

- (c) GesSch 3, GesGew 11 g, mGew 3,7 g, GewRel 45:55 %, Btyp 3.
 35 (a) St 4481, Grubenkomplex, unbest. Lage, und St 4521, Grubenkomplex, unbest. Lage, Dist 7 m, Gef 1,24 %, Tan 86°.
 (b) Aus St 4481: 1 Ws, Pos 10, Ind 3086, Wst 5 mm, Gew 3 g.
 Aus St 4521: 2 Rs, 6 Ws, Pos 4, Ind 2978, Wst 5 mm, Gew 100 g, mGew 12,5 g.
 (c) GesSch 9, GesGew 103 g, mGew 11,4 g, GewRel 3:97 %. Die Scherben passen unmittelbar aneinander.

Liste 5

Aus Formblatt 30 (Verzierte Keramik):

- 1 St 3812, Pos 71, Ind 640, und St 3812, Pos 104, Ind 669.

Aus Formblatt 29 (Unverzierte Keramik):

- 2 St 3812, Pos 71/104/220, Ind 62.
 3 St 3812, Pos 70/111, Ind 66.
 4 St 3812, Pos 36/47, Ind 69.
 5 St 3812, Pos 36/46/47/49/74, Ind 71.
 6 St 3812, Pos 30//36, Ind 72.
 7 St 3812, Pos 36/47, Ind 73.
 8 St 3812, Pos 159/161, Ind 74.
 9 St 3812, Pos 162/206, Ind 79.
 10 St 3812, Pos 87/88, Ind 80.
 11 St 3812, Pos 107/166, Ind 81.
 12 St 3812, Pos 55/80, Ind 82.
 13 St 3812, Pos 40/48, Ind 83.
 14 St 3812, Pos 47/55, Ind 84.
 15 St 3812, Pos 79/86/88/130, Ind 86.
 16 St 3812, Pos 40/55/212, Ind 87.

5.3. DIE ZUSAMMENGEHÖRIGKEIT VON SCHERBEN

von P. Burrough, L. van der Plas u. D.A. Winter

5.3.1. EINLEITUNG

Aufgabe dieser Untersuchung⁶⁸⁶⁾ ist es, den Nachweis zu erbringen, daß Scherben aus räumlich getrennten Befunden zu ein und demselben Gefäß gehören. Da die entsprechenden Scherben größtenteils nicht unmittelbar einander angepaßt werden konnten, galt es, andere Merkmale zu finden, die eine Zusammengehörigkeit mit fast ebenso großer Sicherheit bestätigen. In dieser Arbeit wollen wir zeigen, wie dieses Problem mit einer Kombination verschiedener Methoden, die auf die Feinkeramik des Fundplatzes Langweiler 8 angewendet wurde, einer Lösung näher gebracht werden konnte.

⁶⁸⁶⁾ P. Burrough und L. van der Plas, Landwirtschaftliche Hochschule Wageningen (Niederlande), Abteilung Bodenkunde und Geologie. D.A. Winter, Universität zu Köln, Institut für Ur- und Frühgeschichte, Weyertal 125.

Dabei wurden zuerst die möglicherweise zusammengehörigen Scherben nach ihrem äußeren Erscheinungsbild aus-
gelesen und anschließend mikroskopisch untersucht. Die gewonnenen Resultate wurden statistisch überprüft. Diese
Methode wird im folgenden beschrieben, und die dabei erzielten Ergebnisse werden diskutiert. Insgesamt standen uns
als Grundlage 99 Scherben zur Verfügung, die zu 84 Gefäßen gehören. Es handelt sich nur um Scherben von verzierten
Gefäßen.

5.3.2. PROBLEMSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE

Jede Scherbe hat morphologisch und mineralogisch eine Anzahl von Merkmalen und Bestandteilen, doch muß man
diese bei einem Vergleich unterschiedlich gewichten. Denn selbst bei ein und demselben Gefäß ist mit einer gewissen
Variationsbreite zu rechnen. Auch sind die Scherben während der Zeit ihrer Lagerung im Boden verschiedenen che-
mischen und physikalischen Einflüssen ausgesetzt. So zeigt sich etwa bei der makroskopischen Betrachtung, daß
Scherben eines Gefäßes in bezug auf Wandungsdicke und Oberflächenfarben deutlich variieren. Wichtigste Kriterien,
um die Zuordnung verschiedener Scherben zu einem Gefäß zu sichern, sind Verzierungsart und -technik sowie Bruch-
farbe und Ton, die weitestgehend übereinstimmen müssen. Ebenso kann die mineralogische Zusammensetzung der
Scherben bzw. ihrer keramischen Massen Unterschiede zeigen. Doch müssen die Resultate der mikroskopischen
Analyse innerhalb einer gewissen Variationsbreite gleich sein. Diese Variationsbreite zu berechnen, war ein Ziel dieser
Arbeit. Bei unseren mikromorphologischen Untersuchungen stellten sich folgende Eigenschaften als signifikant
heraus:

5.3.2.1. Die Struktur der keramischen Masse

Entsprechend der sedimentpetrographischen Terminologie wird die Struktur definiert als das Gefüge bzw. die Anord-
nung und Verteilung einzelner Mineralkörner, die etwa durch Prozesse der Sedimentation oder der Aufarbeitung des
Tons bestimmt werden. Hierzu rechnet man die nichthomogene Verteilung der sandigen und lehmigen Lagen, die
Einbettung von Schamottefragmenten in das Gesamtgefüge, Bearbeitungsspuren wie Wülste, krümmelige Struktur,
die Verteilung von Rissen und Poren und die extreme Verdichtung durch Kneten.

5.3.2.2. Die Textur der keramischen Masse

Die Bezeichnung Textur bezieht sich auf einzelne Körner. Sie umfaßt die Größenverteilung und Morphologie der
Körner sowie den eingeschwemmten, orientierten Ton (vgl. S. 560).

Bei der Untersuchung der Dünnschliffe wurden Struktur und Textur in beschreibender Form schriftlich fixiert, das
Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein jeder Komponente konstatiert und/oder ihre Häufigkeit pro Scherbe aus-
gezählt. Der deskriptive Teil ist für die Zuordnung besonders wichtig. Da er in diesem Artikel nur summarisch wie-
dergegeben wird, sei an dieser Stelle auf seine Bedeutung hingewiesen. Letztendlich ausschlaggebend für die Beurtei-
lung von Scherbenpaaren ist jedoch der direkte Vergleich unter dem Mikroskop. Als »Scherbenpaare« werden Scher-
ben bezeichnet, die aus verschiedenen Befunden, d.h. Gruben, Pfosten und Gräben, stammen, zwei und mehr
Scherben umfassen und deren Zusammengehörigkeit überprüft wurde.

Beim makroskopischen Vergleich wurden die Kriterien so streng angewendet, daß die auswählenden Archäologen
mit möglichst großer Sicherheit behaupten können, daß die einander ähnlichen Fragmente von demselben Gefäß
stammen. Indem sie die relativ individuellen Faktoren eines Gefäßes, nämlich Verzierungsart und -technik sowie die
Bruchfarbe bei ihrer Beurteilung erstrangig behandelten, verzichteten sie bewußt darauf, auch Scherben verschiede-
ner Gefäße aber derselben HerstellungschARGE wiederzufinden. Zu einer Charge gehören Fragmente, die zwar von
verschiedenen Gefäßen stammen, aber aus demselben aufbereiteten Ton geformt und unter gleichen Bedingungen,
das heißt in der Regel im selben Feuer bzw. Ofen gebrannt wurden. Von Seiten der Mineralogie muß der Begriff der
Zusammengehörigkeit jedoch von vornherein erweitert werden, da sie mit ihren Methoden nicht zwischen den Frag-
menten eines Gefäßes und einer Charge unterscheiden kann.

Ein weiteres Ziel unserer Untersuchung war es, mit Hilfe der 99 Scherben ein Spektrum der mineralogischen Zusammensetzung bandkeramischer Feinware zu erfassen. Die Keramik besteht, mineralogisch gesehen, aus natürlichen Komponenten (Rohstoff) und enthält in den meisten Fällen zusätzlich nicht-natürliche Komponenten (Magerung). Die Größe dieser Komponenten liegt im mm- und μm -Bereich, weshalb die Untersuchung nur mit Hilfe der Mikroskopie möglich ist.

5.3.3. DIE MINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG DER KERAMISCHEN MASSE

5.3.3.1. Die natürlichen Komponenten

Alle in die vorliegende Arbeit einbezogenen Scherben sind aus Löß, Lößlehm oder Lößderivaten mit und ohne Magerung hergestellt, weil die mineralogische Zusammensetzung ihrer keramischen Massen der des Lößes mehr oder weniger entspricht.

Die INQUA Loess Commission⁶⁸⁷⁾ definiert die Termini Löß, Sand-Löß und Flotssand, toniger Löß und Lößderivate mit Korngrößengrenzen der Siltfraction (10–70 μm), mit einem Tonanteil $< 2 \mu\text{m}$ und dem Vorkommen von Kalzit im unverwitterten Sediment.

In der klassischen Diskussion über Lößentstehung gibt Doeglas⁶⁸⁸⁾ eine Zusammenstellung der Schwerminerale mehrerer typischer niederländischer Lößvorkommen, die in Luftlinie etwa 20–50 Kilometer von Langweiler entfernt sind. Typische Schwerminerale sind Granat, Epidot und Hornblende.

Eigene Untersuchungen an verschiedenen Lößproben zeigen einen relativ hohen Gehalt an Feldspat der typischen Lößfraction (20–60 μm). Tonmineralogisch sind Lößproben reich an Illit und Glimmer, dagegen ist der Gehalt an Kaolinit und Montmorillonit gering. Swineford und Frye⁶⁸⁹⁾ kommen beim Vergleich von Löß in Westeuropa und Kansas zu den gleichen Resultaten.

