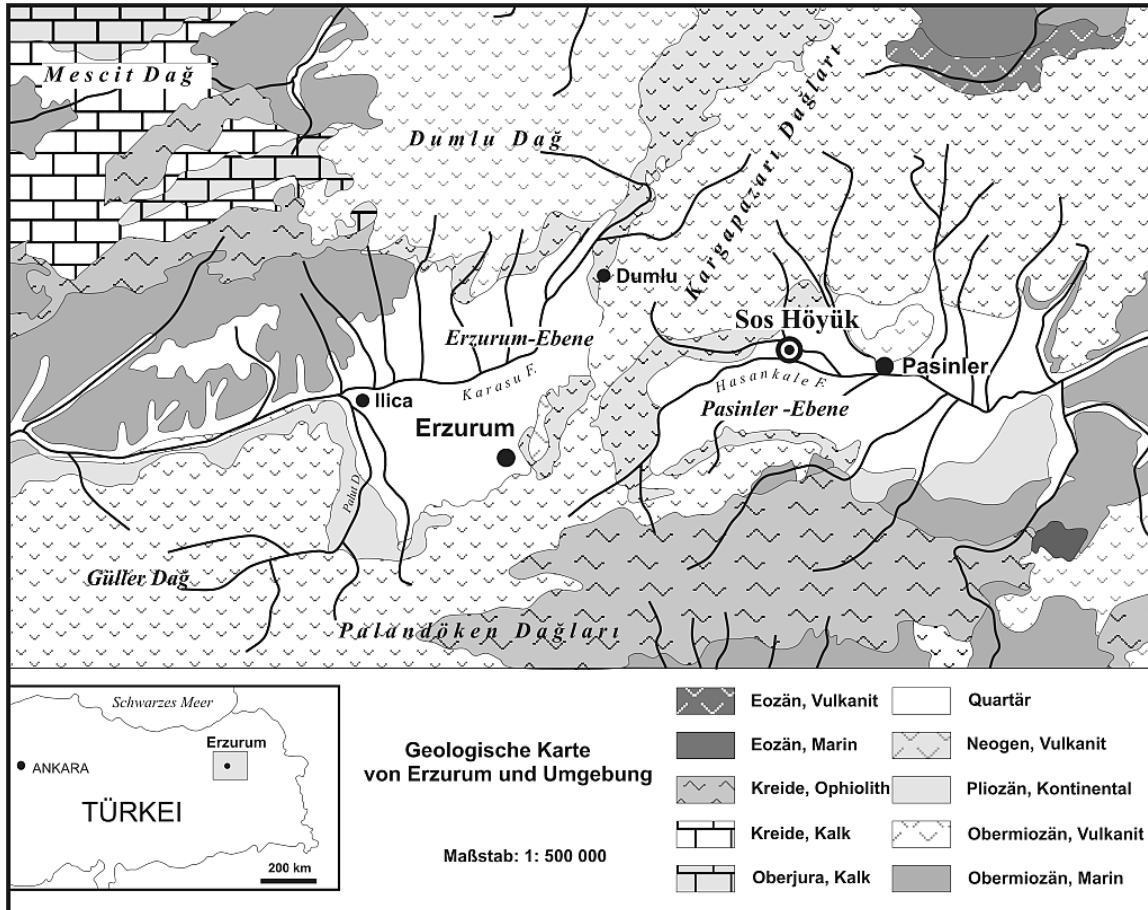


Abb. 3.5: Geologische Übersichtskarte von Erzurum und Umgebung (nach der geologischen Karte von Maden Tetkik ve Arama-MTA).

Dumludağ Bereich (*Mt. Dumlu Area*): Die Vulkanite aus der Region nordöstlich des Erzurum Beckens, in der sogenannten Dumludağ area, bestehen aus epiklastischem, verglastem Tuff (Basalt-Tuff), Dacitlava sowie aphyrischem und porphyrischem Andesit.

Kargapazari Bereich (*Mt. Kargapazari Area*): Die Vulkanite, die im Kargapazari Bereich (Kargapazari Dağları) aufgeschlossen sind, d. h. in der Region nordöstlich von Erzurum und nordwestlich der Pasinler-Ebene, beginnen stratigraphisch mit obermiozänen Vulkaniten der Norman Gruppe, die aus epiklastischem und verglastem Tuff (basaltisch), sowie aus schwarzem Ignimbrit (Karapınar Formation) bestehen. Darauf folgen obermiozän-pleistozänen Andesite und Dacite der Güngörmez Formation. Diese werden von Amphibol führenden, porphyrischen Lavas überdeckt. In Kargapazari, wie auch in anderen Bereichen, bilden die

Olivin führenden basaltischen Andesite und Andesite der Kargapazarı Formation stratigraphisch die obersten Einheiten.

Pasinler Bereich (*Mt. Pasinler Area*): Im Norden der Pasinler-Ebene treten ebenfalls obermiozäne vulkanosedimentäre Abfolgen der Norman-Gruppe auf, die von schwarzem Dacit überdeckt, gefolgt von Basaltpuff Abfolge, aus pyroklastischen Flows (graue und weiße Ignimbirite) bestehen. In geringer Verbreitung kommen mafische Vulkanite und Lavas mit intermediärer chemischer Affinität, sowie Plagioklas reiche pyroklastische Flows vor. In den oberen Schichten sind pyroklastische Abfolgen der Kargapazarı Formation aufgeschlossen. Daneben treten auch Dacit-Ryholith Lavas und Ignimbirite der Ardılıç Dağ Formation auf. Die stratigraphisch oberste Abfolge besteht aus pliozänen detritischen Sedimenten der Aras Formation, die vulkanische Einheiten überdecken, welche dann in quartäre alluviale Ablagerungen der Passinler-Ebene übergehen.

Die Dränagesysteme und die Geologie in der Umgebung von Erzurum und dem Pasinler Becken lassen erkennen, dass die vulkanischen Gesteine hauptterrigenes Material für die rezente Beckenfüllung, d. h. die lokalen Tonablagerungen, darstellen und daher bei den Keramikanalysen in der vorliegenden Arbeit von Bedeutung sind.

3.5. Ergebnisse

3.5.1. Petrographische Analysen

Petrographische Untersuchung wurde an 31 Dünnschliffen (drei Drab-, zwei Proto-Kura-Araks-, sieben Black Burnished-, acht Kura-Araks-, fünf Dark Gritty und sechs Bedeni Ware) von ausgesuchten Keramikfragmenten und fünf Referenzproben (lokal hergestellte mittelbronze-, spätbronzezeitliche Keramikfragmente) durchgeführt. Die Untersuchung zeigt, dass alle Keramik feine und grobe Gestein- und mineraleinschlüsse (Silt bis Grobsand) beinhalten. Haupteinschlüsse sind vulkanische Gesteinsfragmente wie Dacit, Andesit-Trachyt, vulkanisches Glas (sowohl frische als auch vollständig alterierte Fragmente), Basalt, und Mineralfragmente wie Plagioklas, Pyroxen, Olivin und Quarz, die 7 bis 35 % des Scherbens ausmachen (Abb.3.6). Kalkfragmente waren nur in einzelnen Keramikproben festzustellen (s. u.: petrographische Gruppe 4). In sehr wenigen Keramikbeispielen kann man auch einzelne Biotit- und Amphibolfragmente beobachten. Dacit, vulkanisches Glas, Andesit-Trachyt, Plagioklas, mafische Mineralfragmente (Pyroxen, Olivin) und Quarzfragmente kommen in allen hier untersuchten Beispielen vor. Der Anteil von Plagioklas liegt bei 2-4 %, in Einzelbeispielen

len bis zu 5 %. Die mafischen Minerale Olivin und Pyroxen sind in allen Keramikproben in einer durchschnittlichen Konzentration von 1-2% vertreten.

Anhand von Einschlussarten wie Basalt, Dacit, Andesit-Trachyt, Kalkfragmenten und ihres prozentualen Anteils lassen sich innerhalb der Keramik vier petrographische Gruppen wie folgt differenzieren (PG-1 bis 4, siehe Abb.3.6 und Tab.3.1). Gruppierungsmerkmale sind hierbei Andesit-Trachyt, Basalt, alteriertes und frisches vulkanisches Glas (s. u.), sowie Kalkfragmente und Anteile von Dacitfragmenten. Im Folgenden werden diese petrographischen Gruppen hinsichtlich ihrer Eigenschaften vorgestellt.

3.5.1.1. Petrographische Gruppe 1 (PG-1)

Insgesamt 15 Keramikfragmente unterscheiden sich aufgrund ihrer petrographischen Eigenschaften von den anderen Beispielen und bilden somit eine Gruppe, die hier als petrographische Gruppe 1 (PG-1) bezeichnet wird (Abb.3.6, Bilder a und b, Tab.3.1). Die Haupteinschlüsse in dieser Gruppe sind die vulkanischen Gesteinsfragmente Andesit-Trachyt, Dacit, vulkanisches Glas und Mineralfragmente wie Plagioklas, Quarz, Pyroxen und Olivin. Das Unterscheidungsmerkmal dieser Gruppe ist der leicht hohe Anteil von Andesit-Trachyt, sowie die insgesamt geringere Korngröße sowie der prozentuale Anteil der Einschlüsse im Vergleich zu den anderen Gruppen wie PG-2 (s. u.). Basaltfragmente, die in anderen Gruppen vorkommen (PG-2), fehlen in der Regel bei dieser Gruppe. Sie sind nur als einzelne Körner in einigen Beispielen, z .B. bei der Probe S-23, vorhanden.

Andesit-Trachyt (A-tc): Die Andesit-Trachytfragmente lassen sich aufgrund ihrer typischen Trachyt-Struktur erkennen (Abb.3.6 Bild b). Diese charakteristische Struktur erlaubt es, auch relative kleine Trachytfragmente (um 0,2 mm) zu identifizieren. Die Körner sind meist abgerundet und besitzen eine geringe Kugeligkeit. Ihre Rundung weist darauf hin, dass sie hydraulisch transportiert wurden. Da sich teilweise aber auch eckige Kornformen finden, dürften die Transportwege nicht sehr weit gewesen sein. Dies, wie unten vorgestellt wird, ist ebenfalls bei anderen Einschlüssen wie Basalt und Dacit zu beobachten. Die durchschnittliche Korngröße der Einschlüsse liegt bei ca. 0,2-0,5 mm, seltener bei bis zu 0,8 mm. Ihr prozentualer Anteil in der Keramik liegt bei 2-5 % (± 2).

Dacit (Dc): Dacit zeigt eine porphyrische Struktur (siehe Abb.3.6, Bild b). Wie bei Andesit-Trachyt sind die Körner meist abgerundet und besitzen eine niedrige Kugeligkeit. Die Korngröße variiert von 0.2 mm bis 0.8 mm mit einem Durchschnittswert von 0.3-0.4 mm (einzelne Körner bis 2.5 mm wurden auch beobachtet, so z.B. S-2). Der prozentuale Anteil der Da-

citeinschlüsse liegt zwischen 2-5 %, wobei einzelne Beispiele (S-28B) bis 9 % reichen. Die Körner sind meist frisch (nicht alteriert), vereinzelt kommen aber auch alterierte Körner vor.

Vulkanisches Glas (Vg): Vulkanisches Glas charakterisiert sich durch isotropische optische Eigenschaften und erscheint daher unter dem Mikroskop in dunkelgrau-schwarzer Farbe. Da es den bei Dünnschliffen verwendeten Epoxydharz ähnelt, ist es oft schwierig zu identifizieren und mengenmäßig zu bestimmen. Dennoch lässt es sich aufgrund seiner glasigen Fließstruktur unter linear polarisiertem Licht, das einige Körner erkennbar macht, bestimmen. Die Fragmente treten sowohl als angerundete Körner mit hoher Kugeligkeit auf, als auch als scharfkantige Fragmente mit sehr geringer Kugeligkeit. Der Gesamtanteil des vulkanischen Glases variiert zwischen 1-4 %.

Plagioklas (Pl): Plagioklasfragmente kommen in allen Keramikproben von Sos Höyük vor. Die Körner sind meist von eckiger Form. Ihre Korngrößen sind in der PG-1-Gruppe meist kleiner als Andesit-Trachyt- und Dacitfragmente und sind durchschnittlich 0,2-0,4 mm groß. Vereinzelt treten auch Körner bis zu 0,7 mm Größe auf. Plagioklas kommt als feines siltgroßes Fragment auch in der Grundmasse vor. Sein Anteil lässt sich aufgrund der feinen Fragmente in der Grundmasse nicht genau abschätzen, aber man kann einen Anteil zwischen 1-5 % beobachten. Anders als bei Andesit-Trachyt- und Dacitfragmenten, die zum Teil eine eckige Kornform besitzen, weist dies darauf hin, dass sie nicht transportiert wurden, bzw. ihr Transportweg zur Ablagerungsstelle kurz gewesen sein muss. Bei dem Ursprungsgestein handelt es sich wohl um in der Keramik vorkommende vulkanische Gesteine, wie Dacit und Andesit-Trachyt. Die oszillierend zonierte Zwillingsstruktur an einigen groben Plagioklaskörnern, die man ebenfalls mitunter in Dacitfragmenten beobachtet, bestätigt ihren genannten vulkanischen Ursprung.

Quarz (Qz): Quarzfragmente kommen in geringen Mengen (bei 1-3 %) in allen Proben vor. Die Körner sind meist eckig, ihre Korngröße liegt wie bei Plagioklas zwischen 0,2-0,3 mm, bei einzelnen Beispielen bei 0,7 mm. Alle beobachteten Quarzkörner zeigen eine einheitliche Auslöschung, d. h. sie sind magmatischen Ursprungs.

Pyroxen (Px) und Olivin (Ol): Wie Plagioklas und Quarz sind die Pyroxen- und Olivinfragmente in allen Proben vorhanden. Ihr Anteil ist jedoch geringer als der des Plagioklases und liegt durchschnittlich bei 1-2 %. Die Körner kommen sowohl angerundet, als auch eckig vor. Es handelt sich offensichtlich um Derivate von vulkanischen Gesteinen. Neben den oben vorgestellten Einschlüssen, kommen in der Keramik der Gruppe PG-1, wie in den anderen Gruppen der Kura-Araks-Ware und allgemein in tonigen Sedimenten, typische opa-

ke Bestandteile (Fe-OH Minerale) vor. Ihr Anteil lässt sich aufgrund des ähnlichen Farbtons mit der Grundmasse (jeweils Dunkelbraun oder Schwarz) schwer bestimmen. Dennoch man kann einen prozentualen Anteil von bei 7-10 % abschätzen.

Abgesehen von einzelnen Beispielen, zeigen die Einschlüsse eine seriale Kornverteilung. Zwei Drittel der Keramik der Gruppe PG-1 weisen zwei Farbzonen auf, eine schwarze Außen- und eine rote innere Zone, die auch mikroskopisch erkennbar sind. Die Grundmasse der schwarzen Matrixphase erscheint unter dem Mikroskop bei gekreuztem Polarisator und linear polarisiertem Licht dunkel, der makroskopisch rote Teil zeigt eine tiefbraune Färbung.

Die Keramikbeispiele, die hier als petrographische Gruppe 1 zusammengefasst wurden, beinhalten verschiedene Varianten der Kura-Araks-Ware von der spätkalkolithischen bis zur spätbronzezeitlichen Epoche (siehe Tab.3.1). Dies weist darauf hin, dass man ähnliche Tonquellen, im Spätkalkolithikum, in der Früh-, Mittel- und Spätbronzezeit zur Herstellung verschiedener Varianten der Kura-Araks Ware, nämlich die Proto-Kura Araks-, Black Burnished-, Kura-Araks-, Bedeni- und Dark Gritty Ware verwendet hat (siehe Tab.3.1).

3.5.1.2. Petrographische Gruppe 2 (PG-2)

Sechs der ausgesuchten Keramikproben aus Sos Höyük bilden aufgrund ihrer petrographischen Eigenschaften eine eigene Gruppe, die petrographische Gruppe 2 (PG-2). Ihre Haupteinschlüsse sind Basalt, Dacit, Andesit-Trachty, vulkanisches Glas, Plagioklas, mafische Mineralfragmente, sowie Pyroxen, Olivin und Quarz (Abb.3.6, Bilder c und d, Tab.3.1). Die Beispiele dieser Gruppe unterscheiden sich von PG-1 durch das Auftreten von groben Basaltfragmenten, einem leicht höheren Anteil von Dacitfragmenten, sowie insgesamt einem niedrigeren Andesit-Trachytanteil. Die Einschlüsse sind auch insgesamt gröber als bei PG-1 und zeigen hiatale und subhiatale Kornverteilungen. Im Vergleich zu PG-1 besitzt die Keramik der Gruppe PG-2 zudem eine dicke Wandungsstärke. Einen weiteren Unterschied stellt der hohe Porenanteil dar, der bis zu 20 % erreicht (z. B. S-19). Die Poren besitzen meist eine längliche und offene Form. Die Keramikproben dieser Gruppe besitzen z. T. eine tiefbraune Färbung, wobei bei Beispielen eine braunrote und eine schwarze Zone zu beobachten ist.

Basalt (Bs): Die Basaltfragmente treten in der Gruppe PG-2 meist als grobe Körner auf, die z. T. eine Größe von bis zu 2,5 mm erreichen, kommen aber auch als kleine Fragmente mit 0,3-0,4 mm vor. Die Körner sind angerundet und haben meist eine geringere Kugeligkeit, die auf ähnliche Transportsysteme wie bei den vulkanischen Gesteinsfragmenten der Gruppe PG-1 hinweisen. In der Regel weisen die Basaltfragmente selbst keine Alteration auf, es er-

scheinen nur vereinzelt alterierte Körner. Der Anteil der Basaltfragmente variiert von 2-5 % (± 2).

Dacit (Dc): Ähnlich wie in der Gruppe PG-1 kommen auch hier Dacitfragmente mit porphyrischer Struktur vor, was auf den gleichen Ursprung hinweist. Die Körner sind hier grob, so dass sie in einzelnen Fällen eine Größe von bis zu 2,2 mm erreichen. Der Anteil ist höher als bei PG-1 und liegt zwischen 4 und 9 %. Bei einigen Fragmenten beobachtet man starke Alteration, die in der PG-1 Keramik selten vorkommt.

Andesit-Trachyt (A-tc): Die in der Gruppe PG-1 vorkommenden Andesit-Trachytfragmente mit typischer Trachyt-Struktur treten in ähnlicher Form, d. h. abgerundet und mit geringer Kugeligkeit, in den Beispielen der Gruppe PG-2 auf. Es handelt sich hier um Andesit-Trachyte, die aus dem gleichen Ursprungsgebiet stammen wie die der Gruppe PG-1, ihr prozentualer Anteil ist jedoch geringer und liegt zwischen 1-2 %.

Vulkanisches Glas (Vg): Hierbei handelt es sich um das gleiche vulkanische Glas wie bei der Gruppe PG-1. Es zeigen sich gleiche petrographische Eigenschaften, so dass der gleiche Ursprung angenommen werden kann. Der Anteil ist hier jedoch etwas geringer und liegt zwischen 1 und 2 %.

Mineralische Einschlüsse: Bei den Mineralfragmenten Plagioklas, Pyroxen, Olivin und Quarz erkennt man zu denen der PG-1 Keramik keine Unterschiede in Form, Anteil, Korngröße und Kornverteilung. Hier kommen auch feine Plagioklasfragmente in der Keramikgrundmasse vor. Nur in einzelnen Keramikproben treten grobe Körner mit oszillierend zonierte Zwillingsstruktur auf, die eine typische optische Eigenschaft von Plagioklas darstellt. Ähnliche Kristalle sind hier auch in einzelnen groben Dacitfragmenten zu beobachten.

Das Vorhandensein von Basaltfragmenten, die hohen Dacitanteile und die geringen Anteile von Andesit-Trachytfragmenten weisen darauf hin, dass man zur Herstellung der Keramik der Gruppe PG-2 eine andere Tonquelle verwendet hat als für die Keramik der Gruppe PG-1. Basaltfragmente zeigen, dass im Dränagesystem der für die Gruppe PG-2 verwendeten Tone außer Dacit, Andesit-Trachyt und vulkanischem Glas auch Basaltgesteine aufgeschlossen sind. Auf der anderen Seite weisen die ähnlichen Einschlüsse dieser zweiten Gruppe, wie Dacit, Andesit-Trachyt, vulkanisches Glas und Plagioklas, sowie mafische Minerale und Quarz auf breitere Gemeinsamkeit der Geologie ihres Hinterlandes (PG-1 und PG-2), bzw. Ablagerungsbereich der Tonablagerungen mit etwas unterschiedlichem terrigenen Eintrag wie Basalt durch andere Dränagesystem hin (zur Herkunft s. u.).

Die Keramik der Gruppe PG-2 bestehen hier auch aus verschiedenen Varianten der Kura-Araks Ware, die Kura Araks-, Black Burnished-, Proto-Kura-Arask- und Drab Ware, die alle zur spätchalkolithischen Periode gehören (Tabl.3.1). Die groben Einschlüsse der PG-2-Keramik, wie Basalt und teilweise Dacit, die mit einem geringen Anteil in der Keramikgrundmasse hiatal und sub-hiatal verteilt sind, kann man als einen Hinweis auf eine Magerung des Rohtons bewerten. Der Großteil der Keramik dieser Gruppe ist eine grobe Ware mit dicken Wandungen. Die Poren besitzen ebenfalls häufig eine offene und längliche Form. Ihr Anteil liegt in der Regel zwischen 10 und 15%, erreicht aber z. T. bis zu 30 %.

3.5.1.3. Petrographische Gruppe 3 (PG-3)

Insgesamt acht Keramikfragmente beinhalten Einschlüsse, die unter dem Mikroskop durch eine schwarze, undurchsichtige (opake) Erscheinung charakterisiert sind (Abb.3.6, Bild e). Es handelt sich hierbei um vollständig alterierte vulkanische Glasfragmente. Solche Einschlüsse kommen in anderen Gruppen nicht vor und sind daher als Charakteristikum einer weiteren Gruppe zu sehen, der petrographischen Gruppe 3 (PG-3, siehe Abb.3.6 Bilder e und f, Tab.3.1). Weitere Einschlüsse bestehen aus Dacit, Andesit-Trachyt, Basalt, frischem (d. h. nicht alteriertem) vulkanischem Glas, Plagioklas, Pyroxen, Olivin und Quarz. Bei diesen Einschlüssen handelt es sich um die gleichen Gesteinsfragmente bzw. Mineralfragmente, wie sie auch in anderen Gruppen vorkommen.

Die zur Gruppe PG-3 gehörende Keramik zeigt z. T. starke Schwankungen in der Korngröße und im Anteil der Einschlüsse. Die Körner variieren von feinem bis sehr grobem Sand (0,12-0,2 mm). Der Gesamtanteil der Einschlüsse liegt etwa bei 8-14 %. Es gibt jedoch auch Beispiele, in denen der prozentuale Anteil bis zu 38 % erreicht (z. B. S-36), hier handelt es sich meist um grobe Keramik. Es kommen einzelne relativ feine Beispiele vor, vergleichbar mit der Keramik der Gruppe PG-1. Gemeinsame Eigenschaften der Einschlüsse lassen sich folgendermaßen darstellen:

Alteriertes vulkanisches Glas (Avg): Wie bereits erwähnt, handelt es sich hierbei um vollständig alterierte Glasfragmente (Abb.3.6, Bild e). Sie sind häufig abgerundet und besitzen eine geringe Kugeligkeit. Die Körner können eine Größe von bis zu 2 mm erreichen, die Mehrzahl besitzt jedoch eine Korngröße von 0,3-0,6 mm. Die Fragmente treten auch als feine Körner in der Grundmasse auf. Ihr Anteil variiert stark und macht in einigen Beispielen bis zu 30 % des gesamten Keramikkörpers aus.

Dacit (Dc): Dacitfragmente weisen hinsichtlich der petrographischen Eigenschaften keine Unterschiede zu Keramikproben der anderen Gruppen auf, was auf den gleichen Ursprung hinweist. Ihr Anteil in der Keramik variiert zwischen 2 und 8 %.

Andesit-Trachyt (A-tc): Bei diesen Einschlüssen erkennt man auch hier keine petrographischen Unterschiede zu anderen Gruppen. Ihr Anteil ist jedoch geringer und liegt bei 1-2 %.

Vulkanisches Glas (Vgs): Neben vollständig alterniertem vulkanischen Glas (Avg) kommt, wie in der oben vorgestellten Gruppe 2, in der Keramik auch frisches vulkanisches Glas vor. Es handelt sich hierbei um Material mit den gleichen petrographischen Eigenschaften, also gleichen Ursprungs. Der Anteil liegt bei 2-4 %.

Basalt (Bs): Bei einigen Beispielen der Gruppe PG-3 (z. B. S-20 und S-15) beobachtet man Basaltfragmente in geringen Mengen von 1-2 %, die die gleichen petrographischen Eigenschaften wie bei Gruppe PG-2 zeigen, was wiederum auf den gleichen Ursprung hinweist.

Mineraleinschlüsse: Die zu PG-3 zählende Keramik beinhaltet zudem Plagioklas, Pyroxen, Olivin und Quarzfragmente, die hinsichtlich ihrer petrographischen Eigenschaften mit der Keramik der anderen Gruppen vergleichbar ist und somit gleichen Ursprungs sind. Der Anteil von Plagioklas liegt bei 2-4 %.

Vor allem das Vorkommen von stark alteriertem vulkanischen Glas (Avg) weist darauf hin, dass man zur Herstellung der zur PG-3 gehörenden Keramik von Sos Höyük eine andere Tonquelle verwendet hat, als für die Keramik der oben genannten Gruppen. Die gemeinsamen Einschlüsse, wie Andesit, Trachyt, Basalt und Plagioklas sprechen andererseits für eine regionale Gemeinsamkeit (zur Herkunft der Ware s. u.), bzw. eine ähnliche Geologie des Einzugsgebietes der Rohstoffe mit etwas unterschiedlichen Dränagesystemen, in dem vulkanisches Glas mit starken Alterationen aufgeschlossen sind. Diese Tonquellen wurden durch alle Epochen vom Spätchalkolithikum bis zur Mittel-/Spätbronzezeit verwendet (Tab.3.1). Sie wurde auch für verschiedene Keramikvarianten der Kura-Araks Kultur benutzt. Die Keramik dieser Gruppe charakterisiert sich makroskopisch durch ihre grobe und dicke Wandung sowie durch eine schlechte oder z. T. fehlende Oberflächenbehandlung (Glättung).

3.5.1.4. Petrographische Gruppe 4 (PG-4)

Die Proben S-9 und S-14 unterscheiden sich aufgrund des Vorkommens mikritischer Kalk-einschlüsse von den anderen petrographischen Gruppen, in denen solche Kalkfragmente nicht beobachtet wurden (Abb.3.6 Bilder g und h, Tab.3.1). Abgesehen von dieser Besonderheit beinhalten diese zwei Beispiele die gleichen Gesteins- und Mineralfragmente, wie sie bei

den anderen Gruppen beobachtet wurden, und weisen hinsichtlich der Korngröße, dem Anteil der Einschlüsse sowie der Eigenschaften der Grundmasse Ähnlichkeiten zur Keramik der Gruppe PG-1 auf. Auch in Bezug auf die makroskopischen Merkmale, die Feinheit der Ware und die Oberflächenbehandlung ist Gruppe PG-4 mit Gruppe PG-1 vergleichbar. Die petrographischen Eigenschaften der Einschlüsse Dacit, Andesit-Trachyt und Basalt sowie der Mineralfragmente Plagioklas, Pyroxen, Olivin und Quarz zeigen auch hier vergleichbare Eigenschaften wie sie bereits oben vorgestellt wurden. Der Anteil von Dacit liegt bei 5 %, der von Andesit-Trachyt bei 2-3 %, bei vulkanischem Glas bei 1 % und bei Plagioklas bei 4 %. Die Keramik beinhaltet geringfügig Basaltfragmente (≤ 1 %). Der Gesamtanteil der Einschlüsse liegt zwischen 13 und 16 %. Die Poren sind meist geschlossen, ihr Anteil liegt bei 8-18 %. Das Vorkommen von Kalkfragmenten, die einen prozentualen Anteil von 4 % ausmachen, weist auf andere Tonquellen der Keramik hin. Die ähnlichen Einschlüsse der vulkanische Gesteine bzw. Mineralfragmente sprechen dagegen dafür, dass die Tonablagerung bzw. das Einzugsgebiet der Tonablagerungen in etwa in der gleichen Region liegt (gleiche Herkunft, s. u.), oder dass lediglich in ihrem Dränagesystem außer den oben genannten Gesteinen auch Kalksteine vorkommen.

Die Keramikfragmente von PG-4 gehören zu unterschiedlichen Perioden und Varianten der Kura-Araks Ware. Bei der Probe S-9 handelt es sich um spätkalkolithische Black Burnished Ware, bei der Probe S-14 handelt um mittelbronzezeitliche Kura-Araks Ware (siehe Tab.3.1).

Die oben vorgestellte petrographische Analyse gibt einige Auskünfte über die Keramiktradition der Kura-Araks Kultur vom Spätkalkolithikum bis zur Mittel-/Spätbronzezeit in Sos Höyük in Ost-Anatolien. Im Allgemeinen charakterisiert sich der Rohstoff der Kura-Araks Waren aus Sos Höyük durch einen hohen Anteil an vulkanischen Fragmenten. Der verwendete Rohstoff war nicht sehr fein, zum Teil sogar sehr grob. Beim Rohstoff der Keramik handelt es sich scheinbar um Verwitterungsprodukte von vulkanischen Gesteinen wie Dacit, Andesit-Trachyt, vulkanischem Glas und Basalt. Die geringe Tonqualität, sowie ein hoher Anteil von groben und feinen Einschlüssen in der Scherbe (Ton) weisen darauf hin, dass die Tone unter relativ niedrigen energetischen Sedimentationsbedingungen abgelagert wurden. Die abgerundete Kornform und die niedrige Kugeligkeit, sowie z. T. vorkommende eckige Fragmente kann man als Hinweise auf die geringen Transportwege bewerten.

Tab. 6.1: Tabellarische Darstellung der vier petrographischen Gruppierungen der Kura-Araks Ware aus Sos Höyük sowie den Vergleichsproben. Abkürzungen, PG: petrographische Gruppe; Dc: Dacit, A-tc: Andesit-Trachyt, Vg: vulkanisches Glas, Bs: Basalt, Avg: alteriertes vulkanisches Glas, Km: mikritischer Kalk; Qz: Quarz; Pl: Plagioklas, Pr: Poren, Gea: Gesamter Anteil der Einschlüsse (+ entspricht ca. 2 %). SCZ: Spätchalkolithikum. FBZ: Frühbronzezeit, MBZ: Mittelbronzezeit, SBZ: Spätbronzezeit.

PG	Periode	Lab-Nr.	Ware	Dc	A-tc	Vg	Bs	Avg	Km	Pl	Pr %	Gea%	
PG-1	MBZ- SBZ	S-37	Dark Gritty	+++	+	+	--	--	--	+	10	16	
		S-35		+++	++	++	--	--	--	++	15	20	
		S-31	Bedeni	+	+	+	--	--	--	+	7	11	
		S-26		+	++	+	--	--	--	+	8	14	
	MBZI	S-4	Kura-Araks	+	++	+	<1	--	--	+	7	13	
	FBZII	S-28B	Bedeni	++++	++	+	--	--	--	+	6	17	
		S-28A		++	++	++	--	--	--	+	8	16	
	SCZ.		S-41	Kura-Araks	++	++	++	--	--	--	++	10	19
			S-22		+	+	+	--	--	--	+	10	12
			S-21		+	+	+	--	--	--	+	6	7
			S-23	Black Burnished	++	++	+	<1	--	--	++	7	18
			S-13		+	+	+	--	--	--	+	5	10
			S-12		+	+	+	--	--	--	+	10	10
			S-7		+	++	+	--	--	--	+	8	10
	S-8	Proto-Kura-Araks	++	+	+	--	--	--	++	7	14		
PG-2	SCZ	S-11	Kura-Araks	++	+	+	+	--	--	+	10	12	
		S-19	Black Burnished	++	+	+	++	--	--	+	30	14	
		S-6	Proto-Kura-Araks	+++	+	+	+	--	--	+	15	15	
		S-16	Drab	++	+	+	++	--	--	+	12	20	
		S-17		+++	+	+	++	--	--	+	10	16	
		S-18		+++	+	+	++	--	--	+	13	18	
PG-3	SBZ	S-32	Bedeni	+	+	+	--	+++ +++	--	+	12	35	
	MBZ- SBZ	S-36	Dark Gritty	+	+		<1	+++ +++	--	+	15	38	
		S-39		+++	+	+	<1	+	--	+	10	18	
	MBZII	S-5	L.G. Kura-Araks	+++	+	+	--	+++ +	--	+	10	26	
	MBZIII	S-24	Kura-Araks	+	+	++	--	++	--	++	8	12	
	FBZII	S-28C	Bedeni	+	+	+	--	+	--	++	8	12	
	SCZ	S-20	Kura-Araks	++	++	+	+	+	--	++	30	17	
S-15		Black Burnished	+	+	+	+	+++	--	+	9	19		
PG-4	MBZI	S-14	Kura-Araks	+	+	+	+	--	++	+	8	16	
	SCZ	S-9	Black Burnished	+	+	+	<1	--	++	+	15	13	

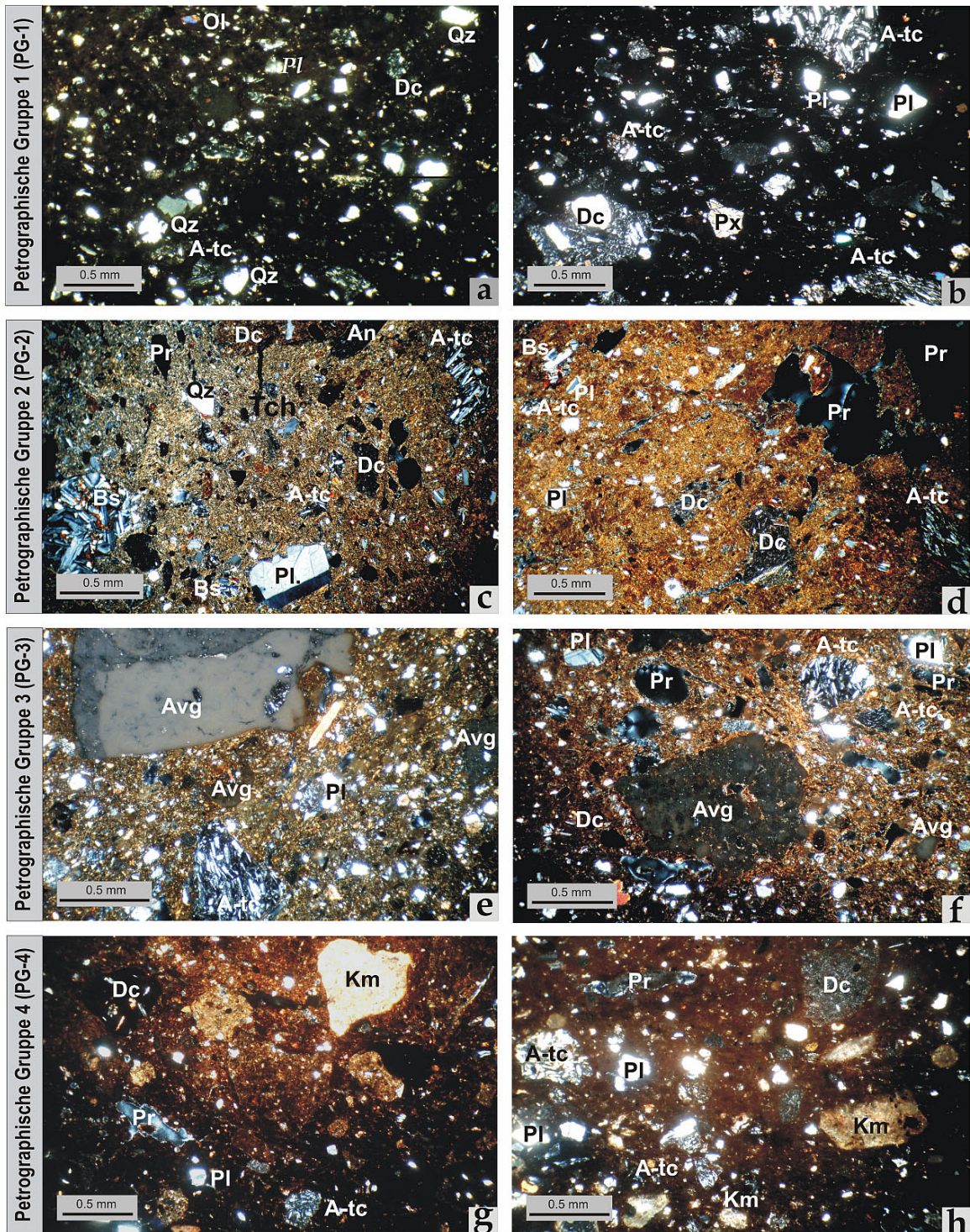


Abb. 3.6: Dünnschliffaufnahmen der Kura-Araks Ware aus Sos Höyük. Bild **a**: S-8 (Proto-Kura-Araks Ware), Bild **b**: S-35 (Dark Gritty, Mittelbronzezeit II), Bild **c**: S-16 (Drab Ware, Spätchalkolithikum), Bild **d**: S-11 (Kura-Araks Ware, Spätchalkolithikum), Bild **e**: S-15 (Black Burnished Ware, Spätchalkolithikum), Bild **f**: S-24 (Kura-Araks Ware, Frühbronzezeit III), Bild **g**: S-9 (Black Burnished Ware, Spätchalkolithikum), Bild **h**: S-14 (Kura-Araks Ware, Frühbronzezeit). Auf den Bildern erkennt man die Haupteinschlüsse Dacit (Dc), Andesit-Trachyt (A-Tc), alteriertes vulkanisches Glas (Avg), Basalt (Bs), Plagioklas (Pl), Quarz (Qz), mikritische Kalkfragmente (Km). Die Abkürzung Pr zeigt die Holräume an. (alle Abbildungen wurden unter gekreuztem Polarisator aufgenommen).

Die Analysen erlauben vier Tonquellen zu unterscheiden, die von der Kura-Araks Kultur für die Keramikproduktion vom Spätchalkolithikum bis in die Spätbronzezeit verwendet wurden. Die Analysen zeigen auch, dass man in allen Perioden identische Tonquellen für verschiedene Varianten der Kura-Araks Ware verwendet hat. Für die Herstellung gleicher Warentypen benutzte man auch verschiedene Tonquellen. So wurden z. B. für die Herstellung der spätchalkolithischen Black Burnished Ware Rohstoffe aus den verschiedenen Tonquellen der Gruppen PG-1, PG-2, PG-3 und PG-4 verwendet. Ähnliches gilt auch für die spätchalkolithische Kura-Araks Ware, die aus den Tonquellen von PG-1, PG-2 und PG-3 hergestellt wurde, sowie für die Bedeni Keramik. Dies zeigt, dass keine bestimmte Tonquelle für eine bestimmte Keramik bevorzugt wurde.

Obwohl sich Varianten der archäologisch gesehen gleichen Ware mit der gleichen Bezeichnung, in unterschiedliche petrographische Gruppen einordnen lassen, erkennt man anhand von makroskopischen Gemeinsamkeiten einen tendenziellen Zusammenhang der unter der gleichen petrographischen Gruppe zusammengefassten Keramik, wenn man die Beispiele der petrographischen Gruppe unabhängig von ihrer Benennung und chronologischen Einteilung betrachtet. So besteht z. B. die Keramik der Gruppe PG-1 überwiegend aus Scherben, die im Vergleich zu anderen Gruppen, wie PG-2 und PG-3, über eine deutlich besser geglättete Oberfläche verfügen, wobei z. B. die Beispiele von PG-3 eine schlechte Oberflächenbehandlung aufweisen. Die PG-1-Keramik besteht überwiegend aus Beispielen, die eine verhältnismäßig dünne Wandung besitzen (ausgenommen Probe S-31). Die PG-3-Keramik präsentiert sich hingegen überwiegend als dickwandige Keramik. Eine unterschiedliche Farbtiefe zwischen diesen zwei Gruppen lässt auch erkennen, dass die Keramik von PG-1 mehrheitlich eine schwarze Färbung hat, dagegen die der PG-3 Gruppe im Vergleich zu PG-1 eher helle Farbe aufweist. Vergleichbare Ähnlichkeiten beobachtet man zwischen den Beispielen der Gruppen PG-2 und PG-4.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der petrographischen Analyse mit den Ergebnissen der chemischen Analysen verglichen, um festzustellen, ob zwischen den petrographischen Gruppen und ihren chemischen Eigenschaften ein Zusammenhang besteht.

3.6. Chemische Analysen

Die ausgewählten Keramikfragmente aus Sos Höyük charakterisieren sich chemisch durch hohe SiO₂- (55-65 %) und Na₂O-Werte (2-3 %), mittelhohe Al₂O₃- (14-18 %), MgO- (2-3,5 %) und K₂O-Werte (2,5-3,5 %) sowie verhältnismäßig niedrige Fe₂O₃- (5-7 %), TiO₂- (0,7-1 %) und CaO-Konzentrationen (3-4 %). Die CaO-Werte einiger Beispiele erreichen bis zu 9

% (z. B. S-19). Insgesamt sind auch hohe Cr- (179 ppm), Sr- (292 ppm) und Zr- (183 ppm), sowie mittelhohe Ni-Werte (132) zu beobachten. Der Co- und Y-Gehalt liegt zwischen 20 und 30 ppm. Die Konzentrationen der sogenannten kompatiblen Element sind in den Waren insgesamt niedrig vertreten, z. B. Ba (448 ppm), Rb, (78 ppm), La (30 ppm) und Ce (57 ppm). Im Allgemeinen war der Rohstoff der Keramik kalkarm, wobei aber auch Tone mit mittlerem Kalkgehalt verwendet wurden. Ebenso zeigt die niedrige Al_2O_3 -Konzentration (ca. 15 %), dass der Tonanteil der Rohstoffe niedrig gewesen ist. Die Haupt- und Spurenelementzusammensetzungen der petrographischen Gruppen PG-1, PG-2, PG-3 und PG-4 wurden in verschiedenen Variationsdiagrammen miteinander verglichen, um festzustellen, inwiefern die petrographischen Gruppen mit ihren chemischen Zusammensetzungen bzw. Gruppen übereinstimmen.

Sowohl die Haupt- als auch die Spurenelemente zeigen häufig Streuungen in ihren Konzentrationen. Dies lässt sich auf die in der Keramik beobachteten Gesteins- und Mineraleinschlüsse zurückführen, die einerseits mit der lokalen Inhomogenität der verwendeten Tonablagerungen (Ablagerungsprozesse) zusammenhängen, z. T. aber auch mit der Magerung des Rohstoffes. Trotz dieser Streuungen innerhalb der chemischen Zusammensetzungen der Keramikproben lassen sie sich in chemische Gruppen einordnen, die den oben vorgestellten petrographischen Gruppen teilweise entsprechen.

In Abbildung 3.7 wurden ausgesuchte Haupt- und Spurenelemente der Keramikproben dargestellt. Für die Auswertung bzw. Darstellung wurden solche Elemente ausgewählt, die innerhalb derselben Gruppe einheitliche Elementmuster, zwischen den Gruppen aber hohen Konzentrationsunterschieden aufweisen. Um die Streuung der Elementkonzentrationen, die theoretisch durch Einschlüsse verursacht werden können, zu begrenzen und um ein relativ einheitliches Elementmuster zu erreichen, wurde in der Abbildung auf der x-Achse das Elementverhältnis $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ dargestellt. Al_2O_3 und Fe_2O_3 sind die wichtigsten Hauptkomponenten von Tonmineralen (ein Teil von Al_2O_3 dürfte auch hier von Plagioklas stammen).

Aus Abbildung 3.7 wird ersichtlich, dass die Keramikproben der Gruppe PG-1 auch chemisch eine gemeinsame Gruppe bilden, die sich von den anderen petrographischen Gruppen, vor allem von der PG-2-Keramik unterscheidet. Diese Gruppe wird hier als chemische Gruppe A (in der Abbildung Kreis A) bezeichnet. Insgesamt betrachtet, kennzeichnet sich die Keramik der Gruppe PG-1 im Vergleich zu den Beispielen von PG-2 (in der Abbildung Kreis B) durch hohe SiO_2 -, Na_2O -, Sr- und niedrige Fe_2O_3 -, MnO-, MgO-, K_2O -, Co-, Cr-, Ni-, V-, Y-, Zr- und Yb-Konzentrationen aus. Auch der Al_2O_3 -Gehalt liegt leicht niedriger als bei der

PG-2-Gruppe. Vor allem die hohe SiO_2 - und Na_2O -Konzentration lässt sich auf hohe Dacit und Andesit-Trachytanteile, die überwiegend aus Plagioklas bestehen, zurückführen. Einzelne Keramikfragmente, wie die Proben S-37, S-28B und S-21 fallen aufgrund Konzentrationen der Elemente SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , Fe_2O_3 und Cr aus dem Bereich der chemischen Gruppe A. Die eine oder andere dieser drei Keramik besitzt jedoch aufgrund ihrer CaO- (S-37 und S-21), K_2O - (S-21 und S-28B), Co- (S-28B und S-37), Cr- (S-28B) und V-Gehalte (S-28B und S-37) Ähnlichkeiten mit den Keramikproben der chemischen Gruppe A.