In Anbetracht dieser Ergebnisse schien es richtig, die Scherben auf ihren Gehalt an Quarz und Feldspat in der typischen Lößfraction zu untersuchen. Zudem mußte der Anteil der Tonfraction $< 2 \mu\text{m}$ quantifiziert werden. Da die Größe $< 2 \mu\text{m}$ im Lichtmikroskop schwer abzuschätzen ist, wurde die Grenze Matrix/Körner bei 10 μm gewählt. Diese Grenze hat auch keramisch-technologisch eine Bedeutung, da Partikel kleiner als 10 μm in der Regel an den Reaktionen beim Brand beteiligt sind. Weiterhin wurde auf die Beobachtung von Schwermineralen, Entkalkungsspuren und eingeschwemmtem, orientierten Ton Wert gelegt.

Die natürlichen Komponenten in den Scherben entsprechen der mineralogischen Zusammensetzung der oben beschriebenen Rohstoffe. Da viele dieser Komponenten $< 10 \mu\text{m}$ sind und somit bei der Auszählung der Dünnschliffe zur Matrix gerechnet werden, wurde speziell für diese Fragestellung von 15 Scherben und sechs Rohstoffproben, die aus dem weiteren Grabungsgebiet stammen, eine Röntgenanalyse durchgeführt.

Die Minerale wurden bei der Auszählung der Größenfraction $< 100 \mu\text{m}$ oder $> 100 \mu\text{m}$ zugeordnet. Minerale $< 100 \mu\text{m}$ entsprechen in etwa der Lößfraction und gehören zum Rohstoff. Minerale $> 100 \mu\text{m}$ können zur Magerung gehören. Die Größe der natürlichen Quarze (vgl. S. 557) entspricht in der Mehrzahl der Siltfraction. Die Ergebnisse der Röntgenanalyse zeigen ohne Ausnahme einen wichtigen Tonanteil. Durch die starke Entkalkung in nachbandkeramischer Zeit konnte kein Kalzit mehr festgestellt werden.

Unter den wichtigen Schwermineralen fanden sich häufig Hornblende und seltener auch Epidot.

Weil Feldspatkörner in der Siltfraction optisch etwas schwieriger zu bestimmen sind, haben wir beim Auszählen nur die typischen Plagioklase mit lamellaren Zwillingen und die K-Feldspäte mit Durchkreuzungszwillingen und Perthitbildungen berücksichtigt. Die Röntgenbeugungsbilder ergaben, daß in allen Fällen der Anteil an Feldspat bei wenigstens 6–10% Gewichtsprozenten liegt. Bei der quantitativen Auswertung der Dünnschliffe ist dieser Anteil niedriger, weil nur die obengenannten Feldspäte ausgezählt wurden und nur solche, die $> 10 \mu\text{m}$ sind. Feldspäte $< 10 \mu\text{m}$

⁶⁸⁷⁾ Fink (1974).

⁶⁸⁸⁾ Doeglas (1949).

⁶⁸⁹⁾ Swineford, Frye (1955).

wurden zur Matrix gerechnet. Kaolinit, Montmorillonit und Illit zählen aufgrund ihrer Größenfraktion ($< 10 \mu\text{m}$) stets zur Matrix und sind teilweise bereits beim Brand zerfallen. Die Röntgenproben zeigen einerseits einen geringen Anteil an Kaolinit und Montmorillonit, andererseits einen hohen Anteil an Illit und Glimmer. In der Auszählung konnte Glimmer nur selten quantifiziert werden, da er in der Fraktion $> 10 \mu\text{m}$ kaum auftritt.

Eingeschwemmter, orientierter Ton (e.o.T.) ist an Risse und Poren gebunden. Wenn Risse von den Außenseiten in die Scherbe führen und mit e.o.T. ausgekleidet sind, ist anzunehmen, daß der e.o.T. eingeschwemmt wurde, nachdem die Scherbe in den Boden geriet. Oftmals findet sich e.o.T. auch im Innern der Scherbe und gehört zum Sediment. Er ist mit diesem zusammen aufgearbeitet und — wie der Farbwechsel beweist (vgl. S. 560) — gebrannt worden. Kombinationen dieser beiden Vorkommen trifft man ebenso häufig.

5.3.3.2. Die nicht-natürlichen Komponenten

Zu den nicht-natürlichen Komponenten werden alle Zusätze gerechnet, die dem Ton beigemischt wurden. Solche Zusätze können Schamotte, organisches Material, zerkleinerte Gesteine und Sand sein. Sie sind in der Regel $> 100 \mu\text{m}$. Die Magerung mit den obengenannten Komponenten ist in den meisten Fällen aus technischen Gründen notwendig. Auf diese Weise versucht man, beispielsweise die Bearbeitung zu erleichtern und einem starken Volumenschwund, wie er beim Trocknen und Brennen der Keramik durch das entweichende Wasser entsteht, vorzubeugen.

Eine wichtige Komponente ist die Schamotte bzw. der Scherbengrus, da sie einen zu starken Volumenschwund verhindern und Wärmespannungen auffangen kann. Ausgangsmaterial ist Lehm oder Löß. Die Schamottestücke zeigen Unterschiede in Farbe, Korngrößenverhältnissen und Quantitäten der Minerale. Einzelne Stücke können der Fein- oder Grobkeramik zugeordnet werden.

Die organische Magerung umfaßt im wesentlichen Spreu, Häcksel, Mist, Holzkohle und Holzasche. Bei einer Temperatur unter 500°C und beim reduzierenden Brand bleiben verkohlte Überreste des organischen Materials zurück. In einzelnen Fällen konnte man noch deutlich Zellstrukturen erkennen. Bei einer höheren Temperatur wird das organische Material in der Regel vollständig ausgebrannt. Es bleiben Hohlräume, bei denen man zum Teil aufgrund ihrer Form auf organisches Material schließen kann. Bewahrt man in solchen Gefäßen Flüssigkeiten auf, dringt ein kleiner Teil der Flüssigkeit in die Hohlräume und verdunstet an der Außenfläche des Gefäßes. Die entstehende Verdunstungskälte sorgt für eine Temperierung der Flüssigkeit. Die Zugabe von organischem Material bewirkt zudem, daß sich der Ton leichter verarbeiten läßt und weniger zur Rißbildung neigt.

Zu den zerkleinerten Gesteinen können Schieferfragmente, Hämatit, Hämatitbröckchen und Flint (Silex) gezählt werden.

Ob die Schieferfragmente zum Ausgangsmaterial oder zur Magerung gehören, konnte bisher nicht geklärt werden. Denn die in der Bandkeramik genutzten Tonvorkommen sind heute anscheinend in der Regel durch die Erosion verschwunden oder zugedeckt, so daß wir von den Rohstoffen und insbesondere ihren natürlichen und nicht-natürlichen Komponenten sowie deren Quantitäten kein klares Bild haben⁶⁹⁰). Wie die Keramik zeigt, müssen wir zudem mit verschiedenartigen Tonvorkommen rechnen.

Auch im Falle des Hämatits bzw. der Hämatitbröckchen ist eine eindeutige Entscheidung, ob zum Sediment gehörend oder dem Ton zugegeben, nicht möglich. Bei einem Gewichtsanteil von 3—5 % Fe_2O_3 und oxidierendem Brand färbt sich die Keramik rot. Der Mittelwert aller 99 Scherben liegt aber bei nur 1,165 % Volumen Hämatit. Eine andere Möglichkeit wäre, diese Komponente als Verunreinigung zu interpretieren. Auf den Mahlsteinen, auf denen unter anderem auch der Hämatit zerkleinert wurde, könnte nach einer nicht allzu gründlichen Reinigung der Ton aufbereitet oder das Magerungsmittel zerkleinert worden sein.

Flintstücke sind so selten gefunden worden, daß sie wohl nur durch Zufall in den Ton hineingelangt sind.

⁶⁹⁰) Hinweise auf Rohstoffe und Töpfertone finden sich unter den Rotlehmproben; vgl. S. 801ff.

5.3.4. MAKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN

Bei Beginn der Untersuchung war die Keramik beschriftet und in Fein- und Grobware getrennt. Die Scherben eines Befundes waren sortiert und solche, die von einem Gefäß stammen könnten, zusammengepackt und nach Gefäßen durchnummeriert. Die Keramik war typologisch durchgearbeitet und die Feinware entsprechend ihrer Verzierung bestimmten Bandtypen zugeordnet. Zunächst wurden mit Hilfe einer entsprechenden Liste alle Scherben eines Bandtyps zusammengestellt und zum Vergleich ausgebreitet. Die Scherben waren, wie erwähnt, innerhalb der Befunde nach Gefäßen geordnet, so daß es jetzt auf die Zusammengehörigkeit von Scherben aus verschiedenen Befunden ankam. Als nächstes mußte daher jedes Gefäß, das sowohl aus einer als auch aus mehreren Scherben bestehen kann, mit jedem anderen Gefäß gleicher Verzierungsart verglichen werden.

Zweifelsfrei zu einem Gefäß gehörig sind nur solche Scherben, die mit ihren Bruchrändern ohne weiteres einander angepaßt werden können⁶⁹¹). Scherben, die nicht unmittelbar aneinander passen, müssen die gleiche Verzierung und etwa die gleiche Wandungsdicke, Oberflächenbehandlung, Farbe der Innen- und Außenseite sowie des Bruchs und makroskopisch erkennbare Zusammensetzung des Tons zeigen. Als makroskopisch zusammengehörig gelten Scherben, wenn sie in der Mehrzahl der genannten Kriterien übereinstimmen. Bei diesem Vergleich stellten sich, wie bereits erwähnt, Verzierungsart und -technik sowie Bruchfarbe und Ton als besonders signifikant heraus. Sofern die Scherben nicht unmittelbar aneinander passen, kann trotz Übereinstimmung aller genannten Kriterien, die mikromorphologischen einbegriffen, nicht ausgeschlossen werden, daß die Fragmente auch von verschiedenen Gefäßen stammen. Deshalb galt es, sämtliche Kriterien extrem streng anzuwenden.

5.3.5. DÜNNSCHLIFFANFERTIGUNG

Von den meisten der 84 Gefäße wurde jeweils nur eine Scherbe für den Dünnschliff verwendet. Bei 9 Gefäßen wurden von verschiedenen Scherben zwei Dünnschliffe und bei weiteren 3 Gefäßen drei Dünnschliffe angefertigt (vgl. Beilage 14,1). Diese »zusätzlichen« Dünnschliffe dienten bei der Auswertung als Kontrollgruppe (vgl. S. 560ff). Insgesamt wurden von 99 Scherben Dünnschliffe hergestellt.

Die Scherben wurden in Synolith 544/64-000⁶⁹²) eingegossen und nach Verhärtung mit einer Diamantsäge in Scheiben geschnitten und auf einen Objektträger geklebt. Danach wurden die aufgeklebten Fragmente mit einer Säge abgekürzt, auf einer Diamantscheibe bis auf eine Dicke von etwa 0,03 mm abgeschliffen und mit einem Deckglas versehen. Dieses Verfahren ist im Detail bei Miedema, Pape und van de Waal beschrieben worden⁶⁹³).

5.3.6. MIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN

Die Dünnschliffe wurden mit einem Polarisationsmikroskop (Zeiss) untersucht. Zunächst wurden diese makroskopisch betrachtet. Es wurde festgehalten, ob es sich um eine Rand- oder Wandscherbe handelt, wie dick und ob sie mehr oder weniger stark gebogen ist, welche Farbe die Matrix und ob sie erkennbare Einschlüsse hat, ob die Scherbe mehrere Farbzonen zeigt und ob die Randzonen klar erkennbar sind. Anschließend wurden die Dünnschliffe unter dem Mikroskop qualitativ ausgewertet, das heißt Struktur und Textur eingehend beschrieben. Für diese Untersuchung wurden verschiedene Vergrößerungen benutzt. Die Merkmale der Struktur sind bereits genannt worden. Welche Beobachtungen zur Textur möglich sind, wird im folgenden näher ausgeführt. Wichtig ist zu erwähnen, daß bei der qualitativen Auswertung nicht nur die Häufigkeit jeder Komponente zumindest grob angegeben werden muß, sondern auch das Fehlen einer Komponente.

⁶⁹¹) Vgl. S. 484f; es handelt sich um die Scherben 16-18, 25, 26, 29-31, 33, 35.

⁶⁹²) Lieferant: Frenken, Weert, Holland.

⁶⁹³) Miedema u.a. (1974).

| | | |
|--------------------|-----------------------------------|---------|
| Minerale: | Quarz, undulös | (Q-UN) |
| | Quarz, nicht-undulös | (QN-U) |
| | Quarzaggregate | (QAGR)* |
| | Flint | (FLIN) |
| | Feldspat | (FELD)* |
| | Glimmer | (MICA) |
| | Hämatit | (HM) |
| | Minerale 100 μm | (G100) |
| | Minerale 100 μm | (K100) |
| Matrix: | Tonminerale und | |
| | Gesteinsminerale 10 μm | (MATR) |
| Gesteinsfragmente: | Quarzite | (QSIT)* |
| | Schieferfragmente | (SCHI) |
| | Hämatitbröckchen | (HPAR)* |
| Schamotte: | | (GROG) |

545 Langweiler 8. Die quantitativ erfaßten Kategorien und ihre Abkürzungen. Bei der statistischen Auswertung wurden die Häufigkeiten der mit * gekennzeichneten Minerale logarithmisch transformiert und haben den Zusatz LG vor ihrer Abkürzung; vgl. Abb. 548.

Für die quantitative Auswertung wurde die »Punktzählmethode« angewendet⁶⁹⁴) in Kombination mit dem Kompens-Plan-Okular Zeiss, Okular 12,5 x, Objektiv Pol 16/032. Es wurde bei einer Vergrößerung von 200 x ausgezählt. Auf einer Strecke von 1 cm wurden 46 Punkte gezählt (46 p/ $\overline{\text{cm}}$). Die einzelnen Punktstrecken wurden so gewählt, daß sie von den Rändern der Scherbe mindestens 1 mm entfernt liegen und zueinander einen Abstand von 0,9 mm einhalten.

Im folgenden werden die ausgezählten bzw. beobachteten Kategorien kurz erläutert, es wird ihre Erscheinungsfrequenz aufgezeigt und auf wichtige Merkmale hingewiesen.

5.3.6.1. Die ausgezählten Kategorien (Abb. 545)

Wie bereits erwähnt, entspricht die Korngröße der Quarze in der Regel der Siltfraktion. Insgesamt betrachtet, sind die Quarze bei etwa 75 % aller Scherben kleiner als 0,5 mm und nur in ganz wenigen Fällen größer als 1 mm. Die Form der Quarzkörner ist überwiegend natürlich, das heißt sie sind eckig⁶⁹⁵) oder gerundet, aber nie kantig, spitz oder konvex. Unnatürliche Formen treten in den meisten Fällen erst ab einer bestimmten Größe auf, z.B. ab 800 μm . In einem Fall (1103)⁶⁹⁶) zeigen alle Quarzkörner bereits ab 50 μm eine unnatürliche Form. Andererseits sind die Quarze dieser Scherbe nicht größer als 450 μm . Quarze mit Einschlüssen von Rutilnadeln kommen in den meisten Dünnschliffen vor. Sie lassen Rückschlüsse auf das Herkunftsgestein zu, in denen diese Quarze gewachsen sind. Quarze in metamorphen Tiefengesteinen zeigen häufig Rutilnadeln. Quarze mit Flüssigkeitseinschlüssen sind selten.

⁶⁹⁴) Müller, Raith (1973) 124-127.

⁶⁹⁵) Insbesondere Quarze der typischen Lößfraktion (20-60 μm).

⁶⁹⁶) Die angegebenen Nummern entsprechen den Dünnschliffnummern der jeweiligen Scherbe; vgl. Beilage 14,1, Spalte 3.

Flüssigkeitseinschlüsse bilden sich bei der Kristallisation der Quarze. Es sind etwa $3\ \mu\text{m}$ große Hohlräume, die mit einer Flüssigkeit und einer kleinern Gasblase gefüllt sind. Bei einer Brenntemperatur von $500^{\circ}\text{--}600^{\circ}\text{C}$ wird der Druck in den Hohlräumen so hoch, daß das Gas entweicht. Das Vorhandensein solcher Einschlüsse läßt die Schlußfolgerung zu, daß die Scherbe nicht viel höher als bei oben angegebener Temperatur gebrannt wurde.

Quarzaggregate bestehen aus mehreren Quarzkörnern. Wenn die Quarzaggregate einer Scherbe kleiner als $100\ \mu\text{m}$ sind, ist es möglich, die Herkunft des Sediments zu bestimmen, z.B. feinkörniger Schiefer. In weniger als der Hälfte der Scherben konnten Quarzaggregate ausgezählt werden. Ihr Anteil liegt aber fast ausnahmslos unter 2 %. Die Größe der Quarzaggregate variiert stark; z.T. werden sie maximal $500\text{--}600\ \mu\text{m}$, z.T. auch bis zu 3 mm.

Flint (Chalzedon) wurde nur vereinzelt angetroffen. Deshalb ist es, wie bereits erwähnt, unwahrscheinlich, daß er der Scherbe als Magerung zugesetzt wurde.

Feldspat konnte in fast allen Scherben in recht unterschiedlichen Häufigkeiten beobachtet werden. Bei der Auszählung wurde dieses Mineral aber nur in weniger als 20 % der Fälle quantitativ erfaßt. Es kommen Orthoklase, Plagioklase und Mikroklinperthite vor. Die Feldspäte sind in der Regel kleiner als $150\ \mu\text{m}$ und gehören entsprechend ihrer Größe überwiegend zu der typischen Lössfraktion.

Glimmer kommen als Muskovit und Biotit vor. Doch konnte Biotit häufiger beobachtet werden und zeigt auch nach dem Brand Pleochroismus. Bekanntlich ist Biotit bis 1000°C mehr oder weniger stabil. In 90 % aller Scherben konnte Glimmer quantifiziert werden, doch nur mit einem geringen Anteil.

Rötliche bis rote und rotbraune, oft auch mehr oder weniger opake Partikel können sowohl *Hämatit* als auch gebrannter e.o.T., gebrannter Glaukonit und durch Brand umgewandelter Goethit sein. Wenn sie transparent sind, kann man sie aufgrund ihrer Struktur genauer zuordnen. Da eine Differenzierung der oben genannten Komponenten für die Problemstellung unerheblich erschien, haben wir sie unter dem Begriff *Hämatit* zusammengefaßt, da letztendlich das Eisen, das in die Komponenten eingebaut ist, durch den Brand zuerst in amorphes Fe_2O_3 und dann in *Hämatit* übergeht. *Hämatit* taucht in Zweidrittel der Scherben auf. Die *Hämatit*stückchen können bis zu 0,5 mm groß werden.

Daneben finden sich in 45 % der Scherben — stets zusammen mit *Hämatit*⁶⁹⁷⁾ — sogenannte *Hämatitbröckchen*. Diese sind größer und erreichen mitunter 2 mm Durchmesser. Sie zeigen die typische *Hämatit*färbung und sind mit Mineralen, überwiegend Quarz und Glimmer, durchsetzt.

Quarzite sind verfestigte, quarzreiche Gesteine mit einem geringen Anteil *Hämatit*, Glimmer und Tonmineralen. Solche Gesteinsfragmente wurden in 85 % aller Scherben beobachtet. Bei der Auszählung tauchen sie aber nur in 60 % der Fälle auf und fast immer mit einem sehr niedrigen Anteil.

Schieferfragmente zeigen eine hohe Doppelbrechung der Serizite. Diese glimmerartigen Minerale machen oft über 60 % des Gesteinsmaterials aus. Bei den größeren Schieferfragmenten treten häufig Quarze, Glimmer und andere Minerale auf, und eine Unterscheidung zwischen Schieferfragmenten und Schamotte fällt dann oftmals schwer. In der überwiegenden Zahl sind Schieferfragmente kleiner als $200\ \mu\text{m}$. Sie konnten in der Hälfte der Fälle quantifiziert und in weiteren 10 % zumindestens beobachtet werden.