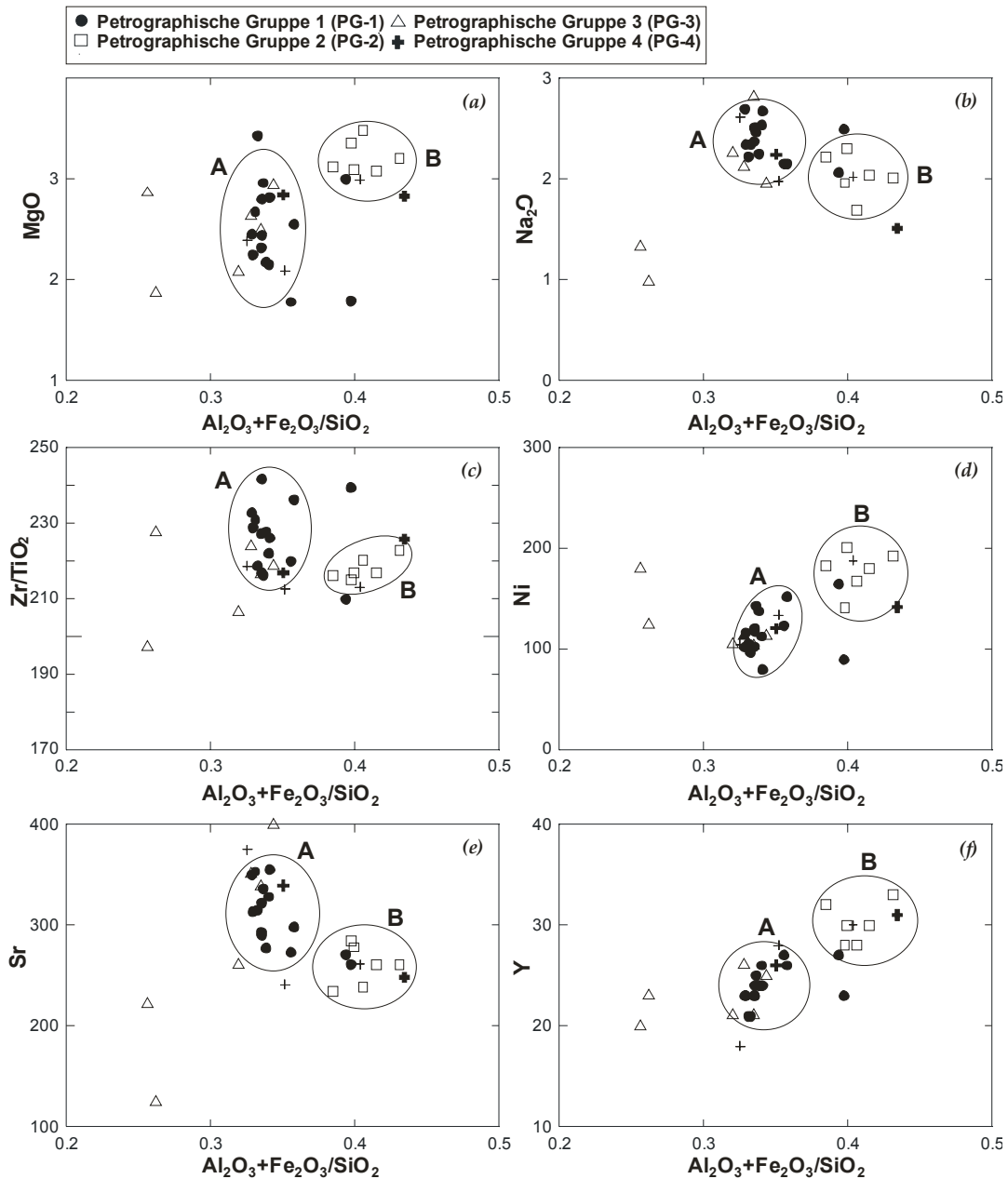


Abb. 3.7: Variationsdiagramme für die Elemente $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ vs. Na_2O , MgO , Zr/TiO_2 , Ni, Sr und Y in verschiedenen Gruppen der Kura-Araks Ware. Die Hauptelemente sind in Gew.-%, die Spurenelemente in ppm angegeben. Drei Keramikproben (S-33: Bedeni Ware, S-40: Kura-Arak Ware und S-42: Black-Burnished Ware, die petrographisch nicht analysiert wurden, sind mit (+) markiert.

Hierbei zeigt die Probe S-28B im Vergleich zu den anderen zwei Beispielen (S-21 und S-37) eine größere Ähnlichkeit zu den Beispielen der chemischen Gruppe A. Der genaue Grund dieser Abweichung dieser drei Keramik wurde nicht festgestellt, dennoch kann ihr unterschiedlicher Prozentanteil von Einschlüssen ein Grund für die Abweichungen sein. Auch eine lokale Inhomogenität der ursprünglichen Tonablagerung lässt sich mit letzter Sicherheit nicht ausschließen. Abgesehen von diesen drei Beispielen weisen die Keramikproben der chemischen Gruppe A ein verhältnismäßig einheitliches Elementmuster auf. Diese chemischen Gruppen entsprechen der petrographischen Gruppe 1 (PG-1). Sie weisen somit auf eine andere Tonquelle hin, als die Keramik der Gruppe PG-2, und bestätigen die petrographischen Ergebnisse.

Die Keramikfragmente der Gruppe PG-2 unterscheiden sich ebenfalls von den anderen Gruppen und bilden eine eigene chemische Gruppe, die hier als chemische Gruppe B bezeichnet wird. Diese Gruppe charakterisiert sich (im Vergleich zu den anderen Gruppen) durch eine hohe TiO_2 -, Fe_2O_3 -, MnO -, MgO -, K_2O - und niedrige SiO_2 - und Na_2O -Konzentration. Die Spurenelemente Co, Cr, V, Y, und zum Teil Yb, weisen im Vergleich zu anderen Gruppen ebenso einen Konzentrationsunterschied auf. Die Keramik dieser Gruppe beinhalten Basaltfragmente und zeigen hohen Co, Cr, Ni, V und Y sowie MgO -Konzentrationen, die offensichtlich durch mafische Minerale in Basalten bestimmt werden. Die Sr- und weitere unterschiedliche Konzentrationen in diesen Gruppen sind insgesamt niedriger als bei der chemischen Gruppe A. An den sogenannten inkompatiblen Elementen wie Ba, Rb, La erkennt man jedoch keine deutlichen Konzentrationsunterschiede (nicht dargestellt).

Das Keramikfragment S-7, das nach seinen petrographischen Eigenschaften der Gruppe 1 zugeordnet wurde, zeigt hingegen eine ähnliche chemische Zusammensetzung wie die Keramik der Gruppe 2. Aufgrund dieser chemischen Ähnlichkeit ist eher anzunehmen, dass dieses Beispiel aus einer ähnlichen Tonquelle wie PG-2 hergestellt wurde. Mit der PG-1 vergleichbaren Feinheit der Keramik sowie serialen Kornverteilung lässt sich annehmen, dass der Rohstoff geschlämmt wurde. Das Fehlen der Basaltfragmente, ein Kriterium für Zuordnung zur PG-1, ist vermutlich ein Resultat solche Schlammverfahren. Ein weiteres Keramikfragment, die Probe S-9, das sich aufgrund der Kalkeinschlüsse zusammen mit dem Keramikfragment S-14 als petrographische Gruppe -4 bezeichnen lässt (s. o.), zeigt hinsichtlich der Konzentrationen von Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Sr, V, Y und Yb Ähnlichkeiten mit der Gruppe PG-2. Unterschiede sind allerdings in den Elementen MnO , MgO , Na_2O , K_2O und Zr, Cr sowie Ni zu bemerken. Aufgrund der sich unterscheidenden Elemente (z. B. Kalkgehalt), die für diese Keramik typisch sind, kann angenommen werden, dass die Gruppe aus Rohstoffen anderer

Tonquellen hergestellt wurde, als die Keramik der Gruppe PG-2 bzw. der chemischen Gruppe B.

Die PG-3-Keramik bildet keine erkennbare chemische Gruppe. Vier von insgesamt sieben Proben besitzen mit der chemischen Gruppe A (PG-1) vergleichbare Konzentrationen der Elemente TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , Na_2O , Ni , Rb , V , Y und Yb , wobei vor allem die zwei Proben S-32 und S-36 sich durch ihren hohen SiO_2 - und niedrigen TiO_2 -, Al_2O_3 -, CaO - und Na_2O -Gehalt deutlich von der chemischen Gruppe A und B unterscheiden (Abb.3.7). Die Mehrheit der gemessenen Spurenelemente dieser zwei Beispiele zeigt dagegen keinen klaren Unterschied zu der PG-1 bzw. zur chemischen Gruppe A. Lediglich beobachtet man an den Spurenelementen wie Cr , V , Sr und Zr Konzentrationsunterschiede im Vergleich zur PG1 bzw. zur chemischen Gruppe A. Diese zwei Scherben beinhalten für ihre petrographische Gruppierung spezifische Einschlüsse, nämlich vollständig alteriertes vulkanisches Glas (Avg), das 35-38 % der gesamten Scherbens ausmacht. Die hohe SiO_2 -Konzentration, die anscheinend durch diese Einschlüsse bestimmt wurde, weist darauf hin, dass es sich bei diesen Einschlüssen um vulkanisches Glas mit felsischer chemischer Zusammensetzung, wie Rhyolith, handelt. Der niedrige Al_2O_3 -Anteil wurde vermutlich durch den hohen Einschlussanteil von vulkanischem Glas und dem damit niedrigeren Tonanteil verursacht. Dies erklärt auch die niedrige Na_2O -Konzentration, die mit dem Plagioklas zusammenhängt (Dacit-, Andesit-Trachyt- und Plagioklasfragmente), das ebenfalls in diesen Proben in geringen Mengen vorkommt. Insgesamt betrachtet, weisen die vergleichbare chemische Zusammensetzung der Keramik der Gruppe PG-3 mit der Gruppe PG-1 bzw. der chemischen Gruppe A auf einen ähnlichen Ursprungsort des Rohtons hin. Jedoch zeigen die petrographischen Ergebnisse, dass die Tonquelle dieser Gruppe an einer anderen Stelle lag als die der PG-1 und es sich somit um eine lokale Variation der Tonquelle der Gruppe PG-1 bzw. der chemischen Gruppe A handelt.

Die Gruppe PG-4, die sich durch Kalkeinschlüsse charakterisiert, weist, wie erwartet, eine hohe CaO -Konzentration auf. Die beiden Beispiele zeigen jedoch keine erkennbaren chemischen Gemeinsamkeiten, sodass sich hier keine chemischen Gruppen bilden lassen. Da hier nur zwei Proben vorliegen, kann statistisch nicht festgestellt werden, ob es sich hierbei um eine weitere chemische Gruppe handelt. Dennoch ist das Vorhandensein von Kalkeinschlüssen ein Hinweis auf eine andere Tonquelle als die der oben vorgestellten Keramik, die zur Keramikproduktion von Kura-Araks Ware verwendet wurde.

Drei Keramikproben aus Sos Höyük, die petrographisch nicht analysiert und daher in keine der oben vorgestellten petrographischen Gruppen eingeordnet wurden (S-33, S-40 und S-42,

siehe Anhang 7), lassen sich mithilfe ihrer Haupt- und Spurenelementzusammensetzungen in zwei chemische Gruppe einordnen (in der Abbildung mit (+) gekennzeichnet). Zwei dieser Proben, S-33 und S-40, weisen aufgrund ihrer Haupt- und Spurenelemente Ähnlichkeit mit der chemische Gruppe A auf. Diese zwei Beispiele zeigen zudem vergleichbare makroskopische Merkmale mit den Keramik der petrographischen Gruppe 3. Bei diesen Proben handelt es sich um grobe Keramik mit makroskopisch sichtbar zahlreichen und groben Einschlüssen, wie sie auch bei den Beispielen der Gruppe PG-3 beobachtet wurden, die ebenfalls aufgrund ihrer archäologische Merkmale wie Wandungsstärke, Glättung, Farbtiefe gut miteinander vergleichbar sind. Die Probe S-42 weist hingegen eine ähnliche chemische Zusammensetzung auf, wie die Keramik der Gruppe PG-2 bzw. der chemischen Gruppe B. Bei dieser Probe handelt es sich ebenfalls um grobe Ware, die sowohl aufgrund ihrer dicken Wandungsstärke, als auch wegen der Oberflächenbehandlung mit den Beispielen der PG-2-Keramik vergleichbar ist.

Die oben vorgestellten petrographischen und geochemischen Analysen der Kura-Araks Keramik aus Sos Höyük liefern einige wichtige Informationen zu den Keramiktradition der Kura-Araks-Kultur in Ost-Anatolien. Zwei Tonablagerungen mit unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen wurden zur Keramikherstellung während des Zeitraums vom Spätchalkolithikum bis zur Mittel-/Spätbronzezeit verwendet. Die petrographischen Untersuchungen zeigen zudem, dass diese Tonablagerungen stellenweise Unterschiede hinsichtlich ihrer Einschlüsse aufweisen. Demzufolge lässt sich erkennen, dass mindestens vier Tonquelle in allen relevanten Perioden für die Keramikproduktion verwendet wurden. Die Untersuchungen weisen auch darauf hin, dass man für eine bestimmte Keramik keine bestimmten Tonquellen (Stelle) gezielt aufgesucht hat, sondern gleiche Tonquellen für die Herstellung der unterschiedlichen Keramikwaren der Kura-Araks Kultur verwendet hat. Diese Ergebnisse wurden im Kapitel 3.8 im archäologischen Kontext diskutiert. Im folgenden Kapitel wurde die Frage nach Herkunft der hier analysierten Keramik besprochen.

3.7. Herkunftsbestimmung

Die Einschlüsse wie Dazit, Andesit-Trachyt und vulkanisches Glas, sowie Mineralfragmente von Plagioklas, Olivin und Quarz, die mehr oder weniger in allen Keramikproben von Sos Höyük vorkommen, zeigen, dass die Geologie der Einzugsgebiete bzw. das Ausgangsgestein der Rohmaterial der Keramik überwiegend aus vulkanischen Gesteinen bestehen, d.h. der Ton der analysierten Keramik Verwitterungsprodukte von vulkanischen Gesteinen mit unterschiedlicher Lithologie, von mafischen bis felsischen Vulkaniten, sind. Wie bereits in Kapitel

3.4 vorgestellt, besteht die Geologie der Umgebung des Pasinler-Beckens (Umgebung der Sos Höyük) und der Erzurum-Ebene hauptsächlich aus vulkanischen Gesteinen wie Basalt, Andesit und Dacit, sowie aus verglasten Tuffen. Dies entspricht den in der Keramik beobachteten Gesteinsfragmenten und weist darauf hin, dass die in der vorliegenden Arbeit analysierte Keramik aus Sos Höyük aus lokalem Ton bzw. aus in der unmittelbaren Umgebung vorhandenem Ton hergestellt wurde. Diese Ergebnisse werden auch durch die unten angeführten petrographischen und chemischen Analysen der Vergleichsmaterialien (lokale Keramikfragmente aus Sos Höyük) bestätigt.

Insgesamt fünf Keramikfragmente (S-1, S-2, S-27, S-29, S-30, siehe Anhang 7), die von den Archäologen als lokale Produkte angesehen werden (A. Sagona, pers. Mitt.), wurden hier als Vergleichsproben zur Herkunftsbestimmung herangezogen. Diese mittel- und spätbronzezeitlichen Keramikfragmente wurden petrographisch und chemisch analysiert (S-30 wurde nur petrographisch untersucht) und mit der zu untersuchenden Keramik aus Sos Höyük verglichen. Die petrographischen Analysen dieser Vergleichsproben zeigen, dass sie ähnliche Einschlüsse beinhalten, wie die der anderen analysierten Keramikfragmente. Ihre Haupteinschlüsse sind Dacitfragmente mit porphyrischer Struktur, Andesit-Trachyt (mit Trachyt-Struktur), Plagioklas und Quarz. S-27 beinhaltet außerdem für die petrographische Gruppe 3 typisches alteriertes vulkanisches Glas in einer Konzentration von ca. 3-4 %. Die Vergleichsprobe S-2 ist hinsichtlich der petrographischen Eigenschaften, wie z. B. der Art der Einschlüsse, aufgrund ihres prozentualen Anteils mit S-27 vergleichbar. Diese zwei Proben beinhalten keine Basaltfragmente. Abgesehen von alterierten vulkanischen Fragmenten, beobachtet man bei der Vergleichsprobe S-27 eine Ähnlichkeit mit der Keramik der Gruppe PG-3 (außer bei S-32 und S-36). Die anderen Vergleichsproben S-1 und S-30 beinhalten hingegen neben Dacit und Andesit-Trachyt auch ca. 3-4 % Basaltfragmente. Diese beiden Proben sind aufgrund der Petrographie mit PG-2 vergleichbar. Eine weitere Vergleichsprobe, S-29, ist hinsichtlich der Art der Einschlüsse und deren hohen Anteils der PG-3-Gruppe sehr ähnlich. Diese petrographische Ähnlichkeit der Vergleichskeramik mit der untersuchten Keramik aus Sos Höyük ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Keramik der Gruppen PG-1, PG-2 und PG-3 in Sos Höyük bzw. in der unmittelbaren Nähe hergestellt wurde. Dass die lokalen Keramikfragmente (Vergleichsproben) unterschiedliche Einschlüsse beinhalten wie die untersuchte Keramik, legt ebenfalls nahe, dass die umliegenden Tonablagerungen in Sos Höyük nicht homogen waren, d. h. verschiedene Gesteinsfragmente beinhalten haben. Die Proben zeigen zudem, dass man sogar für die lokale Keramik ebenfalls kein bestimmtes Tonvorkommen bevorzugt hat.

Obwohl in keinem Beispiel der Vergleichskeramik Kalkfragmente beobachtet wurden, weisen die zwei Scherben der PG-4, wie bereits erwähnt, aufgrund von ähnlichen Einschlüssen auf Parallelen mit den anderen Gruppen und auch mit den Vergleichsproben hin und sind somit als lokal anzusehen. Ihre Tonquelle liegt vermutlich anderem Ort. An den südlichen Hängen der Pasinler Ebene (siehe Karte 3.5) sind auf relativ kleinem Bereich obermiozäne Marine und pliozäne kontinentale Ablagerungen aufgeschlossen. Vermutlich liegt die Tonquelle von PG-4 an einer Stelle von Tonvorkommen mit terrigenem Eintrag von diesen marinen und kontinentalen Ablagerungen südlich von Sos Höyük.

In Abbildung 3.8 werden die Hauptelemente MgO und Na₂O und die Spurenelemente Ni, Sr und Y dargestellt, sowie das Elementverhältnis von Zr/TiO₂ zu Al₂O₃+ Fe₂O₃/SiO₂ gegenübergestellt. Man erkennt in den Diagrammen, dass die Vergleichprobe S-27 anhand ihrer Haupt- und Spurenelemente deutliche Ähnlichkeiten mit der chemischen Gruppe A bzw. PG-1 aufweist. Die Proben S-1 und S-2 zeigen anhand ihrer Sr-, Y- und teilweise ihrer Na₂O- und Ni-Werte Ähnlichkeit mit der chemischen Gruppe B. Ihre MgO, Zr/TiO₂-Werte unterscheiden sich hingegen von der chemischen Gruppe B (bzw. PG-2). Diese zwei Vergleichsproben zeigen untereinander unterschiedliche Elementkonzentrationen, sodass man keine deutliche Gruppierung erkennen kann. Sie sind auch petrographisch unterschiedlich. Obwohl die Art einiger Einschlüsse wie Dazit, Andesit-Trachyt, Plagioklas und Quarz in beiden Proben vorkommen, charakterisiert sich S-2 durch feine Einschlüsse sowie fehlende Basaltfragmente. Die S-1 hingegen beinhaltet mit PG-2 und PG-3 vergleichbaren groben Einschlüsse. Die in S-1 enthaltenen Basaltfragmente betragen ca. 3 %. Obwohl die Vergleichsproben keine klaren, übereinstimmenden Elementmuster mit der Gruppe PG-2 bzw. der chemischen Gruppe B zeigen, weist die Ähnlichkeit der Petrographie (z. B. das Vorhandensein von Basaltfragmenten und anderen typischen Einschlüssen) mit den Vergleichsproben, sowie die Ähnlichkeit einiger Elemente wie Na₂O, Sr und Y der chemischen Gruppe B mit der Keramik von PG-2, auf die lokale Herkunft der Keramik von PG-2 hin.

Die Vergleichsprobe S-29 zeigt mit den Keramikfragmenten S-32 und S-36 (PG-3) vergleichbare Haupt- und Spurenelementzusammensetzungen und weist auch hinsichtlich der Anteile von Einschlüssen des alterierten vulkanischen Glases Gemeinsamkeiten auf. Sowohl das petrographische als auch das chemische Ergebnis legen nahe, dass S-32 und S-36 auch aus lokalem Ton in Sos Höyük hergestellt wurden. Die ähnlichen Einschlüsse in der Gruppe PG-3 zeigen trotz ihres geringeren Anteils zudem, dass die andere Keramik der Gruppe PG-3 ebenfalls aus lokalem Ton hergestellt wurde.

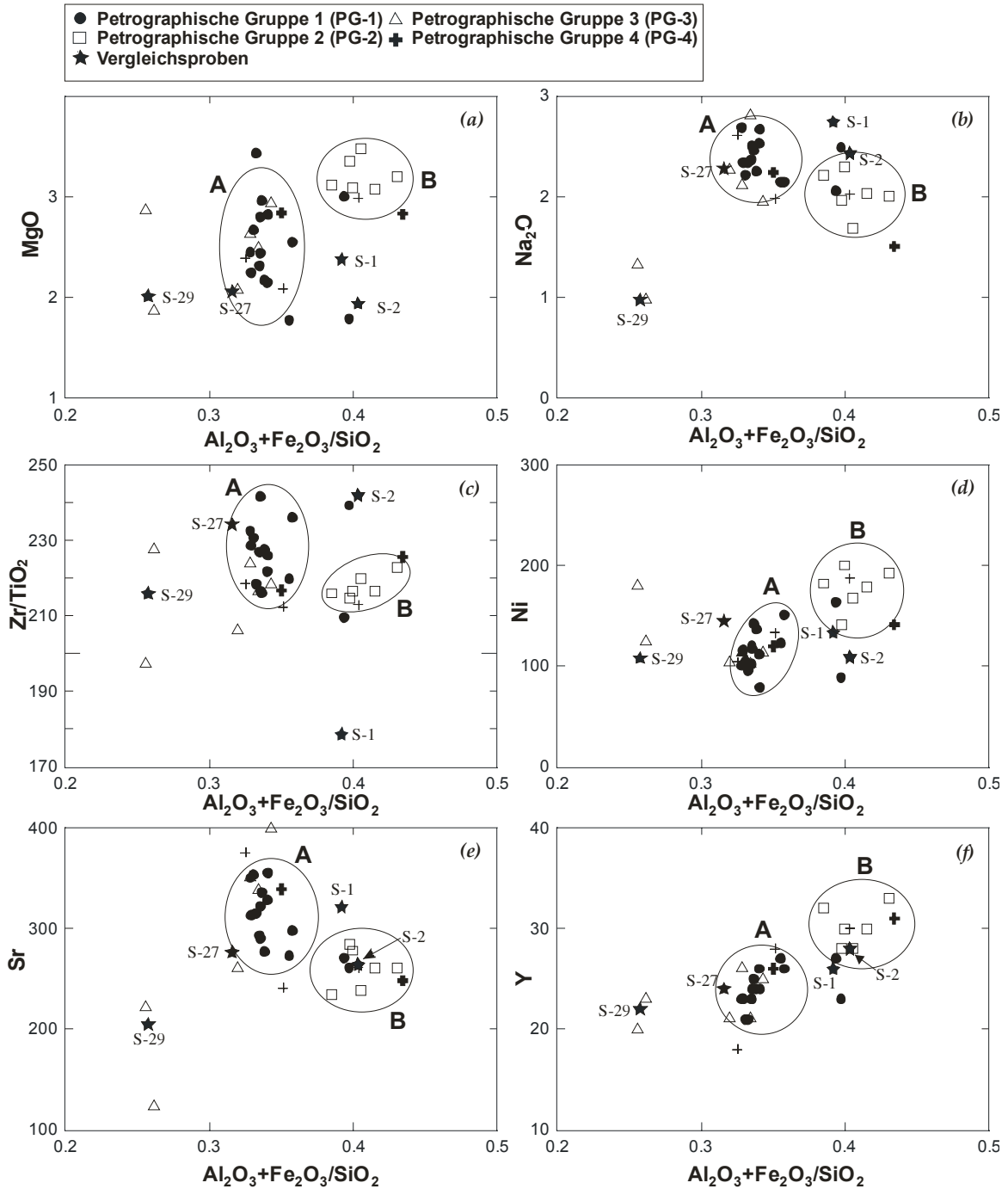


Abb. 3.8: Variationsdiagramme für die Elemente $Al_2O_3+Fe_2O_3/SiO_2$ vs. Na_2O , MgO, Zr/TiO_2 , Ni, Sr und Y in verschiedenen Gruppen der Kura-Araks Ware und lokal hergestellter Keramik (Vergleichsproben). Die Hauptelemente sind in Gew. -% angegeben, die Spurenelemente in ppm angegeben. Drei Keramikproben, die petrographisch nicht analysiert wurden, sind mit (+) markiert.

3.8. Diskussion und Zusammenfassung

Die oben vorgestellten Ergebnisse der petrographischen und geochemischen Untersuchungen belegen, dass alle in der vorliegenden Arbeit untersuchten Waren aus Sos Höyük, d. h. Proto-Kura-Araks, Black Burnished Ware, Kura-Araks-, Dark Gritty-, Drab- und Bedeni Keramik aus lokalem Ton hergestellt wurden. Vor allem die petrographische Untersuchungen zeigen, dass man zur Herstellung bestimmter Warentypen keine bestimmten Tonquellen bevorzugt hat, es ist sogar festzustellen, dass bestimmte Tonquellen als Ressource für unterschiedliche Keramikwaren genutzt wurden.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Tonblagerungen in der Umgebung von Sos Höyük (bzw. Pasinler-Ebene) hinsichtlich ihrer chemischen und mineralogischen Zusammensetzung nicht homogen waren. Es konnten hier insgesamt vier Tonvorkommen, die zur Keramikproduktion verwendet wurden, differenziert werden. Offensichtlich hat man keine von diesen Tonquellen weder für bestimmte Warentypen noch bestimmte Perioden bevorzugt verwendet. Dieses Produktionsverhalten, d. h. die Ausbeutung diverser Tonquellen ohne ersichtliche Merkmale eines gezielten Vorgehens, weist darauf hin, dass in Sos Höyük keine zentralisierte Keramikproduktion entwickelt wurde. Die fehlende Zentralisierung der Keramikproduktion sowie die Standardisierung der Kura-Araks Ware in Sos Höyük (siehe auch Palumbi 2003) kann man als Hinweis darauf werten, dass es sich hier um die Herstellung von selbst verwendeter Haushaltskeramik, zumindest Eigenbedarf innerhalb von Sos Höyük, gehandelt hat. Die oben bereits erwähnte Produktionsweise deuten zudem an, dass zwischen den Töpfern kein streng eingehaltenes Produktionsschema, also keine enge Kommunikation bestand, zumindest nicht in Bezug auf die Toneigenschaften. Scheinbar aufbot man keine große Bemühung für die Herstellung der Keramik. Man benutzte die in der Umgebung von Sos Höyük zugänglichen Tonquellen, die für den eigenen Keramikbedarf ausreichend waren. Dies lässt sich auch anhand der archäologischen Beobachtungen nachvollziehen (makroskopische Eigenschaften der Kura-Araks Ware, s. o.).

Obwohl keine Phasenanalysen (XRD-Analyse) der Kura-Araks Keramik vorliegt, die zur Bestimmung der Brenntemperatur der Keramik häufig angewendet wird, scheint die Keramik der Kura-Araks Kultur aus Sos Höyük bei relativ niedrigen Temperaturen gebrannt worden zu sein. Dies geht aus den petrographischen Analysen hervor. Die Keramikfragmente weisen oft ein hohes Maß an Porosität mit offenen Formen auf. Insbesondere ist dies der Fall bei groben Waren, wie z. B. bei den Beispielen der Gruppen PG-2 und 3. In den Keramikfragmenten wurden auch keine Sinterungserscheinungen beobachtet, was auf hohe Brenntemperaturen hindeuten könnte. Das Vorhandensein von Kalkfragmenten, die in der Keramik der

Gruppe PG-4 beobachtet wurden, ist ein Hinweis darauf, dass die Brenntemperatur unterhalb von 800-850°C gelegen haben muss.

Die oben vorgestellten Ergebnisse sind vergleichbar mit Untersuchungen an Keramik aus der Amuq-Ebene sowie der Malatya- und der Bayburt-Region (Batiuk 2005; ders. 2000), sowie aus Godin Tepe (Mason & Cooper 1999b), wo aufgrund fehlender Hinweise auf eine Standardisierung ebenfalls von einer fehlenden Zentralisierung der Keramikproduktion ausgegangen wird. Neben den an Keramik aus der Amuq-Ebene und aus der Malatya-Region durchgeführten Analysen, zeigt vor allem die Kura-Araks Keramik aus Godin Tepe, dass Schamotte ein häufig verwendeter Magerungsbestandteil bei der Herstellungstechnik der Keramik war (Mason & Cooper 1999b). Mason & Cooper (1999b) verbinden das Erscheinen der Schamott-Magerung mit der Einführung einer neuen Herstellungstechnik, die auf eine Migration von Gruppen in die Region zurückzuführen ist. Obwohl Schamotte als Magerungsbestandteil in der Amuq-Ebene und in der Malatya-Region nicht so charakteristisch zu sein scheint, gehört sie in Godin Tepe zu den typischen Magerungsbestandteilen. Eine analoge Interpretation wird auch von Batiuk (2005) vorgelegt. In der Keramik aus Sos Höyük wurde keine Schamott-Magerung festgestellt, im Gegensatz zur Keramik der Amuq-Ebene, Malatya-Region und der Godin Tepe IV-Phase. Wie die petrographischen Ergebnisse zeigen, sind von der spätkalkolithischen bis zur mittelbronze-/spätbronzezeitlichen Keramik aus Sos Höyük keine archäometrisch feststellbaren Veränderungen bei der Herstellungstechnik zu beobachten. Dies kann darauf hinweisen, dass in Sos Höyük keine neuen Herstellungstechniken eingeführt wurden, welche im Zuge von Einwanderungen neuer Bevölkerungsgruppen stattgefunden haben könnten. Diese Überlegungen sind zumindest nicht anhand von archäometrischen Untersuchungen feststellbar. In diesem Zusammenhang sind die Ergebnisse der archäometrischen Untersuchungen an der sogenannten Bedeni-Keramik interessant. Die Keramik der Martkopi-Bedeni Phase wird mit der Kurgan-Kultur in Verbindung gebracht und daher als Übergangphase von der Kura-Araks- zur Trialeti-Kultur um 2600/2500-2000 v. Chr. angesehen. Man unterscheidet diese Übergangphase in zwei Perioden. Die frühere Periode wird als Martkopi-Phase, die spätere als Bedeni-Phase bezeichnet (Gogadze 1972; Edens 1995; Kushnareva 1997; Puturidse 2003). Die Keramikfragmente dieser Phase, von denen insgesamt fünf Beispiele analysiert wurden (S-28A, S-28B, S-28C, S-26, S-31, siehe Tab. 3.2), die zur Stufe Frühbronzezeit II (FBZ II) und Mittelbronzezeit II (MBZ II) gehören, sind ebenfalls lokale Produktionen und lassen archäometrisch keine deutlichen Unterschiede zu anderen Beispielen in Bezug auf ihre Herstellungstechnik erkennen. Dies kann auf der einen Seite bedeuten, dass die einheimische Kura-Araks-Gesellschaft die Martkopi-Bedeni-Keramik-tradition übernahm und selbst solche Keramik herstellte, oder auf der anderen Seite

auf eine Koexistenz der Kulturträger der Martkopi-Bedeni- und Kura-Araks Kultur hinweisen. Eine Koexistenz beider Kulturträger in Sos Höyük scheint aber plausibler zu sein. Um sich ein klares Bild dieser Problematik zu verschaffen, es ist jedoch erforderlich eine umfangreiche archäometrische Untersuchung der Martkopi-Bedeni Keramik von verschiedenen Siedlungen der Pasinler- und Erzurum-Ebene, sowie auch von anderen Regionen, durchzuführen.

KAPITEL 4

MITTELBRONZE- BIS EISENZEITLICHE KERAMIK AUS DIDI GORA UND UDABNO I, OST-GEORGIEN

4.1. Einführung

Der Fundplatz Didi Gora liegt in der Alazani-Ebene der Provinz Kachetien in Ost-Georgien, der Fundplatz Udabno I 45 km südöstlich von Tbilisi auf einer Erhebung zwischen den Flüssen Iori im Norden und Kura im Süden, ebenfalls in Ostgeorgien (Abb.4.1). Die archäologischen Erforschungen werden gemeinsam vom Archäologischen Zentrum der Akademie der Wissenschaften Georgiens und dem Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters der Universität Tübingen durchgeführt. Die Ausgrabungen auf dem Didi Gora fanden zwischen 1997 und 1999 statt, auf Udabno I wird seit dem Jahr 2000 gearbeitet.

Aufgrund der geographischen Lage des Kaukasusgebiets-Brückenland zwischen dem euroasiatischen Steppengebiet, Anatolien und Vorderasien- und seiner reichen Erzvorkommen wird dieser Gegend in prähistorischer Zeit eine überregionale Bedeutung beigemessen (Bertram 2002). Die erste archäologisch fassbare Kultur in der Region, die Šulaveri-Šomutepe Kultur, reicht bis in die erste Hälfte des 6. Jt. v. Chr. zurück (Lordkipanidse 1991; Kushnareva 1997). Nach der Šulaveri-Šomutepe Kultur setzte im Spätchalkolitikum (ca. 3500 v. Chr.) die Kura-Araks Kultur ein, die sich in der Folge vom nordöstlichen Kaukasus bis zur Levante verbreitete (siehe Kapitel 3). In der zweiten Hälfte des 3. Jt. v. Chr. ereignete sich im Südkaukasus eine kulturelle Veränderung. Die frühbronzezeitliche Kura-Araks Kultur wurde nach und nach durch eine neue Kultur, die so genannte Trialeti Kultur (Kurgan-Kultur), ersetzt. Die Veränderung macht sich vor allem in den materiellen Hinterlassenschaften bemerkbar (Kushnareva 1997). Zu einigen Funden dieser mittelbronzezeitlichen Trialeti Kultur findet man Parallelen im Westen, so treten beispielsweise in der Trialeti-Kultur Rapiere auf, die für die kulturellen Beziehungen

zwischen dem Kaukasus, dem Westen und der Ägäis argumentativ herangezogen werden (Korfmann *et al.* 2002; Burger 1994; Pizchelauri & Orthmann 1992; Pizchelauri *et al.* 1987; Abramišvili 2001). Es werden auch immer wieder Verbindungen zur hethitischen bzw. vorderasiatischen Welt des 2. Jahrtausends v. Chr. gezogen (Korfmann *et al.* 2002). In der Spätbronzezeit-Früheisenzeit¹ (ca.1500-700 v. Chr.) beobachtet man zudem neue Kultur-elemente, die sich vor allem in neuen Keramiktypen bemerkbar machen (Ludwig 2005).

Ausgrabungen in Ostgeorgien hatten z. B. die Erstellung einer relativen Chronologie der Kaukasusregion und die Erforschung der Siedlungsgeschichte sowie mögliche kulturelle Kontakte zu benachbarten Regionen (z. B. Hethiter, Assyrer, nordpontische/kaukasische Steppenkulturen) zum Ziel.

In der vorliegenden Arbeit wurden vier verschiedene Warentypen von der Mittelbronze- bis zur Eisenzeit² vom Didi Gora petrographisch und geochemisch untersucht. Es handelt sich um die Graue Ware, die Braune Ware, die Schwarze Polierte Ware und die Braune Polierte Ware. Hinzu kommt eine Sondergruppe, die aus verschiedenen Warentypen besteht, und archäologisch nicht klassifiziert werden konnte. Das Hauptziel der Untersuchung ist die Bestimmung der Herkunft dieser Waren. Da die Schwarze Polierte Ware und die Braune Ware für die Chronologie der mittleren und späten Bronzezeit eine wichtige Rolle spielen (Gabriele Kastl, pers. Mitt.), besteht an deren Herkunft ein besonderes Interesse. Für die Archäologie ist es bedeutend, ob es sich bei einem Fragment eines schwarz polierten Gefäßes mit der typischen Kammstempelverzierung der Trialeti-Kultur (Probe 1.114, Labornummer DG-9), um lokal hergestellte oder importierte Keramik handelt. Ein weiteres Ziel der Untersuchung ist die Klassifizierung der Ware nach ihren petrographischen und geochemischen Eigenschaften. Außerdem wird auch auf die Frage eingegangen, ob zur Produktion bestimmter Warengruppe oder innerhalb ihrer Periode bestimmte Tonvorkommen bevorzugt wurden. Nebenbei ist es ebenso von Bedeutung, zu klären, ob zwischen den Sonderproben und den anderen Keramikgattungen eine Verbindung in Bezug auf Petrographie und Geochemie feststellbar ist, sodass eine Zuordnung zu bekannten Warengruppen möglich ist.

¹ Es ist zur Zeit noch immer schwierig, die Periode der Spätbronzezeit/Früheisenzeit zu gliedern, da unter den Fachwissenschaftlern keine Einigkeit über die Datierung und Charakterisierung dieser Zeitspanne und ihres Materials herrscht (siehe Ludwig, 2005 und die dort angegebene Literatur).

² Die chronologische Einteilung der Waren ist noch problematisch und wird von Gabrielle Kastel „Die Keramik der bronze- und eisenzeitlichen Siedlung Didi Gora, Kachetien, Ostgeorgien und ihre chronologische Bedeutung“ (Dissertation in Vorbereitung, Tübingen), eingehend behandelt. Daher sind hier die chronologische Angaben über die Keramik als vorläufig zu betrachten.

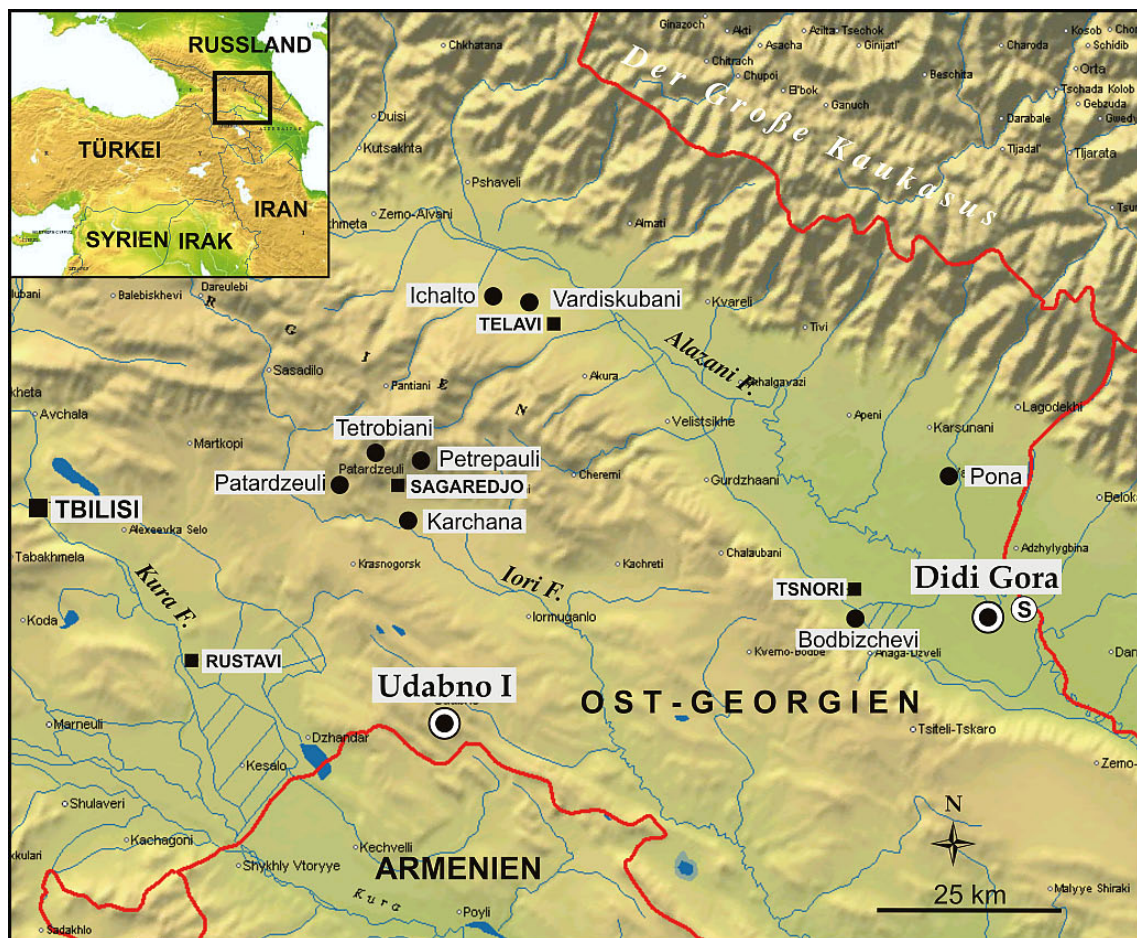


Abb. 4.1: Lage der Fundplätze Didi Gora und Udabno I sowie Probenentnahmepunkte der lokalen Tone und Sandproben. (S) markiert den Entnahmepunkt einer Sandprobe.

Neben den Keramikwaren vom Didi Gora wurden auch zwei Proben der Eisenzeit, die so genannte Feine Ziegelware (Abb. 4.2) aus Udabno I, petrographisch und geochemisch analysiert. Es handelt sich hierbei um eine feine Ware, die eine für den kaukasischen Raum bis in die Früheisenzeit untypische ziegelrote Farbe besitzt. Der früheste Nachweis solcher roter Keramik wird in das 9.-7. Jh. v. Chr. datiert (Muskhelishvili 1977; ders. 1978; Pizchelaury 1977; Davlianidze 1983; Lordkipanidse 1991; Narimanishvili 1991, Ludwig 2005). Diese Keramik von Udabno I unterscheidet sich zudem durch ihre Feinheit von den typischen ostgeorgischen dunkelfarbigem Keramiken. Das Ziel der Analyse ist hier in erster Linie herauszufinden, ob es sich bei der Feinen Ziegelware um eine lokale Produktion oder um eine importierte Ware handelt. Durch die Klärung dieser Frage soll untersucht werden, ob zu dieser Zeit eine Handelsbeziehung mit anderen Kulturen bzw. Regionen außerhalb des Kaukasusgebietes stattgefunden hat oder ob diese Erscheinung auf eine Übernahme einer fremden Herstellungstechnik bzw. auf eine andere Kultur in der Region zurückzuführen ist.



Abb. 4.2: Beispiele der Braunen Ware, Grauen Ware, Schwarzen Polierten Ware und Braunen Polierten Ware aus Didi Gora sowie der Feinen Ziegel Ware aus Udabno I.

4.2. Die archäologische Gliederung und Beschreibung der Waren aus Didi Gora

Das älteste Schichtenpaket am Didi Gora datiert nach ¹⁴C-Daten von der Wende des 3./2. Jt. bis etwa zur Mitte des 2. Jt. (Übergang Früh-/Mittelbronzezeit bis Ende Mittelbronzezeit). Es folgen daraufhin spätbronze- früheisenzeitliche Schichten (Korfmann *et al.* 2002). In der mittelbronzezeitlichen so genannten Trialeti-Kultur überwiegt die Schwarz Polierte Keramik neben der bemalten Keramik (Lordkipanidze 1991). Dieses Muster wird jedoch in Didi Gora nur sehr begrenzt erfüllt (Näheres siehe Kastl im Druck). Die Keramikfunde vom Didi Gora zeigen in den Formtypen und den Waren zwischen der frühen, mittleren und späten Bronzezeit bzw. der frühen Eisenzeit Unterschiede (Korfmann *at al.* 2002).

Eine Zusammenfassung der archäologischen Eigenschaften der hier analysierten Keramikwarengruppe folgt unten. Die Beschreibungen wurden von Gabriele Kastl³, die diese Waren archäologisch untersucht, zur Verfügung gestellt (für Näheres siehe Kastl im Druck). Die chronologische Einteilung der Waren sowie die Fundnummer und die Labornummer der Proben finden sich im Anhang 8.

Braune Ware: Die Keramik zeigt meist eine mittel- bis dunkelbraune Farbe (Abb. 4.2). Die Mehrzahl der Scherben weist einen uneinheitlich gefärbten Bruch auf (braun oder braun bis grau), wobei nicht immer ein deutlicher Kern ausgebildet sein muss. Die braune Keramik ist oft mäßig und damit weniger hart gebrannt als die graue. Daher fühlt sich die Oberfläche eher etwas weicher an; sie ist geglättet oder geraut, selten poliert. Die Einschlüsse bestehen vorwiegend aus schwarzen, meist flachen Gesteinsfragmenten sowie nicht selten aus Anteilen an Fluss-Sand (?); letztere sind höher als bei der grauen Keramik. Die Ware wird archäologisch in Braune Feine, Braune Grobe, Sandgemagerte Braune Feine und Sandgemagerte Braune Grobe Ware unterteilt.

Graue Ware: Die Farbe ist hell- bis dunkelgrau (Abb.4.2). Die Oberflächen sind geglättet, geraut oder poliert, mit oder ohne Überzug. Die Ware ist hart bis mäßig hart gebrannt. Die Bestandteile von Einschlüssen sind schwarze, meist flache Gesteinsfragmente mit unterschiedlicher Größe, öfter auch kleine Anteile von Sand. Die Keramik, die einen großen bis sehr großen Anteil dieses Flusssandes aufweist, wird als „Sandgemagerte Graue Ware“ bezeichnet. Teilweise beobachtet man auch kleinere Beimengungen von Kalk und kleinen

³ An dieser Stelle möchte ich Frau Kastl für die Bereitstellung der Daten sowie für die Zusammenarbeit hinsichtlich der Archäologie der analysierten Keramik danken.

Steinfragmenten. Die Einschlüsse und die Beschaffenheit des Scherbens bestimmen die Einteilung in Feine oder Grobe Ware.