Schamotte fand sich in etwa 75 % der Scherben (Abb. 546). Hier kann man zwischen solchen mit wenig (19 %) und solchen mit viel Schamotte (81 %) unterscheiden. Bei 63 % wurden in unterschiedlichen Konzentrationen sowohl Schamotte als auch organisches Material verarbeitet. Mehrmals wurde beobachtet, daß der Schamotte organische Reste unmittelbar angelagert waren, so daß man annehmen kann, daß zunächst ein Gemenge von Schamotte und organischem Material hergestellt wurde, das dann dem Ton zugesetzt wurde. Teilweise wurde auch Schamotte mit hohem organischen Anteil verarbeitet. Nur 10 % der Scherben waren ausschließlich mit Schamotte gemagert. Die Größenfraktion der Schamottestücke innerhalb einer Scherbe kann stark variieren. Dem überwiegenden Teil der Scherben wurde Schamotte $<2\ \text{mm}$ zugefügt, die größeren Stücke erreichen bis zu 4 mm Durchmesser. Die Schamottearten in einer Scherbe werden nach Farbe, Matrix und nach Form, Größe und Häufigkeit der Minerale bzw. anderer Bestandteile unterschieden. Ein befriedigendes System der Schamotteklassifikation konnte bis jetzt nicht entwickelt werden. Bei der Betrachtung der Scherbenpaare wurden die Schamotten miteinander verglichen und die Anzahl der

⁶⁹⁷⁾ Aus Beilage 14,2, Spalte 13 und 17 geht hervor, daß es von dieser Regel insgesamt fünf Ausnahmen gibt. Doch liegt bei diesen Scherben der Anteil der *Hämatit*bröckchen nicht höher als 1,5 %, und in allen Fällen wurde *Hämatit* beobachtet, wenn er auch nur in so geringen Mengen auftaucht, daß er bei der Auszählung nicht erfaßt wurde.

| Kombinationen | Anzahl | % |
|--------------------------------------|--------|-------|
| keine Schamotte — keine organ. Reste | 1 | 1,0 |
| keine Schamotte — wenig organ. Reste | 24 | 24,3 |
| keine Schamotte — viel organ. Reste | 1 | 1,0 |
| wenig Schamotte — keine organ. Reste | 2 | 2,0 |
| wenig Schamotte — wenig organ. Reste | 12 | 12,1 |
| wenig Schamotte — viel organ. Reste | — | — |
| viel Schamotte — keine organ. Reste | 8 | 8,1 |
| viel Schamotte — wenig organ. Reste | 38 | 38,4 |
| viel Schamotte — viel organ. Reste | 13 | 13,1 |
| | 99 | 100,0 |

546 Langweiler 8. Vorkommen von Schamotte und/oder organischen Resten in den Scherben.

| Anzahl der Schamottearten | Anzahl | % |
|---------------------------|--------|-------|
| 1 | 10 | 13,7 |
| 2 | 6 | 8,2 |
| 3 | 17 | 23,3 |
| 4 | 14 | 19,2 |
| 5 | 18 | 24,6 |
| 6 | 8 | 11,0 |
| | 73 | 100,0 |

547 Langweiler 8. Anzahl der Schamottearten pro Scherbe.

Arten festgehalten. Es fanden sich bis zu sechs verschiedene Schamottearten in einer Scherbe (Abb. 547). Die Farbe einer Schamotte hängt unter anderem von ihrer Lage in der Scherbe ab, das heißt Stücke einer Schamotteart zeigen Unterschiede je nachdem, ob sie sich im Kern, in der äußeren Zone oder inneren Zone befinden. Aufgrund dieser Tatsache bestand die Tendenz, eher mehr denn weniger Schamottearten pro Scherbe auszuzählen. Die Schamottestücke umgibt in einigen Fällen ein sogenannter »Hof«, das ist ein Oxidations- bzw. Reduktionsrand. Die Grenzen der einzelnen Stücke sind nicht immer klar umrissen. Diese lassen sich besonders dann schwer festlegen, wenn Schamotte und Matrix einander in Zusammensetzung und Farbe stark ähneln.

5.3.6.2. Die beobachteten Kategorien

Organisches Material läßt sich durch verkohlte Reste und »Höfe« nachweisen. Auch aufgrund der Form mancher Hohlräume kann man vermuten, daß dort organisches Material vorhanden war, das aber wegen der hohen Brenntemperatur und des oxidierenden Brandes vollständig verbrannt ist. Durch diese Hinweise war es möglich, in 89 % der Fälle organische Zusätze nachzuweisen (Abb. 546). Die Menge solcher Zusätze war bei nur 16 % dieser Fälle recht groß, bei 84 % hingegen gering. Eine genaue Häufigkeitsverteilung läßt sich aber nur schwer erstellen, weil die Hinweise nicht immer klar erkennbar sind. In einem Fall (2024) wurde ein Stückchen Schwemholz festgestellt⁶⁹⁸.

⁶⁹⁸) Für diese Bestimmung danken wir Dr. B. Schmidt, Universität zu Köln, Institut für Ur- und Frühgeschichte, Abteilung Dendrochronologie. Vgl. Anm. 696.

Eingeschwemmter, orientierter Ton (e.o.T.) entsteht, wenn sehr feine Tonpartikel aus dem A-Löß ausgewaschen und in den B-Horizont eingeschwemmt und in Poren und Rissen orientiert abgelagert werden. Die Tonpartikel kleiden die Poren und Risse aus, und diese »Pakete« sind durch Eisen und Huminsäuren bräunlich bzw. gelblich gefärbt. Die gute Orientierung und die exakte Schichtung der Tonpartikel bewirken im Polarisationsmikroskop eine typische Doppelbrechung. Wenn bereits im Ausgangsmaterial e.o.T. vorhanden ist, so geht dieser auch bei der Aufbereitung des Tons nicht verloren. Einzig die Farbe verändert sich durch den Brand und wechselt in ein Rot. Dieser Farbumschwung wird durch die Umwandlung von Goethit zu Kryptohämatit bei 360°C verursacht; die typische Doppelbrechung bleibt bestehen. In 70 % aller Scherben fand sich e.o.T.

Schwerminerale kommen in allen Scherben vor, doch nur in einigen lag ihr Anteil verhältnismäßig hoch. Wichtige Schwerminerale, die sich auch häufiger fanden, sind Hornblende, Epidot und Zirkon, seltener ist Turmalin.

Opake Minerale sind im untersuchten Material mit Ausnahme von Hämatit relativ unwichtig. In 10 % aller Scherben kommen solche Minerale vor.

Obgleich die *Porosität* nicht zu den Komponenten einer Scherbe (Textur) gerechnet werden kann, ist die Art der Poren und Risse ein wichtiges Merkmal. Die Aufbereitung der keramischen Masse und die Anfertigung des Gefäßes bestimmen das Poren- und Rissegefüge. Häufig läßt sich eine Orientierung der Risse beobachten.

5.3.7. STATISTISCHE AUSWERTUNG⁶⁹⁹⁾

Die Scherbenpaare wurden aufgrund der qualitativen Analyse der Dünnschliffe entsprechend ihrer Zusammengehörigkeit bzw. Nichtzusammengehörigkeit sortiert. Hierbei ergaben sich folgende Gruppen (Abb. 549):

- Gruppe 1:** Scherben aus verschiedenen Befunden, deren Zusammengehörigkeit bestätigt wurde.
- Gruppe 2:** Scherben aus einem Befund, deren Zugehörigkeit zu einem Gefäß eindeutig ist.
- Gruppe 3:** Scherben aus verschiedenen Befunden, deren Zusammengehörigkeit von mineralogischer Seite bestritten wird.
- Gruppe 4:** Scherben aus einem Befund, deren Zugehörigkeit zu einem Gefäß mineralogisch nicht haltbar ist.
- Gruppe 5:** Diesen Scherben fehlt das entsprechende Gegenstück aus einem anderen Befund, da aus technischen Gründen kein Dünnschliff angefertigt wurde. In einem Fall liegt nur eine einzelne Scherbe (1512) vor. In einem weiteren Fall handelt es sich um zwei Scherben eines Gefäßes aus einem Befund (1819, 1820)⁷⁰⁰⁾. Die Zuordnung dieser Scherben zur Gruppe 2 ist nur begrenzt möglich, da für sämtliche anderen Scherben der Gruppe 2 ein Gegenstück aus einem anderen Befund existiert.

Die Zuordnung zu diesen Gruppen erfolgte nach qualitativen Bewertungsmaßstäben. Im folgenden soll die qualitative Zuordnung eines Paares⁷⁰¹⁾ zu einer der obengenannten Gruppen quantitativ überprüft werden.

Dabei lauteten die Hypothesen:

- Die Paare der Gruppe 2 sollten sich genauso ähnlich sein wie die der Gruppe 1.
- Die Ähnlichkeit der Paare aus Gruppe 1 und Gruppe 2 sollten größer sein als die der Gruppe 3 oder 4.

Die Daten der quantitativen Auswertung liegen in Beilage 14,1 vor. Die ausgezählten Punkte pro Scherbe sind in Prozentwerten umgerechnet. Die Prozentwerte für die Gruppe Minerale (Q-UN bis HM, vgl. Abb. 445) sind entsprechend der Größenfraktionen $< 100 \mu\text{m}$ (G 100) und $> 100 \mu\text{m}$ (K 100) zusätzlich aufgeführt (vgl. Beilage 14,1, Spalte 19–20). Die Summe der Zählpunkte pro Scherbe muß beispielsweise bei einer Fraktion von 25 % Volumen ungefähr bei 400 liegen⁷⁰²⁾, damit diese als repräsentativ für die Zusammensetzung der Scherbe angesehen werden kann und eine statistische Auswertung auf gesicherter Basis möglich ist. Flint tritt so selten auf, daß er bei den folgenden Analysen nicht berücksichtigt wurde. Die Häufigkeitsverteilungen der Variablen zeigen, daß sich einige von ihnen extrem linkssteil verhalten. Dieses Bild zeigt Quarzaggregate (QAGR), Feldspat (FELD), Schieferfragmente (SCHI) und

⁶⁹⁹⁾ Für die Überarbeitung des statistischen Textes danken wir A. Zimmermann.