Schwarze Polierte Ware: Die Keramik beinhaltet feine Schiefer-, Flusssand- und Quarzeinschlüsse. Die Farbe ist schwarz, bei schlecht erhaltenen Beispielen auch grau. Die Oberflächen sind poliert und meist mit einem Überzug versehen (Abb.4.2). Die Keramik ist mäßig hart, seltener hart gebrannt und wird in Schwarze Polierte Schieferige Ware, Schwarze Polierte Feinsandige Ware und Schwarze Polierte Quarzgemagerte Ware unterteilt.

Braune Polierte Ware: Es handelt sich hierbei um eine feine Keramik (Abb.4.2) mit mäßiger Härte. Die Oberfläche ist stets mit einem Überzug versehen. Die Färbung der Keramik reicht von Beige bis Dunkelbraun, meist findet sich Mittel- oder Hellbraun und ist nicht selten fleckig; z. T. mag es sich auch um schlecht gebrannte Schwarz Polierte Keramik handeln. Entsprechend der Schwarzen Polierten Ware wird die Braune Polierte Ware nach Magerungstyp in Braune Polierte Schieferige Ware (1.114), Braune Polierte Feinsandige Ware (5.2) und Braune Polierte Quarzgemagerte Ware (5.18, 1.93) unterschieden.

Sonderproben: Es handelt sich hierbei um die Probe 1.114.5 mit rotbrauner Bemalung. Unter die Bezeichnung „Sonderprobe“ fallen auch die Proben 1.114.10 und 5.2.53, deren archäologische Klassifizierung problematisch ist. Die Probe 1.114.10 besitzt Ähnlichkeit mit der Braunen Polierten Ware, 5.2.53 zeigt hingegen eher Ähnlichkeit mit der Grauen Feinen Ware.

4.3. Probenauswahl

Für die Analyse wurden insgesamt 22 Keramikfragmente aus Didi Gora und zwei Fragmente aus Udabno I ausgewählt. Insgesamt 18 Dünnschliffe wurden für petrographische Analysen präpariert (4 Graue Ware, 4 Braune Ware, 4 Schwarze Polierte Ware, 1 Braune Polierte Ware, 3 „Sonderproben“ aus Didi Gora, 2 Feine Ziegelware aus Udabno I). Ein Beispiel der so genannten Sonderproben (*Fundnummer: 5.3.53*) konnte aufgrund der geringen Größe nur petrographisch, jedoch nicht geochemisch untersucht werden. Um die Ergebnisse der petrographischen Analysen mit einem Referenzmaterial (geologische Proben) vergleichen zu können, wurde ein so genanntes Streupräparat von einer Sandprobe aus der Nähe der Ausgrabung Didi Gora (Abb.4.1) und aus sandigen Einschlüssen der Tonproben GUT 36 aus Vardiskubani (Abb.4.1), die durch Sieben und Schlämmen des Tones extrahiert wurden, hergestellt. Insgesamt 31 lokale Tonproben wurden aus acht verschiedenen Stellen im Alazani-Tal, Sagaredjo und in dessen Umgebung entnommen (siehe Abb.4.1). Sie dienen als

Vergleichsmaterial für die geochemischen Untersuchungen. Die Entnahmestellen der Tonproben wurden gemeinsam mit einheimischen Töpfern aufgesucht, die diese Tonquellen für ihre Keramikherstellung nutzen. Zusätzlich wurden vier Tonproben aus Vorkommen in Karhana, in der Nähe von Sagaradjo, entnommen, die für die lokale Ziegelindustrie abgebaut werden.

Wie bereits im vorangegangenen Kapiteln erwähnt wurde, ist die Geologie der Fundorte von Keramik bei der Lokalisierung der Herstellungsorte sehr wichtig. Im Folgenden wird daher ein Überblick über die Geologie Ostgeorgiens gegeben.

4.4. Überblick über die Geologie Ost-Georgiens

Georgien liegt im zentralen und im westlichen Teil des Transkaukasus. Die Region bzw. das gesamte Kaukasusgebiet stellt ein kompliziert aufgebautes Gebirgsland mit starken geographischen Gegensätzen dar. Diese Unterschiede werden durch zwei Gebirgssysteme, der Große und der Kleine Kaukasus, sowie zwei Hauptsenkungen, die Rioni-, (Kolchische Ebene) im Westen und die Kura-Senke im Osten, charakterisiert. Die gegenwärtige Topographie und Geologie des Kaukasus ist ein Resultat langwieriger und komplizierter geologischer Vorgänge.

Die geologische Entwicklung von Georgien bzw. Ost-Georgien hängt mit der geologischen Entwicklung des gesamten Kaukasus bzw. Ostanatoliens, Nordwestirans, Armeniens, Aserbaidschans, Daghistans, Tschetscheniens und der nordwestlichen Flanke des Großen Kaukasus eng zusammen. Der Kaukasus ist Teil des östlichen Mittelmeergürtels, gehört zum so genannten Alpen-Himalaja Gebirgssystem (Abb.2.1) und stellt ein Segment des alpinen Faltenystems dar. Die Öffnungs- und Schließvorgänge der Urozeane (Paläo-Tethys, Meso-Tethys und Neo-Tethys) (Abb.2.2) und die damit verbundenen Bildungen von Randmeeren, Inselbögen und schließlich ihrer Kollisionsregime waren haupttektonische Ereignisse, die die Geologie der Region bestimmten (für Näheres siehe Adamia *et al.* 1977; Philip *et al.* 1989; Gamkrelidze 1991; ders. 1997; ders. 2001; Rebaï *et al.* 1993; Koçyiğit *et al.* 2001)

Die in den Kapiteln 2.2 erwähnten tektonischen Vorgänge, d. h. die Tektonik zwischen Gondwana und dem eurasischen Kontinent (Abb.2.2), umfassten auch die Kaukasus-Region. Im Präkambrium-Untermesozoikum kam es infolge der horizontalen Verschiebung der alten europäischen und afrikanischen Platte, darunter auch die Verschiebung der Mikroplatten innerhalb des tektonischen Gürtels des Mittelmeers, zur Bildung ozeanischer Becken. In Zentralgeorgien, im Dziruli-Massiv, aufgeschlossene Ophiolithe bezeugt die älteste Existenz

eines Ozeans in der Region, des vom Prekambrium bis in das Mitteljura existierenden Paläo-Tethys. In dieser Zeit war der Kaukasus ein aktiver kontinentaler Rand im südlichen Bereich der europäischen Platte (Gamkrelidze *et al.* 1981; Gamkrelidze 1997).

Im Laufe der Zeit erlebte die Region diverse tektonische Entwicklungen, wie die Öffnung und Schließung von Urozeanen (Paläo-Tethys, Meso-Tethy) und die damit verbundene Intra-Riftbildung, vulkanische Aktivitäten sowie magmatische Intrusionen in der Subduktionszone (Admia *et al.* 1977; Adamia 1984; Dercourt *et al.* 1986; Zonenshein & Le Pichon 1986; Philip *et al.* 1989; Gamkrelidze 1997). Im letzten Stadium des hauptgeologischen Vorgangs, im Pliozän, setzte sich die Schließungsphase der in der Region (in Georgien, Armenien, Aserbaidschan und Iran) existierenden Randmeere ein. In der darauf folgenden Periode kollidierten die Kontinente miteinander. Das Schwarze und das Kaspische Meer stellen heute Reste von alten Randmeeren dar. Die Kollision im Kaukasus ist heute noch aktiv und die Arabische Platte presst den Kaukasus (bzw. Ostanatolien) mit einer Geschwindigkeit von 0,13 cm Pro-Jahr zusammen (Philip *et al.* 1989).

In Ostgeorgien treten verschiedene Gesteine auf, die sich im Laufe dieser geologischen Entwicklung gebildet haben. Diese Gesteine wurden innerhalb des Dränagesystems der Flüsse Kura, Iori und Alazani aufgeschlossen (siehe Abb.4.1 und 4.3). In der vorliegenden Arbeit sind sie vor allem für die petrographischen Analysen relevant und daher werden sie im Folgenden kurz vorgestellt.

In Ost-Georgien zeigen die flächenmäßig größte Verbreitung von Gesteinen die Sedimente von Jura, Kreide, Paläogene und Neogen (Abb.4.3). Nur in einem kleinen Bereich treten paläozoische Gesteine auf. Sie bestehen aus schwarzem Tonschiefer, Chert, Sandstein, Turbidit, Marmorlinsen und Vulkaniten (Gamkrelidze *et al.* 1981). Die Jurassische Abfolge besteht aus Sedimenten, die in verschiedenen Ablagerungsräumen gelagert wurden, von der Tiefmarine und den Küsten bis zu kontinentalen Ablagerungen. Im Unterjura kommen auch Vulkanite in Form von Lavas und intrusiven Gesteinen vor. Gesteine des Unterjura sind in Kazbegi-Logodekhi, in der Main-Range Zone am südlichen Hang des Großen Kaukasus aufgeschlossen. Sie bestehen hauptsächlich aus mächtigem Tonschiefer, feinen bis groben Sandsteinen, Konglomerat, klastischen Kalksteinen, Flysch und andesit-dacitischen Vulkaniten. An einigen Stellen (z. B. in der Region Khevsureti im Großen Kaukasus) erreichen sie bis zu 2000 m Mächtigkeit. Dort bestehen die Abfolgen aus schwarzem Schiefertone mit Sandstein-Einschaltungen. Im Vor-Range Bereich des Großen Kaukasus bilden die Sandsteine und der Schiefertone die Hauptgesteinsarten des Unterjura. In den kachetischen Bergen im Großen Kaukasus ist das Unterjura mit massivem Sandstein und mit

Schieferton-Einschaltungen repräsentiert. Das Mitteljura besteht zum Teil aus bis zu 3500 m mächtigem Grauwacke, Siltstein, Schieferton, Mergel, kalkalkalinen Vulkaniten, andesitischen Basalten, Andesit-Dacitlavas und Pyroklastika, die in der Zentralzone des Großen Kaukasus (Faltungszone) aufgeschlossen sind. Im Osten der Südflanke des Großen Kaukasus treten unter-jurassische Tonschiefer, die aus klastischen Kalksteinen und Flysch bestehen, auf, gefolgt von oberjurassischen Abfolgen in der Mestian-Trilet-Zone. Sie sind durch mächtige (max. 1500 m) klastische Kalksteine und Flysch vertreten (Topchishvili 1998; Gamkrelidze 1997; Paffengolz 1963). Die Gesteine der Kreide sind in Ost-Georgien im Nordosten und im Süden der Alazani-Ebene aufgeschlossen (Abb.4.3). Sie bestehen hauptsächlich aus klastischen Kalkablagerungen, Grauwacke, Siltstein und Flysch. Paläogene Gesteine treten in Süd-Georgien im Westen und in der Umgebung von Tbilisi auf. Sie kommen auch in einigen schmalen Bereichen in der Erhebung zwischen der Alazani- und der Kura-Ebene vor. Sie bestehen aus Sandstein, Ton, Mergel, mergeligem Kalk und trachytisch-andesitischen Vulkaniten (Paffengolz 1963; Gamkrelidze *et al.* 1981; Gamkrelidze, 1997).

Die neogenen Ablagerungen treten in den südlichen und südwestlichen Bereichen der Alazani-Ebene auf. Sie bestehen aus Konglomeraten, Sandstein, Mergel, Ton und dolomitisiertem Kalkstein. Vor allem im Süden des Landes kommen andesitische und andesitisch-basaltische Vulkanite vor. Die zwei Hauptsinken, in der Rioni im Westen und Kura bzw. Alazani im Osten, die als Ramp-Becken (Abb. 4.4) durch Kollisionsregime gebildet wurden (Kocyiğit *et al.* 2001), werden durch zwei Hauptüberschiebungen begrenzt: im Norden durch die parallel zum nördlichen Rand der Alazani-Ebene verlaufenden, so genannten Groß-Kaukasischen Überschiebung (Hauptüberschiebung), im Süden durch die Adjara-Trialeti-Überschiebung (Banks & Robinson 1997; Philip *et al.* 1989; Rebaï *et al.* 1993; Kocyiğit *et al.* 2001). Charakteristische Ablagerungen dieser Ramp-Becken, d. h. des Rioni-, Kura- und Alazani-Beckens, sind oligozän-quartäre flachmarine und kontinentale Molasse, die hauptsächlich aus Tonstein, Quarz-Sandsteinen bestehen (Kocyiğit *et al.* 2001). Heute werden feine Sedimente (Tone) in diesen jungen Ablagerungen für die lokale Keramikherstellung und die Ziegelindustrie abgebaut.

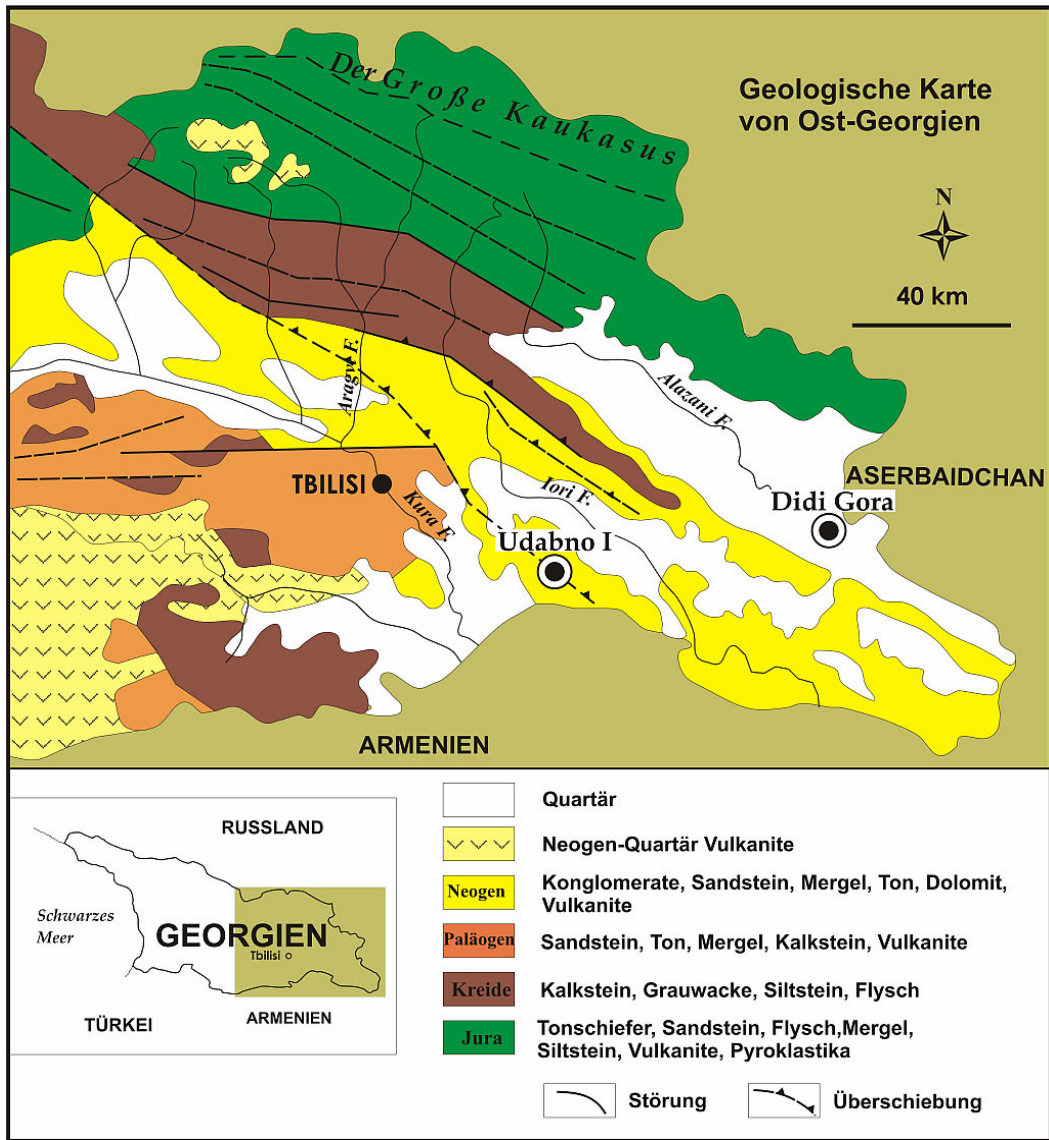


Abb. 4.3: Geologische Übersichtskarte von Ostgeorgien (nach Gamkrelidze 1997)

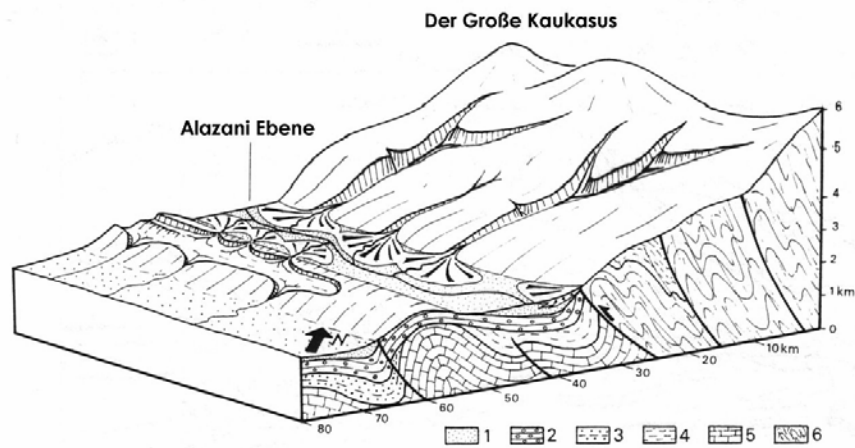


Abb. 4.4: Blockdiagramm des Alazani-Tals und des südlichen Hanges des Großen Kaukasus (nach Philip 1989). Legand: 1. Quartär, 2. Oberpliozän, 3. Oligozän-Miozän, 4. Gesteine aus der Kreide, 5. Gesteine aus dem Jura, 6. Gesteine aus dem Jura und der Kreide.

4.5. Ergebnisse

4.5.1. Petrographische Analysen an den Keramik aus Didi Gora

Alle Keramikfragmente aus Didi Gora beinhalten Gesteins- und Mineralfragmente mit Korngrößenvariationen von Silt bis Grobsand. Ihr proportionaler Anteil variiert so stark, dass er bei einigen Proben sogar bis zu 50 % erreicht (z. B. bei der spätbronze-/früheisenzeitlichen Braunen Ware; Abb.4.5, Bild d). Die vorherrschenden Einschlüsse sind Fein-Quarzsandsteine, Tonschiefer, Tonstein und Quarz. In geringer Menge ($\leq 1\%$) treten opake Minerale, Plagioklas und vulkanische Gesteinsfragmente auf. Als einzelne Körner kommen auch Biotit und mafische Minerale wie Pyroxen und Olivin vor. Kalksteinfragmente sind ebenfalls selten, in einigen Proben fehlen sie sogar völlig.

Fein-Quarzsandsteine (Qst): Unter den Haupteinschlüssen herrschen die Fein-Quarzsandsteinfragmente vor. Ihr proportionaler Anteil ist nicht immer konstant. Der durchschnittliche Anteil liegt bei ca. 7-8 %, wobei einige Scherben auch einen Anteil bis zu ca. 15 % aufweisen können (z. B. bei der Probe 5.2 der Braun Polierten Ware). Diese Fein-Quarzsandsteinkörner bestehen aus feinen, gut sortierten Quarzkörnern mit undulöser Auslöschung. In einigen dieser Körner beobachtet man einzelne Plagioklas- und Muskovitfragmente. Die Fein-Quarzsandsteinfragmente selbst sind sehr gut bis gut gerundet, was auf einen langen Transportweg hinweist. Die Korngröße variiert von 0,2 bis zu 2 mm. Im Vergleich zu anderen Einschlüssen, wie Tonschiefer und Tonsteinfragmente, sind die Fein-Quarzsandsteinkörner größer.

Tonschiefer (Tsf): Tonschieferfragmente stellen den zweithäufigst auftretenden nichtplastischen Bestandteil dar, lediglich bei der Sonderprobe 1.93 kommen solche Einschlüsse nicht vor. Die Körner sind sehr gut gerundet, nahezu alle Körner sind in länglicher Form vorhanden (siehe z. B. Abb.4.5, Bilder a, b, d). Die Länge der Körner variiert von 0,4 bis 1 mm und die Breite von 0,1 bis 0,6 mm, wobei einzelne Körner sogar einen Durchmesser von 2,4 mm besitzen können. Die Tonschieferfragmente sind parallel zur Keramikoberfläche ausgerichtet, was ein Hinweis darauf ist, dass die Keramik höchstwahrscheinlich auf der Drehscheibe hergestellt wurde. Der Durchschnittsanteil der Tonschiefer beträgt ca. 5 %, wobei bei einigen Scherben ein Anteil von 10 % erreicht werden kann. Ein Charakteristikum der Tonschiefer ist das Vorkommen von feinen opaken Mineralen entlang der Foliation. Es handelt sich hierbei vermutlich um eisenhaltige Minerale.

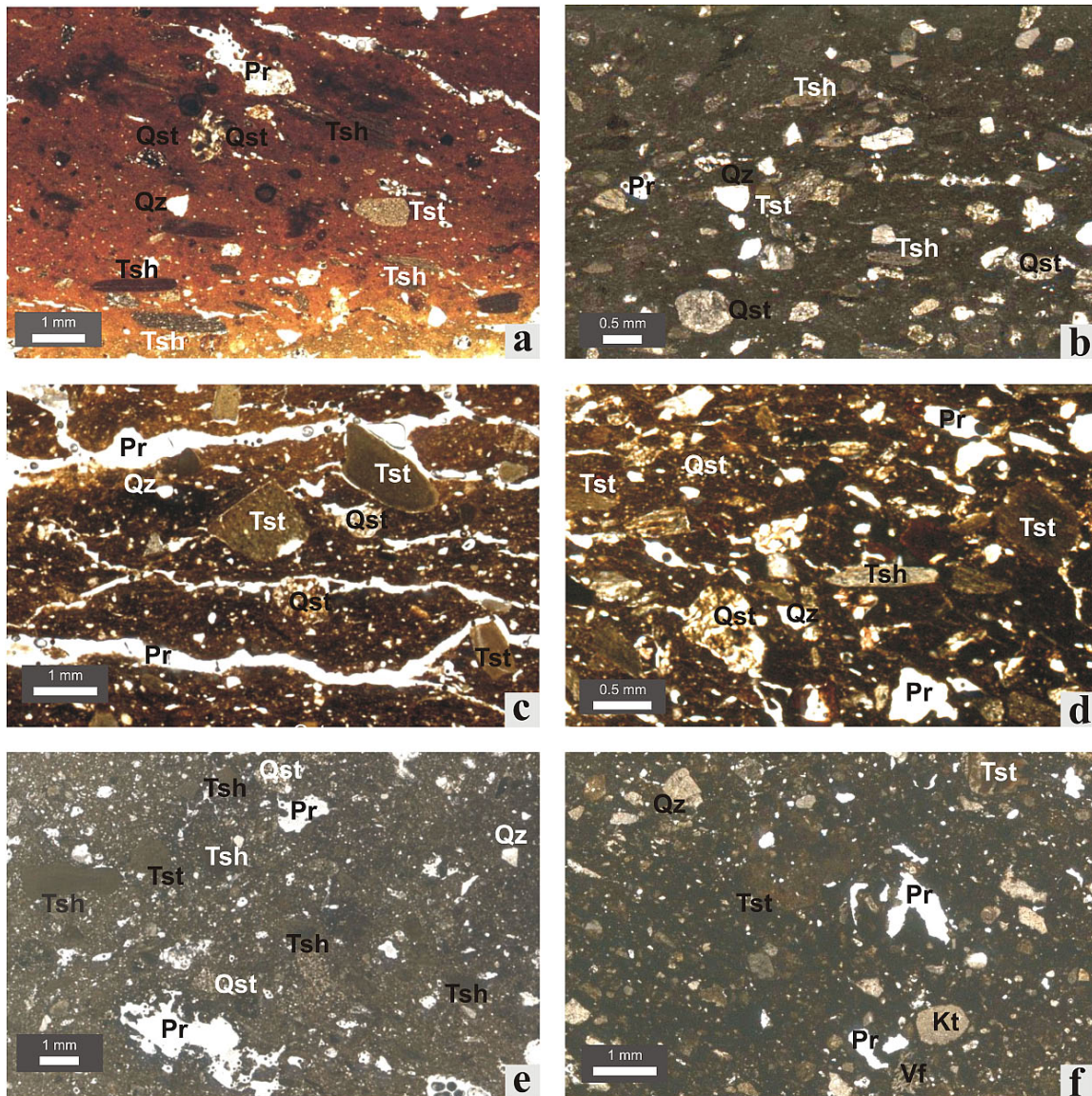


Abb. 4.5: Dünnschliffbilder von Keramik aus Didi Gora. Bild **a**: Braune Ware (Probe 5.18, DG-7), Bild **b**: Graue Ware (Probe 1.24.26, DG-3), Bild **c**: Schwarz Polierte Ware (Probe 1.114, DG-9), Bild **d**: Braune Ware (Probe 1.64, DG-5), Bild **e**: Sonderproben (Probe: 5.2.53, keine Labornummer), Bild **f**: Braun Polierte Ware (Probe 1.93.1, DG-13). Auf den Bildern sind die Haupteinschlüsse von Fein-Quarzsandstein (Qst), Tonschiefer (Tsh), Tonstein (Tst), Quarz (Qz), vulkanischen Fragmenten (Vf) und Kalkstein (Kt) zu erkennen. Die weißen formlosen Stellen in den Abbildungen sind Hohlräume (alle Abbildungen sind unter gekreuztem Polarisator entstanden).

Tonstein (Tst): Ein weiterer, häufig vorkommender Einschluss in der Keramik aus Didi Gora sind braune bis tief braunfarbige Silt-Tonsteinfragmente (in der Abb.4.5, Bilder c und f sind die Tonsteinfragmente deutlich zu erkennen). Ihre Korngröße liegt bei ca. 0,3-0,7 mm, jedoch kommen auch größere Körner vor, die eine Größe von bis zu 2 mm erreichen können. Die Fragmente sind gut gerundet und zeigen eine relativ gute Sortierung. Ihr durchschnittlicher Anteil liegt bei ca. 2-3 %, ausgenommen eine Probe, in der der Anteil bei 5-6 %

liegt (die Probe 1.114, DG-9). Eine typische Erscheinung in vielen Proben sind in den Tonsteinfragmenten homogen verteilte opake Minerale.

Quarz (Qz): Als vierter Hauptmagerungstyp in der Didi Gora Keramik kommen in der Grundmasse sowohl feine als auch grobe Quarzkörner vor. Sie sind eckig und zeigen eine undulöse Auslöschung. Vor allem bei den groben Körnern beobachtet man eine polykristalline Ausbildung. Ihr Anteil übersteigt nicht mehr als 3-4 %. Vermutlich stammen die meisten Körner von Fein-Quarzsandstein oder haben denselben Ursprung wie dieser.

Die oben vorgestellten petrographischen Eigenschaften der Einschlüsse in den Proben aus Didi Gora weisen darauf hin, dass in der Umgebung oder im Einzugsgebiet des Rohstoffes (Ton) hauptsächlich Fein-Quarzsandsteine, Tonschiefer, Tonsteine sowie untergeordnet vulkanische (andesitische) Gesteine und Kalksteine aufgeschlossen sind, und in der Umgebung des Herstellungsortes solche Gesteine vorkommen. Diese Rekonstruktion stimmt mit der Geologie Ost-Georgiens überein (siehe Abb.4.3), da Tonschiefer und Sandsteine typische Gesteine vor allem im nördlichen Gebiet Georgiens darstellen. Eine Bestätigung dieser Aussage liefern die petrographischen Analysen an Sandproben von dem Fluss Alazani und die Minerale und Gesteinseinschlüsse der lokalen Tonprobe GUT 36 aus Vardiskubani. Die Sandprobe vom Alazani besteht ebenfalls aus Fein-Quarzsandstein, Tonschiefer und Tonstein (Abb.4.6, rechtes Bild). Untergeordnet treten andesitische Vulkanitfragmente, Kalkstein und mafische Minerale auf, deren Anteil wie in der Keramik aus Didi Gora sehr niedrig ist (~ 1 %). Ebenfalls eine gute Übereinstimmung ergibt sich aus der petrographischen Analyse von Einschlüssen (Analyse von Streupräparaten) der Tonprobe GUT 36 aus Vardiskubani. Der Ton dieser Probe besitzt eine hohe Plastizität, weshalb er heute für die rezente Töpferei verwendet wird, und beinhaltet ebenso Fein-Quarzsandstein, Tonschiefer, Tonstein und geringfügig andesitische Vulkanitfragmente (Abb.4.6, linkes Bild). Die Fein-Quarzsandsteinfragmente sind offenbar Derivative aus unterer und oberer jurassischer Abfolge. Die Tonschiefer einschlüsse stammen vermutlich ebenfalls aus unteren jurassischen schwarzen Tonschiefern, die in einem weiten Bereich in Ost-Georgien aufgeschlossen sind (Abb.4.3). Auch Tonsteine kommen in jurassischer Abfolge vor. Diese Übereinstimmung von Einschlüssen mit der Geologie Ost-Georgiens ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die untersuchte Keramik aus Didi Gora in Ost-Georgien hergestellt wurde.

Nach der Lokalisierung der Herkunft der Ware in Ost-Georgien, stellt sich die Frage, ob man den genauen Ort der Tonquelle der Keramik aus Didi Gora bestimmen kann. Da die Petrographie jedoch keine genaueren Angaben über den Herstellungsort der Ware erlaubt, wird der

Fragestellung mithilfe von geochemischen Analysen nachgegangen. Die Ergebnisse werden im Folgenden eingehend diskutiert.

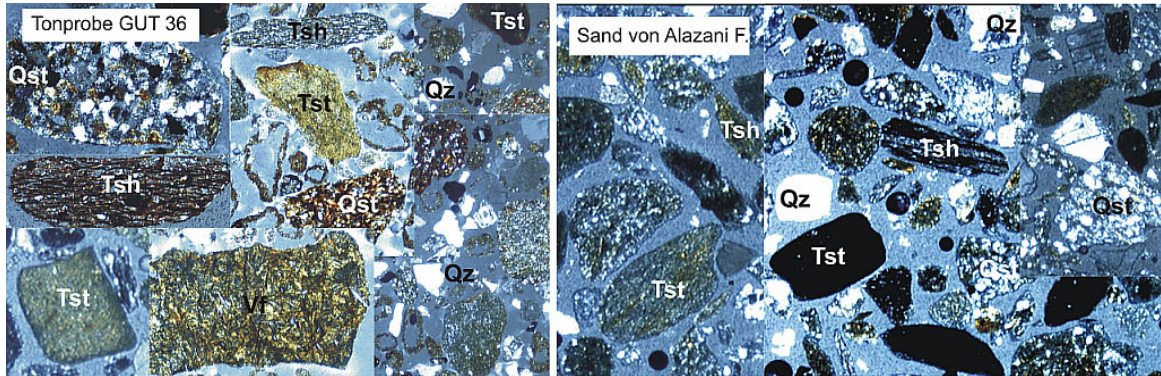


Abb. 4.6: Dünnschliffbilder der Sandkörner aus der Tonprobe GUT 36 aus Vardiskubani (links) und einer Sandprobe aus dem Alazani-Fluss (rechts). Qst: Fein-Quarzsandstein, Tsh: Tonschiefer, Tst: Tonstein, Qz: Quarz, Vf: vulkanische Fragmente. Die Größe der Körner variiert zwischen sehr feinem und grobem Sand.

Petrographische Analysen an sandigen Einschlüssen der Tonprobe GUT 36 deuten ebenfalls darauf hin, dass die Einschlüsse in der Keramik im natürlichen Zustand des Tones vorhanden waren oder vorhanden sein können. Das heißt, zumindest die Keramik, die einen niedrigen Anteil von Einschlüssen besitzt, ist vermutlich nicht gemagert worden, da der Rohton in natürlichem Zustand die gleichen Eigenschaften aufweist. Für die Proben mit hohem Einschlussanteil, wie die spätbronze-/früheisenzeitliche Braune Ware (Abb.4.5, Bild d), ist eine Magerung des Rohtons jedoch nicht ganz auszuschließen. Dennoch ist eine sichere Unterscheidung zwischen natürlich vorhandenen Einschlüssen und Einschlüssen durch die Magerung der Tonpaste nicht möglich, da eine Ähnlichkeit von Einschlüssen und ihren Korneigenschaften (z. B. Rundung, Größe) in der Keramik und in der Tonprobe besteht. Es ist aber anzunehmen, dass der hohe Anteil von Einschlüssen in einigen Proben das Resultat einer Magerung ist.

Die petrographischen Analysen zeigen auch, dass bei der Grauen Ware, Braunen Ware, der Schwarz Polierten und der Braun Polierten Ware keine gruppenspezifischen Merkmale, wie z. B. die Art der Einschlüsse in bestimmten Warentypen oder ihre prozentuelle Verteilung usw., existieren, die die Warentypen petrographisch gruppieren. Die so genannten Sonderproben zeigen petrographisch keine speziellen Eigenschaften. Hinsichtlich der Art der Einschlüsse und ihrer proportionalen Anteile sowie ihrer Tonqualität und den Poreneigenschaften sind sie den anderen Warentypen ähnlich. Die Analysen zeigen auch, dass die

Keramikwaren keine bestimmten Merkmale aufweisen, die für bestimmte Perioden charakteristisch sind.

4.5.2. Petrographische Analysen an Feine Ziegel Ware aus Udabno I

Die Eisenzeitliche Keramik, die so genannte Feine Ziegel Ware aus Udabno I, beinhaltet feine Mineral- und Gesteinseinschlüsse (Abb.4.7). Sie unterscheiden sich deutlich von der Keramik aus Didi Gora nicht nur in der Feinheit der Einschlüsse sondern auch in deren Art. Die Haupteinschlüsse sind mikrokristalline (mikritische) Kalk- und Quarzfragmente. Untergeordnet (~1%) treten Fein-Quarzsandsteinfragmente auf.

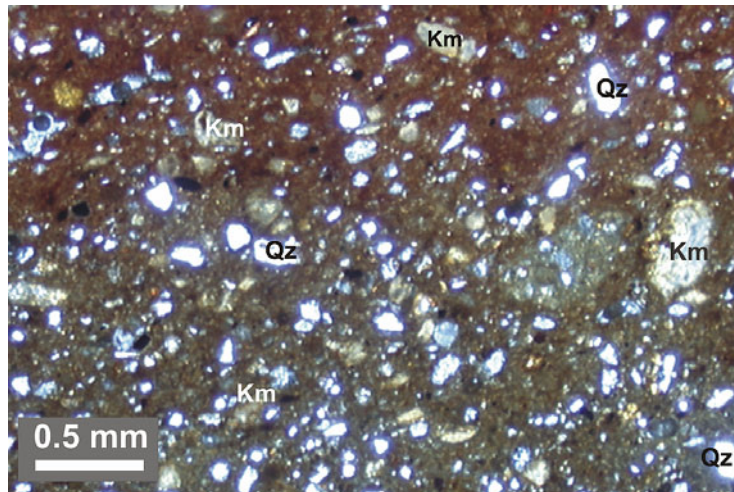


Abb. 4.7: Dünnschliffbild der Feine Ziegel Ware aus Udabno (Probe: 760/010-1-3 [2]; gekreuzter Polarisator). Km: mikritische Kalkfragmente, Qz: Quarz.

Kalk (Km): Die mikritischen Kalke sind dominant und machen ~10 % des gesamten Bestands der Einschlüsse aus. Die Korngröße variiert zwischen sehr feinem Sand und Siltgröße. Sie kommen ebenfalls in der Grundmasse vor. Die Körner besitzen eine hohe Rundung und Kugeligkeit.

Quarz (Qz): Die Quarzminerale sind ebenfalls in feinen bis sehr feinen Korngrößen (Silt bis sehr feiner Sand) vertreten. In den größeren Körnern, in denen sich die optischen Eigenschaften erkennen lassen, beobachtet man wie bei Quarzfragmenten in der Keramik aus Didi Gora eine undulöse Auslöschung. Dies weist auf einen metamorphen Ursprung. Die Magerungsbestandteile sind in den Scherben gut verteilt (seriale Verteilung). Das Vorkommen von sehr feinen Einschlüssen in der Grundmasse spricht für ein natürliches Vorhandensein von Kalk- und Quarzfragmenten im Rohmaterial. Dies bedeutet, dass

während der Keramik-herstellung kein Sand in den Ton gemischt wurde. Man kann sogar von einem Schlämmen des Rohmaterials sprechen, wenn man die hohe seriale Kornverteilung und Feinheit der Keramik berücksichtigt.

Fein-Quarzsandsteinfragmente (Qst): Die Feine Ziegel Ware beinhaltet neben Kalk- und Quarzeinschlüssen auch Fein-Quarzsandsteinfragmente. Dies ist im Prinzip das gleiche Material wie bei der Keramik aus Didi Gora. Ihr Anteil liegt bei ca.1-2 %. Die Körner sind jedoch im Vergleich zur Didi Gora Keramik feiner. Diese Feinheit der Fein-Quarzsandsteinfragmente spricht auch für ein Schlämmverfahren des Tones. In der Feine Ziegel Ware wurden keine Tonschiefer und Tonsteinfragmente beobachtet. Auch in der Keramik fehlen vulkanische Fragmente und mafische Minerale (Olivine und Pyroxene). Trotz des Fehlens der genannten Einschlüsse (Tonschiefer und Tonstein) ist vor allem das Vorhandensein von Fein-Quarzsandsteinfragmenten ein Hinweis auf eine lokale Produktion der Feine Ziegel Ware. Auf der anderen Seite weist das Fehlen von Tonschiefer, Tonstein und vulkanischen Fragmenten darauf hin, dass das Rohmaterial dieser Keramik an einer anderen Stelle abgelagert wurde und dass der Ursprung der Tonquelle der Feinen Ziegel Ware somit an einem anderen Ort lag als bei den Waren aus Didi Gora.

4.6. Chemische Untersuchungen

4.6.1. Haupt- und Spurenelementzusammensetzung der Keramik aus Didi Gora

Die Daten der Haupt- und Spurenelemente von Didi Gora und Udabno I Keramik wurden im Anhang 14 und die Daten von insgesamt 31 lokalen Tonproben wurden im Anhang 15 aufgelistet. Die Konzentrationen der Haupt- und Spurenelemente der Keramik wurden zunächst in verschiedenen Elementkombinationen miteinander verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass die Hauptelemente im Vergleich zu den Spurenelementen einen besseren Ausgangspunkt zur chemischen Gruppierung der Ware darstellen. In Abbildung 4.8 wurden die Hauptelemente Al_2O_3 - Fe_2O_3 - CaO und Al_2O_3 - $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ - CaO von der Keramik und von lokalen Tonproben auf zwei Dreieckdiagrammen dargestellt. In den Diagrammen ist zu erkennen, dass es zwischen Keramikproben aus Didi Gora (durch zwei Kreise hervorgehoben) und aus Udabno I einen deutlich erkennbaren Unterschied in ihren CaO -, Al_2O_3 -, MgO -, Fe_2O_3 -, Na_2O - und K_2O -Konzentrationen besteht. Die Keramik aus Didi Gora zeichnet sich durch eine mittlere bis sehr niedrige Konzentration von CaO (0,75- 8,8 %) und hohe Konzentration von Fe_2O_3 (5,13-9,13 %), Al_2O_3 (13,1-19,1 %) und $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ([1,36-2,52]+[2,13-4,17] %) sowie MgO (1,56-2,85 %) aus, während die Keramik aus Udabno I

sich durch hohe CaO- (12,6-13,2 %), niedrige Al₂O₃-(12,9-13,2 %), Fe₂O₃ (5,73-5,86 %)- und K₂O-(1,18-1,22 %), sowie leicht niedrigere MgO- (2,17 %) Konzentrationen (in der Abbildung nicht eingetragen) charakterisiert. In den Abbildungen ist zudem zu erkennen, dass sich innerhalb der Keramik aus Didi Gora aufgrund von Konzentrationsunterschieden bezüglich Al₂O₃, CaO und Fe₂O₃ zwei Gruppen bilden. Die erste Gruppe unterscheidet sich von der zweiten Gruppe durch ihre niedrigen CaO- und Fe₂O₃-sowie hohe Al₂O₃-Konzentration. Auf der Basis von CaO kann diese Gruppe als „kalkarme-“ (CaO: 0,74-2,76 %) und die zweite Gruppe als „mittelkalkreiche“(max. CaO: 8,8 %) Keramikgruppe bezeichnet werden. Die Na₂O-, K₂O- und auch MgO-Konzentrationen der kalkarmen Gruppe liegen ebenso etwas höher als die der mittelkalkreichen Gruppe. Die beiden chemischen Gruppen beinhalten Waren, die zeitlich und typologisch zum gleichen archäologischen Warentyp bzw. zur selben Periode gehören. Beispielsweise gehören einige Proben der spätbronze-/früh-eisenzeitlichen Grauen Ware zur kalkarmen Gruppe, andere hingegen zur mittelkalkreichen Gruppe. Ähnliches beobachtet man bei der Schwarz Polierten Ware, bei der „Sonderprobe“ sowie bei der Spätbronze-/früheisenzeitlichen Braunen Ware.

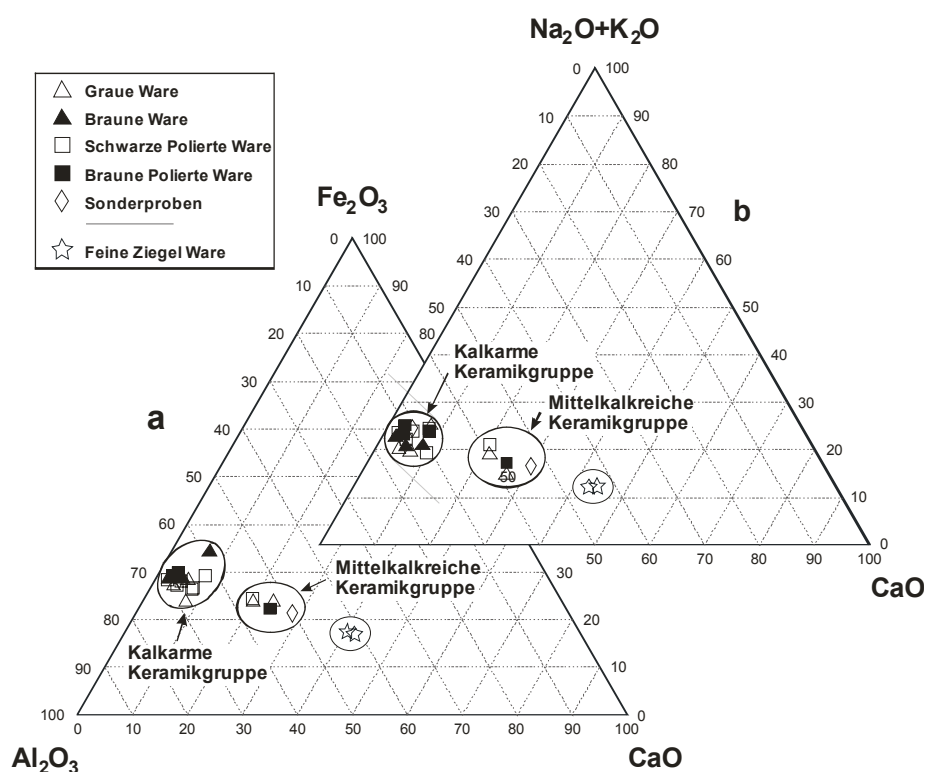


Abb. 4.8: Dreieckdiagramme von CaO-Fe₂O₃-Al₂O₃ und CaO-Al₂O₃-Na₂O+K₂O der Keramik aus Didi Gora und Udabno I. Auf den Diagrammen a und b sieht man die chemische Gruppierung der Keramik aus Didi Gora und Udabno I (alle Elementkonzentrationen sind in Gew. %).

Um einen Überblick über die Gruppierung der Waren nach ihrer Hauptelementzusammensetzung zu geben, wurden sie in der Tab.4.1 als archäologische und chemische Gruppe dargestellt. In der linken Spalte wurden die Waren nach ihrer Chronologie und nach ihrer zugehörigen Keramiktypologie aufgelistet. In der rechten Spalte sind die kalkarme und die kalkreiche chemische Gruppe dargestellt. Die mittelkalkreiche Gruppe ist schwarz hervorgehoben.

Tab. 4.1: Tabellarische Darstellung der archäologischen und chemischen Gruppen sowie der jeweiligen Perioden der Waren aus Didi Gora.

Archäologische Gruppe				Chemische Gruppe				
Chrn.	Warentyp	Fund-Nr.	Lab-Nr.		Chrn.	Fund-Nr.	Lab-Nr.	
Spätbronze-/Früheisenzeit	Graue Ware	1.64	DG-1	Kalkarme Keramikgruppe	Spätbronze-/Früheisenzeit	5.2	DG-2	
		5.2	DG-2			1.24.(26)	DG-3	
		1.24.(26)	DG-3			5.2.(20)	DG-4	
		5.2.(20)	DG-4			1.64	DG-5	
	Braune Ware	1.64	DG-5			5.2	DG-6	
		5.2	DG-6			5.18	DG-7	
		5.18	DG-7			1.20	DG-8	
		1.93	DG-18			5.2	DG-10	
	Schwarze Polierte Ware	1.20	DG-8			1.16	DG-19	
		5.2	DG-10			Mittelbronzezeit	1.114	DG-9
		1.24.(49)	DG-11		1.93.(1)		DG-13	
		1.16	DG-19		1.93		DG-14	
	Braun Polierte Ware	5.2	DG-12		1.114.(10)		DG-16	
					1.114	DG-17		
Mittelbronzezeit	Schwarze Polierte Ware	1.114	DG-9		Mittelkalkreiche Keramik-Gruppe	SBZ/FEZ	1.64	DG-1
		1.93	DG-20				1.24.(49)	DG-11
	Braune Polierte Ware	1.93.(1)	DG-13				5.2	DG-12
		1.114.(10)	DG-16				1.93	DG-18
		1.114	DG-17				MBZ	1.114.(5)
	Sonderproben	1.93	DG-14					
		1.114.(5)	DG-15					

Im Gegensatz zu den Hauptelementen zeigen die kalkarmen und mittelkalkreichen chemischen Keramikgruppen von Didi Gora ähnliche Spurenelementzusammensetzungen und erlauben keine deutliche Gruppierung der Waren. Im Allgemeinen zeigen die Spurenelemente jedoch breitere Streuungen. Vor allem die mobilen Elemente wie Ce, La, Nd, Th und auch Rb (Abb.4.9 und 4.10) lassen keinen deutlich erkennbaren Zusammenhang zwischen einzelnen Warentypen und chemischen Gruppen erkennen. In den Abbildungen 4.9

und 4.10 wurden einige dieser Spurenelemente auf Variationsdiagrammen gegen CaO und Al₂O₃ dargestellt.