⁷⁰⁰⁾ Vgl. Anm. 696.

⁷⁰¹⁾ Mit dem Begriff »Paar« werden — im Gegensatz zur Verwendung des Begriffs »Scherbenpaar« — die beiden miteinander verglichenen Scherben bezeichnet.

⁷⁰²⁾ Van der Plas, Tobi (1965).

| | PC 1 | PC 2 | PC 3 | PC 4 | PC 5 | PC 6 |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| QUN | 0,67524 | -0,46487 | 0,27975 | -0,27835 | -0,08386 | 0,07906 |
| QN-U | 0,73660 | 0,41177 | -0,07181 | -0,01996 | 0,04810 | -0,07619 |
| LGQAGR | 0,41048 | 0,52143 | -0,20231 | 0,28565 | -0,02964 | 0,28672 |
| LGFIELD | 0,29439 | 0,12741 | -0,09939 | 0,45907 | 0,55607 | -0,38509 |
| MICA | 0,58852 | -0,26477 | 0,10921 | 0,14264 | 0,49337 | -0,04719 |
| LGHM | -0,23561 | -0,31510 | 0,27088 | 0,70520 | -0,16260 | 0,10497 |
| MATR | -0,12879 | -0,34391 | -0,89170 | -0,03971 | 0,03755 | 0,19499 |
| LGQSIT | 0,65172 | 0,23677 | 0,17173 | -0,04403 | -0,47420 | 0,07155 |
| LGACHI | -0,25264 | 0,16772 | 0,33364 | 0,14573 | 0,32989 | 0,76607 |
| LGHPAR | 0,06037 | -0,50622 | -0,03155 | 0,56438 | -0,42052 | -0,10686 |
| GROG | -0,69825 | 0,40743 | 0,48615 | -0,04943 | 0,01190 | -0,29139 |
| G 100 | 0,55403 | 0,68244 | -0,10641 | 0,21581 | -0,19246 | -0,00816 |
| K 100 | 0,76133 | -0,49734 | 0,30696 | -0,12516 | 0,10316 | 0,04000 |
| Eigenwerte | 3,53848 | 2,18095 | 1,49834 | 1,29584 | 1,14907 | 0,98379 |
| % der Gesamtvarianz | 27,2% | 16,8% | 11,5% | 10,0% | 8,8% | 7,6% |

548 Langweiler 8. Unrotiertes Muster der ersten sechs Hauptkomponenten. Zu den Abkürzungen der Variablen vgl. Beilage 14,1.

Hämatitbröckchen (HPAR). Die Art der anzuwendenden Auswertungsverfahren ließ es angebracht erscheinen, die Häufigkeit dieser Minerale logarithmisch zu transformieren⁷⁰³).

Zunächst wurde mit Hilfe einer Hauptkomponentenanalyse eine Datenreduktion durchgeführt⁷⁰⁴); gerechnet wurde diese Analyse mit Hilfe des Programmpaketes SPSS⁷⁰⁵). Dieses Verfahren geht bekanntlich von einer Korrelationsmatrix aus. Bei den vorliegenden Daten ist zu beobachten, daß die Korrelationen generell recht niedrig sind. Einzig die etwas höheren Korrelationen zwischen Q-UN und K 100 (0.86423), QN-U und G 100 (0.64639) und vielleicht noch zwischen LGQAGR und G 100 (0.59889) fallen in diesem Zusammenhang auf. Eine Gleichgewichtung aller Merkmale ist Bestandteil der Hauptkomponentenanalyse. Das Ergebnis dieses ersten Analyseschrittes sind die Hauptkomponenten. An ihnen ist ablesbar, welche mineralogischen Bestandteile häufig gemeinsam auftreten bzw. welche eher dazu neigen sich auszuschließen. Hier wird nur mit den ersten sechs Hauptkomponenten (PC 1–6) operiert, weil sie bereits 81,9 % der Gesamtvarianz erklären, obgleich hier schon 75 % ausreichend wären (Abb. 548).

Die 1. Hauptkomponente belegt, daß sich Quarz (Q-UN: 0.67524, QN-U: 0.73660) und Quarzit (LGQSIT: 0.65172) oft gemeinsam in einer Scherbe finden. In solchen Scherben kommen offenbar auch Minerale einer Korngröße unter 100 μm (K 100:0.76133) besonders häufig vor. Schamotte dagegen tritt eher in anderen Scherben auf (GROG: -0.69825). Die 2. Hauptkomponente scheint anzudeuten, daß Quarzaggregate (LGQAGR: 0.52143) nicht selten eine Korngröße über 100 μm (G 100:0.68244) haben. Die 3. Hauptkomponente wird von der Matrix (MATR: -0.89170) bestimmt. Bei der 4. Hauptkomponente wird das gemeinsame Auftreten von Hämatit (LGHM: 0.70520) und Hämatitbröckchen (LGHPAR: 0.56438) herausgestellt. Die 5. Hauptkomponente ist durch die höhere Korrelation von Feldspat (LGFIELD: 0.55607) und Glimmer (MICA: 0.49337) gekennzeichnet, während bei der 6. Hauptkomponente vor allem Schieferfragmente (LGACHI: 0.76607) eine Rolle spielen.

Diese Ergebnisse legen nahe, daß zwischen den Merkmalen, die die ersten drei Hauptkomponenten bestimmen, das sind Quarz, Quarzit, Quarzaggregate, Schamotte und die Korngrößenklassen, eine gemeinsame Kovariation besteht, die sehr wahrscheinlich einen wichtigen Teil der Streuung der Scherben bestimmen.

Im nächsten Schritt der Analyse stehen nicht mehr wie bisher die Ähnlichkeit zwischen den Merkmalen, sondern die Ähnlichkeit der Paare im Vordergrund. Die Scherben wurden im Raum der ersten sechs Hauptkomponenten mit

⁷⁰³) Vgl. Abb. 448; den Kürzeln ist ein LG vorangestellt.

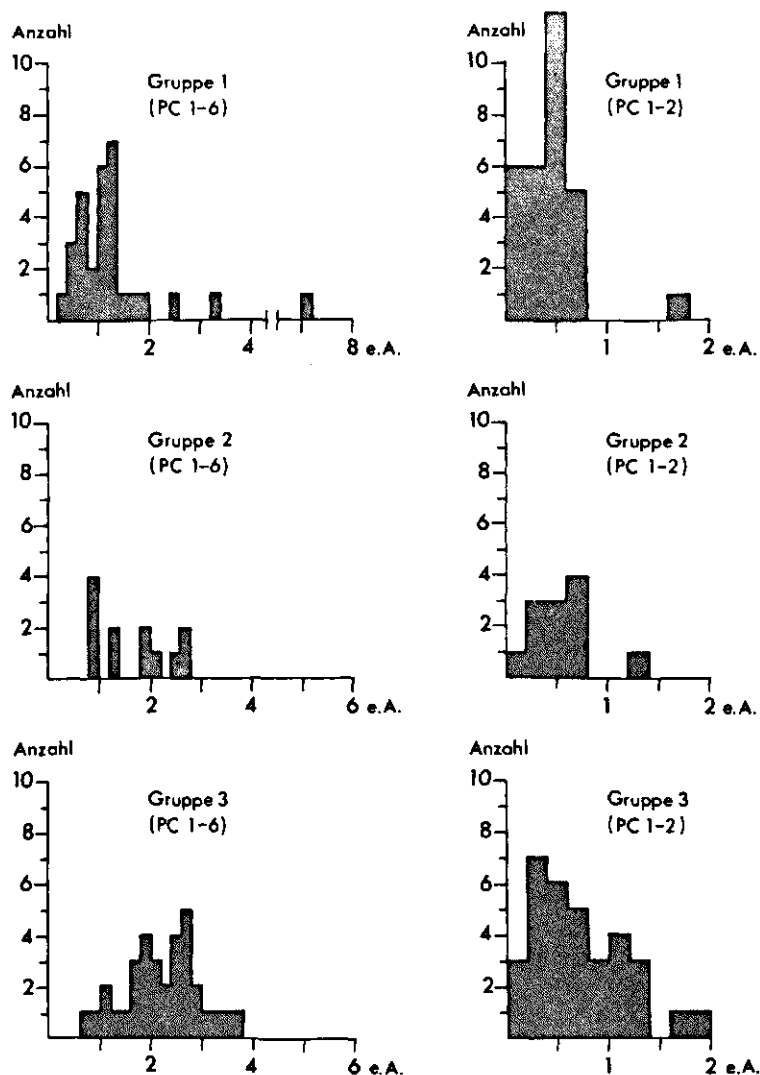
⁷⁰⁴) Davis (1973).

⁷⁰⁵) Beutel, Küffner, Röck, Schubö (1978).

| Gruppe | Dünnschliffnummer | | PC 1-6 | PC 1-2 |
|--------|--------------------------|----------------------------|--------|--------|
| | der Ausgangs- scherbe | des Vergleichs- stückes | | |
| 1 | 1000 | 1001 | 7,165 | 0,754 |
| | 1002 | 1103 | 1,137 | 0,506 |
| | 1206 | 1207 | 2,555 | 1,780 |
| | 1308 | 1309 | 1,292 | 0,114 |
| | 1410 | 1411 | 1,394 | 0,488 |
| | 1513 | 1614 | 1,161 | 0,404 |
| | 1615 | 1616 | 0,572 | 0,191 |
| | 1717 | 1718 | 0,933 | 0,533 |
| | 1921 | 1922 | 1,252 | 0,208 |
| | 2128 | 2129 | 1,702 | 0,489 |
| | 2230 | 2231 | 0,761 | 0,133 |
| | 2230 | 2333 | 1,155 | 0,571 |
| | 2231 | 2332 | 0,759 | 0,541 |
| | 2231 | 2333 | 1,465 | 0,693 |
| | 2332 | 2230 | 0,780 | 0,446 |
| | 2504 | 2505 | 0,690 | 0,200 |
| | 2506 | 2507 | 1,027 | 0,353 |
| | 2608 | 2609 | 1,310 | 0,765 |
| | 2919 | 2920 | 1,042 | 0,573 |
| | 2921 | 2919 | 3,225 | 0,512 |
| | 3025 | 3026 | 1,896 | 0,793 |
| | 3234 | 3335 | 0,771 | 0,271 |
| | 3234 | 3336 | 1,100 | 0,478 |
| | 3337 | 3234 | 0,531 | 0,144 |
| | 3438 | 3439 | 0,968 | 0,602 |
| | 3542 | 3644 | 1,311 | 0,443 |
| | 3645 | 3542 | 1,254 | 0,172 |
| | 3854 | 3955 | 0,577 | 0,301 |
| | 4060 | 4061 | 0,267 | 0,203 |
| | (30) | 4162 | 4163 | 1,222 |
| 2 | 1819 | 1820 | 1,207 | 0,518 |
| | 2333 | 2332 | 0,885 | 0,236 |
| | 2611 | 2610 | 2,768 | 0,642 |
| | 2713 | 2714 | 2,718 | 1,244 |
| | 2816 | 2817 | 1,969 | 0,602 |
| | 2920 | 2921 | 2,600 | 0,069 |
| | 3232 | 3233 | 0,844 | 0,262 |
| | 3335 | 3336 | 0,975 | 0,677 |
| | 3335 | 3337 | 0,839 | 0,256 |
| | 3336 | 3337 | 1,289 | 0,618 |
| | 3644 | 3645 | 2,118 | 0,502 |
| | (12) | 3852 | 3853 | 1,891 |

| Gruppe | Dünnschliffnummer | | PC 1-6 | PC 1-2 |
|--------|--------------------------|----------------------------|--------|--------|
| | der Ausgangs- scherbe | des Vergleichs- stückes | | |
| 3 | 1104 | 1205 | 0,702 | 0,074 |
| | 1923 | 2024 | 1,177 | 0,548 |
| | 2026 | 2127 | 1,721 | 0,620 |
| | 2127 | 2025 | 1,845 | 0,550 |
| | 2402 | 2403 | 2,544 | 0,746 |
| | 2403 | 2401 | 2,737 | 1,773 |
| | 2608 | 2611 | 3,029 | 0,553 |
| | 2609 | 2610 | 2,478 | 0,828 |
| | 2609 | 2611 | 3,638 | 0,212 |
| | 2610 | 2608 | 1,806 | 0,299 |
| | 2712 | 2713 | 2,620 | 0,268 |
| | 2714 | 2712 | 2,009 | 1,024 |
| | 2715 | 2816 | 2,644 | 1,308 |
| | 2715 | 2817 | 1,883 | 1,269 |
| | 2818 | 2715 | 1,776 | 0,925 |
| | 2922 | 2923 | 1,384 | 0,209 |
| | 2923 | 3024 | 2,869 | 0,264 |
| | 3024 | 2922 | 1,768 | 0,104 |
| | 3027 | 3128 | 1,125 | 0,894 |
| | 3129 | 3130 | 2,119 | 1,016 |
| | 3131 | 3232 | 3,399 | 1,284 |
| | 3233 | 3131 | 3,403 | 1,130 |
| | 3440 | 3541 | 2,462 | 1,814 |
| | 3542 | 3643 | 2,265 | 0,269 |
| | 3746 | 3747 | 2,682 | 0,729 |
| | 3748 | 3749 | 2,596 | 0,460 |
| | 3749 | 3850 | 2,811 | 0,633 |
| 3850 | 3748 | 1,450 | 0,473 | |
| 3851 | 3852 | 2,185 | 0,641 | |
| 3853 | 3851 | 1,901 | 0,131 | |
| 3956 | 3957 | 2,229 | 1,053 | |
| 3958 | 4059 | 2,692 | 0,209 | |
| (33) | 4264 | 4265 | 0,837 | 0,559 |
| 4 | 2025 | 2026 | 1,306 | 0,207 |
| | 2401 | 2402 | 2,111 | 1,854 |
| | 2816 | 2818 | 2,232 | 1,503 |
| | 2817 | 2818 | 1,141 | 1,069 |
| | 3643 | 3644 | 1,162 | 0,176 |
| (6) | 3643 | 3645 | 3,005 | 0,353 |

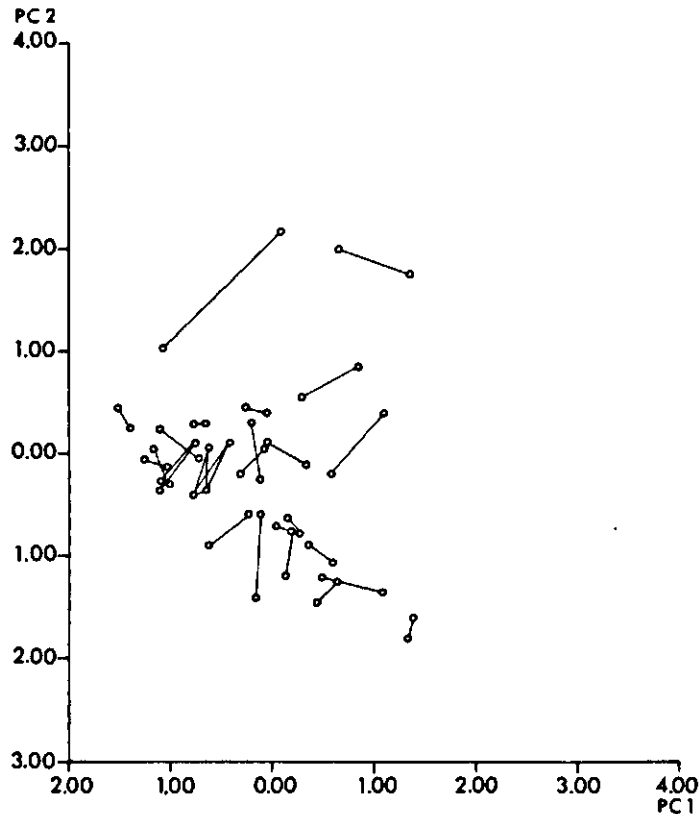
549 Langweiler 8. Die euklidischen Abstände der Paare, geordnet nach den Gruppen 1—4 (vgl. S. 560) und berechnet nach den ersten sechs Hauptkomponenten (PC 1—6) und den ersten beiden Hauptkomponenten (PC 1—2). Zu den Nummern der Paare vgl. Beilage 14,1, Spalte 3 und 5. Die Summe der Paare pro Gruppe ist jeweils in Klammern angegeben.



550 Langweiler 8. Histogramme der euklidischen Abstände (e.A.) der Paare (Anzahl), geordnet nach den Gruppen 1–3 (vgl. S. 560) und berechnet nach den ersten sechs Hauptkomponenten (PC 1–6, linke Spalte) bzw. den ersten beiden Hauptkomponenten (PC 1–2, rechte Spalte).

Hilfe ihrer Faktorenwerte dargestellt. Die Ähnlichkeit der Paare wird ausgedrückt im euklidischen Abstand der Faktorenwerte, das heißt je geringer der Abstand der Faktorenwerte ist, desto größer ist die Ähnlichkeit der Paare. Die euklidischen Abstände der Paare sind in Abb. 549 aufgelistet, wobei neben den errechneten Abständen über die ersten sechs Hauptkomponenten auch diejenigen nur über die ersten beiden Hauptkomponenten wiedergegeben sind. Den Abständen der Punkte im zweidimensionalen Diagramm (Abb. 551–553) entsprechen die euklidischen Abstände der Paare, die ausschließlich über die ersten beiden Hauptkomponenten berechnet wurden. Mit Hilfe dieser Abstände sind unmittelbar Aussagen zu den oben genannten Hypothesen möglich. In Abb. 550 sind die Histogramme dieser Abstände geordnet nach den Gruppen dargestellt. Gruppe 4 fehlt, da sie zu klein ist, und für Gruppe 5 sind die Abstände nicht zu errechnen, da es sich hier nicht um Paare handelt⁷⁰⁶).

⁷⁰⁶ Die Scherben 1819 und 1820 zählen hier zur Gruppe 2.

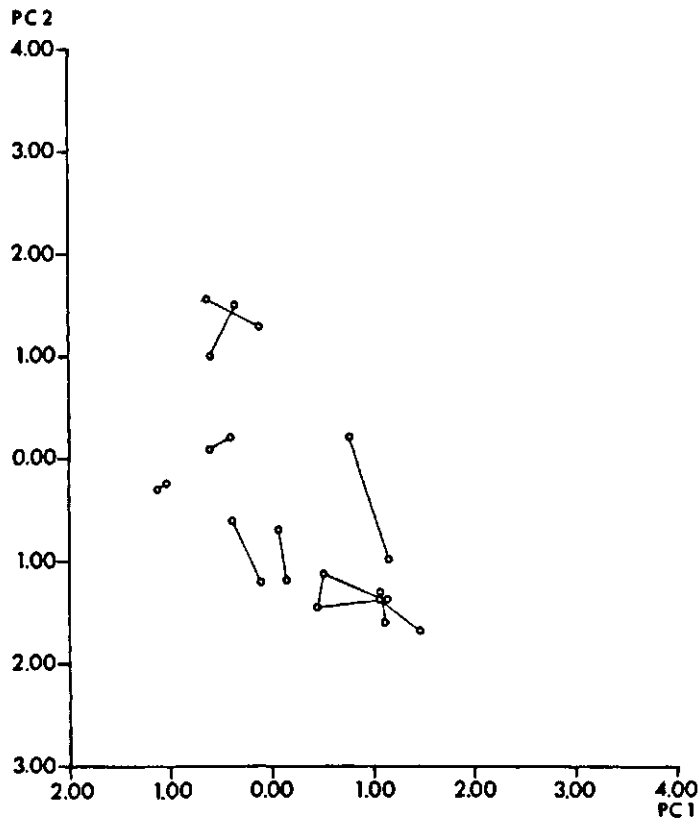


551 Langweiler 8. Die Paare der Gruppe 1 (Scherben aus verschiedenen Befunden, die zu einem Gefäß gehören) sind in der Ebene der ersten beiden Hauptkomponenten (PC 1–2) dargestellt und jeweils durch Linien miteinander verbunden. Vgl. hierzu auch Abb. 549.