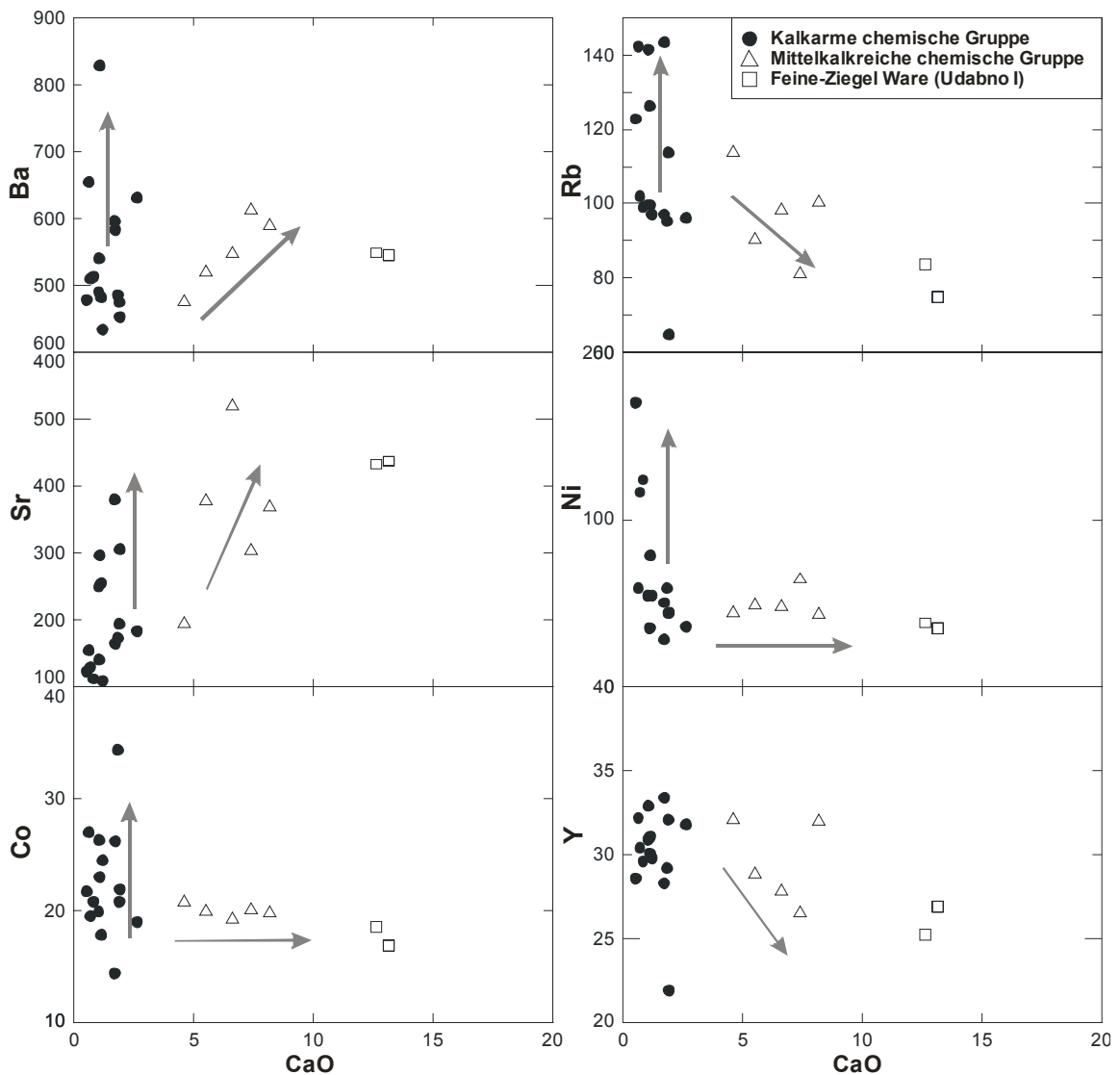


Abb. 4.9: Variationsdiagramme von Ba vs. CaO, Rb vs. CaO, Sr vs. CaO, Ni vs. CaO, Co vs. CaO und Y vs. CaO von kalkarmen und mittelkalkreichen Keramikgruppen aus Didi Gora und der feinen Ziegelware aus Udabno I. In den Diagrammen erkennt man das unterschiedliche Konzentrationsverhalten von Spurenelementen und ihre positiven und negativen Korrelationen mit der CaO-Konzentration.

Die kompatiblen Elemente wie Co, Cr, Ni, V weisen verhältnismäßig einheitliche Elementmuster auf. Obwohl keine deutlich erkennbaren Differenzen von Spurenelementkonzentrationen zwischen den kalkarmen und den mittelkalkreichen Keramikgruppen bestehen (nur an Rb und Sr ist ein tendenzieller Unterschied zu erkennen), beobachtet man bei einigen Spurenelementen wie Ba, Rb, Sr, Cr, Ni, Co, Y und Yb unterschiedliche Verteilungsmuster. Außer bei Yb weisen kalkarme Gruppen eine breitere Streuung von Spurenelementen auf als

mittelkalkreiche Gruppen (Abb.4.9 und 4.10). Vor allem Co, Ni und Cr der mittelkalkarmen Gruppe zeigen einheitliche Verteilungsmuster (Abb.4.9). In den Variationsdiagrammen der Spurenelemente Ba, Rb, Sr, Ni, Co und Y gegen CaO erkennt man in Abbildung 4.9, dass die Spurenelemente Ba und Sr der mittelkalkreichen Gruppe eine positive Korrelation mit CaO aufweisen, wobei sie aber mit Rb und Y eine negative Korrelation zeigen. Ebenfalls eine leichte negative Korrelation beobachtet man bei Yb (nicht in der Abbildung dargestellt). Bei den anderen Spurenelementen, wie Co, Ni und Cr der mittelkalkreichen Gruppen (Cr nicht dargestellt) erweist sich keine Korrelation mit der CaO-Konzentration. Jedoch wird bei der kalkarmen Gruppe eine positive Korrelation zwischen Al_2O_3 und Rb, Co, V, Y und Yb und eine negative Korrelation mit Sr ersichtlich. In Abbildung 4.10 wurden nur Rb, Sr, Co und Ni gegen Al_2O_3 dargestellt. Dort erkennt man eine positive Korrelation von Sr, Rb und Co kalkarmer Gruppe mit Al_2O_3 . Eine etwas gestreute positive Korrelation zeigen auch Ni und Cr (Cr nicht dargestellt).

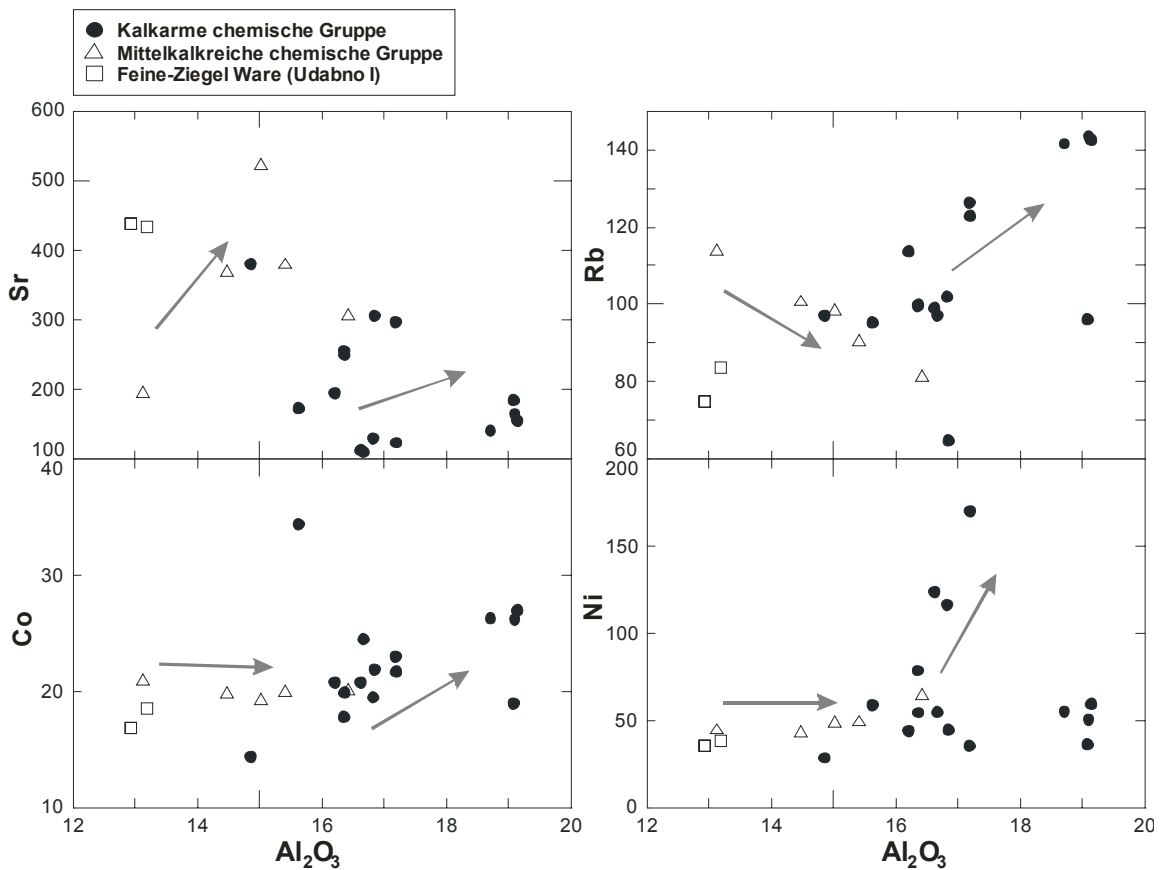


Abb. 4.10: Variationsdiagramme von Sr vs. Al_2O_3 , Rb vs. Al_2O_3 , Co vs. Al_2O_3 und Ni, vs. Al_2O_3 von kalkarmen und mittelkalkreichen Keramikproben aus Didi Gora und der feinen Ziegel Ware aus Udabno I. In den Diagrammen erkennt man das unterschiedliche Konzentrationsverhalten von Spurenelementen und ihre positiven und negativen Korrelationen mit der Al_2O_3 -Konzentration.

Wie bereits erwähnt, stammt die Al_2O_3 -Konzentration in feinen Sedimenten mit hohem Tonanteil überwiegend von Tonmineralen, da Al_2O_3 der Hauptbestandteil von Tonmineralen ist. Die Verteilungsmuster (bzw. das chemische Verhalten) von kompatiblen Spurenelementen der kalkarmen Keramikgruppe werden scheinbar vor allem durch Tonmineralanteile gesteuert. Dabei hat scheinbar der Kalkanteil keinen großen Einfluss auf die Variation von Spurenelementen. In mittelkalkreichen Gruppen scheint es umgekehrt zu sein. Wie man in den Abbildungen beobachtet, zeigen einige Elemente wie Ba, Rb, Sr, Ni (ebenfalls in den Abbildungen nicht dargestellt Cr) der kalkarmen Gruppen breite Streuungen. Der Grund für die Rb und Co Streuung in kalkarmen Keramikgruppen scheint Tonmineralanteil zu sein. Da aber Ni und Cr keine deutlich erkennbare Korrelation mit Al_2O_3 (man erkennt nur eine tendenzielle Korrelation) und auch mit CaO zeigt, lässt sich der genaue Grund ihrer breiten Streuung nicht erklären. In den Dünnschliffen dieser Proben wird kein erkennbarer Unterschied an prozentuellen Anteilen der mafischen Minerale oder Gesteinsfragmente beobachtet, die hierfür verantwortlich sein könnten. Die Spurenelemente Cr und Ni zeigen ebenso keine positive Korrelation mit MgO und Fe_2O_3 . Ihre tendenziell positive Korrelation mit Al_2O_3 (Tonminerale) kann demzufolge kein alleiniger Grund für eine solche starke Abweichung sein. Eine Erklärung dafür könnte das Vorhandensein von organischem Material im Rohton sein. Auf diese Untersuchung wurde jedoch nicht weiter eingegangen, da dies den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen würde.

Das vorgestellte unterschiedliche chemische Verhalten von Spurenelementen in kalkarmen und mittelkalkreichen Keramikgruppen weist darauf hin, dass einerseits die Geologie des Hinterlandes, d. h. die Geologie des Einzugsgebiets dieser Tonablagerungen, gewissermaßen ähnlich ist und andererseits die Tone in unterschiedlichen Sedimentationsbedingungen abgelagert wurden. Dieses unterschiedliche Elementverhalten weist auch daraufhin - wie auch die Hauptelemente deutlich zeigen -, dass zur Herstellung der analysierten Keramik aus Didi Gora mindestens zwei unterschiedliche Tonquellen verwendet wurden: Tonablagerung mit kalkarmer und solche mit mittelkalkreicher Elementzusammensetzung. Auffällig ist hierbei, wie bereits oben erwähnt, dass diese Tonquellen in allen Perioden, d. h. in der Mittelbronze-, Spätbronze- und Früheisenzeit genutzt wurden und dass keine bestimmten Tonquellen für bestimmte Warengruppen gezielt ausgesucht wurden (siehe Tab.4.1). Offenbar reichten die in der Umgebung des Produktionsorts zugänglichen Toneigenschaften für die gewünschte Keramikproduktion aus. Daher wurden kein bestimmtes Rezept bzw. bestimmte Tonquellen mit speziellen Eigenschaften verwendet. Diese Aussage ist mit den archäologischen Eigenschaften bzw. mit der Qualität der Keramik aus Didi Gora vereinbar.

4.6.2. Feine Ziegel Ware aus Udabno I

Wie oben bereits erwähnt stellt die Feine Ziegel Ware aus Udabno I bezüglich ihrer archäologischen Eigenschaften für die Region in Ost-Georgien und generell für den Südkaukasus eine untypische Ware dar. Hinsichtlich der Herstellungstechnik unterscheidet sie sich von der Keramik aus Didi Gora (s. o.) und auch die petrographische Analyse in Bezug auf die Toneigenschaften sowie ihre Haupt- und Spurenelementzusammensetzungen zeigt deutliche Unterschiede. Feine Ziegel Ware zeichnet sich vor allem durch ihren hohen CaO- (höher als bei der mittelkalkreichen Didi Gora Keramikgruppe) sowie niedrigen Al₂O₃- und Fe₂O₃-Gehalt aus (Abb.4.8). Auch an den Spurenelementen Rb, Sr, Co, Cr, Ni, V, Y, Zn, Zr, Ce, Yb beobachtet man einen Konzentrationsunterschied zur Keramik aus Didi Gora. Einen leichten Unterschied zeigen zudem La, Co, Cr und Ni (siehe Abb.4.8, 4.9 und Abb.4.10).

Wenn man die chemische Zusammensetzung der Haupt- und Spurenelemente sowie die petrographischen Eigenschaften der Udabno I-Keramik betrachtet, so ergeben sich Hinweise darauf, dass man zur Herstellung der Feinen Ziegel Ware eine andere Tonablagerung benutzt hat als die aus Didi Gora, was für einen anderen Herstellungsort spricht. Die Herkunft der Keramikwaren aus Didi Gora und Udabno I wird im Folgenden in zwei getrennten Unterkapiteln behandelt.

4.7. Herkunft der Ware von Didi Gora und Udabno I

4.7.1. Didi Gora

Die Ergebnisse der Dünnschliffanalysen an Keramikfragmenten aus Didi Gora und Udabno I weisen, wie bereits oben diskutiert wurde, auf Ost-Georgien als Herstellungsort hin. In diesem Kapitel wird der Herstellungsort anhand der geochemischen Methode überprüft. Hierzu dienen die in verschiedenen Orten in Ost-Georgien entnommenen lokalen Tonproben (Abb.4.1) als Vergleichsmaterial.

Die ausgesuchten lokalen Tonproben aus dem Alazani-Tal, Sagaredjo und aus deren Umgebung lassen sich aufgrund ihrer Hauptelemente in zwei Hauptgruppen einteilen. Die erste Tongruppe zeichnet sich durch einen niedrigen CaO- und einen hohen SiO₂-, TiO₂-, Al₂O₃- und Fe₂O₃-Gehalt aus. Die zweite Tongruppe besitzt hingegen eine hohe CaO-, einen leicht höheren K₂O- und einen niedrigen SiO₂-, TiO₂-, Al₂O₃- und Fe₂O₃-Gehalt (Abb. 4.10). Die zweite Gruppe mit niedriger CaO-Konzentration, die hier als die *kalkarme* Tongruppe

bezeichnet wird, besteht aus Tonproben aus Pona und Vardiskubani (Abb. 4.1). Die zweite Tongruppe mit hohem CaO- und niedrigem Al₂O₃- und Fe₂O₃-Gehalt wurde als *kalkreiche* Tongruppe benannt. Die kalkreiche Tongruppe besteht aus Tonproben aus sechs verschiedenen Orten: Petrepauli, Tetrobiani, Patardzeuli, Karchana (in der Umgebung des Sagaredjo-Bezirks), Bodbizchevi und Ichalto (Abb.4.1).

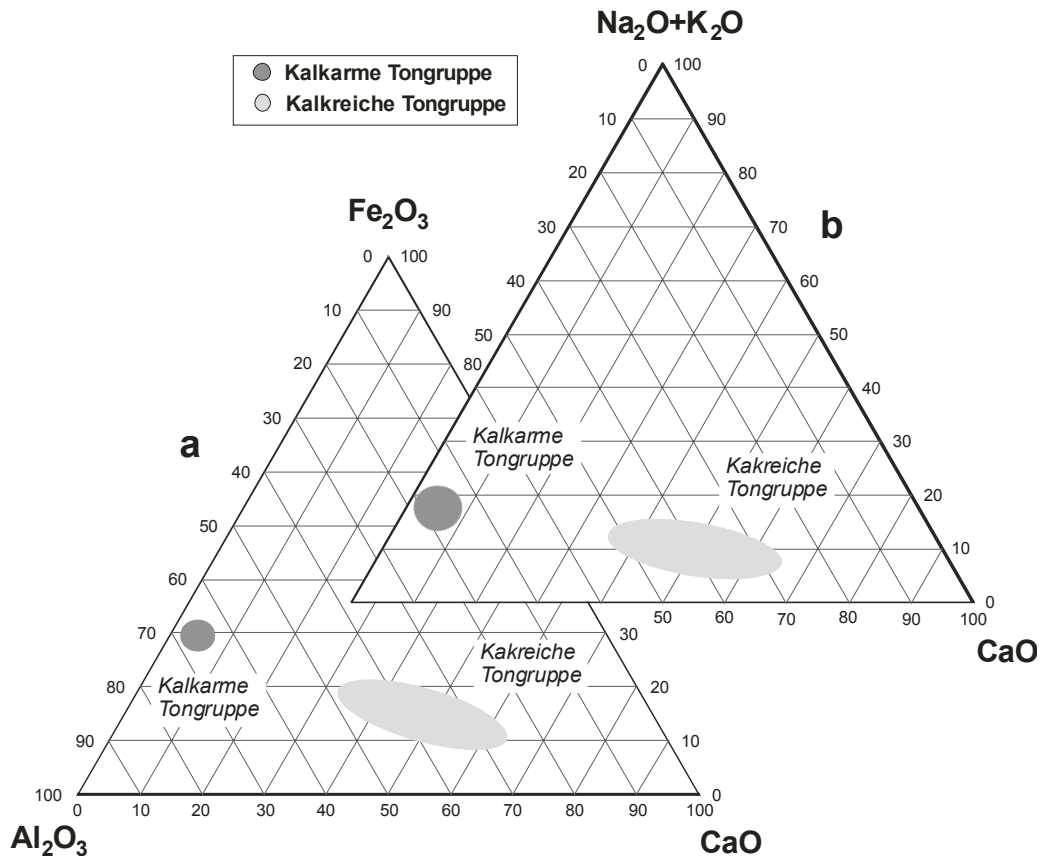


Abb. 4.11: Dreieckdiagramme mit dem CaO-Fe₂O₃-Al₂O₃- und CaO-Al₂O₃-Na₂O+K₂O-Gehalt von lokalen Tonproben aus Alazani-Tal, Sagaredjo und ihren Umgebung. Der dunkelgraue Kreis repräsentiert die kalkarmen Tone aus Pona und Vardiskubani. Der hellgraue Kreis markiert die Proben aus Petrepauli, Tetrobiani, Patardzeuli, Karchana, Bodbizchevi und Ichalto (alle Elementkonzentrationen sind in Gew. %).

Die kalkreiche Tongruppe besteht aus Tonen, die zwar eine Gruppe bilden, jedoch in ihren Kalk- bzw. Tonmineralgehalten (Al₂O₃-Gehalt) etwas breitere Variationen zeigen. Sie bilden daher in Abbildung 4.11 eine breite (hellgraue) Punktwolke. Beispielsweise die Proben aus Tetrobiani sind mergelig, die man auch mit bloßem Auge erkennen kann, während z. B. die Tonproben aus Ichalto einen hohen Tonmineralgehalt und somit eine hohe Plastizität aufweisen. Ähnliche Elementmuster der kalkreichen Tongruppe (breite Punktwolke) beobachtet man bei den Spurenelementen (siehe Abb.4.12). Die kalkarme Tongruppe, die aus

Proben aus Pona und Vardiskubani besteht, zeigt hingegen deutlich einheitliche chemische Muster (Abb.4.11, siehe auch Abb.4.12). Auch bei den Spurenelementen Rb, Sr, Co, V und Y, sowie Ba, Cr, Ni, Zr und Y erkennt man Unterschiede zwischen der kalkarmen und kalkreichen Tongruppe (Abb.4.12). Dabei werden Differenzen bei Co, Sr und V beobachtet und es können auch zwei Hauptgruppen unterschieden werden, die der kalkarmen Tongruppe und kalkreichen Tongruppe entsprechen.

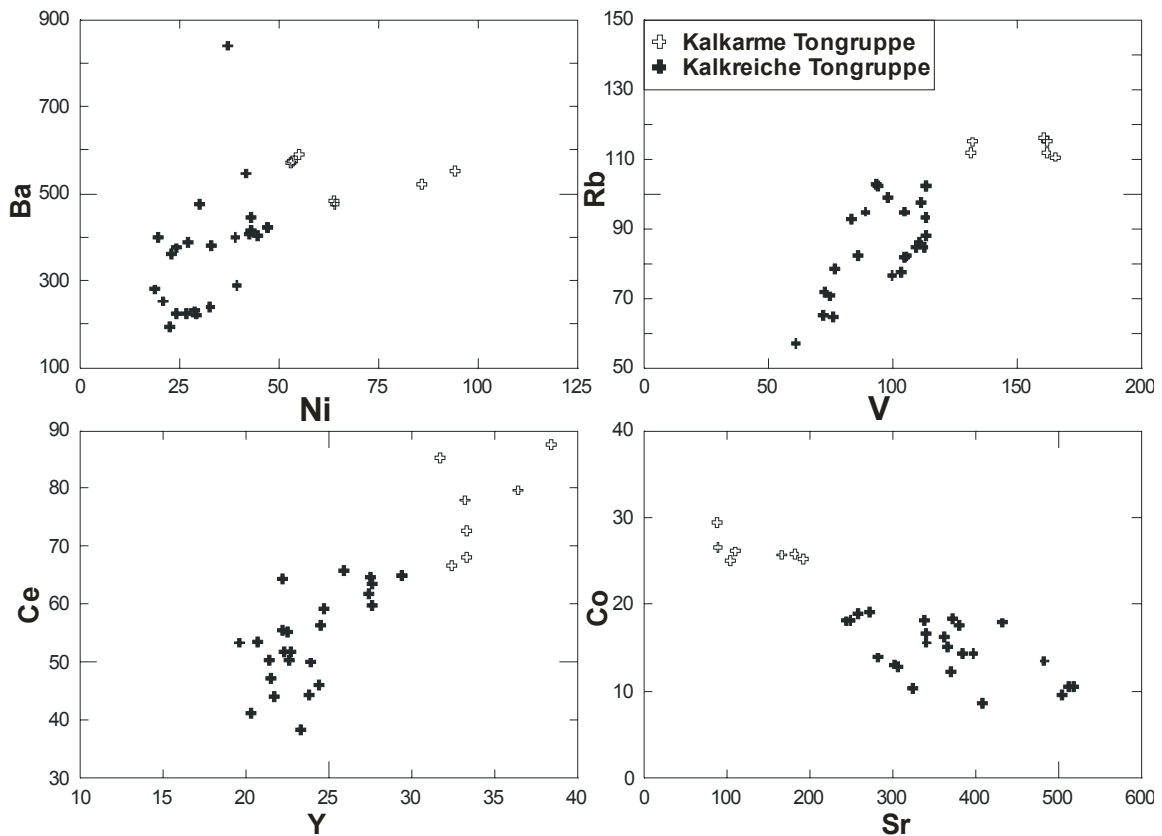


Abb. 4.12: Variationsdiagramme von Ba vs. Ni, Rb vs. V, Ce vs. Y und Co vs. Sr in der kalkarmen und der kalkreichen Tongruppe aus Alazani –Tal und Umgebung.

In Abbildung 4.13 wurden auf zwei Dreieckdiagrammen die Hauptelemente $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ und $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O+K}_2\text{O}$ der Keramik aus Didi Gora, Udabno I sowie der lokalen Tongruppe verglichen. Die kalkarme Keramikgruppe fallen in der Abbildung 4.13 auf dem kalkarmen Tonbereich (Tonproben aus Pona und Vardiskubani). Dies weist darauf hin, dass Pona und Vardiskubani als mögliche Tonquellen für diese Keramikgruppe in Frage kommen. Es ist allerdings schwer vorstellbar, dass beide Ortschaften als Tonquelle für die kalkarme Keramikgruppe verwendet wurden, da sie ca. 75 km voneinander entfernt liegen. Deshalb stellt sich die Frage, welche dieser Ortschaften die eigentliche Tonquelle bzw. der Herstellungsort für die kalkarme Keramikgruppe ist.

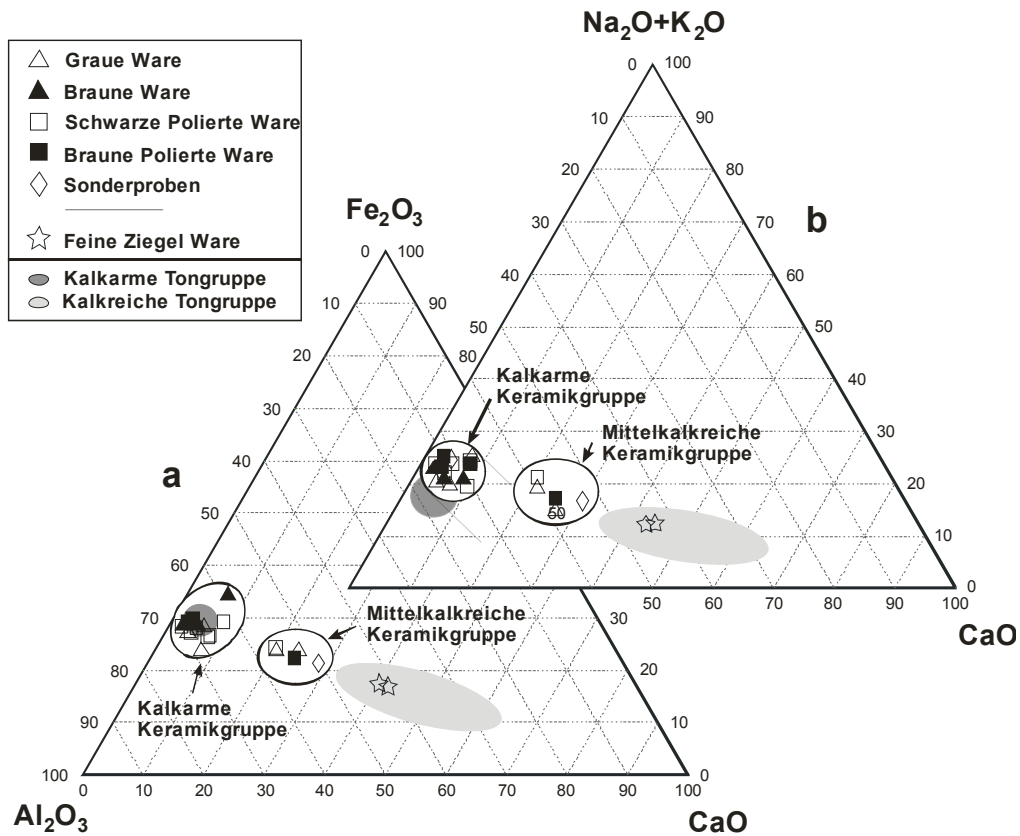


Abb. 4.13: Dreieckdiagramme von CaO-Fe₂O₃-Al₂O₃ und CaO-Al₂O₃-Na₂O+K₂O in der Keramik aus Didi Gora und Udabno I, sowie der kalkarmen und kalkreichen Tongruppen aus Alazani -Talund Umgebung (alle Elementkonzentrationen sind in Gew. % angegeben).

Wie zuvor erwähnt, weisen einige Spurenelemente kalkarmer und kalkreicher Tonproben Konzentrationsunterschiede auf. Spurenelemente wie Co, Ba, Rb, Y, Zn, La, Nd und Th der kalkarmen Tongruppe selbst zeigen aber keinen Unterschied zwischen ihren Herstellungsorten, d. h. Pona und Verdiskubani. Dennoch ist ein tendenzieller Konzentrationsunterschied bei den Spurenelementen Nd, Pb, V, Zr zwischen den Tonproben aus Pona und Vardiskubani feststellbar. In Abbildung 4.14 wurden diese Spurenelemente in Variationsdiagrammen mit CaO sowie zusammen mit anderen Tongruppen und der chemischen Keramikgruppe verglichen.

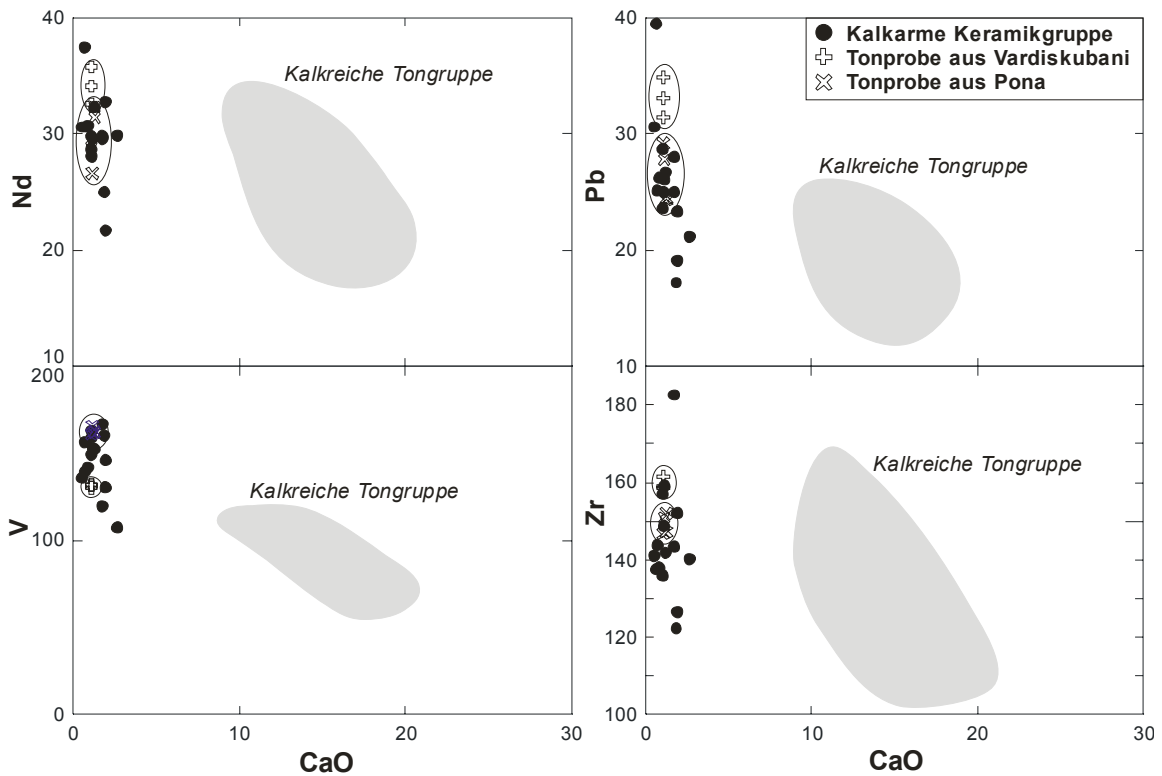


Abb. 4.14: Variationsdiagramme von Na, Pb, V und Zr vs. CaO der kalkarmen Keramikgruppe und kalkarmen und kalkreichen Tongruppe aus Alazani-Tal und Umgebung. Die kalkarmen Tone von Vardiskubani und Pona sind mit einem Kreis hervorgehoben.

In Abbildung 4.14. erkennt man, wenn auch nicht deutlich, eine tendenzielle Ähnlichkeit der Spurenelemente Nd, Pb, V, Zr der kalkarmen Keramikgruppe mit den Tonproben aus Pona. Dies kann als Hinweis dafür betrachtet werden, dass die Tonablagerungen in der Nähe von Pona höchstwahrscheinlich die Tonquelle der kalkarmen Keramikware aus Didi Gora darstellen. Dort sind Tonablagerungen in einem breiten Bereich an der Oberfläche von neogenen Ablagerung aufgeschlossen, die leicht zugänglich sind. Der Ton besitzt eine hohe Plastizität und wird auch heute ohne weitere Aufbereitung, wie Schlämmen, für die Keramikherstellung verwendet (persönliche Beobachtung). Die geringe Entfernung, der Zugang zu den Tonvorkommen, der geringe Aufwand für die Aufbereitung des Tones unterstützt die Annahme, dass es sich bei Pona um den Tonquelle zur Herstellung der kalkarmen Keramikgruppe aus Didi Gora handelt.

Die weitere Keramikgruppe aus Didi Gora, die mittelkalkreiche Gruppe zeigt hingegen weder bei dem kalkarmen Ton noch mit der kalkreichen Tongruppe eine Überlappung der Hauptelementkonzentrationen. Sie stellt sich in den Dreieckdiagrammen (siehe Abbildung 4.13) zwischen der kalkarmen und kalkreichen Tongruppe dar. Petrographisch zeigt sie jedoch eine Ähnlichkeit mit den anderen Keramikproben aus Didi Gora und verweist auf Ost-Georgien als ihren möglichen Herkunftsort (siehe auch oben). Die Unterschiede in der

Hauptelementzusammensetzung weist allerdings daraufhin, dass die Tonquelle bzw. der Herstellungsort außerhalb der hier analysierten Tonquellen liegt. Insgesamt betrachtet zeigt die Spurenelementzusammensetzung ebenfalls weder mit der kalkarmen, noch mit der kalkreichen Tongruppe eine deutliche Ähnlichkeit. Sie stellen sich hier wie bei den Hauptelementen zwischen der kalkarmen und kalkreichen Tongruppe dar. Betrachtet man die Spurenelementzusammensetzung näher, so erkennt man dennoch innerhalb der kalkreichen Tongruppe, mit den Tonproben aus Bodbizchevi und Ichalto, mehr Ähnlichkeit vor allem bei den Spurenelementen Ce, Ni, Y, Co (Abb. 7.15) und Cr. Dies kann man als Hinweis darauf sehen, dass die Tonquelle der mittelkalkreichen Keramik zwischen den Orten Bodbizchevi und Ichalto liegt. Für eine Differenzierung zwischen Bodbizchevi und Ichalto geben auch die Spuren-elemente keinen weiteren Anhaltspunkt. Wenn man die Ähnlichkeit der petrographischen sowie ihre archäologische Gemeinsamkeiten dieser Keramikgruppe mit der kalkarmen Keramikgruppe betrachtet und auch ihre Entfernung berücksichtigt, liegt dennoch die Vermutung nahe, dass die Tonquelle für die mittel-kalkreiche Keramikgruppe irgendwo in Bodbizchevi oder in der Umgebung liegt.

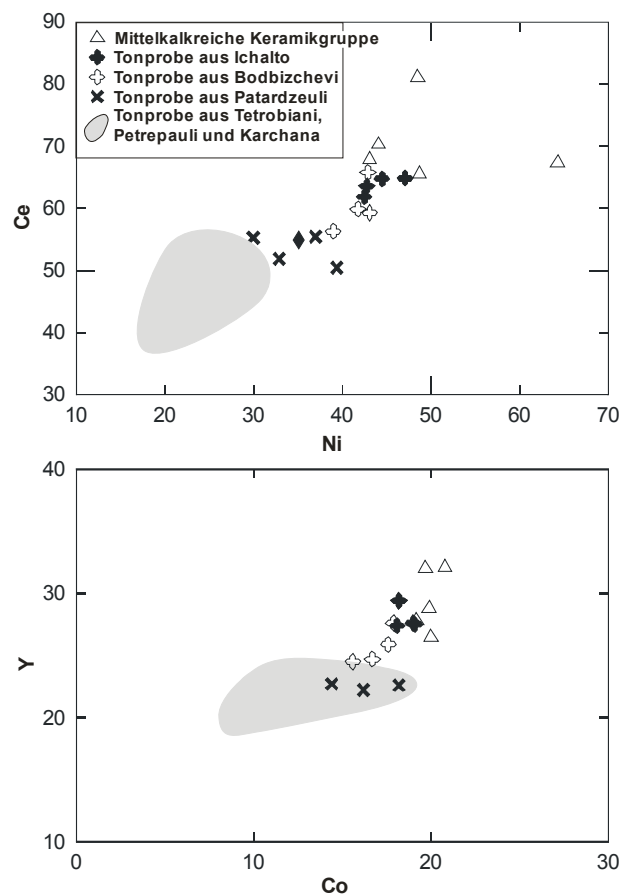


Abb. 4.15: Variationsdiagramme von Ni vs. Ce und Co vs. Y der mittelkalkreichen Keramikgruppe und der kalkreichen Tonproben aus Ichalto, Bodbizchevi und Patardzeuli sowie anderen kalkreichen Tonen aus Tetrobiani, Petrepauli und Karchana (grauer Kreis).

4.7.2 Udabno I (Feine Ziegel Ware)

Hinsichtlich der Hauptelementzusammensetzung zeigt die Feine Ziegel Ware eine deutlich erkennbare Ähnlichkeit mit der kalkreichen Tongruppe (Abb.4.13), was zusammen mit den Ergebnissen der petrographischen Analysen darauf hinweist, dass ihre Tonquelle an einer Stelle innerhalb des Gebietes von Patardzeuli, Tetrobiani, Petrepauli, Karchana, Ichalto und Bodbizchevi liegt. Die Frage nach der genauen Stelle der Tonquelle ist damit jedoch nicht beantwortet, da die kalkarme Tongruppe aus Proben besteht, deren Fundorte z. T. weit voneinander entfernt liegen (Abb.4.1).

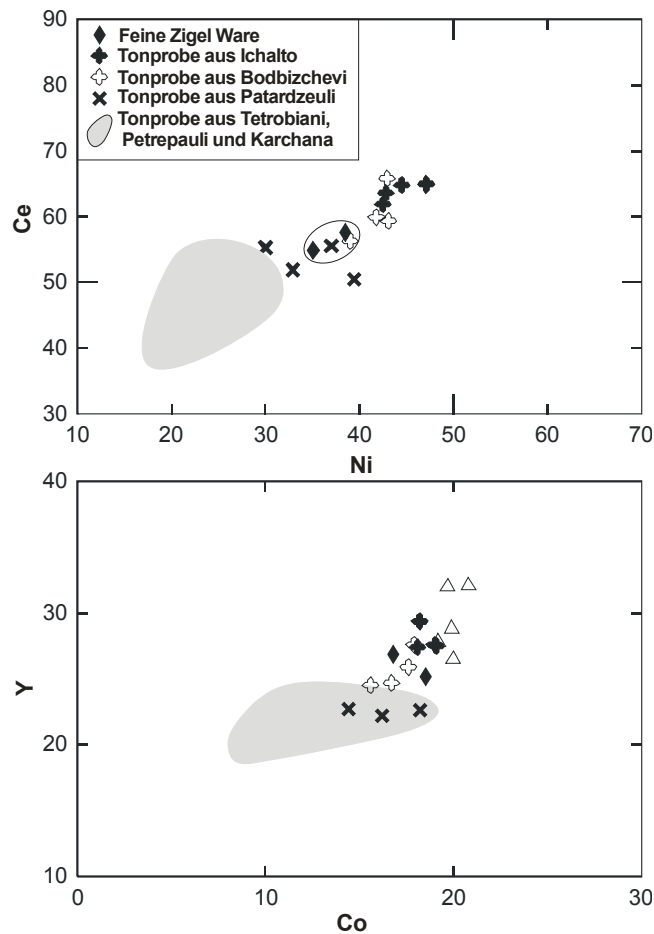


Abb. 4.16: Variationsdiagramme von Ni vs. Ce und Co vs. Y der Feinen Ziegel Ware von Udabno I und der kalkreichen Tonproben aus Ichalto, Bodbizchevi und Patardzeuli, sowie anderer kalkreicher Tone aus Tetrobiani, Petrepauli und Karchana (grauer Kreis).

In Abbildung 4.13 bildet sich die kalkreiche Tongruppe als breite Punktwolke ab. Dies bedeutet, dass zwar die Tonproben von verschiedenen Stellen eine ähnliche Zusammensetzung haben, so dass man sie als eine Gruppe definieren kann, aber bei näherer Betrachtung leichte Konzentrationsunterschiede bei einigen Elementen aufweisen. Es lassen sich drei Orte, Patardzeuli, Ichalto und Bodbizchevi, als mögliche Tonquellen der Feinen

Ziegel Ware ausschließen. Vor allem die Hauptelemente Al_2O_3 , CaO , TiO_2 , Fe_2O_3 , MgO und K_2O , die Spurenelemente Co, Cr, Ni, Y, Y, Ya und Th der Tonproben dieser drei Orte zeigen in den Konzentrationen erkennbar mehr Ähnlichkeit mit der feinen Ziegelware (Abb.4.16). Obwohl ihr Konzentrationsunterschied nicht deutlich erkennbar ist, lässt sich in der Abbildung 4.16 zwischen der Feinen Ziegel Ware und dem Ton aus Bodbischevi und Ichalto eine tendenziell größere Ähnlichkeit erkennen als zwischen der Feine Ziegel Ware und Petardzeuli. Eine deutliche Trennung zwischen Ichalto und Bodbizchevi ist jedoch aufgrund der chemischen Analyse nicht möglich. Fraglich ist nun, welche dieser Orte die mögliche Tonquelle darstellt. Zu erwähnen ist, dass Tone dieser Art in Patardzeuli oder in der Umgebung von Sagaredjo vorkommen können, da die Tonproben aus dieser Region (Umgebung von Sagaredjo) im Allgemeinen kalkreich sind. Auf der anderen Seite ist aufgrund der ähnlichen chemischen Zusammensetzung der Tonproben aus Ichalto ein Import der Feinen Ziegel Ware aus Ichalto nicht gänzlich auszuschließen. Obwohl für eine noch genauere Lokalisierung des Herstellungsortes dieser Ware eine umfangreiche Tonanalyse und Keramik aus anderen Ausgrabungen in Ostgeorgien erforderlich sind, dennoch liegt die Vermutung nahe, dass die Tonquelle für die feine Ziegel Ware in eine Stelle zwischen Bodbizchevi und Patardzeuli liegt.

4.8. Zusammenfassung

Die petrographischen und geochemischen Ergebnisse liefern einige Informationen über die Keramiktradition in Didi Gora und Udabno I in Ostgeorgien während der Mittelbronze-, Spätbronze-/Früheisenzeit und Eisenzeit.

Dunkeltonige Keramik, wie die hier analysierte Graue Ware, die Braune Ware, die Schwarze Polierte und die Braune Polierte Ware, wird als typische Keramiktradition Ost-Georgiens angesehen (Lordkipanidse 1991; Ludwig 2005). Die Waren aus Didi Gora lassen sich chemisch in zwei Gruppen einteilen: eine kalkarme und eine mittelkalkreiche Keramikgruppe. Bei den so genannten Sonderproben handelt es sich um Waren, die sowohl petrographisch als auch chemisch keine Unterschiede zu den anderen bekannten Warentypen aufweisen.

Alle Waren von Didi Gora wurden lokal hergestellt. Man hat bei der Auswahl des Rohtons zur Herstellung in der Mittelbronze- sowie Spätbronze- und Früheisenzeit keine bestimmte Tonquelle für bestimmte Waren bevorzugt. In dieser Arbeit konnten zwei Tonquellen mit unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen erfasst werden, die zur Herstellung verwendet wurden. Sie dienten in allen Perioden für die Herstellung der hier analysierten

Warentypen. Die umliegenden Tonvorkommen befinden sich in der Nähe der Ortschaft Pona. Diese Vorkommen, die heute noch für die Keramikproduktion verwendet wird, wurden in der Mittelbronze- sowie Spätbronze-/Früheisenzeit zur Herstellung der Grauen Ware, Braunen Ware, Schwarzen Polierten Ware und Braunen Polierten Ware genutzt. Der genaue Ort der zweiten Tonquelle, die ebenfalls für Waren dieses Typs verwendet wurde, konnte zwar anhand von archäometrische Methoden nicht genau lokalisiert werden, liegt jedoch Vermutung nah, dass es sich um eine Tonablagerung in der Nähe der Ortschaft Bodbizchevi handelt.

Archäologische Forschungen zeigen, dass dunkeltonige Waren im Alazani-Tal eine ununterbrochene Tradition darstellen, die auch in den Formtypen und in der Herstellungstechnik erkennbar ist (Ludwig 2005). Die oben vorgestellten Ergebnisse stimmen mit dieser archäologischen Sicht überein, d. h. innerhalb der Keramiktradition in Didi Gora ist zumindest bei der hier untersuchten Keramikgruppe archäometrisch in der Mittelbronze- sowie Spätbronze- und Früheisenzeit keine Veränderung feststellbar. Die Beispiele der Schwarz Polierten Ware, wie die Probe DG-9 (1.114), werden aufgrund ihrer typischen Verzierung der Trialeti-Kultur zugewiesen und ihre Herkunft ist für die Archäologie daher besonders wichtig. Die Analysen zeigen auch, dass es sich hierbei um lokale Produkte handelt. Dieses Ergebnis ist bedeutend, denn es stellt sich die Frage, ob es sich bei dieser Keramik tatsächlich um Trialeti-Keramik handelt oder um eine Nachahmung der Trialeti Keramiktradition in Didi Gora. Diese Fragestellung lässt sich nur mit archäologischen Analysen überprüfen.

Wie bereits in der Einführung erwähnt, gilt die rote Keramik für den Kaukasus als untypisch. Erst um das 9.-7. Jh. v. Chr. erscheint in Ost-Georgien eine neue Keramiktradition. Diese Keramik, die sich durch ihre rötliche Farbe, hohe Härte und andere herstellungstechnische Merkmale kennzeichnet, wird archäologisch als fremde Intrusion in dieser Region interpretiert (Ludwig 2005). Tatsächlich zeigen die Analysen, dass die Feine Ziegel Ware aus Udabno I eine ganz andere Herstellungstradition als die dunkeltonigen Waren aus Didi Gora aufweist. Abgesehen von oxidierenden Brennbedingungen, wofür die rote Farbe spricht, zeigen auch die petrographischen Analysen, dass die Feine Ziegel Ware sorgfältig aus feinem, geschlammtem und kalkreichem Ton hergestellt wurde. Die petrographischen und chemischen Analysen legen dar, dass die Ware lokal hergestellt wurde, vermutlich aus Tonvorkommen zwischen Bodbizchevi und Patardzeuli. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass diese fremde Keramiktradition in der Eisenzeit in Ost-Georgien bereits von der lokalen Gesellschaft übernommen und praktiziert wurde.

KAPITEL 5

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Die vorliegende Arbeit dokumentiert petrographisch-mineralogische und geochemische Untersuchungen an ausgewählter frühbronzezeitlicher Keramik aus Nordost-Syrien, Südost-Anatolien, die Dark Rimmed Orange Bowl Ware (Kapitel.2.4), die nordmesopotamische Metallische Ware (Kapitel 2.6) sowie die Graue Ware aus Nordost-Syrien (Kapitel 2.5), spätchalkolithische bis mittelbronzezeitliche Keramik aus Sos Höyük in Ost-Anatolien (Kapitel 3) und mittelbronze- bis spätbronze-/früheisenzeitliche Keramik aus Didi Gora und Udabno I in Ost-Georgien (Kapitel 4). Es ergaben sich aufschlussreiche Erkenntnisse über Keramiktradition und Handelsbeziehungen innerhalb dieser Region (z.B. Nordost-Syrien) und zwischen den Regionen (z. B. Nordost-Syrien und Südost-Anatolien), bzw. den Kulturträgern der hier analysierten Keramik. Die Analysendaten ermöglichten zudem in einigen Fällen, wie in Sos Höyük und Ost-Georgien, einige Einsichten in die sozial-wirtschaftliche Organisation der Trägerkulturen und zeigten die Koexistenz zweier unterschiedlicher Gesellschaften auf. Ein Eindringen fremder Keramiktradition konnten die Untersuchungen für an Udabno I zeigen.

Aufgrund der Unterschiede der untersuchten Keramikgattungen, die z. T. zu unterschiedlichen Perioden und Kulturen gehören und archäologisch zudem nicht in direkten Zusammenhängen stehen, waren die Fragestellungen zu den genannten Keramikgattungen unterschiedlich und wurden daher in separaten Kapiteln behandelt bzw. in Bezug auf den jeweiligen archäologischen Kontext diskutiert. Dennoch war die Frage nach Herkunft und Art der Herstellungstechnik der Keramik ein gemeinsames Ziel der Untersuchungen¹. Die Erkenntnisse brachten einige neue Gesichtspunkte, für deren Aufklärung weitere Untersuchungen erforderlich sind.

¹ Lediglich bei der nordmesopotamischen Metallischen Ware wurde nur auf Fragen der Herkunft eingegangen.

Dark Rimmed Orange Bowl-Ware (DROB-Ware)

Die Dünnschliffanalyse und die Analyse der Haupt- und Spurenelemente an dieser aus feinem Ton hergestellten Keramik, die in Nordost-Syrien und Südost-Anatolien in den frühbronzezeitlichen Kulturschichten auftritt (ca. 2250-2000 v. Chr.), (Kapitel 2.2), belegen, dass sie aus Tonvorkommen zwischen Diyarbakir und Giricano in Südost-Anatolien hergestellt und nach Nordost-Syrien bis nach Tell Bdēri südlich von Al-Hasakah verhandelt wurde. Wenn man das Nord-Süd gerichtete Verbreitungsmuster betrachtet (Abb.2.14), so erkennt man eine Überlappung mit der bereits bekannten Handelsroute zwischen der Tigris-Ebene und Nordost-Syrien über den Mardin-Pass (Kelly-Buccellati 1990). Dies lässt sich den Schluß zu, dass die Ware über diese Route transportiert wurde.

Aufgrund der hier untersuchten Beispiele kann festgehalten werden, dass mindestens zwei Tonquellen innerhalb der genannten Region (Diyarbakir und Giricano, östlich von Bismil) mit unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung wurden zu ihrer Herstellung verwendet wurden. Die verhältnismäßig einheitlichen Elementmuster der Keramik weisen auf Homogenität des Tonmaterials hin, was auf eine standardisierte Produktion der DROB-Ware hindeutet. Die Feinheit des Tons, dünne Wandungsstärke sowie schwarze Überzug weisen auf sorgfältige Herstellung bzw. hohe Produktionsqualität hin. Zu dem spricht die geringe Formvielfalt (siehe Abb.2.13) ebenfalls für diese Annahme.

Der charakteristische schwarze Überzug am Rand der Gefäße wurde anscheinend erst beim lederharten Zustand der Keramik aufgetragen. Dies geht aus der petrographischen Analyse hervor, in der zwischen Überzug und Keramikkörper keine scharfe Grenze beobachtet wurde. Das Vorhandensein von Kalkfragmenten zeigt, dass die Keramik bei einer Temperatur unter 800-850°C bei oxidierenden Bedingungen gebrannt wurde.

In der unlängst publizierten Arbeit von Özfirat (Özfirat 2006), in der sie DROB-Ware aus Üçtepe in der Tigris-Ebene in Südost-Anatolien (Abb. 2.14) archäologisch untersucht hat, datiert sie die DROB-Ware an das Ende der Frühbronzezeit und in die Mittelbronzezeit (Üçtepe 11-13). Da DROB-Ware in Nordost-Syrien ausschließlich in der Frühbronzezeit datiert ist, ist das Vorkommen in der Mittelbronzezeit in Üçtepe bedeutend. Wenn bei der DROB-Ware tatsächlich eine Kontinuität bis in die Mittebronzezeit reicht², wirft dies die Frage auf, ob die DROB-Ware in Üçtepe ebenfalls aus der gleichen Tonvorkommen hergestellt wurde wie die DROB-Ware aus in dieser Arbeit untersuchten Beispielen bzw. Fundorten. Ferner ist es auch hinsichtlich der Archäologie von Bedeutung aufzuklären, ob die Beispiele der Früh-

² Für eine detaillierte Diskussion über dieser Thematik siehe Bianchi (im Druck).

bronzezeit und Mittelbronzezeit eine Kontinuität in der Herstellungstradition aufweisen, bzw. ob sie aus demselben Tonquelle hergestellt wurden oder ob es in Bezug auf Tonbeschaffung andere Muster gibt. Diese Fragen sind in zukünftigen Forschungen durch archäometrische Untersuchungen aufzuklären.

Graue Ware

Der zweite untersuchte Warentyp aus Tell Mozan, Tell Arbid, Tell Brak und Tell Bdēri in Nordost-Syrien ist die frühbronzezeitliche (ca. 2600/2550-2000 v. Chr), braun-schwarze, sich durch eine typisch geglättete Oberfläche charakterisierende Graue Ware (Abb. 2.21, Kapitel 2.5). Anhand von petrographischen und geochemischen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass sämtliche ausgewählte Beispiele aus lokalen Tonvorkommen in Nordost-Syrien produziert wurden. Man verwendete zur Herstellung nicht eine bestimmte Tonquelle, sondern Rohmaterial aus mindestens vier Tonquellen im Bereich ihrer Fundorte in Nordost-Syrien. Aufgrund ihrer petrographischen Eigenschaften konnten vier Gruppen (petrographische Gruppe 1, 2, 3, 4) unterschieden werden. Die erste Gruppe besteht aus feinen Beispielen der Ware, während die petrographischen Gruppe 2, 3 und 4 aus grobem Ton hergestellt wurden. Die feine Variante scheint mit Sorgfalt aus demselben oder jeweils sehr ähnlichem Ton hergestellt worden zu sein, während zur Produktion der gröberen Variante verschiedene Tonvorkommen als Rohmaterialquelle verwendet wurden. Die analytischen Ergebnisse weisen auf einen internen Warenaustausch innerhalb Nordost-Syriens hin. Dies ist offensichtlich zwischen Tell Beydar, Tell Bdēri und Tell Brak, wo importierte Ware aus Tell Beydar in Tell Brak und Tell Bdēri analytisch nachgewiesen wurde, der Fall gewesen.

Das Rohmaterial der groben Varianten der Grauen Ware wurde sowohl mit Calcit-Quarzsand gemagert, als auch ohne Magerung für die Keramikherstellung benutzt. Die Ware wurde in der Regel in sauerstoffarmer Atmosphäre bei einer Temperatur von max. 800-850 °C gebrannt.

Da die archäologische Klassifikation dieser Ware problematisch ist, sollte festgestellt werden, ob sich mithilfe der Archäometrie ein Anhaltspunkt für die Klassifizierung ergibt. Die Daten zeigen, dass die Feinheit der Waren sich als Grundlage für archäologische Fragestellungen anwenden lässt und auch die im Grunde gut geglätteten Oberflächen der feinen Variante können als ein Kriterium für die Warengruppierung dienen. Die Farbe des Scherbens, sowohl der feinen als auch der groben Variante, resultiert hingegen aus den Brennbedingungen und ist kein verlässliches Kriterium für eine Warenklassifizierung.

Die Verwendung verschiedener Tonquellen, unterschiedlicher Herstellungstechniken (z. B. z. T. Magerung), uneinheitliche Formen und Farben weisen auf eine fehlende Zentralisierung der Produktion der groben Grauen Ware hin. Vermutlich wurde diese Keramik jeweils für den Haushaltsbedarf produziert. In diesem Zusammenhang fallen einige parallele Eigenschaften der Keramiktradition der Kura-Araks-Gesellschaft, wie z. B. Produktionsmuster, Ausbeutung verschiedener Tonquellen als Ressourcen sowie Oberflächenbehandlung, Brenntechnik (reduzierende Brennatmosphäre) und Brenntemperatur auf. Wie bereits erwähnt, ist aufgrund des Fundes von „echter“ Kura-Araks Ware in einigen Fundorten in Nordost-Syrien, z. B. in Tell Brak (Oates 2001), Tell Mozan (Kelly-Bucellati 2004; dies. 2005; pers. Beobachtung) eine begrenzte Kura-Araks-Tradition in diesem Gebiet nicht ganz auszuschließen. Die Frage, ob die Graue Ware von den Trägern der Kura-Araks Kultur hergestellt worden ist oder ob diese Ware mit der Kura-Araks Kultur in Verbindung gebracht werden kann, ist nur durch weitere umfangreiche archäologische und archäometrische Untersuchungen zu beantworten.

Nordmesopotamische Metallische Ware

Aufgrund ihrer außergewöhnlichen Merkmale wurde die nordmesopotamische Metallische Ware bereits mehrfach archäologisch und archäometrisch untersucht. Seit den ersten naturwissenschaftlichen Untersuchungen von Fitz, Klenk und Kühne und Schneider (Fitz 1984; Klenk 1987; Kühne und Schneider 1988) an dieser dicht gebrannten Keramik, zu deren Herstellung eine spezielle feinkörnige Tonsorte verwendet wurde, ist bekannt, dass sie aus zwei Tonmaterialien mit sehr unterschiedlicher mineralogischer und chemischer Zusammensetzung hergestellt wurde. Nach ihren chemischen Eigenschaften, basierend auf dem CaO-Gehalt, werden diese Tone in eine kalkreiche und eine kalkarme Gruppe unterteilt (Kapitel 2.4). Die Tonquelle der kalkarmen Variante dieser Keramik konnte bisher nicht lokalisiert werden.

Auf die Frage nach der Herkunft der Kura-Araks Ware aus Tell Brak, die als Referenzproben zur Herkunftsbestimmung der nordmesopotamischen Metallischen Ware im Kapitel 2.6.5.2.1, herangezogen wurde, wurde bewusst nicht näher eingegangen. Eine kurze Bemerkung sei dennoch gemacht. Ähnlichen Einschlüsse in dieser Ware und in den Tonproben von Ulu Köy (Pütürge-Massiv) lassen sich das als Hinweis ansehen, dass sie in Südost-Anatolien in der Region um das Pütürge-Massiv (Abb. 2.36) hergestellt und nach Tell Brak gebracht wurden. Wie bereit im Kapitel 2.4 erwähnt, wurde die Existenz der Kura-Araks Ware in Nordost-Syrien durch Keramikfunde belegt. Die Frage, woher genau die Kura-Araks Ware in Nordost-Syrien stammt, wäre Gegenstand einer eigenen Untersuchung.

Die in der vorliegenden Arbeit durchgeführten naturwissenschaftlichen Analysen zeigen, dass die kalkreiche Variante der nordmesopotamischen Metallischen Ware aus lokalem Ton in Nordost-Syrien hergestellt wurde. Dieses Ergebnis bestätigt auch die vorherigen Untersuchungen. Aufgrund weitgehend ähnlicher chemischer Zusammensetzung der hier analysierten Keramikprobe aus Tell Mozan mit den in Tell Mozan gefundenen Fehlbränden kann angenommen werden, dass die hier analysierte Beispiele der kalkarmen Variante in Tell Mozan selbst hergestellt wurde. Zur Klärung der Tonquelle bzw. der Herkunft der kalkarmen Variante der nordmesopotamischen Metallischen Ware, deren Rohmaterial nicht aus ihrem bekannten Hauptverbreitungsgebiet Nordost-Syrien stammt (siehe Abb.2.31), wurde die Problematik aus dem sedimentgeochemischen Aspekt betrachtet. Dabei wurde das Ausgangsgestein des Tones bzw. die Geologie des Liefergebiets anhand von Analysendaten rekonstruiert. Analysen ergaben, dass es sich bei dem Ausgangsgestein des Rohmaterials der kalkarmen nordmesopotamischen Metallischen Waren um Sedimente mit felsischer chemischer Affinität handelt. Im Rahmen der in der vorliegenden Arbeit durchgeführten Untersuchungen war besonders eine Tonprobe aus Uslu Köy, im Gebiet des so genannten Pütürge-Massivs, südöstlich von Elaziğ, aufschlussreich (Abb.2.36). Die Geologie dieser Region zeichnet sich durch Tonschiefer und andere metamorphe Gesteine, die in Nordost-Syrien und in der Tigris-Ebene nicht vorkommen (Gesteine des so genannten Pütürge-Massivs, siehe Kapitel 2.2), aus. Die chemische Zusammensetzung dieser Tonprobe zeigt vor allem bei den charakteristischen Elementen und Verbindungen wie CaO, Al₂O₃, Sr, MgO und Cr Ähnlichkeiten mit der kalkarmen Metallischen Ware. Diese Ähnlichkeiten stellen innerhalb der seit ca. 20 Jahren geführten Diskussion um den Ursprung der nordmesopotamischen Metallischen Ware den ersten Ansatz zur Lokalisierung der Rohmaterialquelle dieser Ware dar und weisen auf Vorkommen entsprechender Tone in diesem Gebiet hin, was zur Lösung der Herkunft der Metallischen Ware beitragen könnte. Dieses Ergebnis muss jedoch durch umfangreiche Tonalysen aus breiteren Bereichen des Pitlis-Pütürge-Massivs bestätigt werden, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht durchgeführt werden konnten.

Kura-Araks Ware

Die Untersuchungen an der Kura-Araks-Keramik aus Sos Höyük in Ost-Anatolien (Kapitel 3, Abb. 3.3) ergaben wichtige Informationen zur spätchalkolitischen bis mittelbronzezeitlichen Keramiktraditionen in Ost-Anatolien sowie Informationen über die sozialwirtschaftliche Organisation in dieser Region. Diese in komplexen Häuptlingstümmern organisierte Gesellschaft dauerte in Sos Höyük außergewöhnlich lang vom Spätchalkolithikum bis zur Mittelbronzezeit (ca. 3500-1500 v. Chr.). Petrographische und geochemische Untersuchungen ergaben, dass sämtliche Keramikbeispiele, die untersucht wurden (Proto Kura-

Araks, Black Burnished-Ware, Kura-Araks-, Dark Gritty-, Drab- und Bedeni-Keramik), aus lokalem Tonmaterial in Sos Höyük oder in unmittelbarer Nähe hergestellt wurden. Man verwendete diverse Tonablagerungen. Nach den Analysen konnten hier insgesamt vier Tonvorkommen als Rohmaterialquelle festgestellt werden. Zur Keramikproduktion wurden jedoch keine bestimmten Tonquellen für bestimmte Keramiktypen oder innerhalb bestimmter Perioden bevorzugt, stattdessen konnte festgestellt werden, dass bestimmte Tonquellen als Ressourcen für unterschiedliche Keramikwaren genutzt wurden. Dieses Produktionsverhalten, d. h. die Ausbeutung diverser Tonquellen ohne erkennbare Merkmale eines gezielten Vorgehens, weist darauf hin, dass in Sos Höyük keine zentralisierte Keramikproduktion entwickelt wurde. Offenbar wurde auch hier Keramik für den Haushaltsbedarf hergestellt. Wie makroskopisch zu erkennen ist, wurde die Keramik in sauerstoffarmer Atmosphäre gebrannt. Aufgrund der petrographischen Untersuchungen wurden die Waren bei einer Temperatur unterhalb von 800-850°C gebrannt.

Bestimmte Aspekte der Keramik aus Sos Höyük, wie Produktionsverhalten, fehlende Zentralisierung der Produktion (Produktion für eigene Haushaltbedarf) und Herstellungstechnik, sind vergleichbar mit der Kura-Araks-Keramiktradition in der Amuq-Ebene, der Malatya- und der Bayburt-Region, sowie Godin Tepe. In der Keramik aus Sos Höyük wurde – anders als in diesen Regionen, in denen Schamotte ein häufig verwendeter Magerungsbestandteil bei der Herstellung der Keramik darstellt, was als Einführung einer neuen Herstellungstechnik durch Migration neuer Bevölkerungsgruppen in die Region interpretiert wird (siehe Batiuk 2005; Mason & Cooper 1999a) – keine archäometrisch feststellbare Veränderung innerhalb der Herstellungstechnologie von spätchalkolithischer bis spätbronzezeitlicher Keramik beobachtet. Dies kann darauf hinweisen, dass in Sos Höyük keine neuen Herstellungstechniken eingeführt wurden, die im Zuge von Einwanderungen neuer Bevölkerungsgruppen stattgefunden haben könnten.

In diesem Zusammenhang sind die Ergebnisse der archäometrischen Untersuchungen an der so genannten Bedeni-Keramik interessant. Diese Ware, die mit der Kurgan-Kultur in Verbindung gebracht wird (siehe Kapitel 3.8), wurde ebenfalls lokal hergestellt und lässt archäometrisch keine Unterschiede zur Herstellungstradition der Kura-Araks-Kultur erkennen. Dies kann entweder bedeuten, dass die einheimische Kura-Araks-Gesellschaft die Martkopi-Bedeni-Keramiktradition übernahm, oder, was denkbarer ist, auf eine Koexistenz der Kulturträger der Martkopi-Bedeni- und Kura-Araks-Kultur hinweisen.

Keramik aus Didi Gora und Udabno I in Ost-Georgien

Die dritte Region, aus der in der vorliegenden Arbeit antike Keramik naturwissenschaftlich untersucht wurde, ist Ost-Georgien mit den Ausgrabungen Didi Gora und Udabno I (Abb. 4.1). In dieser Region wurde in der zweiten Hälfte des dritten Jahrtausends v. Chr. die frühbronzezeitliche Kura-Araks-Kultur langsam durch die Trialeti-Kultur verdrängt. Die Charakteristika dieser Veränderung bleiben jedoch aufgrund eingeschränkter Forschung unklar (Kushnareva 1997). In dieser Arbeit wurden verschiedene Warengattungen der Mittelbronze-, Spätbronze-/Früheisenzeit aus Didi Gora naturwissenschaftlich untersucht; es handelt sich hierbei um die Graue Ware, die Braune Ware, die Schwarze Polierte und die Braune Polierte Ware. Dunkle Waren dieser Art werden als eine typische Keramiktradition Ostgeorgiens angesehen (Lordkipanidse 1991; Ludwig 2005). Zudem wurde die für den Kaukasus untypische rote Keramik, die Feine Ziegel Ware aus Udabno I, zu den Untersuchungen herangezogen. Die analytischen Daten geben Aufschluss über die mittelbronzezeitliche und spätbronze/früheisenzeitliche Keramiktradition in Ost-Georgien. Die Untersuchungen zeigen, dass die hier analysierte Keramik lokal hergestellt wurde. Man hat diverse Tonquellen (nach den Daten handelt es sich um mindestens zwei Tonquellen), die zwischen den Ortschaften Pona und Bodbizchevi vorkommen, zur Keramikherstellung verwendet. Wie in Sos Höyük wurde auch hier keine bestimmte Tonquelle für eine bestimmte Ware oder in einer bestimmten Periode bevorzugt. Bei der Herstellung wurde das Rohmaterial z. T. mit Flusssand (vermutlich aus dem Alazani) gemagert. Die Waren wurden in der Regel in reduzierender Atmosphäre bei einer Temperatur zwischen 700-850 °C gebrannt, wobei in einzelnen Fällen bis zu 900 °C erreicht wurde.

Im Produktionsverhalten, d. h. der Verwendung diverser Tonquellen ohne ersichtliche Merkmale eines gezielten Vorgehens oder einer Herstellungstechnik, fallen zwischen der Keramiktradition in Didi Gora und in Sos Höyük einige Parallelen auf. Zwar handelt es sich hierbei um unterschiedliche Kulturen und Perioden, so dass die beiden Orte bzw. Kulturen nicht direkt miteinander vergleichbar sind, dennoch ist die Frage nicht ganz unberechtigt, ob in Ost-Georgien in der der Kura-Araks nachfolgenden Kultur die Keramiktradition der Kura-Araks Kultur in bestimmter Hinsicht weiter existiert hat. Diese Frage lässt sich ebenfalls nur durch umfangreiche archäologische und archäometrische Untersuchungen in der Region klären.

Die Untersuchungen an der für den Kaukasus untypischen Feinen Ziegel Ware aus Udabo I zeigen, dass auch diese lokal hergestellt wurde, und zwar aus den Tonvorkommen innerhalb der Ortschaften Patardzeuli, Ikalto und Bodbiskhevi. Obwohl die Tonablagerungen dieser

Regionen ähnlich sind und es daher nicht eindeutig zu bewerten ist, bei welcher dieser Orte es sich um die Tonquelle gehandelt hat, ist es dennoch aufgrund der Ähnlichkeit der Elemente Cr und Sr wahrscheinlich, dass das Tonvorkommen in Bodbiskhevi als Rohmaterialquelle für die Feine Ziegel Ware gedient hat. Im Gegensatz zu Didi Gora verwendete man bei der Herstellung der frühbronzezeitlichen feinen Ziegel Ware in Udabno I eine andere Herstellungstechnik. Man hat das Rohmaterial zunächst geschlämmt und sorgfältig aufbereitet. Die Keramik wurde bei einer Temperatur von max. 800-850 °C in oxidierender Atmosphäre gebrannt. Diese unterschiedliche Herstellungstechnik der Feinen Ziegel Ware weist darauf hin, dass in Ost-Georgien in der Früheisenzeit bereits eine fremde Keramiktradition praktiziert wurde, die entweder von einer lokalen Gesellschaft übernommen wurde oder von der Einwanderung einer anderen Gesellschaft in diese Region stammt.

LITERATURVERZEICHNIS

- Abramišvili, M. (2001). Transcaucasian Rapiers and Problem of their Origin. In R.M, Boehmer & J. Maran (Hrsg.), *Lux Oriens. Archäologie zwischen Asien und Europa*. Festschrift für Harald Hauptmann zum 65. Geburtstag. Rahden/Westf. 1-8.
- Adamia, S.A. & Belov, A.A. (1984). Excursion 008A + C. Pre-Mesozoic complexes of the Caucasus. In *Georgian Soviet Socialist Republic, Excursions: 001, 007, 008, 012, 014, 017 Guidebook*. Int. Geo Congr., 27th, Moscow, p. 108-53. Tblisi.
- Adamina, S. A., Lordkipanidze, M. B. & Zakariadze, G. S. (1977). Evolution of an active continental margin as exemplified by the alpine history of the Concasus. *Tectonophysics*, 40, 183–199.
- Adan-Bayewitz, D. & Perlman, I. (1985). Local Pottery Provenience Studies: A Role for Clay Analysis. *Archaeometry*, 27, 203–217.
- Akkermans, P. M. M. G. & Schwartz G.M., 2003. *The Archaeology of Syria: From Complex Hunter-Gatherers to Early Urban Societies, ca. 16,000-300 BC*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Akkermans, P. M. M. G., Cappers, R, Cavallo, C., Nieuwenhuysse, O., Nilhamn, B. & Otte, I.O. (2006). Investigating the Early Pottery Neolithic of Northern Syria: New Evidence from Tell Sabi Abyad. *American Journal of Archaeology*, 110 (1).
- Albright, W.F. (1926). The Jordan Valley in the Bronze Age. *Annual of the American Schools of Oriental Research*, 6, 13–74.
- Al-Lazki, A., Seber, D., Sandvol, E., Turkelli, N., Mohamad, R. & Barazangi, M. (2003). Tomographic Pn velocity and anisotropy beneath the Anatolian plateau (eastern Turkey) and the surrounding regions. *Geophysical Research Letters*, 30 (24), 8043
- Amajor, L.C., 1987. Paleocurrent, petrography and provenance analyses of the Ajali Sandstone (Upper Cretaceous), Southeastern Benue Trough, Nigeria. *Sedimentary Geology*, 54, 47–60.
- Anderson, A. (1984). *Interpreting Pottery*, London, Batsford.
- Andre, L., Deutsch, S. & Hertogen, J. (1986). Trace element and Nd isotopes in shales as indexes of provenance and crustal growth: the Early Paleozoic from the Brabant Massif (Belgium). *Chemical Geology*, 57, 101–115.
- Arnold, D. E. (1971). Ethnomineralogy of Ticul, Yucat'an potters: Etics and emics. *American Antiquity*, 36: 20–40.
- Arnold, D. E. (1972). Mineralogical analyses of ceramic materials from Quinoa, Department of Ayacucho, Peru. *Archaeometry*, 14, 93–101.

- Arnold, D. E. (1978). The ethnography of pottery making in the Valley of Guatemala. In R. K. Wetherington, (Hrsg.), *The Ceramics of Kaminaljuy'u*. Pennsylvania State University Press, University Park, 327–400.
- Arnold, D.E. (1985). *Ceramic Theory and Culture Process*. Cambridge: Cambridge University Press, .
- Arnold, D.E., Neff, H. & Bishop, R.L. (1991). Compositional analysis and 'sources' of pottery: an ethnoarchaeological approach. *American Anthropologist*, 93, 70–90.
- Arnold, D. E. (1991). Ethnoarchaeology and investigations of ceramic production and exchange: Can we go beyond cautionary tales? In R. L, Bishop & F.W, Lange, (Hrsg.), *The Legacy of Anna O. Shepard*. Boulder: University Press of Colorado,.
- Arnold, D. E. (2000). Does the standardization of ceramic pastes really mean specialization? *Journal of Archaeological Method and Theory*, 7, 333-375.
- Baiburtyan, E. A. (1938). Kul'tovyj Ochag iz Raskopok Shengavitskogo Poselenija v 1936–1937 gg. *Vestnik Drenej Istorii*, 4, 255–259.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2003). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. 10. Auflage, Berlin: Springer.
- Banks, C. J. & A. G. Robinson. (1997). *Mesozoic strike-slip back-arc basins of the western Black Sea region*. In A.G, Robinson, (Hrsg.), *Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region*. American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Memoir No. 68, 53-62.
- Barka, A. A. & Kadinsky-Cade, K. (1988). Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquakes activity. *Tectonics*, 7, 663–684
- Batiuk, S. (2000). Petrographic analysis of ETC Ceramics from the Bayburt Region, North Eastern Anatolia: An Exploratory Study. *Ancient Near Eastern Studies*, 37, 153-163
- Batiuk, S. (2005). *Migration Theory and the Distribution of the Early Transcaucasian Culture* (Dissertation). Canada: University of Toronto.
- Bauluz, B., Mayayo, M. J., Yuste, A., Fernandez-Nieto, C., & Gonzalez Lopez, J. M. (2004). TEM study of mineral transformations in fired carbonate clays: Relevance to brick making. *Clay Minerals*, 39, 333-344.
- Baxter, M. J. (1994). *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Bertram, J-K. (2002). Grenzen und Grenzüberschreitungen im Kaukasusbereich- Die Trialetikultur des 3./2. Jahrtausends v. Chr. In: H, Blum, B, Faist, P, Pfälzner & A, M, Witke A. M. (Hrsg.), *Brückenland Anatolien?*, Tübingen, 117-128.
- Beydoun, Z. R. (1991). Arabian plate hydrocarbon geology and potential—a plate tectonic approach: AAPG Studies in Geology, 33, 77.

- Bhatia, M. R. & Taylor, S. R. (1981). Trace-element geochemistry and sedimentary provinces: a study from the Tasman geosyncline, Australia. *Chemical Geology*, 33, 115–125.
- Bhatia, M. R.; Crook, K. A. W. (1986). Trace elements characteristics of graywakes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 92, 181–193.
- Bianchi, A., (im Druck). Comparative Studies on the Pottery of the Sector AK of the Royal Building in Tall Mozan/Urkesh (Syria). (Dissertation). Universität Tübingen.
- Biju-Duval, B. (1986). Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias. *Tectonophysics*, 123, 241-315.
- Bishop, R. L., Rands, R. L. & Holley, G. R. (1982). Ceramic compositional analysis in archaeological perspective. In M. B. Schiffer (Hrsg.), *Advances in Archaeological Method and Theory*. New York: Academic Press, 275-330. vol. 5.
- Bjørlykke, K. (1974). Geochemical and mineralogical influence of Ordovician Island Arcs on epicontinental clastic sedimentation. A study of Lower Palaeozoic sedimentation in the Oslo Region Norway. *Sedimentology*, 21, 251–272.
- Blackman, M. J., Stein, G. J. & Vandiver, P. B. (1993). The Standardization Hypothesis and Ceramic Mass Production: Technological, Compositional and Metric Indexes of Craft Specialization at Tell Leilan, Syria. *American Antiquity*, 58 (1), 60-80.
- Blackman, M. J. (2003). Chemical Characterization of Clay Sealings from Arslantepe. In L. van Zelst (Hrsg.), *Patterns and Process: A Festschrift in Honor of Dr. Edward V. Sayre*. Washington DC: Smithsonian Institution Press. 173-182.
- Boivin, N. (2005). Comments I: Post-Textual Archaeology and Archaeological Science, *Archaeometry*, 47 (1), 175-179.
- Bostancı, E. Y. (1959). Researches on the Mediterranean coast of Anatolia: A new Paleolithic site at the Beldibi near Antalya. *Anatolia*, 4, 129-77.
- Braidwood, R. J. & Braidwood L.S. (1960). Excavations in the Plain of Antioch, I, “The early Assamblages Phase A-J,”. Chicago : The University of Chicago, Oriental Institute Publications, Vol. LXI.
- Bray, P. J. & Pollard, A. M. (2005). Comments II: The Underpinnings and Consequences of the Materiality Approach. *Archaeometry*, 47 (1), 179-182.
- Brew, G., Barazangi, M., Al-Maleh, A.K. & Sawaf, T. (2001). Tectonic and Geologic Evolution of Syria. *GeoArabia*, 6, 573-616.
- Broekmans, T., Adriaens, A., Van Lerberghe, K. (2002). Nabada Potters: Masters in Clay Preparation or just Plain Clay Importers? In *Modern Trends in Scientific Studies on Ancient Ceramics* (Papers presented at the 5th European Meeting on Ancient Ceramics, Athens 1999). Oxford: BAR International Series 1011, 343-349.

- Broekmans, T., Adriaens, A. & Pantos, E. (2004). Analytical investigations of cooking pottery from Tell Beydar (NE-Syria). *Beam Interactions with Materials and Atoms*, 226 (1-2), 92-97.
- Broekmans, T., Adrianes, A. & Pantos, E. (2006). Insights into North Mesopotamian 'Metallic Ware'. *Archaeometry*, 48 (2), 219-227.
- Bronitsky, G. (1989). *Pottery Technology: Ideas and Approaches*. Boulder: Westview Press.
- Burger, G., 1994. Die transkaukasischen (tk) Rapiere und die Möglichkeit ihrer Verbindung mit anderen Rapierezentren im zirkumpontischen Gebiet. In P. Roman, M. Alexianu (Hrsg.), *Relations Thraco-Illyro-Helléniques*. Actes du XIVe Symposium National de Thracologie (À Participation Internationale) Băile Hercukane (14-19 sptembre 1992). Bucarest, 207-218.
- Burney, C. A. (1958). East Anatolia in the Chalcolithic and Early Bronze Age. *Anatolian Studies*, 8, 157-209
- Burney, C. A. & Lang, D. M. (1971). *The Peoples of the Hills, Ancient Ararat and Caucasus*. London.
- Burney, C & Lang, D. M. (1973). *Die Bergvölker Vorderasiens. Armenien und Kaukasus von der Vorzeit bis zum Mongolensturm*. Zürich.
- Burton-Brown, T. (1951). *Excavations in Azerbaijan, 1948*. London.
- Buxeda i Garrigos, J, Cau Ontiveros, M. A. & Kilikoglou, V. (2003). Chemical variability in clays and pottery from a traditional cooking pot production village: Testing assumptions in Pereruela. *Archaeometry*, 45, 1-17.
- Carr, C. (1993). Identifying Individual Vessels with X-Radiography. *American Antiquity*, 58 (1), 96-117.
- Chamley, H. (1989). *Clay Sedimentology*. Berlin: Springer-Verlag.
- Chaudhuri, S. & Cullers, R. L. (1979). The distribution of rare earth elements in deeply buried Gulf coast sediments. *Chemical Geology*, 24, 327-338.
- Chazan, M. & McGovern, P.E. (1984). Khirbet Kerak pottery at Beth Shan: technological evidence for local manufacture. *Museum Applied Science Center for Archaeology*, 3 (1), 20-24
- Condie, K.C. & Wronkiewicz, D.J. (1990). The Cr/Th ratio in Precambrian pelites from the Kaapvaal Craton as an index of craton evolution. *Earth Planet Sc Letters*, 97, 256-267.
- Cullers, R.L., Barrett, T., Carlson, R., & Robinson, B. (1987). REE and mineralogic changes in Holocene soil and stream sediment. *Chemical Geology*, 63, 275-297.

- Cultrone, G., Rodriguez-Navarro, C., Sebastián Pardo, E., Cazalla, O., & De la Torre López, M.J. (2001). Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing. *European Journal of Mineralogy*, 13, 621–634.
- Danson, E., & Wallace, R. (1956). A Petrographic Study of Gila Polychrome. *American Antiquity*, 22, 180-183.
- Daszkiewicz, M. & Schneider, S. (1996). Chemical composition of North Mesopotamian Early Dynastic Period ceramics from Tell Rad Shaqrah, Syria. *Polish Archaeology in the Mediterranean*, 7, Reports 95, 171-175.
- Daszkiewicz, M. & Bobryk, E. (1997). Chemical and mineralogical composition and some technological parameters of medium-coarse ware from Tell Rad Shaqrah, *Polish Archaeology in the Mediterranean*, 9, Reports : 224-235.
- Daszkiewicz, M. & Smogorzewska, A. (1999). Brief report on chemical analysis of Metallic Ware from Tell Arbid with special reference to "Storage" Metallic Ware. *Orient Express I*, 25-27.
- Daszkiewicz, M. & Smogorzewska, A. (2000). The archaeological and laboratory study of Metallic Ware from Tell Abu Hafur, Tell Djassa El-Gharbi and Tell Rad Shaqrah, *Subartu*, 6, 173-189.
- Daszkiewicz, M., Raabe, J. & Bobryk, E. (2003). Preliminary remarks on technology of Ninevite 5 pottery from Tell Rijim in: E. Rova, H. Weiss (eds), The Origins of North Mesopotamian Civilization, Ninevite 5 Chronology, Economy, Society, *Subartu*, 9, 513-517.
- Davidson, T. E. & McKerrell, H. (1976). Pottery analysis and Halaf period trade in the Khabur headwaters region. *Iraq*, 38, 45–56.
- Davidson, T. E. & McKerrell, H. (1980). Pottery Analysis of Halaf and Ubaid Pottery from Tell Arpachiyah and Tepe Gawra, *Iraq*, 42, 155-167.
- Davlianidze, Z. O. (1983). K'vemo K'art'lis (T'rialet'is) kultura jv. c. I at'ascleulis meore naxevarsi. Tbilisi: Metsniereba.
- De Bruin, M., Korthoven, P.J.M., Steen, A.J. v.d., Houtman, J.P.W. & Duin, R.P.W. (1976). The use of trace element concentrations in the identification of objects. *Archaeometry*, 18, 75-83.
- De Mets, C., Gordon, R. G., Argus, D. F. & Stein, S. (1990). Current plate motions. *Geophysical Journal International*, 101, 425–478.
- Dercourt, J., Zonenshain, L.P., Ricou, L.E., Kazmin, V.G., Le Pichon, X., Knipper, A.L., Grandjacquet, C., Sbortshikov, I.M., Geyssant, J., Lepvrier, C., Pechersky, D.H., Boulin, J., Sibuet, J.-C., Savostin, L.A., Sorokhtin, O., Westphal, M., Bazhenov, M.L., Lauer, J.P. & Biju-Duval, B. (1986). Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias. *Tectonophysics*, 123, 241-315.

- Dercourt, J., Ricou, L.E. & Vrielynck, B. (1993). *Atlas Tethys Palaeoenvironmental Maps*. Paris: Gauthier-Villars.
- Dewey, J. F., Hempton, M. R., Kidd, W. S. F., Şaroğlu, F. & Şengör A. M. C. (1986). Shortening of continental lithosphere; the neotectonics of eastern Anatolia, a young collision zone. In: Coward MP, Ries AC (eds), *Collision tectonics. Geological Society of London Special Publications, 19*, 3-36.
- Dhont, D. & Chorowicz, J. (2006). Review of the neotectonics of the Eastern Turkish–Armenian Plateau by geomorphic analysis of digital elevation model imagery. *International Journal of Earth Sciences, 95 (1)*, 34-49
- Duistermaat, K. & Schneider, G. (1998). Chemical analysis of sealing clays and the use administrative artefacts at Late Neolithic Tell Sabi Abyad (Syria). *Paléorient, 24*, 89-106.
- Dzhaparidze, O. M. (1962). K istorii gruzinskikh plemen na raney stadii mrdno-bronzovoy kultury (Geschichte der georgischen Stämme in der frühchalkolitischen Kultur). *Aftorefs. Dis...d-ra ist. nauk*. Tbilisi.
- Edens, C. (1995). Transcaucasia at the end of the Early Bronze Age. *Bulletin of the American Schools of Oriental Research, 299/300*, 53-64.
- Englund, J.O. & Jørgensen, P. (1973). A chemical classification system for argillaceous sediments and factors affecting their composition. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, 95*, 87-97.
- Ertuğ, F. (2004). Pottery production at Uslu in the Elazığ Region: In T. Takaoğlu, (Hrsg.), *Ethnoarchaeological Investigations in Rural Anatolia*, Vol. I. Istanbul: Ege Yayınları.
- Esse, D. (1984). A Chronological Mirage: Reflections on Early Bronze IC in Palestine, *Journal of Near Eastern Studies, 43*, 317-330.
- Esse, D & Hopke, P. (1986). Levantine trade in the Early Bronze Age: from pots to people. In Olin, J and Blackman, M.J., (Eds), *Proceedings of the 24th International Archaeometry Symposium*. Washington, 327-39.
- Falb, Ch., Krasnik, K., Meyer, J-M. & Vila, E. (2005). *Der Friedhof von Abu Hamed, Syrien. Gräber des 3. Jahrtausends v. Chr. im syrischen Euphrattal 4*. Saarbrücken.
- Falb, Ch. (im Druck). Untersuchungen an Keramikwaren des dritten Jahrtausends v. Chr. aus Nordsyrien. (Dissertation Frankfurt a. M.).
- Falkum, T. & Grundvig, S. (2006). Geochemical evidence in support of sedimentary precursors to Proterozoic sillimanite-bearing rocks, Vest-Agder, South Norway. *Norges geologiske undersøkelse Bulletin, 446*, 19-34.

- Feakes, C. R. & Retallack, G. J. (1988). Recognition and chemical characterization of fossil soils developed on alluvium: a Late Ordovician example. In J. Reinhardt & W. R. Sigleo, (Hrsg.), *Paleosols and weathering through geologic time*. Boulder, CO: Geological Society of America, Special Paper no. 216, 35-48.
- Fedo, C.M, Nesbitt, H.W & Young, G.M. (1995). Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering and provenance. *Geology*, 23, 921-924.
- Fielden, K. J. (1977). Tell Brak 1976: The pottery. *Iraq*, 39, 245-255.
- Fitz, S. (1984). Steinzeug vom Tell Chuera: Das früheste Beispiel für die Herstellung dichtgebrannter Keramik. *Zeitschrift für Assyriologie*, 74, 123-132.
- Fleet, A.J. (1984). Aqueous and sedimentary geochemistry of the rare earth elements. In P. Henderson, (Hrsg.), *Rare Earth Element Geochemistry*. Amsterdam: Elsevier, 343-373.
- Floyd, P.A, Leveridge, B.E. (1987). Tectonic environment of the Devonian Gramscatho basin, south Cornwall: framework mode and geochemical evidence from turbiditic sandstones. *Journal of the Geological Society*, 144 (4), 531-542.
- Frangipane, M. (2001). The transition between two opposing forms of power at Arslantepe (Malatya) at the beginning of the 3rd millennium. *TÜ-BAR*, 4, 1-24.
- Franklin, U. M., & Vitali, V. (1985). The environmental stability of ancient ceramics. *Archaeometry*, 27, 3-15.
- Freestone, I.C. (1982). Applications and potential of electron probe in micro-analysis in technological and provenance investigations of ancient ceramics. *Archaeometry*, 24 (2), 99-116.
- Freestone, I.C. (1995). Ceramic Petrography. *American Journal of Archaeology*, 99, 111-115.
- Freeth, S. J. (1967). A chemical study of some Bronze Age pottery and sherds. *Archaeometry*, 10, 104-119.
- Friedman, E. (1998). *Technological Style in Early Bronze Age Anatolia*. Chicago: Oriental Institute Research Archives.
- Gamkrelidze, I. P. (co-authors: Bac-Moshashvili *et al*). (1981). Thrust zone of Krizna nappe at stoly in the Tatra Mts (Poland). *Studia Geologica Polonica*, 68, 61-73
- Gamkrelidze, I. P. (1991). Tectonic nappes and horizontal layering of the Earth's crust in the Mediterranean belt (Carpathians, Balkanides and Caucasus). *Tectonophysics*, 196, 385-396
- Gamkrelidze, I. P. (1997). *Georgia*. In: E.M. Moores & R.W. Fairbridge, (Hrsg.). *Encyclopedia of European and Asian Geology*. Chapman and Hall, 256-261.