Vergleicht man die Histogramme derjenigen Abstände, die über die ersten sechs Hauptkomponenten errechnet wurden (Abb. 550, links), so zeigt sich, daß die Spannweiten der Abstände bei allen Gruppen annähernd gleich sind. Eine Ausnahme bildet das Paar 1000 und 1001⁷⁰⁷⁾, für das ein Abstand von 7.2 berechnet wurde. Ein Erklärungsversuch für die Größe dieses Abstandes wird weiter unten gegeben. Bei den Verteilungsschwerpunkten kann man jedoch Unterschiede beobachten. Die Verteilung der Gruppe 1 ist eingipflig, und der Schwerpunkt dieser Verteilung liegt im Bereich niedriger Werte und damit großer Ähnlichkeit der Paare. Die Verteilung der Gruppe 2 ist mehrgipflig. Der Verteilungsschwerpunkt im Bereich niedriger Werte korrespondiert mit dem Maximum der Gruppe 1. Die zweithäufigsten Werte liegen dagegen im Bereich des Verteilungsendes, das heißt im Bereich zwischen 1.8 und 2.8. Bei den Paarabständen der Gruppe 3 zeichnet sich eine zweigipflige Verteilung ab, wobei allerdings die beiden häufigsten Werte dieser Gruppe im Bereich zwischen 1.8 und 2.8 liegen und somit den zweithäufigsten Werten der Gruppe 2 entsprechen. Mit anderen Worten kann man sagen, daß die Ähnlichkeit der Paare der Gruppe 1 über Gruppe 2 bis zu Gruppe 3 kontinuierlich abnimmt.

Betrachtet man die Häufigkeitsverteilungen der Abstände bezogen auf die ersten beiden Hauptkomponenten (Abb. 550, rechts) ergibt sich kein grundsätzlich anderes Bild. Im Raum der Hauptkomponenten 3–6 (ohne Abb.) werden die Paarabstände zwar größer, aber die Relationen zwischen der Streuung der Gruppe 1, 2 und 3 bleiben insofern gleich, als daß in Gruppe 1 die Streuung am geringsten und in Gruppe 3 am größten ist. Dies zeigt, daß Hämatit, Feldspat und Glimmer bei der Zuordnung von Scherben zu einem Gefäß weniger berücksichtigt werden als die Quarz-

⁷⁰⁷⁾ Vgl. Anm. 696.

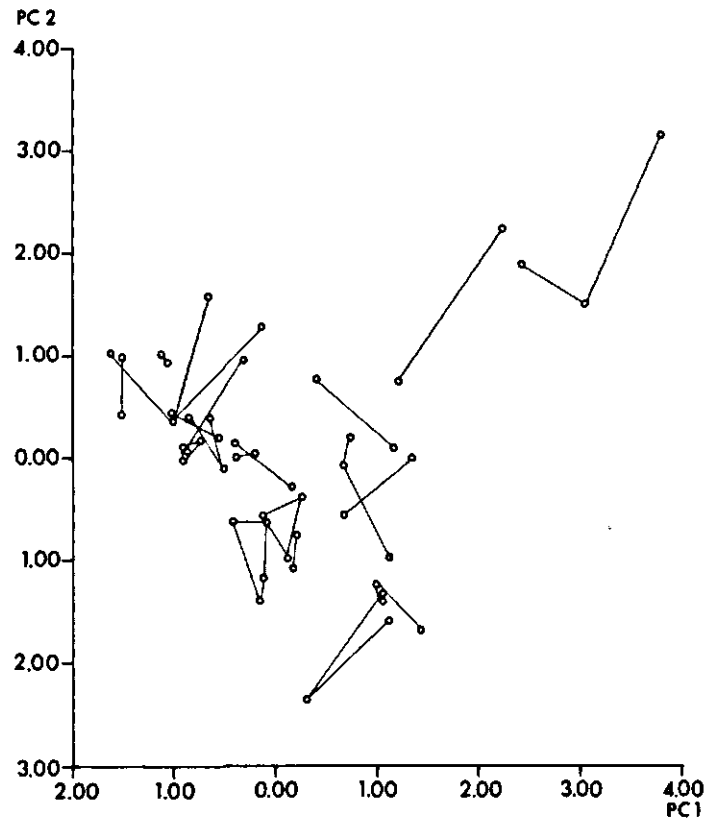


552 Langweiler 8. Die Paare der Gruppe 2 (Scherben aus demselben Befund, die von einem Gefäß stammen) sind in der Ebene der ersten beiden Hauptkomponenten (PC 1—2) dargestellt und jeweils durch Linien miteinander verbunden. Vgl. hierzu auch Abb. 549.

komponente und andere Bestandteile der Keramik, die sich ähnlich verhalten. Daß dem Hämatit bei dieser Zuordnung geringes Gewicht beigemessen wird, ist mit der archäologischen Erfahrung zu erklären, daß aneinanderpassende Scherben unterschiedlich gefärbt sein können.

Der oben angesprochene Extremfall der Gruppe 1 (Abb. 550, links) tritt bei der Berechnung der Abstände über die beiden ersten Hauptkomponenten (Abb. 550, rechts) nicht mehr in Erscheinung. Tatsächlich ist das ungewöhnliche Verhalten dieses Paares auf die Hauptkomponenten 4 und 6 vor allem aber 5 zurückzuführen. Das liegt daran, daß der Gehalt beider Scherben an Glimmer, Feldspat und Hämatit recht unterschiedlich ist. Die mineralogische Zusammensetzung dieses Paares ist ohnehin ungewöhnlich. Das spiegelt auch ihre extreme Lage im Hauptkomponentenraum (an der rechten oberen Peripherie von Abb. 551) wider. Einerseits sind die absoluten Abstände der Scherben in dieser nur locker besetzten Zone ohnehin recht groß, und andererseits mag in diesem peripheren Bereich das für die große Menge der Scherben kennzeichnende Vergesellschaftungsmuster möglicherweise nicht mehr gültig sein. Es ist nicht auszuschließen, daß es sich bei diesen vom Gesamtbild abweichenden Scherben um die Reste von Importgefäßen handelt. Den mineralogischen Nachweis für einen derartigen Gefäßimport erbrachte erstmals K. Obenauer, der mit dieser Fragestellung etwa 50 Scherben aus der Siedlung Köln-Lindenthal untersuchte⁷⁰⁸). Solche Scherben sollten im Raum der Hauptkomponenten an der Peripherie der Verteilung liegen wie etwa in Abb. 551 oben oder in Abb. 553 oben rechts. Abgesehen von dem bereits beschriebenen Paar verhalten sich jedoch alle in Abb. 551 und 553 peripher gelegenen Paare im Raum der weiteren Hauptkomponenten (ohne Abb.) nicht ungewöhnlich, so daß

⁷⁰⁸) Obenauer (1936).



553 Langweiler 8. Die Paare der Gruppe 3 (Scherben aus verschiedenen Befunden, die mineralogisch einander nicht zugeordnet werden konnten) sind in der Ebene der ersten beiden Hauptkomponenten (PC 1–2) dargestellt und jeweils durch Linien miteinander verbunden. Vgl. hierzu auch Abb. 549.

die Wahrscheinlichkeit, daß die untersuchte Stichprobe einen derartigen Fall enthält, nicht allzu groß sein wird. Eine gezielte Untersuchung hierzu unterblieb, da unsere Arbeit in erster Linie zur Klärung ganz anderer Probleme verhefen sollte.

Die anfangs aufgestellten Hypothesen werden durch die bisherigen Ergebnisse teils widerlegt, teils bestätigt. Denn einerseits sind die Paarabstände in Gruppe 2 größer als die der Gruppe 1, während andererseits die Hypothese, daß die Gruppe 3 inhomogener sei als die Gruppen 1 und 2, tendenziell richtig ist, wenn auch alle Gruppen im gleichen Bereich streuen.

Geht man davon aus, daß die Zuordnung von Scherben zu einem Gefäß, wie sie in Gruppe 2 von Archäologen durchgeführt und mineralogisch bestätigt wurde, im Prinzip richtig ist, so muß man konstatieren, daß die mineralogischen Kriterien offensichtlich strenger ausgefallen sind als nötig gewesen wäre. Bei Gruppe 3 könnte man darüber diskutieren, ob es sich nicht bei einem größeren Teil um Paare handelt, die von einem Gefäß stammen. Bei dieser Überlegung bleibt allerdings unberücksichtigt, daß diese statistische Analyse ausschließlich über die Informationen der Auszählung verfügt. Wichtige qualitative Gesichtspunkte, die im Einzelfall entscheidend für die Zuordnung sind, bleiben hier unberücksichtigt.