- Gamkrelidze, I. P. & Shengelia, D. M. (2001). Origin of the igneous rocks of the Dzirula crystalline massif (Caucasus) in light of the tectonic layering of the Earth's crust. *Geotectonics*, 1, 51-61.
- Garstang, J. & H. Goldman, H. (1947). A Conspectus of Early Cilician Pottery. *American Journal of Archaeology*, 51, 370-388.
- Garstang, J. (1953). *Prehistoric Mersin: Yümük Tepe in Southern Turkey, The Neilson Expedition in Cilicia*. Oxford: The Clarendon Press.
- Garver, J.I., & Scott, T.J. (1995). Rare earth elements as indicators of crustal provenance and terrane accretion in the southern Canadian Cordillera, *Geological Society of America Bulletin*, 107 (4), 440-453.
- Garver, J. I., Royce, P. R. & Smick, T. A. (1996). Chromium and Nickel in Shale of the Tacinic Foreland: A Case Study for the Provenance of Fine-Grained Sediments with an Ultramafic Source. *Journal of Sedimentary Research*, 66, 100–106.
- Govindarau, K. (1989). Compilation of working values and sample description for 272 geo-standards, *Special Issue of Geostandards Newsletter*, 13.
- Geological Time Scale from Geoscience Reporting Guidelines, compiled by Brian Grant, May 2003.
- Glascock, M.D. (1992). Characterization of archaeological ceramics at MURR by neutron activation analysis and multivariate statistics. In H. Neff, (Hrsg.), *Chemical Characterization of Ceramic Pastes in Archaeology*. Madison, Wisconsin: Prehistory Press, 11-26.
- Gogadze, E. M. (1972). *Periodizacija i genezis kurgannoj kul'tury Trialeti*, Tbilisi.
- Gosden, C. (2005). Comment III: is science a foreign country?. *Archaeometry*, 47 (1), 182-185.
- Gök, R., Türkelli, N., Sandvol, E., Seber, D. & Barazangi, M. (2000). Regional wave propagation in Turkey and surrounding regions. *Geophysical Research Letters*, 27, 429–432
- Greenberg, R. & Porat, N. (1996). A Third Millennium Levantine Pottery Production Center: Typology, Petrography, and Provenance of the Metallic Ware of Northern Israel and Adjacent Regions. *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 301, 5-24.
- Guzowska, M., Kuleff, I., Pernicka, E. & Satır, M. (2003). On the Origin of Coarse Wares of Troia VII. In G.A. Wagner, E. Pernicka & H.-P. Uerpmann (Hrsg.), *Troia and its environment: a scientific approach*. Springer Verlag.
- Hahn-Weinheimer, P., A. Hirner, A. & Weber-Diefenbach, K. (1995). *Röntgenfluoreszenz-analytische Methoden, Grundlagen und praktische Anwendung in den Geo-, Material- und Umweltwissenschaften*. Braunschweig / Wiesbaden:Vieweg.

- Hancock, R.G.V. (1984). On the Source of Clay Used for Cologne Roman Pottery. *Archaeometry*, 26, 210-217.
- Harbottle, G. (1982). Chemical characterization in archaeology. In J.E. Ericson & T.K. Earle (Hrsg.), *Contexts for Prehistoric Exchange*. New York: Academic Press, 13-51.
- Houghton, P. (1988). A cryptic Caledonian flysch terrane in Scotland. *Journal of the Geological Society*, 145, 685-703.
- Hauptmann, H. (1982). *Die Grabungen auf dem Norşuntepe, 1974*. Keban Project 1973-1974 Activities, 41-70
- Heim, D. (1990). *Tone und Tonminerale – Grundlagen der Sedimentologie und Mineralogie*. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag.
- Hein, A., Day, P.M., Quinn, P.S. & Kilikoglou, V. (2004). The geochemical diversity of Neogene clay deposits and its implications for provenance studies of Minoan pottery. *Archaeometry*, 46 (3), 357–384.
- Hennessy, J.B. (1967). *The Foreign Relations of Palestine during the Early Bronze Age*. London: Colt Archaeological Institute Publications.
- Huisman, D.J., Klaver, G.T., Veldkamp, A., & van Os, B.J.H. (2000). Geochemical compositional changes at the Pliocene-Pleistocene transition in fluviodeltaic deposits in the Tegelen-Reuver area (southeastern Netherlands). *International Journal of Earth Sciences*, 89 (1), 154- 169.
- Innocenti ,F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati, D., Brozolo, F. & Villari, L. (1982). Tertiary and quaternary volcanism of the Erzurum-Kars area (Eastern Turkey): geochronological data and geodynamic evolution. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 13, 223–240.
- Ismailov, G.S. (1963). *Iz istorii drevneishei kul'tury Zapadnogo Azerbabizhana (Mednobronzovala epokha) (Avtoreferat)*. Tbilisi.
- Jackson, J. (1992). Partitioning of strike-slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in eastern Turkey. *Journal of Geophysical Research*, 97, 12471–12479
- Jenny, H. (1941). *Faktor of Soil Formation. A System of Quantitative Pedology*. New York: McGraw-Hill.
- Jones, A. (2004). Archaeometry and materiality: materials-based analysis in theory and practice. *Archaeometry*, 46 (3), 327-338
- Kastl, G., (im Druck). Die Keramik der bronze- und eisenzeitlichen Siedlung Didi Gora, Kachetien, Ostgeorgien und ihre chronologische Bedeutung. (Dissertation, Uiversität Tübingen).

- Kavtaradze G.L. (1999). The importance of metallurgical data for the formation of a central Transcaucasian Chronology, In: A. Hauptmann, E. Pernicka, Th. Rehren & Ü. Yalçın, (Hrsg.), *The Beginnings of Metallurgy. Proceedings of the International Conference "The Beginnings of Metallurgy"*, Bochum: Deutsches Bergbau-Museum, 67–101
- Kavtaradze, G.L. (2004). The Chronology of the Caucasus during the Early Metal Age: Observations from Central Trans-Caucasus, In A. Sagona, (Hrsg.), *A View from the Highlands. Archaeological Studies in Honour of Charles Burney*. ANES Suppl. 12 (Herent), 539-556.
- Kazmin, V. G., & Natopov, L. M. (1998). Paleogeographic atlas of northern Eurasia, 26 maps: Devonian, Carboniferous, Permian, Triassic, Jurassic, Cretaceous, Paleogene and Neogene, 380.6–6.7 Ma. Moscow, Institute of Tectonics of Lithospheric Plates.
- Kazmin, V.G. (2002). The late Paleozoic to Cainozoic intraplate deformation in North Arabia: a response to plate boundary-forces. *EGU Stephan Mueller Special Publication Series*, 2, 123–138.
- Kelly-Buccellati, M. (1990). Trade in metals in the third millennium: North-eastern Syria and Eastern Anatolia. In P. Matthiae, M. Van Loon & H. Weiss, (Hrsg.), *Resurrecting the Past: A Joint Tribute in Adnan Baunni*. Istanbul: Nederlands Historisch-Archaeologisch Instituut, 117-131,
- Kelly-Buccellati, M. (2002). Ein hurritischer Gang in die Unterwelt. *Mitteilungen der Deutschen Orient Gesellschaft*, 134, 131-148.
- Kelly-Buccellati, M. (2004). Andirons at Urkesh: New Evidence for The Hurrian Identity of The Early Trans-Caucasian Culture. In A. Sagona, (Hrsg.), *A View from the Highlands. Archaeological Studies in Honour of Charles Burney*. ANES Suppl. 12 (Herent), 67-89.
- Kelly-Buccellati, M. (2005). Urkesh and the North. Recent Discoveries. In D. I. Owen & G. Wilhelm (Hrsg.), *General Studies and Excavations at Nuzi 11/1. Studies of the Civilization and Culture of Nuzi and the Hurrians* 15. Bethesda, 29-40.
- Keskin, M., Pearce, J.A. & Mitchell, J.G. (1998). Volcano-stratigraphy and geochemistry of collision-related volcanism on the Erzurum-Kars Plateau, northeastern Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 355–404
- Keskin, M. (2003). Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subduction-accretion complex: an alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. *Geophysical Research Letters*, 30 (24), 8046–8049.
- Kiguradze, T. (2000). The Chalcolithic-Early Bronze Age transition in the eastern Caucasus. Chronologies des pays du Caucase et de l'Euphrate au IVe - IIIe Millénaires. Catherine Marro & Harald Hauptmann. Paris, Institut Français D'Etudes Anatoliennes D'Istanbul. Acts of the colloquium held in Istanbul, 16-19th of December 1998.

- Kiguradze, T. & Sagona, S. (2003). On the Origins of the Kura-Araxes Cultural Complex. In A. T. Smith & K. Rubinson (Hrsgs.), *Archaeology in the Borderlands: Investigations in Caucasia and Beyond*. Cotsen Institute Press, Los Angeles, 38–94.
- Kilikoglou, V, Maniatis, Y. & Grimanis, A. P. (1988). The effect of purification and firing of clays on trace element provenance studies. *Archaeometry*, 30 (1), 37-46.
- Killick, D., 2005. Comments IV: is there reality a chasm between archaeological theory and archaeological science? *Archaeometry*, 47 (1): 185-189.
- Kirch, P. V. (2001). Ceramics in Archaeology. In N. Smelser & P. Baltes, (eds.), *The International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Amsterdam: Elsevier.
- Khanzadyan, E. V. (1967). Kultura Armyanskago nogorya v III tys. do n.e. (Die Kultur im armenischen Hochland in der 3. Jt. v.Chr.). Erevan.
- Klenk, G. B. (1987). Geologisch-mineralogische Untersuchungen zur Technologie frühbronzezeitlicher Keramik von Lidar Höyük (Südost-Anatolien). Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen Reihe B, *Allgemeine und Angewandte Geologie*, 3
- Knacke-Loy, O. (1991). Isotopengeochemische, chemische und petrographische Untersuchungen zur Herkunftsbestimmung der bronzezeitlichen Keramik von Troia. (Dissertation, Universität Tübingen).
- Knacke-Loy, O., Satır, M. & Pernicka, E. (1995). Zur Herkunftsbestimmung der bronzezeitlichen Keramik von Troia: Chemische und isotopengeochemische (Nd, Sr, Pb) Untersuchungen. *Studia Troica*, 5, 145-175.
- Koçyiğit, A., Yılmaz, A., Adamia, S. & Kuloshvili, S. (2001). Neotectonics of East Anatolian Plateau (Turkey) and Lesser Caucasus: implication for transition from thrusting to strike-slip faulting. *Geodinamica Acta*, 14, 177–195
- Korfmann, M., Pizchelauri, K., Bertram, J-K. & Kastl, G., mit Beiträgen von Uerpmann, H-P & Uerpmann, M., sowie Kvavadze, E. (2002). Vorbericht zur 3. Grabungskampagne am Didi Gora im Jahre 1999. Mit einem Anhang zu den Auswertungsarbeiten im Jahre 2000 (Kachetien/ Ostgeorgien)". *Studia Troica*, 12.
- Koşay, H.Z. (1948). Karaz Sondajı. III Türk Tarih Kongresi 15-20 Kasım 1943, Kongreye Sunulan Tebliğler.(Türk Tarih Kurumu/Yayın anndan IX. Sen-No.3). Ankara: 165-169.
- Koşay, H.Z. & Turfan, K. (1959). Erzurum-Karaz Kazısı Raporu. *Belleten*, 23, 349-413.
- Közbe, G., Köroğlu, K. & Sağlamtemir, H. (2004). 2001 Excavations at Kavuşan Höyük. In: N. Tuna, J. Greenhalgh, and J. Velibeyoğlu (eds.), *Salvage Project of the Archaeological Heritage of the Ilisu and Carchemish Dam Reservoirs Activities in 2001*, Ankara, 463-504.

- Krogstad, E. J, Hanson, G. N. & Rajamani, V. (1991). U-Pb ages of zircon and sphene for two gneissic terranes adjacent to the Kolar Schist Belt, south India: constraints for the evolution of the crust in the Kolar area. *The Journal of Geology*, 95, 219–240.
- Kuftin, B.A. (1941). *Arkheologicheskie raskopkiv Triateti*. Tbilisi.
- Kühne, H. (1976). Die Keramik vom Tell Chuera und ihre Beziehungen zu Funden aus Syrien-Palästina, der Türkei und dem Iraq. Berlin.
- Kühne, H. & Schneider, G. (1988). Neue Untersuchungen zur Metallischen Ware. *Damaszener Mitteilung*, 3, 83-139.
- Kushnareva, K. Kh. & Chubinishvili, T.N. (1970). Drevnie kul'tury Īuzhnogo-Kavkaza (V-III tysīacheletii do n.e.). Leningrad.
- Kushnareva K. Kh. (1997). The Southern Caucasus in Prehistory: Stages of Cultural and Socioeconomic Development from the eighth to the second millennium B.C. Tr. H.N. Michael. Philadelphia: The University Museum University of Pennsylvania.
- Lagaly G. & Köster H.M. (1993). Tone und Tonminerale. In K. Jasmund & G. Lagaly (Hrsg.), *Tonminerale und Tone*. Darmstadt: Steinkopff Verl, 1-32.
- Lahtinen, R. (1996). Geochemistry of Palaeoproterozoic supracrustal and plutonic rocks in the Tampere-Hameenlinna area, southern Finland. *Geological Survey of Finland. Bulletin* 389: 113.
- Laneri, N., D'Agostino, A., Schwartz, M., Valentini, S. & Pappalardo, G. (2006). A Preliminary Report of the Archaeological Excavations at Hirbemerdon Tepe, Southeastern Turkey. *Anatolica*, 32, 153-188.
- Layard, A.H. (1853). Discoveries in the Ruins of Nineveh and Babylon. New York: Putnam.
- Lebeau, M. (2000). Stratified Archaeological Evidence und Compared Periodizations in the Syrian Jezirah During the Third Millennium BC. In C. Marro & H. Hauptmann (Hrsg.), *Chronologies des Pays du Caucase et de L'Euphrate aux IVe-IIIe Millenaires*. Paris: Boccard.167-192.
- Leng, M.J. & Evans, J. A. (1994). Provenance of late Ashgill (Hirnantian) fine-grained sediments and pebbles in the Welsh Basin: A Nd- and Sr-isotope study. *Geological Journal*, 29, 1-9.
- Lindahl, A. (1995). Studies of African pottery for understanding prehistoric craft, In Vincenzini, P. (Hrsg.), *The Ceramics Cultural Heritage*, Techna Srl, Faenza. 49-60.
- Liritzis, I., Galloway, R. B. & Theocaris, P. S. (1994). Thermoluminescence dating of ceramics revisited: Optical stimulated luminescence of quartz single aliquot with green light-emitting diodes, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 188 (3), 189-198.
- Longacre, W. A. (1991). Ceramic Ethnoarchaeology. Tucson: University of Arizona, Tuscon.

- Lordkipanidse, O., 1991. *Archäologie in Georgien: Von der Altsteinzeit zum Mittelalter*. Weinheim: Acta humaniora,
- Ludwig, N. (2005). Die Kachetische Keramik des 1. Jts. V.Chr. Eine Einführung. *Ancient Near Eastern Studies*, 42, 211 – 230
- Maggetti, M. (1974). Mineralogie und antike Keramik. – *Bulletin de la Société Fribourg des Sciences Naturelles*, 63 (1), 45-57.
- Maggetti, M. (1982). Phase analysis and its significance for technology and origin. In J.S. Olin, (Hrsg.), *Archaeological Ceramics*. Smithsonian Institution Press, Boston, 121-133.
- Maggetti, M., Westley, H. & Olin, J. (1984). Provenance and Technical Studies of Mexican Majolica Using Elemental and Phase Analysis. In J.B. Lambert (Hrsg.), *ACS Advances in Chemistry Series*, No. 205, Archaeological Chemistry III, American Chemical Society, 151-191.
- Maggetti, M. (1986). Majolika aus Mexiko - ein archäometrisches Fallbeispiel, Fortschritte in der. *Mineralogie*, 64 (1), 87-103.
- Maggetti, M. (1994). Mineralogical and petrographical methods for the study of ancient pottery. In F. Buragato, O. Grubessi & L. Lazzarini (Hrsgs.), *1st European Workshop on archaeological ceramics, 10-12.10.1991*. Dipartimento di Scienza della Terra, 23-35.
- Mallowan, M. E. L. (1947). Excavations at Brak and Chagar Bazar. *Iraq*, 9, 1–259.
- Mallowan, M. E. L. (1966). Tell Chuera in Nordostsyrien. *Iraq*, 28, 89–95.
- Maritan, L., Mazzoli, C., Michielin, V., Morandi Bonacossi, D., Luciani, M., & Molin, G. (2005). Provenance and production technology of Bronze and Iron Age pottery from Tell Mishrifeh/Qatna (Syria). *Archaeometry*, 47 (4), 723–744.
- Maslov, A. V., Ronkin, Yu. L., Krupenin, M. T., Petrov, G. A., Kornilova, A. Yu., Lepikhina, O. P. & Popova, O. Yu. (2006). Systematics of Rare Earth Elements, Th, Hf, Sc, Co, Cr, and Ni in the Vendian Pelitic Rocks of the Serebryanka and Sylvitsa Groups from the Western Slope of the Central Urals: A Tool for Monitoring Provenance Composition. *Geochemistry International*, 44 (6), 559–580.
- Mason, R. B. & Cooper, L. (1999a). Petrographic analysis of Bronze Age pottery from Tell Hadidi, Syria, *Levant* 31, 135-147.
- Mason, R. B. & Cooper, L. (1999b). Grog, Petrology, & Early Transcaucasians at Godin Tepe. *Iran*, 37, 25-31.
- Matson, F. R. (1981). Archaeological ceramics and physical sciences: problem definition and results, *Journal of Field Archaeology*, 8(4), 448-56.
- Matthews, R. (2003). *The Archaeology of Mesopotamia. Theories and Approaches*, London.

- McClusky, S. S., Balassanian, S. A., Barka, A. C., Demir, C. S., Ergintav, S. I., Georgiev, I. O., Gurkan, O. M., Hamburger, M. K., Hurst, K. H., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksoz, M. N. & Veis, G. (2000). Global positioning system constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. *Journal of Geophysical Research*, *105*, 5695–5719
- McCulloch, M.T. & Wasserburg, G.J. (1978). Sm-Nd and Rb-Sr chronology of continental crust formation. *Science*, *200*, 1003-1011.
- McDaniel, D.K, Hemming, S.R, McLennan, S.M. & Hanson, G.N. (1994). Petrographic, geochemical, and isotopic constrains of the provenance of the Early Proterozoic Chelmsford Formation, Sudbury basin, Ontario. *Journal of Sedimentary Research*, *A64* (2), 363-372.
- McLennan, S.M., Taylor, S.R., McCulloch, M.T. & Maynard, J.B. (1990). Geochemical and Nd-Sr isotopic composition of deep-sea turbidites: crustal evolution and plate tectonic associations. *Geochim. Cosmochim Acta*, *54*, 2015-2050.
- McLennan, S. M, Taylor SR & Eriksson, K. A. (1983). Geochemistry of Archean shales from the Philbara Supergroup, Western Australia. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, *47*, 1211–1222.
- McLennan S.M. (1989). Rare earth elements in sedimentary rocks: influence of provenance and sedimentary processes. *Mineral*, *21*, 169–200.
- McLennan, S., M, Taylor, S. R, McCulloch, M. T. & Maynard, J. B. (1990). Geochemical and Nd-Sr isotopic composition of deep-sea turbidites: crustal evolution and plate tectonics associations. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, *54*, 2015–2050.
- McLennan, S.M. (1993). Weathering and global denudation. *The Journal of Geology*, *101*, 295-303.
- McLennan, S.M, Hemming S, McDaniel, D.K. & Hanson, G.N. (1993). Geochemical approaches to sedimentation, provenance and tectonics. *Geological Society of America, Special Papers*, *285*, 21–40
- McLennan, S.M. (2001). Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, *2*, 1-29.
- Mellart, J. (1954). Preclassical Remains in Southern Turkey. *Anatolian Studies*, *4*, 175-239.
- Mellart, J. (1964). Neolithic city in Turkey. *Scientific American*, *210* (4), 94-104.
- Mellart, J. (1963). Early Cultures of the South Anatolian Plateau, II. *Anatolian Studies*, *13*, 199-236.

- Mellink, M. (1993). The Anatolian South Coast in the Early Bronze Age: The Cilician Perspective. In M. Frangipane, H. Hauptmann, M. Liverani, P. Matthiae & M. Mellink, (Hrsg.), *Between the Rivers and Over the Mountains: Alba Palmieri Dedicata*, Rome: University of Rome, 495-508.
- Miksa, E. J & Heidke, J. M. (2001). It all comes out in the wash: Actualistic petrofacies modeling of temper provenance, Tonto Basin, Arizona, USA. *Geoarchaeology*, 16 (2), 177.
- Mithen, S. (2005). Comments V: The need for evolutionary perspective on the human mind. *Archaeometry*, 47 (1), 189-192.
- Mommsen, H. (1986). Archäometrie. Neuere naturwissenschaftliche Methoden und Erfolge in der Archäologie. Teubner, Stuttgart.
- Mommsen, H. (2001). Provenance determination of pottery by trace element analysis: problems, solutions and applications, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 247, 657–662.
- Moorehead, D.R. (1986). Cementation by the carbonation of hydrated lime. *Cement and Concrete Research*, 16, 700-708.
- Moortgat, A. (1959). Archäologische Forschungen der Max Freiherr von Oppenheim-Stiftung im nördlichen Mesopotamien 1956. Wissenschaftliche Abhandlungen der Arbeitsgemeinschaft für Forschung der Landes Nordrhein-Westfalen 7 (Köln/Opladen).
- Morgan, L. H. (1877). *Ancient Society*. New York:World.
- Mouty, M. (2000). The Jurassic in Syria: an overview. Lithostratigraphic and biostratigraphic correlations with adjacent areas. In S. Crasquin-Soleau & E. Barrier (Hrsg.), *New data on Peri-Tethyan sedimentary basins, Peri-Tethys Memoir*, 5. Paris Museum National d'Historie Naturelle, 159-168.
- M.T.A (Maden Tetkik Arama). (1989). Geological map of Turkey, 1:500,000, Blatt DIYARBAKIR, Ankara.
- M.T.A (Maden Tetkik Arama). (2002). Geological map of Turkey, 1:500,000, Blatt ERZURUM, Ankara.
- Muskhelishvili, D. L. (1977). Kvoprosuo rasprostraneni krasnoglinjanov keramiki na territorii vostochnoj Gruzii v ranneanticnuju epochu. *Sovietskaja Archeologija*, 3, 213–220.
- Muskhelishvili, D. L. (1978). Xovles namosaxlaris ark'eologijuri masala. Tbilisi: Metsniereba.
- Natapov, L. M. & Kazmin, V. G. (1998). Paleogeographic Atlas of Northern Eurasia, Institute of Tectonics of Lithospheric Plates, Moscow, 26 maps and Expl. Notes.
- Narimanishvili, G. K. (1991). Keramika Kartli V. — I. v.v. do n.e. Tbilisi: Metsniereba.

- Nathan, S. (1976). Geochemistry of the Greenland Group (Early Ordovician), New Zealand. *New Zealand journal of geology and geophysics*, 19, 683-706.
- Needham, S. (2005). Comments VI: Rationalizing materiality. *Archaeometry*, 47(1), 192-195.
- Neff, H. (1992). *Chemical Characterization of Ceramic Pastes in Archaeology*. Monographs in World Archaeology. Madison: Prehistory Press,.
- Neff, H. (1993). Theory, sampling and analytical techniques in the archaeological study of prehistoric ceramics. *American Antiquity*, 58, 23-44.
- Nelson, B.K. & DePaolo, D.J. (1988). Comparison of isotopic and petrographic provenance indicators in sediments from Tertiary continental basins of New Mexico. *Journal of Sedimentary Petrology*, 58, 348-357.
- Nesbitt, H. W., Markovis, G. & Price, R.C. (1980). Chemical processes affecting alkalis earth during chemical weathering. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 44, 1659–1666.
- Nesbitt, H. W. & Young, G. M. (1982). Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature*, 299, 715-717.
- Nesbitt, H.W & Young, G.M. (1984). Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic considerations. *Geochim Cosmochim Acta*, 48, 1523–1534.
- Nishiaki, Y. (2001). Tell Seker al-Aheimar, the Upper Khabur, Syria: the season. *Orient Express*, 2, 35-37.
- Nishiaki, Y & L.E Mière, M. (2005). The oldest Neolithic pottery of Upper Mesopotamia : new evidence from Tell Seker al-Aheimar, the Khabur, Northeast Syria. *Paléorient*, 31 (2), 55-68.
- Noll, W. (1991). *Alte Keramiken und ihre Pigmente. Studien zu Material und Technologie*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Oates, J. (1982). Some late early dynastic pottery from Tell Brak. *Iraq*, 44, 205-219.
- Oates, J. (2001). The Third-millennium Pottery. In: Oates, D., Oates, J., & McDonald, H. (Hrsg.), *Excavations at Tell Brak, vol. 2: Nagar in the third millennium bc*. London: University of Cambridge.
- Orton, C., Tyers, P., & Vince, A. (1993). *Pottery in archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ökse, A.T. (2006). A monumental Middle Bronze Age building at Salat Tepe on the Upper Tigris (Turkey). *Antiquity*, 80 (309).
- Örgülü, G., Aktar, M., Türkelli, N., Sandvol, E. & Barazangi, M. (2003). Contribution to the seismotectonics of Eastern Turkey from moderate and small size events. *Geophysical Research Letters*, 30 (24), 8040.

- Özfirat, A. (2006). *Üçtepe II: Tunç Çağları (13.-10. Yapı Katları)*. Istanbul: Ege Yayınları.
- Özgüç, T. (1986). New Observations on the Relationship of Kültepe with Southeast Anatolia and North Syria during the Third Millennium B.C. In J.V. Canby, E. Porada, B.S. Ridgway & T. Stech (Hrsg.), *Ancient Anatolia: Aspects of Change and Cultural Development: Essays in Honor of Machteld J. Mellink*. Madison: University of Wisconsin Press, 31-47.
- Özten, A. (1989). A Group of Early Bronze Age Pottery from the Konya and Nigde Region. In K. Emre, B. Hrouda, M. Mellink & N. Özgüç, (Hrsg.), *Anatolia and the Ancient Near East: Studies in Honor of Tahsin Özgüç*. Ankara, 407-418.
- Paffengolz, K. N. (1963). *Geologische Abriss des Kaukasus*. Berlin Akademie-Verlag.
- Palmieri, A.M., Sertok, K., & Chemykh, E. (1993). From Arslantepe Metalwork to Arsenical copper technology in Eastern Anatolia. In M. Frangipane, H. Hauptmann, M. Liverani, P. Matthiae & M. Mellink, (Hrsg.), *Between the rivers and over the mountains*. Rome: Dipartimento di Scienze Storiche Archeologiche e Antropologiche dell'Antichità Università di Roma La Sapienza, 573-599.
- Palumbi, G. (2003). Red-black pottery, Eastern Anatolian and Transcaucasian relationships around them Mid-Fourth Millennium B.C. *Ancient Near Eastern Studies*, 40, 80-134.
- Pavía, S. (2006). The determination of brick provenance and technology using analytical techniques from the physical sciences. *Archaeometry*, 48 (2), 201–218.
- Peacock, D.P.S. (1968). A petrological Study of certain Iron Age Pottery from western England. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 34, 414-427.
- Peacock, D. P. S. (1969a). Neolithic pottery production in Cornwall, *Antiquity* 43, 145-149.: in Stoltman, J. B. 1991. Ceramic Petrography as a Technique for Documenting Cultural Interaction: An Example from the Upper Mississippi Valley. *American Antiquity*, 56, 103-120.
- Peacock, D.P.S. (1969b). A Romano-British salt-working site at Trebarveth, St Keverne. *Cornish Archaeology*, 8, 47-65.
- Peacock, D.P.S. (1970). The Scientific Analysis of Ancient Ceramics: a Review. *World Archaeology*, 1, 375-388.
- Peacock, D.P.S. (1982). *Pottery in the Roman World: An Ethnoarchaeological Approach*. London: Longman.
- Pearce, J. A., Bender, J. F., De Long, S. E., Kidd, W. S. F., Low, P. J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S. & Mitchell, J. G. (1990). Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. In: Le Fort P, Pearce JA, Pecher A (eds) Collision magmatism. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 44, 189–229.
- Perlman, I. & Asaro, F. (1971). Pottery Analysis by Neutron Activation. In: R. H. Brill (Hrsg.), *Science and Archaeology*, M.I.T. Press Cambridge, MA, 182–195.

- Pettijohn, F.J., Potter, P.E. & Siever, R. (1973). *Sand and Sandstone*. Springer-Verlag, Berlin.
- Pfälzner, P. (1998). Eine Modifikation der Periodisierung Nordmesopotamiens im 3. Jtsd. v. Chr. *Mitteilungen der Deutschen Orient-Gesellschaft* 130, 69—71.
- Philip, G. (1999). Complexity and diversity in the southern Levant during the third millennium BC: The evidence of Khirbet Kerak Ware. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 12, 1, 26-57.
- Philip, H., Cisternas, A., Gvishiani, A. & Gorshkov, A. (1989). The Caucasus: an actual example of the initial stages of continental collision. *Tectonophysics*, 161, 1-21.
- Pintér, F. (2005). Provenance study of the Early Iron Age Knobbed ware in Troia, NW Turkey and the Balkans. Petrographic and geochemical evidence. (Dissertation, Universität Tübingen).
- Pintér, F., Satr, M., Szakmány, Gy. & Taubald, H., (im Druck). Imported or locally produced? The origin of the Early Iron Age Knobbed ware in Troia, NW Turkey and the Balkans.
- Pizchelauri, K., Varazašvili, V. V., Kincurašvili, M. V., Menade, C. N. & Kvavadze, D. L. (1987). Archeoložeskie issledovanija v Kacheti, *Polevye archeoložeskie issledovanija v 1984-1985 gg.*, 36-38.
- Pizchelauri, K. (1977). Pamjatniki vtoroj poloviny I tysjacheletija do n.e. na terriitorii Kacheti. *Sovietskaja Archeologija*, 3, 221—229.
- Pizchelauri, K. & Orthmann, W. (1992). Der Kurgan, Tetri Kwebi I. *Georgica*, 15, 15-22.
- Pollard, A. M., & Heron, C. (1996). *Archaeological Chemistry*. London: Royal Society of Chemistry.
- Ponikarov, V.P. (1964). The geological map of Syria, Ministry of Industry, Damascus, Syrian Arab Republic.
- Pope, G.A., Dorn, R.I., & Dixon, J.C. (1995). A new conceptual model for the understanding of geographical variations in weathering. *Annals of the Association of American Geographers*, 85, 38-64.
- Prag, K. (1970). The 1959 deep sounding at Harran in Turkey. *Levant*, 2, 63-94.
- Prag, A.J.N.W., Schweizer, F., Williams, J.L.W. & Schubiger, P.A. (1975). Hellenistic Glazed Wares from Athens and Southern Italy: Analytical Techniques and Implications. *Archaeometry*, 16 (2), 153-187.
- Press, F & Siever, R. (1995). *Allgemeine Geologie*. Heidelberg-Berlin: Spektrum Akademischer Verlag,

- Pruß, A. (2000). The Metallic Ware of Upper Mesopotamia: Definition, Chronology and Distribution. In C. Marro & H. Hauptmann (Hrsg.), *Chronologies des Pays du Caucase et de L'Euphrate aux IVe-IIIe Millenaires*: Paris: Boccard, 193-203.
- Puturidse, M. (2003). Social and economic Shifts in the South Caucasian Middle Bronze Age. In A.T, Smith & K. Rubinson, (Hrsg.), *Archaeology in the Borderlands: Investigations in Caucasia and Beyond*. Los Angeles: Cotsen Institute Press, 111-127.
- Reade, J. (1968). Tell Taya 1967: Summary Report. *Iraq*, 30, 234-264.
- Rebäi, S., Philip, H., Dorbath, L., Borissoff, B., Haessler, H. & Cisternas, A. (1993). Active Tectonics in the Lesser Caucasus: Coexistence of Compressive and Extensional Structures. *Tectonics*, 12 (5), 1089-1.
- Rice, P. M., 1987. Pottery Analysis: A Sourcebook. Chicago: University of Chicago.
- Rice, P. M. (1999). On the origins of pottery. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 6, 1-154.
- Richards, T. W. (1895). The composition of Athenian pottery. *American Chemical Journal*, 17, 152-154.
- Ricou, L.E. (1995). The Plate Tectonic History of the Past Tethys Ocean. In A.E.M. Nairn, L.E. Ricou, B. Vrielynck & J. Dercourt (Hrsg.), *The Ocean Basins and Margins: The Tethys Ocean*, New York: Plenum Press, 3-70.
- Riederer, J. (1981). Zum gegenwärtigen Stand der naturwissenschaftlichen Untersuchung antiker Keramik. In Arnold, D. (Hrsg.), *Studien zur altägyptischen Keramik*. Philipp von Zabern, Mainz, 193-220.
- Riederer, J., 2004. Thin section microscopy applied to the study of archaeological ceramics. *Hyperfine Interactions*, 154: 143 – 158
- Robertson, A.H.F, Dixon, J.E. (1984). Introduction: aspects of the geological evolution of the Eastern Mediterranean. In J.E. Dixon & A.H.F. Robertson, (Hrsg.), *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*. Geological Society, London, Special Publications, 17, 1-74.
- Roser, B.P. & Korsch, R.J. (1986). Determination of tectonic setting of sandstone -mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio. *The Journal of Geology*, 94, 635–650.
- Rothman, M. (2004). Ripples in the Stream: Transcaucasia-Anatolian Interaction in the Murat/Euphrates Basin at the beginning of the third millennium BC. In A. Smith & K. Rubinson, (Hrsg.), *Archaeology in theboarderlands: Investigation in Caucasia and beyond*. Los Angeles, 94-114.:
- Rye, O. S. (1981). *Pottery technology. Principles and reconstruction*. Washington.
- Sagona, A.G. (1984). *The Caucasian Region in the Early Bronze Age*. British Archaeological Reports International Series, 214, Oxford.

- Sagona, A. (2000). Sos Höyük and the Erzurum Region in late Prehistory: a provisional Chronology for Northeast Anatolia, 329-373. In: C. Marro & H. Hauptmann, (Hrsg.), *Chronologies des pays du Caucase et de l'Euphrate aux IVe-IIIe millenaires*. Varia Anatolica, 11.
- Sagona, A. & Sagona, C. (2004). *Archaeology at the North-East Anatolian Frontier. Vol. 1. An Historical Geography and a Survey of the Bayburt Province*, Louvain Peeters Press.
- Sagona, A. (2004). Social Boundaries and ritual Landscapes in late prehistoric Trans-Caucasus and Highland Anatolia. 475-538. In A. Sagona (Hrsg.), *A View from the Highlands. Archaeological Studies in Honour of Charles Burney*. ANES Supplement 12. Herent.
- Savostin, L.A, Sibuet, J-C, Zonenshain, L.P, LePichon, X. & Roulet, M-J. (1986). Kinematic evolution of the Tethys belt from the Atlantic Ocean to the Pamirs. *Tectonophysics*, 123, 1-35.
- Sawyer, E.W. (1986). The influence of source rock type, chemical weathering and sorting on the geochemistry of clastic sediments from the Quetico metasedimentary belt, Superior Province, Canada. *Chemical Geology*, 55,77-95.
- Schneider, G. (1978). Anwendung quantitativer Materialanalysen auf Herkunftsbestimmungen antiker Keramik. *Berliner Beiträge zur Archäometrie*, 3, 63-122.
- Schneider, G. (1988). Stone Ware from 3rd Millenium BC: Investigation of a Metal-Imitating Pottery from Northern Mesopotamia. *Paper presented at the 26th International Symposium on Archaeometry held in Toronto, Canada from May 16-20.1988*.
- Schneider, G. (1989). A Technological Study of North-Mesopotamian Stone Ware. *World Archaeology*, 21 (1), 30-50.
- Schneider, G. & Daszkiewicz, M. (2001). Stone ware and Ninevite 5-notes on composition and technology of pottery from Tell Brak. In D. Oates, J. Oates & H. McDonald, (Hrsg.), *Excavations at Tell Brak, vol. 2: Nagar in the third millennium BC*. London: University of Cambridge, 194-216.
- Schneider, G. & Daszkiewicz, M. (2002). Scherben, nichts als Scherben? Keramikscherben im archäometrischen Labor, *Orient Aktuell*, 3, 8-15.
- Schwedt, A., Mommsen, H. & Zacharias, N. (2004). Post-depositional elemental alterations in pottery: Neutron Activation Analyses of surface and core samples. *Archaeometry*, 46, 85-101.
- Seton-Williams, M.V. (1954). Cilician Survey. *Anatolian Studies*, 9, 121-174.
- Shepard, A.O. (1936). Technology of Pecos pottery. In the pottery of Pecos, vol.2, ed. A.V. Kidder and A.O. Shepard. *Papers of the Phillips Academy Southwestern Expedition*, 7, 389-587.

- Shepard, A.O. (1942). *Rio Grande Glaze Paint Ware*. Washington, DC : Carnage Institution,
- Shepard, A. O. (1956). *Ceramics for the Archaeologist*. Washington, D.C: Carnegie Institution.
- Shepard, A. O. (1964). Temper Identification: Technological Sherd-splitting or Unanswered Challenge. *American Antiquity*, 29(4), 518-520.
- Shepard, A.O. (1965). Rio Grande glaze-paint pottery: A test of petrographic analysis. In F.R. Matson, (Hrsg.), *Ceramics and man*. Chicago: Aldine, 62-87.
- Shepard, A. O. (1995). *Ceramics for the archaeologist*. Washington, D.C.: Carnegie Institution.
- Shimelmitz, R. (2003). *A Glance at the Early Trans-Caucasian Culture Through its Nomadic Component*. Tel Aviv.
- Smogorzewska, A. (2004). Andirons and Their Role in Early Transcaucasian Culture, *Anatolica*, 30, 151-177.
- Stampfli, G.M., Mosar, J., Favre, P., Pillecuit, A. & Vannay, J.C. (2001). Permo-mesozoic evolution of the western tethys realm: the neo-tethys east mediterranean basin connection. *Mémoires du Museum National d'Histoire Naturelle*, 186, 51-108.
- Stampfli, G.M. & Borel, G.D. (2002). A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons. *Earth and Planetary Science Letters*, 196, 17-33.
- Stanjek, H, & Häusler, W. (2004). Basics of X-ray Diffraction. *Hyperfine Interactions*, 154, (13), 107-119.
- Stoltman, J. B. (1989). A quantitative approach to the petrographic analysis of ceramic thin-sections. *American Antiquity*, 54 (1), 147-160.
- Stoltman, J. B. (1991). Ceramic Petrography as a Technique for Documenting Cultural Interaction: An Example from the Upper Mississippi Valley. *American Antiquity*, 56, 103-120.
- Strommenger, E. & Kohlmeyer, K. (1998). Tall Bi'a - Tuttul - I. Die altorientalischen Bestattungen. Saarbrücken:Wissenschaftliche Veröffentlichungen der Deutschen Orient-Gesellschaft , 96.
- Stosch, H. G. (2000). *Geochemie der Seltenen Erden (1988 – 1993, Skript mit Ergänzungen von 1998 und Sommer 2000)*:
<http://www.geologie.unifreiburg.de/root/people/fschaft/SeltenErden.pdf>
- Sungurlu, O. (1974). Geology of the northern areas of District VI, SE Turkey. In H. Okay & E. Dileköz, (Hrsg.), *Proceedings of the Second Turkish Petroleum Congress*. Ankara, 85–108.

- Şaroğlu, F. & Yılmaz, Y. (1986). Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri. *M.T.A. Dergisi*, 107, 73-94.
- Şengör A. M. C. & Kidd, W. S. F. (1979). Post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian plateau and a comparison with Tibet. *Tectonophysics*, 55, 361–376
- Şengör, A. M. C. & Yılmaz, Y. (1981). Tethyan Evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181–241.
- Şengör, A. M. C., Görür, N. & Şaroğlu, F. (1985). Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape : Turkey as a case study. In K.T. Biddle & N. Christie-Blick, (Hrsg.), *Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation*. Society of Economic Paleontology and Mineralogy, Special Publication 37, 227–264
- Şengör, A. M. C., Özeren, S., Genç, T., & Zor, E. (2003). East Anatolian high plateau as a mantle supported, north-south shortened domal structure. *Geophysical Research Letters*, 30(24), 8045
- Tan, K.H. (1998). *Principles of Soil Chemistry*. (3.ed.). New York: Dekker.
- Taylor, S. R. & McLennan, S. M. (1985). *The Continental Crust: its Composition and Evolution*, London: Blackwell Scientific Publications.
- Taylor, T. (2005). Comments VII: A cunning duplicate in mind-materyality and the interpretive dilemma. *Archaeometry*, 47 (1), 196-198.
- Thissen, L. (2007). Die Anfänge der Keramikproduktion in der Türkei-ein Überblick, In *Vor 12000 Jahren in Anatolien. Die ältesten Monumente der Menschheit*, (Ausstellungskatalog), Theiss Verlag.
- Thomas, J. (2005). Comments VIII: Between ‘material qualities and materyality. *Archaeometry*, 47 (1), 198-201.
- Tite, M.S. (1972). *Methods of Physical Examination in Archaeology*. New York: Seminar Press.
- Tite, M.S. & Maniatis, Y. (1975). Examination of ancient pottery using the scanning electron microscope. *Nature*, 257, 122–123.
- Tite, M.S. (1999). Pottery Production, Distribution, and Consumption—The Contribution of the Physical Sciences. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 6, 181-233.
- Todd, I.A. (1973). Anatolia and the Khirbet Kerak Problem. In H.A. Hoffner Jr. (Hrsg.), *Orient and Occident (Essays presented to Cyrus H. Gordon on the Occasion of his Sixty-Fifth Birthday)*. AOAT, 22, 181-206.
- Topchishvili, M. (1998). Biostratigraphic characterization of Lower Jurassic deposits of Georgia by Ammonites. *Spain Cuadernos Ibérica*, 24, 277-291.

- Trigger, B.G. (1984). Archaeology at the Crossroads: What's New? *Annual Review of Anthropology*, 13, 275-300.
- Tykot, R.H. 2002. Determining the source of lithic artifacts and reconstructing trade in the ancient world. In P.N. Kardulias & R. Yerkes (Hrsg.), *Written in Stone: The Multiple Dimensions of Lithic Analysis*. Maryland: Lexington Books, 59-85.
- Tykot, R. H. (2004). Scientific methods and applications to archaeological provenance studies. In M. Martini, M. Milazzo & M. Piacentini (Hrsg.), *Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi" Course CLIV*. Amsterdam: IOS Press, 407-432.
- Ünal, S. (1996). *Diyarbakır'da unutulmaya yüz tutmuş bir sanat "Çömlekçilik"*. İstanbul: Arkitekt,
- Vandiver, P. B. (1987). Sequential slab construction; a conservative Southwest Asiatic ceramic tradition, ca. 7000–3000 B.C. *Paleorient*, 13, 9-35.
- Varndell, G. & Freestone, I. (1997). Early prehistoric pottery in Britain, in Pottery in the Making, World Ceramic Traditions. London: British Museum Press, 32-37.
- Vaughan, S. J. (1995). Ceramic Petrology and Petrography in the Aegean. *American Journal of Archaeology*, 99, 115-117.
- Velde, B. & Druc, I. C. (1999). *Archaeological Ceramic Materials: Origin and Utilization*. Berlin: Springer.
- Wagner, F.E. & Kyek, A. (2004). Mössbauer Spectroscopy in Archaeology: Introduction and Experimental Considerations. *Hyperfine Interactions*, 154, 5-33.
- Warren, A. H. (1967). Petrographic Analyses of Pottery and Lithics. In A. H. Harris, J. Schoenwetter, & A. H. Warren, 8Hrsg.) *An Archaeological Survey of the Chuska Valley and the Chaco Plateau, New Mexico, Part 1*. Santa Fe: Museum of New Mexico Press, 104-134.
- Warren, H. (1969). Tongue, One Pueblo's Glaze Pottery Industry Dominated Middle Rio Grande Commerce. *El Palacio*, 76, 36-42.
- Weber-Diefenbach, K. (2000). Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) In M. K, Pavicevic & G. Aamthauer, (Hrsg.), *Physikalisch-chemische Untersuchungsmethoden in den Geowissenschaften*. Band 1. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Wentworth, C.K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, 377-392.
- Widemann, F., Picon, M., Asaro, F., Michel, H. V. & Perlman, I. (1975). A Lyons branch of the pottery-making firm f Ateius of Arezzo. *Archaeometry*, 7, 45-59.
- Wrafter, J. P. & Graham, J. R. (1989). Ophiolitic detritus in the Ordovician sediments of South Mayo, Ireland. *Journal of the Geological Society*, 147, 365-71.

- Wronkiewicz, D. J. & Condie, K. C. (1987). Geochemistry of Archean shales from the Witwatersrand Supergroup, South Africa: source-area weathering and provenance. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 51, 2401–2416.
- Wronkiewicz, D. J. and Condie, K. C. (1990). Geochemistry and mineralogy of sediments from the Ventersdorp and Transvaal Supergroups, South Africa: cratonic evolution during the early Proterozoic. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 54, 343–35
- Wyborn, L.A.I. & Chappel, B.W. (1983). Chemistry of the Ordovician and Silurian greywackes of the Snowy Mountains, southeastern Australia: an example of chemical evolution of sediments with time. *Chemical Geology*, 319, 81-92.
- Yener, K.A. & Vandiver, P.B. (1993). Tin Processing at Göltepe, an Early Bronze Age Site in Anatolia. *American Journal of Archaeology*, 97, 207-238.
- Yiğitbaş, E., Yılmaz, Y. (1996). New evidence and solution to the Maden complex controversy of the Southeast Anatolian orogenic belt. *Geologische Rundschau*, 85, 250-263.
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, F. & Güner, Y. (1987). Initiation of the neomagmatism in East Anatolia. *Tectonophysics*, 134, 177–199.
- Yılmaz, Y. (1990). Allochthonous terranes in the Tethyan Middle East: Anatolia and surrounding regions. *Philosophical Transactions- Royal Society of London, Series A*, 611-624.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C. (1993). Ophiolitic and metamorphic assemblages of Southeastern Anatolia and their significance in the geological evolution of the orogenic belt. *Tectonics*, 12 (5), 1280-1297.
- Yılmaz, Y., Güner, Y. & Şaroğlu, F. (1998). Geology of the Quaternary volcanic centres of the East Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 173–210
- Zimmermann, U. & Bahlburg, H. (2003). Provenance analysis and tectonic setting of the Ordovician deposits in the southern Puna basin, NW Argentina. *Sedimentology*, 50, 1079-1104.
- Zonenshain, L.R. & Le Pichon, X. (1986). Deep basins of the Black Sea and Caspian Sea as remnants of Mesozoic back-arc basins. *Tectonophysics*, 123, 181-212.

Anhang 1: Vergleichende Periodisierung der wichtigen Ausgrabungen in Syrischen Ġazira des 3.Jt. v. Chr. (nach Lebeau *et al.* 2000).

'Early Jezirah' (SJFW)	Hamman et-Turk.	Khuera	Beydar	Bdēri	Melebiya	Raqa'i	Brak	Leilan	Date
									c. 3050-2950
0							H		
									c. 2900-2800
I	VIa		(I)	I	4	5-7 4	J	IIIa IIIb IIIc	
	H-I 23 Unit A								c. 2700-2650
II		IB	II (Kranzhügel)	II	3	3	K	IIIc IIIb IIIa	
	VIb								c. 2600-2550
IIIa	H-I 23 Unit B	IC	IIIa	IIIa		2			
								IIa	c. 2475-2425
IIIb	H-I 23 Unit C city wall-lev. 1	early ID late	IIIb	IIIb	2		L		
	VIc								c. 2325-2275
IV	H-I 23 Unit D city wall-lev. 2	IE	III-IV IVa				M	IIb	
									c. 2200-2150
V	VIId		IVb				N		
									c. 2000

SJFW - v. 9.0

Marc Lebeau, Alexander Pruß, Michael Roaf, Elena Rova,
advised by Joan Oates, Glenn Schwartz, Laurens Thissen, Harvey Weiss and the Syrian Jezirah Field Workshop.

Anhang 3: Darstellung der chronologischen Verbreitung der Waren in Sos Höyük und Chronologische Unterteilung des Ost-Anatoliens (nach Sagona 2000).

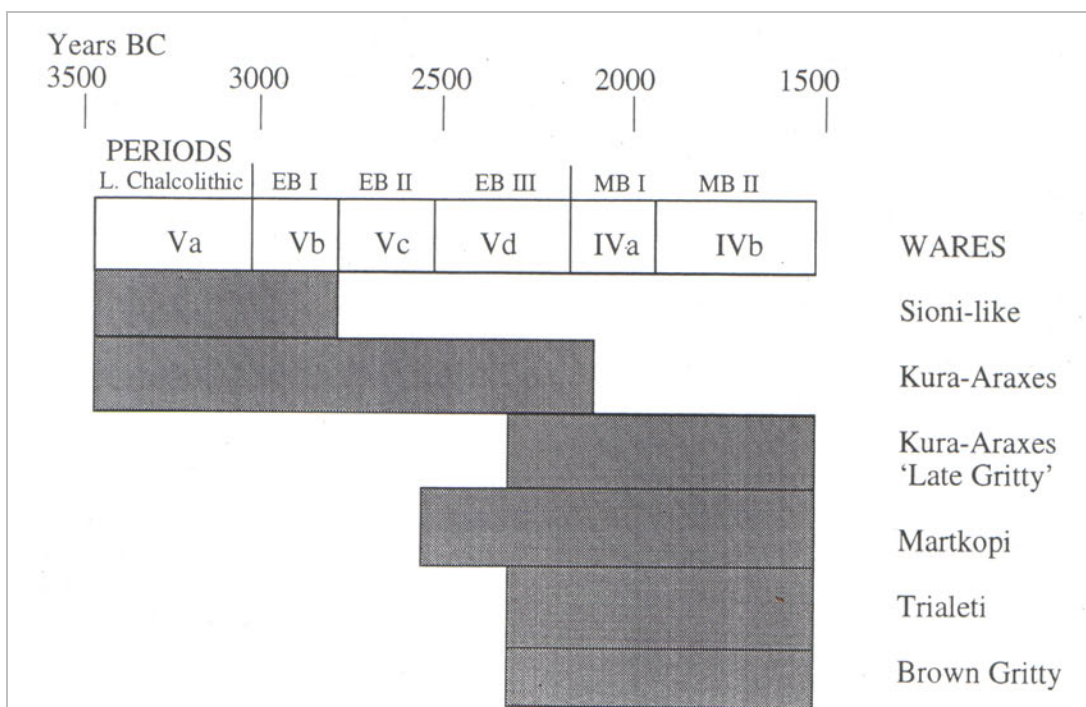
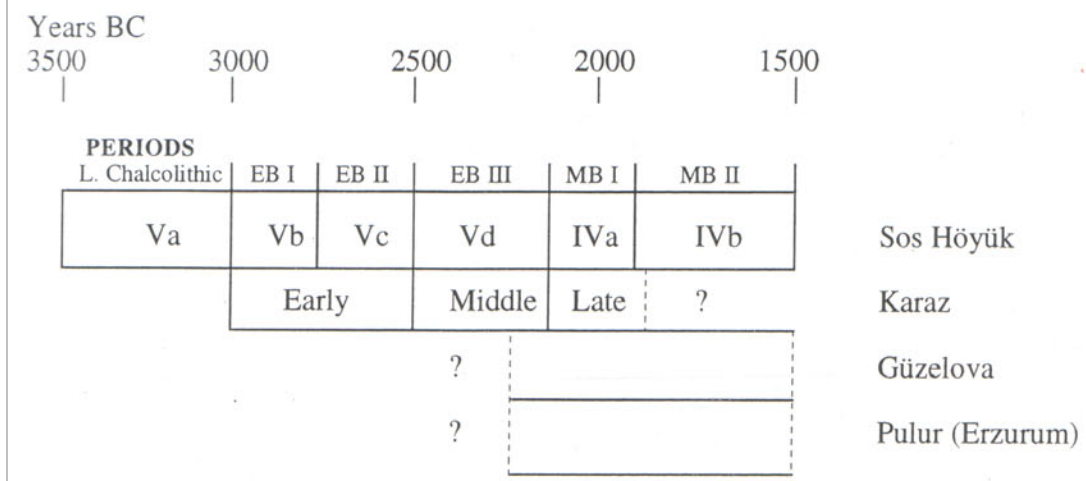


Fig. 4 : Distribution of Sos Höyük ware types.



Anhang 4: Die Probenliste der untersuchten Keramikfragmente von Dark Rimmed Orange Bowl-Ware (DROB-Ware) aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien (* nicht typische DROB-Ware, ** genaue Datierung liegt nicht vor, siehe Bianchi im Druck).

Lab-Nr.	Fundort	Fundnummer	Chronologie
AA-005	Tall Brak	FS 1854	post-Akkadian EGIV/V
AA-006	Tall Brak	DH 54	post-Akkadian EGIV/V
AA-007	Tall Brak	FS 304	post-Akkadian EGIV/V
AA-058	Tall Mozan	MZ01C2-q2285-2	FGI
AA-061	Tall Mozan	MZ01C2-q1422-61	FGIV
AA-060	Tall Mozan	MZ01C2-q2691-327	FGIII-IV
AA-059	Tall Mozan	MZ01C2-q2691-621	FGIII-IV
AA-062	Tall Mozan	MZ01C2-q2188-27	FGIV
AA-063	Tall Mozan	MZ01C2-q2188-94	FGIV
AA-064	Tall Mozan	MZ01C2-q0635-13	**
AA-201	Tall Mozan	MZ01C2-q2055-11	FG IV
AA-204	Tall Mozan	MZ01C2-q2263-39	FGIV
AA-205	Tall Mozan	A10q0134-p03	FG IV
AA-206	Tall Mozan	A05q0939-p01	FG IV
AA-207	Tall Mozan	A05q0934-p01	FG IV
AA-209	Tall Mozan	A05q0481-p01	FG IV
AA-212	Tall Mozan	A06q0394-p01	FG IV
AA-213	Tall Mozan	A06q0394-p02	FG IV
AA-226	Tall Arbid	ARB-01-S-37/55-69-1	**
AA-228	Kavuşan	AAU.279	**
AA-229	Kavuşan	AN01778	**
AA-230	Kavuşan	AOJ1943	**
AA-231	Kavuşan	ABE	**
AA-238	Çayırılık	GT 58	**
AA-239	Çayırılık	GT 58	**
AA-240	Susamtepe	ST 85	**
AA-241	Susamtepe	ST 5	**
AA-242	Susamtepe	ST 109	**
AA-158*	Tall Mozan	MZ01C2-q0331-19	FGIV-V
AA-174*	Tell Mozan	A06q0394	FG IV

Anhang 5: Die Probenliste der untersuchten Keramikfragmente der Grauen Ware und Cooking Pot Ware (*) aus Nordost-Syrien (** genaue Datierung liegt nicht vor, siehe Bianchi im Druck)

Lab-Nr.	Fundort	Fundnummer	Chronologie
GW-8	Tell Brak	SS 919	**
GW-9	Tell Brak	FS 1362	EGIV
GW-11	Tell Brak	FS177#244	EGIV
GW-12	Tell Brak	ST 92	EGIV
GW-13	Tell Brak	FS 1636	EGV
GW-16	Tell Bdēri	BD88/2745/1/36	EGIV
GW-17	Tell Bdēri	BD88/2745/1/37	EGIV
GW-19	Tell Bdēri	BD88/2745/1/81	EGIV
GW-20	Tell Bdēri	BD88/2745/1/96	EGIV
GW-21	Tell Bdēri	BD88/2745/1/0	EGIIIb
GW*-22	Tell Bdēr	BD88/2945/499/2	EGIV
GW*-23	Tell Bdēri	BD88/2945/499/	EGIIIb
GW*-24	Tell Bdēri	BD88/2945/499/	EGIIIb
GW-28	Tell Bdērii	BD89/2943/236/67b	EGII-IIIa
GW-30	Tell Bdēri	BD88/2945/499/1	EGIIIb
GW-32	Tell Bdēri	BD88/2945/249/15	EGIIIb
GW-34	Tell Bdēri	BD88/2745/1/50	EGIV
GW-36	Tell Bdēri	BD88/2745/1/111	EGIV
GW-183	Tell Bdēri	BDq89-2943 IV SK119	**
GW-126	Tell Mozan	MZ01C2-q2691	FGIII-IV
GW-128	Tell Mozan	MZ01C2-q2691	FGIII-IV
GW-130	Tell Mozan	MZ01C2-q2553	**
GW-133	Tell Mozan	MZ01C2-q1271	AGI
GW-135	Tell Mozan	MZ01C2-q2600	FGV
GW-137	Tell Mozan	MZ01C2-q1422	FGIV
GW-142	Tell Mozan	MZ01C2-q1422	FGIV
GW-144	Tell Mozan	MZ01C2-q2022	FGIV
GW-147	Tell Mozan	MZ01C2 q1418-2	AGI
GW-149	Tell Mozan	MZ01C2-q0612-32	FGIV-V
GW-150	Tell Mozan	MZ01C2-q1288-69+61	FGIV
GW-152	Tell Mozan	MZ01C2-q0612-31+42	FGIV-V
GW-153	Tell Mozan	MZ01C2-q2691-213	FGIII-IV
GW-154	Tell Mozan	MZ01C2-q2691-284	FGIII-IV
GW-155	Tell Mozan	MZ01C2-q2691-284	FGIII-IV
GW-176	Tell Mozan	MZ01C2-q1587-25,26,27	FGIV
GW-177	Tell Mozan	MZ01C2-q0726	FGIV
GW-178	Tell Mozan	MZ01C2-q1587-1	FGIV
GW-179	Tell Mozan	MZ01C2-q2492	FGV-IV
GW-180	Tell Mozan	MZ01C2-q2492	FGV-IV
GW-181	Tell Mozan	MZ99C2-q0468-313	AGI-II
GW-184	Tell Mozan	MZ01C2-q0726	FGIV
GW-190	Tell Mozan	MZ00C2-q0742	AGI
GW-191	Tell Mozan	A10q0236	FGIV
GW-192	Tell Mozan	A10q0685-p14	FGIV
GW-193	Tell Mozan	A09q0640-p11	FGIV
GW-195	Tell Mozan	A10q0985-p08	FGV-AGI
GW-197	Tell Mozan	A01q1122??	FGIV
GW-244	Tell Mozan	MZ01C2-q2691-220	FGIII-IV
GW-200	Tell Mozan	A10q0561	**
GW-244	Tell Mozan	MZ01C2-q2691-220	FGIII-IV
GW-217	Tell Arbid	ARB-01D-29/42-35-2	**
GW-220	Tell Arbid	ARB-02-D-30/41-13	**
GW-221	Tell Arbid	ARB-02-D-30/42-3	**
GW-222	Tell Arbid	ARB-01-D-30/42-42	**
GW-224	Tell Arbid	ARB-01-SL-37/56-11-2	**
GW-225	Tell Arbid	ARB-01-SL-37/56-29-7	**
GW-227	Tall Arbid	ARB-01-D-30/42-42-1	**

Anhagn 6: Die Probenliste der untersuchten Keramikfragmente der nordmesopotamischen Metallischen Ware aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien (* genaue Datierung liegt nicht vor, siehe Bianchi im Druck).

Lab-Nr.	Fundnummer	Fundort	Chronologie
MW01	FS 1477	Tall Brak	EGIIIb/IV
MW02	sf	Tall Brak	EGIIIb/IV
MW03	SS 545	Tall Brak	EGIV?
MW26	BD88/2945/454/0	Tall Bdēri	EGIIIb
MW29	BD88/2945/261/13	Tall Bdēri	EGIIIb
MW33	BD88/2945/392/43	Tall Bdēri	EGIIIb
MW35	BD89/2745/126/28	Tall Bdēri	EGIIIb
MW60	MZ01C2-q2691-327	Tall Mozan	FGIII-IV
MW232	APG2085	Kavuşan	*
MW234	AAC228	Kavuşan	*
SW-38	MZ01C2-q2135-26	Tall Mozan	AGI-FGV
SW-39	MZ01C2-q2191-107	Tall Mozan	FGV
SW-44	MZ01C2-q1228	Tall Mozan	AGI-FGV
SW-45	MZ01C2-q2691	Tall Mozan	FGIII-IV
SW-141	MZ01C2-q1693	Tall Mozan	*
SW-187	MZ01C2-q0726	Tall Mozan	*
SW-188	MZ01C2-q0726	Tall Mozan	FGIV

Anhang 7: Zusammenstellung der petrographischen Gruppe der Keramik von Sos Höyük und ihre Fundnummern.

	Chronologie	Lab-Nr.	Ware	Fundnummer
PG-1	MB-SB	S-37	Dark Gritty	SOS 95 M16AB (546)(116)
		S-35		SOS 95 16CD (543)(110)
	MBII	S-2	Dark Gritty	SOS 94 M17AB (113)(87)
		S-31	Bedeni	SOS 95 (M16CA (549)(126)
		S-26		SOS 94, M17ab (112)(82)
	MBI	S-4	Kura-Araks	SOS 95 (1519)(88)
	FBII	S-28B	Bedeni	SOS 98 M16/N16 (3642)(6)
		S-28A		SOS,98 M16 /N16 (3642)
	SC	S-41 S-22 S-21 S-11	Kura-Araks	SOS 99 L17b (4244)(27)
				SOS 99 L17b (4244)(27)
				SOS 99 L17b (4242)(7)
				SOS 2000 M17 (3755)(32)
		S-23 S-13 S-12 S-7	Black Burnished	SOS 99 17b (4248)(37)
				SOS 2000 M17 (3750)(46)
SOS 2000 M17 (3750)(46)				
SOS 2000 M17 (3750)(43)				
S-8	Proto-Kura-Araks	SOS 2000 M17 (3750)(43)		
PG-2	SC.	S-11	Kura-Araks	SOS 200 M17 (3755)(32)
		S-19	Black Burnished	SOS 200 L17 (4321)(53)
		S-6	Proto-Kura Araks	SOS 000 M17 (3772)(67)
		S-16	Drab	SOS 2000 M17 (3754)(19)
	S-17	SOS 2000 M17 (3759)(23)		
	S-18	SOS 2000 M17 (3763)(40)		
PG-3	SBZ	S-32	Bedeni	SOS 94 M16CD (512)(40)
	MBZ-SBZ	S-36	Dark Gritty	SOS 95 M16CD (543)(110)
		S-39		SOS 95 M121D (540)(101)
	MBZII	S-5	L.G. Kura-Araks	SOS 95 M17 (121)(124)
	FBZIII	S-24	Kura-Araks	SOS 96 M17ab (154)(205)
	FBZII	S-28C	Bedeni	SOS 98 M16 /N16 (3642)(6)
	S.Chl.	S-20	Kura-Araks	SOS 2000 L17 (4323)(60)
S-15		Black Burnished	SOS 2000 M17 (3750)(53)	
PG-4	MBZI	S-14	Kura-Araks	SOS 96 M17A (153)(265)
	SC	S-9	Black Burnished	SOS 2000 M17 (3763)(40)
Lokale Keramik				
	MB II	S-1	Dark Gritty	SOS 95 M17AB (116)(109)
		S-2		SOS 94 M17AB (113)(87)
		S-29		SOS 95 M16AB (549)(124)
	LB	S-27		SOS 95 M16CD (535)(92)
		S-30		SOS 95 M16CD (536)(95)

Anhang 8: Die Probenliste der analysierten Keramik von Didi Gora und Udabno I.
 Abkürzungen: DG ist für Didi Gora, UB für Udabno I. FEZ für Früheisenzeit, SBZ für Spätbronzezeit und MBZ für Mittelbronzezeit.

Keramik aus Didi Gora

Ware	Fund-Nr.	Chrn.	Petrographie	Geochemie
GRAUE WARE				
DG-1	1.64	FEZ	Ja	Ja
DG-2	5.2	FEZ	Ja	Ja
DG-3	1.24.(26)	SBZ/FEZ	Ja	Ja
DG-4	5.2.(20)	SBZ/FEZ	Ja	Ja
BRAUNE WARE				
DG-5	1.64	FEZ	Ja	Ja
DG-6	5.2	SBZ/FEZ	Ja	Ja
DG-7	5.18	SBZ	Ja	Ja
DG-18	1.93	SBZ/FEZ	Nein	Ja
SCHWARZE POLIERTE WARE				
DG-8	1.20	SBZ/FEZ	Ja	Ja
DG-10	5.2	SBZ/FEZ	Ja	Ja
DG-11	1.24.(49)	SBZ/FEZ	Ja	Ja
DG-19	1.16	MBZ	Ja	Ja
DG-9	1.114	MBZ	Nein	Ja
DG-20	1.93	MBZ	Nein	Ja
BRAUNE POLIERTE WARE				
DG-12	5.2	SBZ/FEZ	Ja	Ja
DG-13	1.93 (1)	MBZ/SBZ	Ja	Ja
DG-16	1.114.10	MBZ	Nein	Ja
DG-17	1.114	MBZ	Nein	Ja
SONDERPROBEN				
---	5.3.53	SBZ/FEZ	Nein	nein
DG-14	1.93	MBZ/SBZ	Ja	Ja
DG-15	1.114.(5)	MBZ	Ja	Ja

Keramik aus Udabno I

FEINE ZIEGEL WARE				
UB-1	760-/010-1-3(2)	FEZ	Ja	Ja
UB-2	760-/010-1-3(3)	FEZ	Ja	Ja

Anhang 9: Haupt- und Spurenelementzusammensetzung von Vergleichproben (Ton und Keramik sowie Fehbrände) aus Südost-Anatolien und Nordost-Syrien (RFA-Daten).

Probe	GR-2	GR-4	GR-5	GR-6	UCT-1	UCT-2	TFB	PR-1	PR-2	PR-3	HSK-1	HFK-2A	HFK-2B	HFK-2C
SiO ₂	49.8	49.2	45.1	48.1	33.8	46.1	54.8	44.1	43.1	45.9	44.3	55.3	60.2	56.4
TiO ₂	0.84	0.91	0.71	0.85	0.59	0.79	0.86	0.63	0.61	0.70	0.75	0.88	0.80	0.87
Al ₂ O ₃	13.4	14.8	12.5	13.4	8.32	12.6	14.5	10.5	10.3	12.2	12.0	13.0	12.5	12.9
Fe ₂ O ₃	7.62	9.82	6.88	7.85	4.46	6.34	7.94	5.47	5.39	6.19	6.40	6.51	5.79	6.38
MnO	0.14	0.17	0.13	0.13	0.09	0.12	0.13	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12	0.10	0.11
MgO	4.57	7.37	4.57	4.71	4.28	4.11	5.29	3.65	3.64	3.96	5.42	4.53	3.90	4.38
CaO	10.9	6.90	14.3	11.6	24.7	15.3	10.2	18.2	19.2	15.8	15.2	8.15	6.70	7.85
N ₂ O	0.97	1.52	0.78	0.99	0.64	0.50	1.91	1.14	1.09	0.96	0.96	2.00	2.43	2.09
K ₂ O	1.47	1.79	1.50	1.53	1.06	1.45	1.73	1.24	1.20	1.04	1.85	1.82	1.79	1.80
P ₂ O ₅	0.28	0.18	0.22	0.30	0.28	0.20	0.16	0.15	0.15	0.13	0.22	0.19	0.16	0.19
LOI	10.0	7.41	13.1	10.4	21.6	12.4	2.22	14.6	15.0	12.8	12.8	7.24	5.56	6.86
Ba	311	328	261	311	193	320	279	272	260	236	366	365	361	367
Co	31.4	72.4	30.1	34.1	13.1	20.7	29.9	17.0	17.0	20.7	18.7	23.0	18.4	21.5
Cr	454	549	220	332	271	222	425	371	320	252	228	335	314	321
Ni	173	338	176	183	74.9	140	228	121	123	113	152	133	100	126
Rb	59.4	59.8	50.7	56.0	34.9	63.2	54.9	36.5	35.4	32.5	67.9	63.4	60.7	62.8
Sr	223	177	328	257	260	178	197	462	443	295	281	205	188	200
V	119	158	136	131	93.7	120	152	114	104	135	105	124	106	119
Y	27.3	28.1	22.3	24.8	21.8	29.6	27.7	19.1	18.5	19.8	26.3	31.2	26.9	32.7
Zn	113	154	101	140	67.5	103	93.6	81.2	81.1	85	101	104	95.6	88.8
Zr	108	92.3	82.4	95.7	83.7	106	104	94.3	84.7	78.5	111	161	178	169
Ce	45.1	47.3	39.3	43.3	39.7	48.2	48.4	41.2	0	0	56.7	44.3	39.4	47.5
La	33.9	33.5	46.7	30.4	26.0	33.5	35.5	37.9	34.6	27.7	33.9	31.0	28.4	30.8
Nb	16.5	16.6	0	15.7	0	14.6	13.7	0	0	0	13.8	15.5	0	15.0
Nd	34.1	25.4	22.0	25.3	20.6	25.9	21.7	18.7	17.3	19.2	33.1	26.5	22.5	26.2
Pb	11.9	15.1	13.9	13.0	8.60	11.4	17.3	9.90	0.30	6.70	15.6	13.3	20.5	16.9
Sm	3.50	4.70	4.30	4.40	3.00	5.00	5.30	0	2.40	3.10	4.20	4.30	4.50	4.80
Th	7.30	5.90	6.10	5.40	6.50	9.20	11.8	4.00	1.50	3.90	9.20	8.10	10.6	11.6
Yb	2.70	2.40	2.00	2.40	1.90	2.80	2.50	1.70	1.60	1.80	2.60	2.80	2.20	2.90
Sum	100.0	100.0	99.9	100.0	99.9	99.9	99.8	99.8	99.8	99.9	100.0	99.8	99.8	99.8

Probe	HFK-3	CRK-2	CRK-3	CRK-4	CRK-5	YY-1	YY-2	AY-37	FAR-7	FAR 7B	GEL-1	HHSB-III	KAL-6	KHR-6
SiO ₂	55.3	61.0	60.5	59.0	55.7	49.5	52.6	51.1	54.1	49.2	28.9	41.6	31.2	42.5
TiO ₂	0.86	1.04	1.00	1.01	0.93	0.79	0.82	0.66	1.02	0.93	0.48	0.70	0.56	0.76
Al ₂ O ₃	12.4	14.9	14.5	14.2	15.2	13.6	14.0	10.1	15.2	13.7	7.44	10.8	7.95	11.6
Fe ₂ O ₃	6.13	8.32	8.15	8.12	8.39	6.90	7.26	4.86	8.19	7.38	3.87	5.26	4.17	6.06
MnO	0.11	0.15	0.14	0.13	0.16	0.17	0.13	0.11	0.14	0.13	0.06	0.06	0.07	0.10
MgO	4.44	5.38	4.69	4.76	5.92	4.79	5.12	3.62	4.86	4.36	4.02	4.14	5.58	4.73
CaO	8.67	2.68	3.75	3.78	8.51	12.0	8.53	19.4	13.2	12.2	30.1	18.9	25.7	17.1
N ₂ O	2.04	2.57	2.76	2.77	2.57	1.09	0.86	1.19	0.63	0.62	0.20	0.39	0.35	0.40
K ₂ O	1.71	1.80	1.69	1.64	1.76	1.41	1.89	1.52	1.85	1.69	0.85	1.61	1.08	1.51
P ₂ O ₅	0.18	0.17	0.17	0.17	0.18	0.14	0.18	0.16	0.24	0.22	0.10	0.27	0.13	0.17
LOI	8.02	1.81	2.41	4.18	0.48	9.53	8.42	7.12	0.34	9.33	23.9	16.1	23.1	14.9
Ba	357	310	291	282	308	346	365	300	390	366	182	296	205	275
Co	20.8	35.0	33.0	32.0	35.2	28.4	22.5	16.1	29.8	26.9	11.2	15.1	12.6	20.6
Cr	331	911	828	1010	422	204	246	533	273	235	169	216	187	254
Ni	119	255	255	246	263	108	149	137	216	184	104	132	99.8	169
Rb	60.0	57.3	53.4	51.6	57.2	45.9	68.0	51.1	81.4	72.9	35.0	60.4	42.1	64.5
Sr	210	166	146	148	225	201	158	345	423	392	297	449	302	276
V	111	157	151	151	153	143	169	97	153	140	74.6	92.2	77.9	110
Y	30.8	32.8	31.9	34.0	28.9	25.4	27.4	23.8	34.2	32.2	15.9	24.7	22.4	26.6
Zn	87.1	94.7	96.2	85.5	108	104	111	61.4	114	97.9	51.9	83.5	55.1	81.7
Zr	172	169	157	172	111	86.1	112	113	142	143	67.7	129	96.4	119
Ce	49.6	43.8	43.2	47.6	44.5	28.5	62.0	38.7	72.7	67.7	0	54.3	48.4	57.5
La	32.2	29.2	32.3	34.7	35.7	26.2	31.2	43.0	55.8	60.8	41.0	51.9	44.8	41.4
Nb	16.0	18.8	17.5	17.5	15.3	0	15.1	0	20.2	19.1	0	13.9	0	15.9
Nd	29.2	28.8	27.7	28.6	29.1	15.8	25.8	23.0	31.8	30.8	25.5	30.5	21.8	25.1
Pb	17.8	19.3	13.1	18.2	9.9	8.3	17.7	11.8	22.0	20.3	6.10	13.3	14.5	21.8
Sm	5.10	4.40	5.10	3.60	5.60	5.00	5.20	4.20	6.00	7.40	2.90	4.30	4.10	5.30
Th	9.70	7.00	7.80	9.30	5.90	3.20	8.00	6.00	14.6	10.5	4.80	9.10	8.80	9.50
Yb	2.70	2.80	2.70	2.90	2.60	2.40	2.60	2.00	3.00	2.80	1.30	2.20	1.90	2.30
Sum	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.9	99.8	99.8	99.8	99.8	99.9	99.8	99.9	99.8

Fortsetzung von Anhang 9 (* rezente Keramik aus Qamishli, ** Fehlbrände aus Tell Mozan)

Probe	RADI-1	WR-38	ASLO-1	JERM-3	QP215*	BF170*	BF171*	F173*
SiO ₂	42.1	51.7	50.1	37.7	48.5	50.9	47.6	50.8
TiO ₂	0.88	0.81	0.84	0.68	0.72	0.86	0.81	0.87
Al ₂ O ₃	10.1	13.7	12.3	10.7	11.2	13.4	12.2	13.7
Fe ₂ O ₃	5.87	7.34	6.28	5.19	5.71	7.19	6.39	7.14
MnO	0.10	0.13	0.11	0.05	0.11	0.13	0.09	0.13
MgO	5.09	5.61	4.87	7.37	4.42	5.50	6.13	5.67
CaO	21.5	12.8	20.4	32.1	23.6	19.0	20.7	18.7
N ₂ O	0.44	0.50	0.49	0.33	0.59	0.51	0.56	0.55
K ₂ O	1.66	2.08	1.80	1.26	1.38	2.01	1.51	2.04
P ₂ O ₅	0.18	0.22	0.22	0.13	0.19	0.24	0.21	0.27
LOI	11.9	5.03	2.38	4.43	3.40	0.33	3.82	0.17
Ba	274	343	326	238	260	333	353	352
Co	18.8	25.3	18.7	12.5	20.5	22.8	19.3	22.2
Cr	311	314	277	206	342	245	254	254
Ni	149	233	152	122	160	167	155	175
Rb	53.5	75.1	68.2	52.9	52.4	77.0	48.4	77.1
Sr	297	232	404	215	181	655	1130	749
V	110	128	112	97.6	120	135	167	148
Y	26.6	28.6	30.6	28.8	28.4	27.1	22.4	27.2
Zn	78.8	101	91.2	76.5	115	97	96.5	102
Zr	128	111	136	80.9	95.2	146	193	159
Ce	44.6	48.7	63.3	60.7	52.0	76.6	106	74.0
La	34.3	49.7	50.6	38.2	27.5	58.1	82.9	59.8
Nb	17.7	18.4	17.1	16.9	19.0	16.3	0.0	0.0
Nd	31.1	25.5	36.9	31.7	26.9	30.5	22.0	42.0
Pb	14.6	23.3	14.4	23.1	44.6	2.60	0.00	3.70
Sm	5.30	6.40	3.60	5.70	5.00	5.70	4.30	5.80
Th	9.50	14.4	10.5	14.4	4.00	6.50	7.90	8.80
Yb	2.30	2.60	2.70	2.60	2.60	2.50	1.90	2.50
Sum	99.8	99.8	99.8	99.9	99.8	100.0	100.0	100.0

Anhang 10: Haupt- und Spurenelementzusammensetzung von Dark Rimmed Orange Bowl-Ware aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien (RFA-Daten).

Probe	AA-05	AA-06	AA-07	AA-58	AA-61	AA-63	AA-64	AA-158	AA-201	AA-205	AA-206	AA-207
SiO ₂	49.5	55.4	49.4	53.9	51.9	54.1	53.7	48.8	55.0	50.0	53.6	53.1
TiO ₂	0.84	1.03	0.83	0.89	0.73	0.91	0.85	0.74	0.96	0.90	0.94	0.77
Al ₂ O ₃	14.4	15.4	13.6	14.0	13.8	14.5	14.0	11.6	16.4	13.5	14.8	14.6
Fe ₂ O ₃	8.23	8.72	8.40	7.27	6.57	7.94	7.28	5.81	8.67	7.66	8.27	6.71
MnO	0.13	0.17	0.13	0.12	0.13	0.14	0.12	0.12	0.15	0.15	0.16	0.10
MgO	6.36	5.89	7.55	4.51	4.54	4.95	4.58	3.85	5.48	5.31	5.06	4.17
CaO	10.9	7.21	10.4	11.4	12.2	10.0	11.5	16.0	6.77	12.1	11.0	13.1
N ₂ O	1.02	1.80	1.22	1.92	1.18	1.62	1.61	1.05	1.48	1.55	1.34	0.87
K ₂ O	2.93	2.25	2.80	1.88	1.73	2.11	1.89	1.74	2.97	1.87	2.21	2.08
P ₂ O ₅	0.23	0.26	0.20	0.26	0.22	0.25	0.27	0.21	0.22	0.22	0.25	0.23
LOI	5.46	1.93	5.45	3.61	6.83	3.32	4.01	9.91	1.95	6.81	2.42	4.10
Ba	467	330	315	336	352	316	357	284	514	406	349	373
Co	30.3	38.9	35.5	28.9	25.4	32.6	28.4	21.0	30.5	31.1	33.5	26.4
Cr	308	431	377	360	201	364	332	270	243	386	352	224
Ni	234	271	326	183	93	206	183	85	173	236	215	108
Rb	74.6	61.7	68.1	55.0	46.4	57.4	57.0	41.2	85.8	51.8	61.8	66.4
Sr	842	268	381	251	299	247	236	313	222	343	244	161
V	151	150	146	150	133	153	149	124	152	151	154	135
Y	23.1	28.9	24.2	28.9	22.0	30.0	28.4	24.4	32.0	26.1	30.1	29.6
Zn	128	113	109	85.3	75.4	92.9	88.5	75.2	112	96.2	94.0	88.2
Zr	150	114	102	119	89	113	110	112	118	108	108	104
Ce	78.6	43.8	59.4	55.9	39.5	56.5	51.7	43.4	63.8	51.4	55.4	55.5
La	53.9	28.2	39.6	30.6	28.7	65.1	34.4	28.4	35.1	38.8	37.6	31.3
Nb	0.0	16.9	15.7	17.9	0.0	17.7	18.5	0.0	18.2	15.2	17.2	15.1
Nd	18.2	32.2	27.1	27.9	21.8	30.0	25.6	23.4	35.9	30.0	28.1	32.3
Pb	15.2	15.6	12.9	13.4	11.6	18.8	20.6	9.8	20.2	11.2	15.8	11.5
Sm	4.80	5.00	3.50	4.50	4.60	4.20	5.00	3.50	4.10	3.80	4.20	4.60
Th	11.8	5.90	10.5	5.50	5.20	8.10	10.10	4.70	12.1	7.00	9.60	6.40
Yb	2.20	2.70	2.30	2.60	2.00	2.80	2.60	2.20	3.10	2.50	2.80	2.70
Sum	100.0	100.0	100.0	99.8	99.9	99.8	99.8	99.9	100.0	100.0	100.0	99.9

Probe	AA-209	AA-212	AA-226	AA-228	AA-229	A-230	A-231	AA-238	AA-240	AA-174	AA-59	AA-62
SiO ₂	41.0	59.4	55.6	52.9	54.8	55.1	56.0	60.6	54.7	59.5	66.7	64.2
TiO ₂	0.70	0.87	0.91	0.87	0.93	0.90	0.92	0.86	0.83	0.87	1.27	1.31
Al ₂ O ₃	11.8	16.1	14.1	15.9	13.9	16.1	16.2	13.7	17.2	16.3	20.7	21.4
Fe ₂ O ₃	7.01	7.51	7.66	8.09	7.31	7.78	8.21	6.27	8.35	7.45	5.84	6.86
MnO	0.15	0.12	0.12	0.14	0.15	0.12	0.14	0.12	0.12	0.11	0.01	0.01
MgO	6.45	4.26	4.68	5.54	5.00	5.12	5.00	3.67	5.50	4.18	0.91	0.88
CaO	16.8	6.36	10.5	7.44	10.3	9.81	6.59	6.72	7.33	6.18	1.14	0.88
N ₂ O	0.35	1.15	1.85	1.24	1.61	0.94	1.42	1.40	0.73	1.07	0.11	0.17
K ₂ O	1.91	2.52	1.97	2.81	1.90	3.05	2.78	2.18	3.06	2.52	2.10	2.88
P ₂ O ₅	0.22	0.24	0.22	0.23	0.22	0.23	0.24	0.26	0.20	0.24	0.08	0.11
LOI	13.31	1.31	2.28	4.57	3.71	0.84	2.31	4.05	2.07	1.42	0.93	1.15
Ba	958	561	305	574	352	675	561	456	707	557	271	355
Co	39.4	26.7	28.8	33.6	33.6	24.7	32.6	25.3	26.6	23.8	15.7	13.8
Cr	627	212	423	217	386	217	256	264	193	205	255	229
Ni	253	108	195	158	182	128	164	99	140	102	101	91
Rb	29.5	82.2	55.3	88.1	52.9	84.9	87.3	69.6	96.1	81.1	70.5	97.4
Sr	334	165	232	226	248	146	168	175	142	163	181	146
V	175	155	140	158	143	142	159	133	149	145	109	130
Y	22.5	31.2	29.2	31.1	28.2	31.5	33.9	34.0	28.7	32.7	31.9	33.9
Zn	104	89.3	82.4	120	89.1	101	111	81.0	110	85.6	22.0	32.3
Zr	101	136	119	113	116	118	126	186	98	137	230	231
Ce	54.9	68.7	50.6	79.0	43.8	66.7	67.5	57.8	82.2	69.9	102.1	78.6
La	28.1	38.6	29.2	36.4	29.0	33.5	38.1	33.0	35.3	43.1	81.9	64.1
Nb	17.6	16.9	17.3	16.2	16.2	17.3	19.6	16.6	16.1	15.5	26.8	28.5
Nd	24.4	31.1	24.7	28.2	24.1	33.5	37.6	29.2	35.1	31.9	50.4	38.0
Pb	16.6	23.0	12.7	25.2	11.4	17.4	19.4	27.1	19.4	21.3	27.6	27.7
Sm	4.30	6.40	4.10	6.50	3.10	6.30	6.60	5.40	6.20	6.20	6.30	6.60
Th	9.50	12.1	5.70	9.20	4.70	8.90	7.50	11.3	8.80	14.40	16.8	22.0
Yb	1.90	2.90	2.70	3.00	2.60	3.00	3.20	3.00	2.80	2.90	2.70	2.80
Sum	99.7	99.8	100.0	99.8	99.8	100.0	99.8	99.8	100.0	99.8	99.8	99.8

Fortsetzung von Anhang 10

Probe	AA-241	AA-242	AA-213	AA-204
SiO₂	54.7	54.3	58.7	50.0
TiO₂	0.91	0.98	0.87	0.88
Al₂O₃	14.8	15.1	16.3	13.9
Fe₂O₃	8.03	8.43	7.45	7.55
MnO	0.13	0.17	0.12	0.13
MgO	4.91	5.98	4.32	4.84
CaO	10.1	7.72	6.24	11.5
N₂O	1.48	1.63	1.08	1.44
K₂O	1.97	2.15	2.54	2.05
P₂O₅	0.22	0.26	0.25	0.19
LOI	2.51	3.04	1.77	7.02
Ba	442	379	567	271
Co	29.9	37.3	22.7	28.7
Cr	361	409	239	324
Ni	209	322	179	228
Rb	57.0	60.1	81.7	53.4
Sr	236	245	163	261
V	155	158	160	145
Y	28.8	32.6	34.5	31.3
Zn	90.9	102	85.8	95.4
Zr	114	155	193	151
Ce	49.4	63.6	72.1	52.6
La	40.0	21.5	20.5	20.9
Nb	15.4	14.5	17.2	0.0
Nd	27.7	22.4	25.9	29.7
Pb	11.5	0.0	0.0	0.0
Sm	4.20	5.10	6.40	3.40
Th	6.50	0.0	0.0	0.0
Yb	2.60	2.60	2.80	2.50
Sum	99.8	99.93	99.91	99.79

Anhang 11: Haupt- und Spurenelementzusammensetzung von Grauen Ware aus Nordost-Syrien (RFA- Daten).

Probe	GW-08	GW-09	GW-11	GW-13	GW-16	GW-17	GW-19	GW-20	GW-21	GW-22	GW-23	GW-24	GW-28	GW-30	GW-32
SiO ₂	45.8	51.8	40.9	39.5	39.2	38.2	43.7	63.2	63.2	40.8	40.9	40.4	42.5	45.9	44.8
TiO ₂	1.04	0.69	0.60	0.66	0.66	0.57	0.78	1.19	1.20	1.29	1.23	1.19	0.70	0.74	0.91
Al ₂ O ₃	11.9	12.6	9.83	9.67	10.1	8.57	10.1	20.8	20.2	11.2	10.9	10.6	10.1	11.6	9.74
Fe ₂ O ₃	7.69	6.37	5.04	4.99	5.13	4.78	5.97	4.88	6.23	8.24	8.14	8.00	5.32	6.00	5.46
MnO	0.14	0.10	0.07	0.10	0.08	0.07	0.10	0.01	0.01	0.11	0.11	0.10	0.07	0.10	0.09
MgO	4.44	4.12	3.88	5.08	3.18	6.01	4.72	0.95	1.05	5.97	6.89	6.93	3.45	4.09	3.54
CaO	15.1	10.4	17.6	18.7	20.2	20.7	16.1	1.3	1.91	15.1	15.7	15.3	18.7	17.8	19.9
N ₂ O	1.29	1.17	0.56	0.86	0.61	0.73	0.99	0.41	0.26	1.12	1.18	1.19	0.73	0.63	1.04
K ₂ O	2.33	2.79	2.77	2.43	3.14	2.23	2.73	4.96	3.67	2.06	1.98	1.98	2.30	2.13	2.25
P ₂ O ₅	0.28	0.22	0.21	0.22	0.41	0.19	0.20	0.10	0.09	0.21	0.22	0.21	0.26	0.21	0.30
LOI	11.0	8.57	18.5	19.1	18.6	18.0	14.7	1.19	2.14	13.8	13.9	14.1	17.1	10.8	12.0
Ba	340	467	275	251	414	857	261	446	432	279	257	250	256	315	319
Co	29.2	30.3	14.0	14.9	14.2	14.8	19.4	8.50	18.6	28.4	29.3	29.8	15.1	20.7	17.0
Cr	298	308	241	282	227	258	342	102	97.3	297	316	324	335	246	389
Ni	159	234	130	137	123	119	167	17.6	26.3	165	182	179	157	136	115
Rb	49.3	74.6	52.2	48.7	44.2	24.2	42.5	102	141	37.6	32.0	33.5	44.7	62.7	45.9
Sr	476	842	795	394	516	876	464	129	184	438	389	390	360	378	458
V	140	151	94.9	93.5	138	119	105	114	102	148	142	143	114	103	87.8
Y	26.3	23.1	18.9	25.5	21.1	15.2	20.5	34.2	40.4	20.2	23.3	20.9	25.2	25.5	25.5
Zn	122	128	98.7	101	93.3	77.9	91.0	35.0	31.7	110	114	117	104	92.1	81.9
Zr	139	150	140	128	114	123	114	229	260	115	109	110	127	120	138
Ce	58.2	78.6	57.9	62.2	65.2	62.6	50.0	82.0	89.6	30.6	37.1	37.7	63.1	55.8	36.0
La	34.2	53.9	60.8	38.7	43.5	46.4	35.7	43.1	47.3	22.2	26.5	25.4	40.4	40.0	33.7
Nb	16.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.7	24.7	17.7	18.4	16.3	15.3	15.7	0.00
Nd	30.7	18.2	31.4	31.1	26.8	31.1	26.7	42.7	60.7	27.6	30.1	21.9	27.3	33.8	58.5
Pb	7.50	15.2	3.00	13.8	5.40	0.10	3.10	13.8	16.0	2.50	9.00	4.30	4.30	18.1	6.70
Sm	4.20	4.80	6.10	3.80	5.40	2.40	3.70	5.90	9.00	4.70	5.10	4.60	4.40	4.20	5.80
Th	10.1	11.8	12.0	12.3	10.5	6.30	6.60	17.9	15.2	5.60	5.60	7.00	8.40	10.5	6.50
Yb	2.50	2.20	1.80	2.50	1.90	1.30	2.00	3.00	3.60	2.00	2.30	2.00	2.30	2.50	2.30
Sum	101.0	98.78	100.0	101.3	101.3	100.0	100.0	98.99	100.0	99.92	101.1	100.0	101.2	100.0	100.0

Probe	GW-34	GW-36	GW-26	GW-30	GW-33	GW-35	GW-37	GW-42	GW-44	GW-49	GW-50	GW-52	GW-53	GW-54	GW-76
SiO ₂	65.3	48.1	44.6	38.8	42.9	45.4	63.6	63.7	63.6	48.1	41.0	47.0	48.6	42.5	51.1
TiO ₂	1.23	0.72	0.70	0.63	0.65	0.75	1.29	1.30	1.30	0.73	0.62	0.88	0.93	0.68	0.66
Al ₂ O ₃	21.9	13.1	10.8	9.34	10.3	10.5	23.6	23.5	23.6	10.9	9.89	10.4	11.9	10.5	11.9
Fe ₂ O ₃	5.02	6.71	5.50	4.81	5.07	5.37	4.90	4.90	4.93	5.41	5.01	5.79	6.49	5.32	5.46
MnO	0.01	0.11	0.10	0.10	0.09	0.10	0.01	0.01	0.01	0.10	0.08	0.11	0.15	0.09	0.09
MgO	1.04	7.12	3.58	3.62	3.11	3.26	0.90	0.90	0.97	3.60	3.34	3.45	4.41	3.52	3.45
CaO	2.2	20.3	16.4	20.0	18.3	18.9	1.70	1.6	1.5	17.7	18.7	19.4	15.8	18.1	15.7
N ₂ O	0.38	1.97	0.75	0.61	0.45	0.76	0.15	0.15	0.31	0.85	0.60	0.83	0.75	0.42	1.19
K ₂ O	2.25	0.57	2.68	2.66	2.38	2.86	2.29	2.30	2.32	2.13	2.40	1.81	2.21	2.54	1.93
P ₂ O ₅	0.24	0.35	0.27	0.24	0.27	0.32	0.11	0.11	0.13	0.25	0.22	0.21	0.36	0.28	0.19
LOI	2.56	2.31	15.6	19.5	17.8	12.3	1.72	1.66	1.64	10.2	17.8	9.93	8.02	16.8	8.86
Ba	254	270	251	290	426	383	314	308	298	349	196	283	325	276	291
Co	11.0	24.1	20.4	17.8	16.8	18.7	9.20	10.3	9.80	20.0	15.5	18.6	26.9	20.3	18.6
Cr	104	234	219	215	201	253	102	104	108	247	196	296	298	238	174
Ni	24.4	166	132	115	111	114	23.4	24.1	24.0	120	117	146	160	129	107
Rb	71.0	18.4	47.8	42.8	43.5	53.2	81.9	82.3	82.8	55.8	42.1	51.2	55.9	46.7	58.9
Sr	204	459	256	304	391	334	155	155	163	317	266	326	443	281	284
V	140	156	115	107	133	106	113	110	109	108	106	126	122	117	106
Y	37.3	24.1	24.7	22.3	22.8	26.0	38.9	38.5	39.9	26.0	21.9	30.0	30.0	23.9	23.3
Zn	32.2	84.4	80.5	69.1	69.9	81.0	26.2	27.7	27.4	74.3	79.8	77.0	106	81.5	73.3
Zr	234	106	114	106	119	131	234	238	237	123	106	174	153	116	108
Ce	110	61.5	57.4	44.1	63.6	52.4	93.9	93.7	95.4	55.2	52.7	54.8	56.8	59.4	52.1
La	52.0	41.2	35.5	32.6	42.2	32.1	52.2	51.4	57.1	32.9	45.0	22.1	44.0	37.8	40.9
Nb	23.2	16.3	16.9	15.2	0.00	16.8	23.6	25.7	23.9	17.1	14.7	14.0	17.5	13.9	14.1
Nd	41.1	19.3	30.6	30.0	24.2	33.2	44.1	51.4	46.6	30.2	32.6	25.1	29.5	29.5	27.4
Pb	24.8	6.30	14.8	10.0	12.0	13.0	32.3	16.4	20.1	11.6	10.1	0.0	18.4	9.80	8.30
Sm	5.70	5.00	5.30	3.10	3.20	4.40	7.40	8.80	8.40	3.50	4.30	5.90	4.80	3.40	4.10
Th	15.9	13.1	6.30	6.10	5.60	5.70	20.5	13.9	16.9	6.00	4.60	0.0	8.60	6.30	3.10
Yb	3.20	2.20	2.20	2.00	2.00	2.30	3.40	3.40	3.50	2.30	1.90	2.20	2.70	2.20	2.20
Sum	102.2	101.6	101.1	100.4	101.5	100.7	100.5	100.3	100.5	100.2	99.85	99.83	99.78	100.8	100.6