Im vorigen Teil der Analyse wurden nur die Paarabstände betrachtet. Die im Hinblick auf die Zusammengehörigkeit der Scherben ermutigenden Ergebnisse ließen die Frage entstehen, ob insgesamt betrachtet die Paarabstände tendenziell kleiner sind als die Abstände zwischen Scherben, die nicht zu einem Paar gehören. Bei dieser Betrachtungsweise wird die Lage aller Scherben als Hintergrund für die einzelnen Paarabstände gesehen. Zunächst wurden im Raum der

| Gruppe | Das Vergleichsstück ist ... | | | | | | Summe | |
|--------|-----------------------------|------|-------------------------|------|--------------------------------|------|--------|-------|
| | der 1. Nachbar | | einer der 2.-5. Nachbar | | keiner der nächsten 5 Nachbarn | | | |
| | Anzahl | % | Anzahl | % | Anzahl | % | Anzahl | % |
| 1 | 19 | 44,2 | 13 | 30,2 | 11 | 25,6 | 43 | 100,0 |
| 2 | 3 | 25,0 | 4 | 33,3 | 5 | 41,7 | 12 | 100,0 |
| 3 | 5 | 12,8 | 8 | 20,5 | 26 | 66,7 | 39 | 100,0 |
| 4 | 2 | 50,0 | 1 | 25,0 | 1 | 25,0 | 4 | 100,0 |
| Summe | 29 | 29,6 | 26 | 26,5 | 43 | 43,9 | 98 | 100,0 |

554 Langweiler 8. Anzahl der Fälle, in denen das Vergleichsstück in Bezug zur Ausgangsscherbe der nächste Nachbar bzw. der 2.—5. Nachbar ist oder nicht zu den fünf nächstgelegenen Scherben gehört. Diese Fälle sind nach den vier Gruppen (vgl. S. 560) aufgeschlüsselt. Die Distanz der Scherben ist durch den euklidischen Abstand im Raum der ersten sechs Hauptkomponenten definiert. Vgl. hierzu auch Beilage 14,2.

ersten sechs Hauptkomponenten die euklidischen Abstände aller Scherben voneinander berechnet. In Beilage 14,2 sind die nächsten fünf Nachbarn jeder Scherbe und deren Abstände zu dieser angegeben⁷⁹⁹). Das Ergebnis dieses Analyseschrittes ist in Abb. 554 dargestellt. Es zeigt sich, daß bei den Paaren der Gruppe 1 die zugehörige Scherbe in 44,2 % der absolut nächste Nachbar ist und daß sie sich in 74,4 % zumindestens unter den nächsten fünf Nachbarn befindet. Man mag sich nun fragen, warum bei dieser Gruppe, deren Paare mit einer derart großen Wahrscheinlichkeit zusammengehören, nicht mehr Scherben eines Paares die nächsten Nachbarn sind. Tatsächlich sind aber bei einer einigermaßen einheitlichen Töpferware diese Werte schon erstaunlich hoch. Man verdeutliche sich beim Betrachten der Paare in Abb. 551, 552 und 553, daß durchaus eine andere, nicht-zugehörige Scherbe zufällig im Bereich eines Gefäßes liegen kann, auch wenn dessen einzelne Scherben nur über einen relativ kleinen Bereich streuen, also recht einheitlich sind.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Paarabstände deutlich zeigen, daß die Homogenität von Gruppe 1 über Gruppe 2 zu Gruppe 3 abnimmt. Geht man auch hier von der Gruppe 2 als Referenzgruppe aus, so zeigen die Paare der Gruppe 1 eine bei weitem höhere Übereinstimmung als nötig gewesen wäre. Abgesehen von einigen Fällen der Gruppe 3 dürften aufgrund dieser statistischen Ergebnisse die meisten Paare als zusammengehörig gelten.

5.3.8. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die mineralogische Untersuchung von Scherben mittels Dünnschliff ist eine kostspielige und zeitaufwendige Methode. Daher muß die Fragestellung der Methode adäquat sein. Einerseits sollte die Dünnschliffuntersuchung nur dort eingesetzt werden, wo sie notwendig ist, und andererseits sollten nur Ergebnisse von ihr erwartet werden, die sie auch wirklich liefern kann. Die Auswahl der Scherben muß repräsentativ sein, um Aussagen über den Scherbenkomplex insgesamt zuzulassen.

Für die oben beschriebene Analyse wurden die Scherben unter einem bestimmten Gesichtspunkt ausgewählt. Deshalb dürfen die gewonnenen Daten nicht auf die mineralogische Zusammensetzung bandkeramischer Feinware insgesamt übertragen werden. Auch sind einzelne Gefäße, von denen zwei oder drei Dünnschliffe angefertigt wurden, entsprechend oft in die Statistik eingegangen.

Die archäologische »Vorarbeit« ist für die Dünnschliffuntersuchung unerlässlich, denn diese mikroskopische Analyse versteht sich in diesem Zusammenhang als ein Teil des Komplexes »Scherbenanalyse«. Auch die Auswertung der ge-

⁷⁹⁹) Diese Rechnungen wurden durchgeführt mit dem Programmpaket Clustan (Wishart (1975)). Aus technischen Gründen wurde in der statistischen Analyse bei den 5 Scherbenpaaren, die aus vier Scherben bestehen, auf jeweils zwei Paarbeziehungen verzichtet.

lieferten Resultate ist Aufgabe der Archäologie. In diesem speziellen Fall wären Aussagen zu der Frage, ob Scherben zu einem Gefäß gehören oder nicht, ohne die vorherige archäologische Beurteilung nicht möglich gewesen. Wie bereits dargelegt, kann mineralogisch nicht zwischen den Scherben eines Gefäßes und einer Charge unterschieden werden.

Eine weitere Hilfe wäre es, wenn während der Grabung Rohstoffproben aus Gruben, dem anstehenden C-Löß und auch aus Tonvorkommen der näheren Umgebung entnommen würden. Die Informationen über verwendete Rohstoffe und deren geographische Herkunft dürften besonderes Interesse verdienen. Die Bearbeitung der Rotlehmproben (vgl. S. 794ff) sind hierfür besonders wichtig. Neben dem spreugemagerten, luftgetrockneten Lehmverputz und den gebrannten Herdplatten, deren Material vermutlich aus dem damals anstehenden Löß stammt, sind vor allem die Reste von gemagerten und ungemagerten Töpfertonen von besonderem Interesse, da sich darunter auch »echte« Tone finden. Das systematische Sammeln und Aufarbeiten dieser Fundkategorie sollte in Zukunft größere Beachtung finden. Die Zuordnung bestimmter Kategorien zur Magerung oder zum Rohstoff könnte durch die Untersuchung der Rohstoffproben und der Rotlehmstücke erleichtert werden.

Wenn man eine Serie von Dünnschliffen bearbeitet, muß man sich zunächst einen Überblick über das Material verschaffen. Sämtliche Bestandteile, die in den Scherben vorkommen, müssen benannt oder unter einem übergeordneten Begriff zusammengefaßt werden, wie etwa Epidot zu Schwermineralen gerechnet wird. Die Auszählung muß systematisch durchgeführt werden. Die gewählte Vergrößerung und der Abstand der Punktstrecken dürfen später nicht mehr verändert werden. Wir haben den Abstand der Punktstrecken auf 0,9 mm festgelegt. Auf einem Zentimeter beträgt die Anzahl 46 Punkte. Es ergibt sich, daß die Scherben, die bei der bandkeramischen Feinware in der Regel mindestens 3 mm dick sind, eine Kantenlänge von 2—3 cm haben müssen. Denn nur wenn die Summe der gezählten Punkte über 300 liegt, sind die Daten für die Scherbe als solche repräsentativ.

Die qualitativen Beobachtungen zu Dünnschliffen sind sehr wichtig und in unserem Falle für die Beurteilung der Zusammengehörigkeit von Scherbenpaaren ausschlaggebend. Aus diesem Grunde basiert die Zuordnung der Paare zu den verschiedenen Gruppen primär auf den qualitativen Beobachtungen. So hilfreich die Auswertung der quantitativen Daten auch ist, viele wichtige Beobachtungen gehen nicht in das Aufnahmesystem für die quantitative Analyse (Abb. 545) ein. So sind etwa die Merkmale der Struktur quantitativ nicht erfaßt. Für die beobachteten Kategorien (S. 559f) trifft das gleiche zu. Bei den organischen Resten liegt das Problem darin, ob man die verkohlten Rückstände oder die Hohlräume auszählt. Die Menge der Rückstände hängt vom Brennverfahren ab. Bei den Hohlräumen ist fraglich, ob das organische Material einst den gesamten Hohlraum ausgefüllt hat. Bei oxidiert und hoch gebrannten Scherben müßte man jeden Hohlraum daraufhin betrachten, ob seine Form nicht auf organisches Material zurückzuführen sei. Beim eingeschwemmten, orientierten Ton wäre die Unterscheidung wichtig, ob er zur Matrix gehört oder von außen in die Scherbe eingeschwemmt ist. Denn der nachträglich eingeschwemmte, orientierte Ton kann nicht zur Scherbe als solche gezählt werden. Schwerminerale und opake Minerale sind in der Regel kleiner als 10 μm und gehören mit Sicherheit nicht zur Magerung⁷¹⁰). Die beobachteten Kategorien sind bei der Auszählung der Matrix zugerechnet worden. Selbst die statistische Angabe 0 % (Beilage 14,1) läßt offen, ob das betreffende Mineral sich gar nicht oder nur in sehr geringen Mengen in der Scherbe findet. Die genannten Beispiele machen deutlich, wie wichtig die Einbeziehung der qualitativen Beobachtungen für eine umfassende Aussage ist.

Die Zuordnung der Paare zu einer der vier Gruppen wurde durch die Statistik weitgehend bestätigt. Merkmale, die für die Beurteilung wichtig waren, wurden teilweise auch statistisch herausgearbeitet. So kann die mikroskopische Untersuchung der Scherben die Bedeutung der sechs Hauptkomponenten nur unterstreichen. Einerseits unterstützt die Statistik zum Teil die Zuordnung, andererseits wird auch hier die strenge Anwendung der Kriterien deutlich. Die über diese sechs bzw. die beiden ersten Hauptkomponenten berechneten Variationsbreiten (Abb. 550) geben uns erstmals einen Maßstab an die Hand, mit dem wir Paare sicherer beurteilen können. Wichtige Anhaltspunkte liefert uns auch die Kontrollgruppe 2.

Die Bedeutung der Statistik für diese Untersuchung liegt in der systematischen Aufarbeitung der quantitativen Daten. Die Ergebnisse liegen hier in einer Form vor, die auch als Grundlage und Vergleich für andere Arbeiten dienen kann, und die vor allem eine Überprüfung ermöglicht. Die qualitativen Daten können nur am Material selber überprüft werden.

⁷¹⁰) Eine Ausnahme ist die Magerung mit Sand.