Fortsetzung von Anhang 11

Probe	GW137	GW142	GW144	GW-177	GW-178	GW179	GW-180	GW-181	GW-183	GW-184	GW-190	GW-191	GW-192	GW-193	GW-195
SiO ₂	63.3	63.5	63.3	42.6	44.7	41.0	45.7	47.6	41.8	37.9	46.1	48.3	43.3	48.4	42.2
TiO ₂	1.29	1.29	1.29	0.60	0.83	0.68	0.64	0.67	0.65	0.54	0.65	0.65	0.70	0.62	0.61
Al ₂ O ₃	23.5	23.5	23.5	9.05	12.6	10.0	10.3	11.2	9.30	8.62	10.1	10.8	11.0	10.1	10.1
Fe ₂ O ₃	4.88	4.88	4.91	4.32	6.66	5.02	4.98	5.54	4.68	4.31	4.84	5.19	5.65	4.68	5.02
MnO	0.01	0.01	0.01	0.08	0.12	0.09	0.08	0.10	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.08	0.08
MgO	0.90	0.90	0.96	3.06	5.60	3.55	3.35	4.54	3.87	3.21	3.10	3.27	3.77	2.94	3.28
CaO	1.69	1.59	1.52	18.8	21.2	18.7	16.2	17.3	17.5	21.8	16.4	14.8	19.3	15.5	18.3
N ₂ O	0.15	0.14	0.30	1.08	0.54	0.85	0.95	0.53	1.26	0.49	1.07	1.10	0.57	1.17	0.61
K ₂ O	2.28	2.29	2.30	1.96	1.73	2.57	2.50	2.68	2.64	2.30	2.30	2.65	2.53	2.43	2.38
P ₂ O ₅	0.11	0.11	0.13	0.16	0.23	0.24	0.22	0.32	0.19	0.33	0.19	0.23	0.21	0.17	0.16
LOI	1.71	1.66	1.63	18.5	6.6	17.4	15.5	11.2	19.0	20.3	16.5	13.8	13.7	15.3	17.8
Ba	314	308	298	201	345	257	231	421	237	213	295	346	281	292	284
Co	9.20	10.3	9.80	14.8	19.5	17.7	15.9	20.3	17.1	16.0	18.6	19.4	22.0	16.8	17.3
Cr	102	104	108	195	258	217	190	212	276	185	229	211	231	210	198
Ni	23.4	24.1	24.0	87.4	167	119	108	132	116	94.3	119	117	137	104	113
Rb	81.9	82.3	82.8	43.3	67.8	43.4	46.8	59.7	41.7	39.3	43.5	44.8	55.3	40.3	47.9
Sr	155	155	163	302	1212	293	242	401	419	302	253	297	312	265	228
V	113	110	109	87.8	148	118	103	118	89.8	82.0	110	110	118	83.8	96.8
Y	38.9	38.5	39.9	20.6	22.0	24.0	22.8	24.1	22.3	20.0	22.8	23.4	24.8	21.8	22.3
Zn	26.2	27.7	27.4	62.6	90.0	76.2	84.5	83.3	87.4	71.8	75.0	72.4	81.8	69.9	98.2
Zr	234	238	237	111	197	111	106	117	133	94.4	119	116	109	115	98.5
Ce	93.9	93.7	95.4	42.1	93.1	63.6	47.6	57.2	47.7	48.0	53.2	52.2	56.3	39.5	47.4
La	52.2	51.4	57.1	33.9	76.0	36.0	35.8	41.0	37.0	33.2	31.6	35.2	33.8	31.1	32.0
Nb	23.6	25.7	23.9	0.00	0.00	14.4	13.9	15.2	0.00	0.00	13.3	13.9	16.2	0.00	15.1
Nd	44.1	51.4	46.6	23.5	36.8	28.8	32.4	23.2	28.7	27.3	24.8	28.7	29.4	27.1	27.8
Pb	32.3	16.4	20.1	11.6	0.00	15.2	12.8	15.8	15.9	7.50	13.2	8.40	15.6	9.30	8.30
Sm	7.40	8.80	8.40	2.40	3.30	4.70	4.70	5.10	4.60	3.30	2.20	4.00	4.40	3.20	3.70
Th	20.5	13.9	16.9	7.70	9.10	8.50	4.70	8.30	7.60	5.90	6.30	3.80	10.6	5.20	3.30
Yb	3.40	3.40	3.50	1.80	2.00	2.10	2.10	2.10	1.90	1.70	1.90	2.10	2.20	1.90	2.00
Sum	99.9	99.9	99.9	100.3	100.6	100.3	100.4	101.9	101.2	99.97	101.4	101.0	101.0	101.6	100.7

Probe	GW-248	GW-217	GW-220	GW221	GW-222	GW-224	GW-225	GW-227
SiO ₂	47.0	45.9	48.0	52.2	43.7	50.3	43.6	41.8
TiO ₂	0.88	0.74	0.74	0.90	0.64	0.70	0.61	0.70
Al ₂ O ₃	10.5	10.5	12.1	13.9	9.92	11.3	10.1	9.55
Fe ₂ O ₃	5.74	5.54	6.07	7.70	4.98	5.58	4.93	5.03
MnO	0.11	0.11	0.11	0.13	0.10	0.11	0.09	0.07
MgO	3.48	3.72	4.86	4.72	3.71	3.66	3.29	3.69
CaO	18.9	20.3	16.0	10.7	17.7	15.9	17.9	18.3
N ₂ O	0.82	0.61	0.60	1.73	0.69	0.85	0.99	0.52
K ₂ O	1.84	2.09	2.37	2.08	2.62	2.24	2.38	2.01
P ₂ O ₅	0.21	0.22	0.22	0.21	0.19	0.24	0.26	0.17
LOI	10.4	11.1	10.0	5.91	16.7	10.0	16.6	18.5
Ba	272	388	587	303	533	292	254	254
Co	20.6	20.0	24.4	29.0	19.1	22.2	16.6	16.9
Cr	297	329	224	369	242	264	184	296
Ni	134	130	150	199	121	134	101	118
Rb	51.0	56.7	67.7	53.8	43.9	62.2	35.4	53.5
Sr	317	701	508	263	717	310	358	290
V	123	117	123	145	105	104	114	106
Y	30.0	24.8	25.8	26.9	21.7	25.2	21.2	25.4
Zn	78.9	80.4	89.1	94.2	77.9	80.4	67.7	83.8
Zr	175	176	136	115	157	114	107	132
Ce	57.4	62.8	61.8	51.4	62.7	48.9	48.4	50.7
La	19.2	70.4	43.8	48.3	50.8	35.5	37.2	31.5
Nb	13.8	0.00	0.00	16.5	0.00	15.8	0.00	14.1
Nd	21.7	24.8	24.1	30.9	17.2	26.5	21.2	27.9
Pb	**	10.1	11.8	10.1	9.10	15.1	4.40	8.60
Sm	3.70	4.30	4.30	4.60	3.20	3.80	4.20	4.90
Th	**	8.30	7.70	7.40	5.50	8.00	4.70	6.30
Yb	2.20	2.10	2.30	2.50	1.90	2.30	1.90	2.20
Sum	99.84	101.0	101.3	100.2	101.2	101.0	100.9	100.6

Anhang 12: Haupt- und Spurenelementzusammensetzung (RFA-Daten) von nordmesopotamischen metallischen Waren aus Nordost-Syrien und Südost-Anatolien (* Vergleichsproben UK-III Tonprobe aus Uslu Köy, KW: Keramikfragmente von Kura-Araks Ware aus Tell Brak).

Probe	MW01	MW02	MW03	MW26	MW29	MW33	MW34	MW35	MW60	MW232	MW234	SW38	SW39
SiO ₂	60.7	63.9	74.9	66.8	63.3	62.5	63.8	58.0	66.9	58.2	67.0	49.8	49.5
TiO ₂	1.23	1.26	1.34	1.31	1.27	1.15	1.26	1.14	1.24	1.11	1.23	0.82	0.82
Al ₂ O ₃	22.5	20.8	14.2	20.5	21.5	20.5	21.3	23.7	20.9	23.0	19.7	13.0	13.1
Fe ₂ O ₃	8.30	5.86	4.76	4.75	7.09	6.77	5.12	8.24	5.67	7.50	6.40	6.89	6.78
MnO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.12	0.12
MgO	1.34	1.10	0.64	0.68	1.17	1.22	0.88	1.24	0.94	1.92	0.92	5.63	5.48
CaO	0.83	2.61	1.08	1.54	0.65	1.57	2.23	1.22	1.06	1.50	0.96	18.6	19.1
N ₂ O	0.17	0.15	0.13	0.24	0.22	0.26	0.27	0.27	0.21	0.31	0.17	0.48	0.70
K ₂ O	3.99	3.11	2.23	2.32	3.82	4.86	2.31	4.74	2.08	5.08	2.52	1.97	1.71
P ₂ O ₅	0.13	0.09	0.08	0.09	0.11	0.11	0.24	0.11	0.08	0.15	0.08	0.24	0.29
LOI	0.81	1.15	0.62	1.76	0.94	1.09	2.60	1.30	0.85	1.02	0.91	2.38	2.41
Ba	512	391	284	317	462	581	267	493	269	595	356	340	336
Co	15.4	11.4	11.2	13.1	18.2	16.3	10.9	20.0	13.5	28.1	15.0	20.0	22.0
Cr	110	96.3	72.8	101	115	94.4	112	116	102	121	117	237	241
Ni	29.9	22.1	9.1	23.6	30.2	29.1	26.6	30.7	23.8	51.4	20.8	172	169
Rb	157	111	68.3	67.7	137	158	71.6	169	70.5	159	92.2	77.2	69.7
Sr	180	170	107	136	189	168	204	151	183	213	162	685	715
V	148	119	106	101	138	127	131	135	110	144	127	134	130
Y	44.8	33.9	47.5	46.9	35.9	38.0	36.4	34.8	30.7	35.1	35.1	25.4	24.0
Zn	62.8	35.0	18.0	26.7	49.1	53.2	35.4	53.0	21.4	86.9	22.2	99.6	98.9
Zr	172	238	373	269	189	178	236	149	229	153	240	144	149
Ce	115	81.8	88.9	79.0	95.1	113	100	137	104	117	95.8	75.9	72.9
La	55.2	45.5	39.3	41.7	52.1	47.7	55.4	59.1	61.1	58.6	63.8	59.6	55.3
Nb	27.7	24.0	24.9	25.6	25.3	23.7	22.8	24.2	22.9	22.8	24.2	16.3	0.0
Nd	49.1	33.3	43.9	53.0	43.7	49.4	48.9	55.4	41.4	44.5	44.4	30.6	34.9
Pb	22.9	18.1	14.5	15.2	18.0	28.7	15.0	32.2	30.0	18.6	20.4	17.7	0.0
Sm	8.80	6.40	6.50	7.00	8.30	9.00	6.90	8.50	8.50	8.40	8.40	5.00	5.90
Th	18.3	17.3	19.2	16.9	15.1	15.8	14.0	17.9	16.4	16.8	15.9	8.50	11.5
Yb	4.40	3.00	3.90	4.10	3.40	3.70	3.20	3.50	2.50	3.40	3.00	2.30	2.10
Sum	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	99.8	99.9	100.0	100.0

Probe	SW44	SW45	SW141	SW187	SW188	KW-14*	UK- III*
SiO ₂	50.8	50.2	51.0	49.4	49.1	57.5	56.2
TiO ₂	0.83	0.95	0.94	0.72	0.82	1.29	0.98
Al ₂ O ₃	13.3	14.3	14.8	11.1	12.8	22.1	22.6
Fe ₂ O ₃	6.88	7.63	7.66	5.60	6.77	10.4	8.93
MnO	0.13	0.14	0.13	0.10	0.12	0.10	0.16
MgO	5.53	5.31	5.18	3.63	5.29	1.44	2.24
CaO	18.6	17.8	16.5	21.3	19.4	0.87	0.74
N ₂ O	0.58	0.54	0.42	0.92	0.67	0.56	1.90
K ₂ O	1.76	1.88	2.12	2.40	1.71	3.42	3.05
P ₂ O ₅	0.23	0.23	0.21	0.26	0.21	0.17	0.19
LOI	1.39	0.98	0.83	4.42	2.92	2.21	2.36
Ba	324	325	289	259	329	495	1145
Co	21.0	26.0	26.4	14.6	22.4	27.7	38.3
Cr	241	265	251	198	244	147	144
Ni	166	186	189	113	168	82.9	139
Rb	71.9	68.6	77.3	46.6	66.5	122	144
Sr	647	316	298	270	736	129	103
V	133	169	175	85.9	135	161	156
Y	26.6	28.9	31.0	21.9	26.5	32.8	45.4
Zn	98.6	110	112	88.9	98.9	121	118
Zr	143	121	115	102	154	151	211
Ce	74.2	80.4	71.1	43.7	78.5	91.9	105
La	51.7	46.4	40.4	34.4	55.5	46.8	31.9
Nb	0.0	22.7	23.5	15.4	0.0	29.0	19.4
Nd	34.6	34.6	32.6	33.1	39.1	48.5	45.6
Pb	3.80	17.9	14.2	13.2	13.1	25.9	0
Sm	4.40	5.20	6.40	3.60	3.40	7.40	6.80
Th	10.9	4.90	5.60	9.30	7.90	19.1	0
Yb	2.50	2.80	2.90	2.10	2.50	3.20	4.00
Sum	100.0	100.0	99.8	99.8	99.8	100.0	99.6

Anhang 13: Haupt- und Spurenelementzusammensetzung von Kura-Araks Ware aus Sos Höyük, Erzurum (Ost-Anatolien) (RFA-Daten).

Probe	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-12	S-13	S-14	S-15	S-16	S-17	S-18
SiO ₂	61.1	62.5	53.1	58.1	61.1	51.5	62.0	64.8	60.0	61.8	60.5	58.0	57.8
TiO ₂	0.81	0.86	0.85	0.93	0.78	0.86	0.80	0.87	0.84	0.76	0.94	0.97	0.96
Al ₂ O ₃	14.9	16.1	15.0	16.5	15.1	15.9	15.6	17.1	15.2	14.6	16.5	17.5	16.8
Fe ₂ O ₃	5.59	4.81	6.54	6.35	5.34	6.48	5.36	4.90	5.80	5.62	6.79	7.45	7.12
MnO	0.13	0.05	0.12	0.12	0.09	0.11	0.04	0.05	0.08	0.09	0.12	0.15	0.14
MgO	2.96	2.49	3.48	3.00	2.32	2.83	2.17	2.15	2.84	2.63	3.12	3.20	3.08
CaO	7.39	3.51	7.03	3.22	3.48	7.93	2.68	3.45	8.16	4.98	3.03	3.60	3.18
Na ₂ O	2.46	2.81	1.69	2.06	2.37	1.51	2.25	2.53	2.24	2.11	2.21	2.01	2.03
K ₂ O	3.47	2.76	3.57	3.88	3.31	3.29	3.27	2.47	2.17	2.90	3.62	3.73	3.61
P ₂ O ₅	0.27	0.20	0.31	0.26	0.20	0.31	0.21	0.26	0.21	0.36	0.25	0.30	0.27
LOI	1.53	3.16	7.70	4.91	5.31	9.63	5.22	2.42	2.68	3.91	3.32	2.58	4.23
Ba	439	457	405	473	407	412	440	452	430	505	421	487	467
Co	21.8	19.0	27.1	26.9	23.8	25.2	18.5	16.5	21.7	28.1	26.8	29.7	27.1
Cr	153	207	223	222	114	168	121	133	167	138	248	261	242
Ni	142	102	167	164	102	141	137	112	120	113	182	192	179
Rb	74.5	74.2	72.6	78.1	77.0	74.8	80.1	84.3	86.1	79.9	90.4	84.9	77.1
Sr	336	338	238	271	293	248	277	328	339	350	234	261	261
V	87.5	91.4	113	108	84.1	110	106	98.0	84.4	84.1	110	114	108
Y	24.9	21.2	28.1	26.8	23.1	31.3	24.2	25.7	25.9	26.1	31.6	32.5	29.8
Zn	79.7	66.1	80.0	98.8	60.5	98.5	62.8	82.3	76.4	59.8	118	116	93.4
Zr	175	186	187	195	177	194	182	193	182	170	203	216	208
Ce	52.7	51.4	62.1	64.2	59.8	63.9	59.8	58.3	58.2	55.0	55.6	68.8	65.5
La	27.7	25.7	27.8	29.5	25.1	33.1	33.0	30.1	31.3	32.4	30.1	35.3	35.6
Nb	0.0	0.0	15.1	18.2	14.3	17.8	13.5	0.0	14.0	0.0	18.1	19.6	17.9
Nd	32.3	32.1	25.7	35.5	23.6	30.4	26.2	28.3	30.8	17.2	29.4	31.8	39.8
Sm	3.50	3.80	7.00	5.40	4.40	3.80	4.60	4.90	5.50	4.50	4.30	5.80	6.60
Yb	1.90	1.70	2.30	2.20	1.90	2.50	2.00	2.20	2.00	2.10	2.60	2.60	2.40
Sum	100.9	99.5	99.7	99.7	99.7	100.5	99.9	101.3	100.5	100.1	100.6	99.8	99.5

Probe	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-26	S-28B	S-28A	S-31	S-32	S-33	S-35
SiO ₂	50.7	60.6	61.4	62.6	62.5	62.7	62.7	56.1	61.3	61.1	69.2	61.3	63.1
TiO ₂	0.81	0.96	0.81	0.85	0.82	0.82	0.77	0.76	0.77	0.75	0.73	0.76	0.84
Al ₂ O ₃	14.1	17.2	13.7	16.3	15.3	14.9	15.4	13.7	15.2	15.0	11.6	15.0	15.7
Fe ₂ O ₃	6.01	6.99	8.13	5.84	5.65	5.11	5.20	4.96	4.87	5.22	6.44	4.89	5.48
MnO	0.12	0.16	0.10	0.10	0.09	0.05	0.08	0.07	0.08	0.09	0.15	0.06	0.11
MgO	3.35	3.09	1.78	2.61	2.44	2.07	2.25	3.43	2.45	2.67	1.87	2.39	2.80
CaO	9.16	2.80	2.98	3.71	3.07	2.55	3.55	5.90	4.21	3.63	1.55	3.69	4.67
Na ₂ O	1.96	2.30	2.15	2.21	2.51	2.26	2.34	2.34	2.69	2.22	0.98	2.61	2.50
K ₂ O	3.49	3.39	3.59	2.64	3.08	3.39	3.01	2.91	2.80	3.48	1.89	3.12	2.47
P ₂ O ₅	0.32	0.25	0.38	0.49	0.22	0.14	0.56	0.30	0.59	0.27	0.27	1.08	0.37
LOI	9.51	2.68	4.60	2.91	3.83	5.04	4.38	8.24	3.85	5.23	2.21	4.76	2.09
Ba	414	514	294	472	392	382	447	396	455	531	359	518	479
Co	22.5	31.4	26.9	20.5	21.5	18.1	17.5	18.4	17.3	16.5	21.7	14.6	20.6
Cr	198	244	73	290	148	167	165	158	173	119	214	169	146
Ni	141	200	123	181	117	104	116	95.8	101	105	124	104	120
Rb	73.5	75.1	67.6	83.8	72.2	77.7	80.3	69.2	73.0	78.2	72.2	73.7	83.5
Sr	284	278	273	299	290	261	313	315	350	353	124	375	322
V	102	112	104	89.3	83.2	82.2	76.0	81.8	76.2	78.7	95.7	118	86.2
Y	27.5	30.2	27.2	26.3	23.6	21.3	22.5	21.3	22.7	21.1	23.0	17.9	23.1
Zn	93.2	98.4	97.4	94.5	83.6	77.5	85.2	68.4	74.3	67.0	63.3	53.5	78.2
Zr	174	208	178	203	198	169	176	166	179	173	166	166	182
Ce	56.1	67.8	52.9	54.4	55.6	48.7	53.8	53.8	52.3	56.5	61.4	57.3	46.2
La	24.1	31.1	28.2	32.3	30.5	27.9	28.4	29.9	32.2	29.4	26.9	27.6	30.0
Nb	14.2	16.8	13.7	16.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	13.9	15.4
Nd	31.0	39.6	29.0	27.4	31.6	32.0	23.9	30.3	28.1	23.0	28.3	18.2	25.5
Sm	4.60	4.70	4.90	4.10	3.90	3.50	5.60	4.50	5.00	4.30	5.20	2.80	5.20
Yb	2.20	2.40	2.20	2.10	1.90	1.80	1.90	1.80	1.90	1.70	2.00	1.40	1.90
Sum	99.8	100.7	99.9	100.5	99.7	99.3	100.5	99.0	99.1	99.8	97.1	100.0	100.4

Fortsetzung von Anhang 13 (* lokale Keramik, Vergleichsproben)

Probe	S-36	S-37	S-39	S-40	S-41	S-42	S-1*	S-2*	S-27*	S-29*
SiO₂	68.08	59.14	56.47	63.53	60.77	58.78	60.86	62.21	65.09	68.45
TiO₂	0.70	0.79	0.76	0.89	0.81	0.93	0.98	0.86	0.79	0.63
Al₂O₃	11.63	18.13	14.10	15.69	15.54	16.78	17.05	18.97	15.36	11.34
Fe₂O₃	5.81	5.36	5.27	6.65	5.16	6.94	6.80	6.13	5.20	6.29
MnO	0.07	0.07	0.09	0.07	0.10	0.17	0.11	0.13	0.06	0.10
MgO	2.86	1.79	2.93	2.09	2.82	2.99	2.38	1.94	2.06	2.01
CaO	1.82	2.36	6.82	2.20	5.62	3.05	3.69	2.46	2.89	1.81
Na₂O	1.33	2.49	1.95	1.98	2.67	2.02	2.74	2.43	2.28	0.98
K₂O	2.75	3.72	3.52	3.23	2.46	3.66	3.16	3.07	2.59	2.51
P₂O₅	0.42	0.38	0.64	0.21	0.30	0.24	0.24	0.36	0.19	0.75
LOI	3.28	4.77	6.84	3.04	2.94	5.02	2.58	1.55	2.53	3.59
Ba	384	487	620	415	445	528	457	489	418	404
Co	21.7	18.7	18.0	20.2	16.5	30.8	28.0	20.5	18.7	18.5
Cr	240	94	195	143	146	237	129	114	218	129
Ni	179	88.5	113	133	79.1	187	133	109	145	108
Rb	64.0	103	70.2	81.4	75.3	73.2	61.0	103	77.3	61.4
Sr	221	261	399	241	355	261	321	264	276	205
V	92.6	88.5	77.4	115	79.2	110.8	116	107	78.5	83.0
Y	20.4	23.1	25.3	28.1	23.9	30.4	25.8	28.2	23.6	21.6
Zn	77.7	90.7	87.3	70.5	71.8	98.5	82.8	102	76.2	73.8
Zr	138	189	166	189	183	198	175	208	185	136
Ce	40.8	63.0	58.7	68.2	53.7	62.2	45.0	75.2	45.5	48.2
La	27.6	33.0	27.6	29.2	34.9	29.1	28.6	32.1	30.7	23.2
Nb	0.0	16.4	0.0	16.1	13.9	16.9	0.0	17.5	0.0	0.0
Nd	27.6	32.8	29.9	26.2	26.1	34.8	31.5	35.1	32.4	26.9
Sm	4.70	5.20	4.30	4.80	4.80	6.10	4.40	6.20	5.30	4.30
Yb	1.80	2.00	2.00	2.40	1.90	2.50	2.10	2.30	2.00	1.90
Sum	98.9	99.2	99.6	99.8	99.3	100.8	100.8	100.3	99.2	98.6

Anhang 14: Haupt- und Spurenelementzusammensetzung von Keramikwaren aus Didi Gora und Udabno I, Ost-Georgien (RFA- Daten).

Probe	DG-01	DG-02	DG-03	DG-04	DG-18	DG-05	DG-06	DG-07	DG-08	DG-09	DG-10
SiO ₂	63.7	69.8	64.4	61.1	56.5	63.2	62.1	61.4	61.6	58.4	63.6
TiO ₂	0.79	0.64	0.80	0.88	0.84	0.83	0.89	0.81	0.77	0.97	0.76
Al ₂ O ₃	15.4	14.9	18.7	19.1	16.4	16.7	15.6	19.2	16.9	19.1	17.2
Fe ₂ O ₃	6.45	5.13	7.33	8.16	7.41	7.14	9.05	7.87	6.77	9.00	6.85
MnO	0.14	0.10	0.12	0.17	0.13	0.08	0.20	0.12	0.08	0.15	0.11
MgO	2.70	1.56	2.72	2.42	2.39	2.42	2.56	2.38	2.52	2.85	2.07
CaO	5.54	1.71	1.06	1.74	7.42	1.21	1.84	0.64	1.93	2.65	1.10
Na ₂ O	1.94	1.45	1.60	1.45	1.91	1.55	1.63	1.72	2.85	2.53	1.52
K ₂ O	2.91	4.06	3.35	3.60	2.13	3.09	2.91	4.04	3.19	2.66	3.63
P ₂ O ₅	0.40	0.72	0.15	0.30	0.46	0.13	0.19	0.27	0.32	0.33	0.59
LOI	0.00	0.00	0.70	1.00	4.00	3.66	3.02	1.64	3.19	1.41	2.56
Ba	519	596	540	584	613	434	486	655	453	631	829
Co	19.9	14.4	26.3	26.2	20.0	24.5	34.4	27.0	21.9	19.0	23.0
Cr	90.7	74.3	109	114	128	123	117	109	114	76.9	105
Ni	48.7	28.5	55.1	50.6	64.3	54.8	59.1	59.3	44.7	36.2	35.5
Rb	90.4	97.1	142	143	81.0	97.1	95.3	142	64.7	96.1	126
Sr	378	380	141	165	305	110	173	155	306	184	297
V	124	120	149	167	151	153	160	156	146	108	163
Y	28.8	28.3	32.9	33.4	26.5	29.8	29.2	32.2	21.9	31.8	30.1
Zn	97.1	98.6	133	130	104	130	131	149	106	114	136
Zr	145	183	136	143	131	142	122	138	127	140	149
Ce	65.6	72.1	72.7	74.8	67.4	68.2	53.5	81.4	60.4	59.7	83.5
Eu	1.20	1.20	0.90	0.90	1.10	0.80	1.00	0.80	1.10	0.80	1.10
La	41.2	45.2	42.7	40.8	59.2	34.5	35.7	40.8	38.4	36.0	41.7
Nb	0.00	11.8	15.1	15.5	13.7	15.8	13.6	15.0	0.00	14.1	13.5
Nd	31.1	29.8	29.8	29.6	32.5	32.3	25.0	37.5	21.7	29.9	28.1
Pb	24.0	28.0	28.7	25.0	8.30	26.7	17.2	39.5	19.1	21.2	25.0
Sm	5.30	5.00	6.70	5.50	4.30	6.20	5.80	5.20	5.40	4.10	5.40
Th	11.4	16.5	13.1	11.4	8.50	10.8	10.7	14.3	8.60	10.4	10.9
Yb	2.60	2.50	3.10	3.20	2.40	2.70	2.70	3.10	2.00	2.90	2.80
Sum	100	100	101	100	100	100	100	100	100	100	100

Probe	DG-11	DG-19	DG-20	DG-12	DG-13	DG-16	DG-17	DG-14	DG-15	UB-01	UB-02
SiO ₂	61.9	61.8	61.5	61.7	63.9	63.2	62.4	62.1	58.4	55.9	55.6
TiO ₂	0.65	0.79	0.71	0.73	0.77	0.77	0.76	0.79	0.70	0.63	0.62
Al ₂ O ₃	13.1	16.3	17.2	15.0	16.2	16.6	16.8	16.4	14.5	13.2	12.9
Fe ₂ O ₃	5.69	6.85	6.99	6.20	6.57	7.40	7.19	6.92	6.14	5.50	5.37
MnO	0.14	0.11	0.11	0.11	0.14	0.13	0.10	0.10	0.13	0.13	0.12
MgO	1.70	2.23	2.18	2.46	2.29	2.33	2.15	2.28	2.71	2.18	2.17
CaO	4.59	1.15	0.53	6.64	1.90	0.83	0.70	1.04	8.19	12.6	13.2
Na ₂ O	1.36	1.85	1.90	1.55	1.91	1.48	1.68	1.99	1.82	1.22	1.18
K ₂ O	3.34	3.58	3.58	2.92	3.71	3.75	4.17	3.66	2.67	2.36	2.51
P ₂ O ₅	0.21	0.77	0.16	0.53	0.55	0.18	0.34	0.75	0.18	0.17	0.20
LOI	7.34	3.89	4.92	2.19	2.89	2.92	3.52	4.02	4.55	6.10	6.17
Ba	475	483	479	547	475	514	510	490	589	549	546
Co	20.8	17.8	21.7	19.2	20.8	20.8	19.5	19.9	19.7	18.5	16.8
Cr	106	160	320	97.4	106	221	210	114	97.2	83.8	79.9
Ni	44.1	78.6	170	48.5	44.1	124	117	54.5	43.1	38.5	35.1
Rb	114	99.6	123	98.2	114	99.0	102	99.8	101	83.6	75.0
Sr	195	256	124	521	195	113	130	250	368	433	438
V	130	153	136	131	130	142	140	159	125	96.5	93.4
Y	32.1	31.1	28.6	27.8	32.1	29.6	30.4	30.9	32.0	25.2	26.9
Zn	115	127	168	91.9	115	200	108	143	107	75.6	79.2
Zr	152	159	141	165	152	138	144	157	169	135	131
Ce	70.3	76.0	71.5	81.1	70.3	62.3	72.2	80.0	67.9	57.6	54.9
Eu	0.90	1.00	0.70	1.50	0.90	0.90	0.70	1.00	1.20	1.30	1.40
La	40.9	59.4	44.8	52.2	40.9	52.4	55.1	46.7	42.5	38.6	38.5
Nb	14.7	14.1	13.1	0.00	14.7	15.4	14.8	12.8	13.7	0.00	0.00
Nd	32.8	29.6	30.6	36.0	32.8	30.7	30.6	28.7	28.6	20.7	27.7
Pb	23.3	26.1	30.6	18.0	23.3	26.2	25.1	23.6	25.2	21.9	20.7
Sm	5.50	5.60	4.70	4.80	5.50	6.80	4.90	5.30	5.50	4.30	6.00
Th	10.9	11.2	12.2	8.10	10.9	11.0	15.7	10.2	14.2	10.5	12.6
Yb	3.00	2.90	2.70	2.50	3.00	2.80	2.70	2.90	2.80	2.20	2.40
Sum	100	100	100	100	101	100	100	100	100	100	100

Anhang 15: Haupt- und Spurenelementzusammensetzung von Tonproben aus Ost-Georgien (RFA- Daten).

Probe	GUT05	GUT06	GUT07	GUT08	GUT10	GUT11	GUT12	GUT13	GUT15	GUT16	GUT17
SiO ₂	44.7	43.4	46.1	50.9	48.0	45.3	47.2	45.7	50.1	48.2	47.6
TiO ₂	0.58	0.47	0.55	0.49	0.56	0.56	0.53	0.53	0.60	0.55	0.56
Al ₂ O ₃	12.5	9.03	10.6	10.0	12.4	12.1	11.6	11.3	12.6	11.7	11.6
Fe ₂ O ₃	4.93	3.64	3.23	3.88	4.37	4.46	4.32	4.28	5.09	4.85	4.71
MnO	0.10	0.19	0.07	0.11	0.08	0.08	0.11	0.10	0.12	0.11	0.10
MgO	1.93	1.43	1.56	1.40	1.96	2.01	2.05	1.96	1.81	1.74	1.72
CaO	16.0	20.7	18.0	15.6	14.2	15.9	15.0	16.3	12.8	14.8	15.3
Na ₂ O	0.68	0.79	0.95	1.14	1.27	1.19	1.30	1.27	0.96	0.99	1.00
K ₂ O	2.55	1.76	2.02	1.81	2.68	2.64	2.55	2.50	2.40	2.21	2.15
P ₂ O ₅	0.15	0.14	0.12	0.13	0.11	0.12	0.12	0.11	0.14	0.14	0.13
LOI	15.9	18.5	16.8	14.6	14.4	15.7	15.2	16.0	13.3	14.7	15.1
Ba	240	400	194	253	224	225	230	222	290	476	381
Co	13.5	10.6	10.6	9.60	12.3	8.70	15.1	14.4	18.2	18.3	14.4
Cr	68.4	57.1	61.1	53.2	70.8	68.1	62.8	67.0	80.0	71.3	71.8
Ni	32.7	19.6	22.5	20.9	26.8	24.3	28.9	29.3	39.4	30.0	32.9
Rb	98.8	64.7	78.4	65.0	102	103	94.8	92.8	87.9	77.4	76.5
Sr	483	518	512	504	370	408	366	397	338	372	385
V	97.9	76.1	77	71.9	94.3	93.2	89.1	83.5	113	103	99.8
Y	22.2	20.3	20.7	21.5	22.3	19.6	21.7	21.4	22.6	22.5	22.7
Zn	104	68.2	77.4	70.3	85.0	72.4	79.3	76.4	78.9	72.3	69.9
Zr	112	113	134	151	114	112	114	113	114	115	111
Ce	64.4	41.2	53.6	47.2	51.9	53.4	44.2	50.4	50.5	55.3	51.9
Eu	1.30	1.50	1.40	1.50	1.20	1.10	1.20	1.10	1.20	0.80	0.80
La	49.0	42.8	40.6	43.3	40.1	45.3	41.6	42.0	40.4	38.1	38.7
Nb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
Nd	24.5	21.2	18.8	23.0	18.3	26.6	20.4	35.6	25.6	21.6	27.9
Pb	19.7	21.7	20.2	15.1	15.9	13.6	12.7	13.3	13.4	16.0	16.1
Sm	3.20	4.80	4.40	5.50	5.40	3.80	5.10	3.80	5.50	0.00	0.00
Th	7.40	5.80	6.70	8.60	8.40	8.10	8.40	6.30	7.90	8.20	6.00
Yb	2.10	1.70	1.70	1.80	2.00	1.80	1.90	1.90	2.00	2.00	2.00
Sum	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Probe	GUT18	GUT20	GUT21	GUT22	GUT23	GUT25	GUT26	GUT27	GUT28	GUT30	GUT31
SiO ₂	50.7	50.7	49.6	49.9	51.7	50.9	48.8	50.2	46.9	60.0	59.6
TiO ₂	0.58	0.47	0.55	0.52	0.53	0.65	0.62	0.64	0.61	0.79	0.80
Al ₂ O ₃	12.2	8.60	11.7	10.7	10.2	12.9	12.3	12.9	11.9	18.0	17.5
Fe ₂ O ₃	4.90	3.78	4.54	4.19	4.16	5.42	5.20	5.41	5.07	7.80	7.61
MnO	0.11	0.15	0.15	0.16	0.15	0.11	0.11	0.11	0.10	0.14	0.13
MgO	1.86	1.12	1.48	1.38	1.32	2.49	2.33	2.54	2.28	2.05	2.44
CaO	12.9	17.1	14.4	15.2	14.4	11.2	13.2	11.5	14.6	1.05	1.26
Na ₂ O	1.06	0.90	0.74	0.86	0.90	1.14	1.10	1.13	1.01	0.89	0.98
K ₂ O	2.28	1.57	2.12	1.92	1.83	2.22	2.26	2.20	2.16	2.56	2.73
P ₂ O ₅	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.13	0.14	0.12	0.13	0.06	0.10
LOI	13.3	15.5	14.7	15.1	14.6	12.9	14.0	13.3	15.3	6.71	6.84
Ba	840	280	389	375	363	444	414	546	399	485	553
Co	16.2	10.4	13.9	13.1	12.9	17.6	16.7	17.9	15.6	29.4	26.1
Cr	72.8	48.8	60.2	55.4	55.8	90.9	85.3	88.8	83.0	125	127
Ni	37.0	18.8	27.0	24.2	22.9	42.9	43.1	41.8	39.0	63.7	94.1
Rb	82.0	56.9	82.2	71.8	70.6	84.5	85.9	84.6	81.7	116	115
Sr	362	323.9	282	302	306	380	341	433	341	88.3	110
V	106	61.1	86.3	72.5	75.0	113	111	109	105	161	162
Y	22.2	23.3	23.9	23.8	24.4	25.9	24.7	27.6	24.5	33.2	36.4
Zn	74.9	68.9	89.8	80.3	78.8	78.7	77.4	75.9	71.9	99.3	94.2
Zr	120	129	115	103	128	146	132	171	131	147	147
Ce	55.5	38.5	50.0	44.4	46.1	65.8	59.3	59.9	56.3	78.0	79.7
Eu	1.10	1.10	1.00	1.10	1.00	1.20	1.00	1.30	1.20	0.70	0.80
La	26.7	35.5	37.1	32.3	37.3	44.9	40.5	43.5	38.6	45.5	42.1
Nb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.8	16.5
Nd	23.8	24.9	23.4	32.7	24.7	23.9	20.6	27.4	28.0	29.5	31.4
Pb	18.9	20.7	18.6	21.8	22.3	15.4	20.2	20.0	14.1	29.2	24.3
Sm	3.90	4.00	4.50	4.50	4.10	4.20	3.70	5.10	5.60	5.00	6.10
Th	9.10	6.70	7.70	9.60	8.40	11.7	6.90	10.5	5.80	10.7	11.6
Yb	2.00	2.00	2.10	2.10	2.10	2.30	2.20	2.30	2.10	3.10	3.50
Sum	100	100	100	100	99.9	100	100	100	100	100	100

Fortsetzung von Anhang 15

Probe	GUT32	GUT33	GUT35	GUT36	GUT37	GUT40	GUT42	GUT43	GUT44
SiO ₂	59.9	59.6	64.5	65.2	64.2	51.8	52.1	51.9	53.8
TiO ₂	0.82	0.81	0.78	0.76	0.79	0.66	0.68	0.66	0.69
Al ₂ O ₃	17.8	17.7	15.4	15.1	15.4	13.1	13.4	13.2	13.8
Fe ₂ O ₃	7.73	7.65	6.78	6.76	6.85	5.49	5.61	5.49	5.68
MnO	0.12	0.12	0.21	0.21	0.21	0.12	0.11	0.12	0.13
MgO	2.24	2.35	1.94	1.91	2.00	1.96	2.00	1.89	1.98
CaO	1.13	1.26	1.08	1.05	1.06	11.1	10.6	11.2	9.45
Na ₂ O	0.94	1.00	1.04	1.00	1.09	0.83	0.85	0.79	0.91
K ₂ O	2.57	2.67	2.68	2.63	2.71	2.22	2.34	2.31	2.44
P ₂ O ₅	0.05	0.09	0.16	0.15	0.16	0.13	0.13	0.15	0.17
LOI	6.73	6.77	5.44	5.26	5.49	12.6	12.2	12.4	11.3
Ba	477	523	572	591	575	403	415	406	422
Co	26.5	25.0	25.2	25.8	25.7	19.1	19.0	18.1	18.2
Cr	127	126	103	104	101	88.9	88.4	88.5	85.2
Ni	64.0	86.0	52.9	55.1	53.4	44.5	42.8	42.5	47.1
Rb	111	112	114	112	115	93	97.4	94.8	102
Sr	89.2	105	192	182	167	273	258	244	249
V	166	162	130	132	132	113	112	105	113
Y	31.7	38.4	33.3	32.4	33.3	27.5	27.6	27.4	29.4
Zn	90.6	94.4	97.5	94.8	98.7	86.1	85.5	81.7	89.9
Zr	151	152	162	159	159	131	133	128	146
Ce	85.2	87.6	72.8	66.7	68.1	64.8	63.6	61.9	64.9
Eu	0.80	0.80	0.80	1.00	0.90	0.90	1.00	0.90	1.00
La	40.7	44.0	42.2	42.9	37.6	38.4	37.9	37.3	39.7
Nb	16.8	16.4	15.2	14.0	14.7	0.00	12.6	12.2	13.1
Nd	26.6	32.3	35.8	32.6	34.1	27.3	29.0	30.8	33.0
Pb	27.8	24.5	31.4	34.9	33.1	25.2	21.4	25.4	24.7
Sm	5.90	5.50	4.00	6.50	6.10	4.10	4.80	4.20	4.00
Th	13.6	12.1	15.1	13.8	14.9	10.4	9.30	12.1	10.3
Yb	3.00	3.60	3.00	2.90	3.00	2.40	2.50	2.50	2.70
Sum	100	99.9	99.9	100	100	99.9	99.9	100	100

Anhang 16: Haupt- und Spurenelementzusammensetzung von Vergleichsmaterial (lokale Keramik) aus Tepecik in Elazığ (RFA-Daten).

Sample	T-2	T-5	T-6	T-8	T-9	T-10	T-12	TN-1	TN-2	TN-4
SiO₂	48,3	38,0	47,3	49,9	56,0	47,4	43,0	59,7	57,9	58,4
TiO₂	0,76	0,41	0,62	0,68	0,98	0,75	0,61	1,05	1,01	1,03
Al₂O₃	13,8	6,9	13,0	14,3	13,4	13,9	11,7	17,8	18,3	17,7
Fe₂O₃	8,6	3,7	6,4	7,0	7,2	8,9	6,7	7,9	7,9	7,6
MnO	0,11	0,06	0,12	0,11	0,08	0,11	0,10	0,18	0,15	0,16
MgO	8,1	2,6	4,4	4,9	4,7	8,3	6,1	3,3	2,4	2,7
CaO	10,2	25,6	15,8	16,6	10,9	10,3	18,6	3,5	3,3	3,5
Na₂O	1,0	0,7	1,4	1,7	0,3	1,1	1,4	1,9	1,5	1,7
K₂O	2,6	1,8	2,5	1,6	2,5	2,7	2,2	2,2	1,7	2,1
P₂O₅	0,21	0,63	0,18	0,53	0,39	0,21	0,24	0,17	0,19	0,37
LOI	6,1	17,5	7,7	2,3	3,8	5,9	9,1	2,1	5,2	4,9
Ba	213,7	300,3	302,9	368,1	123,5	183,8	196,7	808,4	1251,2	1126,5
Co	33,6	10,3	19,1	20	26,3	35,7	25,6	30,1	31,4	29,8
Cr	333,9	174,8	152,1	171,8	175,9	336,1	265,4	263,7	196,3	225,9
Ni	370,9	139,7	126,4	147	152	378	241,6	126	112,6	103,9
Rb	78,8	27,2	54	38,9	70,3	82,7	57,2	78,2	68,8	68,8
Sr	274,4	630,7	361,1	424,9	244,9	288	539,4	260,3	284,9	337,1
V	167,2	65,6	121,8	137,2	126,6	157,1	116,5	137	140,4	138,2
Y	19,8	25,5	22,4	21,3	24,5	20,6	16	35,5	32,9	35,5
Zn	112,1	88,9	125,6	125,5	107,6	121,2	88,1	91,1	94,4	90,7
Zr	78,2	77,4	74,8	79,5	101,1	75,4	79,1	190,8	206,3	204,9
Ce	43,4	0,0	0,0	44,3	56,2	0,0	0,0	76,2	85,3	74
Eu	1	1,5	1,1	1,2	1,1	1	1,3	1,1	1,3	1,2
La	33,9	49,4	32,3	37,7	41,8	33,1	41,7	38,9	32,5	36,8
Nb	0,0	0,0	0,0	0,0	28,1	0,0	0,0	22	23,8	21,9
Nd	15	29,5	15,4	22,1	30,9	17,3	19,2	38,3	36,2	36,2
Pb	15,8	0	20,5	4,3	17	12,7	12,4	22,7	18,9	17,3
Sm	4,1	2,1	3,4	2,4	5,8	3,5	1,5	5,2	7	4,9
Th	8,9	2,8	4,4	4,3	7,3	6,3	5,2	12,6	9,9	12,4
Yb	2	2,4	2,3	2,2	2,4	2,2	1,7	3,2	2,8	3,2
Sum	<i>100,0</i>	<i>98,2</i>	<i>99,5</i>	<i>99,7</i>	<i>100,4</i>	<i>99,6</i>	<i>99,7</i>	<i>100,0</i>	<i>99,9</i>	<i>100,1</i>